

Planungsbeispiel Physik

Kompetenzschwerpunkt:

Die Wirkung von Strahlung untersuchen und bewerten

Autoren:

Evelyn Honcu, Dirk Kelch, Ingo Koch, Hans-Peter Pommeranz, Gerd Riedl, Dirk Wendt

Zielstellung

Mit diesem Planungsbeispiel wird die Absicht verfolgt, die Lehrkraft zu unterstützen, die gedankliche Brücke von den Vorgaben des Lehrplans zur individuellen Planung des eigenen Unterrichts zu schlagen. Dieses Planungsbeispiel kann und will nicht eine genaue Vorgabe für die Planung einzelner Unterrichtsstunden sein, da dies einem Grundanliegen des Lehrplans widersprechen würde: Der Unterrichtsprozess muss den konkreten Stand der Kompetenzentwicklung der jeweiligen Schülerinnen und Schüler berücksichtigen.

Diese gedankliche Brücke vom Lehrplan zur Unterrichtsplanung bezieht sich auf eine Unterrichtseinheit, die einem Kompetenzschwerpunkt entspricht. Für diese Unterrichtseinheit wird eine Schrittfolge entwickelt, die gedanklich (und nur zum Teil auch schriftlich) durchlaufen werden kann. Da die Unterrichtseinheiten im Fach Physik einen relativ großen Zeitraum umfassen (ca. 20 Unterrichtsstunden), muss diese Schrittfolge mehrmals durchlaufen werden.

Da dieses Planungsbeispiel ein Muster für weitere Planungen sein soll, wurden bei jedem einzelnen Schritt dieser Schrittfolge erläuternde Hinweise gegeben, die die Überlegungen im Vorfeld des Aufgeschriebenen erhellen. Zugleich können diese Bemerkungen eigene Planungen unterstützen.

Schrittfolge

- 1 Erstellung eines **Zuordnungsschemas** (Kompetenzen – Grundwissen)
- 2 Erstellung eines **fachlichen Netzes** (Fachinhalte)
- 3 Ermittlung der konkreten **Ausgangssituation**
- 4 Prüfung **sinnstiftender Kontexte** auf Eignung
- 5 **didaktische Aufbereitung** des Kontextes
- 6 Feinplanung der **Unterrichtssequenz**
- 7 vorläufige Festlegung des **zeitlichen Umfangs**
- 8 Diagnose der **Kompetenzentwicklung**

Vorbemerkung

zur didaktischen Reduktion bei der Behandlung elektromagnetischer Wellen im Kompetenzschwerpunkt „Die Wirkung von Strahlung untersuchen und bewerten“

1 Physikalische Natur der Strahlung

Die für diesen Kompetenzschwerpunkt wesentlichen Phänomene lassen sich durch folgendes Modell erklären:

Strahlung zeigt bei einigen Experimenten Teilchencharakter, d. h. sie tritt portioniert auf. Diese Portionen heißen in der Physik Photonen. Sie besitzen eine ganz bestimmte Energie und bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit.

Da die Schülerinnen und Schüler im bisherigen Physiklehrgang noch keine Kenntnisse über Schwingungen und Wellen erworben haben, geraten sie mit dieser Modellbeschreibung nicht in Denkschwierigkeiten.

Nur im Zusammenhang mit den Hertz'schen Wellen ist es notwendig darauf hinzuweisen, dass Strahlung sich bei bestimmten Experimenten wie Wellen (ähnlich wie Wasserwellen) verhält. Die verschiedenen Aspekte werden im Kompetenzschwerpunkt „Optische Phänomene beschreiben und mit verschiedenen Modellen erklären“ genauer behandelt.

2 Wechselwirkung Strahlung - Materie

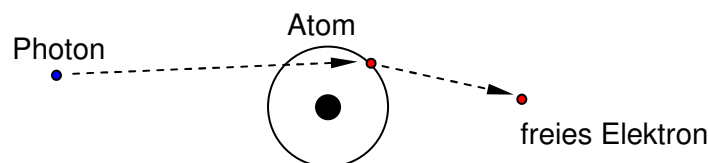
Wenn elektromagnetische Strahlung Materie durchdringt, treten in Abhängigkeit von der Energie der jeweiligen Photonen folgende Prozesse auf:

- Compton-Effekt (Photonen geben einen Teil ihrer Energie an freie Elektronen ab.)
- Photoeffekt (Photonen lösen aus Atomen im Innern von Festkörpern einzelne Elektronen heraus und geben dabei ihre Energie vollständig ab.)
- Paarzerstrahlung (Besonders energiereiche Photonen wandeln sich jeweils in ein Elektron und ein Positron um, die wiederum mit den Teilchen des Körpers reagieren.)

Vereinfacht lassen sich diese Effekte zu folgenden zwei Effekten zusammenfassen:

- Ionisation

Photonen lösen aus Atomen Elektronen heraus und ionisieren diese dadurch.



- Erwärmung

Durch verschiedene Prozesse wird die Energie der Photonen in Bewegungsenergie der Atome und Moleküle des Stoffes (thermische Energie) übertragen. Dadurch erhöht sich die Temperatur des Stoffes.

3 Nachweismöglichkeiten von Strahlung

Die Nachweismöglichkeiten von elektromagnetischer Strahlung können im Wesentlichen auf die Ionisation zurückgeführt werden:

- Ionisation der Luft in einem Kondensator (Gasfüllung eines Zählrohrs) und dadurch Stromfluss,
- Ionisation von Atomen eines Halbleiters (analog Solarzelle) und dadurch Stromfluss
- Zersetzung von Silberbromid (Schwärzung von Fotofilm, Fotopapier)

Zur Vereinfachung der weiteren Arbeit werden die Teilkompetenzen im Lehrplan innerhalb der Kompetenzbereiche nummeriert.

Kompetenzschwerpunkt: Die Wirkung von Strahlung untersuchen und bewerten		
Fachwissen anwenden	1	- die einzelnen Strahlungsarten energetisch in das Spektrum einordnen
	2	- radioaktive Stoffe und ihre typischen Eigenschaften benennen
	3	- den Kernzerfall beschreiben und Zerfallsgleichungen aufstellen
	4	- die Arten der Strahlung energetisch in das Spektrum einordnen
	5	- Wechselwirkungen zwischen elektromagnetischer Strahlung und Materie und dabei auftretende Energieumwandlungen erläutern
Erkenntnisse gewinnen	1	- selbstständig Experimente zur Untersuchung der Eigenschaften und Wirkungen von Strahlung planen und auswerten
	2	- die Messung physikalischer Größen bei zufälligen Prozessen beschreiben und aus den Messergebnissen Zusammenhänge ableiten
Kommunizieren	1	- Recherchen zu technischen Anwendungen von Strahlung durchführen und deren Ergebnisse präsentieren
	2	- das Vorgehen beim Experimentieren und die Arbeitsergebnisse diskutieren
	3	- Diagramme interpretieren und Größen aus diesen ermitteln
Bewerten	1	- Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei der Nutzung von Strahlung in Experimenten, im Alltag und bei modernen Technologien bewerten
	2	- Auswirkungen der Anwendung physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen beschreiben
Grundlegende Wissensbestände		
- Modell: Atom - elektromagnetisches Spektrum: radioaktive Strahlung, Röntgenstrahlung, ultraviolettes sichtbares und infrarotes Licht, Hertz'sche Wellen - Eigenschaften von Strahlung: Energiegehalt Durchdringungsvermögen, Reflexion - Wirkungen von Strahlung: Ionisationsvermögen, thermische Wirkung - Kernzerfall: Halbwertszeit, Arten - technische Anwendungen von Strahlung		

1 Erstellung eines Zuordnungsschemas (Kompetenzen – Grundwissen)

Die Zuordnung von grundlegenden Wissensbeständen zu Teilkompetenzen erfolgt auch unter Berücksichtigung möglicher Schülertätigkeiten, die die Ausprägung der prozessorientierten Kompetenzen unterstützen. Diese Zuordnung ist zwingend, wenn die Kompetenz nur einmal aufgeführt wird. Lässt sich die Kompetenz mehrmals zuordnen, ergeben sich Varianten für planerische Entscheidungen.

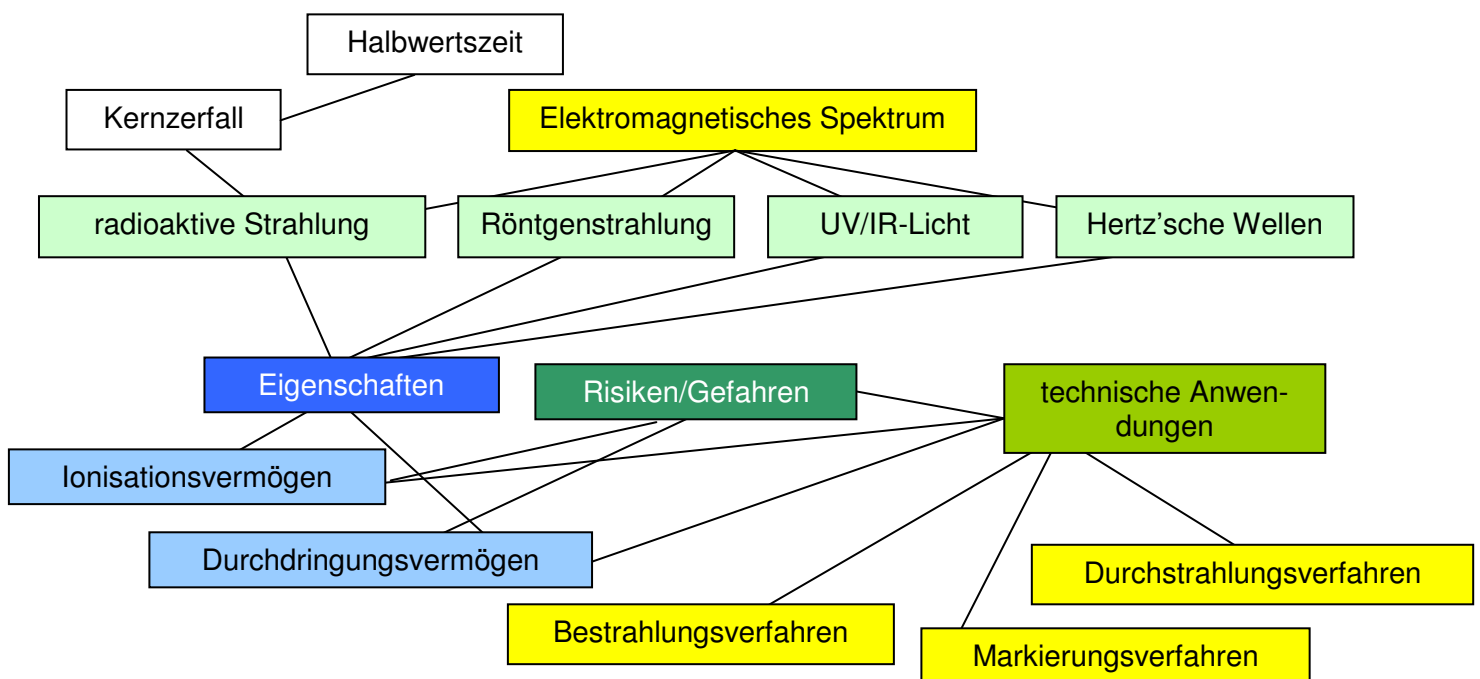
	Fachwissen anwenden	Erkenntnisse gewinnen	Kommunizieren	Bewerten
elektromagnetisches Spektrum	1, 4, 5			
radioaktive Strahlung	1, 2, 3, 4, 5	1, 2	2, 3	1
Röntgenstrahlung	1, 4, 5		3	
UV- und IR-Licht	1, 4, 5	1	2, 3	1
Hertz'sche Wellen	1, 4, 5	1	2, 3	1
technische Anwendungen	4, 5		1	1, 2

2 Erstellung eines fachlichen Netzes (Fachinhalte)

Im fachlichen Netzwerk sind alle Fachbegriffe, die in diesem Kompetenzschwerpunkt zu den grundlegenden Wissensbeständen gehören bzw. diese untersetzen, in ihrer Einordnung aufgeführt.

Dieses Netzwerk dient

- der Orientierung auf wesentliche Wissens Elemente bei der Unterrichtsplanung,
- als Prüfkriterium bei der Auswahl konkreter Beispiele und bei der Evaluierung des Lernfortschritts,
- auch als Abbild für das Wissensnetz, das sich im Unterrichtsprozess bei den Schülern herausbilden sollte (vernetztes und strukturiertes Wissen).



3 Ermittlung der konkreten Ausgangssituation

Voraussetzung, die nach Lehrplan im Unterricht anderer Fächer erworben wurden:

Fächer	Sjg.	Kompetenzschwerpunkte	Kompetenzen	grundlegende Wissensbestände
Mathematik	9/10	Weitere nichtlineare Zusammenhänge	Exponentialfunktionen mithilfe von Wertetabellen grafisch darstellen Eigenschaften von Exponentialfunktionen beschreiben	$y = 2^x$
		Daten und Zufall	Ergebnisse statistischer Untersuchungen in Form von Häufigkeitsverteilungen und Diagrammen darstellen	Häufigkeitsverteilung Klasseneinteilung
Biologie	9/10	Wechselwirkung zwischen Lebewesen und Umwelt	Wechselwirkungen zwischen biotischer und abiotischer Natur beobachten, beschreiben und erklären	biotische und abiotische Umweltfaktoren
		Vererbungsvorgänge als Merkmal des Lebens und die Anwendung der Gesetzmäßigkeiten in der Praxis	Ursachen von Mutation sowie deren Bedeutung für die Lebewesen vorstellen	DNA, Gen, Mutation
Technik	7/8	Lösungen für technische Probleme untersuchen und vergleichen	gewollte und ungewollte Auswirkungen von Alltagstechnik erkennen und Handlungsmöglichkeiten abwägen Bewertungskriterien aufstellen und anwenden	Bewertungskriterien (Zweckmäßigkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit, Umweltgerechtigkeit, Kosten) Bewertungsverfahren

Hinweis: Es ist günstig, wenn schulinterne Absprachen zu den Kompetenzschwerpunkten im Schuljahrgang 9 getroffen werden.

Konkrete Voraussetzungen der Klasse

Hier sind folgende Voraussetzungen, insbesondere durch eigene Erfahrungen mit dieser Klasse, durch Beobachtung oder durch Gespräche mit anderen Lehrkräften, zu ermitteln:

- Über welche fachspezifische Voraussetzungen (z. B. anwendbare physikalische Kenntnisse) verfügen meine Schülerinnen und Schüler?
- Wie sind ihre prozessbezogenen Kompetenzen (z. B. Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten, Recherchieren von Informationen, Erschließen von Sachtexten) ausgeprägt?
- Wie vertraut sind die Schülerinnen und Schüler mit bestimmten Unterrichtsformen wie Gruppenarbeit?

Für die weitere Planung ist es günstig, wenn diese Voraussetzungen nicht nur pauschal für die Klasse, sondern auch für einzelne Schülerinnen und Schüler erfasst wird.

4 Prüfung sinnstiftender Kontexte auf Eignung

Unter sinnstiftenden Kontexten werden hier konkrete natürliche oder technische Problemstellungen verstanden, die für die Schülerinnen und Schüler bedeutsam sind.

Kriterien zur Prüfung dieser Kontexte:

- entspricht der Interessenlage der Schülerinnen und Schüler
- hat eine besondere Bedeutung in der aktuellen gesellschaftlichen Diskussion
- vielfältige, (didaktisch) aufbereitete Informationen stehen zur Verfügung
- Bearbeitung ermöglicht Handlungen, die Kompetenzentwicklung fördern
- Bearbeitung ermöglicht auch einen Erwerb von Theorieelementen (Basiskonzepte)

Möglicher Kontext:

Bestrahlung von Lebensmitteln

Lebensmittel werden mit energiereicher Strahlung behandelt, um Folgendes zu erreichen:

- Die Abtötung von Insekten oder Maden in Getreidekörnern, Trockenobst, Gemüse oder Nüssen.
- Die Verlängerung der Haltbarkeit der Lebensmittel.
- Die Verhinderung des Keimens von Kartoffeln oder Zwiebeln.
- Die Verlängerung des Reifeprozesses von Obst.
- Die Abtötung gesundheitsschädlicher Schimmelpilze und Bakterien, wie Salmonellen in Meeresfrüchten, Fisch und Fleisch.

Als Strahlung verwendet man u. a. Röntgen- und radioaktive Strahlung.

Die Lebensmittel dürfen sich dabei nicht so verändern, dass sie selbst radioaktiv werden. Deshalb wird die Energie der verwendeten Strahlung durch Grenzwerte eingeschränkt. Dennoch werden durch die Bestrahlung der Lebensmittel vielfach die Vitamine A, B₁, E und C zerstört.

Langzeitstudien zu Nebenwirkungen durch den Verzehr bestrahlter Lebensmittel wurden bisher nicht durchgeführt. Deshalb dürfen in Deutschland nach der Lebensmittelverordnung aus dem Jahr 2000 lediglich Kräuter und Gewürze bestrahlt werden.

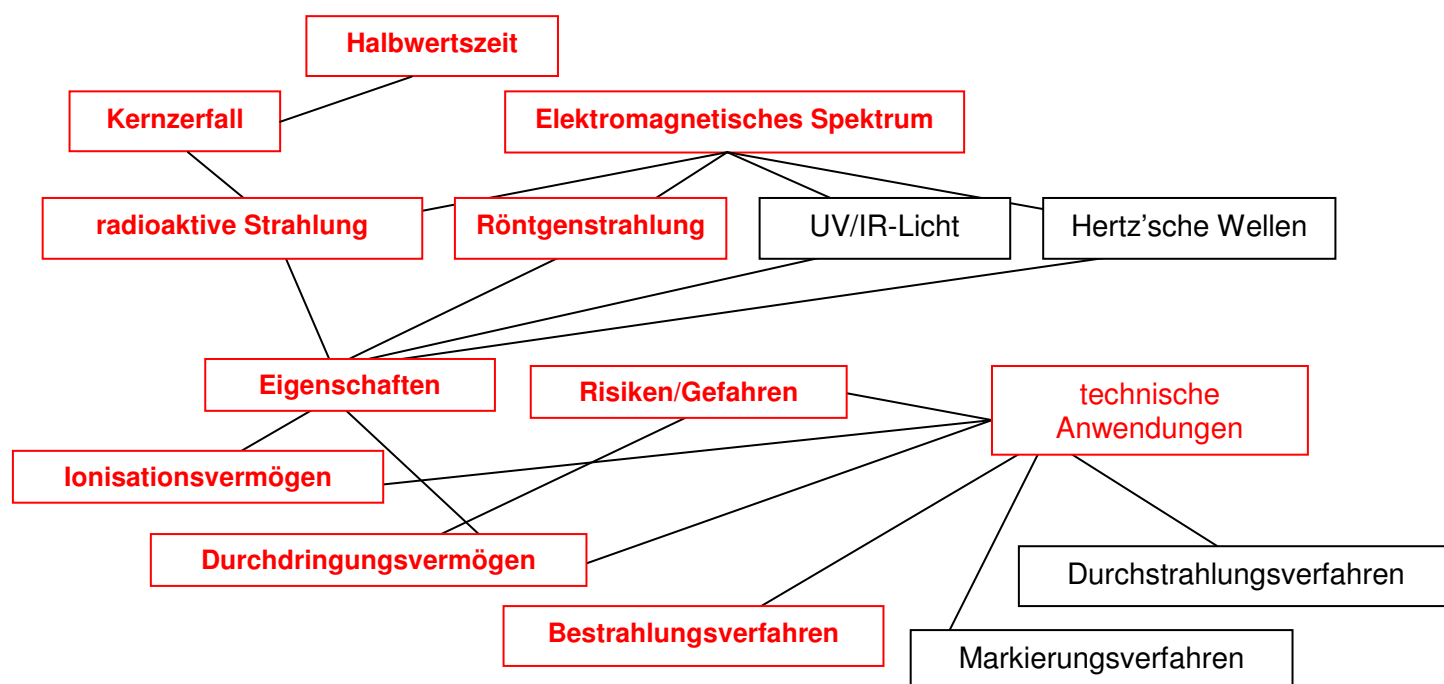
Prüfung auf Kompetenzebene

In der Tabelle werden alle Kompetenzen rot markiert, die für die Bearbeitung dieses Beispiels notwendig sind bzw. die dadurch entwickelt werden.

	Fachwissen anwenden	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
radioaktive Strahlung	1,2, 3, 4, 5	1, 2	2, 3	1
Röntgenstrahlung	1, 4, 5		3	
technische Anwendungen	1, 4, 5		1	1, 2
UV- und IR-Licht	1, 4, 5	1	2, 3	1
Hertz'sche Wellen	1, 4, 5	1	2, 3	1
technische Anwendungen	4, 5		1	1, 2

Prüfung auf Fachinhalteebene

In der Übersicht werden alle Kompetenzen rot markiert, die für die Bearbeitung dieses Beispiels notwendig sind bzw. die dadurch entwickelt werden.



Ergebnis der Prüfung des Kontextes auf Eignung

- Die Auseinandersetzung mit diesem Kontext ermöglicht es, eine Reihe von Kompetenzen einschließlich etlicher grundlegender Wissensbestände zu entwickeln. Deshalb ist dieser Kontext geeignet.
- Die Prüfung hat sowohl auf Kompetenzebene als auch auf der Wissensebene ergeben, dass weitere Kontexte in den Unterricht einbezogen werden müssen, um alle Elemente abzudecken.

Möglich ist es, folgende Kontexte im weiteren Unterrichtsverlauf in Gruppen bearbeiten zu lassen:

Gruppe	Gegenstand	mögliche Experimente
1	UV-Strahlung	Sonnenbrillentestgerät, UV-Schutzcreme-Tester
2	IR-Strahlung	Nachweis infraroter Strahlung (z. B. Fernbedienung mit digitalem Fotoapparat)
3	Elektrosmog/Handy	Veränderungen des Empfangs durch Hindernisse (Abschirmung)
4	Mikrowelle	Messung der thermischen Wirkung von Strahlung
5	Laser	Bestimmung der Solarkonstanten und Vergleich mit Laserstrahlung

Die Ergebnisse der Gruppenarbeit werden anschließend präsentiert und diskutiert. Abschließend erfolgt eine Systematisierung elektromagnetischer Strahlung unter dem Energieaspekt.

Für die Gruppenarbeit finden sich didaktisch aufbereitete Materialien auf dem Bildungsserver unter: <http://www.bildung-lsa.de/>.

5 Didaktische Aufbereitung des Kontextes als Lernaufgabe

Beispiel für einen altersgerecht aufbereiteten Sachtext:

Von Röntgen bis zur Lebensmittelbestrahlung

Entdeckung der Strahlen

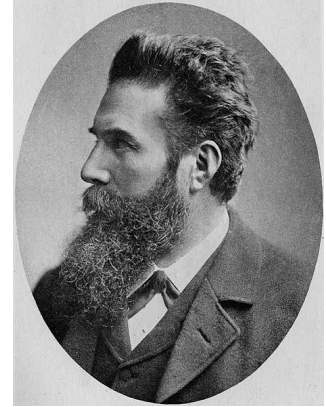
Der deutsche Physik-Professor Wilhelm Conrad Röntgen entdeckte 1895 eine besondere Art von Strahlen: Diese Strahlen konnten, anders als Licht, die meisten Stoffe durchdringen. Er nannte sie „X-Strahlen“. Heute noch sind sie im Englischen als „X-rays“ bekannt, während wir im Deutschen von „Röntgenstrahlen“ sprechen. Schon ein Jahr später wurde vermutet, dass solche Strahlen auch dazu dienen könnten, Bakterien abzutöten.



Maden von Brotmotten können durch Bestrahlung abgetötet werden.

Vor genau 100 Jahren wurde dann in England das erste Patent zur Lebensmittelbestrahlung erteilt. Es bezog sich damals auf die Behandlung von Mehl und anderer, pulverförmiger Nahrung. Später wurde untersucht, wie man Würmer und Insekten, zum Beispiel Maden von Brotmotten oder Trichinen im Fleisch, durch Strahlen abtöten kann. Auf diese

Weise verhinderte man ihre Vermehrung. Eingesetzt wurde das Verfahren damals aber noch nicht, weil die technischen Möglichkeiten fehlten: Es mangelte an leistungsfähigen Strahlenquellen.



Erforschung der Strahlen

Bereits in den 50er und 60er Jahren des 20. Jahrhunderts gab es vielfältige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Lebensmittelbestrahlung. Doch erst Ende der 80er Jahre entschied ein internationales Expertengremium unter Beteiligung der Weltgesundheitsorganisation (WHO), dass ausreichend Forschungsergebnisse für eine wissenschaftliche Beurteilung der Lebensmittelbestrahlung vorliegen und dass die Lebensmittelbestrahlung sicher ist. Der Zeitpunkt war jedoch denkbar ungünstig zur Einführung der Lebensmittelbestrahlung. Sie wurde in Zusammenhang gebracht mit dem Reaktorunfall von Tschernobyl 1986. Es hieß, Lebensmittelbestrahlung sei eine Erfindung der Atomlobby, um radioaktive Abfälle gewinnbringend zu verwerten. Tatsächlich handelt es sich bei solchen Abfallprodukten aber um angereichertes Uran, das sich zur Lebensmittelbestrahlung gar nicht eignet. Die Verbraucherorganisationen befürchteten außerdem, dass die Bestrahlung benutzt würde, um ohne Wissen der Verbraucher verdorbene Lebensmittel zu schön.

Der kleinste gemeinsame Nenner: Die EU-Bestrahlungsrichtlinie

In den 90er Jahren sollte eine gemeinschaftliche europäische Bestrahlungsrichtlinie verabschiedet werden. Zu diesem Zweck führte die Europäische Kommission ein öffentliches Anhörungsverfahren durch. In ihren Stellungnahmen wandten sich die Verbraucherverbände gegen die Bestrahlung. Eine Reihe von Herstellern befürchteten Imageschäden, nur in wenigen Fällen zum Beispiel bei Froschschenkeln, Garnelen und Langusten, gab es befürwortende Stimmen. Die Sachverständigengruppe der WHO hingegen sah keine wissenschaftlichen Gründe für die Ablehnung der Bestrahlung.

Die politischen Entscheidungsträger (Europäische Kommission und Europäisches Parlament) verabschiedeten dann ein restriktives Gesetz, das die Befürchtungen der Verbraucherorganisationen sehr ernst nahm:

Jede Nation darf bis zur endgültigen Regelung ihre gesetzlichen Regelungen zur Bestrahlung beibehalten. Europaweit einheitlich wurden nur getrocknete aromatische Kräuter und Gewürze für die Bestrahlung zugelassen. Auch wurde eine der wichtigsten Forderungen der Verbraucherverbände umgesetzt: Damit Verbraucher auf keinen Fall getäuscht werden, müssen alle bestrahlten Lebensmittel oder Lebensmittel mit bestrahlten Zutaten europaweit ohne Ausnahme gekennzeichnet werden.



Zunächst dürfen nur getrocknete Kräuter und Gewürze bestrahlt werden.

(Quelle: Gesa Maschkowski und Johanna Tüntschi unter
http://www.was-wir-essen.de/verbraucher/1992_5973.php (25.04.2009))

6 Feinplanung der Unterrichtssequenz (für den Kontext „Bestrahlung von Lebensmitteln“)

Phasen	Kompetenzen	grundlegende Wissensbestände
Einführung (Problemstellung und Motivation) - Lehrervortrag - selbstständige Schülerarbeit (Text) - Diskussion und Erstellung eines Forschungsprogramms (Mindmap)	- Texte zu technischen Anwendungen von Strahlung erschließen - Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei der Nutzung von Strahlung bei modernen Technologien erkennen	
Erarbeitung neuer Erkenntnisse - Unterrichtsgespräch unter Einbeziehung von Demonstrationsexperimenten - selbstständige Schülerarbeit (Lehrbuch/Sachtexte/Aufgaben)	- radioaktive Stoffe und ihre typischen Eigenschaften benennen - den Kernzerfall mit Zerfallsgleichungen beschreiben - selbstständig Experimente zur Untersuchung der Eigenschaften und Wirkungen von Strahlung planen und auswerten	- radioaktive Strahlung (Isotope, Kernzerfall, Halbwertszeit, Arten, Eigenschaften, Wirkungen) - Röntgenstrahlung (Eigenschaften, Wirkungen) - technische Anwendungen von radioaktiver und Röntgenstrahlung
Verallgemeinerung - Unterrichtsgespräch	- die Wechselwirkung zwischen radioaktiver Strahlung bzw. Röntgenstrahlung und Materie und die dabei auftretenden Energieumwandlungen erläutern - Risiken und Sicherheitsmaßnahmen bei der Nutzung von Strahlung in Experimenten, im Alltag und bei modernen Technologien bewerten	- gemeinsame Eigenschaften von Strahlung - elektromagnetisches Spektrum
(ständige) Evaluierung: Beobachtung und Bewertung der Schülerleistungen bei der Bearbeitung unterschiedlicher Aufgaben		

7 vorläufige Festlegung des zeitlichen Umfangs

Für den bisher geplanten Unterrichtsverlauf könnten bei entsprechendem Eingangsniveau der Kompetenzen ca. 6 Unterrichtsstunden angesetzt werden. Die Evaluation wird darüber entscheiden, wie der weitere Unterrichtsverlauf geplant werden muss.

8 Diagnose der Kompetenzentwicklung (Test- und Evaluationsaufgaben)

Aufgabe 1: Pro und Kontra - Röntgenaufnahmen

Röntgenstrahlung hat zwei wesentliche Eigenschaften:

- Sie durchdringt Stoffe unterschiedlich gut.
- Wenn sie durch Stoffe geht, werden diese teilweise ionisiert.

Beide Eigenschaften werden bei der Erzeugung von Röntgenbildern in der Medizin genutzt.



- a) Erläutere am Beispiel der nebenstehenden Abbildung, wie diese Eigenschaften zur Bilderzeugung genutzt werden.
- b) Erkläre die negativen Wirkungen der Röntgenstrahlung auf lebendes Gewebe.
- c) Beschreibe Sicherheitsmaßnahmen und Verhaltensregeln im Umgang mit Röntgenstrahlung.
- d) Erläutere an einem weiteren Beispiel, dass technische Anwendungen physikalischer Erkenntnisse auch von negativen Auswirkungen begleitet sind.

Aufgabe 2: Die Schwarzlichtlampe

Zur Untersuchung der Eigenschaften von UV-Licht wird eine sogenannte Schwarzlichtlampe verwendet. Diese besondere Lampe sendet kaum sichtbares, dafür aber ultraviolettes Licht aus.

- a) Recherchiere, wie die besondere Lichtaussendung dieser Lampe technisch realisiert wird.
- b) Zwischen der Lampe und einem speziellen Messgerät für UV-Strahlung werden nacheinander verschiedene Materialien gebracht. Dabei werden folgende Werte für die Intensität I der Strahlung ermittelt:



Material	ohne	Glas (1 mm)	Nylon	Leinen	Glas+15	Glas+20	Glas+50
I in mW/cm^2	3,59	1,31	2,65	0,15	0,53	0,39	0,17

Erläuterung: „Glas + 15“ bedeutet, dass die 1 mm dicke Glasscheibe ist mit Sonnenschutzmittel mit dem Lichtschutzfaktor 15 dünn beschichtet worden.

- Nenne Bedingungen, die während des Experiments nicht verändert werden dürfen.
- Kreuze die Schlussfolgerungen an, die aus diesen Messwerten geschlossen werden können.

A	Nylon schützt besser als Leinen vor UV-Strahlung.
B	Je höher der Lichtschutzfaktor, umso besser ist der Schutz.
C	Leinen schützt ca. 18-mal besser als Nylon vor UV-Strahlung.
D	Dünnes Glas lässt weniger als die Hälfte der UV-Strahlung durch.
E	Von den untersuchten Materialien bietet Leinen den besten Sonnenschutz.
F	Je durchsichtiger das Material, umso besser kommt die UV-Strahlung durch.

- c) Bei einem zweiten Experiment wird der Abstand s zwischen der Schwarzlichtlampe und dem Messgerät schrittweise vergrößert. Dabei werden folgende Werte ermittelt.

s in cm	10	15	20	25	30	35	40	45	50
I in mW/cm^2	14,56	9,32	6,65	4,70	3,71	2,98	2,47	2,04	1,64

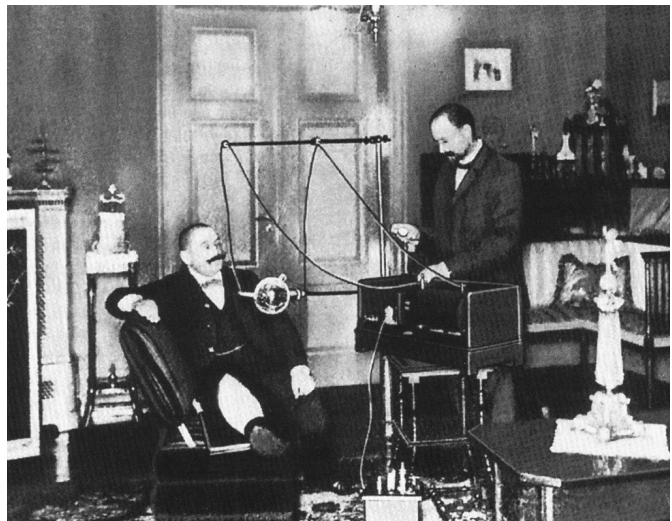
Stelle die Messwerte in einem $I(s)$ -Diagramm dar.

Beschreibe den Zusammenhang zwischen den Größen s und I .

- d) Schwarzlichtlampen werden oft in Diskotheken eingesetzt. Beschreibe die Wirkung.

Aufgabe 3: Röntgen früher und heute

Um das Jahr 1900 wurden Röntgenstrahlen eingesetzt, um Knochenbrüche zu untersuchen oder Granatsplitter zu finden. Da die Strahlung nicht sehr intensiv war, dauerten die Aufnahmen bis 20 Minuten. Dabei kam es auch zu Verbrennungen der geröntgten Körperteile. Eine Fotografie zeigt die damalige Technik.



- Vergleiche mithilfe des Bildes das Röntgen damals und heute.
- Erkläre, warum es zu den Verbrennungen kommen konnte.

Aufgabe 4: Abschirmung von Strahlung

Unter der Halbwertsdicke $d_{1/2}$ einer Schicht versteht man die Dicke, durch die nur noch die Hälfte der Strahlung durchgelassen wird.

Zur Bestimmung der Halbwertsdicke von Luft für α -Strahlung des radioaktiven Präparates $^{210}_{84}\text{Po}$ werden folgende Werte gemessen:

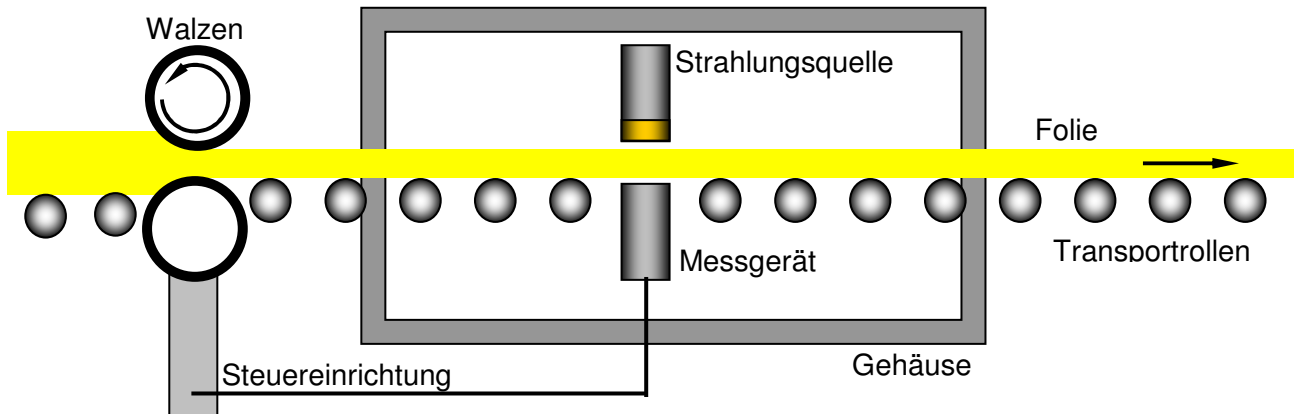
d in cm	0	2	4	6	8	10
Impulse	234	138	82	48	29	17

- Stelle eine Zerfallsgleichung für diesen Vorgang auf.
- Ermittle mithilfe des $I(d)$ -Diagramms die Halbwertsdicke.
- Bei diesem Experiment muss der Nulleffekt berücksichtigt werden. Beschreibe, wie du vorgehen würdest.
- Erläutere, wozu die Kenntnis der Halbwertsdicke genutzt werden kann.

Klassenarbeit (Schuljahrgang 9 - RS)

zum Kompetenzschwerpunkt „Die Wirkung von Strahlung untersuchen und bewerten“

In einer Werkhalle soll eine Strahlungsquelle zur Qualitätsprüfung in der Produktion von Folien eingesetzt werden. Mit ihrer Hilfe soll die Foliendicke kontinuierlich gemessen werden (vgl. Abbildung).



- (1) Erkläre die prinzipielle Funktionsweise dieser Messeinrichtung. (3 BE)
- (2) Außerhalb des Gehäuses darf die Strahlung eine bestimmte Energiedosis (Grenzwert) nicht überschreiten.
 - a) Begründe, warum bei der technischen Anwendung von Strahlungen Grenzwerte erlassen und eingehalten werden müssen. (2 BE)
 - b) Die Höhe des Grenzwerts kann von verschiedenen Faktoren abhängen.

Schreibe die Buchstaben von den Faktoren auf dein Blatt, die deiner Meinung nach für diese Messeinrichtung bedeutsam sind. (2 BE)

A	Aufenthaltsdauer in der Nähe der Messeinrichtung
B	von der Stärke der Strahlungsquelle
C	vom Einfluss der Strahlung auf die Gesundheit des Bedienpersonals
D	vom Material des Gehäuses (Abschirmung)
E	von bestimmten Eigenschaften (z. B. Größe) des Bedienpersonals

- (3) Zum Bau des Gehäuses wird ein Material gesucht, das die Strahlung möglichst gut abschirmt.

Beschreibe ein Experiment, mit dem ein solches Material ermittelt werden kann. Gehe bei deiner Beschreibung auf die Experimentieranordnung sowie auf die Durchführung und Auswertung des Experiments ein. (5 BE)

- (4) Da mit der abgebildeten Anlage Folien verschiedener Dicke gemessen werden sollen, muss der Abstand d zwischen Strahlungsquelle und Messgerät veränderlich sein. Deshalb wird im Vorfeld der Zusammenhang zwischen dem Abstand d und der am Messgerät ankommenden Strahlungsdichte S ermittelt:

d in mm	10	15	20	25	30	35	40
S in $\frac{W}{mm^2}$	25,1	17,7	12,4	8,8	6,3	4,4	3,1

- a) Stelle den Zusammenhang in einem $S(d)$ -Diagramm dar. (4 BE)
- b) Beschreibe den Zusammenhang zwischen dem Abstand d und der Dichte der durchgelassenen Strahlung S mithilfe des Kurvenverlaufes. Gib einen Grund für diesen Verlauf an. (3 BE)
- (5) Eine Möglichkeit besteht darin, für diese Anlage als Strahlungsquelle $^{60}_{27}\text{Co}$ zu verwenden. Diese zerfällt unter Aussendung radioaktiver Strahlung mit einer Halbwertszeit von 5,3 Jahren in $^{60}_{28}\text{Ni}$.
- a) Ermittle mithilfe einer Zerfallsgleichung die Art der frei werdenden Strahlung. (2 BE)
- b) Gib eine Eigenschaft dieser Strahlung an, die zu ihrem Nachweis genutzt werden kann. (1 BE)

Hinweise zum Erwartungshorizont

Im vorangegangenen Unterricht wurde

- die unterschiedliche Absorption von Strahlung durch verschiedene Stoffe,
- die Abhängigkeit der Absorption von der Materialdicke

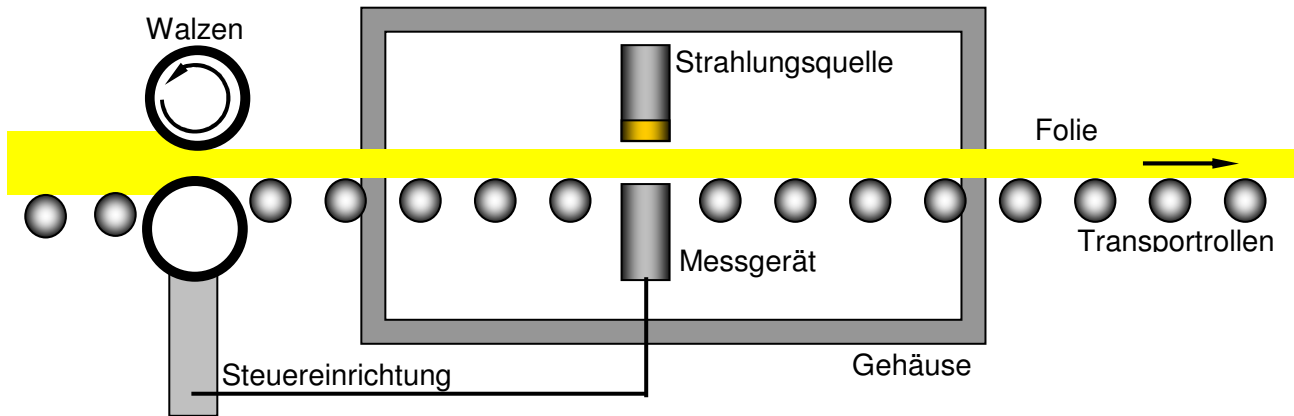
behandelt. Die dargestellte Messeinrichtung war aber nicht Gegenstand des Unterrichts.

Nr.	Beschreibung der Lösungen	AFB		
		I	II	III
(1)	Erklärung, z. B.: Die von der Strahlungsquelle ausgehende Strahlung durchdringt die Folie und wird geschwächt. Je dicker die Folie, umso größer ist die Schwächung, also umso geringer ist der Anteil der Strahlung der ins Messgerät gelangt. Wenn man vorher ermittelt hat, bei welcher Foliendicke wie viel Strahlung registriert werden kann, dann kann man jetzt aus der Strahlungsstärke die Dicke berechnen.		2	1
(2a)	Begründung, z. B.: Strahlung kann die Gesundheit von Menschen beeinflussen, wenn die Strahlung zu lange oder zu stark einwirkt. Zum Schutz von Personen, die mit technischen Geräten umgehen, die Strahlung aussenden, müssen Vorschriften erlassen werden. Bei der Herstellung und Betreibung dieser Geräte muss deshalb auf die Einhaltung geachtet werden.		2	
(2b)	A, C	2		
(3)	Aufbau: Strahlungsquelle, Material, Messgerät (Skizze) Durchführung: Materialdicke, Abstand zwischen Quelle und Messgerät konstant Auswertung		2 1 1	1
(4a)	Einteilung und Beschriftung der Achsen Eintragen und Verbinden der Messwerte	2 1	1	
(4b)	Beschreibung, z. B.: Mit zunehmender Entfernung wird die Strahlung schwächer. Die Abschwächung wird jedoch immer kleiner. Angabe eines Grundes, z. B.: Die Strahlung wird auch beim Durchgang durch die Luft abgeschwächt.		1	1 1
(5a)	Zerfallsgleichung: ${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_{-1}\text{e}$ Strahlungsart: β^-	1	1	
(5b)	Angabe einer Eigenschaft, z. B.: Ionisationsvermögen		1	
Summe		6	12	4

Klassenarbeit (Schuljahrgang 9 - HS)

zum Kompetenzschwerpunkt „Die Wirkung von Strahlung untersuchen und bewerten“

In einer Werkhalle soll eine Strahlungsquelle zur Qualitätsprüfung in der Produktion von Folien eingesetzt werden. Mit ihrer Hilfe soll die Foliendicke kontinuierlich gemessen werden (vgl. Abbildung).



- (1) Bei dieser Messeinrichtung wird eine der folgenden Eigenschaften der Strahlung zur Messung genutzt. Schreibe den entsprechenden Buchstaben auf dein Blatt. (1 BE)

A	Die Strahlung breitet sich geradlinig aus.
B	Die Strahlung wird an glatten Oberflächen reflektiert.
C	Die Strahlung ionisiert Stoffe.
D	In Körpern wird ein Teil der Strahlung absorbiert.
E	Die Strahlung ist sehr energiereich.

- (2) Außerhalb des Gehäuses darf die Strahlung eine bestimmte Energiedosis (Grenzwert) nicht überschreiten.

- a) Begründe, warum bei der technischen Anwendung von Strahlungen Grenzwerte erlassen und eingehalten werden müssen. (2 BE)
- b) Die Höhe des Grenzwerts kann von verschiedenen Faktoren abhängen.

Schreibe die Buchstaben von den Faktoren auf dein Blatt, die deiner Meinung nach für diese Messeinrichtung bedeutsam sind. (2 BE)

A	Aufenthaltsdauer in der Nähe der Messeinrichtung
B	von der Stärke der Strahlungsquelle
C	vom Einfluss der Strahlung auf die Gesundheit des Bedienpersonals
D	vom Material des Gehäuses (Abschirmung)
E	von bestimmten Eigenschaften (z. B. Größe) des Bedienpersonals

- (3) Zum Bau des Gehäuses wird ein Material gesucht, das die Strahlung möglichst gut abschirmt.

Beschreibe ein Experiment, mit dem ein solches Material ermittelt werden kann. Gehe bei deiner Beschreibung auf die Experimentieranordnung sowie auf die Durchführung und Auswertung des Experiments ein. (5 BE)

- (4) Da mit der abgebildeten Anlage Folien verschiedener Dicke gemessen werden sollen, muss der Abstand d zwischen Strahlungsquelle und Messgerät veränderlich sein. Deshalb wird im Vorfeld der Zusammenhang zwischen dem Abstand d und der am Messgerät ankommenden Strahlungsdichte S ermittelt:

d in mm	10	15	20	25	30	35	40
S in $\frac{W}{mm^2}$	25,1	17,7	12,4	8,8	6,3	4,4	3,1

- c) Stelle den Zusammenhang in einem $S(d)$ -Diagramm dar. (4 BE)
- d) Beschreibe den Zusammenhang zwischen dem Abstand d und der Dichte der durchgelassenen Strahlung S mithilfe des Kurvenverlaufes. (2 BE)
- (5) Eine Möglichkeit besteht darin, für diese Anlage als Strahlungsquelle $Co\ 60$ zu verwenden. Diese zerfällt unter Aussendung radioaktiver Strahlung mit einer Halbwertszeit von 5,3 Jahren.
- a) Erläutere den Begriff Halbwertszeit. (2 BE)
- b) Begründe, warum zum Betreiben dieser Messeinrichtung die Kenntnis der Halbwertszeit wichtig ist. (2 BE)

Hinweise zum Erwartungshorizont

Im vorangegangenen Unterricht wurde

- die unterschiedliche Absorption von Strahlung durch verschiedene Stoffe,
- die Abhängigkeit der Absorption von der Materialdicke

behandelt. Die dargestellte Messeinrichtung war aber nicht Gegenstand des Unterrichts.

Nr.	Beschreibung der Lösungen	AFB		
		I	II	III
(1)	D		1	
(2a)	Begründung, z. B.: Strahlung kann die Gesundheit von Menschen beeinflussen, wenn die Strahlung zu lange oder zu stark einwirkt. Zum Schutz von Personen, die mit technischen Geräten umgehen, die Strahlung aussenden, müssen Vorschriften erlassen werden. Bei der Herstellung und Betreibung dieser Geräte muss deshalb auf die Einhaltung geachtet werden.		2	
(2b)	A, C	2		
(3)	Aufbau: Strahlungsquelle, Material, Messgerät (Skizze) Durchführung: Materialdicke, Abstand zwischen Quelle und Messgerät konstant Auswertung		2 1 1	 1
(4a)	Einteilung und Beschriftung der Achsen Eintragen und Verbinden der Messwerte	2 1	 1	
(4b)	Beschreibung, z. B.: Mit zunehmender Entfernung wird die Strahlung schwächer. Die Abschwächung wird jedoch immer kleiner.		1	1
(5a)	Erläuterung, z. B.: Nach Ablauf dieser Zeit ist die Hälfte aller Kerne einer Substanz zerfallen. (... ist die Intensität der Strahlung auf die Hälfte abgesunken.) Nach erneutem Ablauf dieser Zeit ist wiederum die Hälfte der übrigen Kerne zerfallen.	2		
(5b)	Begründung, z. B.: Da die Strahlung mit der Zeit immer schwächer wird, ist die Messeinrichtung immer mal wieder neu einzustellen. Mit der Halbwertszeit kann man bestimmen, in welchen Abständen das notwendig ist.			2
Summe		7	9	4