



DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Schülervorstellungen zum Thema „Ionisierende
Strahlung“ in der Sekundarstufe II“

verfasst von / submitted by

Clemens Prückler

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2018 / Vienna, 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 406 412

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Mathematik UF Physik

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Dr. Thomas Plotz

Eidesstattliche Erklärung

„Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne Verwendung anderer als der angeführten Hilfsmittel verfasst habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche gekennzeichnet. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.“

Wien, am 04.06.2018

(Clemens Prükler)

Vorwort

Gegen Ende meines Studiums stellte ich mir die Frage nach einem sinnvollen Diplomarbeitsthema. Da ich zukünftig den Beruf als Lehrkraft anstrebe, war es mir ein persönliches Anliegen, dass sich bei der Themenfindung eine gewisse Nützlichkeit herauskristallisierte. Bereits während des Schulversuchspraktikums wurden wir mit einer Vielzahl an Schülervorstellungen zu unterschiedlichen Gebieten der Physik konfrontiert. Auch in diversen anderen fachdidaktischen Lehrveranstaltungen wurden wir auf die Wichtigkeit der Berücksichtigung von Schülervorstellungen hingewiesen. Im fachbezogenen Praktikum im Unterrichtsfach Physik durften wir schließlich erstmals praktische Erfahrungen im Umgang mit solchen Schülervorstellungen sammeln. Das Themengebiet der zu haltenden Unterrichtseinheiten beinhaltete unter anderem „Radioaktivität – Ionisierende Strahlung“. Während der Planung und Vorbereitung der Unterrichtseinheiten wurde mein Interesse für dieses Thema geweckt. Die persönliche Erfahrung mit Schülerinnen und Schülern in Bezug auf dieses Fachgebiet der Physik regte mich zum Denken an. Mir fiel auf, dass die Mehrheit der Lernenden bereits konkrete Vorstellungen zum Thema Radioaktivität hatten. Mit Hilfe des theoretischen Wissens, welches ich während des Studiums erlangt habe, möchte ich in dieser Arbeit die Wichtigkeit der Berücksichtigung von Schülervorstellungen im Physikunterricht hervorheben. Unter anderem sollen im Zuge der Arbeit auch weitere, neue Schülervorstellungen dokumentiert werden.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während des gesamten Studiums und bei der Fertigung meiner Diplomarbeit unterstützt und motiviert haben.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie, im Speziellen meinen Eltern und Großeltern, welche mich bei der Finanzierung des Studiums unterstützten und meiner Schwester, die stets ein offenes Ohr für meine Sorgen hatte. Bedanken möchte ich mich an dieser Stelle auch noch bei meiner Mutter und Seppi, die mir eine große Hilfe beim Korrekturlesen waren.

Außerdem möchte ich meinen Dank an Herrn Dr. Thomas Plotz aussprechen, der meine Diplomarbeit stellvertretend für Herrn Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf betreut und mich bei der Themenfindung und der Umsetzung unterstützt hat, aussprechen.

Weiterhin möchte ich mich bei meinen Studienkolleginnen und Studienkollegen bedanken, die mich über die Dauer meines gesamten Studiums unterstützt und ermutigt haben. Zahlreiche interessante Diskussionen trugen zum Vorliegen meiner Arbeit in dieser Form bei.

Besonderen Dank möchte ich auch allen meinen Freundinnen und Freunden aussprechen, die mich in schwierigen Situationen immer wieder ermutigt haben und mir emotionalen Rückhalt gaben.

Abschließend möchte ich mich noch bei allen Schülerinnen und Schülern bedanken, die an meinen Befragungen teilgenommen und mir somit die Erstellung meiner Arbeit in dieser Form ermöglicht haben.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	3
Vorwort.....	4
Danksagung	5
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	10
1. Einleitung	11
1.1. Überblick.....	12
2. Schülervorstellungen	13
2.1. Allgemeines zu Schülervorstellungen	13
2.2. Schülervorstellungen und ihre Rolle im Lernprozess	14
2.2.1. Sachbedingte Lernschwierigkeiten.....	15
2.2.2. Lehrbedingte Lernschwierigkeiten.....	16
2.2.3. Innenbedingte Lernschwierigkeiten	16
2.3. Umgang mit Schülervorstellungen im Physikunterricht	17
2.3.1. Elementarisierung.....	17
2.3.2. Didaktische Rekonstruktion	20
2.3.3. Konzeptwechsel / „Conceptual change“	24
2.3.4. Strategien: Anknüpfen – Umdeuten – Konfrontieren	25
2.3.5. Fazit	26
2.4. Bekannte Schülervorstellungen zum Thema Strahlung	27
2.4.1. Schülervorstellungen zu Strahlung generell.....	27
2.4.2. Schülervorstellungen zu Radioaktivität / „radioaktiver“ Strahlung	30
2.4.3. Fazit	31
3. Radioaktivität / Ionisierende Strahlung	33
3.1. Geschichtliches zur Radioaktivität.....	33
3.2. Physikalische Klärung.....	34
3.2.1. Radioaktiver Zerfall – Zerfallsgesetz	35
3.2.2. Strahlungsarten	41
3.3. Klärung der Begriffe Kontamination und Irradiation.....	45
4. Nutzung ionisierender Strahlung.....	46
4.1. Radionuklid-Anwendungen	46
4.1.1. Technische Anwendungen.....	46

4.1.2. Anwendungen in der Biologie.....	46
4.1.3. Anwendungen in der Medizin	47
4.1.4. Altersbestimmung mittels radiometrischer Datierung.....	49
4.2. Anwendung von Beschleunigern – Strahlentherapie	50
4.3. Kernreaktoren / Kernspaltung	52
4.4. Kontrollierte Kernfusion	53
5. Empirische Untersuchung.....	54
5.1. Erstellung der Forschungsfragen.....	54
5.1.1. Lehrplanbezug	54
5.1.2. Fachbezogenes Schulpraktikum im Unterrichtsfach Physik	55
5.1.3. Forschungsfragen	55
5.2. Forschungsmethode.....	56
5.2.1. Qualitative Befragung mittels Leitfadeninterview	56
5.2.2. Überlegungen zum Interviewleitfaden	57
5.3. Durchführung der Untersuchung.....	58
5.3.1. Auswahlkriterien	59
5.3.2. Rahmenbedingungen	59
5.3.3. Befragung	59
6. Auswertungsverfahren – Qualitative Inhaltsanalyse	61
7. Ergebnisse.....	65
7.1. Ergebnisse in Bezug auf die 1. Forschungsfrage	65
7.2. Ergebnisse in Bezug auf die 2. Forschungsfrage	66
7.3. Ergebnisse in Bezug auf die 3. Forschungsfrage	69
8. Diskussion der Ergebnisse.....	82
8.1. Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf die 1. Forschungsfrage.....	82
8.2. Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf die 2. Forschungsfrage.....	83
8.3. Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf die 3. Forschungsfrage.....	85
8.4. Limitationen / Kritik	87
8.5. Fazit.....	88
9. Ausblick.....	90
Literaturverzeichnis.....	91
Formelverzeichnis	97
Anhang	98

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Unterteilung der Lernschwierigkeiten	15
Abbildung 2: Fachdidaktisches Triplet.....	21
Abbildung 3: Hauptkategorien der Kinderzeichnungen	28
Abbildung 4: Radioaktiver Zerfall - Exponentielle Abhängigkeit	37
Abbildung 5: Potential eines Alphateilchens in einem Atomkern.....	42
Abbildung 6: Energieverteilung für die bei einem Beta ⁻ -Zerfall emittierten Elektronen	43
Abbildung 7: Jodaufnahme der Schilddrüse bei Über- und Unterfunktion	48
Abbildung 8: a) Szintigramm einer Schilddrüse, b) schematische Darstellung kalter / heißer Knoten.....	48
Abbildung 9: Schematische Darstellung eines Betatrons, a) Seitenansicht, b) Draufsicht	51
Abbildung 10: Anwendung von Betatrons in der Strahlentherapie	52
Abbildung 11: Zusammensetzung der Kategorie: "Energiegewinnung"	63
Abbildung 12: Zusammensetzung der Kategorie: "Zerstörung"	63
Abbildung 13: Zusammensetzung der Kategorie: "Radioaktive Strahlung"	63
Abbildung 14: Zusammensetzung der Kategorie: "Absorption"	63
Abbildung 15: Assoziationen mit dem Begriff: "Radioaktivität"	65
Abbildung 16: Wahrnehmung von "Radioaktivität"	67
Abbildung 17: Gefährlichkeit von "Radioaktivität"	68
Abbildung 18: Vorstellungen zur Strahlungsart von "Radioaktivität"	69
Abbildung 19: Vorstellungen zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Erdbeeren...	70
Abbildung 20: Vorstellungen zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit dem Menschen	71
Abbildung 21: Vorstellungen zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Wänden in einem Raum	72

Abbildung 22: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Erdbeeren	73
Abbildung 23: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit dem Menschen	74
Abbildung 24: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Wänden in einem Raum	75
Abbildung 25: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Erdbeeren	76
Abbildung 26: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit dem Menschen	77
Abbildung 27: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Wänden in einem Raum	78
Abbildung 28: Bekanntheit des Begriffes "Kontamination"	79
Abbildung 29: Assoziationen mit dem Begriff "Kontamination"	80
Abbildung 30: Unterscheidung zwischen den Begriffen "Kontamination" und "Bestrahlung"	81
Abbildung 31: Kontamination / Dekontamination	102

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Qualitätsfaktor q (RBW-Faktor).....	39
Tabelle 2: Durchschnittliche jährliche Äquivalentdosen.....	40
Tabelle 3: Einschätzung der Gefährlichkeit von "radioaktiver" Strahlung	102
Tabelle 4: Kodier Manual zu den Assoziationen mit dem Begriff "Radioaktivität"	103
Tabelle 5: Kodier Manual zur Wahrnehmung von "Radioaktivität"	104
Tabelle 6: Kodier Manual zu den Vorstellungen zur Strahlungsart von "Radioaktivität" ..	105
Tabelle 7: Kodier Manual zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Erdbeeren	105
Tabelle 8: Kodier Manual zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit dem Menschen ..	106
Tabelle 9: Kodier Manual zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Wänden in einem Raum.....	107
Tabelle 10: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Erdbeeren ..	108
Tabelle 11: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit dem Menschen	108
Tabelle 12: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Wänden in einem Raum.....	109
Tabelle 13: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Erdbeeren ...	109
Tabelle 14: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit dem Menschen	110
Tabelle 15: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Wänden in einem Raum.....	110
Tabelle 16: Kodier Manual zu den Assoziationen mit dem Begriff "Kontamination"	111
Tabelle 17: Kodier Manual zur Unterscheidung zwischen den Begriffen "Kontamination" und "Bestrahlung"	112

1. Einleitung

Der Begriff Radioaktivität findet im heutigen Alltag häufig Verwendung. Bereits in der Unterstufe werden Schülerinnen und Schüler das erste Mal präziser mit diesem Teilgebiet der Physik konfrontiert. Mittlerweile existieren eine Vielzahl unterschiedlicher Einsatzgebiete im alltäglichen Leben, welche in der heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken sind. Dazu zählen vor allem medizinische Anwendungen wie Röntgenaufnahmen, Einsatz in der Diagnostik, Bestrahlung von erkrankten Zellen oder Tumoren und sogar der Einsatz von zeitweilig radioaktivem Material in unserem Körper. Weitere Einsatzgebiete liefern beispielsweise die Technik, Biologie, Archäologie, Geologie, etc..

Seit der Existenz des Menschen sind wir täglich einer natürlichen Strahlenbelastung ausgesetzt, welche sowohl aus den Gesteinen der Erdkruste als auch aus dem Kosmos kommt. Als angehende Lehrkraft stellt sich mir nun die interessante Frage, was Menschen überhaupt mit dem Begriff „Ionisierende Strahlung“ assoziieren. Vor allem in der Schule, speziell im Physikunterricht, wird diesen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler eine bedeutsame Rolle zugeschrieben. Die Berücksichtigung solcher Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht durch die Lehrkraft ist von wesentlicher Bedeutung. Die Erhebung vorschulischer Konzepte spielt daher für den weiteren Bildungsweg der Lernenden eine wichtige Rolle, da dies im weiteren Verlauf den Lernprozess positiv beeinflussen kann.

Auf einigen Gebieten der Physik, beispielsweise der Optik und der Mechanik, gibt es bereits zahlreiche Forschungen zu vorhandenen Schülervorstellungen. Mittlerweile entstehen auch vermehrt Studien zum Thema Strahlung. Dennoch existieren immer noch einige Lücken im Bereich der Forschung, wenn es beispielsweise um das Thema „Radioaktivität/Ionisierende Strahlung“ geht. Aus diesem Grund zielt diese Diplomarbeit darauf ab, das Wissen von Schülerinnen und Schülern der 10. Schulstufe auf diesem Teilgebiet der Physik abzurufen. Zu diesem Zweck erfolgt eine Befragung von 20 Schülerinnen und Schülern einer steirischen Schule unter Verwendung qualitativer Leitfadeninterviews. Nach der anschließenden Transkription der Lernenden-Befragung

erfolgt eine Auswertung der Ergebnisse mittels qualitativer Inhaltsanalyse [Mayring, 2015].

1.1. Überblick

Kapitel 2 beinhaltet einen grundlegenden Überblick über Schülervorstellungen, deren Rolle im Lernprozess und fachdidaktische Rahmentheorien zu deren Behandlung im Unterricht. Anschließend werden bereits bekannte Schülervorstellungen zum Strahlungsbegriff allgemein und explizit zum Thema „Radioaktivität“ aufgelistet.

In Kapitel 3 erfolgt die fachliche Klärung von „Radioaktivität/Ionisierende Strahlung“. Diese beinhaltet zunächst eine kurze, geschichtliche Einleitung in das Themengebiet, gefolgt von der physikalischen Klärung wichtiger Konzepte und Fachbegriffe.

Kapitel 4 beschreibt die Nutzung ionisierender Strahlung im Alltag. Hierbei werden verschiedene Anwendungsgebiete erläutert und genauer beschrieben.

Im Kapitel 5 wird die vorliegende empirische Untersuchung vorgestellt. Dabei werden zunächst wichtige Aspekte für die Erstellung der vorliegenden Forschungsfragen behandelt, gefolgt von den Forschungsfragen, welche die Grundlage dieser Arbeit bilden. Des Weiteren gewährt dieses Kapitel einen Überblick über die gewählte Forschungsmethode (Überlegungen, Auswahlkriterien, Rahmenbedingungen, etc.)

Kapitel 6 liefert eine Beschreibung des Auswertungsverfahrens, welches die qualitative Inhaltsanalyse vorsieht.

Die Ergebnisse der vorliegenden empirischen Untersuchung werden in Kapitel 7 dargestellt. Die Darstellung erfolgt gegliedert nach den einzelnen Forschungsfragen.

Kapitel 8 beinhaltet die Ergebnisdiskussion in Bezug auf die Forschungsfragen. Zusätzlich erfolgt auch ein Vergleich mit bereits vorangegangenen Studien auf diesem Gebiet. Ebenso wird auf die Problematik einer solch kleinen Stichprobe an Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer verwiesen und mögliche Maßnahmen für weiterführende Untersuchungen auf diesem Gebiet erläutert.

Den Abschluss dieser Arbeit bildet ein kurzer Ausblick in Kapitel 9.

2. Schülervorstellungen

Schülerinnen und Schüler bringen bereits einige Erfahrungen und Vorstellungen aus ihrem alltäglichen Leben in den Unterricht mit. Die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich in den meisten Fällen von den zu erlernenden, wissenschaftlichen Konzepten. In der Literatur herrscht eine Vielzahl an unterschiedlichen Bezeichnungen, welche je nach Autor/Autorin variieren. Verwendet werden beispielsweise die Begriffe Schülervorstellungen, Alltagsvorstellungen, Fehlvorstellungen [vgl. *Driver*, 1994], Schülervorverständnis [vgl. *Schecker, Wodzinski*, 2011] oder auch Präkonzepte [vgl. *Nachtigall*, 1986], um nur einige Bezeichnungen zu nennen.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird der Begriff Schülervorstellungen verwendet, um eine einheitliche Bezeichnung für die verschiedenen Begrifflichkeiten festzulegen.

2.1. Allgemeines zu Schülervorstellungen

Schülervorstellungen führen in weiterer Folge vermehrt zu Schwierigkeiten bei der Erlernung solcher Konzepte. Sie sollten dennoch nicht als völlig falsch angesehen werden. Nach *Duit* (1993) helfen sie den Schülerinnen und Schülern, sich in ihrer Welt mühelos zurecht zu finden und Alltagserfahrungen zu interpretieren. Diese angesprochenen Vorstellungen beschränken sich jedoch keinesfalls nur auf Schülerinnen und Schüler [vgl. *Rath*, 2016]. Auch Erwachsene weisen hinsichtlich des Fachgebietes der Physik derartige Vorstellungen auf, welche aus alltäglichen Erfahrungen entstehen. *Duit* (2011) macht verschiedene Gründe für die Entstehung von Schülervorstellungen verantwortlich. Darunter befinden sich die Konfrontation mit unbekannten Themen, vorangegangener Unterricht sowie alltägliche Erfahrungen, welche die Entwicklung von Schülervorstellungen fördern. Auch *Heran-Dörr* (2012) weist darauf hin, dass Schülervorstellungen erst spontan im Unterricht entstehen können, wenn es zu einer Konfrontation mit unbekannten Aufgaben kommt. *Jung* (1986) wiederum gliedert

Schülervorstellungen aus dem Alltag in unterschiedliche Entstehungsbereiche. Er unterteilt die Alltagserfahrungen in allgemeine und spezielle Erfahrungen und zählt diese gemeinsam mit der Alltagssprache zu den Hauptindikatoren für die Entstehung von Alltagsvorstellungen. Dazu gehört auch die umgangssprachliche, physikalisch oft nicht korrekte Verwendung von bestimmten Phrasen oder Begriffen, welche sich bereits in der Vergangenheit im Alltag fest verankert haben.

2.2. Schülervorstellungen und ihre Rolle im Lernprozess

Im Physikunterricht erfolgt die Wissensvermittlung durch diverse Sinneseindrücke. Um diese zu verstehen, müssen Schülerinnen und Schüler die unterschiedlichen Wahrnehmungen anhand ihrer verankerten Schülervorstellungen interpretieren. Bei der Interpretation von neu erworbenem Wissen, welches durch die Lehrkraft vermittelt wurde, kann es bei den Individuen zu unterschiedlichen Auffassungen kommen [vgl. *Duit*, 2011, S. 267]. Schülerinnen und Schüler verstehen das vermittelte Wissen womöglich anders, als es Intention der Lehrperson ist. Diese spricht beispielsweise im Unterricht einen Satz aus, dem im Rahmen ihrer Vorstellungen eine ganz bestimmte Bedeutung zugeschrieben wird. Da die Lernenden diese Vorstellungen der Lehrkraft jedoch noch nicht besitzen, sie jedoch zum richtigen Verständnis des Satzes auf ihre vorhandenen Vorstellungen angewiesen sind, kommt es häufig zu einer Fehlinterpretation des vermittelten Inhalts. *Duit* (2011) nennt diesen Aspekt den „Zirkel des Verstehen des Verstehens“, welcher in der Pädagogik die Bezeichnung „hermeneutischer Zirkel“ trägt. Im Umkehrschluss gilt auch, dass Antworten von Schülerinnen und Schülern je nach den individuellen Vorstellungen der Lehrkraft unterschiedlich von dieser interpretiert werden können [vgl. *Duit*, 1995].

Es wurde bereits erwähnt, dass Schülervorstellungen zu Schwierigkeiten bei der Erlernung von Konzepten führen können. Aufgrund der Tatsache, dass die Vorstellungen der Lernenden häufig nicht mit den zu erlernenden physikalischen Konzepten übereinstimmen, zählen diese zu den (Haupt-)Ursachen für das Auftreten von

Lernschwierigkeiten. *Wiesner et al.* (2011) unterteilen diese in drei Bereiche – sachbedingte, lehrbedingte und innenbedingte Lernschwierigkeiten, welche in Abbildung 1 dargestellt sind. Es können auch Überschneidungen der einzelnen Bereiche auftreten.

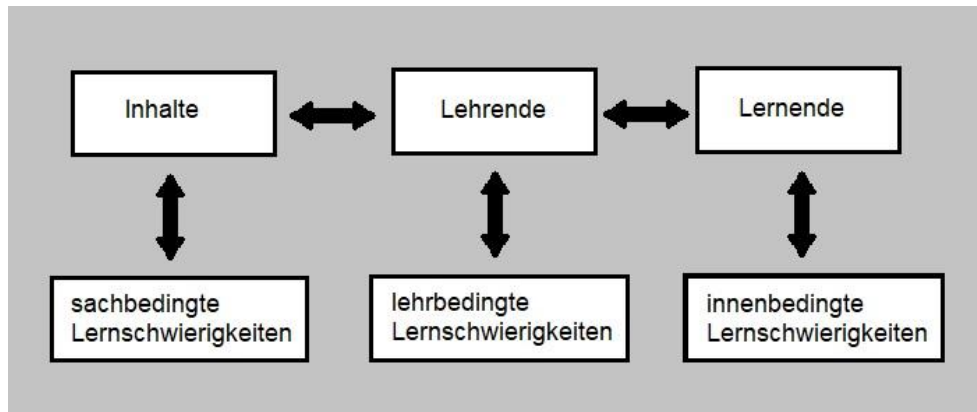


Abbildung 1: Unterteilung der Lernschwierigkeiten [vgl. *Wiesner et al.*, 2011, S. 35]

2.2.1. Sachbedingte Lernschwierigkeiten

Die Hauptursache für sachbedingte Lernschwierigkeiten liegt im Lehrstoff. Schwierige Fachbegriffe, Grenzwertbildung sowie Idealisierungen zählen laut *Wiesner* (1992) zu häufigen Ursachen. Laut *Wodzinski* (2011) können komplexe und vor allem sehr theoretische Konzepte einen möglichen Auslöser für die Entstehung von sachbedingten Lernschwierigkeiten darstellen. Als konkretes Beispiel hierfür lässt sich an dieser Stelle das Konzept der Beschleunigung anführen. Der Begriff „Beschleunigung“ wird von den Lernenden häufig nicht als Änderung der Geschwindigkeit pro Zeitintervall verstanden, sondern als eine Art Bilanzgröße (starke Beschleunigungen führen in weiterer Folge zu höheren (End-)Geschwindigkeiten). Bei der Interpretation einer Beschleunigung zu einem bestimmten Zeitpunkt kommt es somit häufig zu Problemen.

2.2.2. Lehrbedingte Lernschwierigkeiten

Lehrbedingte Lernschwierigkeiten sind laut *Wiesner et al.* (2011) auf fehlende didaktische Vorüberlegungen der Lehrperson in Wechselwirkung mit unzureichenden fachlichen Erklärungen zurückzuführen. Ein Beispiel hierfür wäre die Verwendung ungeeigneter bzw. physikalisch nicht korrekter Begriffe, eine mangelhafte Hervorhebung der elementaren Grundideen/„Key Ideas“, die Darstellung falscher Zusammenhänge sowie die Auswahl ungeeigneter Materialien/Medien [vgl. *Wodzinski*, 2006].

Als Beispiel könnte man hier wieder das Konzept der Beschleunigung anführen. Die Vorstellung von Schülerinnen und Schülern beschränkt sich hierbei lediglich auf das „Schnellerwerden“, nicht jedoch auf die wesentliche Grundidee, dass die Änderung der Geschwindigkeit in Zusammenhang mit einer Krafteinwirkung steht.

2.2.3. Innenbedingte Lernschwierigkeiten

Innenbedingte Lernschwierigkeiten stellen für die Didaktik den wichtigsten Bereich der Lernschwierigkeiten dar. Sie entstehen bei der Informationsaufnahme und -verarbeitung im Lernenden selbst. Laut *Wodzinski* (2011) basieren innenbedingte Lernschwierigkeiten vorwiegend auf bereits vorhandenen Schülervorstellungen. Diese sind jedoch nicht die einzige Ursache für innenbedingte Lernschwierigkeiten. Sämtliche weitere kognitive Vorgänge wie beispielsweise die Gedächtniskapazität und Konzentrationsfähigkeit der Lernenden, Lernbehinderungen und metakognitive Strukturen tragen zur Entstehung dieser bei.

Diese Unterteilung deckt jedoch keinesfalls alle Schwierigkeiten, die beim Physiklernen entstehen können, ab, dadurch werden lediglich die vielfältigen Ursachen für das Auftreten von Lernschwierigkeiten aufgezeigt. Es ist demnach von großer Bedeutung, dass Lernschwierigkeiten unter keinen Umständen ausschließlich den Lernenden zugeschrieben werden.

2.3. Umgang mit Schülervorstellungen im Physikunterricht

In diesem Kapitel werden mögliche Herangehensweisen in der Praxis behandelt. Schülervorstellungen und damit verbundene Lernschwierigkeiten sollten bereits im Vorfeld bei der Unterrichtsplanung berücksichtigt werden. Physikalische Begriffe und Konzepte sollten von den Lernenden bestmöglich verstanden werden, um einen erfolgreichen Lernprozess zu fördern. Um dies zu gewährleisten verwendet man in der Praxis unterschiedliche didaktische Modelle und Theorien.

2.3.1. Elementarisierung

Das Konzept der Elementarisierung ist in der Pädagogik und der Fachdidaktik weit verbreitet. Darunter wird eine Zerlegung bzw. Vereinfachung des Lehrstoffes in kleinere Elemente verstanden. Aufgrund mehrerer Einflussfaktoren auf den Prozess der Elementarisierung, wie z.B. die Sachstruktur des betroffenen Faches oder auch die persönlichen Ziele der Lehrperson, wird einem sofort verdeutlicht, dass es kein universelles Kochrezept für die Elementarisierung geben kann. Dennoch unterteilte *Jung* (1970) den Elementarisierungsprozess in folgende vier Kategorien:

- Didaktische Reduktion
- Inhaltliche Reduktion
- Methodische Verfeinerung
- Begriffliche Elementarisierung

Die **didaktische Reduktion** sieht eine Anpassung des Lehrstoffes an die Aufnahmekapazität bzw. die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler vor, während hingegen bei der **inhaltlichen Reduktion** eine begründete Auswahl von grundlegenden Bildungsgehalten erfolgt. Beispielsweise werden in einem bestimmten Zeitraum nur fachlich relevante Gesetze und Begriffe behandelt, während zu einem

unterschiedlichen Zeitpunkt ein anderer Fokus gesetzt wird. Die jeweilige Zielsetzung stellt hierbei ein wesentliches Kriterium dar.

Die **methodische Verfeinerung** beinhaltet eine Zerlegung des Unterrichtsstoffes in elementare Lernschritte. Bevor neues Wissen schrittweise aufgebaut werden kann [vgl. Bruner, 1970, S. 44], muss vor allem bei schwierigeren Inhalten zuerst auf das vorhandene Vorwissen der Lernenden zurückgegriffen werden. Bei einem Vergleich von unterschiedlichen Lehrbüchern kommt man rasch zu der Erkenntnis, dass vor allem in der methodischen Strukturierung eines Themas oft gravierende Unterschiede herrschen. Hopf et al. (2010, S. 74) betont dabei die Wichtigkeit, dass man sich die Frage stellt, ob bereits alle erforderlichen Wissens Elemente im Vorfeld behandelt wurden.

Die **begriffliche Elementarisierung** zielt auf eine Konstruktion von Wissensbausteinen ab, welche auch als „Chunks“ bezeichnet werden. Es handelt sich hierbei um eigenständige Wissens Elemente, die in weiterer Folge bei der Konstruktion von Komplexerem Anwendung finden. Beispielsweise erfordert das Verständnis der Funktionsweise eines Transistors die vorhergehende Behandlung der Begriffe Dotierung und Halbleiterschichten, um auf diesen aufzubauen. In weiterer Folge können die Kippstufen („Flipflops“) als eine Art Transistorschaltung verstanden werden, woraus anschließend Datenspeicher konstruiert werden können. [vgl. Hopf et al., 2010, S. 74]

Autoren wie Kircher et al. (1985) oder Duit et al. (1991) brechen diese Kategorisierung nach Jung (1970) jedoch auf, da eine strikte Trennung in den meisten Fällen nur schwer oder gar unmöglich ist. Sie behandeln konkret verschiedene Möglichkeiten, wie sich der Physikunterricht beispielsweise an der Elementarisierung durch Analogien orientiert. Ein allseits bekanntes Beispiel für eine Analogie im Physikunterricht ist das „Höhenmodell“ zum elektrischen Stromkreis, auch als „Wasserstromkreis“ bekannt. Aufgrund der Knappheit der Zeit muss abgewogen werden, ob und wie bzw. auch wie oft man solche Analogien einsetzen will bzw. kann. Ein weiterer wichtiger Punkt, dem Beachtung geschenkt werden muss, ist, dass der Analogie-Lernbereich von den Schülerinnen und Schülern nicht erst neu gelernt werden muss, sondern auf bereits Bekanntes zurückgegriffen werden kann. Ein besonders gutes Einsatzgebiet von Analogien im Physikunterricht sind beispielsweise schwierigere Themen wie Atom-, Kern- und

Teilchenphysik, bei denen grundsätzlich kaum eine Möglichkeit besteht, Experimente zu zeigen.

In den letzten Dekaden haben sich drei wesentliche Kriterien für die Elementarisierung und Rekonstruktion herausgestellt. Demnach muss diese **fachgerecht**, **schülergerecht** und **zielgerecht** sein.

Der Terminus „**fachgerecht**“ bedeutet in erster Linie „vorübergehend fachlich relevant“ und muss nicht als streng fachlich richtig verstanden werden. Laut *Jung* (1973) stellt die fachliche Erweiterbarkeit ein wesentliches Kriterium dar, sodass ein späteres Umlernen vermieden werden kann. Als Beispiel lässt sich hierbei das Bohr'sche Atommodell anführen, welches aufgrund oftmals versäumter Erweiterbarkeit in der Oberstufe erneut umgelernt werden muss. Auch ist unbedingt darauf zu achten, dass es bei Vereinfachungen des Lehrstoffes keinesfalls zu einer Unterstützung von grundlegend falschen Schülervorstellungen kommen sollte. Dies erfordert von der Lehrkraft, dass diese bereits im Vorfeld über mögliche Schülervorstellungen auf dem jeweiligen Gebiet informiert ist, um diese bereits in der Unterrichtsplanung und -vorbereitung zu berücksichtigen. Fachliche Fehler, wie beispielsweise der Vergleich der Funktionsweisen von Auge und Fotoapparat im Bereich der Optik müssen grundsätzlich vermieden werden.

Der Terminus „**schülergerecht**“ zielt in erster Linie auf die Berücksichtigung des Vorwissens und möglichen Schülervorstellungen und in weiterer Folge auf den angemessenen Umgang damit ab. Weitere Aufgaben der Lehrperson stellen die Verwendung einer altersgerechten Sprache und Darstellung der Lerninhalte dar.

Der Begriff „**zielgerecht**“ deutet darauf hin, dass sich die Lehrkraft bereits im Vorfeld im Klaren sein muss, welche Ziele verfolgt werden, denn unterschiedliche Zielsetzungen erfordern unterschiedliche Sachstrukturen des Unterrichts. Physik und Schulphysik unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Ziele, nämlich Konzepte und technische Anwendungen einerseits und Allgemeinbildung, soziale Ziele, Welt- und Wertorientierung andererseits. Die Sachstrukturen des Physikunterrichts sind wesentlich umfassender, als jene der Physik, was zu unterschiedlichen Erklärungsmustern führt. Zielgerechte Erklärungsmuster sollen relevante, alltägliche Phänomene mit

physikalischen Inhalten verknüpfen, um Schülerinnen und Schüler beim Lernen von Physik zu unterstützen.

Als physikalisches Beispiel wäre hier die Mechanik mit den Teilgebieten „Kinematik und Dynamik“ und als Beispiel des Physikunterrichts eine Verbindung mit dem Alltagskontext „Sicherheit im Straßenverkehr“ anzuführen, da Kinematik und Dynamik an und für sich zunächst keine didaktische Relevanz besitzen. Klar definierte Zielvorstellungen ermöglichen der Lehrperson das Setzen von Prioritäten im Unterricht. Deshalb ist es wichtig, dass man bereits im Vorfeld festlegt, welche Ziele man verfolgen möchte. Eindeutig definierte Zielvorstellungen erleichtern einem in späterer Folge die Entscheidung, was im Unterricht mehr oder weniger intensiv behandelt werden soll.

2.3.2. Didaktische Rekonstruktion

Das Modell der didaktischen Rekonstruktion ist eine Zusammenfügung elementarer Sinneinheiten und stellt eine weitere Methode zur konkreten Aufbereitung der Lehrinhalte dar.

„Mit dem Modell der didaktischen Rekonstruktion werden fachliche Vorstellungen, wie sie in Lehrbüchern und anderen wissenschaftlichen Quellen Ausdruck finden, mit Schülerperspektiven so in Beziehung gesetzt, dass daraus ein Unterrichtsgegenstand entwickelt werden kann.“

[Kattmann, Duit, et al. (1997), S. 3-18]

Der wissenschaftliche Gegenstand wird dabei in seinen bedeutsamen Bezügen wiederhergestellt und durch Rückbezug auf die verfügbaren Schülervorstellungen ein Unterrichtsgegenstand hergestellt.

Bei der didaktischen Rekonstruktion eines Unterrichtsgegenstandes werden drei wechselwirkende Teile eng aufeinander bezogen, nämlich die fachliche Klärung, die Erfassung von Schülervorstellungen und die didaktische Strukturierung. Fachliche

Konzepte und Schülervorstellungen werden gleichwertig behandelt und die Vermittlung von Wissen und die damit verbundenen pädagogischen Aspekte werden in ein Gleichgewicht gebracht. Diese Beziehung zwischen den drei wechselwirkenden Aspekten wird in der Literatur als fachdidaktisches Triplet bezeichnet [vgl. *Kattmann, Duit, et al.*, 1997, S. 2] und ist in Abbildung 2 dargestellt.

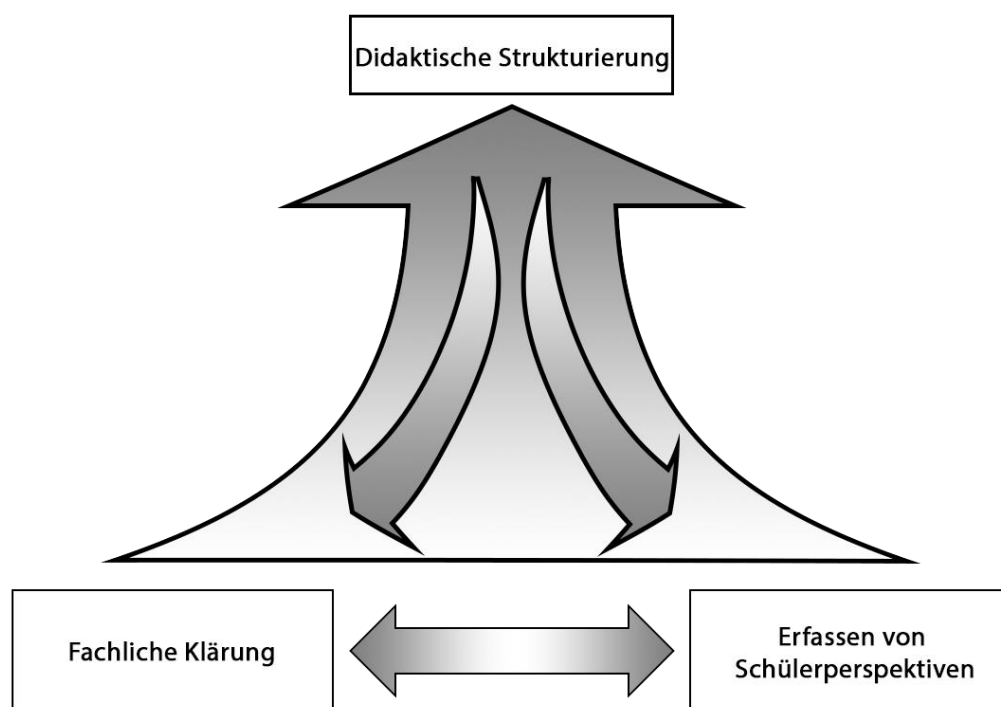


Abbildung 2: Fachdidaktisches Triplet [nach *Kattmann, Duit, et al.*, 1997, S. 4, von *Thomas Plotz*, CC BY-SA 4.0]

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass der Umgang mit Schülervorstellungen durch die fachliche Klärung beeinflusst wird. Im Umkehrschluss wird sowohl die fachliche Klärung als auch die Art und Weise der Einführung von Fachbegriffen durch vorhandene Schülervorstellungen beeinflusst.

Diese Wechselwirkung führt bereits bei der Planung des Unterrichtes zu einer didaktischen Strukturierung.

Im Wesentlichen handelt es sich bei dem Modell der didaktischen Rekonstruktion um einen konstruktivistischen Ansatz. Das Modell kann auch als eine Art erweiterte Mischform von drei bekannten Ansätzen betrachtet werden, und zwar:

- Die didaktische Analyse (Klafki, 1969):

Hierbei lautet die konkrete Fragestellung: „Warum sollen sich die Lernenden mit einem bestimmten fachlichen Thema beschäftigen?“

Es werden Grundfragen an den Bildungsinhalt gestellt, welche die Gesichtspunkte Sinn- und Sachzusammenhang, Struktur und Anschaulichkeit, Exemplarität, Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung beinhalten.

Klafki (1970) nennt den „Primat der Didaktik“ als Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Dabei werden Entscheidungen über die beabsichtigten Bildungsziele den Entscheidungen über Medien und Methoden vorgezogen. Dieser Gesichtspunkt ist ein grundlegendes Unterscheidungsmerkmal zum Ansatz des Strukturmomentmodells der Berliner Schule nach Heimann et al. (1969). Die Vermittlung von Inhalten im Unterricht soll nicht allein um deren selbst willen erfolgen, sondern gewissermaßen „exemplarisch“ etwas Allgemeines erschließen. Aus diesem Prinzip erfolgt bei der Analyse zu guter Letzt die Herausarbeitung des Elementaren bzw. der grundlegenden Ideen der jeweiligen Lehrinhalte.

- Strukturmomentmodell der Berliner Schule (Heimann et al., 1969):

Das Strukturmomentmodell nach Heimann et al. (1969) basiert auf lerntheoretisch orientierter Didaktik. Die Grundidee ist die wechselseitige Abhängigkeit aller Variablen, die den Unterricht bestimmen. Zu diesen Variablen zählen Ziele, Inhalte, Lernvoraussetzungen und Vorerfahrungen der Lernenden sowie Methoden und Medien. Die Variablen werden durch anthropogene und soziokulturelle Voraussetzungen der Lernenden beeinflusst. Trotz der Tatsache, dass das Modell der didaktischen Analyse nicht mit dem Strukturmomentmodell der Berliner Schule vereinbar ist, wurde ein Kompromiss hinsichtlich des „Primats der Didaktik“ gefunden. Die wechselseitige Abhängigkeit der Variablen,

die den Unterrichts bestimmen, wird anerkannt, den Entscheidungen über die beabsichtigten Bildungsziele in der Unterrichtsplanung wird jedoch eine gewisse Priorität zugeordnet. [vgl. Klafki, Otto, Schulz, 1977]

- Frey's Idee der diskursiven Legitimierung von Unterrichtsinhalten (Frey, 1975):
Diese beruht auf dem Prinzip, dass man die didaktische Rekonstruktion in methodischer Hinsicht als curricularen Prozess versteht. Die Komplexität von Unterrichtsinhalten sollte soweit elementarisiert werden, dass allen Lernenden das Verstehen ermöglicht wird [vgl. Kattmann, Duit, et al., 1997, S. 10]. Laut Frey (1995) liegt das Hauptaugenmerk auf dem Verfahren, dessen Ziel eine Übertragung der Bildungsinhalte in eine Sprache ist, die von allen Beteiligten des curricularen Prozesses verstanden werden kann, um eine Verständigungsbasis zu schaffen. Die Zielsetzungen bestimmen den Prozess der Elementarisierung. Es erfolgt eine Bestimmung der Unterrichtsinhalte auf Basis bestimmter Zielvorstellungen, welche Frey (1995) als „Didaktische Rekonstruktion“ bezeichnet. Ziel dabei ist die didaktische Aufbereitung bzw. Rekonstruktion der Lehrinhalte, um diese für die Lernenden zugänglich zu machen.

Eine mögliche, schematische Anleitung zur Vorgangsweise bei der didaktischen Rekonstruktion würde wie folgt aussehen:

- Bestimmung des Elementaren
Zuerst erfolgt eine Bestimmung der grundlegenden Konzepte und Begriffe sowie der elementaren Grundideen für das jeweilige Stoffgebiet.
- Schülervorstellungen sammeln bzw. erheben
Bei der Erhebung von Schülervorstellungen stellt sich eine wesentliche Frage: „Wie korrelieren die Schülervorstellungen mit den bereits zuvor bestimmten elementaren Grundideen?“

- Zerlegung des Inhalts in Elemente

Zu Beginn erfolgt die Verknüpfung der jeweiligen Konzepte bzw. grundlegenden Ideen. Anschließend wird unter Berücksichtigung der bekannten Schülervorstellungen versucht, einen strukturierten, nachvollziehbaren „roten Faden“ für den Unterricht zu finden.

- Vereinfachung des Inhalts

Es erfolgt eine alters- und leistungsgerechte Formulierung der grundlegenden Ideen bzw. Konzepte auf Stufe der Lernenden.

Das Modell der didaktischen Rekonstruktion ermöglicht somit eine gleichermaßen gewichtete Berücksichtigung des fachlichen Inhaltes sowie den kognitiven und affektiven Voraussetzungen der Lernenden bei der Unterrichtsplanung. Die Planung der Sachstruktur für den Physikunterricht basiert in erster Linie auf den Vorstellungen, Interessen und Einstellungen der Lernenden. Dennoch lässt sich das Modell der didaktischen Rekonstruktion in der Praxis nicht direkt in einen fertigen Unterrichtsentwurf umwandeln. Es dient lediglich als Grundlage für die Berücksichtigung der wesentlichen Kriterien, die für die Planung des Unterrichts bedeutend sind, wie z.B. Ziele, Perspektiven der Lernenden, etc..

2.3.3. Konzeptwechsel / „Conceptual change“

Der Lernprozess im naturwissenschaftlichen Unterricht kann als eine Art Konzeptwechsel angesehen werden. Um physikalische Phänomene zu erklären greifen Schülerinnen und Schüler häufig auf eigene Konzepte zurück, die von ihren Vorstellungen geprägt sind. Unter Konzeptwechsel wird der Wechsel von den Konzepten der Lernenden zu den neuen, physikalischen Konzepten verstanden. Vorhandene Schülervorstellungen müssen hierbei nicht vollständig aufgegeben werden. Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass dies in der Praxis auch nicht möglich ist.

Ziel des Unterrichts ist daher die schrittweise Überzeugung der Lernenden, dass die physikalische Sichtweise in einigen Situationen zielführender ist, als deren eigene Vorstellungen. [vgl. *Duit*, 1993, S. 7]

2.3.4. Strategien: Anknüpfen – Umdeuten – Konfrontieren

Jung (1986) unterscheidet zwischen kontinuierlichen und diskontinuierlichen Lernwegen. *Häußler et al.* (1998) greifen diese Unterscheidung erneut auf und erweitern diese durch folgende drei Unterrichtsstrategien:

- Anknüpfen
- Umdeuten
- Konfrontieren

Die Strategien der Anknüpfung und der Umdeutung fallen dabei in die Kategorie kontinuierliche Lernwege, während die Konfrontationsstrategie in den Bereich der diskontinuierlichen Lernwege eingeordnet wird. [vgl. *Häußler et al.*, 1998, S. 212]

Widersprechen Schülervorstellungen nicht zur Gänze den physikalischen Konzepten, stellen diese den Ausgangspunkt für einen kontinuierlichen Lernweg dar, von dem aus eine Erweiterung der Schülervorstellungen stattfinden kann. Es erfolgt ein „**Anknüpfen**“ an die bereits „brauchbaren“ Konzepte der Lernenden und somit eine schrittweise Heranführung an die physikalische Sichtweise. Beispielsweise kann die allgemeine Vorstellung, dass sich das Verhalten eines Objekts durch Krafteinwirkung ändert, herangezogen werden, um an die Newton'sche Mechanik heranzuführen.

Jung (1986) sieht vor, die Lernenden zu einem Konzeptwechsel zu ermutigen, indem man deren Vorstellungen keinen völlig falschen Status zuspricht. Durch „**Umdeuten**“ erfolgt die Bildung physikalischer Konzepte aus den falschen Konzepten der Schülerinnen und Schüler. Als Beispiel kann hier die Schülervorstellung angeführt werden, dass sich ein Körper aufgrund einer in ihm sitzenden „Kraft“ bewegt, welche jedoch im physikalischen Kontext nicht „Kraft“ sondern „Impuls“ genannt wird. [vgl. *Jung*, 1986, S. 6]

Bei der „**Konfrontation**“ erfolgt im Gegensatz zum „Anknüpfen“ die Verwendung falscher bzw. „unbrauchbarer“ Schülervorstellungen. Diese werden den physikalischen Konzepten gegenüber gestellt, mit dem Ziel, einen kognitiven Konflikt herbeizuführen. [vgl. Häußler et al., 1998, S. 213] Beispielsweise wird gezeigt, dass die Vorhersage des Ausgangs eines Experimentes nicht mit dem tatsächlichen Ausgang übereinstimmt. Laut Duit (1993) ist eine vollständige Überzeugung aller Lernenden bei nur einem Versuch unmöglich. Für einen Konzeptwechsel seitens Schülerinnen und Schüler bedarf es demnach mehreren Wiederholungen des Experiments. Aus der Literatur tritt hervor, dass kognitive Konflikte häufig nicht ausreichend sind, um die Lernenden von der physikalischen Sichtweise zu überzeugen, da diese in einigen Fällen oft gar nicht verstehen, worin der Konflikt liegt und welche Bedeutung diesem zuzuschreiben ist. [vgl. Duit, Treagust, Widodo, 2008]

2.3.5. Fazit

Zusammenfassend hat sich in diesem Kapitel deutlich gezeigt, dass Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht eine bedeutsame Rolle zugeschrieben werden muss. Schülervorstellungen sind daher bereits im Vorfeld bei der Planung des Unterrichts zu berücksichtigen, um den Lernprozess von Schülerinnen und Schülern positiv zu beeinflussen. Ein wichtiges Kriterium für den Einsatz jeglicher Art der Elementarisierung bzw. Rekonstruktion im Unterricht ist, dass diese den drei grundlegenden Kriterien entspricht. Demnach muss diese fachgerecht, schülergerecht und zielgerecht sein. Bei der didaktischen Rekonstruktion ist unbedingt auf die Wechselwirkung zwischen fachlicher Klärung und Schülervorstellungen zu achten.

Welche Methode sich schließlich in der Unterrichtsplanung anbietet, ist natürlich von der Zielsetzung, der Sachstruktur, von den psychologischen Aspekten der Schülerinnen und Schüler sowie diversen weiteren Umständen abhängig.

2.4. Bekannte Schülervorstellungen zum Thema Strahlung

Der Begriff Strahlung begleitet uns im alltäglichen Leben in diversen Bereichen. Bereits seit einigen Jahrzehnten findet Strahlung häufig Verwendung in unterschiedlichen Alltagsanwendungen, wie beispielsweise in der Medizin (Röntgenstrahlung), in der Technik (Mobiltelefonie, WLAN), in der Biologie (Bestrahlung von Pflanzen), u.v.m.. Trotz zahlreicher Anwendungen und der häufigen Verwendung des Begriffs Strahlung finden sich dennoch einige Forschungslücken im Bereich Schülervorstellungen auf diesem Gebiet. In diesem Kapitel werden bereits vorhandene Studien zum Thema Strahlung generell und explizit zur Radioaktivität genauer erläutert.

2.4.1. Schülervorstellungen zu Strahlung generell

Eine Studie von *Neumann und Hopf* (2011) untersuchte anhand von Kinderzeichnungen, die von 509 Schülerinnen und Schüler der vierten bis sechsten Schulstufe angefertigt wurden, was Lernende mit dem Begriff „Strahlung“ assoziieren, bevor dieses Themengebiet in der Schule unterrichtet wurde. Aufgrund der Tatsache, dass die Lernenden ihre Motive frei wählen durften, gab es in keiner Weise Einschränkungen, was eine besondere Offenheit der Methode begünstigt. Die quantitative Analyse der angefertigten Kinderzeichnungen erfolgte anhand eines speziell entwickelten Kategoriensystems. Um tiefere Einblicke in die Auswahl der Zeichnungsmotive zu erhalten wurden zusätzlich Kurzinterviews mit 75 der Schülerinnen und Schüler durchgeführt. Anhand der Zeichnungsmotive der Schülerinnen und Schüler wurden fünf Hauptkategorien gebildet, denen die Zeichnungen zugeordnet wurden. Diese Hauptkategorien sind in Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3: Hauptkategorien der Kinderzeichnungen [vgl. Neumann, 2013, S. 26]

Zu diesen fünf Kategorien zählen:

- Sonne
- Andere Quellen sichtbarer Strahlung (z.B. Taschenlampe, Glühlampe, Scheinwerfer, Laser)
- Handy
- Bildschirme (z.B. Computer, Fernseher)
- Motive im Zusammenhang mit „Radioaktivität“ (z.B. Kernkraftwerke, Atombomben, Symbol für ionisierende Strahlung)

Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass die Zeichnungsmotive der Lernenden stark altersabhängig waren. Zeichnungsmotive von Schülerinnen und Schülern, welche die vierte Schulstufe besuchten, zeigten größtenteils Quellen sichtbarer Strahlung, wie beispielsweise die Sonne, Taschenlampen, Glühlampen, etc., während hingegen Schülerinnen und Schüler der sechsten Schulstufe vermehrt Objekte, die im Zusammenhang mit unsichtbarer Strahlung, wie beispielsweise Kernkraftwerke, Handys, Computer, etc., stehen, zeichneten. Geschlechterspezifische Unterschiede zeigten sich nur in einem Gesichtspunkt. Männliche Probanden assoziierten den Begriff „Strahlung“ offensichtlich häufiger mit „Radioaktivität“ als weibliche Probandinnen. Demnach zeichneten mehr als doppelt so viele Schüler Zeichnungen, auf denen Motive in Zusammenhang mit „Radioaktivität“ dargestellt waren, als Schülerinnen. Alle anderen Zeichnungsmotive wiesen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Geschlechtes der Lernenden auf.

Aus einer weiteren Studie von *Neumann und Hopf* (2012), welche die Befragung von 50 Schülerinnen und Schülern zwischen 14 und 16 Jahren durchführte, resultierten folgende Schülervorstellungen zum Thema nicht-sichtbare Strahlung:

- Strahlung ist nicht natürlich (bzw. Strahlung ist künstlich)
- Licht ist keine Art von Strahlung
- Elektrische Geräte senden gefährliche Strahlung aus
- Strahlung ist Ursache für Umweltschäden
- Strahlung wird mit strahlenden Partikel verwechselt / gleichgesetzt
- Lebewesen senden Strahlung aus, die uns hilft Gefühle zu erkennen

Das Interview beinhaltete ebenfalls eine Frage zur Einschätzung der Gefährlichkeit unterschiedlicher Arten von Strahlung. Darunter befanden sich Mobilfunk-Strahlung, Mikrowellen-Strahlung, Infrarot-Strahlung, sichtbare Strahlung, UV-Strahlung, Röntgen-Strahlung und radioaktive Strahlung. Das Ergebnis zeigt, dass über 90 Prozent der befragten Personen radioaktive Strahlung als gefährlich einstufen. Als interessante Tatsache erweist sich auch, dass nahezu zwei Drittel der befragten Schülerinnen und Schüler Handy-Strahlung als schädlich interpretieren. Daraus lässt sich die Hypothese ableiten, dass die Mehrheit der Lernenden mangelndes Wissen bzgl. des Konzeptes der Gefahr von nicht-ionisierender Strahlung aufweist oder gar nicht weiß, dass es sich bei Handy-Strahlung nicht um ionisierende Strahlung handelt [vgl. *Plotz*, 2017]. Röntgenstrahlung hingegen wurde nur von knapp 40 Prozent als gefährlich eingestuft. In dieser Studie hat sich demnach sehr offensichtlich gezeigt, dass Schülerinnen und Schüler die unterschiedlichen Arten von Strahlung in Hinsicht auf deren Gefahrenpotenzial unterschiedlich einstufen. Daraus lässt sich erschließen, dass die Lernenden in der Lage sind zwischen den unterschiedlichen Arten von Strahlung zu differenzieren.

2.4.2. Schülervorstellungen zu Radioaktivität / „radioaktiver“ Strahlung

Speziell zum Thema Radioaktivität existierten vor dem schweren Unfall in Tschernobyl nur wenige Untersuchungen hinsichtlich Schülervorstellungen. Die Katastrophe, welche sich im Jahre 1986 ereignete, zählte mit Sicherheit zu den Auslösern für zahlreiche Studien in den darauffolgenden Jahren.

Zu den bedeutendsten Studien auf diesem Gebiet zählen *Riesch und Westphal* (1975), *Eijkelhof und Millar* (1988), *Eijkelhof, Klaassen, Lijnse und Scholte* (1990), *Millar, Klaassen und Eijkelhof* (1990), *Boyes und Stanisstreet* (1994), *Eijkelhof* (1996) und *Millar und Gill* (1996). Die Mehrheit dieser Studien zielte auf eine Verbesserung des Curriculums in Schulen in den Niederlanden ab, mit dem Ziel eines besseren Verständnisses der Begrifflichkeit Radioaktivität.

Grundlage der Studie von *Riesch und Westphal* (1975) war die Durchführung von Interviews zum Thema „Radioaktivität“ an 24 Schülerinnen und Schülern im Alter von 15 Jahren. Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass Lernende den Begriff „Radioaktivität“ häufig mit dem Begriff „Strahlung“ verbinden. Zusätzlich wurde aufgezeigt, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler bei der Benutzung des „Strahlungsbegriffes“ eigentlich den Transport radioaktiver Quellen meinen. Diese Verwechslung zwischen den grundlegenden Konzepten der „Kontamination“ und „Irradiation / Bestrahlung“ wurde einige Zeit später auch durch weitere Studien von *Eijkelhof* (1990), *Lijnse et al.* (1990), *Millar & Jarnail Singh* (1996) bestätigt. Für Schülerinnen und Schüler handelte es sich dabei häufig um idente Konzepte. Nach der Studie von *Eijkelhof* (1990) könnte das Verständnis der Strahlungsabsorption durch Schülerinnen und Schüler folgendermaßen zusammengefasst werden: „Bei der Bestrahlung eines Objektes kommt es zu einer Ansammlung der Strahlung in diesem. Ab einer bestimmten, hohen Strahlungsmenge beginnt das Objekt selbst Strahlung auszusenden.“ [vgl. *Eijkelhof*, 1990, S. 96]

Der Begriff „Absorption“ wird demnach durch die Lernenden als Ansammlung von Strahlung definiert. Häufig wird dabei von Kontamination gesprochen, wenn ein Objekt oder eine Person einer bestimmten Strahlungsmenge ausgesetzt wurde. [vgl. *Eijkelhof*, 1990, S. 96]

Des Weiteren zeigte sich, dass der Begriff Radioaktivität als eine Art der Strahlung oder als radioaktive Substanz beschrieben wurde, nicht jedoch als Eigenschaft einer Substanz. Das Wissen über radioaktive Prozesse wurde lediglich auf die Idee, dass etwas gefährlich ist, eingeschränkt. Für Schülerinnen und Schüler erwies sich die Differenzierung der Begriffe Aktivität, Dosis, Dosisleistung, Äquivalentdosis und deren Einheiten als große Schwierigkeit. Die Einheiten wurden häufig als Maßstab für die Gefährlichkeit verwendet.

Aus der Studie von *Eijkelhof* (1990) ist ebenfalls ersichtlich, dass Schülerinnen und Schüler Verständnisprobleme hinsichtlich des Konzeptes der Halbwertszeit aufweisen. Die Lernenden bezeichneten die Halbwertszeit hierbei als eine Art „aktive“ Zeitspanne, in der Gefahr besteht. Aus deren Sicht nimmt „Radioaktivität“ einer radioaktiven Substanz demnach mit der Zeit ab. Nach Ablauf dieser Zeitspanne besteht aus deren Sichtweise keine Gefahr mehr.

Boyes und Stanisstreet (1994) untersuchten anhand einer Fragebogenstudie an 1365 Probandinnen und Probanden im Alter von 11 bis 16 Jahren deren Vorstellungen über den Ursprung, Transport, Nutzen und die Gefahren von Radioaktivität und Strahlung. Die Ergebnisse zeigten, dass die Lernenden überwiegend Kernkraftwerke als Ursprung ionisierender Strahlung nannten. Natürliche Quellen wie beispielsweise die kosmische Höhenstrahlung oder die terrestrische Strahlung wurden nur selten als Quellen ionisierender Strahlung genannt. Des Weiteren verdeutlichte das Ergebnis dieser Studie, dass der Großteil der Schülerinnen und Schüler die Strahlung von radioaktiven Quellen als Ursache für Umweltprobleme wie beispielsweise den Treibhauseffekt sowie auch den Rückgang der Ozonschicht nannten.

2.4.3. Fazit

Im Bereich der Forschung hinsichtlich Schülervorstellungen zum Thema „Radioaktivität“ bzw. „radioaktive“ Strahlung existieren trotz zahlreicher Studien immer noch große Forschungslücken. Die in der Vergangenheit durchgeführten Studien

bestätigten zwar im Allgemeinen die Problematik bei der Unterscheidung zwischen den Konzepten Kontamination und Irradiation, jedoch konnten keine konkreten Schülervorstellungen aufgezeigt werden. Dieses Problem lässt sich einerseits auf die unterschiedliche Fokussierung der einzelnen Studien zurückführen. Ein weiteres Problem stellt die Tatsache dar, dass bis dato keine Forschungen explizit zum Thema Gammastrahlung existieren. Auf diesem Forschungsgebiet bedarf es demnach weiterer Untersuchungen, um die vorhandenen Forschungslücken weitgehend zu schließen.

3. Radioaktivität / Ionisierende Strahlung

In der Alltagssprache wird häufig von „radioaktiver“ Strahlung gesprochen. Diese Ausdrucksweise ist jedoch nicht korrekt, da nicht die Strahlung selbst radioaktiv ist, sondern die Strahlenquelle, von der die Strahlung ausgeht. Die angebrachte Ausdrucksweise lautet daher: „Ionisierende Strahlung radioaktiver Substanzen“. Besser würde sich die Verwendung der jeweiligen Strahlungsart, wie z.B. Alpha-, Beta- oder Gammastrahlung, eignen, um Verwechslungen der Strahlungsarten untereinander zu vermeiden.

3.1. Geschichtliches zur Radioaktivität

Dem französischen Physiker Henri Becquerel gelang 1896 durch einen Zufall eine besondere Entdeckung. Er hatte nach einem Versuch vergessen, uranhaltiges Gestein wegzuräumen und es auf einer lichtundurchlässig verpackten Fotoplatte liegen gelassen. Bei anschließender Entwicklung entdeckte er auf der Platte einen belichteten Fleck, welcher die Größe des Urangesteins aufwies. Er kam zu dem Entschluss, dass das uranhaltige Gestein eine unsichtbare Strahlung aussendet, die das Papier durchdringt und schließlich die Fotoplatte schwärzt.

Zwei Jahre später gelang es dem Ehepaar Marie und Pierre Curie zwei bis dato unbekannte, stark strahlende Elemente zu isolieren. Diese Substanzen wurden *Radium* und *Polonium* genannt.

Ernest Rutherford entdeckte 1900 das Zerfallsgesetz, welches im Anschluss unter dem Kapitel „Radioaktiver Zerfall – Zerfallsgesetz“ genauer erläutert wird. Rutherford war auch der Erste, der „radioaktive Strahlung“ in unterschiedliche Strahlungsarten unterteilte, welche er α - und β -Strahlung nannte. Die dritte Strahlungsart, γ -Strahlung, wurde ein Jahr später durch Paul Villard entdeckt. Eine genauere Beschreibung dieser genannten Strahlungsarten erfolgt im nachfolgenden Kapitel „Strahlungsarten“.

Im Jahr 1903 erhielten Marie und Pierre Curie zusammen mit dem Physiker Henri Becquerel für ihre Arbeiten den Nobelpreis für Physik.

Die Bezeichnung „Radioaktivität“ (zusammengesetzt aus dem Lateinischen *radius* = Strahl und *activus* = tätig, aktiv) wurde erstmals von Marie und Pierre Curie verwendet.

3.2. Physikalische Klärung

Unter Radioaktivität wird das Phänomen verstanden, dass instabile Atomkerne zerfallen und dabei unsichtbare Strahlung aussenden. Der Begriff „Strahlung“ bezieht sich dabei sowohl auf Teilchen, wie Elektronen, Neutronen und α -Teilchen als auch auf elektromagnetische Strahlung. [vgl. Tipler, 1994, S. 1398]

Atomkerne radioaktiver Elemente werden in der Fachsprache als Radionuklide bezeichnet. Der Zerfall solcher Radionuklide führt zu einer Änderung des Energiezustandes des Kerns, dieser wechselt von einem angeregten Zustand in einen Zustand niedrigerer Energie. Dabei erfolgt eine Aussendung der entstehenden Energiedifferenz aus dem Atomkern. Dieser Umwandlungsprozess kann nur erfolgen, wenn die Energie des Anfangszustandes höher ist, als jene des Endzustandes.

Je nach Strahlungsenergie wird nun zwischen ionisierender und nicht-ionisierender Strahlung unterschieden. Bei ausreichend hoher Strahlungsenergie spricht man von ionisierender Strahlung. Aufgrund der Abhängigkeit der Ionisierungsenergie von der zu ionisierenden Materie herrscht zwischen ionisierender und nicht-ionisierender Strahlung ein fließender Übergang. Die Ionisierungsenergie liegt daher in einem Bereich von 3 bis 25 eV. [vgl. Atkins & de Paula, 2006, S. 343]

Beim Prozess des Zerfalls wird zwischen natürlicher und künstlicher Radioaktivität unterschieden. Von natürlicher Radioaktivität wird gesprochen, wenn Radionuklide in der Natur vorkommen und von künstlicher Radioaktivität, wenn Radionuklide durch künstlich herbeigeführte Kernumwandlung durch den Menschen erzeugt werden.

3.2.1. Radioaktiver Zerfall – Zerfallsgesetz

Ernest Rutherford entdeckte 1900, dass die pro Zeiteinheit von einer radioaktiven Quelle emittierte Strahlung nicht konstant ist, sondern exponentiell abnimmt. Diese Eigenschaft der zeitlichen, exponentiellen Abnahme weist darauf hin, dass es sich beim radioaktiven Zerfall um einen statistischen Prozess handelt. Druck- oder Temperaturänderungen haben kaum Einfluss auf die Eigenschaften des Kernes, da die Kerne durch die Atomhülle sehr gut voneinander abgeschirmt werden können. Zerfallsprozesse können somit nahezu ungestört ablaufen. [vgl. *Tipler*, 1994, S. 1398]

Da es sich um einen statistischen Prozess handelt, tritt das Ereignis eines Kernzerfalls zufällig auf. Angenommen $N(t)$ sei die Anzahl der instabilen radioaktiven Kerne zu einem Zeitpunkt t . Die Wahrscheinlichkeit λ , dass pro Zeiteinheit ein bestimmter Zerfall stattfindet, ist für alle Teilchen der gleichen Sorte gleich groß. Die Gesamtzahl der Zerfälle pro Zeiteinheit beträgt demnach:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda \cdot N(t) = -A(t) \quad [1]$$

λ beschreibt hierbei eine Proportionalitätskonstante, welche als Zerfallskonstante bezeichnet wird. Man erkennt aus dieser Formel, dass die Zerfallsrate dN / dt proportional zur Anzahl der Kerne $N(t)$ ist.

Diese zeitabhängige Größe wird auch als **Aktivität $A(t)$** der betrachteten Kerne bezeichnet und gibt die Anzahl der pro Zeiteinheit zerfallenen Kerne an:

$$A(t) = \lambda \cdot N(t) = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad [2]$$

$A_0 = A(t = 0) = \lambda \cdot N_0$ beschreibt hierbei die Aktivität zum Zeitpunkt $t = 0$.

Durch Integration von Gleichung [1] erhält man:

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad [3]$$

N_0 gibt dabei die Anzahl der instabilen Kerne zum Zeitpunkt $t = 0$ an.

Die **mittlere Lebensdauer** τ ist definiert als Kehrwert der Zerfallskonstanten λ :

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \quad [4]$$

Von der mittleren Lebensdauer zu unterscheiden ist die sogenannte **Halbwertszeit** $t_{1/2}$. Bei der Halbwertszeit handelt es sich um jene Zeitspanne, innerhalb der die Anzahl der Kerne auf die Hälfte des ursprünglichen Wertes gesunken ist. Setzt man nun für $t = t_{1/2}$ und für $N = N_0 / 2$ ein, so erhält man:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}} \quad [5]$$

und daraus ergibt sich die Halbwertszeit $t_{1/2}$ mit:

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} = 0,693 \cdot \tau \quad [6]$$

Die Halbwertszeiten von Kernen reichen von wenigen Mikrosekunden bis hin zu 10^{16} Jahren.

Abbildung 4 zeigt die Anzahl der Kerne in Abhängigkeit von der Zeit. Nach der Halbwertszeit $t_{1/2}$ ist die Anzahl der ursprünglich vorhandenen Kerne auf die Hälfte abgesunken. Die Aktivität $A(t) = \lambda \cdot N(t)$ zeigt die selbe Abhängigkeit mit der Zeit.

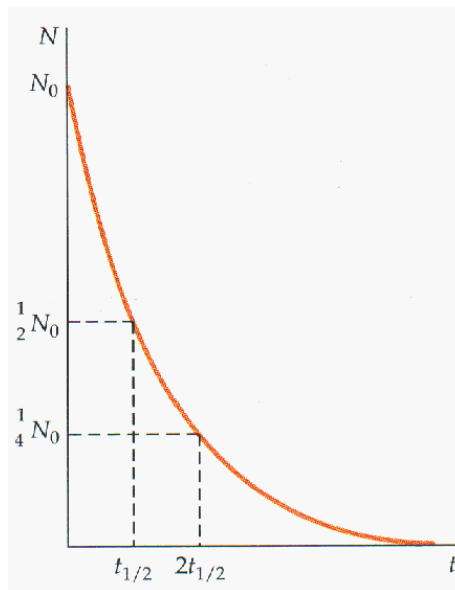


Abbildung 4: Radioaktiver Zerfall - Exponentielle Abhängigkeit [vgl. Tipler, 1994, S. 1399]

Aus [2] erhält man folgenden Zusammenhang zwischen Aktivität $A(t)$ und vorhandener Kernanzahl $N(t)$:

$$A(t) = \lambda \cdot N(t) = \frac{N(t)}{\tau} \quad [7]$$

Bei bekannter mittlerer Lebensdauer τ kann man also, vorausgesetzt es treten nur Kerne der gleichen Sorte auf, aus der gemessenen Aktivität auf die Zahl der instabilen Kerne schließen. [vgl. Demtröder, 2017, S. 38]

Die Aktivität $A(t)$ wird in der SI- Einheit Becquerel [Bq] angegeben und entspricht einem Zerfall pro Sekunde:

$$1 \text{ Bq} = 1 \frac{\text{Zerfall}}{\text{s}} \quad [8]$$

Früher wurde die Radioaktivität in der Einheit Curie [Ci] angegeben, welches der Anzahl von Zerfällen pro Sekunde in einem Gramm Radium entspricht. [vgl. Tipler, 1994, S. 1398-1399]

Um eine Strahlenexposition quantitativ zu beschreiben wird die **Energiedosis D** verwendet. Diese beschreibt die gesamte absorbierte Strahlungsenergie in [J] pro Masseneinheit in [kg] durchstrahlter Materie. Die Energiedosis D wird in der SI-Einheit Gray [Gy] angegeben.

$$1 \text{ Gy} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad [9]$$

Früher wurde die Energiedosis in der Einheit Rad [rad = radiation absorbed dose] angegeben.

Die pro Zeiteinheit absorbierte Energiedosis dD / dt trägt die Bezeichnung **Dosisleistung** und besitzt die Einheit [Gy/s]. [vgl. Demtröder, 2017, S. 200]

Um jedoch eine vollständige Beschreibung der biologischen Wirkung einer Strahlenexposition zu gewährleisten reicht die Energiedosis allein nicht aus. Aufgrund einer unterschiedlichen geometrischen Verteilung der Ionisationen in bestrahlter Materie stellt sich beispielsweise trotz gleicher Energiedosis eine Bestrahlung mit α -Teilchen als wirksamer heraus als jene mit Elektronen. Die Ionisationen weisen nämlich in der Bahnspur eines α -Teilchens kleinere Abstände voneinander auf und sind aus diesem Grund biologisch wirksamer als z. B. in der Bahnspur eines schnelleren Elektrons. Um diese unterschiedliche biologische Wirksamkeit verschiedener Strahlungsarten zu berücksichtigen wird die Energiedosis D mit dem sogenannten Qualitätsfaktor q (siehe Tabelle 1) multipliziert und man erhält die sogenannte **Äquivalentdosis H**.

$$H = q \cdot D \quad [10]$$

Die Äquivalentdosis H wird in der Einheit Sievert [Sv] angegeben.

$$1 \text{ Sv} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad [11]$$

Früher wurde die Äquivalentdosis in der Einheit Rem [rem] angegeben. [vgl. Demtröder, 2017, S. 200]

Tabelle 1 zeigt die verschiedenen Qualitätsfaktoren q zur Berücksichtigung der unterschiedlichen biologischen Wirksamkeit diverser Strahlungsarten.

Art der Strahlung	Qualitätsfaktor q
Photonen < 4 MeV	1
Photonen > 4 MeV	1
Elektronen < 30 keV	1
Elektronen > 30 keV	1
Langsame Neutronen	5
Schnelle Neutronen	15
Protonen	10
α -Teilchen	20
Schwere Ionen	20

Tabelle 1: Qualitätsfaktor q (RBW-Faktor) [vgl. *Tipler*, 1994, S. 1417]

Bei den biologischen Wirkungen einer Strahlenexposition wird zwischen akuten Strahlenwirkungen und Spätschäden unterschieden. Ganzkörperdosen unter 0,25 Sv führen beim Menschen zu keinen akuten Strahlenschäden, während hingegen Dosen über 1 Sv beispielsweise bereits eine Beeinträchtigung der blutbildenden Organe oder des Gastrointestinaltraktes hervorrufen können. Dosen, die 5 Sv überschreiten enden in den meisten Fällen binnen kurzer Zeit tödlich. Tumorbildung zählt zu den meist beobachteten Spätschäden im Falle einer erhöhten Strahlenexposition. Bereits bei Äquivalentdosen von 1 bis 2 Sv verdoppelt sich die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung von Tumoren gegenüber jener keiner Strahlenexposition. Auch kleine Dosen können mit geringerer Wahrscheinlichkeit laut Beobachtungen in der Vergangenheit Ursache für Tumorerkrankungen sein. [vgl. *Tipler*, 1994, S. 1417-1418]

Tabelle 2 zeigt die durchschnittlichen jährlichen Äquivalentdosen für die Strahlenexposition des Menschen.

Strahlungsquelle	Durchschnittliche Äquivalentdosis in mSv / Jahr
Kosmische Strahlung	0,45
Innere radioaktive Nuklide	0,35
Terrestrische Gammastrahlung	0,6
Luft	1,8
Röntgenuntersuchungen	1,8
Globaler Fallout	0,04
Fernsehgeräte	0,01
Kernkraftwerke	0,00003

Tabelle 2: Durchschnittliche jährliche Äquivalentdosen [vgl. *Tipler*, 1994, S. 1417]

Durch die Atmosphäre erfolgt bereits eine weitgehende Abschirmung der kosmischen Höhenstrahlung, welche auf Höhe des Meeresspiegels zu einer Äquivalentdosis von ungefähr 0,45 mSv führt. Mit steigender Höhe über dem Meeresspiegel steigt auch die Äquivalentdosis, jedoch nur um einen geringen Wert von etwa 0,01 mSv pro 30 m. Kalium-40 und Uran zählen zu den inneren radioaktiven Nukliden, die für die innere Strahlenexposition des Menschen verantwortlich sind. Beim Zerfall von Uran entsteht Radon-222, welches zu den Edelgasen zählt. Diese Tatsache ermöglicht dem Radon durch Materie zu diffundieren, ohne mit dieser zu reagieren. Aufgrund dessen entweicht Radon aus dem Erdreich und aus Baumaterialien, was in geschlossenen Räumen in einer relativ hohen Strahlenexposition resultieren kann. Die Äquivalentdosen künstlicher Strahlenbelastung, wie beispielsweise Röntgenuntersuchungen in der Medizin, können je nach Gerät und Verwendungszweck sehr stark variieren. Der globale Fallout resultiert aus zahlreichen Kernwaffentests in der Vergangenheit und der Katastrophe in Tschernobyl 1986. [vgl. *Tipler*, 1994, S. 1417-1418]

Die mittlere jährliche Strahlenbelastung in Österreich liegt in etwa bei 1,5 mSv pro Person. [Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend, Das österreichische nationale Radonprojekt – ÖNRAP, Harry Friedmann, Institut für Isotopenforschung und Kernphysik der Universität Wien, S. 121]

3.2.2. Strahlungsarten

Bei den Strahlungsarten erfolgt zunächst eine grobe Unterteilung in Teilchenstrahlung und elektromagnetische Strahlung. Zur Teilchenstrahlung zählen unter anderem die α - und β -Strahlung, während die γ -Strahlung unter elektromagnetische Strahlung eingeordnet wird. Ernest Rutherford war der erste, der diese Strahlung in verschiedene Strahlungsarten unterteilte. Er entdeckte, dass die von Uran emittierte Strahlung aus zwei verschiedenen Komponenten mit unterschiedlicher Durchdringungsfähigkeit besteht und nannte sie α - und β -Strahlung. Der Nachweis, dass es sich bei α -Strahlung um Heliumkerne, bei β -Strahlung um Elektronen bzw. Positronen und bei γ -Strahlung um hochenergetische Photonen handelt, gelang erst später. [vgl. Tipler, 1994, S. 1389]

Einige Forscher entdeckten die Ablenkung von α - und β -Strahlen in einem Magnetfeld und folgerten aus diesem Grund, dass es sich um positiv bzw. negativ geladene Teilchen handeln muss. Die dritte Strahlungsart, γ -Strahlung, wurde ein Jahr später durch Paul Villard entdeckt. Diese erfährt keine Ablenkung in einem Magnetfeld. Durch genaue Messungen der Ablenkung von α - und β -Strahlen durch ein Magnetfeld konnte in den darauffolgenden Jahren nachgewiesen werden, dass es sich bei α -Strahlung um zweifach positiv geladene Helium-Kerne und bei β -Strahlen um Elektronen handelt, die von Radionukliden emittiert werden. Letztendlich wurde von Max von Laue und seinem Team anhand von Beugungsexperimenten an Kristallen bewiesen, dass es sich bei γ -Strahlen um elektromagnetische Wellen handelt. [vgl. Demtröder, 2017, S. 39]

3.2.2.1. Alphastrahlung

Beim α -Zerfall bildet sich im Kern ein α -Teilchen aus zwei Protonen und zwei Neutronen. Dieses besitzt aufgrund seiner großen Bindungsenergie eine erhöhte kinetische Energie und kann somit den Kern trotz der Coulomb-Barriere durch den Tunneleffekt verlassen. Aufgrund der steigenden Tunnelwahrscheinlichkeit mit größer werdender Energie des α -Teilchens, senden kurzlebige α -Strahler α -Teilchen mit größerer Energie aus als

langlebige. Da die Energiezustände im Kern diskrete Werte annehmen, sind die Energiespektren der α -Strahlung diskret. [vgl. Demtröder, 2017, S. 53]

Abbildung 5 zeigt ein Modell für das Potential eines α -Teilchens in einem Kern.

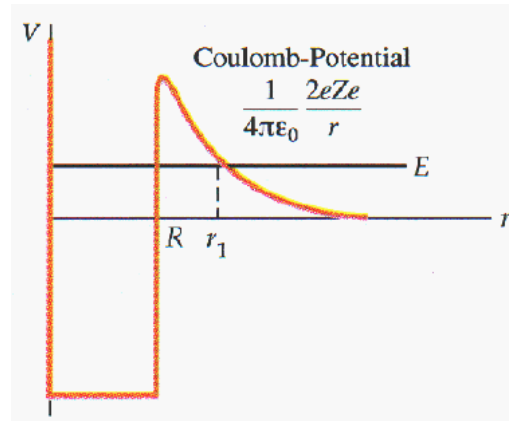


Abbildung 5: Potential eines Alphateilchens in einem Atomkern [vgl. Tipler, 1994, S. 1403]

Im Bereich $r < R$ wird die starke Kernkraft durch ein Kastenpotential beschrieben, während sie außerhalb des Kerns vernachlässigt werden kann. Das Potential wird hier durch das Coulomb'sche Gesetz beschrieben:

$$V = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{2e \cdot Ze}{r} \quad [12]$$

ZeKernladung, $2e$Ladung des α -Teilchens

Die Tunnelwahrscheinlichkeit hängt stark von der relativen Höhe und Breite der Potentialbarriere ab. Bereits bei geringem Anstieg der Energie des α -Teilchens kommt es zu einer um Größenordnungen niedrigeren Halbwertszeit.

Die Energie der α -Teilchen aus natürlichen Quellen liegt in einem Bereich von 4 bis 7 MeV und die Halbwertszeiten betragen 10^{-5} s bis 10^{10} Jahre. Mit kleiner werdender Energie der α -Teilchen steigt die Halbwertszeit des radioaktiven Atomkerns. [vgl. Tipler, 1994, S. 1402-1403]

α -Strahlung besitzt aufgrund der hohen Masse und der relativen Größe der α -Teilchen das geringste Durchdringungsvermögen. Der hohe Impuls, welcher durch die hohe Masse und

Geschwindigkeit der α -Teilchen bedingt ist, führt jedoch im Vergleich zu β - und γ -Strahlung zu einem sehr starken Ionisationsvermögen.

3.2.2.2. Betastrahlung

Bei Atomkernen, die zu viele bzw. zu wenige Neutronen besitzen, um stabil zu sein, kommt es zu einem β -Zerfall. Man unterscheidet hierbei zwischen β^+ - und β^- -Zerfällen. In beiden Fällen kommt es zu keiner Änderung der Massenzahl A des Atomkerns. Jedoch erhöht bzw. verringert sich die Ladungszahl Z beim β^+ -Zerfall bzw. beim β^- -Zerfall um jeweils 1. [vgl. Tipler, 1994, S. 1400] In anderen Worten kommt es bei einem β^- -Zerfall zu einer Umwandlung eines Neutrons in ein Proton und es erfolgt eine Aussendung eines Elektrons. Beim β^+ -Zerfall hingegen erfolgt eine Umwandlung eines Protons in ein Neutron und es kommt zu einer Aussendung eines Positrons. Die Energie von β -Teilchen liegt meist in einem Bereich von 1 bis 3 MeV. Messungen der Energien dieser emittierten Elektronen resultierten immer in einer kontinuierlichen Energieverteilung (siehe Abbildung 6). Die maximale beobachtete Energie $E_{\text{kin, max}}$ liegt dabei zwischen einigen keV und einigen MeV und ist abhängig von dem jeweiligen β -aktiven Kern. [vgl. Demtröder, 2017, S. 44]

Abbildung 6 zeigt die kontinuierliche Energieverteilung für die bei einem β^- -Zerfall emittierten Elektronen.

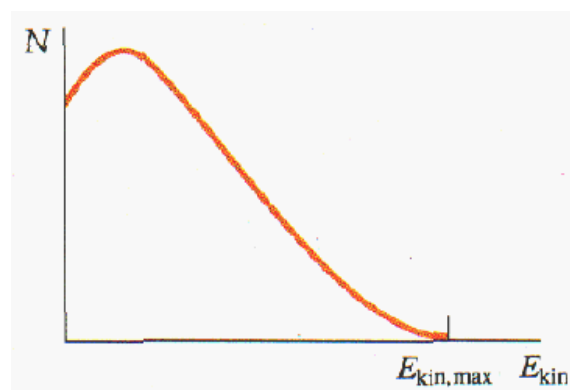


Abbildung 6: Energieverteilung für die bei einem Beta⁻-Zerfall emittierten Elektronen

[vgl. Tipler, 1994, S. 1400]

Aufgrund der Energie-, Impuls- und Drehimpulserhaltung schließt man auf einen Drei-Teilchen-Zerfall und fordert damit die Existenz eines bis dahin nicht beobachteten Teilchens, des Neutrinos. Wolfgang Pauli postulierte 1930 die Existenz dieses Neutrinos, welches beim β -Zerfall gemeinsam mit dem Elektron erzeugt wird und die überschüssige Energie tragen soll. Bei Neutrinos handelt es sich um Leptonen. Ihre Ruhemasse m_ν beträgt weniger als $4 \cdot 10^{-6} m_e = 2 \text{ eV} / c^2$ und sie besitzen nur eine sehr schwache Wechselwirkung mit anderen Teilchen. [vgl. Demtröder, 2017, S. 53]

Das Durchdringungsvermögen von β -Strahlung liegt zwischen jenem von α - und γ -Strahlung. Dies gilt auch für das Ionisationsvermögen, welches wesentlich geringer ausfällt als bei α -Strahlung, jedoch deutlich höher als bei γ -Strahlung.

3.2.2.3. Gammastrahlung

Bei γ -Strahlung handelt es sich um sehr kurzwellige elektromagnetische Strahlung mit Photonenenergien im Bereich von 10 keV bis 10 MeV. Sie tritt immer nur in Verbindung mit α - oder β -Strahlung auf. γ -Strahlung entsteht, wenn Atomkerne aus angeregten Zuständen E_k unter Emission eines Photons in tiefere Zustände E_i übergehen. Hierbei gilt: $h \cdot \nu = E_i - E_k$. Dieser Vorgang erfolgt analog zu Übergängen zwischen diskreten Energiezuständen in der Elektronenhülle. Hierbei werden bei Anregung der Valenzelektronen Photonen im Energiebereich von 1 bis 10 eV ausgesandt, welche verglichen zu den 10 keV bis 10 MeV bei γ -Strahlung relativ gering ausfallen. [vgl. Demtröder, 2017, S. 53]

Beim γ -Zerfall kommt es im Gegensatz zum α - und β -Zerfall zu keiner Änderung der Massen- und Ladungszahl des Atomkerns. Es findet demnach kein Zerfall des Kerns in ein anderes Nuklid statt. Der Prozess des γ -Zerfalls läuft sehr schnell ab und lässt sich nur beobachten, da er im Allgemeinen im Anschluss an einen α - oder β -Zerfall folgt. Ein radioaktiver Mutterkern kann beispielsweise zuerst durch einen β -Zerfall in einen angeregten Zustand des Tochterkerns zerfallen, welcher schließlich durch γ -Zerfall in seinen Grundzustand übergeht. [vgl. Tipler, 1994, S. 1402]

Aufgrund der sehr hohen Energien im MeV-Bereich besitzt γ -Strahlung im Vergleich zu α - und β -Strahlung das größte Durchdringungsvermögen. Im Gegensatz zu α - und β -Strahlung weist γ -Strahlung jedoch das geringste Ionisationsvermögen auf.

3.3. Klärung der Begriffe Kontamination und Irradiation

Der Begriff „Kontamination“ bezeichnet die Verbreitung radioaktiver Substanzen in der Umwelt und im menschlichen Körper. Kontamination tritt bei direktem Kontakt mit radioaktiven Substanzen auf. Ein Beispiel für Kontamination stellt das Verschlucken einer radioaktiven Substanz durch eine Person dar. Kontamination ist ein häufiger Nebeneffekt bei medizinischen Behandlungen, wie z.B. der Bekämpfung von Tumoren. Der Nutzen wäre in diesem Fall jedoch höher als die Nebenwirkungen durch Kontamination.

Unter dem Begriff „Irradiation“ versteht man die Bestrahlung eines Objektes mit ionisierender Strahlung. In einigen Fällen wird nach Bestrahlung von Materie ionisierende Strahlung von dieser emittiert. Hierbei wird zwischen offenen und geschlossenen Quellen unterschieden [vgl. *Klaassen*, 1990]. Offenen Quellen können im Gegensatz zu geschlossenen Quellen ionisierende Strahlung emittieren.

Irradiation erfolgt ausschließlich, wenn Materie in die Nähe oder in Berührung mit einer Quelle ionisierender Strahlung kommt. Die Materie wird den Zerfallsprodukten radioaktiver Zerfälle ausgesetzt, Elektronen können dabei aus den Atomen herausgeschlagen werden – es kommt zur Ionisation. Dies kann zu besonderen Effekten bei lebenden Zellen führen. Bei Röntgenuntersuchungen kommt es beispielsweise zu einer Veränderung der Zellen, ohne dass die behandelte Person dabei „radioaktiv“ wird.

4. Nutzung ionisierender Strahlung

Der Nutzen ionisierender Strahlung findet heutzutage vielerlei Anwendungen in der Technik, Medizin, Biologie, Archäologie, Geologie, Umweltforschung, u.v.m. In diesem Kapitel werden einige dieser Anwendungsgebiete näher erläutert.

4.1. Radionuklid-Anwendungen

Durch die Nutzung von natürlichen radioaktiven Substanzen aber auch künstlich erzeugten Radionukliden ergibt sich eine Vielzahl nützlicher Anwendungen für die Menschheit in diversen Bereichen.

4.1.1. Technische Anwendungen

In der Technik finden Radionuklide häufig Anwendung in radiometrischen Messverfahren. Dazu gehört beispielsweise die berührungslose Dickenmessung. Als Grundlage dient hierbei die Absorption ionisierender Strahlung beim Durchtritt durch Materie. Bei diesem Verfahren werden Radionuklide als Strahlenquelle verwendet, die β - oder γ - Strahlung emittieren und eine ausreichend lange Halbwertszeit aufweisen. Je nach Energie und Art der Strahlung können bei geeigneter Auswahl von Radionukliden Dicken mit unterschiedlichen Flächenmassen erfasst werden. [vgl. Demtröder, 2017, S. 202]

4.1.2. Anwendungen in der Biologie

Ein wichtiges Einsatzgebiet ionisierender Strahlung in der Biologie ist die Bekämpfung von Mikroorganismen, wie z .B. Bakterien, Mikroben und pathogenen Keimen. Dazu zählen unter anderem die Sterilisierung von chirurgischen Werkzeugen und Instrumenten, Verbandsmaterialien sowie auch die Konservierung von Lebensmitteln. Im Vorfeld

bedarf es natürlich einer sorgfältigen Überprüfung möglicher Folgeerscheinungen, welche beim Verzehr bestrahlter Lebensmittel auftreten können, um einen unbedenklichen Konsum dieser gewährleisten zu können. Direkte Schädlingsbekämpfung kann einerseits durch Bestrahlung von Getreide mit γ -Strahlung erzielt werden. Andererseits können Radionuklide auch zur biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt werden, da Bestrahlung eine Sterilisation männlicher Insekten, ohne Beeinflussung ihrer biologischen Aktivität, bewirken kann. Dies führt schließlich zu einer stark verringerten Fortpflanzungsrate, welche eine Reduktion dieser Spezies hervorruft. [vgl. Demtröder, 2017, S. 203]

4.1.3. Anwendungen in der Medizin

Die massiv wachsende Verwendung radioaktiver Substanzen im medizinischen Bereich führte bereits dazu, dass sich ein eigenständiger Bereich mit der Bezeichnung Nuklearmedizin etablierte. In der Nuklearmedizin finden Radionuklide Anwendung für Diagnostik- und Therapie Zwecke. Im Bereich der Diagnostik werden den zu behandelnden Personen sogenannte Radiopharmaka verabreicht, um deren Verteilung im menschlichen Körper zu verfolgen. Eine Verabreichung dieser Substanzen kann entweder oral oder durch Injektion erfolgen. Aufgrund der emittierten Strahlung solcher Radiopharmaka ist es möglich, deren zeitlichen Verlauf im Körper zu beobachten und in weiterer Folge, ohne Eingriff in den menschlichen Körper, entsprechende Vorgänge in bestimmten Organen zu untersuchen.

Ein wichtiges Beispiel hierfür stellt die Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen dar. Erkrankungen der Schilddrüse führen nachweislich zu einer charakteristischen Änderung des Jodstoffwechsels. Beim Radionuklidtest wird den zu behandelnden Personen Jod verabreicht und anschließend die Geschwindigkeit der Aufnahme bzw. der Abgabe des oral zugeführten Jods durch die Schilddrüse gemessen. Abbildung 7 zeigt die Jodaufnahme der Schilddrüse bei Über- bzw. Unterfunktion.

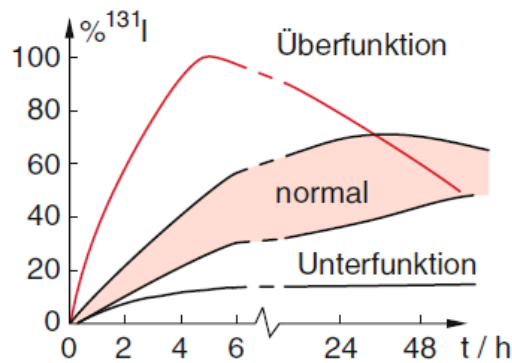


Abbildung 7: Jodaufnahme der Schilddrüse bei Über- und Unterfunktion [vgl. Demtröder, 2017, S. 204]

Ein weiteres Beispiel ist die Lokalisationsdiagnostik der Schilddrüse. Bei dieser Methode erfolgt eine Messung der γ -Strahlung des Radionuklids, welches in der Schilddrüse gespeichert wird. Das Ergebnis ist in einem sogenannten Szintigramm ersichtlich. Abbildung 8 a) zeigt die Darstellung eines Schilddrüsen-Szintigramms.

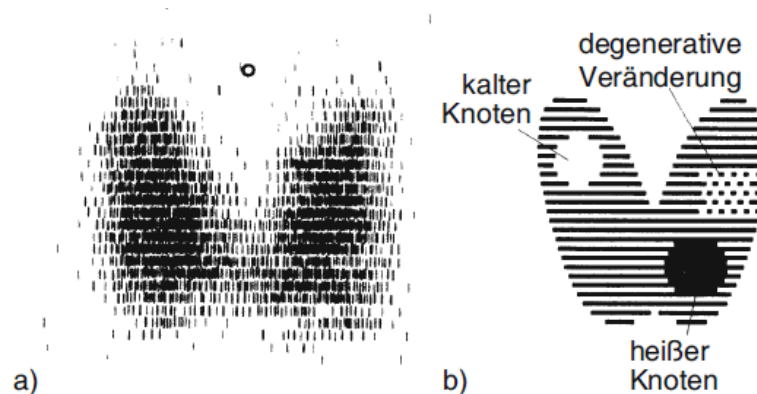


Abbildung 8: a) Szintigramm einer Schilddrüse, b) schematische Darstellung kalter / heißer Knoten

[vgl. Demtröder, 2017, S. 204]

Veränderungen der Schilddrüse lassen sich nun anhand eines Szintigramms lokalisieren. Es erfolgt eine Unterscheidung zwischen Stellen, an denen eine geringere Jodeinlagerung stattfindet, auch als kalte Knoten bezeichnet und jene, an denen eine erhöhte Jodeinlagerung erfolgt (Abbildung 8 b)). Diese werden in der Medizin als heiße Knoten bezeichnet. Es handelt sich hierbei um Karzinome, welche erhöhte Aktivität aufweisen. [vgl. Demtröder, 2017, S. 204]

Auch in der Krebsbekämpfung findet der Einsatz von Radionukliden Anwendung. Lokal begrenzte Krebserkrankungen können unter Verwendung von Radionukliden lokal zerstört werden, solange noch keine Metastasenbildung stattgefunden hat. Dies erfolgt durch die Einführung von Radionukliden in den menschlichen Körper, welche in dünnen Röhrchen eingeschlossen sind. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass gesundes Gewebe nicht in Mitleidenschaft gezogen wird. Eine Möglichkeit der Anwendung stellt beispielsweise die Behandlung von Gebärmutterkrebs dar. [vgl. Demtröder, 2017, S. 205]

4.1.4. Altersbestimmung mittels radiometrischer Datierung

Radioaktive Substanzen, welche auf natürliche Weise in der Natur vorkommen, können bei der Altersbestimmung von archäologischen und geologischen Proben hilfreich sein. Unter Verwendung des Zerfallsgesetzes, welches bereits zuvor in dieser Arbeit erwähnt wurde, können durchaus verlässlich Alter für Proben bzw. Gegenstände aus dem archäologischen bzw. geologischen Archiv ermittelt werden. Ist die Anzahl der radioaktiven Kerne $N(t_0)$ mit bekannter Halbwertszeit zum Zeitpunkt t_0 bekannt und kann man die Anzahl der radioaktiven Kerne $N(t)$ zum Zeitpunkt t messen, so lässt sich anhand dieser Parameter und dem Zerfallsgesetz der exponentiellen Abnahme ein Zeitbereich ermitteln.

Nach dem Zerfallsgesetz gilt:

$$N(t) = N(t_0) \cdot e^{-\lambda(t-t_0)}, \text{ wobei } \lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} \text{ und somit } t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$

$$N(t) = N(t_0) \cdot 2^{\frac{-(t-t_0)}{t_{1/2}}} \quad [13]$$

Für die Zeitspanne Δt erhalten wir daher:

$$\Delta t = t - t_0 = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{N(t_0)}{N(t)} \quad [14]$$

[vgl. Demtröder, 2017, S. 205-207]

Ein sehr geläufiges Beispiel einer radiometrischen Datierungsmethode stellt die ^{14}C -Methode dar, welche auch unter dem Namen Radiokarbon-Methode bekannt ist. Mittels ^{14}C -Datierung kann bis zu 50.000 Jahre zurückdatiert werden. In der oberen Erdatmosphäre erfolgt die Bildung von ^{14}C durch eine Kernreaktion, welches anschließend durch Verbindung mit Sauerstoff in $^{14}\text{CO}_2$ übergeht. Das Verhältnis von ^{14}C zu ^{12}C liegt in etwa bei $1,2 \cdot 10^{-12}$. Über den Kohlenstoffzyklus gelangt ^{14}C schließlich in die Biosphäre und in die Ozeane. Pflanzen nehmen durch die Photosynthese ^{14}C auf, welches in weiterer Folge durch die natürliche Nahrungskette in tierische und menschliche Körper gelangt. Der Kohlenstoff lebender Organismen enthält somit weltweit die gleiche ^{14}C -Konzentration. Wenn Organismen sterben kommt es zu einer Unterbrechung des Kohlenstoffaustausches und die ^{14}C -Konzentration nimmt durch den radioaktiven Zerfall ab. Die Konzentration von ^{12}C bleibt ab diesem Zeitpunkt konstant, während es zu einer exponentiellen Abnahme des ^{14}C -Gehaltes mit einer Halbwertszeit von 5.730 Jahren kommt. Die ^{14}C -Konzentration kann schließlich gemessen und mittels Gleichung [14] die Zeitspanne der Unterbrechung des Kohlenstoffaustausches ermittelt werden. Es gibt allerdings einige Faktoren, die bei der Altersbestimmung zu berücksichtigen sind, da auch der ^{14}C -Gehalt natürlichen Schwankungen unterliegen kann. Diese beruhen vor allem auf Änderungen der kosmischen Höhenstrahlung und des Erdmagnetfeldes und unterschiedlichen Sonnenaktivitäten. [vgl. Demtröder, 2017, S. 206]

4.2. Anwendung von Beschleunigern – Strahlentherapie

Neben dem Einsatz von Radionukliden in der Strahlentherapie finden auch Beschleuniger Anwendung auf diesem Gebiet. In der Praxis werden häufig sogenannte Kreisbeschleuniger verwendet. Die geladenen Teilchen werden hierbei durch ein Magnetfeld auf einer Kreis- oder Spiralbahn in einer Ebene senkrecht zum Magnetfeld gelenkt und durchlaufen pro Umlauf bestimmte Beschleunigungsstrecken. Für Elektronen mittlerer Energie verwendet man sogenannte Betatrons, welche zu den

Kreisbeschleunigern zählen. Elektronen werden hiermit auf Energien bis zu einigen 10^7 eV beschleunigt. Der Bahnradius der Elektronen bleibt während des gesamten Beschleunigungsvorgangs konstant. Aus diesem Grund muss das Magnetfeld während der Zeit der Beschleunigung mit steigender Teilchenenergie ansteigen. Gemäß Maxwellgleichung induziert dieses sich ändernde Magnetfeld ein elektrisches Feld, welches wiederum zu einer Beschleunigungsspannung führt. Aufgrund dieser induzierten Spannung können Elektronen also beschleunigt werden, ohne zusätzlich eine Spannung von außen anzulegen. [vgl. Demtröder, 2017, S. 66-68]

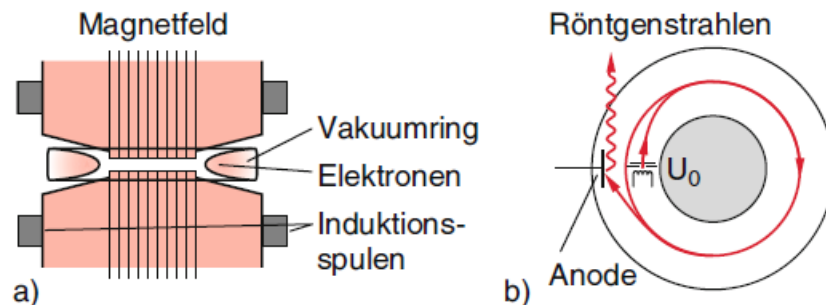


Abbildung 9: Schematische Darstellung eines Betatrons, a) Seitenansicht, b) Draufsicht

[vgl. Demtröder, 2017, S. 67]

In der Praxis gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten der Bestrahlung. Entweder erfolgt eine Fokussierung des gebündelten austretenden Elektronenstrahls auf das Tumorgebiet der zu behandelnden Person durch geeignete Elektronenoptik oder eine Erzeugung von Gammastrahlen durch Elektronen in einem Kupfer- oder Wolframtarget, deren Strahlenquerschnitt durch bestimmte Blenden optimal an die Bestrahlungsregion angepasst wird (siehe Abbildung 10). Während der Bestrahlung erfolgt eine gezielte Ausrichtung der zu behandelnden Person, um die Tumorregion der maximalen Strahlendosis auszusetzen. Die Regionen rund um das Tumorgebiet werden somit einer wesentlich geringeren Strahlendosis ausgesetzt. [vgl. Demtröder, 2017, S. 208]

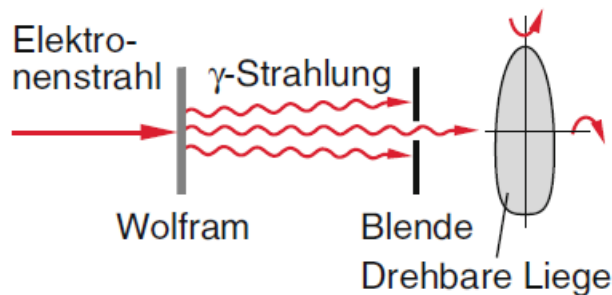


Abbildung 10: Anwendung von Betatrons in der Strahlentherapie [vgl. Demtröder, 2017, S. 208]

4.3. Kernreaktoren / Kernspaltung

Bereits in der Vergangenheit herrschte eine rege Diskussion über die Abschaffung von Energiegewinnung durch den Einsatz von Kernreaktoren. In vielen Ländern gibt es dennoch aktive Kernreaktoren. Auch in den österreichischen Nachbarländern befinden sich einige Kernkraftwerke im Betrieb. Darunter zählen Deutschland, Tschechien, Ungarn, Slowenien und die Slowakei. Jedoch scheint die Verwendung von Kernenergie auch einige Vorteile gegenüber Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen aufzuweisen. Die Spaltung eines Urankerns führt zu einer Energiefreisetzung von ungefähr 200 MeV. Die Energiegewinnung aus einem Kilogramm Uran entspricht somit jener Energie, die bei der Verbrennung von 750 t Kohle entstehen würde. Einen weiteren Vorteil stellt die Tatsache dar, dass Uran als Brennstoff länger zur Verfügung steht, als fossile Brennstoffe. Im Normalbetrieb erfolgt eine geringere Abgabe von radioaktiven gasförmigen Stoffen als bei ungefilterten Kohlekraftwerken. Aufgrund eines wesentlich höheren Gasumsatzes bei der Feuerung gestaltet sich das Filtern von radioaktiven Substanzen wie Kalium, Krypton, Jod und Cäsium bei Kohlekraftwerken als wesentlich schwieriger und vor allem teurer als bei Kernkraftwerken.

Als Nachteil entpuppt sich natürlich der sehr große Sicherheitsaufwand, welcher betrieben werden muss, um den sicheren Betrieb eines solchen Kernkraftwerkes zu gewährleisten. Da bei dem Prozess der Kernspaltung radioaktive Spaltprodukte entstehen, deren Halbwertszeiten relativ langlebig sein können, bedarf es sowohl eines

entsprechenden Transportes als auch entsprechender Lagerung der anfallenden radioaktiven Abfälle. Einen weiteren Nachteil stellt die höhere Gefährdung der Umgebung im Falle eines Unfalls dar. Deren Wahrscheinlichkeit ist jedoch im Umkreis von Österreich im Vergleich zu anderen Ländern, in denen beispielsweise häufig stärkere Erdbeben auftreten können, sehr gering. [vgl. Demtröder, 2017, S. 208-220]

4.4. Kontrollierte Kernfusion

Der Prozess der Kernfusion besitzt einige Vorteile gegenüber jenem der Kernspaltung. Bei der Kernfusion wird wesentlich mehr Energie pro fusionierter Masse freigesetzt als bei der Kernspaltung. Zudem entsteht weniger radioaktiver Abfall, welcher zusätzlich auch noch kurzlebiger ist als bei der Verwendung von Kernspaltungsreaktoren.

In den letzten Jahrzehnten wurde daher einiges an Arbeit auf diesem Forschungsgebiet investiert, um den Prozess kontrollierter Kernfusion zu erreichen. Prinzipiell ist dies auch schon gelungen, jedoch wird es noch einige Zeit benötigen, bis der Einsatz eines technisch zuverlässigen Fusionsreaktors in der Praxis verwirklichtbar ist. Es erweisen sich derzeit noch Probleme mit der Aufrechterhaltung sehr hoher Temperaturen von mehreren Millionen Grad über einen längeren Zeitraum, um den Reaktionspartnern ausreichend Energie (ca. 10 keV) zur Überwindung der Coulomb-Barriere zu liefern und ihnen genügend Zeit zur Verfügung zu stellen, um die Fusionierung zu gewährleisten.

Die Energiegewinnung durch kontrollierte Kernfusion lässt sich durch folgende technische Lösungswege erreichen, nämlich durch magnetischen Einschluss eines heißen Plasmas oder durch Erzeugung und Kompression eines dichten Plasmas durch Beschuss von festem Deuterium / Tritium mit Hochleistungslasern oder Teilchenstrahlen (Trägheitseinschluss). Eine weitere, physikalisch getestete Methode wäre noch die durch Myonen katalysierte Kernfusion, welche aber wahrscheinlich technisch keine Chance hat. [vgl. Demtröder, 2017, S. 221]

5. Empirische Untersuchung

Dieses Kapitel stellt das Forschungsdesign und die Fragestellung der durchgeführten Untersuchung dar. Bereits zuvor wurde erwähnt, dass im Bereich der Forschung hinsichtlich Schülervorstellungen zum Thema „Radioaktivität“ bzw. „radioaktive“ Strahlung immer noch große Forschungslücken existieren. Die vorliegende Arbeit soll daher einen ersten Schritt zur Schließung dieser vorhandenen Forschungslücken darstellen.

5.1. Erstellung der Forschungsfragen

Die Erstellung der Forschungsfragen erfolgte unter Berücksichtigung einiger wichtiger Aspekte, welche nachfolgend behandelt werden.

5.1.1. Lehrplanbezug

Der Bezug zum Lehrplan stellt sowohl bei der Erstellung der Forschungsfragen als auch bei der Umsetzung geeigneter Rahmenbedingungen ein wesentliches Kriterium dar. Die Behandlung des Themas „Radioaktivität – das radioaktive Verhalten der Materie“ erfolgt bereits in der 4. Klasse Unterstufe, während hingegen „ionisierende Strahlung“ erst in der Sekundarstufe II, konkret in der 11. bzw. 12. Schulstufe, behandelt wird. Im Lehrplan Physik der AHS Oberstufe wird festgehalten, dass Schülerinnen und Schüler folgende Bildungsziele erreichen sollen: „Einsichten in kernphysikalische Grundlagen (Aufbau und Stabilität der Kerne, **ionisierende Strahlung**, Energiequelle der Sonne, medizinische und technische Anwendungen) gewinnen und die Problematik des Umgangs mit Quellen **ionisierender Strahlung** verstehen können.“ [BMBF, 2004, S. 4]

Aufgrund der Tatsache, dass das Thema „ionisierende Strahlung“ zum Zeitpunkt der Befragung (10. Schulstufe) noch nicht behandelt wurde, liegt der Schwerpunkt der empirischen Untersuchung auf dem Thema „Radioaktivität“. Dieses beinhaltet unter

anderem deren Eigenschaften, Gefährlichkeit im Vergleich zu anderen Strahlungsarten und Nutzen/Anwendungen im Alltag. Die Schülerinnen und Schüler wurden bereits in der Unterstufe und Großteils auch im Alltag mit dem Begriff „Radioaktivität“ konfrontiert.

5.1.2. Fachbezogenes Schulpraktikum im Unterrichtsfach Physik

Die fachbezogene Schulpraxis im Sommersemester 2017 spielte sowohl bei der Themenauswahl dieser Arbeit als auch bei der anschließenden Erstellung der Forschungsfragen eine wesentliche Rolle. Im Zuge des Schulpraktikums in Physik erfolgte die Planung und Erstellung von Unterrichtsmaterialien sowie auch die Durchführung der geplanten Unterrichtseinheiten zum Thema „Radioaktivität“ in einer 4. Klasse Unterstufe. Die Unterrichtsmaterialien beinhalteten die Entstehung „radioaktiver“ Strahlung, unterschiedliche Strahlungsarten, deren Eigenschaften, Gefahren/Auswirkungen auf den menschlichen Körper, Schutzmaßnahmen sowie nützliche und gefährliche Anwendungen im Alltag.

Aufgrund des durchaus positiven Feedbacks der Schülerinnen und Schüler, sowie auch der Betreuungslehrkraft, den Kommilitonen im Begleitseminar und des Seminarleiters trug auch die fachbezogene Schulpraxis ihren Teil zu den Vorüberlegungen im Zuge dieser empirischen Untersuchung bei.

5.1.3. Forschungsfragen

Die Forschungsfragen, welche unter Berücksichtigung der zuvor genannten Aspekte entwickelt wurden, lauten:

- *Womit assoziieren Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II den Begriff „Radioaktivität“?*

- *Welche Eigenschaften werden „radioaktiver“ Strahlung von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II zugeschrieben?*
- *Welche Auswirkungen hat die Bestrahlung verschiedener Objekte mit „radioaktiver“ Strahlung im Vergleich zu anderen Strahlungsarten wie beispielsweise UV-Strahlung und Röntgenstrahlung?*

Die Beantwortung dieser grundlegenden Fragen soll die Bildung von Hypothesen ermöglichen, welche in weiterer Folge als Grundlage für nachfolgende Untersuchungen auf diesem Forschungsgebiet dienen sollen.

5.2. Forschungsmethode

5.2.1. Qualitative Befragung mittels Leitfadeninterview

Die qualitative Befragung mittels Interview zählt neben der Beobachtung und dem Experiment zu den am häufigsten verwendeten Forschungsmethoden in der Wissenschaft. Im Vordergrund steht hierbei die Perspektive der befragten Person. Verglichen mit der quantitativen Befragung nutzt die qualitative Befragung eine sehr offen gestaltete Fragestellung, welche der befragten Person uneingeschränkte Antwortmöglichkeiten erlaubt. [vgl. *Hienerth, Huber, Süssenbacher*, 2009, S. 106 & 116]

Die qualitative Befragung zielt laut *Froschauer & Lueger* (2003) darauf ab, theoretisches Verständnis zu einem bestimmten Untersuchungsbereich zu erlangen, während hingegen die quantitative Befragung eine Überprüfung zuvor erstellter Hypothesen beabsichtigt. Das Leitfadeninterview eignet sich unter den zahlreichen Untersuchungsmethoden aufgrund offener Fragestellungen, die uneingeschränkte Antwortmöglichkeiten erlauben, hervorragend für die qualitative Befragung. Die Befragten erhalten hiermit die Möglichkeit, ihre eigenen Vorstellungen und Erfahrungen ohne Einschränkungen wiederzugeben.

5.2.2. Überlegungen zum Interviewleitfaden

Grundlage für den Interviewleitfaden stellt die Erstellung der Forschungsfragen dar. Der Interviewleitfaden dient laut *Gläser & Laudel* (2006) als eine Art Anleitung für die Befragung, mit dem Ziel, sicherzustellen, dass alle Interviews dieselben Aspekte beinhalten. Das Abrufen derselben Informationen spielt für eine erfolgreiche Untersuchung eine wesentliche Rolle. Der Interviewleitfaden soll die fragende Person lediglich dabei unterstützen, sich besser orientieren zu können und keinesfalls eine konkrete Vorschrift darstellen.

Laut *Mey und Mruck* (2010) sollte der Interviewleitfaden acht bis maximal fünfzehn Fragen beinhalten und die Länge von zwei Seiten nicht überschreiten. In der Literatur gibt es keine Einigkeit hinsichtlich Ausformulierung der Fragen oder Verwendung von Stichwörtern.

Laut *Flick* (2009) empfiehlt sich die Reflexion jeder einzelnen Frage hinsichtlich folgender Fragestellungen: „Warum stellt man genau diese Frage?“, „Warum stellt man die Frage genau so und nicht anders?“ und „Warum stellt man die Frage genau an dieser Stelle im Leitfaden?“.

Der Interviewleitfaden sollte zunächst mit einer kurzen Einleitung beginnen, mit dem Zweck, die befragten Schülerinnen und Schüler über die Zielsetzung, Datensicherung und Aufzeichnung der Interviews / Anonymität zu informieren. [vgl. *Gläser & Laudel*, 2006, S. 139 ff]

Anschließend werden die einzelnen Fragen im Interviewleitfaden aufgelistet. Die Reihenfolge der Fragestellung spielt dabei eine wesentliche Rolle. Die erste Frage sollte eine Art „Aufwärmfrage“ darstellen, die sich von den Befragten einfach beantworten lässt und somit zur Auflockerung des Arbeitsklimas beiträgt. Die Anordnung der weiteren Fragen sollte nach ihrer inhaltlichen Thematik erfolgen, um einen reibungslosen Ablauf des Gesprächs zu gewährleisten.

Der Interviewleitfaden, welcher im Anhang [Anhang B] beigefügt ist, wurde grob in drei Hauptteile unterteilt. Diese Gliederung erfolgte in Verbindung mit den drei zu Grunde liegenden Forschungsfragen. Die erste Forschungsfrage wurde im Zuge der Befragung

aufgrund der Tatsache, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler bereits mit dem Begriff „Radioaktivität“ konfrontiert wurde, als „Aufwärmfrage“ verwendet. Anschließend wurden die Eigenschaften von Radioaktivität behandelt. Im Zuge dessen wurde auch nach der Gefährlichkeit im Vergleich zu anderen, bereits bekannten Strahlungsarten gefragt. Um die Ergebnisse dieser Frage anschaulich zu gestalten wurde eine Skala von eins bis zehn verwendet, auf der die Schülerinnen und Schüler die jeweiligen Strahlungsarten platzieren sollten. Dies sollte den Lernenden eine individuelle Erstellung der Reihenfolge hinsichtlich Gefährlichkeit der einzelnen Arten von Strahlung ermöglichen. Im Anschluss an die Eigenschaften von Radioaktivität wurde die Bestrahlung von verschiedenen Objekten behandelt. Grundlage hierfür stellt die dritte Forschungsfrage dar. Abschließend wurde nach den Begriffen „Kontamination“ bzw. „Dekontamination“ gefragt. Hierfür wurden zwei Bilder zu Verfügung gestellt, welche bei den Materialien im Anhang [Anhang C] ersichtlich sind. Im Zuge dessen wurden die Begriffe „Kontamination“ und „Bestrahlung“ gegenübergestellt und die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler dazu aufgegriffen.

5.3. Durchführung der Untersuchung

Die Durchführung der vorliegenden Untersuchung erfolgte Anfang Mai 2018 an einem Bundesgymnasium / Bundesrealgymnasium in der Süd-Ost-Steiermark. Zunächst wurde die Einverständniserklärung durch die Direktion bestätigt, bevor die Kontaktaufnahme mit den jeweiligen Physiklehrkräften der beiden Klassen erfolgen konnte. Die Erlaubnis der Eltern für die Aufzeichnung der Interviews wurde ebenfalls über den Direktor der Schule eingeholt. Abschließend erfolgte die Zusicherung der Anonymität und der vertrauliche Umgang mit den erhaltenen Daten.

5.3.1. Auswahlkriterien

Für die vorliegende empirische Untersuchung wurden, wie bereits zuvor erwähnt, 20 Schülerinnen und Schüler der 10. Schulstufe herangezogen. Einen wesentlichen Grund für diese Auswahl stellt der Lehrplan Physik der AHS Oberstufe des *BMBF* (2004) dar, welcher in der 11. bzw. 12. Schulstufe die Behandlung kernphysikalischer Grundlagen und damit ionisierender Strahlung und die Problematik des Umgangs mit Quellen ionisierender Strahlung vorsieht [siehe Kapitel 5.1.1.]. Aufgrund der Tatsache, dass der Lehrplan dieses Themengebiet erst in der 11. oder 12. Schulstufe vorsieht, erwiesen sich die Schülerinnen und Schüler der 10. Schulstufe als geeignete Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Untersuchung.

5.3.2. Rahmenbedingungen

Die Durchführung der Befragung mittels Leitfadeninterviews erfolgte anhand von Schülerinnen und Schülern der beiden 6. Klassen des Bundesrealgymnasiums (10. Schulstufe). Hierfür wurden 11 Mädchen und 9 Burschen aus diesen beiden Klassen ausgewählt. Die Auswahl der Schülerinnen und Schüler erfolgte per Zufallsprinzip. Dabei wurde ein möglichst ausgewogenes Verhältnis zwischen den beiden Geschlechtern angestrebt. Da beide Klassen eine wesentlich höhere SchülerInnenanzahl aufweisen, erwies sich dieses Vorhaben zunächst als gar nicht so einfach. Dennoch war es möglich, ein ausgewogenes Verhältnis von 11 Mädchen zu 9 Burschen zu finden.

5.3.3. Befragung

Die verantwortlichen Physiklehrkräfte wurden bereits im Vorfeld darüber informiert, das Thema der Befragung vor den Schülerinnen und Schülern geheim zu halten. Dies dient in erster Linie zur Sicherstellung, dass die Befragten keine Möglichkeiten besitzen, sich im Vorhinein über das Thema zu informieren, da dies zu einer Verfälschung der

Ergebnisse führen würde. Zusätzlich wurden auch die Schülerinnen und Schüler im Anschluss an deren Befragung gebeten, keine Informationen über das Thema der Interviews an ihre Mitschülerinnen und Mitschüler zu übermitteln.

Noch vor dem Start der Befragung wurden die Schülerinnen und Schüler gemeinsam in der Klasse über deren Zweck aufgeklärt. Auch wurde verdeutlicht, dass es sich bei den Gesprächen um keine „Prüfung“ handelt. Vermeintlich falsche Antworten würden keinesfalls negativ bewertet werden. Im Zuge dieser Vorbesprechung erfolgte ebenfalls die Zusicherung der Anonymität und der vertrauliche Umgang mit den Daten.

Nach Absprache mit den zuständigen Lehrpersonen wurden die Schülerinnen und Schüler einzeln aus dem Unterricht gebeten und auf dem Gang vor dem Physik- /Chemie- und Biologiesaal interviewt. Hierfür standen Tische und Sesseln zur Verfügung, welche es erlaubten, die benötigten Materialien für die Befragung bereits im Vorfeld vorzubereiten. Der Zeitraum der Befragung erstreckte sich vom Beginn der vierten bis zum Ende der sechsten Stunde.

Zu Beginn der Interviews wurde den Schülerinnen und Schülern erneut deren Anonymität zugesichert. Hierfür wurde ein individuelle Code [siehe Anhang C, Interviewcode] erstellt, welcher vor dem Start der Befragung gemeinsam ausgefüllt und mit dem Diktiergerät aufgezeichnet wurde. Dieser Code bietet zudem auch noch die Sicherstellung der korrekten Zuordnung der jeweiligen Interviews. Die Gesprächsdauer betrug im Schnitt zwischen fünf und sieben Minuten. Die Vor- und Nachteile dieser relativ kurz gewählten Dauer werden im Zuge der Ergebnisdiskussion unter Kapitel 8 genauer erläutert. Nach Beendigung der Interviews erhielt jede/r Teilnehmer/in eine Kleinigkeit zum Naschen als Belohnung für die Teilnahme an der Befragung.

6. Auswertungsverfahren – Qualitative Inhaltsanalyse

Die Auswertung der durchgeführten Untersuchung erfolgt mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach *Mayring* (2015). Diese Methode eignet sich hervorragend für die Analyse kleiner Stichproben. Die qualitative Inhaltsanalyse berücksichtigt einerseits die für die Forschung relevanten Einzelfaktoren und ermöglicht andererseits die Aufdeckung möglicher Zusammenhänge dieser Faktoren. Qualitative Analysen zur Hypothesenfindung ermöglichen in weiterer Folge die Bildung relevanter Theorien, worauf *Glaser* und *Strauss* (1979) mit folgendem Zitat hinweisen:

„Ganz gleich, welchen Typus von qualitativen Daten man vorzieht, alle scheinen außerordentlich gut für die Entdeckung gegenstandsbezogener Theorien in den Bereichen und Problemfeldern der Soziologie geeignet zu sein.“

[*Glaser, Strauss* (1979), S. 108]

Da die vorliegende empirische Untersuchung auf einer Befragung mittels Interviews beruht, erfolgt zunächst durch Transkription eine Erstellung der auszuwertenden Daten aus den vorhandenen Audioaufnahmen. Diese Transkription der Interviews unterliegt bestimmten Regeln, um vorliegende Materialien gleichermaßen auswerten zu können. (vgl. *Mayring*, 2015, S. 51 ff)

Nach der Erstellung der auszuwertenden Daten muss zunächst die passende Analysetechnik bestimmt werden. *Mayring* (2015) unterscheidet hierbei zwischen folgenden drei Grundformen des Interpretierens:

- Zusammenfassung,
- Explikation und
- Strukturierung.

Es kann auch eine Kombination dieser Analyseformen untereinander angewendet werden. Um eine genaue Beschreibung des Ablaufs zu ermöglichen muss eine weitere Differenzierung dieser drei Grundformen erfolgen. Unabhängig von der angewandten Analysetechnik werden hierbei Kategoriensysteme festgelegt.

Bei der **zusammenfassenden Inhaltsanalyse** erfolgt eine Berücksichtigung des gesamten Materials mit einer anschließenden systematischen Reduktion auf das Wesentliche. *Mayring* (2015) spricht von einer Art induktiver Kategorienbildung, wenn bei der Reduktion auf das Wesentliche nur bestimmte, zuvor definierte Bestandteile berücksichtigt werden.

Bei den **Explikationen** unterscheidet er zwischen enger und weiter Kontextanalyse. Bei der engen Kontextanalyse wird bei der Erläuterung einer Textpassage auf den Textkontext zurückgegriffen, während hingegen bei der weiten Kontextanalyse zusätzliches Material über den Textkontext hinaus erlaubt ist.

Bei der **Strukturierung** erfolgt ebenfalls eine Differenzierung zwischen diversen Untergruppen. Bei all diesen wird bereits im Vorfeld ein Hauptkategoriensystem festgelegt, *Mayring* (2015) spricht hierbei von deduktiver Kategorienanwendung. Er unterscheidet bei den Strukturierungen zwischen formaler, inhaltlicher, typisierender und skalierender Strukturierung. Die formale Strukturierung sieht eine Hervorhebung einer inneren Struktur vor, während die inhaltliche Strukturierung auf eine Extraktion und anschließende Zusammenfassung von Materialien zu bestimmten Inhalten abzielt. Bei der typisierenden Strukturierung erfolgt eine genauere Beschreibung einzelner auffälliger Ausprägungen im Material. Die skalierende Strukturierung sieht eine Einschätzung der Materialien nach Dimensionen in Form von unterschiedlichen Skalen vor.

Die Auswertung der Transkriptionen erfolgte vorwiegend unter Verwendung der induktiven Kategorienbildung. Wie bereits zuvor erwähnt handelt es sich bei der induktiven Kategorienbildung um eine zusammenfassende Inhaltsanalyse, welche nach *Mayring* (2015) unter die Analysetechnik der Zusammenfassung fällt. Die Grundlage der induktiven Kategorienbildung stellen die erhobenen Daten selbst dar, während hingegen das Hauptaugenmerk des deduktiven Ansatzes der Theorie zu Grunde liegt. Bei der induktiven Kategorienbildung werden die Transkriptionen zunächst paraphrasiert, anschließend generalisiert und letztendlich mindestens einmal reduziert. Bei der Reduktion muss darauf geachtet werden, dass die gebildeten Kategorien immer noch mit den ursprünglichen Aussagen in Verbindung gebracht werden können. [vgl. *Mayring* 2015, S. 68 ff]

Nachfolgende Abbildungen zeigen Beispiele für die induktive Kategorienbildung:

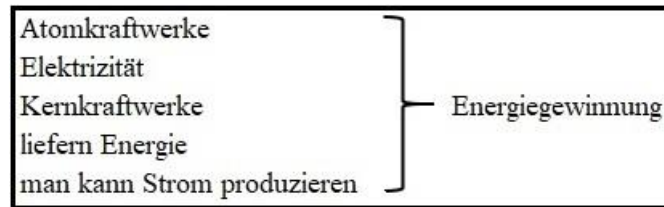


Abbildung 11: Zusammensetzung der Kategorie: "Energiegewinnung"

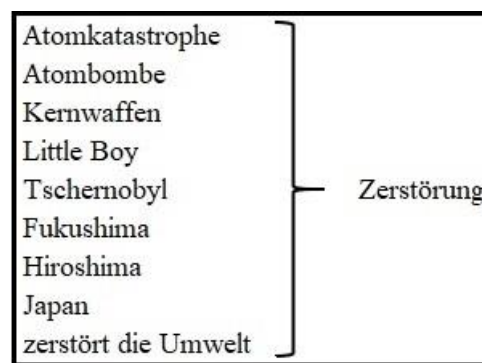


Abbildung 12: Zusammensetzung der Kategorie: "Zerstörung"

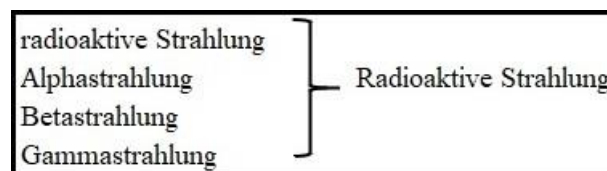


Abbildung 13: Zusammensetzung der Kategorie: "Radioaktive Strahlung"

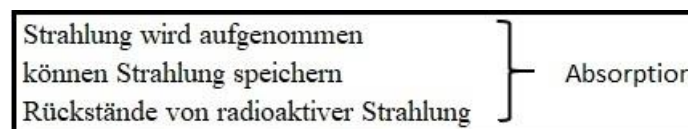


Abbildung 14: Zusammensetzung der Kategorie: "Absorption"

Unter Verwendung dieser induktiven Kategorien wurde für die Auswertung ein Kodier Manual erstellt, welches im Anhang [Anhang D] beigelegt ist. Dieses beinhaltet die Definitionen der erstellten Kategorien sowie zugehörige Beispiele und deren angemessene Zuordnung anhand der Kodier-Regeln.

Zuletzt sei noch anzumerken, dass bei der Auswertung von Fragen, deren Antworten mehrere relevante Begriffe beinhalteten nicht die gesamte Anzahl der Interviews, sondern die gesamte Anzahl der genannten Begriffe als Bezugsmenge verwendet wurde. Dies betrifft vor allem die Fragen zu den Assoziationen mit dem Begriff „Radioaktivität“ und deren Eigenschaften.

7. Ergebnisse

Im folgenden Kapitel erfolgt eine überblicksmäßige Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Forschungsfragen. Die graphische Auswertung beinhaltet jeweils die Darstellung der Ergebnisse hinsichtlich der Gesamtanzahl an Schülerinnen und Schülern sowie auch den Vergleich zwischen den beiden Geschlechtern.

7.1. Ergebnisse in Bezug auf die 1. Forschungsfrage

Da bei der Beantwortung der Frage nach den Assoziationen zum Begriff „Radioaktivität“ von den Schülerinnen und Schülern häufig mehrere, unterschiedliche Begriffe genannt wurden, erfolgte die Auswertung unter Verwendung der Anzahl der genannten Begriffe als Bezugsgröße. Bei der Auswertung ergaben sich demnach vier Hauptkategorien: Strahlung, Energiegewinnung, Zerstörung und Schädlichkeit.

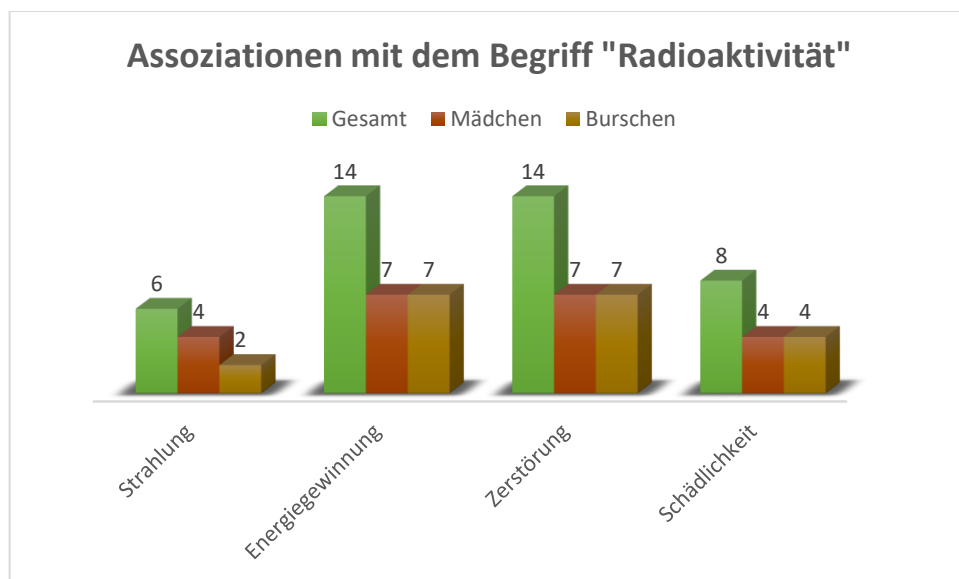


Abbildung 15: Assoziationen mit dem Begriff: "Radioaktivität"

Aus dem oben dargestellten Diagramm ist ersichtlich, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler aus der Sekundarstufe II den Begriff „Radioaktivität“ mit

„Energiegewinnung“ und „Zerstörung“ verbinden, gefolgt von den Aspekten „Schädlichkeit“ und „Strahlung“.

In weiterer Folge hat sich gezeigt, dass sich die Assoziationen hinsichtlich des Geschlechtes kaum unterscheiden. Lediglich in Bezug auf den Begriff „Strahlung“ konnte ein Unterschied festgestellt werden. Im Gegensatz zu den männlichen Probanden verknüpften doppelt so viele Schülerinnen den Begriff „Radioaktivität“ mit „Strahlung“. Ansonsten konnten keine wesentlichen Auffälligkeiten festgestellt werden.

7.2. Ergebnisse in Bezug auf die 2. Forschungsfrage

Im Zuge der Interviews wurden die Schülerinnen und Schüler nach den Eigenschaften von „Radioaktivität“ gefragt. Aufgrund der erhaltenen Antworten ergibt sich bei der Auswertung eine Unterteilung in drei Hauptkategorien: Wahrnehmung, Gefährlichkeit und Vorstellungen zur Strahlungsart von „Radioaktivität“. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt getrennt nach den jeweiligen Kategorien.

Wahrnehmung von „Radioaktivität“

Wie schon zuvor bei den Assoziationen mit dem Begriff „Radioaktivität“ beinhalteten die Antworten der Schülerinnen und Schüler häufig mehrere, unterschiedliche Begriffe. Aus diesem Grund erfolgte die Auswertung ebenfalls unter Verwendung der Anzahl der genannten Begriffe als Bezugsgröße.

Anhand nachfolgender Grafik lässt sich erkennen, dass der Großteil der befragten Schülerinnen und Schüler der Meinung ist, dass „Radioaktivität“ ausschließlich anhand von Messgeräten und anhand von Folgeschäden wahrnehmbar ist. Knapp zwei Drittel der Lernenden waren der Ansicht, dass „Radioaktivität“ für den Menschen selbst nicht wahrnehmbar (sichtbar oder spürbar) ist.

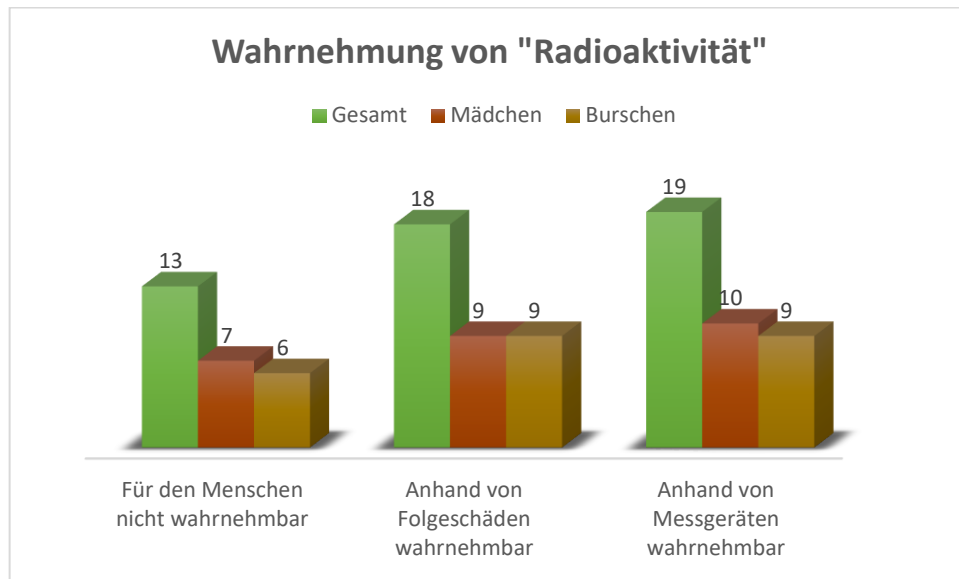


Abbildung 16: Wahrnehmung von "Radioaktivität"

Aus dem oben dargestellten Diagramm ist ersichtlich, dass sich bei den Antworten in Bezug auf das Geschlecht der Schülerinnen und Schüler keine nennenswerten Unterschiede zeigten.

Gefährlichkeit von Gammastrahlung im Vergleich zu UV- und Röntgenstrahlung

Bei der Frage nach der Gefährlichkeit von Gammastrahlung erfolgte die Auswertung anhand einer Skala von eins bis zehn, wobei eins ungefährlich und zehn sehr gefährlich bedeutet. Zusätzlich zur Gammastrahlung wurde auch die Einschätzung der Gefährlichkeit von UV-Strahlung und Röntgenstrahlung eingeholt, um konkrete Vergleichswerte zu sammeln.

Abbildung 17 zeigt die Ergebnisse hinsichtlich der Einschätzung der Gefährlichkeit von Gammastrahlung im Vergleich zu UV-Strahlung und Röntgenstrahlung.

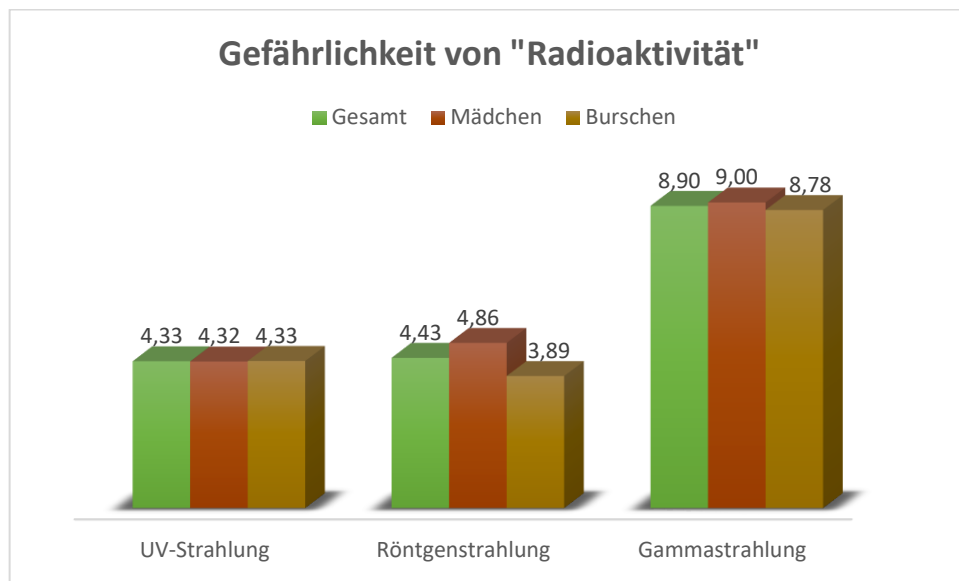


Abbildung 17: Gefährlichkeit von "Radioaktivität"

Aus der Grafik ist ersichtlich, dass Gammastrahlung von allen Befragten als gefährlichste der genannten Strahlungsarten eingestuft wurde. UV-Strahlung und Röntgenstrahlung wurden im Vergleich dazu als mäßig gefährlich eingestuft. Hinsichtlich des Geschlechts zeigten sich bei der Einschätzung der Gefährlichkeit von UV-Strahlung und Gammastrahlung im Gegensatz zur Röntgenstrahlung kaum Unterschiede. Schülerinnen schätzen die Gefährlichkeit von Röntgenstrahlung im Allgemeinen etwas höher ein, als deren Mitschüler.

Vorstellungen zur Strahlungsart von „Radioaktivität“

Die Antworten auf die Frage nach der Strahlungsart von „Radioaktivität“ wurden bei der Auswertung in folgende drei Kategorien eingeordnet: „radioaktive Strahlung“, „elektromagnetische Strahlung“ und „keine Ahnung“.

Im Gegensatz zur Auswertung der 1. Forschungsfrage und den Vorstellungen zur Wahrnehmung von „Radioaktivität“ vorhin erfolgte die Auswertung hierbei nicht unter Verwendung der Anzahl der genannten Begriffe als Bezugsmenge, sondern anhand der Anzahl an befragten Schülerinnen und Schülern.

Abbildung 18 stellt die Ergebnisse der Vorstellungen zur Strahlungsart von „Radioaktivität“ dar.

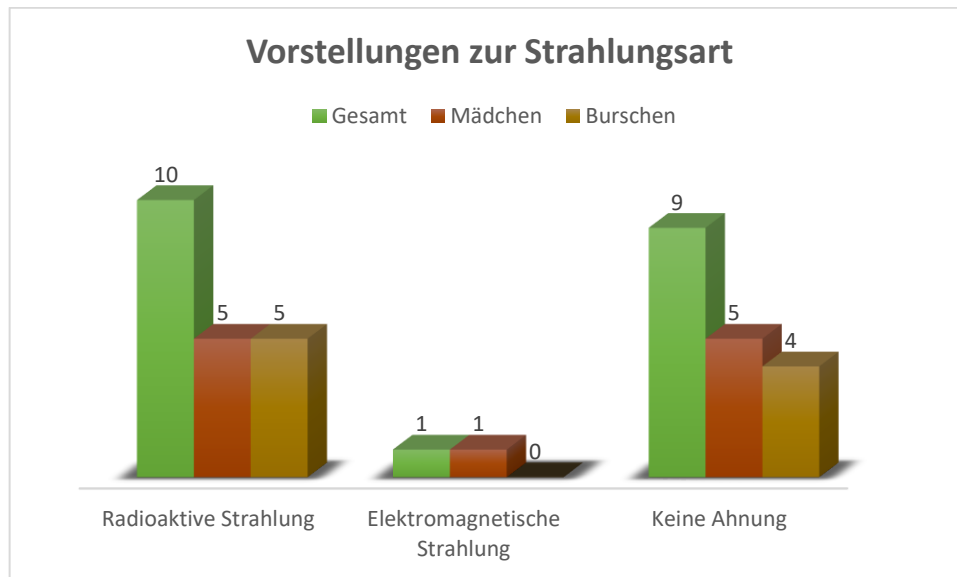


Abbildung 18: Vorstellungen zur Strahlungsart von "Radioaktivität"

Aus dem Diagramm lässt sich eindeutig erkennen, dass die meisten Schülerinnen und Schüler „Radioaktivität“ mit „radioaktiver“ Strahlung assoziieren. Dies zeigte sich durch Antworten wie: „Gammastrahlung?“, „Handelt es sich dabei um Alphastrahlung?“. Lediglich eine Schülerin ordnete „Radioaktivität“ in die Kategorie „elektromagnetische Strahlung“ ein. Der Begriff „ionisierende Strahlung“ wurde kein einziges Mal genannt. Die Befragung zeigte ebenfalls, dass ein Großteil der Lernenden, nämlich nahezu die Hälfte, überhaupt keine Vorstellung zur Strahlungsart von „Radioaktivität“ hatte. In Bezug auf geschlechterspezifische Antworten gibt es keine nennenswerten Unterschiede.

7.3. Ergebnisse in Bezug auf die 3. Forschungsfrage

Dieses abschließende Kapitel behandelt die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu den Wechselwirkungen der einzelnen Strahlungsarten mit verschiedenen Objekten. Ebenso werden die Begriffe „Kontamination“ und „Bestrahlung“ aufgegriffen und die

Assoziationen zu deren Bedeutung bzw. Unterscheidung dargestellt. Die anschließende Auswertung erfolgte hierbei stets unter Verwendung der Anzahl an Schülerinnen und Schülern als Bezugsmenge.

Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Erdbeeren / Menschen / Raumwänden

Im Zuge der Befragung wurden die Schülerinnen und Schüler nach der Wechselwirkung von UV-Strahlung mit verschiedenen Objekten gefragt.

Abbildung 19 zeigt die Vorstellungen der Lernenden zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Erdbeeren.

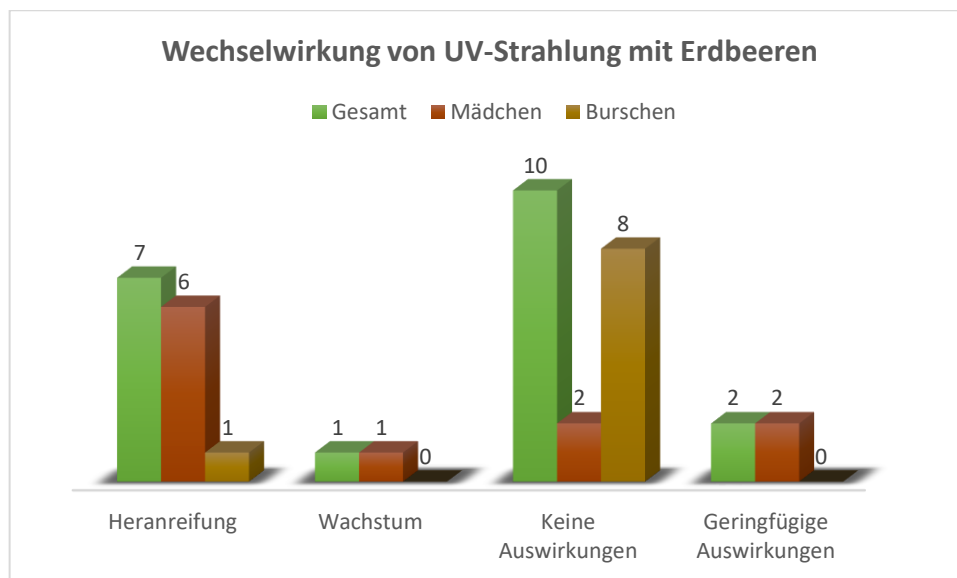


Abbildung 19: Vorstellungen zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Erdbeeren

Etwas mehr als ein Drittel der Befragten war der Meinung, dass die Bestrahlung von Erdbeeren mit UV-Strahlung zum Reifeprozess beiträgt. Von diesen sieben Antworten bezogen auf das Heranreifen der Erdbeeren handelte es sich um sechs Schülerinnen und einen Schüler. Auch zeigte sich, dass genau die Hälfte der Schülerinnen und Schüler die Vorstellung besaß, dass die Bestrahlung von Erdbeeren mit UV-Strahlung keinerlei Auswirkungen auf diese habe. Hinsichtlich des Geschlechtes wurden auch hierbei große Unterschiede aufgezeigt. Von den zehn Antworten zu diesem Aspekt handelte es sich um

acht Burschen und zwei Mädchen. Ein sehr kleiner Anteil der Befragten, ausschließlich Schülerinnen, war der Meinung, dass eine Bestrahlung von Erdbeeren mit UV-Strahlung nur geringfügige Auswirkungen hervorrufen würde. In Bezug auf das Geschlecht ist eindeutig ersichtlich, dass nahezu alle Schüler die Ansicht besaßen, dass es bei der Bestrahlung von Erdbeeren mit UV-Strahlung zu keinen Auswirkungen kommt. Schülerinnen hingegen schrieben der Bestrahlung mit UV-Strahlung eindeutige Wirkungen zu.

Die Vorstellungen zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit einem Menschen oder einem Lebewesen sind in Abbildung 20 dargestellt.

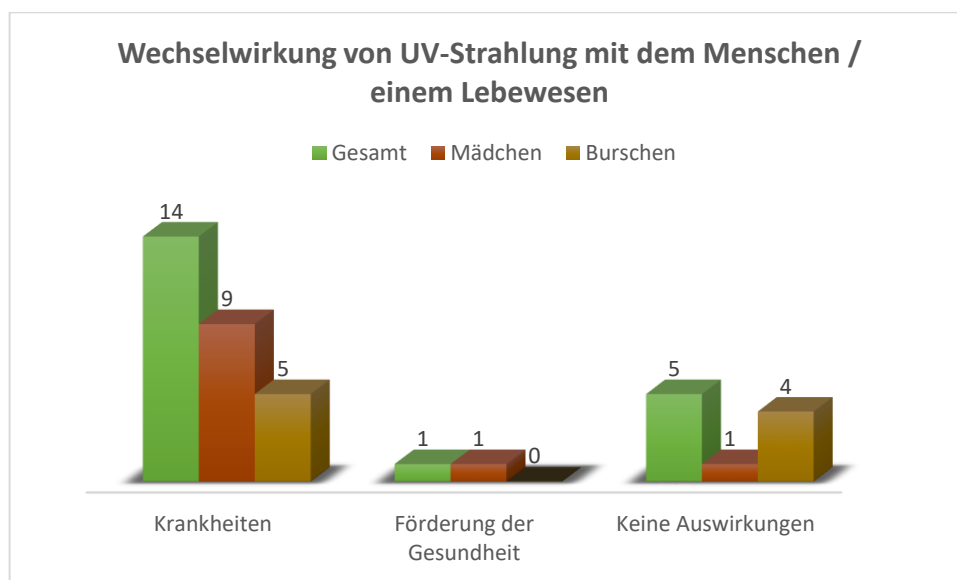


Abbildung 20: Vorstellungen zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit dem Menschen

Aus dieser Grafik lässt sich eindeutig erkennen, dass ein Großteil der Schülerinnen und Schüler die UV-Bestrahlung eines Menschen mit dadurch auftretenden Krankheiten in Verbindung bringt. Diese Assoziation zeigte sich durch Antworten wie: „Man bekommt einen Sonnenbrand.“, „Das kann zu Hautkrebs führen.“ oder „UV ist schlecht für die Augen.“. Lediglich eine Schülerin war der Ansicht, dass UV-Strahlung gesundheitsförderlich sei, da Menschen Vitamin D benötigen, welches durch Sonnenlicht geliefert wird. In Bezug auf das Geschlecht zeigten sich bei den Antworten

erwähnenswerte Unterschiede. Während die Mehrheit der Schülerinnen der Meinung war, dass UV-Strahlung Krankheiten auslösen kann, teilten diese Ansicht nur etwa die Hälfte der Schüler. Die andere Hälfte der männlichen Probanden schrieb der Bestrahlung mit UV-Strahlung keine Auswirkungen zu.

Abbildung 21 zeigt die Vorstellungen zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Wänden in einem Raum.

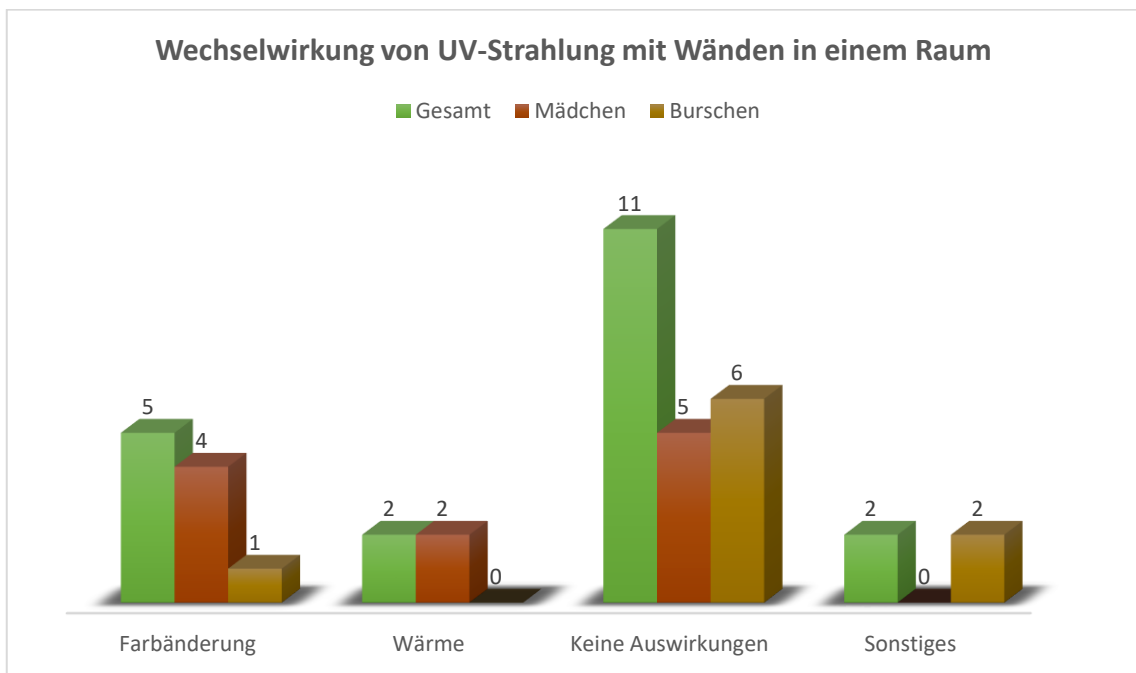


Abbildung 21: Vorstellungen zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Wänden in einem Raum

Aus dem Diagramm lässt sich auf den ersten Blick erkennen, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler die Ansicht teilt, dass eine Bestrahlung von Wänden in einem Raum keine Auswirkungen zur Folge hat. Die Anzahl an Schülerinnen und Schüler weist hinsichtlich dieses Aspektes ein Gleichgewicht auf. Im Gegensatz dazu verbinden etwas mehr als die Hälfte der Schülerinnen die Bestrahlung von Wänden mit UV-Strahlung mit einer Änderung der Farbe bzw. einer Erwärmung. Lediglich zwei Burschen hatten andere Vorstellungen zu den Auswirkungen einer Bestrahlung von Wänden mit UV-Strahlung, welche unter die Kategorie „Sonstiges“ eingeordnet wurden. Diese beinhaltet Antworten

wie: „Man kann Blutrückstände und bestimmte Bakterien erkennen.“ oder „Man kann durch die Wände durchschauen.“.

Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Erdbeeren / Menschen / Raumwänden

Nach der Beantwortung der Frage zu den Wechselwirkungen von UV-Strahlung mit verschiedenen Objekten wurden die Schülerinnen und Schüler nach ihren Vorstellungen zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit denselben Objekten gefragt. Diese sind in Abbildung 22 dargestellt.

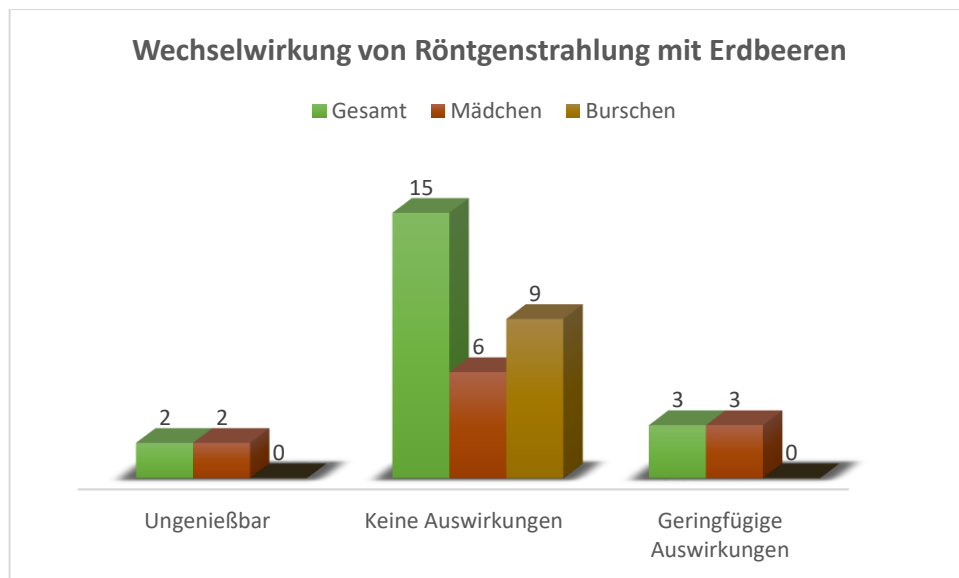


Abbildung 22: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Erdbeeren

Die oben dargestellte Grafik verdeutlicht, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler die Meinung vertritt, dass eine Bestrahlung von Erdbeeren mit Röntgenstrahlung keine Auswirkungen auf diese hat. Hinsichtlich des Geschlechtes lässt sich erkennen, dass die gesamten Schüler dieser Meinung waren, im Gegensatz zu knapp mehr als der Hälfte der Schülerinnen. Knapp die Hälfte der weiblichen Probandinnen schrieb der Bestrahlung von Erdbeeren mit Röntgenstrahlung geringfügige Auswirkungen zu.

Abbildung 23 veranschaulicht die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit dem Menschen bzw. einem Lebewesen.

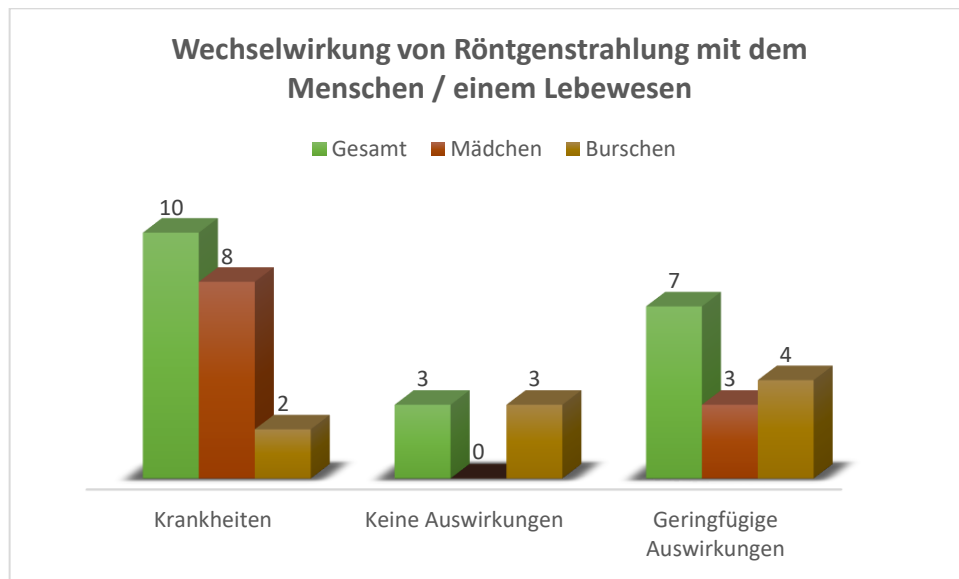


Abbildung 23: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit dem Menschen

Aus diesem Diagramm ist ersichtlich, dass genau die Hälfte der Befragten die Bestrahlung eines Menschen mit Krankheiten in Verbindung bringt, während hingegen knapp mehr als ein Drittel geringfügige Auswirkungen erwartet. Der Rest vertritt die Meinung, dass eine Bestrahlung mit Röntgenstrahlung keine Auswirkungen auf den Menschen hat. Die Grafik zeigt auch, dass der Großteil der weiblichen Teilnehmerinnen Röntgenstrahlung die Entstehung von Krankheiten zuschreibt, während hingegen nur zwei Burschen diese Meinung teilten. Ausschließlich Schüler waren der Ansicht, dass die Bestrahlung mit Röntgenstrahlung keine Auswirkungen auf den Menschen hat. Geringfügige Auswirkungen wurden von beiden Geschlechtern nahezu gleichermaßen oft genannt.

Die Vorstellungen zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Wänden in einem Raum sind in Abbildung 24 dargestellt.

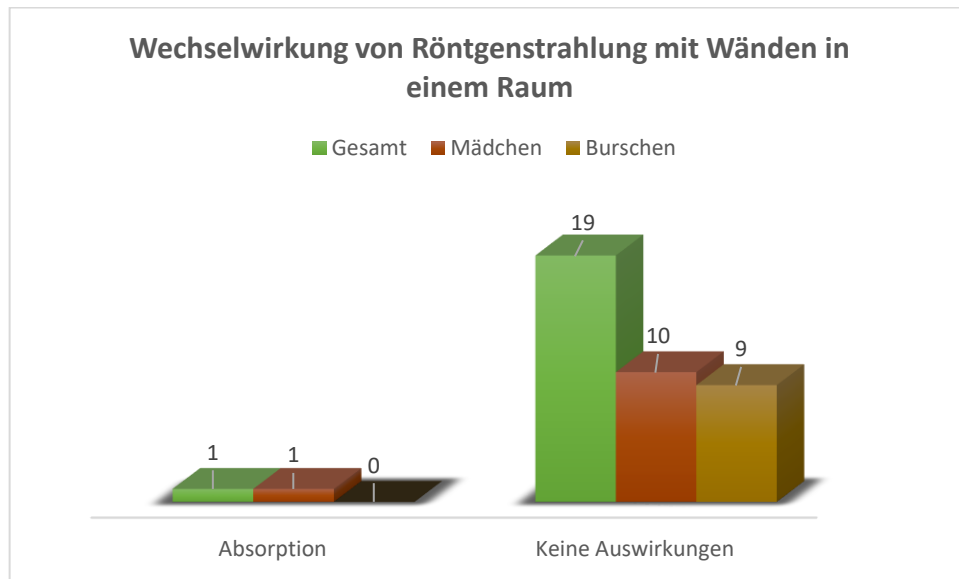


Abbildung 24: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Wänden in einem Raum

Die graphische Darstellung verdeutlicht, dass nahezu alle Schülerinnen und Schüler die Meinung teilten, dass eine Bestrahlung mit Röntgenstrahlung keine Auswirkungen auf die Wände in einem Raum hat. Lediglich eine Schülerin war der Ansicht, dass Röntgenstrahlung von den Wänden absorbiert wird. Dies äußerte sich durch die Antwort: „Die Wände sind dann sehr verstrahlt.“.

Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Erdbeeren / Menschen / Raumwänden

Letztendlich wurden die Schülerinnen und Schüler auch noch nach deren Vorstellungen zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit denselben Objekten gefragt.

Abbildung 25 veranschaulicht die Vorstellungen der Lernenden zur Bestrahlung von Erdbeeren mit Gammastrahlung.

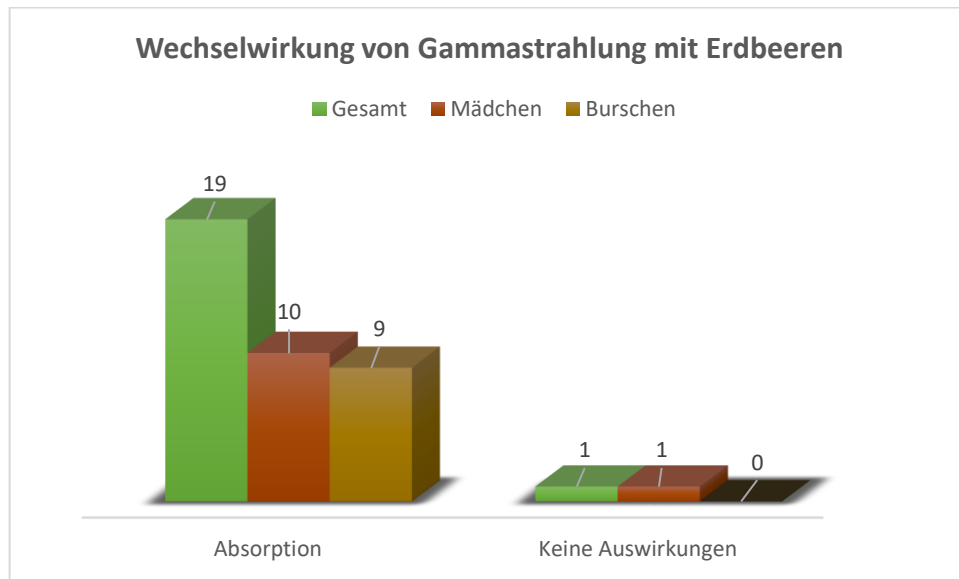


Abbildung 25: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Erdbeeren

Aus der Grafik ist ersichtlich, dass nahezu alle Befragten der Meinung waren, dass Gammastrahlung von den Erdbeeren absorbiert wird. Dies äußerte sich bei den Antworten nicht durch die Verwendung des Begriffes „absorbiert“, sondern durch Aussagen wie beispielsweise: „Veränderung im Inneren“, „werden radioaktiv“ oder „verstrahlt“. Lediglich eine Schülerin vertrat die Ansicht, dass eine Bestrahlung von Erdbeeren mit Gammastrahlung keine Auswirkungen auf diese haben würde.

Die Vorstellungen seitens Schülerinnen und Schüler zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit einem Menschen bzw. einem Lebewesen sind in Abbildung 26 dargestellt.

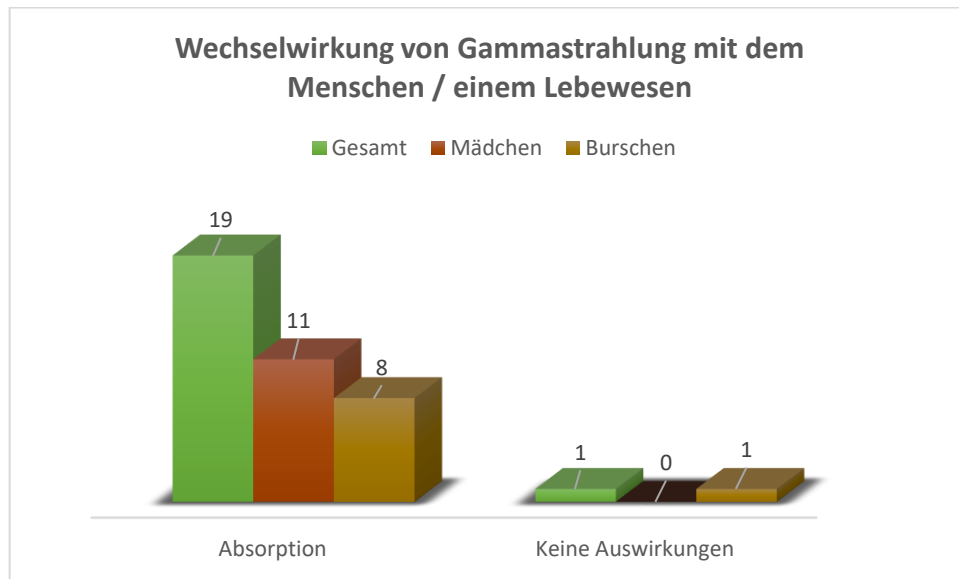


Abbildung 26: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit dem Menschen

Wie schon zuvor bei der Bestrahlung von Erdbeeren zeigt auch diese Auswertung, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler die Ansicht vertritt, dass Gammastrahlung im Falle einer Bestrahlung vom Menschen absorbiert wird. Die Antworten lauteten beispielsweise: „Änderung im Inneren“, „Krankheiten entstehen“ oder „Produktion von Krebszellen“. Lediglich ein Schüler war der Meinung, dass die Bestrahlung eines Menschen mit Gammastrahlung keine Auswirkungen auf diesen haben würde.

Abbildung 27 veranschaulicht die Vorstellungen der Probandinnen und Probanden zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Wänden in einem Raum.

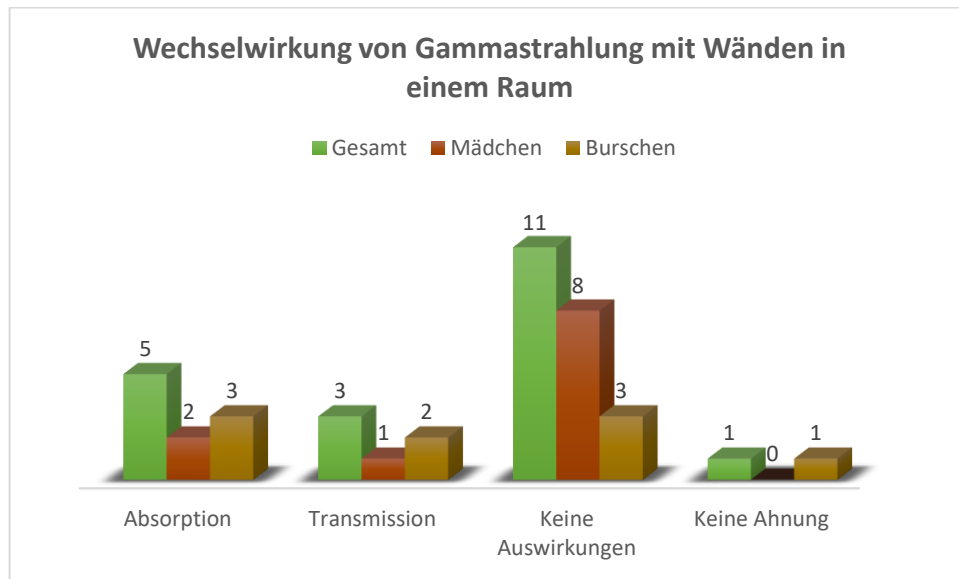


Abbildung 27: Vorstellungen zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Wänden in einem Raum

Aus der Grafik ist ersichtlich, dass knapp mehr als die Hälfte der Lernenden die Meinung vertreten, dass eine Bestrahlung von Wänden mit Gammastrahlung keine Auswirkungen auf diese hat. Dennoch zeigte sich, dass einige Schülerinnen und Schüler der Ansicht waren, dass Gammastrahlung im Falle einer Bestrahlung von den Raumwänden absorbiert wird. Dies äußerte sich zum Beispiel durch folgende Antworten: „Strahlung wird von den Wänden aufgenommen“ oder „Rückstände von radioaktiver Strahlung“. Im Gegensatz dazu äußerten eine Schülerin und zwei Schüler auch die Meinung, dass eine Bestrahlung von Wänden mit Gammastrahlung zu „Transmission“ führen könnte. Dies erfolgte durch Antworten wie beispielsweise: „es geht halt durch“ oder „die Strahlung wird durchgehen“. Nennenswerte Unterschiede hinsichtlich des Geschlechtes der Schülerinnen und Schüler zeigten sich bei der Kategorie „keine Auswirkungen“. Während hingegen die Mehrheit der Mädchen der Meinung war, dass eine Bestrahlung von Wänden mit Gammastrahlung keine Auswirkungen habe, teilten diese Ansicht nur ein Drittel der befragten Burschen.

Assoziationen mit dem Begriff „Kontamination“

Vor dem Einholen der Assoziationen mit dem Begriff „Kontamination“ wurden die Schülerinnen und Schüler gefragt, ob sie die Begriffe „Kontamination“ oder „Dekontamination“ schon einmal gehört haben. Das Ergebnis dieser Frage ist in Abbildung 28 dargestellt.

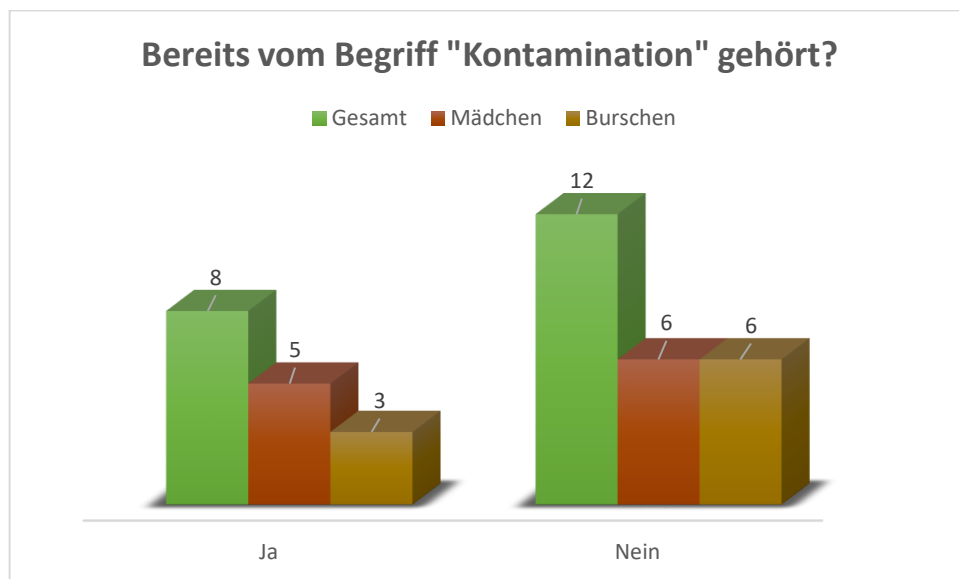


Abbildung 28: Bekanntheit des Begriffes "Kontamination"

Aus dieser Grafik ist ersichtlich, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler noch nicht von dem Begriff „Kontamination“ gehört hat. Als jedoch ein Bild gezeigt wurde, welches im Anhang [Anhang C, Materialien] beigefügt ist, antworteten die meisten von ihnen mit: „Ja, das hab ich schon einmal irgendwo gesehen.“. Die Antworten auf die Frage nach den Assoziationen mit dem Begriff „Kontamination“, welche im Anschluss repräsentiert werden, sind aus diesem Grund mit äußerster Vorsicht zu genießen, da sie von den Lernenden mit großer Wahrscheinlichkeit ad hoc konstruiert wurden.

Abbildung 29 veranschaulicht die Assoziationen der Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff „Kontamination“.

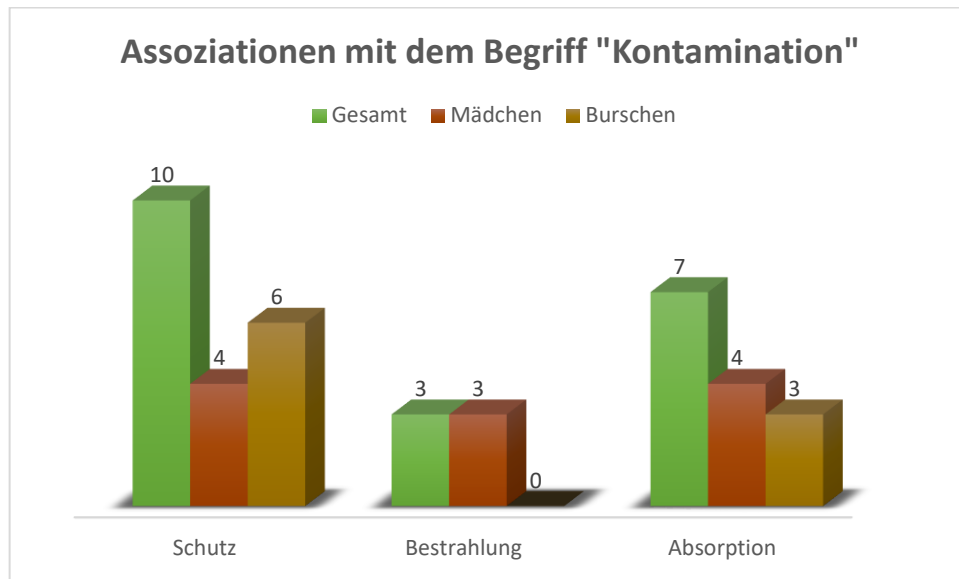


Abbildung 29: Assoziationen mit dem Begriff "Kontamination"

Aus dieser Grafik lässt sich erkennen, dass die Hälfte der Schülerinnen und Schüler den Begriff „Kontamination“ mit „Schutz“ in Verbindung bringt. Dies äußerte sich durch Antworten wie beispielsweise: „geschützt sein vor Strahlung“ oder „abgesichert sein“. Knapp zwei Drittel teilten die Meinung, dass das Wort „Kontamination“ in Zusammenhang mit „Absorption“ steht. Zugehörige Antworten lauteten beispielsweise: „verstrahlt?“, „verseucht?“ oder „infiziert von Strahlung“. Drei Schülerinnen assoziierten den Begriff „Kontamination“ mit Bestrahlung. In Bezug auf das Geschlecht der Lernenden gibt es keine erwähnenswerten Unterschiede hinsichtlich der Antworten. Die Vorstellungen zur Unterscheidung zwischen den Begriffen „Kontamination“ und „Bestrahlung“ seitens der Schülerinnen und Schüler sind in Abbildung 30 ersichtlich.

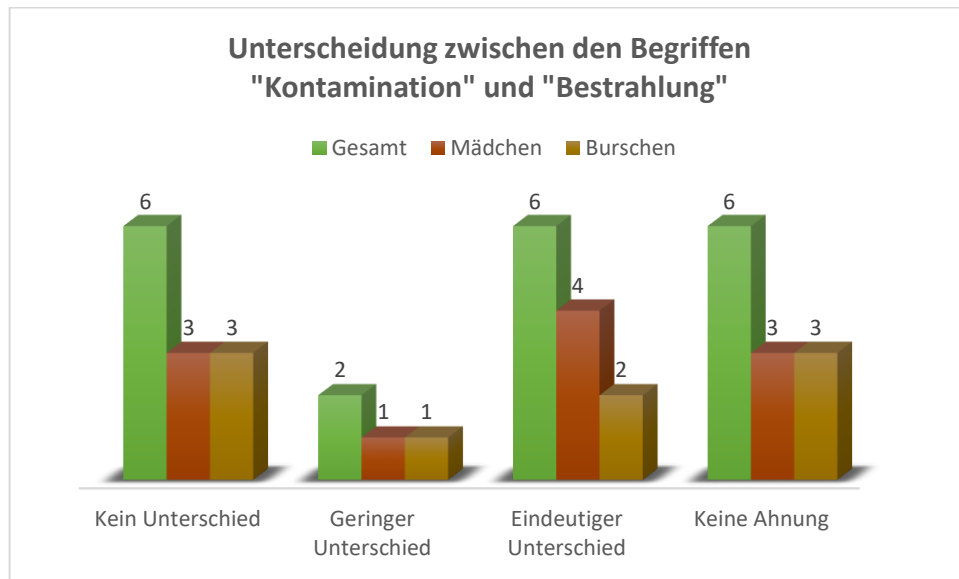


Abbildung 30: Unterscheidung zwischen den Begriffen "Kontamination" und "Bestrahlung"

Aus dem oben dargestellten Diagramm ist ersichtlich, dass jeweils knapp ein Drittel der Schülerinnen und Schüler der Ansicht ist, dass entweder kein Unterschied oder ein eindeutiger Unterschied zwischen den beiden Begriffen besteht. Knapp ein Drittel gab an, keine Vorstellung hinsichtlich Unterscheidung der beiden Begriffe zu besitzen. Lediglich zwei der befragten Schülerinnen und Schüler teilten die Meinung, dass ein geringer Unterschied zwischen den Begriffen „Kontamination“ und „Bestrahlung“ herrscht. Berücksichtigt man das Geschlecht der Lernenden, so gibt es nur einen nennenswerten Unterschied. Doppelt so viele Schülerinnen wie Schüler waren der Ansicht, dass sich die beiden Begriffe eindeutig voneinander unterscheiden.

8. Diskussion der Ergebnisse

Im Zuge dieses Kapitels erfolgt die Interpretation und Diskussion der zuvor dargestellten Resultate. Die Ergebnisse werden hierbei ebenfalls mit bereits vorhandenen Studien auf diesem Forschungsgebiet verglichen. Die Gliederung der Ergebnisdiskussion erfolgt jeweils nach den drei Forschungsfragen.

8.1. Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf die 1. Forschungsfrage

1. Forschungsfrage: *„Womit assoziieren Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II den Begriff „Radioaktivität“?“*

Die Ergebnisse der Befragung haben gezeigt, dass ein Großteil der befragten Schülerinnen und Schüler den Begriff „Radioaktivität“ in erster Linie mit Aspekten der Energiegewinnung und Atomkatastrophen verbinden. Nahezu alle Befragten nannten zuerst die Begriffe „Atomkraftwerk“ oder „Tschernobyl“. Meiner Meinung nach lässt sich das auf die Tatsache zurückführen, dass Schülerinnen und Schüler bereits sowohl im vorangegangenen Unterricht als auch im Alltag häufig mit diesen Themen konfrontiert wurden. Aus den Untersuchungen von *Boyes & Stanisstreet* (1994) war ersichtlich, dass die Lernenden vor allem Kernkraftwerke für den Ursprung „radioaktiver“ Strahlung verantwortlich machten. Ebenfalls wurde in dieser Studie verdeutlicht, dass Schülerinnen und Schüler die von „radioaktiven“ Quellen ausgehende Strahlung als Ursache für die Schädigung der Umwelt sehen.

Weitere Assoziationen beinhalteten die Verknüpfung mit „Schädlichkeit bzw. Gefährlichkeit“ und „Strahlung“. Aus den Resultaten der vorliegenden Arbeit ist ersichtlich, dass nur eine geringe Anzahl der Befragten den Begriff „Radioaktivität“ in erster Linie mit dem Begriff „Strahlung“ in Verbindung stellt. Aus der Studie von *Riesch & Westphal* (1975) war hingegen ersichtlich, dass „Radioaktivität“ von Schülerinnen und Schülern häufig mit „Strahlung“ assoziiert wird. Eine genauere Betrachtung der

Interviews konnte jedoch zeigen, dass diese den Begriff „Strahlung“ überwiegend als Bezeichnung für den Transport radioaktiver Quellen verwendeten.

Ein Großteil der Lernenden beschränkte „Radioaktivität“ lediglich auf etwas „Gefährliches“. Ob es sich dabei um eine Strahlungsart, Eigenschaften einer Substanz oder gar eine Substanz handelt, wurde nicht erwähnt.

Auch in der Studie von *Eijkelhof* (1990) hat sich gezeigt, dass das Wissen der Schülerinnen und Schüler über radioaktive Prozesse lediglich auf die Idee, dass etwas gefährlich ist, eingeschränkt wurde. Die Lernenden beschrieben die Bedeutung des Begriffes „Radioaktivität“ hauptsächlich als eine Art der Strahlung oder als „radioaktive“ Substanz. Nur wenige Schülerinnen und Schüler beschrieben sie als Eigenschaft einer Substanz oder als ein Phänomen. Die Untersuchungen von *Eijkelhof* (1990) zeigten auch die mangelnde Unterscheidung zwischen den Begriffen „Radioaktivität“, „radioaktive“ Strahlung und „radioaktive“ Stoffe / Substanzen und Probleme hinsichtlich der Verwendung dieser Begriffe in den Medien auf.

8.2. Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf die 2. Forschungsfrage

2. Forschungsfrage: „*Welche Eigenschaften werden „radioaktiver“ Strahlung von Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II zugeschrieben?*“

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt erfolgte die Darstellung der Ergebnisse hinsichtlich der Eigenschaften von „Radioaktivität“ in drei Kategorien: Ergebnisse zur Wahrnehmung, Ergebnisse zur Gefährlichkeit und Ergebnisse zur Strahlungsart.

In Bezug auf die Wahrnehmbarkeit von „Radioaktivität“ zeigte sich, dass die Mehrheit der interviewten Schülerinnen und Schüler die Ansicht teilte, dass „radioaktive“ Strahlung unsichtbar, geruchlos und für den Menschen nicht spürbar ist. Bis auf eine Schülerin waren jedoch alle Teilnehmer der Befragung der festen Überzeugung, dass „radioaktive“ Strahlung anhand von speziellen Messgeräten wahrnehmbar ist. Nahezu alle Befragten gaben an, dass „radioaktive“ Strahlung anhand von Folgeschäden wahrgenommen werden kann.

Gammastrahlung wurde von der Mehrheit aller Schülerinnen und Schülern, die an der Befragung teilnahmen, als hoch gefährlich eingestuft. Auf einer Skala von eins bis zehn schätzten die Lernenden Gammastrahlung im Durchschnitt auf „neun“ ein. Lediglich eine Schülerin und ein Schüler schrieben Gammastrahlung den Wert „sechs“ auf der Gefährlichkeitsskala zu, während die Restlichen jeweils ausschließlich Werte zwischen „acht“ und „zehn“ angaben. Bereits im Zuge der Befragung stellte sich heraus, dass der Großteil der befragten Schülerinnen und Schüler Gammastrahlung als schädlich bzw. gesundheitsgefährdend einstufte. Hinsichtlich des Geschlechtes zeigten sich in Bezug auf die Einschätzung der Gefährlichkeit von Gammastrahlung keine nennenswerten Unterschiede.

Die Resultate in Bezug auf die Einschätzung der Gefährlichkeit von Gammastrahlung im Vergleich zu UV-Strahlung und Röntgenstrahlung zeigten teilweise signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Schülerinnen und Schülern. Gammastrahlung wird von den Lernenden in den meisten Fällen als gefährlichste der genannten Strahlungsarten eingestuft. Im Gegensatz dazu werden UV-Strahlung und Röntgenstrahlung im Durchschnitt zwar als mäßig gefährlich eingestuft, dennoch gibt es derartige Unterschiede bei der Einstufung der Gefährlichkeit auf der Skala.

Mubeen, Abbas, Nisar (2007) untersuchten das Wissen von Medizinstudenten über ionisierende Strahlung und nicht-ionisierende Strahlung. Hierbei wurde gezeigt, dass knapp mehr als ein Drittel der befragten Studierenden der Ansicht waren, dass Gammastrahlung gefährlicher ist als Röntgenstrahlung. Ein Großteil der Medizinstudenten besaß eingeschränktes Wissen in Bezug auf verschiedene Aspekte von Strahlungsquellen, deren Risiken und Schutzmaßnahmen.

Im weiteren Verlauf der Untersuchung wurden die Schülerinnen und Schüler gefragt, welcher Strahlungsart sie „Radioaktivität“ zuordnen würden. Bei dieser Fragestellung hat sich gezeigt, dass der Großteil der Lernenden keine Vorstellungen in Bezug auf diese hatten. Die Mehrheit der Befragten antwortete mit den fragenden Worten: „Gammastrahlung?“, „Alphastrahlung?“, „Betastrahlung?“ oder „keine Ahnung, ich weiß es nicht“.

Meiner Meinung nach könnte die Ursache darin begründet sein, dass den Schülerinnen und Schülern keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben wurden. Dies wurde mir im Verlauf der Befragung bewusst und ich nannte daraufhin ein paar Beispiele von Strahlungsarten. Dennoch gab die Mehrheit der befragten Interviewteilerinnen und Interviewteiler an, keine Vorstellung zur diesem Aspekt zu besitzen. Lediglich eine Schülerin assoziierte „Radioaktivität“ mit elektromagnetischer Strahlung.

8.3. Diskussion der Ergebnisse in Bezug auf die 3. Forschungsfrage

3. Forschungsfrage: „*Welche Auswirkungen hat die Bestrahlung verschiedener Objekte mit „radioaktiver“ Strahlung im Vergleich zu anderen Strahlungsarten wie beispielsweise UV-Strahlung und Röntgenstrahlung?*“

Die Frage nach den Auswirkungen einer Bestrahlung verschiedener Objekte mit Gammastrahlung wurde von einem Großteil der Schülerinnen und Schüler mit der Absorption von Strahlung in Verbindung gebracht. Vor allem bei der zu erwartenden Wechselwirkung zwischen Gammastrahlung und Erdbeeren bzw. dem Menschen häuften sich die Antworten, dass Gammastrahlung absorbiert wird.

Dass die Bestrahlung von Nahrungsmitteln zu einer Absorption der Strahlung führt und diese Nahrungsmittel anschließend „radioaktiv“ macht, zeigen auch Studien von *Eijkelhof* (1986) sowie *Millar, Klaassen, Eijkelhof* (1990).

Im Gegensatz dazu verknüpften nur ein Viertel der befragten Schülerinnen und Schüler die Bestrahlung von Raumwänden mit Absorptionsprozessen. Knapp mehr als die Hälfte der Lernenden war der Meinung, dass eine Bestrahlung der Wände in einem Raum keine Auswirkungen auf diese hat. Vor allem weibliche Probandinnen teilten diese Ansicht. Antworten in Verbindung mit dem Begriff „Transmission“ wurden jedoch nur von einer sehr geringen Anzahl der befragten Personen gegeben.

Im Vergleich zur Wechselwirkung von UV-Strahlung bzw. Röntgenstrahlung mit den unterschiedlichen Objekten zeigte sich eindeutig, dass Gammastrahlung häufiger mit „Absorptionsprozessen“ in Verbindung gebracht wurde.

Der Begriff „Kontamination“ wurde von den befragten Schülerinnen und Schülern in erster Linie am häufigsten mit Schutzmaßnahmen gegen Strahlung assoziiert. Eine mögliche Begründung für diese Assoziation stellt meiner Meinung nach das im Zuge der Befragung präsentierte Bild dar, welches Menschen in einem Dekontaminationsanzug zeigt. Da die Mehrheit der Lernenden im Vorfeld angab, noch nie von „Kontamination“ bzw. „Dekontamination“ gehört zu haben, könnte die Darstellung dieser Abbildung die Antworten maßgeblich beeinflusst haben. Die Schülerinnen und Schüler konstruierten demnach mit sehr großer Wahrscheinlichkeit ad hoc Antworten, die sie mit der Darstellung auf dem gezeigten Bild in Verbindung brachten.

Knapp mehr als ein Drittel teilte die Meinung, dass „kontaminiert sein“ dieselbe Bedeutung aufweist wie „verstrahlt bzw. verseucht sein“. Demnach assoziieren diese Schülerinnen und Schüler den Begriff „Kontamination“ mit der Absorption von Strahlung. Lediglich drei Schülerinnen verwendeten „Kontamination“ in ihren Antworten als Synonym für „Bestrahlung“.

Im Zuge der Befragung wurde ersichtlich, dass knapp weniger als die Hälfte der befragten Schülerinnen und Schüler der Meinung war, dass es sich bei den Begriffen „Kontamination“ und „Bestrahlung“ um unterschiedliche Konzepte handelt. Konkrete Unterschiede konnten jedoch nur von fünf Lernenden angegeben werden. Die restlichen Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung gaben entweder an, keine Vorstellung zu den Unterschieden zwischen den Begriffen zu haben, oder dass die beiden Konzepte gleichbedeutend wären.

Untersuchungen von *Eijkelhof* (1990) sowie *Millar, Klaassen, Eijkelhof* (1990) zeigen, dass Schülerinnen und Schüler in Bezug auf den Begriff „radioaktive Kontamination“ nicht zwischen „Kontamination“ und „Bestrahlung“ unterscheiden.

Auch die Studie von *Millar & Gill* (1996) weist darauf hin, dass Schülerinnen und Schüler von Objekten sprechen, die „Strahlung beinhalten“ und nicht eindeutig zwischen den Konzepten „Kontamination“ und „Bestrahlung“ bzw. zwischen „radioaktiver“ Strahlung und „radioaktiven“ Substanzen unterscheiden. Es zeigte sich jedoch auch, dass die beiden Begriffe nicht als Synonyme genutzt wurden, was bedeutet, dass Schülerinnen und Schüler diese dennoch in gewisser Weise unterscheiden.

8.4. Limitationen / Kritik

Wie bereits erwähnt, gilt es bei dieser vorliegenden empirischen Untersuchung auch einige Limitationen zu berücksichtigen, welche an dieser Stelle erläutert werden.

Zu Beginn wäre die geringe Anzahl an Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu erwähnen. Da es sich im Falle dieser Arbeit um eine rein qualitative Forschung handelt, deren Hauptaugenmerk auf der Offenheit und Flexibilität der Fragestellung liegt, beschränkt sich die Anzahl der befragten Schülerinnen und Schüler auf eine ziemlich überschaubare Menge. Eine quantitative Untersuchung mittels Fragebogen würde im Gegensatz dazu eine wesentlich größer Stichprobe an Probandinnen und Probanden vorsehen, jedoch zahlreiche andere Einschränkungen in Bezug auf die Fragestellung und die möglichen Antwortmöglichkeiten aufweisen. Auch müssten mehrere Schulen bzw. Schultypen in unterschiedlichen Bundesländern für die Untersuchung herangezogen werden, um ein weiteres Spektrum an Daten zu erheben.

Des Weiteren wäre die relativ kurz gewählte Dauer der Interviews zu erwähnen, welche in erster Linie dem Zweck der Aufrechterhaltung der Motivation der Lernenden während der Befragung dienen sollte. Auch wurde hiermit versucht, das Versäumnis vom Unterrichtsgeschehen in Grenzen zu halten. Die kurze Dauer der Befragung bringt jedoch auch Nachteile mit sich, welche unter anderem eine weniger intensive Auseinandersetzung mit einzelnen Fragestellungen erlaubt.

Bei der Fragestellung nach den Assoziationen mit dem Begriff „Kontamination“ ist zu beachten, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler diesen erst nach der Vorlage eines Bildes erkannte. Die Antworten wurden aus diesem Grund mit großer Wahrscheinlichkeit ad hoc von den Lernenden konstruiert und sind daher mit äußerster Vorsicht zu behandeln. Auch hinsichtlich der Unterscheidung zwischen den Begriffen „Kontamination“ und „Bestrahlung“ bedarf es einer aufmerksamen Interpretation der Ergebnisse. Die Fragestellung müsste in beiden Fällen deutlich überarbeitet werden, um derartige ad hoc Antworten zu vermeiden.

8.5. Fazit

Aufgrund der Limitationen und den daraus resultierenden Ergebnissen dieser Untersuchung lässt sich eindeutig erkennen, dass sich eine Befragung einer derart kleinen Stichprobe an befragten Personen nicht für eine Generalisierung der daraus erhaltenen Ergebnisse eignet. Diese empirische Untersuchung dient somit lediglich als Sammlung allgemeiner Aussagen, die in weiterer Folge bei der Bildung geeigneter Hypothesen helfen können. Konkrete Aussagen zu geschlechterspezifischen Schülervorstellungen konnten anhand dieser Forschung ebenfalls nicht getätigt werden.

Um eine Verallgemeinerung der Ergebnisse dieser vorliegenden Untersuchung zu gewährleisten bedarf es demnach weiteren Folgeuntersuchungen zu dieser Thematik. Die nachfolgend erstellten Hypothesen könnten einen ersten Schritt für weiterführende, quantitative Untersuchungen auf diesem Gebiet bilden.

Unter Verwendung der gewonnenen Resultate wurden folgende Hypothesen formuliert:

- Schülerinnen und Schüler assoziieren mit dem Begriff „Radioaktivität“ in erster Linie die Erzeugung von Energie in Atomkraftwerken und Aspekte der Zerstörung aufgrund von Reaktorunfällen oder Atombomben. Assoziationen mit „Strahlung“ und „Gefährdung der Gesundheit/Umwelt“ folgen im Anschluss.
- Ein Großteil der Schülerinnen und Schüler stuft „Radioaktivität“ als unsichtbar, geruchlos und für den Menschen in erster Linie nicht wahrnehmbar ein. Lediglich Folgeschäden oder Messgeräte können zur Wahrnehmung von „Radioaktivität“ herangezogen werden.
- „Radioaktive“ Strahlung/Gammastrahlung wird im Gegensatz zu UV- und Röntgenstrahlung von den meisten Schülerinnen und Schülern als sehr gefährlich eingeschätzt.

- Ein Großteil der Schülerinnen und Schüler ist der Ansicht, dass Gammastrahlung bei einer Bestrahlung von Objekten von diesen absorbiert wird.
- (Schülerinnen und Schüler verbinden den Begriff „Kontamination“ vorwiegend mit Schutzmaßnahmen gegen Strahlung bzw. mit einer Absorption von Strahlung.)

Bemerkung: Kritische Betrachtung!

- Die Unterscheidung zwischen den Konzepten „Kontamination“ und „Bestrahlung“ bereitet den meisten Schülerinnen und Schülern Probleme.

9. Ausblick

Wie bereits erwähnt lassen sich die Ergebnisse dieser empirischen Untersuchung aufgrund der relativ kleinen Teilnehmerzahl im Allgemeinen nicht generalisieren. Davon betroffen sind neben den allgemeinen Resultaten auch die geschlechterspezifischen Auswertungen.

Die Auswahl der Schule, an der die Interviews durchgeführt wurden, erfolgte aufgrund persönlicher Kontakte und der guten Erreichbarkeit in Bezug auf meinen Wohnort. Die Tatsache, dass die vorliegende empirische Untersuchung nur an einer ausgewählten Schule und einem spezifischen Schultyp durchgeführt wurde, spielt ebenfalls eine wesentliche Rolle für eine Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Die in dieser Arbeit dargelegten Resultate stellen somit lediglich einen ersten Schritt für die Bildung von Hypothesen dar. Diese können in weiterer Folge als Grundlage für weitere Forschungen auf diesem Gebiet dienen. Um eine Verallgemeinerung der Ergebnisse gewährleisten zu können, bedarf es zusätzlichen Untersuchungen an verschiedenen Schulen/Schultypen in unterschiedlichen Bundesländern.

Da im Zuge dieser empirischen Untersuchung erhebliche Wissenslücken in diesem Fachbereich der Physik aufgezeigt wurden, wäre womöglich eine quantitative Erhebung von Daten in Bezug auf das vorliegende Themengebiet hilfreich, um den aktuellen Wissensstand der Schülerinnen und Schüler abzurufen. Diese quantitative Untersuchung, welche beispielsweise anhand von Fragebögen durchgeführt werden könnte, würden den Vorteil mit sich bringen, eine größtmögliche Anzahl an Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu erreichen. Für eine konkrete Generalisierung der Resultate bedarf es nämlich einer ausreichend großen Datenmenge. Nach dieser Aufdeckung bestehender Wissenslücken mittels quantitativer Untersuchung, würde sich eventuell die Erstellung und Erprobung eines Unterrichtskonzeptes auf Basis der durchgeführten Befragung anbieten.

Abschließend sei noch zu erwähnen, dass das Fachgebiet „Radioaktivität/Ionisierende Strahlung“ einen wichtigen Teilbereich der fachdidaktischen Forschung darstellt, welchem in weiterer Zukunft erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

Literaturverzeichnis

Atkins, P., & de Paula, J. (2006). *Physical Chemistry*. W. H. Freeman und Company.

BMBF - Bundesministerium für Bildung und Frauen. (2004). *Physiklehrplan der AHS-Oberstufe*. Abgerufen am 14.05.2018 von https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_10_11862.pdf

Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1994). Children's Ideas about Radioactivity and Radiation: Sources, mode of travel, uses and dangers. *Research in Science and Technological Education* 12 (2), S. 145-160.

Bruner, J. S., (1970). *Der Prozess der Erziehung*, Berlin: Berlin Verlag

Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend. *Das österreichische nationale Radonprojekt-ÖNRAP*, S. 121. Abgerufen am 15.04.2018 von <http://www.nachhaltiges-bauen.jetzt/wp-content/uploads/2015/04/Das-oesterreichische-nationale-Radonprojekt-----OeNRAP.pdf>

Demtröder, W. (2017). *Experimentalphysik 4: Kern-, Teilchen- und Astrophysik*, 5. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: research into children's ideas*. New York: Routledge.

Duit, R. (1993). Schülervorstellungen - von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik / Chemie* 16 (4), S. 4-10.

Duit, R. (1995). Vorstellungen und Lernen von Physik und Chemie: Zu den Ursachen vieler Lernschwierigkeiten. *Plus Lucis* (2 / 95), S. 12-17.

Duit, R. (2010). *Piko-Briefe Nr. 1-3: Didaktische Rekonstruktion*. Abgerufen am 16.05.2018 von <https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf>

Duit, R. (2011a). Alltagsvorstellungen berücksichtigen! In Müller, R., Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hrsg.), *Schülervorstellungen in der Physik, 3. Auflage*, S. 3-7. Köln: Aulis-Verlag.

Duit, R. (2011b). Schülervorstellungen und Lernen von Physik - Stand der Dinge und Ausblick. In Müller, R., Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hrsg.), *Schülervorstellungen in der Physik, 3. Auflage*, S. 267-272. Köln: Aulis-Verlag.

Durant, J. R., Evans, G., & Thomas, G. P. (1989). The Public Understanding of Science. *Nature* 340 (6228), S. 11-14.

Eijkelhof, H. M. C. (1986). Dealing with acceptable risk in science education: the case of ionizing radiation. *Ethics and Social Responsibility in Science Education*, S. 189-199.

Eijkelhof, H. M. C. (1990). Pupils and mass-media ideas about radioactivity. *International Journal of Science Education* 12 (1), S. 67-78.

Eijkelhof, H. M. C. (1996). Radiation risk and science education. *Radiation Protection Dosimetry* 68 (3), S. 273-278.

Eijkelhof, H. M. C. , Klaassen, K., Lijnse, P., & Scholte, R. L. J. (1990). Perceived Incidence and importance of lay-ideas on ionizing radiation: Results of a Delphi-study among radiation-experts. *Science Education* 74 (2), S. 183-195.

Flick, U. (2009). *An Introduction to Qualitative Research, 4. Auflage*. London: SAGE Publications.

Flick, U., v. Kardorff, E., Keupp, H., v. Rosenstiel, L., & Wolff, S. (Hrsg.). (1995). *Handbuch: qualitative Sozialforschung : Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen, 2. Auflage*. Weinheim: Beltz-Verlag.

Flick, U., Kardorff, E. von, Steinke, I. (Hrsg.). (2008). *Qualitative Forschung. Ein Handbuch, 6. durchgesehene u. aktualisierte Auflage*. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch.

Froschauer, U., & Lueger, M. (2003). *Das qualitative Interview: Zur Praxis interpretativer Analyse sozialer Systeme*. Wien: WUV-Universitätsverlag.

Fröhlich, S. (2015). *Elementarisierung und Didaktische Rekonstruktion*. Abgerufen am 08.04.2018 von <http://docplayer.org/74907082-Elementarisierung-und-didaktische-rekonstruktion.html>

Gläser, J., & Laudel, G. (2006). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrument rekonstruierender Untersuchungen*, 2. Auflage. Wiesbaden: VS-Verlag für Sozialwissenschaften.

Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W., & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung: Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.

Henriksen, E. K., & Jorde, D. (2001). High school students' understanding of radiation and the environment: Can museums play a role?. *Science Education* 85 (2), S. 189-206.

Heran-Dörr, E. (2012). *Von Schülervorstellungen zu anschlussfähigem Wissen im Sachunterricht*. Kiel: IPN Leibnitz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.

Hiennerth, C., Huber, B., & Süssenbacher, D. (Hrsg.). (2009). *Wissenschaftliches Arbeiten kompakt : Bachelor- und Masterarbeiten erfolgreich erstellen*. Wien: Linde-Verlag.

Jung, W. (1970). *Didaktik der Physik*. Berlin: Diesterweg.

Jung, W. (1986). Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik / Chemie* 34. (April 1986), S. 2-6.

Kattmann, U., Duit, R., Harald, G., & Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaft*, Jg.3, Heft 3, S. 3-18.

Kircher, E. (1985). Elementarisierung im Physikunterricht. *Physikdidaktik* 12, Heft 1, S. 17-23, Heft 4, S. 24-38.

Kircher, E. et al. (2009). *Physikdidaktik. Theorie und Praxis*, 2.Auflage, Springer Verlag.

Klaassen, K. (1990). Considering an alternative approach to teaching radioactivity. In Lijnse, P. L., Licht, P., de Vos, W., Waarlo, A. J., *Relating Macroscopic Phenomena to Microscopic Particles: A central problem in secondary science education*. S. 304-315. Utrecht: CD-Beta Press.

Klaassen, K. (1995). *A Problem-Posing Approach to Teaching the Topic of Radioactivity. Doctoral Thesis*. Utrecht: CD-Beta Press.

Mayring, P. (2010). Design. In Mey, G., & Mruck, K. (Hrsg.). *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Wiesbaden: Springer, S. 225-237.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*, 12. Auflage. Weinheim: Beltz Verlag.

Mayring, P., Gläser-Zikuda, M. (Hrsg.). (2008). *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*, 2. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Mey, G., Mruck, K. (Hrsg.). (2010). *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Wiesbaden: Springer.

Mey, G., Mruck, K. (2010). Interviews. In Mey, G., & Mruck, K. (Hrsg.). *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Wiesbaden: Springer, S. 423-435.

Millar, R., & Gill, J. S. (1996). School students' understanding of processes involving radioactive substances and ionizing radiation. *Physics Education* 31(1), S. 27-33.

Millar, R., Klaassen, K., & Eijkelhof, H. M. C. (1990). Teaching about Radioactivity and Ionizing Radiation: An Alternative Approach. *Physics Education* 25(6), S. 338.

Mubeen, S., Abbas, Q., & Nisar, N. (2007). Knowledge about ionising and non-ionising radiation. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC* 20(1), S. 118-121.

Müllauer, C. (2016). *Schülervorstellungen zur Röntgenstrahlung bei SchülerInnen der Sekundarstufe 2*. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Wien.

Müller, R., Wodzinski, R., & Hopf, M. (Hrsg.). (2011). *Schülervorstellungen in der Physik, 3. Auflage*. Köln: Aulis-Verlag.

Nachtigall, D. (1986). Vorstellungen im Bereich der Mechanik. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik / Chemie* 34 (April 1986), S. 16-20.

Neumann, S. (2013). *Schülervorstellungen zum Thema Strahlung: Ergebnisse empirischer Forschung und Konsequenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht*. Universität Wien.

Neumann, S., & Hopf, M. (2011). Was verbinden Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff „Strahlung“? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 17, S. 157-176.

Neumann, S., & Hopf, M. (2012). Students' Conceptions About "Radiation": Results from an Explorative Interview Study of 9th Grade Students. *Journal of Science Education and Technology* 21 (8), S. 26-34.

Neumann, S., & Hopf, M. (2013). Children's Drawings About "Radiation" - Before and After Fukushima. *Research in Science Education* 43 (15), S. 35-49.

Plotz, T. (2017 b). Students' conceptions of radiation and what to do about them. *Physics Education*, 52 (1)

Plotz, T. (2017). Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung. Empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2, Niedderer, H., Fischler, H., Sumfleth, E. (Hrsg.), *Studien zum Physik- und Chemielernen*, Logos Verlag, Berlin, 2017

- Rauch, M. (2014). *Auswirkungen des Unterrichts auf die Schülervorstellungen zur Radioaktivität*. Abgerufen am 18.04.2018 von https://www.imst.ac.at/imst-wiki/images/1/17/Studie_Rauch.pdf
- Riesch, W., Westphal, W. (1975). Modellhafte Schülervorstellungen zur Ausbreitung radioaktiver Strahlung. *Der Physikunterricht* 9 (4), S. 75-85.
- Tipler, P. A., Gerlich, G., & Jerke, G. (Hrsg.). (1994). *Physik, 1. Auflage*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Widodo, A., & Duit, R. (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften Jg. 10 (2004)*, S. 233-255.
- Wiesner, H., Schecker, H., & Hopf, M. (Hrsg.). (2011). *Physikdidaktik kompakt*. Freising: Aulis-Verlag.
- Wodzinski, R. (2011). Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten. In Müller, R., Wodzinski, R., & Hopf, M. (Hrsg.), *Schülervorstellungen in der Physik, 3. Auflage*, S. 23-36. Köln: Aulis-Verlag.

Formelverzeichnis

[1].....	[vgl. Demtröder, 2017, S. 37]
[2].....	[vgl. Demtröder, 2017, S. 37]
[3].....	[vgl. Demtröder, 2017, S. 37]
[4].....	[vgl. Tipler, 1994, S. 1399]
[5].....	[vgl. Tipler, 1994, S. 1399]
[6].....	[vgl. Tipler, 1994, S. 1399]
[7].....	[vgl. Demtröder, 2017, S. 38]
[8].....	[vgl. Tipler, 1994, S. 1399]
[9].....	[vgl. Demtröder, 2017, S. 200]
[10].....	[vgl. Demtröder, 2017, S. 200]
[11].....	[vgl. Demtröder, 2017, S. 200]
[12].....	[vgl. Tipler, 1994, S. 1399]
[13].....	[vgl. Demtröder, 2017, S. 205]
[14].....	[vgl. Demtröder, 2017, S. 205]

Anhang

Anhang A1 [Abstract; Deutsch]

Die vorliegende Diplomarbeit zielt in erster Linie auf die Erhebung von Schülervorstellungen zum Thema „Ionisierung/ionisierende Strahlung“ ab. Mittels empirischer Untersuchung sollen zuerst Assoziationen mit dem Begriff „Radioaktivität“ sowie deren Eigenschaften erhoben werden, bevor auf die Wechselwirkung unterschiedlicher Strahlungsarten mit verschiedenen Objekten eingegangen wird.

Für die empirische Untersuchung wurden zwanzig Schülerinnen und Schüler der 10. Schulstufe herangezogen und mittels qualitativer Leitfadeninterviews befragt. Die daraus erhaltenen Daten wurden anschließend transkribiert und unter Verwendung der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet.

Die Resultate der Befragung bestätigen größtenteils die Ergebnisse bereits vorhandener Studien wie *Boyes & Stanisstreet* (1994) oder *Eijkelhof, Klaassen, Lijnse & Scholte* (1990), um nur einige zu nennen. Im Zuge der Befragung hat sich gezeigt, dass Schülerinnen und Schüler den Begriff „Radioaktivität“ in erster Linie mit der Erzeugung von Energie und Atomkatastrophen verbinden. Die Gefährlichkeit von „Radioaktivität“ wird von nahezu allen Lernenden gleichermaßen, nämlich als sehr gefährlich, eingestuft. Bei der Bestrahlung von Objekten mit Gammastrahlung hat sich herausgestellt, dass ein Großteil der Schülerinnen und Schüler die Auswirkungen der Bestrahlung mit Absorptionsprozessen verbindet. Hinsichtlich der Unterscheidung zwischen den Begriffen „Kontamination“ und „Bestrahlung“ zeigte sich, dass die Lernenden Schwierigkeiten mit der Bedeutung dieser beiden Begriffe hatten.

Die vorliegende Arbeit stellt somit grundlegende Konzepte und Vorstellungen von Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II zum Thema „Ionisierende Strahlung“ dar. Die Ergebnisse dieser empirischen Untersuchung dienen jedoch aufgrund der geringen Anzahl an befragten Schülerinnen und Schülern lediglich als Grundlage für weitere Forschungen auf diesem Gebiet. Die in dieser Arbeit dargelegten Hypothesen stellen somit nur die Basis für eine weiterführende Forschung dar.

Anhang A2 [Abstract; Englisch]

The present diploma thesis deals with pupils' conceptions about "ionization/ionizing radiation". An empirical study was used to collect associations with the term "radioactivity" as well as their characteristics before continuing to find out about interactions between different kinds of radiation and different objects.

Therefore twenty female and male pupils of 10th grade were consulted and questioned in qualitative interviews. Afterwards, the received data were transliterated and evaluated using qualitative content analysis.

The results confirm to a majority the results of already existing studies such as *Boyes & Stanisstreet* (1994) or *Eijkelhof, Klaassen, Lijnse & Scholte* (1990), in order to call only some. The questioning showed that pupils connect the term "radioactivity" primarily with the production of energy and nuclear disasters. Almost every student classified the danger of "radioactivity" equally, i.e. as very dangerous. It turned out that a majority of the pupils connect the effect of irradiation with gamma-rays to absorption processes.

Regarding the distinction between the terms "contamination" and "irradiation" it turned out that students had difficulties with the meaning of these two terms.

The present work therefore represents pupils' basic concepts and conceptions to the topic "ionizing radiation" in secondary school.

Due to the small number of students the results of this empirical study only serve as basis for further research in this area. The hypotheses stated in this work therefore represent the basis for further research.

Anhang B [Interviewleitfaden]

1. Einleitende Worte

- Begrüßung / Vorstellung
- Ziel / Zweck der Befragung / Erklärung (Worum geht es?)
- Einverständniserklärung / Einholen der Erlaubnis (Zusicherung Anonymität)

2. Interviewfragen

- Was fällt dir in erster Linie zu dem Begriff „Radioaktivität“ ein?
 - Erwartungen: (radioaktive) ionisierende Strahlung, gefährlich, Tschernobyl, Krebs
 - Falls keine Antwort: Erweiterungsfrage!
- Erweiterungsfrage:
 - In welchem Zusammenhang hast du schon einmal etwas über Radioaktivität gehört?
- Welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?
 - Erwartungen: gefährlich, unsichtbar, radioaktiv, (ionisierend?), α - / β - / γ -Strahlung
 - Erweiterungsfragen
- Erweiterungsfragen:
 - Wie gefährlich würdest du „radioaktive“ Strahlung im Vergleich zu UV-Strahlung und Röntgenstrahlung einschätzen? Markiere die Gefährlichkeit auf einer Skala von 1 bis 10!

1 ... ungefährlich / 10 ... sehr gefährlich	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
UV- Strahlung										
Röntgenstrahlung										
„radioaktive“ Strahlung (γ - Strahlung)										

- Wie kann man „radioaktive“ Strahlung wahrnehmen?
- Um welche Art von Strahlung handelt es sich bei „radioaktiver“ Strahlung?

- Erwartungen: ionisierende / elektromagnetische Strahlung, evtl.: α - / β - / γ -Strahlung
- Was passiert mit folgenden Objekten, wenn diese mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt werden?

	UV- Strahlung	Röntgenstrahlung	γ - Strahlung
Erdbeeren			
Mensch / Lebewesen			
Raum (Wände)			

- Erwartungen: UV & Röntgen: gar nichts, γ : sie strahlen (radioaktiv) weiter
- Erweiterungsfragen
- Erweiterungsfragen:
 - Kennst du die Begriffe Kontamination / Dekontamination?
Falls ja, was verstehst du darunter?
 - Worin unterscheidet sich die Kontamination von der Bestrahlung eines Objektes?

3. Abschließende Worte

- Danksagung für die Teilnahme an der Befragung + kleine Belohnung
- Verabschiedung

Anhang C [Interviewcode; Materialien]

Interviewcode:

- ☐ Erster Buchstabe des Vornamens
- ☐ Erster Buchstabe des Nachnamens
- ☐ Erster Buchstabe des Wohnortes
- ☐ Erster Buchstabe des Vornamens des Vaters
- ☐ Erster Buchstabe des Vornamens der Mutter

Materialien:

- Wie gefährlich würdest du „radioaktive“ Strahlung im Vergleich zu UV-Strahlung und Röntgenstrahlung einschätzen? Markiere die Gefährlichkeit auf einer Skala von 1 bis 10!

1 ... ungefährlich / 10 ... sehr gefährlich	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
UV- Strahlung										
Röntgenstrahlung										
„radioaktive“ Strahlung (γ- Strahlung)										

Tabelle 3: Einschätzung der Gefährlichkeit von "radioaktiver" Strahlung

- Kontamination / Dekontamination



Abbildung 31: Kontamination / Dekontamination

Quelle: Rosenbauer – HAZMAT und Dekontamination. Maßgeschneiderte Lösungen, S. 7, online abrufbar unter:
<http://docplayer.org/70137530-Hazmat-und-dekontamination-massgeschneiderte-loesungen.html>

Anhang D [Kodier Manual]

Assoziationen mit dem Begriff „Radioaktivität“

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Strahlung	Sämtliche Begriffe, die im Kontext von Strahlung stehen	„radioaktive Strahlung“, „verstrahlte Gebiete“	Jeder Begriff, der mit Strahlung in Verbindung gesetzt werden kann, wird gezählt
Energiegewinnung	Sämtliche Begriffe, die im Kontext von Energiegewinnung verwendet werden	„Atomkraftwerke“, „Elektrizität“, „Kernkraftwerke“, „liefert Energie“, „kann Strom produzieren“	Jeder Begriff, der mit der Gewinnung von Energie assoziiert werden kann, wird gezählt
Zerstörung	Sämtliche Begriffe, die mit Zerstörung in Verbindung gebracht werden können	„Atomkatastrophe“, „Atombombe“, „Kernwaffen“, „Little Boy“, „Tschernobyl“, „Fukushima“, „Hiroshima“, „Japan“, „zerstört die Umwelt“	Jeder Begriff, der mit Zerstörung in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Schädlichkeit	Sämtliche Begriffe, die mit der Schädigung der Gesundheit in Verbindung gebracht werden können	„schädlich für den Menschen“, „Krebs“, „Missbildungen“, „Mutationen“, „Tabletten“, „Schädlichkeit“, „Krankheiten“, etc.	Jeder Begriff, der mit einer Schädigung der Gesundheit in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt

Tabelle 4: Kodier Manual zu den Assoziationen mit dem Begriff "Radioaktivität"

Wahrnehmung von „Radioaktivität“

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Für den Menschen nicht wahrnehmbar	„Radioaktivität“ wird als unsichtbar bzw.	„unsichtbar“, „kann man nicht spüren“,	Jeder Begriff, der darauf hinweist, dass

	durch den Menschen nicht wahrnehmbar bezeichnet	„merkt man nicht“, „geruchlos“	„Radioaktivität“ durch den Menschen nicht wahrnehmbar ist
Anhand von Folgeschäden wahrnehmbar	„Radioaktivität“ kann erst anhand von Folgeschäden (Menschen / Umwelt) wahrgenommen werden.	„beeinflusst körperliche Funktionen“, „nicht gut für die Gesundheit“, „schädlich für den Körper“, „Deformationen“, „Behinderungen“, „Krebs“, „schlecht für die Umwelt“, „schädigt die Natur“, „giftig“, „gefährlich“	Jeder Begriff, der in Verbindung mit Schädigung, Folgeerkrankungen, etc. verbunden werden kann, wird gezählt
Anhand von Messgeräten wahrnehmbar	„Radioaktivität“ kann mittels speziellen Messgeräten gemessen werden	„messbar“, „spezielle Messgeräte“, „Geiger-Zähler“	Die Antwort weist auf die mögliche Wahrnehmung mittels technischen Geräten hin

Tabelle 5: Kodier Manual zur Wahrnehmung von "Radioaktivität"

Vorstellungen zur Strahlungsart von „Radioaktivität“

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Radioaktive Strahlung	Sämtliche Begriffe, die im Kontext von „Radioaktivität“ stehen	„radioaktive Strahlung“, „Alphastrahlung“, „Betastrahlung“, „Gammastrahlung“	Jeder Begriff, der mit radioaktiver Strahlung in Verbindung gesetzt werden kann, wird gezählt, darunter auch Alpha-, Beta- und Gammastrahlung
Elektromagnetische Strahlung	Sämtliche Begriffe, die mit elektromagnetischer Strahlung in	„elektromagnetische?“, „elektromagnetische Kraft“	Jede Antwort, die den Begriff „elektromagnetisch“ beinhaltet, wird gezählt

	Verbindung gebracht werden können		
Keine Ahnung	Es gibt keine Vorstellung zu diesem Aspekt	„keine Ahnung“, „weiß ich nicht“, „fällt mir jetzt nicht ein“	Jede Antwort, die mit „keine Ahnung“ beantwortet wird, wird gezählt

Tabelle 6: Kodier Manual zu den Vorstellungen zur Strahlungsart von "Radioaktivität"

Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Erdbeeren

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Heranreifung	Die Erdbeeren werden durch die Bestrahlung reif (bzw. reifer)	„Farbe ändert sich“, „werden reif“, „grüne Erdbeeren werden rot“, „werden reifer“	Jeder Begriff, der mit der Heranreifung der Erdbeeren in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Wachstum	Die Erdbeeren wachsen durch die Bestrahlung	„sie wachsen“, „sie werden größer“	Jeder Begriff, der mit dem Wachstum der Erdbeeren in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Keine Auswirkungen	Die Erdbeeren erfahren durch die Bestrahlung keine Veränderung	„da passiert nichts“, „glaub nicht, dass da was passiert“	Jede Antwort, die „nichts“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt
Geringfügige Auswirkungen	Die Erdbeeren erfahren durch die Bestrahlung eine geringfügige Veränderung	„nicht viel“, „nicht sehr viel“	Jede Antwort, die „nicht viel“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt

Tabelle 7: Kodier Manual zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Erdbeeren

Wechselwirkung von UV-Strahlung mit dem Menschen bzw. mit einem Lebewesen

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Krankheiten	Durch die Bestrahlung können beim Menschen / bei Lebewesen Krankheiten hervorgerufen werden	„Haut brennt“, „Krebs“, „Hautkrebs“, „Sonnenbrand“, „schlecht für die Augen“, „die Haut wird rot“	Jeder Begriff, der mit Krankheiten in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Förderung der Gesundheit	Die Bestrahlung fördert die Gesundheit	„gut für den Menschen – Vitamin D“	Jeder Begriff, der mit der Förderung der Gesundheit in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Keine Auswirkungen	Durch die Bestrahlung kommt es zu keiner Veränderung	„da passiert nichts“, „glaub nicht, dass da was passiert“	Jede Antwort, die „nichts“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt

Tabelle 8: Kodier Manual zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit dem Menschen

Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Wänden in einem Raum

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Farbänderung (Absorption)	Durch die Bestrahlung kommt es zu einer Farbänderung im Raum	„Farbe ändert sich“, „Raum wird heller“, „Wände verfärben sich“, „Farbe wird ausbleichen“	Jeder Begriff, der mit Farbänderung in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Wärme (Absorption)	Durch Bestrahlung kommt es zu einer Erwärmung des Raums	„wird wärmer“, „werden wärmer“	Jeder Begriff, der mit Erwärmung in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt

Keine Auswirkungen	Die Raumwände erfahren durch die Bestrahlung keine Veränderung	„da passiert nichts“, „glaub nicht, dass da was passiert“	Jede Antwort, die „nichts“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt
Bakterien / Blutrückstände	Durch die Bestrahlung können Bakterien und Blutrückstände wahrgenommen werden	„wenn man das Licht abdreht kann man bestimmte Bakterien und Blutrückstände sehen“	Jeder Begriff, der mit der Wahrnehmung von Bakterien / Blutrückständen in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Röntgenstrahlung	Die Bestrahlung ermöglicht das Durchschauen durch Wände	„man kann durchschauen“	Jede Antwort, die mit dem Durchschauen von Wänden in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt

Tabelle 9: Kodier Manual zur Wechselwirkung von UV-Strahlung mit Wänden in einem Raum

Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Erdbeeren

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Ungenießbar (Absorption)	Die Erdbeeren werden durch die Bestrahlung ungenießbar	„darf man nicht mehr essen“	Jeder Begriff, der mit der Ungenießbarkeit der Erdbeeren in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Keine Auswirkungen	Die Erdbeeren erfahren durch die Bestrahlung keine Veränderung	„da passiert nichts“, „glaub nicht, dass da was passiert“	Jede Antwort, die „nichts“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt
Geringfügige Auswirkungen	Durch die Bestrahlung erfahren die Erdbeeren	„wird ein bisschen kleiner“, „da passiert	Jede Antwort, die „nicht viel“ bezogen

	eine geringfügige Veränderung	nicht viel“, „kann sehen, was drinnen ist“	auf das Geschehnis enthält, wird gezählt
--	-------------------------------	--	--

Tabelle 10: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Erdbeeren

Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit dem Menschen bzw. mit einem Lebewesen

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Krankheiten (Absorption)	Durch die Bestrahlung können Krankheiten hervorgerufen werden	„passiert was mit den Organen“, „Krankheiten“, „kann schädlich sein“, „gefährlich“	Jeder Begriff, der mit der Entstehung von Krankheiten in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Keine Auswirkungen	Durch die Bestrahlung kommt es zu keiner Veränderung	„da passiert nichts“, „glaub nicht, dass da was passiert“	Jede Antwort, die „nichts“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt
Geringfügige Auswirkungen	Durch die Bestrahlung kommt es zu geringfügigen Veränderungen	„nicht viel“, „nicht sehr viel“, „nahezu nichts“, „minimale Auswirkungen“	Jede Antwort, die „nicht viel“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt

Tabelle 11: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit dem Menschen

Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Wänden in einem Raum

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Absorption	Die Strahlung wird von den Wänden aufgenommen	„Wände sehr verstrahlt“	Jeder Begriff, der mit der Absorption von Strahlung in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt

Keine Auswirkungen	Die Wände im Raum erfahren durch die Bestrahlung keine Veränderung	„da passiert nichts“, „glaub nicht, dass da was passiert“	Jede Antwort, die „nichts“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt
--------------------	--	---	---

Tabelle 12: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Wänden in einem Raum

Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Erdbeeren

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Absorption	Die Erdbeeren nehmen die Strahlung auf und es kommt zu Veränderungen	„verseucht“, „werden schädlich“, „werden radioaktiv“, „verstrahlt“, „vergiftet“	Jeder Begriff, der mit einer Absorption von Strahlung in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Keine Auswirkungen	Die Erdbeeren erfahren durch die Bestrahlung keine Veränderung	„da passiert nichts“, „glaub nicht, dass da was passiert“	Jede Antwort, die „nichts“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt

Tabelle 13: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Erdbeeren

Wechselwirkung von Gammastrahlung mit dem Menschen bzw. mit einem Lebewesen

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Absorption	Der Mensch / das Lebewesen nimmt die Strahlung auf und es kommt zu Veränderungen	„Änderungen im Inneren“, „Krankheiten“, „schädlich“, „Krebs“, „Körperveränderungen“	Jeder Begriff, der mit einer Absorption von Strahlung in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Keine Auswirkungen	Durch die Bestrahlung kommt es zu keiner Veränderung beim Menschen / Lebewesen	„da passiert nichts“, „glaub nicht, dass da was passiert“	Jede Antwort, die „nichts“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt

Tabelle 14: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit dem Menschen

Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Wänden in einem Raum

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Absorption	Der Raum / die Wände nehmen die Strahlung auf	„Strahlung wird aufgenommen“, „können Strahlung speichern“, „Rückstände von radioaktiver Strahlung“	Jeder Begriff, der mit einer Absorption von Strahlung in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Transmission	Die Strahlung geht durch die Wände durch	„geht durch die Wände“, „Strahlung wird durchgehen“	Jeder Begriff, der mit einer Transmission von Strahlung in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Keine Auswirkungen	Die Wände im Raum erfahren durch die Bestrahlung keine Veränderung	„da passiert nichts“, „glaub nicht, dass da was passiert“	Jede Antwort, die „nichts“ bezogen auf das Geschehnis enthält, wird gezählt
Keine Ahnung	Es gibt keine Vorstellung zu diesem Aspekt	„keine Ahnung“, „weiß ich nicht“, „fällt mir jetzt nicht ein“	Jede Antwort, die mit „keine Ahnung“ beantwortet wird, wird gezählt

Tabelle 15: Kodier Manual zur Wechselwirkung von Gammastrahlung mit Wänden in einem Raum

Assoziationen mit dem Begriff „Kontamination“

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Schutz	Sämtliche Aussagen, die im Kontext mit Schutz stehen.	„abgesichert“, „absichern von der Umwelt“, „geschützt“, „abgetrennt“	Jeder Begriff, der mit Schutz in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt

Bestrahlung	Personen / Objekte wurden bestrahlt	„Strahlung ausgesetzt“, „hat Strahlung abbekommen“, „bestrahlt worden ist“	Jeder Begriff, der mit Bestrahlung in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt
Absorption	Die Strahlung wurde von der Person aufgenommen	„verstrahlt“, „radioaktive Strahlung auf ihn eingewirkt hat“, „infiziert von Strahlung“, „verseucht“	Jeder Begriff, der mit einer Absorption von Strahlung in Verbindung gebracht werden kann, wird gezählt

Tabelle 16: Kodier Manual zu den Assoziationen mit dem Begriff "Kontamination"

Unterscheidung zwischen den Begriffen „Kontamination“ und „Bestrahlung“

Kategorie	Definition	Beispiele	Kodierung
Kein Unterschied	Die beiden Begriffe unterscheiden sich nicht voneinander	„ist das Gleiche“, „im Prinzip das Gleiche“, „kein Unterschied“, „nicht gleich“	Jede Aussage, die darauf hindeutet, dass es sich um dieselbe Bedeutung handelt, wird gezählt
Geringer Unterschied	Die beiden Begriffe unterscheiden sich nur geringfügig	„ähnlich“, „vielleicht ein kleiner Unterschied“, „ähnlich, aber nicht das Gleiche“	Jede Aussage, die auf einen geringen Unterschied hinsichtlich der Bedeutung hindeutet, wird gezählt
Eindeutiger Unterschied	Die beiden Begriffe unterscheiden sich eindeutig	„ist was anderes“, „glaub schon, dass es Unterschiede gibt“, „nicht das Gleiche“	Jede Antwort, die auf einen eindeutigen Unterschied hinsichtlich Bedeutung hindeutet, wird gezählt

Keine Ahnung	Es gibt keine Vorstellung zu diesem Aspekt	„keine Ahnung“, „weiß ich nicht“	Jede Antwort, die mit „keine Ahnung“ beantwortet wird, wird gezählt
--------------	--	----------------------------------	---

Tabelle 17: Kodier Manual zur Unterscheidung zwischen den Begriffen "Kontamination" und "Bestrahlung"

Anhang E [Transkriptionen der Interviews]

Interview 1:

Klasse: 6B

Code: NTFSK

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 7, Röntgen: 3, Gamma: 6

L: Was würdest du denn mit dem Begriff „Radioaktivität“ verbinden? Was fällt dir überhaupt dazu ein? Was wären die ersten Worte, die du zu dem Thema sagen würdest?

S: Jo, Radio...und ähm die Strahlungen a damit verbunden...ähm...jo eigentlich des wär as erste...

L: Du kannst alles sagen, was dir dazu einfällt.

S: Wie war das Wort nochmal?

L: „Radioaktivität“ Was fällt dir in erster Linie dazu ein, wenn du des Wort „Radioaktivität“ hörst?

S: Jo eigentlich des...mmm...die Verbindung zwischen Radios auf der Welt, weil mein Papa is...ähhh, des is sei Hobby und ähh, do kommuniziert er mit Radios auf .. mit verschiedenen Kunden auf der Welt und do gibt's andere Leut, mit der in Verbindung reden kann aber natürlich a an die andere Radiostrahlen können a dabei gemeint werden. Jo...und des is as erste was mir so einfällt.

L: Ok, und in welchem Zusammenhang hast überhaupt scho mal was über „Radioaktivität“ gehört? Fallt da dazu vielleicht irgendwas ein, wast in den Medien ghört hast?

S: Mmm, na. Also net wirkli...

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt „Radioaktivität“ deiner Meinung nach?

S: Jo...ähm...das es Strahlen hat, das es nicht sichtbar is, jo...

L: Und wie schauts in Bezug auf Gefährlichkeit aus?

S: Jo, es hat gheißen, dass es gefährlich is und...

L: Glaubst du auch, dass es gefährlich is?

S: I glaub, wenn es gefährlich wär, dann wär auch anders behandelt, also es wären Maßnahmen angenommen, de....

L: Und wie gefährlich glaubst is jetzt radioaktive Strahlung im Vergleich zu UV-Strahlung und Röntgenstrahlung? (Blatt Papier: Skala 1-10) Wo würdest du die jeweiligen Strahlungsarten einordnen?

S: Wie gefährlich für a Person is?

L: Genau!

S: Ahh, UV-Strahlung vielleicht 7, Röntgenstrahlung i würd sagen 2 oder 3, eher 3, weil es is ungesund, wenn ma oft des hat und wenn man, ähh..die wichtigen Stellen nicht schützt während ähm..Röntgen..aber des is trotzdem net so gefährlich, weil man würde des sonst net machen. Und radioaktive Strahlung so dazwischen irgendwo, 6 vielleicht?

L: Ok.

S: Davon hört man auch weniger, also i zumindest, also von UV-Strahlung, weil..ähm..jo..deswegen glaub i, dass es weniger wichtig is.

L: Ok. Wie kann man radioaktive Strahlung wahrnehmen? Oder kann man radioaktive Strahlung eigentlich wahrnehmen?

S: Da mans net sieht oder net spürt, glaub net. Vielleicht Konsequenzen kann ma wahrnehmen?

L: Um welche Art von Strahlung handelt es sich deiner Meinung nach bei radioaktiver Strahlung?

S: Wie welche Art?

L: Es gibt zum Beispiel UV-Strahlung, Röntgenstrahlung, Infrarotstrahlung, usw.

Ok. Also...ähm..i was net...

L: I hätt jetzt verschiedene Objekte und würd de mit verschiedenen Strahlungsarten bestrahlen. Was glaubst passiert, wenn ma jetzt Erdbeeren mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Wird vielleicht die Farbe sich ändern? Vielleicht? Röntgenstrahlung i glaub net, dass etwas passiert, weil Najo und radioaktive Strahlung vielleicht hots im Inneren a Veränderung, aber net drastisch.

L: Und wie würd des jetzt zum Beispiel ausschauen mit an Menschen / Lebewesen?

S: Jo, die Haut brennt und ähm..Hautkrebs is a Folge. Röntgenstrahlung hängt von da Häufigkeit ab und i glaub mit die Organe passiert was...i was es net genau. Und Gammastrahlung genauso wie bei Erdbeeren, kann si was Innen ändern..im Sinne von verschlechtern [räuspert sich] und jo also schädlich is meiner Meinung nach auf jeden Fall und können sich..was i net...Zellen oder die Vorgänge ändern..im Inneren des Menschen.

L: OK. Und wenn man an Raum bestrahlt?

S: I glaub a, dass si die Farbe ändern kann und..ähm..also heller werden kann, wenn a Raum a bestimmte Farbe hat. Ähh, Röntgenstrahlung glaub net, dass do etwas si ändert im Raum...also Raum is die Wände und so gmeint oder alles andere a drin?

L: Genau, alles andere a drinnen, aber es geht hauptsächlich um die Wände.

S: Röntgen wird glaubi nix ändern und Gammastrahlung a net wirklich...

L: Ok. Hast scho mal von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört?

S: Na.

L: Zum Beispiel wenn i da die Bilder da zeig. Was würdest du dir da drunter vorstellen, wenn man z.B. sagt „Jemand oder etwas is kontaminiert.“?

S: Geschützt? Oder na, i was net...das es grad Strahlung gibt, also dass es gefährlich is? I hob keine Ahnung.

L: Ok.

Interview 2:

Klasse: 6B

Code: YDLJE

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 3, Röntgen: 5, Gamma: 8

L: Was fällt da in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Also, i denk da halt an Strahlung..radioaktive Strahlung und die halt so schädlich für den Menschen is...ähm...jo, also [räuspert sich] also i denk da halt a so an Atomkraftwerke mit der radioaktiven Strahlung und jo...

L: Ok. Und in welchem Zusammenhang hast schon mal was über „Radioaktivität“ gehört?

S: Jo, also eben so mit de Atomkraftwerke halt, irgendwie dass de schädlich sein und..jo.

L: Ok. Welche Eigenschaften besitzt „Radioaktivität“ deiner Meinung nach?

S: Mmm....jo...also gesund wie gesagt is net....ähm...jo, also es kann halt so körperliche Funktionen irgendwie beeinflussen und...jo.

L: Wie gefährlich glaubst du is radioaktive Strahlung jetzt im Vergleich zu UV-Strahlung und Röntgenstrahlung?

S: Mmm...also i würd scho sagen, dass es gefährlicher is als UV-Strahlung.

L: Wo würdest du auf einer Skala vo 1 bis 10 die Gefährlichkeit der einzelnen Strahlungsarten einordnen? (Blatt Papier: Skala von 1-10)

S: UV-Strahlung bei.....i glaub bei..3?

L: Ok. Und Röntgenstrahlung?

S: Bei.....5..jo.

L: Und radioaktive Strahlung? Zum Beispiel Gammastrahlung?

S: Ähh..entweder bei 7 oder 8...ähm..bei mmm..i hätt gsagt 8.

L: Ok. Und glaubst du, dass ma radioaktive Strahlung wahrnehmen kann?

S: Mmm, na..

L: Messen? Sehen?

S: Mmm, also mit so Geräten kann mans sicher messen aber so i glaub mitn Auge net, erst so nach der Zeit irgendwie....und ...

L: Ok. Und weißt du vielleicht um welche Art von Strahlung es sich bei radioaktiver Strahlung handelt?

S: [lacht] Na..i was es net.

L: Jetzt hätten wir verschiedene Objekte, die mit unterschiedlichen Strahlungsarten bestrahlt werden. Was passiert jetzt mit diesen Objekten? Z.B. Erdbeeren mit UV-Strahlung?

S: Die reifen halt heran durch die Sonne..und jo..werden reif.

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung?

S: Mmm.....

L: Passiert da irgendwas mit den Erdbeeren?

S: Na, i glaub net, dass da was passiert...

L: Und wenn mas jetzt mit Gammastrahlung bestrahlt?

S: Dann seins halt schädlich, wenn mans isst...und dann jo...quasi vielleicht verseucht sein durch die Strahlung?

L: Ok. Und was wäre beim Menschen?

S: Mmm..also der kann Hautkrebs dadurch kriegen, also durch die UV-Strahlung..also..jo.

L: Und bei Röntgenstrahlung? Z.B. bei einer Untersuchung im Krankenhaus.

S: Mmm...

L: Passiert da irgendwas mit dir?

S: Also es passiert schon was, aber i weiß jetzt net genau was...aber.. jo..wenn mans net oft macht, dann is es net so schlimm, aber wenn mas jetzt öfters macht werden vielleicht irgendwelche Körperfunktionen irgendwie beeinträchtigt irgendwie?

L: Ok. Und bei Gammastrahlung?

S: Mmm...also...dadurch können si halt...Krankheiten entstehen dadurch uund...jo es...da werden Zellen abgetötet..ähm..im Körper...jo..und es is halt ziemlich ungesund, wenn ma zu sehr der Gammastrahlungm ausgesetzt is.

L: Ok. Und wenn man jetzt an Raum bestrahlt? Was passiert mit dem? Oder den Wänden im Raum?

S: Mmm..Also er wird halt wärmer, aber sonst? Was net...glaub net.

L: Und bei Röntgenstrahlung? Z.B. im Röntgenraum?

S: Die Wände sein halt wahrscheinlich sehr verstrahlt mit der Röntgenstrahlung..und...dass ma si vielleicht net zu sehr da aufhalten sollte..und des gleiche hätt i halt a gsagt bei da Gammastrahlung, dass da halt dann irgendwie vielleicht aufgenommen wird von den Wänden und dass des dann halt weiterstrahlt?

L: Ok. Und hast du schon mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination gehört? (Bild wurde gezeigt)

S: Na...ähm...Kontamination hab i schon ghört, aber i was jetzt net genau, was es bedeutet.

L: Wenn ma jetzt sagen würde: „Jemand is kontaminiert“, was könnte dann damit gemeint sein?

S: Ähm...also i geh mal davon aus, dass es irgendwas mit Strahlung zu tun hat und vielleicht dass der halt irgendwie von der Strahlung scho sehr beeinflusst is und dass der vielleicht scho sehr so einer Strahlung ausgesetzt war und jo... dass der halt irgendwie ...

L: Glaubst du unterscheidet sich der Begriff Kontamination vom Begriff Bestrahlung?

S: I würd sagen es is das Gleiche, aber anscheinend net [lacht] Jo...mmm...i hätt gsagt es is das Gleiche, aber anscheinend gibt's an Unterschied.

Interview 3:

Klasse: 6B

Code: MHFME

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 5, Röntgen: 3, Gamma: 9

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Atomkraft, Energieerzeugung, Atomkatastrophe, ...ja

L: Ok. In welchem Zusammenhang hast schon mal was über das Thema ghört?

S: Zum Beispiel in Nachrichten oder Zeitung, Internet...

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Mmm...ziemlich gefährliche glaub ich...es is nicht gut für die Gesundheit der Menschen...also für die Umwelt is es auch gefährlich.

L: Wie gefährlich würdest du jetzt Radioaktivität einschätzen, im Vergleich zu UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung auf einer Skala von 1 bis 10?

S: UV-Strahlung auf wahrscheinlich 5?

L:Ok. Und die Röntgenstrahlung?

S: Ähm..dafür, dass Menschen dass benutzen wird es wahrscheinlich nicht so gefährlich sein, also 3..

L: Ok. Und radioaktive Strahlung, z.B. Gammastrahlung?

S: Mmm...9.

L: Ok. Glaubst du, kann man radioaktive Strahlung wahrnehmen? Kann man die irgendwie sehen oder messen?

S: Na, aso..messen schon aber sehen glaub ich nicht..

L: Und womit könnte man sie messen?

S: Also ich weiß nicht, wie das Gerät heißt, aber es gibt sicher ein Gerät [lacht] womit man das messen kann.

L: Ok, und weißt du vielleicht um welche Art von Strahlung es sich bei radioaktiver Strahlung handelt?

S: Mmm...na, net wirklich..ähm, also Gammastrahlung? Na, des is was anderes..

L: Gibts auch. Hast du eine Ahnung, um welche Art von Strahlung es sich handeln könnte?

S: Na, i was net [lacht]

L: Ok. Jetzt hätten wir a paar Objekte, die wir mit verschiedenen Strahlungsarten bestrahlen. Was wird mit denen passieren, wenns bestrahlt werden? Was passiert z.B. mit Erdbeeren, wenn die mit UV-Strahlung bestrahlt werden?

S: Wahrscheinlich nicht sehr viel [lacht]

L: Ok. Und wenn mans jetzt z.B. mit Röntgenstrahlen bestrahlt?

S: Ich glaub man kann sehen was drin is, aber naja, die Erdbeeren haben nicht so viel drin.

L: Ok. Und bei Gammastrahlung?

S: Pfuhh...wahrscheinlich werden sie radioaktiv [lacht] ...und man kann sie dann nicht mehr essen.

L: Und wenn man jetzt an Menschen mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Ja, was kann da passieren? Wenn zu viel is, dann kann ma wahrscheinlich Krebs kriegen...bei Röntgenstrahlung, wenn es extrem viel kommt, dann kann es auch Krankheiten verursachen und bei Gammastrahlung [lacht], da kommen sicher welche Folgen.

L: Ok. Und wenn ma z.B. einen Raum hernimmt? Und mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Es wird halt, wenn es so von da Sonne kommt die Strahlung heller, also es kommt Licht in den Raum. Bei Röntgenstrahlung, ja es ist dunkel in dem Zimmer, also man kann nicht sehen, weils dunkel ist.

L: Ok.

S: Und ich weiß nicht, was bei Gammastrahlung ist...wahrscheinlich passiert da gar nix.

L: Ok. Hast vielleicht schon mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination gehört? (Bild gezeigt)

S: Ja, gesehen schon...

L: Was glaubst du jetzt, was heißt Kontamination?

S: [lacht] Ähm...es ist bisschen schwer...Deutsch ist nicht mein Muttersprache [lacht]

L: Kein Problem.

S: Wenn jemand, also wenn irgendwas kontaminiert ist, dann heißt es ist irgendwie....ähm...wenn man z.B. a Krankheit hat, dann ist man auch kontaminiert mit irgendeinem Virus und man ist irgendwie...es ist irgendwie übertragen worden auf wen anders.

L: Ok, meinst du gibt es an Unterschied zwischen verstrahlt sein oder bestrahlt werden?

S: Ja, verstrahlt sein heißt, dass man das schon im Inneren hat, dass man auch Strahlung weiter irgendwie schon gibt und bestrahlt sein heißt irgendwie, wahrscheinlich, dass man die Strahlung jetzt irgendwie bekommt. [lacht] So irgendwie, keine Ahnung [lacht]

Interview 4:

Klasse: 6B

Code: KKORM

Geschlecht: männlich

Skala: UV: 1, Röntgen: 6, Gamma: 9

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Jo, vor allem Atomkraftwerke als Erstes, Atombomben, Schädlichkeit, Energie.

L: Und in welchem Zusammenhang hast schon mal was über „Radioaktivität“ gehört?

S: Naja, vor allem in Geschichte, Atombomben oder auch Physik, Strahlung sonst Nachrichten.

L: Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Naja, sie kann...sie ist auf jeden Fall schädlich für den Körper, also sie ist sehr gefährlich...ähm...sie kann relativ...ich glaube durch manche Objekte auch durch, also es gibt ja verschiedene Strahlungen..Gammastrahlung und Alpha-?...ok, ja [lacht] und ja ich weiß nur, dass eine von beiden ist eigentlich harmlos und die andere ist schädlich..

L: Ok und wie gefährlich würdest jetzt Radioaktivität im Vergleich zu UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung einschätzen? Eins ist ungefährlich und Zehn ist sehr gefährlich. Also UV-Strahlung?

S: Eins?

L: Röntgenstrahlung?

S: Ähh...sssechs.

L: Und radioaktive Strahlung, z.B. Gammastrahlung?

S: Hmmff....Zehn...ähm...Gammastrahlung, jetzt bin ich mir nicht sicher, ob das schädlich war...ich sag mal neun anfoch.

L: Ok. Kann man deiner Meinung nach radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Ja, ist messbar.

L: Ok, weißt vielleicht womit man das messen kann?

S: Ähm, ja, mit einem Messgerät, hat den Namen nur gehört.

L: Ok. Und um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung?

S: Das weiß ich net.

L: Ok. Jetzt hätten wir da verschiedene Objekte, die mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt werden. Was passiert jetzt mit denen? Z.B. mit Erdbeeren, wenn die mit UV-Strahlen bestrahlt werden?

S: Ähh...nix?

L: Röntgenstrahlung?

S: Schätz ich auch net.

L: Gammastrahlung?

S: Es wird giftig, nimm ich an..also net mehr essbar für die Menschen.

L: Ok und wenn man jetzt z.B. an Menschen oder a Lebewesen mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Würd a nix passieren, denk i..

L: Und Röntgenstrahlung?

S: Kann schädlich sein...

L: Ok, und Gammastrahlung?

S: Sehr schädlich.

L: Ok. Und wenn ma jetzt den Raum hernimmt und mit UV-Strahlung bestrahlt? Passiert dann was?

S: Denk i net.

L: Und bei Röntgenstrahlung, z.B. im Röntgenzimmer beim Arzt?

S: Mmm...glaub i net, na.

L: Ok und Gammastrahlung?

S: Es könnt die Strahlung aufnehmen, nimm i an...und vielleicht speichern..anfoch weils schädlich is.

L: Ok, gut. Hast du schon mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination gehört?

S: Ähm...jo..

L: Ok, weißt du was Kontamination vielleicht bedeutet? Oder was stellst dir vor, wenn man sagt „Jemand oder etwas ist kontaminiert“?

S: Jo, dass er...mmm...abgesichert anfoch oder...schwer zu sagen...ähm...abgesichert is geschützt von den anderen also, abgesondert also.

L: Glaubst gibt's an Unterschied, wenn man sagt „jemand is kontaminiert“ oder „jemand is bestrahlt worden“?

S: Mmmm...denk net.

Interview 5:

Klasse: 6B

Code: LHBFP

Geschlecht: männlich

Skala: UV: 4, Röntgen: 5, Gamma: 9

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Ähm...also halt im Prinzip, dass es schlecht für den Körper is...

L: Fällt dir sonst noch was ein?

S: Tschernobyl?

L: Und in welchem Zusammenhang hast schon mal was über das gehört? Über das Thema „Radioaktivität“?

S: Ähm, über Katastrophen zum Beispiel und...ähm...im Prinzip eigentlich net viel mehr.

L: Ok. Welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Ähm?...

L: Is es gefährlich, kann man sehen, usw.

S: Na, also es is geruchlos, man kanns net sehen...jo, also...giftig...ähm..jo

L: Ok. Wie gefährlich würdest es jetzt im Vergleich zu UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung einschätzen? Auf einer Skala von 1 bis 10? Eins is ungefährlich, zehn is sehr gefährlich. Wo würdest du z.B. die UV-Strahlung platzieren?

S: Mmm...bei vier?

L: Ok. Röntgenstrahlung?

S: Fünf.

L: Und radioaktive Strahlung bzw. Gammastrahlung?

S: Oh, ähm...neun.

L: Glaubst du, kann man radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Na.

L: Ok, kann man vielleicht irgendwie messen oder gibt's irgendwas, wo man weiß, dass jetzt radioaktive Strahlung da is?

S: Geigerzähler.

L: Ok. Und um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung? Weißt du das vielleicht?

S: Ähm..es is Gammastrahlung?

L: Ok, wir haben jetzt verschiedene Objekte, die mit unterschiedlichen Strahlungsarten bestrahlt werden. Z.B. Erdbeeren. Was passiert jetzt, wenn ma die mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Also i glaub gar nix...

L: Und bei Röntgenstrahlung?

S: A net wirklich was [lacht]

L: Ok. Und Gammastrahlung?

S: Ähm, dass vielleicht mutieren?..oder so Art...Mutation halt.

L: Ok und wenn man des Gleiche jetzt mitn Menschen macht? Bei UV-Strahlung?

S: Is a Sonnenbrand zum Beispiel.

L: Und Röntgenstrahlung? Wennst beim Arzt sitzt.

S: Jo, also wennst jetzt ka so a Bleischürze oder was des is an hast, dann is a gefährlich, aber i weiß net mehr, was da jetzt passiert.

L: Ok und bei Gammastrahlung?

S: Ähm, Krankheiten wie z.B. Krebs oder sowas kann ausbrechen...und, jo...

L: Ok. Und wenn man des Ganze jetzt aufn Raum bezieht? UV-Strahlung? Passiert da was?

S: Na.

L: Röntgenstrahlung, z.B. die Wände im Röntgenzimmer?

S: I war no nie Röntgen, also....

L: Glaubst passiert was oder net?

S: Eher net.

L: Und bei Gammastrahlung?

S: Also es geht halt durch.

L: Ok, hast du scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination gehört?

S: Na.

L: Was glaubst, was heißt, wenn man sagt „jemand oder etwas is kontaminiert“?

S: Also bei Radioaktivität? Zum Beispiel, dass er verstrahlt is, so wie a bestimmtes Gebiet.

L: Ok, und glaubst gibt's an Unterschied, wenn man sagt „jemand is kontaminiert“ oder „jemand is bestrahlt worden“?

S: Ähm...das der z.B. die Strahlung abkriegt hat...im Prinzip as Gleiche.

Interview 6:

Klasse: 6B

Code: DJFIN

Geschlecht: männlich

Skala: UV: 5, Röntgen: 1, Gamma: 8

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Atomkraftwerke...ähm...keine Ahnung...dass es in Österreich ein Atomkraftwerk gibt, welches aber nicht in Betrieb is...dass, sollte es zu einer Katastrophe kommen Tabletten gibt, die dann ausgeteilt werden...ja, das wärs halt.

L: Ok. In welchem Zusammenhang hast schon mal was über Radioaktivität gehört?

S: Ähm...ja...die Katastrophe in Japan...jo...und Hiroshima...jo.

L: Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Ähm...also es beeinflusst glaubi so irgendwie die Entwicklung...also es kommt ja auch zu Deformationen bei Kindern und so, ja...bei Neugeborenen... ja, zu Behinderungen verschiedener Arten würd i mal sagen.

L: Kann man radioaktive Strahlung sehen oder hören, riechen?

S: Najo sehen...also die Radioaktivität? Ja, ich glaub keins von denen..

L: Wie gefährlich würdest Radioaktivität jetzt im Vergleich zu UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung einstufen? Auf einer Skala von 1 bis 10? Eins heißt ungefährlich und zehn sehr gefährlich. Wo würdest z.B. UV-Strahlung platzieren?

S: Fünf?

L: Röntgenstrahlung?

S: Keine Ahnung...jetzt wenn man im Krankenhaus Röntgen macht oder?

L: Genau.

S: Ähm, ich würd sagen eins.

L: Und Gammastrahlung?

S: Acht?

L: Ok. Glaubst du, kann man radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Mmm...ich glaub jetzt in erster Linie nicht...nein.

L: Ok. Gibt's vielleicht irgendwas, wo man messen kann?

S: Ja, ich schätz mal schon, dass da Messgeräte gibt.

L: Ok und du weißt jetzt nicht etwas spezifischeres darüber?

S: Also ich weiß, dass es Messgeräte gibt, aber ich weiß jetzt nicht, wie die heißen.

L: Ok. Und um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung?

S: Ähm....jetzt die Wellenlänge oder?

L: Generell, um welche Art der Strahlung, wir kennen ja jetzt schon UV-Strahlung, Röntgenstrahlung, usw.

S: Ähm, radioaktive Strahlung ...mmm...weiß ich jetzt nicht.

L: Ok. Jetzt haben wir verschiedene Objekte, wie z.B. Erdbeeren, Menschen und einen Raum. Was passiert jetzt mit diesen, wenn diese mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt werden? Z.B. wenn man die Erdbeeren mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Ich glaub sie werden reifer.

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung? Passiert da irgendwas?

S: Ich glaub nichts.

L: Bei Gammastrahlung?

S: Ähm...ich glaub auch nichts.

L: Und beim Menschen, wenn man den jetzt mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Ähm, tschuldigung, bei Gammastrahlung wird's wahrscheinlich, keine Ahnung, radioaktiv werden... die Erdbeeren.

L: Ok.

S: Und beim Menschen schätz ich, dass UV-Strahlung zu Sonnenbränden führt, so Röntgenstrahlung schätz ich, dass minimale Auswirkungen hat, also nahezu gar nicht und bei Gammastrahlung denk ich eben, dass es...ähm...zu Behinderungen und so führen kann.

L: Mhm. Und beim Raum?

S: Ähm, glaub ich kann keins der drei Dinge was beeinflussen.

L: Ok, jetzt wollt ich dich noch fragen, ob du schon einmal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination gehört hast?

S: MM. (Nein)

L: Z.B. wennst das Bild anschaust...

S: Aso, das schon...ja.

L: Was glaubst du, was bedeutet Kontamination?

S: Ja, ich schätz amal, dass des im Falle einer radioaktiven Katastrophe...dass dann Leute, die davon betroffen sind...keine Ahnung...kontaminiert werden, also abgetrennt werden von den nicht, ähm, nicht bestrahlten Personen.

L: Ok. Glaubst gibt's einen Unterschied zwischen Kontamination und Bestrahlung?

S: Jo, na...is schon anders. Also, ich schätz amal Strahlung is einfach die Strahlen, Kontamination is einfach, wenn jemand davon betroffen davon is.

Interview 7:

Klasse: 6B

Code: SBLGN

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 6, Röntgen: 9, Gamma: 10

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Abstand halten. [lacht] Na, bei Radioaktivität denk i eher so an Atomkraftwerke und so...als erstes würd ma des halt einfallen.

L: Ok. Würd da sonst noch was einfallen?

S: Tschernobyl, jo....und Chemie.

L: In welchem Zusammenhang hast schon mal was über Radioaktivität ghört?

S: Atomkraftwerke.

L: Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Eigenschaften?

L: Ja.

S: Was versteht ma unter Eigenschaften?

L: Jo, z.B. kann mans sehen, kann mans hören, kann mans riechen? Is gefährlich oder nicht?

S: Ahh, na, man kanns eigentlich gar net sehen, riechen oder so...gar nix... man merkt eigentlich net...meiner Meinung nach...jo...[lacht]

L: Gefährlich?

S: Jo, es is gefährlich für Menschen und es löst Krebs aus.

L: Ok und was glaubst jetzt, wie gefährlich is jetzt im Vergleich zu UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung? Wenn man jetzt sagt eins is ungefährlich und zehn is sehr gefährlich. Wo würdest jetzt z.B. die UV-Strahlung platzieren?

S: UV-Strahlung so sechs, Röntgenstrahlung...neun...radioaktive Strahlung zehn.

L: Ok. Kann man radioaktive Strahlung eigentlich wahrnehmen?

S: Jo, indem man halt irgendwelche Symptome hat.

L: Ok, und wenn man jetzt sagt, woher kann man jetzt z.B. wissen, ob jetzt da herinnen radioaktive Strahlung is oder net?

S: Des kann gemessen werden.

L: Ok, weißt a womit?

S: Na [lacht]

L: Ok [lacht]

S: [lacht]

L: Was glaubst, um welche Art handelt es sich bei radioaktiver Strahlung?

S: Keine Ahnung [lacht]

L: Ok. [lacht] I hätt jetzt verschiedene Objekte, Erdbeeren, Mensch / Lebewesen und an Raum. Und jetzt bestrahlt mans einmal mit UV-Strahlung, einmal mit Röntgenstrahlung und einmal mit Gammastrahlung. Was passiert jetzt z.B. mit den Erdbeeren, wenn mans mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Jo, vielleicht wachsen sie oder so? Keine Ahnung.

L: Ok und bei Röntgenstrahlung?

S: [Schweigen, kichert]

L: [lacht] Wennst zum Beispiel a Erdbeere ins Röntgenzimmer bittest und bestrahlst, passiert da irgendwas?

S: [lacht] Na, i was net.

L: Ok. Und bei Gammastrahlung?

S: I was net mal, was Gammastrahlung is, also [lacht]

L: Radioaktive Strahlung?

S: Asoo, ok..

L: Alpha-, Beta-, Gammastrahlung?

S: Aso, na...keine Ahnung, was passiert.

L: Wennst jetzt Erdbeeren mit radioaktiver Strahlung bestrahlst, passiert dann irgendwas mit denen?

S: Na, i schätz net...

L: Ok. Mensch, passiert mitn Mensch irgendwas, wenn man UV-Strahlung aussetzt?

S: Jo, keine Ahnung...vielleicht...hmm...is schlecht für die Augen? Vielleicht...i was net...keine Ahnung.

L: Ok. Und bei Röntgenstrahlung? Wennst da z.B. was brichst und geröntgt wirst?

S: Wenns nur kurz is, dann passiert eigentlich nix, außer, dass du durchleuchtet wirst.

L: Ok und bei Gammastrahlung? Passiert da irgendwas mitn Menschen?

S: Man kriegt Symptome, irgendwelche? Oder so...typische, radioaktive Symptome?

L: Und wenn ma jetzt an Raum hernehmen? Passiert da was, wenn man mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Na, i schätz net.

L: Und Röntgenstrahlung?

S: Na, i schätz a net.

L: Ok und Gammastrahlung?

S: Ohh, na.

L: Also a nix?

S: Jo. [lacht]

L: Ok. Hast scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination gehört?

S: Jo.

L: Wennst da die Bilder da anschaust, was glaubst versteht ma unter Kontamination?

S: Najo, kontaminiert des heißt...ahm...dass ma vielleicht net hingehen sollte? Dass es a gesperrter Raum, also gesperrter Bereich is...jo, und dass da halt was passiert ist.

L: Ok. Und glaubst gibt's an Unterschied, wenn ma sagt „jemand is kontaminiert“ oder „jemand is bestrahlt worden“?

S: I glaub scho, dass Unterschiede gibt.

L: Weißt vielleicht a welche?

S: Ähm...na, keine Ahnung. Ähm...also er wurde bestrahlt, aber er is jetzt sozusagen nicht für andere Menschen zugänglich...wenn ma des so sagen kann. [lacht]

Interview 8:

Klasse: 6B

Code: VLKCS

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 6.5, Röntgen: 5.5, Gamma: 10

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Es gibt ja die...es...des sein so kleine Teilchen, de...ah...de können halt in Luft sein, zum Beispiel...ah...des waren ja de Kernkraftwerke und so...de sein explodiert und des is dann schlecht für die Umwelt und die Menschen und...jo

L: Ok. In welchem Zusammenhang hast schon mal was über des Thema gehört?

S: Atomkatastrophe...äh...keine Ahnung, Japan? Hiroshima?

L: Richtig. Welche Eigenschaften besitzt jetzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Es zerfällt, irgendwie...jo.

L: Und sonst no irgendwas? Was weißt sonst no?

S: [lacht] Es is net gut, also es geht ja eigentlich ziemlich überall durch...durch viele Materialien.

L: Ok. Kann mans z.B. sehen oder hören, riechen?

S: Na, sehen...es is unsichtbar für uns...

L: Ok. Und zur Gefährlichkeit? Wie gefährlich würdest Radioaktivität im Vergleich zu UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung einschätzen? (Skala) Eins ist ungefährlich, zehn ist sehr gefährlich. Wo würdest jetzt z.B. UV-Strahlung platzieren?

S: Es ist net sooo schlimm schätz ich halt amal...also Röntgenstrahlung das ist ja a net so arg, weil...

L: Wo würdest das jetzt auf der Skala platzieren?

S: Als letzte wird amal ganz gefährlich sein.

L: Ok, die radioaktive Strahlung?

S: Ja. Und Röntgen, das macht man ja beim Arzt und so, also wird jetzt net so gefährlich sein, aber gut ist halt a net, also ich glaub fünf oder sechs oder so.

L: Ok, also fünf oder sechs? Oder dazwischen?

S: Dazwischen [lacht]

L: Ok und UV-Strahlung?

S: Jo a so circa..bei sechs oder sieben [lacht] zwischen sechs und sieben [lacht]

L: Ok. Und zwar, kann man radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: An und für sich net, nur halt nachher die Folgen.

L: Ok, glaubst man kann irgendwie messen?

S: Jo, messen schon. Es gibt da bestimmte Geräte, mit denen man das messen kann.

L: Weißt vielleicht wie das Gerät heißt?

S: Ahh..na, leider na. [lacht]

L: Ok, kein Problem. Um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung?

S: Um a schlechte? [lacht] Um a schlechte Strahlung, also was net gut ist...keine Ahnung.

L: Was passiert jetzt mit verschiedenen Objekten, wenn man sie mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt? Z.B. Erdbeeren mit UV-Strahlung? Passiert da was?

S: UV ist ja eigentlich so Licht-Zeug und so? Also wird zum Beispiel reif werden und so..

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung? Passiert da irgendwas?

S: Jo mit der Erdbeere selber net, du siehst halt nachher die Erdbeere einfach so, aber...blickt sie halt nix...

L: Ok, und Gammastrahlung?

S: Die is schlecht für die Erdbeere..also wennsts halt nachher isst, dann is schlecht fürn Körper und so.

L: Ok, und beim Menschen? UV-Strahlung?

S: Des geht jo auf die Haut und dann wirst halt rot werden.

L: Und bei Röntgenstrahlung?

S: Jo des macht ma beim Arzt und du siehst halt die Knochen und ob was brochen is.

L: Ok und passiert da irgendwas mitn Körper?

S: Jo, i mein regelmäßig sollt mas net machen, aber so zwischendurch, wenn was is, dann musst halt röntgen und dann is jetzt net so schlimm.

L: Und bei Gammastrahlung?

S: Des war bei den ganzen Atomkatastrophen und des is dann a schlecht für die Gesundheit.

L: Ok, und wenn ma jetzt z.B. an Raum hernimmt? UV-Strahlung?

S: Wird net wirklich viel passieren.

L: Ok. Und bei Röntgenstrahlung? Also im Röntgenzimmer die Wände? Passiert mit denen irgendwas?

S: Net wirklich?...die Wände?...Na.

L: Und bei Gammastrahlung?

S: Des geht durch.

L: Ok, dann kommen ma zur nächsten Frage. Hast scho mal die Begriffe Kontamination oder Dekontamination ghört?

S: Naa?

L: Wennst vielleicht die Bilder anschaut?

S: Aso. Jo.

L: Was könnte unter Kontamination gemeint sein?

S: Jo, der Schutzanzug? Oder so...i was net.

L: Was glaubst würde es bedeuten, wenn i sag „jemand is kontaminiert“?

S: Jo, der hat so an Anzug an und is so geschützt...i was es net...des schützt dann halt von da Strahlung, diese Anzüge.

Interview 9:

Klasse: 6B

Code: MPKMV

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 2, Röntgen: 5, Gamma: 9

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Atomkraftwerke?

L: Sonst noch irgendwas?

S: Ähm...so Verstrahlung und halt gesundheitsgefährdend..jo.

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Ähm...

L: Is gefährlich, kann mans sehen oder...?

S: Jo..is unsichtbar, gefährlich, giftig..tödlich?

L: Ok. Und wenn mans jetzt mit anderen Strahlungsarten vergleicht, z.B. UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung? Wie gefährlich würdest du die einzelnen Arten einschätzen? Auf einer Skala von 1 bis 10?

S: UV-Strahlung...ähh

L: Eins is ungefährlich, 10 is sehr gefährlich.

S: Zwei?

L: Ok, Röntgenstrahlung?

S: Röntgenstrahlung..na is ja a schädlich fürn Körper, so zu viel...fünf.

L: Und radioaktive Strahlung, z.B. Gammastrahlung?

S: Neun?

L: Neun. Jetzt noch eine Frage, glaubst kann ma radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Hmm..glaub net?

L: Glaubst kann ma radioaktive Strahlung messen?

S: Ja, mit so Messgeräte oder so schon, aber man siehts oder riecht oder so net, glaubi halt.

L: Und weißt vielleicht wie des Messgerät heißt, was gibt?

S: Ähh...na.

L: Ok und weißt vielleicht um welche Art von Strahlung es sich bei radioaktiver Strahlung handelt?

S: Gammastrahlung?

L: Gibt's, aber wo würdest jetzt radioaktive Strahlung einordnen, wenn ma an die Strahlungsarten denken, wie z.B. UV-Strahlung, Röntgenstrahlung, Infrarotstrahlung?

S: Mmm, na, keine Ahnung.

L: Ok, ka Problem. Wir haben da jetzt verschiedene Objekte, die werden jetzt mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt. Und zwar hätte wir da jetzt Erdbeeren, glaubst passiert mit denen was, wenn mans mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Na.

L: Ok. Bei Röntgenstrahlung?

S: Glaub net.

L: Und bei Gammastrahlung?

S: Schon.

L: Ok, und was wird deiner Meinung nach mit den Erdbeeren passieren?

S: Najo, i denk wenn de so bestrahlt werden und dann isst ma de, dass des halt afoch so a ähnliche Wirkung hat wenn ma jetzt direkt der Strahlung ausgesetzt wird.

L: Ok, und wenn ma jetzt des Gleiche mitn Menschen machen? UV-Strahlung?

S: Net so...

L: Also passiert nix, wennst UV-Strahlung ausgesetzt bist?

S: Net so wirklich?

L: Und bei Röntgenstrahlung?

S: Jo, so bissi, net so ...zu viel is halt a schädlich

L: Ok und was passiert, wennst zu viel Röntgenstrahlung ausgesetzt bist?

S: I was net, aber I was, dass schädlich is [lacht]

L: Ok, also bist der Meinung, dass gefährlich is.

S: Jo.

L: Und bei Gammastrahlung?

S: Najo, des kann ja so alle möglichen Krankheiten und so..wie...hervorrufen.

L: Ok, und wenn ma jetzt z.B. an Raum hernehmen? UV-Strahlung? Passiert da irgendwas, mit den Wänden zum Beispiel?

S: Najo, werden de dann wärmer?...Jo, i sag de werden wärmer [lacht]

L: Ok. Und bei Röntgenstrahlung? Also im Röntgenzimmer?

S: Jo, nix.

L: Ok, und Gammastrahlung?

S: Was net, vielleicht nehmen die Wände des irgendwie auf? Oder so?

L: Ok, jetzt wollt i di no fragen, ob du scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört hast?

S: Kontamination?

L: Wennst da die Bilder anschaust?

S: Ähm, einfach dass ma so...also kontaminieren...des sagt ma irgendwie was, aber i bin man net sicher, wie i des einordne...einfach so...ähm...abschirmen oder so?

L: Ok. Und warm glaubst muss der abgeschirmt werden, wenn er kontaminiert is?

S: Weil er mit irgendwas infiziert is oder so?

L: Glaubst is es das Gleiche, wenn i sag „jemand is kontaminiert“ oder „jemand is bestrahlt worden“?

S: Mm, jo...i würd des so ähnlich einordnen..

L: Glaubst is Kontamination und Bestrahlung das Gleiche oder was anderes?

S: I was net [lacht]

Interview 10:

Klasse: 6B

Code: SGFGA

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 4, Röntgen: 6, Gamma: 10

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Tschernobyl? Und...is net so irgendwie, dass wir in da Schul Tablette kriegen oder so? Und dadurch wird halt irgendwie so sehr viel zerstört und a die ganzen Regenwälder und des alles.

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: ...Jo, is halt eigentlich sehr schlecht

L: Ok, und kann mans zum Beispiel sehen, riechen, hören oder...?

S: Najo, also man merkt's halt irgendwie schon? Und da Mensch fühlt si vielleicht a irgendwie so schlechter oder so?

L: Ok, aber kannst as z.B. sehen oder...?

S: Na, nur vielleicht in der Natur, dass halt des irgendwie was zerstört wird...

L: Ok. Und was glaubst jetzt, wie gefährlich's is, wenn mans jetzt z.B. mit UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung vergleicht? Auf einer Skala von 1 bis 10? Eins is ungefährlich, zehn is sehr gefährlich. Wo würdest jetzt die normale UV-Strahlung einordnen?

S: UV?...bei vier?

L: Ok, Röntgenstrahlung?

S: Najo, is eher schlimmer, weil da hat ma ja so an Schutz an manchmal, also...ah...also, sechs, sieben?

L: Ok, sechs oder sieben? Oder dazwischen?

S: Jo, sechs.

L: Sechs. Und radioaktive Strahlung, z.B. Gammastrahlung?

S: Zehn?

L: Zehn, ok. Glaubst kann ma radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Eher net, na...

L: Glaubst, dass mans vielleicht messen könnte?

S: Jo, des schon...gibt's sicher irgend so a Gerät oder so. [lacht]

L: Aber weißt net explizit, ob's ans gibt oder wie des heißen könnt?

S: Na.

L: Ok und weißt vielleicht um welche Art von Strahlung es sich bei radioaktiver Strahlung handelt?

S: Na, keine Ahnung...

L: Wir haben da jetzt verschiedene Objekte, die wir mit unterschiedlichen Strahlungsarten bestrahlen. Jetzt haben wir z.B. Erdbeeren, die würden wir mit UV-Strahlung bestrahlen. Passiert mit denen irgendwas, mit den Erdbeeren?

S: Na.

L: Ok. Und wenn man des Gleiche jetzt mit Röntgenstrahlung macht? Mit den Erdbeeren?

S: Kann sein?

L: Und was glaubst könnte passieren?

S: Jo, dass mans halt net mehr essen darf oder so?

L: Ok, und bei Gammastrahlung?

S: Jo, da darf mans sicher net mehr essen.

L: Ok, und was passiert dann mit denen?

S: Da werdens halt hin.

L: Ok, und wenn ma des Gleiche jetzt mitn Menschen oder Lebewesen machen? Mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Najo, wenn man halt zu viel bestrahlt wird, dann passiert vielleicht irgendwas...also es wird irgendwas geschädigt..

L: Weißt vielleicht auch was?

S: Jo, die Haut halt?

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung? Wenn jetzt da Mensch mit Röntgenstrahlung bestrahlt wird?

S: Da kanns sein, dass was innen..also innerlich passiert, also im Körper.

L: Ok, und bei Gammastrahlung?

S: Najo, also da is halt äußerlich und innerlich irgendwelche Schäden.

L: Und wenn ma jetzt z.B. an Raum oder die Raumwände hernehmen? Wenn ma des Ganze jetzt mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Passiert nix.

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung? Also im Röntgenraum beim Arzt? Passiert da irgendwas?

S: Jo, passiert a nix.

L: Ok, und bei Gammastrahlung?

S: Würd i sagen, dass a nix passiert?

L: Ok, dann gemma weiter. Hast scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört?

S: Na.

L: Und wenn i da des Bild zeig? Kontamination?

S: Na, no nie ghört.

L: Und hast vielleicht den Film Monster AG gsehen? Wo des mit den Socken is, mit dem Monster? Da spricht man ja a von Kontamination.

S: Jo.

L: Was glaubst könnte Kontamination jetzt heißen?

S: Najo, dass ma vielleicht aufpassen muss und an Schutz tragen muss oder so?

L: Ok, und jo warum glaubst?

S: Der kann halt irgendwelche Sachen übertragen, de schlecht fürn Körper sein?

L: Ok, und in Hinsicht auf Strahlung jetzt? Wenn mans mit Strahlung verbindet?

S: Gibt vielleicht irgend a Strahlung ab? Na...er hat vielleicht irgend a Strahlung abkriegt oder so?

L: Ok. Glaubst is es das Gleiche, wenn i sag „jemand is kontaminiert“ oder „jemand is bestrahlt worden“?

S: Jo..is vielleicht a kleiner Unterschied, aber keine Ahnung.

Interview 11:

Klasse: 6B

Code: SSFHB

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 2, Röntgen: 4, Gamma: 10

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Ähm, also wenns so a Strahlung is, dass es dann negativ is für uns Menschen und es schlecht is für die Umwelt und alles...und dass des über an längeren Zeitraum no immer Schäden anrichtet

L: Ok, und in welchem Zusammenhang hast schon mal was über Radioaktivität gehört?

S: Äh...eigentlich no net so sehr..wenn jetzt irgend a so a Atomkraftwerk oder so..ähm..irgendwie explodiert oder kaputt wird, dass dann vermehrt zu Strahlen kommt

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität?

S: Ähm...gesundheitsschädigend

L: Ok, und sonst no irgendwas? Kannst as sehen, hören, riechen?

S: Na, des kann ma net [lacht]

L: Ok. Und wie gefährlich is jetzt radioaktive Strahlung, wenn mans mit UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung vergleicht? Wir hätten da jetzt a Skala von 1 bis 10, eins is ungefährlich, zehn is sehr gefährlich. Wo würdest jetzt z.B. die UV-Strahlung platzieren, auf der Skala?

S: Ähm, so auf zwei?

L: Ok, und Röntgenstrahlung?

S: Röntgenstrahlung..a bissl mehr, also vier?

L: Und radioaktive Strahlung, z.B. Gammastrahlung?

S: Zehn? [lacht]

L: Ok, glaubst du kann ma radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Na.

L: Könnt ma jetzt z.B. herausfinden, ob radioaktive Strahlung hier im Raum wär?

S: Ja, vielleicht mit irgend an speziellen Gerät oder so irgendwas?

L: Weißt vielleicht an Namen von so an Gerät?

S: Na. [lacht]

L: Ok, um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung?

S: Gammastrahlung? Ähm, i was net? Is vorher erwähnt worden, oder? [lacht]

L: Gammastrahlung gibt's, es gibt a Alpha- und Betastrahlung. Aber generell, um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung? Z.B. UV-Strahlung, Röntgenstrahlung, Infrarotstrahlung oder elektromagnetische Strahlung?

S: Mmm, na, keine Ahnung.

L: Ok, ka Problem. Was passiert jetzt mit folgenden Objekte, wenn die mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt werden? Und zwar nehmen wir da jetzt Erdbeeren her und bestrahlen die mit UV-Strahlung. Was passiert da?

S: I glaub dann werdens reif..

L: Ok. Und Röntgenstrahlung?

S: Da passiert jetzt nix, wenns nur einmal is.

L: Ok, und wenns öfter is?

S: Dann kanns a irgendwie kaputt werden oder so? Glaub i..

L: Und bei Gammastrahlung?

S: Ähm..jo do wirds wahrscheinlich dann absterben.

L: Ok, und wenn ma jetzt des Gleiche mit an Menschen oder irgendan Lebewesen machen? Was passiert da bei UV-Strahlung?

S: Jo, des is jo a gut...Vitamin D glaubi..und....

L: Ok.

S: Und bei Röntgenstrahlung..jo, des soll ma net so oft machen..

L: Ok.

S: Und Gammastrahlung..is halt schädigend

L: Ok, und beim Raum? Wenn jetzt im Raum z.B. die Wände da mit UV-Strahlung bestrahlt werden? Passiert da irgendwas?

S: Na.

L: Ok, Röntgenstrahlung? Also im Röntgenzimmer beim Arzt?

S: Na. [lacht]

L: Ok, und Gammastrahlung?

S: Na, i glaub da passiert a nix.

L: Ok, ja dann wollt i di no fragen, ob du scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört hast?

S: Na.

L: Wenn i da vielleicht a Bild zeig? Kontamination? Hast des vielleicht schon mal in an Film gsehen? Was des bedeuten könnte, wenn man sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Na, hab i no nie gsehen.

L: Ok.

S: Najo, vielleicht a irgendwas mit Strahlung? Dass ma si...vielleicht irgendwie schützen soll?

L: Ok. Was glaubst könnte es bedeuten, wenn ma sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Ähm..bestrahlt worden? Dass er bestrahlt worden is und jetzt... man dem schnell helfen soll, oder?

L: Ok, und glaubst is es jetzt das Gleiche, wenn ma sagt „er is kontaminiert“ oder „er is bestrahlt worden“?

S: Na, weil man kann ja a mit anderen Strahlen bestrahlt werden? I was net...

L: Glaubst is Kontamination und Bestrahlung das Gleiche?

S: Net ganz [lacht]

L: Wo is dann der Unterschied, wenn du glaubst, dass net das Gleiche is?

S: Ähm...na i glaub schon, dass as Gleiche is, dass des schon zsammhängt [lacht] Je nachdem wie schlimm es is? Oder wieviel man bestrahlt worden is? Ähm, kontaminiert hört sich viel schlimmer an als bestrahlt worden [lacht] Irgendwie glaub i langsam, dass es as Gleiche is

Interview 12:

Klasse: 6A

Code: LJSHM

Geschlecht: männlich

Skala: UV: 3, Röntgen: 4, Gamma: 8

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Naja...äh...die Erzeugung halt eben von...Elektrizität und eben der...also früher...also mi hat des irgendwie in der Kindheit sehr geprägt, weil mi des halt oft in den Neuig...also in den News so quasi begegnet is...also i denk da eigentlich so ziemlich so an diese Kindernachrichtensender...weil i habs zwar nie richtig ganz verstanden aber i...ja der Begriff anfoch is...

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Also i hab's immer mit was Giftigen verbunden, also...i...i kenn mi do...i hob mi nie wirklich stark damit befasst...aber...immer wenn i des irgendwie...jetzt irgendwie ghört hab hab i des sofort mit irgendwelchen giftigen Kon...Substanzen eben glaubi verbunden.

L: Ok. Und was glaubst jetzt wie gefährlich is radioaktive Strahlung auf einer Skala von 1 bis 10, wenn mans z.B. mit UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung vergleicht? Eins heißt ungefährlich, zehn sehr gefährlich. Wo würdest jetzt z.B. die UV-Strahlung platzieren, auf der Skala?

S: Drei?

L: Ok, und dann die Röntgenstrahlung?

S: Vier.

L: Und radioaktive Strahlung, z.B. Gammastrahlung? Wo würdest de einordnen?

S: Acht.

L: Ok, und glaubst du, dass ma radioaktive Strahlung wahrnehmen kann?

S: Ähm...naja...mit bestimmten Geräten bestimmt, aber i glaub net, dass ma des jetzt so spontan sagen kann.

L: Weißt vielleicht an Namen von so an Messgerät?

S: Na, Namen weiß i keinen..

L: Ok, um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung?

S: Puh, keine Ahnung...

L: Ok, jetzt hätten wir da verschiedene Objekte, also einmal Erdbeeren, einmal Menschen oder Lebewesen und einmal an Raum. Was passiert jetzt mit den Objekten, wenn die mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt werden? Erdbeeren mit UV-Strahlung? Passiert da was?

S: Nix besonderes.

L: Passiert da was, glaubst?

S: Na.

L: Ok. Und bei Röntgenstrahlung? Wenn ma jetzt Erdbeeren mit Röntgenstrahlung bestrahlt?

S: Äh..i glaub net, dass da wirkli a großer Unterschied wär...na.

L: Und bei Gammastrahlung?

S: Äh...do hingegen schon, weil...ähm...es hat ja oft dieses Problem geben mit...äh...mit...Champignons?

L: Ok.

S: Ja...also...

L: Und wenn man jetzt das Gleiche mit an Menschen oder irgendein Lebewesen machen? Was passiert da bei UV-Strahlung?

S: Na, sonst...also...des benutzt man ja teilweise in...?

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung?

S: Äh, ja...man...äh...ganz geringfügig.

L: Ok, und Gammastrahlung?

S: Stärker schon...ja...klar.

L: Und was glaubst du passiert da mit an Menschen, wenn man mit Gammastrahlung bestrahlt?

S: Ich was net...irgend so ein Organversagen oder so? Keine Ahnung...äh...i...is nur so geraten.

L: Ok, und beim Raum? Wenn jetzt im Raum z.B. die Wände da mit UV-Strahlung bestrahlt werden? Passiert da irgendwas?

S: Na.

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung? Z.B. bei einer Untersuchung im Röntgenzimmer?

S: Ähm, na.

L: Ok, und Gammastrahlung?

S: Äh, ich glaub schon...ja.

L: Ok, und was glaubst du passiert da mit den Wänden?

S: Naja, dass sie das quasi aufnehmen? Weil man sagt ja an Objekte, die mal radioaktiv bestrahlt worden sind, die geben das halt ab und deswegen muss man das halt irgendwie absichern.

L: Ok, dann hättest du noch eine Frage an mich. Hast du schon mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination gehört?

S: Na.

L: Wennst du vielleicht das Bild anschaut? Kontamination?

S: Najo, des Zeichen hab i gsehn, aber... jo

L: Ok. Was glaubst könnte des jetzt bedeuten, wenn ma sagt „jemand is kontaminiert“?

S: I...I...najo..also..dadurch dass jetzt Vorsicht steht würd i amal sagen etwas Gefährliches? Irgendwas mit eben radioaktiver Strahlung?

L: Ok. Was glaubst könnte es bedeuten, wenn ma sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Najo, dass man den irgendwie....absichern muss? Von da Umwelt, weil...i was net...weil die Strahlung irgendwie aufgenommen wird quasi.

L: Ok, und glaubst is es jetzt das Gleiche, wenn ma sagt „er is kontaminiert“ oder „er is bestrahlt worden“?

S: I glaub net...aber bestimmt was Ähnliches, hat bestimmt an Bezug, aber i glaub net, dass es exakt das Gleiche is. Aber i weiß net. [lacht]

Interview 13:

Klasse: 6A

Code: FPGWE

Geschlecht: männlich

Skala: UV: 7, Röntgen: 3, Gamma: 9

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Tschernobyl natürlich.

L: Ok, und fällt da sonst no was ein?

S: Jo, zum Beispiel in Hiroshima da is ja a des Kernkraftwerk...da is amal so dieser Reaktor glaubi hochgegangen und hat eben dann natürlich die ganze Umgebung verstrahlt.

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt glaubst Radioaktivität?

S: Es is sehr gfährlich, aber ma kanns net sehen.

L: Ok. Und wie gfährlich glaubst is jetzt radioaktive Strahlung im Vergleich mit UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung? Wir hätten da jetzt a Skala von 1 bis 10, eins is ungefährlich, zehn is sehr gefährlich. Wo würdest jetzt z.B. die UV-Strahlung platzieren, auf der Skala?

S: Ähm...i sag...sieben.

L: Ok, und Röntgenstrahlung?

S: Nähmm...Drei?

L: Und radioaktive Strahlung, z.B. Gammastrahlung?

S: Neun.

L: Ok, glaubst du kann ma radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Na, i glaub net...beweisen kann mans scho, man kanns messen, aber i glaub net, dass mans anfoch so wahrnehmen kann.

L: Weißt vielleicht womit mans messen kann?

S: Mit an Messgerät. [lacht] Na, i was net...

L: Ka Problem. Und um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung?

S: Ähmm...Alphastrahlung?

L: Is eine Art von Strahlung, aber wo würdest jetzt generell radioaktive Strahlung einordnen? Stichwort: Spektrum? Z.B. UV-Strahlung, Röntgenstrahlung, Infrarotstrahlung?

S: Keine Ahnung [lacht]

L: Ok. Wir hätten da jetzt verschiedene Objekte, die mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt werden. Was passiert jetzt mit denen? Und zwar nehmen wir da jetzt Erdbeeren her und bestrahlen die mit UV-Strahlung. Passiert mit denen was?

S: Na.

L: Nix, ok. Und wenn mans jetzt mit Röntgenstrahlung bestrahlen würd?

S: Glaub net, na.

L: Ok, und bei Gammastrahlung?

S: Jo, de werden..also de kann ma dann sicher net mehr essen danach.

L: Ok, und was glaubst passiert mit ihnen?

S: Najo, de werden alle verstrahlt.

L: Ok, und wenn ma jetzt des Gleiche mit an Menschen machen oder irgendein Lebewesen? Passiert da bei UV-Strahlung irgendwas?

S: Jo [lacht] denk scho..

L: Ok. Und was glaubst?

S: Die Haut reagiert wahrscheinlich auf de Strahlung?

L: Ok. Röntgenstrahlung?

S: Glaub i net, weil beim Arzt is jo a eigentlich nix.

L: Ok, Gammastrahlung?

S: Mmm..jo..man wird sterben, oder? Nach einer Zeit..und man kriegt z.B. mehr Finger oder so..

L: Ok, Missbildungen meinst?

S: Jo genau.

L: Ok, und beim Raum? Passiert da irgendwas?

S: I glaub gar nix.

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung? Also im Röntgenzimmer beim Arzt?

S: Na, a nix.

L: Gammastrahlung?

S: Nix.

L: Ok, dann wollt i di no fragen, ob du scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört hast?

S: Ah, ghört hab i schon mal was ...

L: Wenn i da vielleicht a Bild zeig? Was hat des glaubst für a Bedeutung, wenn man sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Dass der verstrahlt is, dass die...radioaktiven Strahlen auf ihn eingwirkt haben oder so?

L: Ok, und glaubst gibt da jetzt an Unterschied, wenn ma sagt „er is kontaminiert“ oder „er is bestrahlt worden“?

S: Aso na...Kontaminiert is des net...da Unterschied zwischen Kontamination und....?

L: Bestrahlung.

S: Na, i glaub net...i überleg grad...Kontamination, is des net was ganz anderes...is des net...na, i hob keine Ahnung. [lacht]

Interview 14:

Klasse: 6A

Code: SLBBM

Geschlecht: männlich

Skala: UV: 5, Röntgen: 4, Gamma: 10

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Tschernobyl.

L: Ok, und an was denkst sonst noch, wennst den Begriff hörst?

S: Jo, also dass man...dass Krankheiten halt entstehen..Krebs, Mutationen...also des is

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Keine Ahnung, also i...

L: Is gefährlich? Kannst es sehen, hören, riechen?

S: Aha, also...gefährlich is sicher mal und sehen kann man net, aber es is halt in der Luft...also man kriegts spätestens mit, wenn man halt selber...also erkrankt oder irgendwas.

L: Ok. Und was glaubst jetzt wie gefährlich is, wenn mans mit UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung vergleicht? Auf einer Skala von eins bis zehn, wo würdest jetzt z.B. die UV-Strahlung platzieren?

S: Du würd i jetzt da hersetzen, bei ungefähr fünf, sechs...sag mal fünf

L: Ok, Röntgenstrahlung?

S: Röntgenstrahlung bei vier.

L: Ok. Und radioaktive Strahlung, z.B. Gammastrahlung?

S: Ja, zehn...ganz hinten.

L: Ok, glaubst man kann radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Des weiß i jetzt net, aber i hab selber noch net wirklich eine radioaktive...i was net amal..i glaub, dass man da selber eine ganz leicht sogar...aber i kann...was net...

L: Ok. Könnt man jetzt aber herausfinden, ob radioaktive Strahlung da im Raum wär?

S: I glaub schon, dass man wahrnehmen kann.

L: Fallen da vielleicht irgendwelche Geräte ein, mit denen man messen kann?

S: Also i was jetzt net...

L: Kann Problem, um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung?

S: Jo, radioaktive Strahlung...also is a...ahm...Gamma-...also, na...I hab mi jetzt net viel mit Strahlung und dem Zeug auseinandergesetzt.

L: Ok, macht nix. Was glaubst passiert jetzt mit folgenden Objekte, wenn die mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt werden? Und zwar nehmen wir da jetzt als erstes Erdbeeren her und bestrahlen die mit UV-Strahlung. Passiert da irgendwas?

S: Na.

L: Ok. Und wenn mans jetzt mit Röntgenstrahlung bestrahlen würd? Passiert da irgendwas?

S: Wird ma nix merken.

L: Und bei Gammastrahlung?

S: Wird ma schon was...also da glaub i scho, dass ma...de werden zsammrunzeln oder was...also schirch oder alt werdens ausschaun.

L: Ok, und wenn ma jetzt des Gleiche mit an Menschen oder irgendein Lebewesen machen? Was passiert da bei UV-Strahlung?

S: Ja, man kriegt halt a...schirch Haut oder so...

L: Ok.

S: Röntgenstrahlung...i man des wird immer verwendet zum schaun, ob ma si was brochen hat...da passiert jetzt net viel, net so extrem...aber bei der Gammastrahlung glaub i scho, dass ma da wirkli was kennt a so...beim Menschen.

L: Ok und was könnt da passieren?

S: Man kann...kann sein, dass ma vielleicht...a wieder älter ausschaut, als was ma vielleicht is oder Körpveränderungen anfoch..

L: Ok, und beim Raum? Wenn jetzt im Raum z.B. die Wände da mit UV-Strahlung bestrahlt werden? Passiert da irgendwas?

S: Da wird nix passieren.

L: Ok, Röntgenstrahlung? Z.B. im Röntgenzimmer beim Arzt?

S: A nix.

L: Ok, und bei Gammastrahlung?

S: Also Gammastrahlung wird wahrscheinlich durchgehen...also...jo...

L: Gut, dann wollt i di no fragen, ob du scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört hast? Vielleicht wennst da mal des Bild anschaust?

S: Jo.

L: Was glaubst könnte es jetzt bedeuten, wenn ma sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Jo, gschützt halt anfoch...

L: Ok, und wenn ma jetzt sagt „die Person is bestrahlt, glaubst is es jetzt das Gleiche, wie wenn ma sagt „sie is kontaminiert“?

S: I glaub net, dass des as gleiche is, aber...i weiß es jetzt so in dem Sinn net...also...

Interview 15:

Klasse: 6A

Code: TBBRA

Geschlecht: männlich

Skala: UV: 7, Röntgen: 5, Gamma: 6

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Eigentlich an Tschernobyl sofort.

L: Ok, und fällt da sonst no was ein zum dem Thema?

S: Jo..ähm...allgemein...man sagt halt a, dass die Pilze heutzutage no verstrahlt sein und alles...

L: Ok. Und was glaubst, welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität?

S: Gfährlich is sicher...unsichtbar.

L: Ok. Und was glaubst jetzt, wie gfährlich is radioaktive Strahlung, wenn mans mit UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung vergleicht? Wir hätten da jetzt a Skala von 1 bis 10, eins is ungefährlich, zehn is sehr gefährlich. Wo würdest jetzt z.B. die UV-Strahlung platzieren, auf der Skala?

S: Sieben.

L: Ok, dann Röntgenstrahlung?

S: Fünf?

L: Und radioaktive Strahlung, z.B. Gammastrahlung?

S: Jo, sechs eigentlich.

L: Ok, glaubst kann ma radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Na, glaub i net...na.

L: Ok, glaubst gibt's jetzt irgend a Möglichkeit, dass mans messen kann?

S: Ja, i glaub scho, dass mans irgendwie messen kann, weil sonst würd ma ja a net sagen, dass zum Beispiel a no auf die Pilze heutzutage sein...die Strahlen und so..

L: Ok, um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung?

S: Na [lacht]

L: Es gibt ja z.B. UV-Strahlung, Röntgenstrahlung, Infrarotstrahlung? Fallt da jetzt was ein?

S: Na, eher net...

L: Ok. Was passiert jetzt glaubst mit folgenden Objekte, wenn die mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt werden? Und zwar nehmen wir da jetzt Erdbeeren her und bestrahlen die mit UV-Strahlung. Passiert da irgendwas?

S: Na.

L: Ok. Und Röntgenstrahlung?

S: A net.

L: Ok, und bei Gammastrahlung?

S: Jo, da glaub i scho, dass irgendwas passiert...

L: Ok, und was glaubst passiert mit den Erdbeeren?

S: Najo, ähm...allgemein schädlich fürn Körper, wenn ma de isst.

L: Ok, und mit den Erdbeeren selbst, was könnt da sein?

S: Man wird nix wahrnehmen glaubi, aber vielleicht werdens schneller verderben oder so...aber...

L: Ok, und wenn ma jetzt des Gleiche mit an Menschen oder irgendan Lebewesen machen? Wenn man den oder des mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: I glaub net, dass des so schlimm is. [lacht]

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung?

S: Des macht ma ja eigentlich a immer, wenn ma röntgen tut beim Arzt. Da passiert a nix.

L: Ok, und bei Gammastrahlung?

S: Jo, also a nur wenn ma...zum Beispiel wenn ma a verstrahlte Erdbeer isst, dass mans vielleicht a bissl spürt oder so.

L: Aber wenn ma jetzt den Menschen direkt mit Gammastrahlung bestrahlt?

S: Glaub net, dass da was passiert.

L: Ok, und beim Raum? Wenn jetzt im Raum z.B. die Wände da mit UV-Strahlung bestrahlt werden? Passiert da irgendwas?

S: Jo, glaub scho.

L: Was könnt da passieren?

S: Najo, dass ma durchschaun kann?

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung?

S: Da glaub i net, dass was passiert.

L: Ok, und Gammastrahlung?

S: Gammastrahlung a net...

L: Ok, ja dann wollt i di no fragen, ob du scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört hast?

S: Na. [lacht]

L: Wenn i da vielleicht a Bild zeig? Hast des vielleicht schon mal in an Film gsehen?

S: Ghört hab i's no net, aber i hab scho mal Leute mit so an Anzug gsehen.

L: Ok. Was glaubst könnte es bedeuten, wenn ma sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Vielleicht verstrahlt oder so?

L: Ok, und glaubst is es jetzt das Gleiche, wenn ma sagt „er is kontaminiert“ oder „er is bestrahlt worden“?

S: Hmm...i glaub scho.

Interview 16:

Klasse: 6A

Code: FDFRM

Geschlecht: männlich

Skala: UV: 5, Röntgen: 3, Gamma: 10

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: I denk an Atomkraftwerke und dass des ziemlich schädlich für die Umwelt is.

L: Ok. Und welche Eigenschaften glaubst besitzt Radioaktivität?

S: Keine Ahnung...also es is ziemlich schädlich für die Umwelt...und damit kann ma eben Strom produzieren...und des halt ziemlich viel und es is sehr effizient und deswegen wird's a benutzt, a wenns für die Umwelt schädlich is.

L: Und kann mans zum Beispiel sehen oder net sehen?

S: I denk net...

L: Ok. Und wie gefährlich is jetzt radioaktive Strahlung, wenn mans mit UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung vergleicht? Wir hätten da jetzt a Skala von 1 bis 10.

S: Jo, dann würd i sagen UV-Strahlung is doch ziemlich gefährlich, wenns direkt auf die Haut trifft, aber durch die Ozonschicht sein wir ja a bissl geschützt...und deswegen würd i sagen, dass des net ganz so gefährlich is...deswegen würd i a sagen fünf.

L: Ok, und Röntgenstrahlung?

S: Mmm...is glaub i a net so gefährlich ehrlich sagt...da würd i eher sagen drei oder was.

L: Und radioaktive Strahlung, z.B. Gammastrahlung?

S: Würd i zehn sagen.

L: Ok, glaubst du kann ma radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Mmm...na, aber die Folgen dan...danach, aber so direkt net.

L: Ok, kann mans irgendwie messen?

S: Jo, des geht.

L: Ok, weißt vielleicht womit?

S: Na, des weiß i net, aber da wirts sicher irgend a Gerät geben.

L: Ka Problem. Weißt vielleicht, um welche Art von Strahlung es sich bei radioaktiver Strahlung handelt?

S: Jo, i weiß nur vo die Gammastrahlen und Alphastrahlen oder so irgendwas gibt's da.

L: Ok. Und zwar haben wir da jetzt verschiedene Objekte, die jetzt jeweils einmal mit UV-Strahlung, einmal mit Röntgenstrahlung und einmal mit Gammastrahlung bestrahlt werden. Was glaubst passiert jetzt mit den Erdbeeren, wenn ma die mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Net wirklich irgendwas...denk net.

L: Ok. Und bei Röntgenstrahlung?

S: Glaub i a net.

L: Und bei Gammastrahlung?

S: Und bei Gammastrahlung denk i werdens vergiftet werden irgendwie.

L: Ok, und beim Menschen oder irgendein Lebewesen? Was passiert da bei UV-Strahlung?

S: Des is ziemlich schädlich für die Haut...und bei Röntgenstrahlen glaub i wirklich, dass nix passiert, aber Gammastrahlen...was i a net was passiert..aber es is halt ziemlich schädlich.

L: Ok, und beim Raum? Wenn jetzt im Raum z.B. die Wände da mit UV-Strahlung bestrahlt werden? Passiert da irgendwas?

S: Kann i ma durchaus vorstellen, dass da irgendwas passiert, jo...aber...

L: Was könntest dir da vorstellen?

S: Dass des irgendwie die Wand verfärbt oder so...aber keine Ahnung, was genau passiert

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung? Also im Röntgenzimmer? Passiert da was mit den Wänden?

S: Da denk i net, dass irgendwas passiert.

L: Ok, und bei Gammastrahlung?

S: Kann i a net wirklich sagen, ob da was passiert, des weiß i net.

L: Ok, jetzt möcht i di no fragen, ob du scho mal die Begriffe Kontamination oder Dekontamination ghört hast?

S: Keine Ahnung [lacht]

L: Wenn i da vielleicht a Bild zeig? Hast des vielleicht schon mal in an Film gsehen?

S: Na. [lacht]

L: Ok. Was glaubst könnte es bedeuten, wenn ma sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Najo, wahrscheinlich irgendwie eingeschlossen, damit nix dazukommt. Keine Röntgenstrahlen oder sonst irgendwelche Strahlen.

L: Ok, und glaubst is es jetzt das Gleiche, wenn ma sagt „er is kontaminiert“ oder „er is bestrahlt worden“?

S: Glaub net...Kontaminiert heißt, dass er halt irgendwie geschützt is, zum Beispiel durch so an Anzug und wenn er bestrahlt worden is, dann hat er halt irgendwelche Strahlen abfangen.

Interview 17:

Klasse: 6A

Code: PKWFE

Geschlecht: männlich

Skala: UV: 2, Röntgen: 4, Gamma: 10

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Ähm...najo, eigentlich die Atombombe, ähm...Little Boy.

L: Ok, und fällt da sonst no was ein zu dem Thema?

S: Äh, jo...ähm...grundsätzlich..ähm...as Atomkraftwerk in...ähm...wie heißts jetzt..genau, in Japan...in Fukushima und natürlich Tschernobyl.

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität?

S: Ähm...najo, es kommt auf die Art der Strahlung an, net? Also es gibt da mehrere Strahlungen, glaub Alpha-, Beta- und Gammastrahlung...und i weiß, dass ma ane mit Blei abwehren kann, also...i glaub es is die Alphastrahlung...aber i bin ma net sicher

L: Ok, aber glaubst jetzt, dass z.B. gefährlich is oder...?

S: Äh...jo, glaub die Gammastrahlung is gefährlich.

L: Ok. Und wie gefährlich glaubst is jetzt radioaktive Strahlung, wenn mans mit UV-Strahlung oder Röntgenstrahlung vergleicht?

S: Ähm...die Gammastrahlung is auf jeden Fall die mit Abstand am gefährlichsten...also do würd i sogar zehn ankreuzen. Weils anfoch wirklich lebensbedrohlich is.

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung?

S: Bei Röntgenstrahlung...ähm...wenn ma si röntgen lasst...i man, es is jetzt net gesundheitsfördernd, aber es is scho bissl schädlich..i würd vielleicht vier ankreuzen oder fünf. Jo, vier nehmen ma.

L: Ok, und UV-Strahlung?

S: UV-Strahlung, i glaub UV-Strahlung hat net wirklich so a Schädlichkeit...also i würd zwei...jo zwei nehmen.

L: Ok, und kann ma radioaktive Strahlung deiner Meinung nach wahrnehmen?

S: Äh, najo...wenn ma...ähm...i würd sagen net direkt, man merkt dann scho, dass irgendwas net mit dir stimmt, aber jetzt so aufn ersten Augenblick net wirkli.

L: Ok, und gibt's irgend a Gerät, mit dem mans messen kann?

S: Äh, jo des gibt's..des gibt's.

L: Und weißt, um welche Art von Strahlung es sich bei radioaktiver Strahlung handelt?

S: Ähm...wenn ma vo radioaktiver Strahlung ausgeht, i würd die Gammastrahlung nehmen.

L: Ok, wir haben jetzt verschiedene Objekte, z.B. als erstes Erdbeeren, die bestrahlen wir mit UV-Strahlung. Was wird da passiere glaubst? Passiert da überhaupt was?

S: Net wirklich, na.

L: Ok, bei Röntgenstrahlung?

S: [lacht] Jo, schwierig, aber... [lacht] najo, i man...wenn i jetzt a Erdbeere röntg, gute Frage eigentlich...[lacht] ahh...

L:Glaubst passiert was?

S: Net wirklich, na. [lacht]

L: Ok. Und bei Gammastrahlung?

S: Ähm, jo, dann sollt i's auf jeden Fall net mehr essen.

L: Ok, und was passiert mit der Erdbeer dann glaubst?

S: Äh...jo...anfoch, dass sie dann verstrahlt is und anfoch schädlich.

L: Ok, und wenn ma jetzt des Gleiche mit an Menschen oder irgendein Lebewesen machen? Was passiert da bei UV-Strahlung?

S: Bei da UV-Strahlung...würd sagen da passiert net wirklich was.

L: Ok.

S: Bei da Röntgenstrahlung...jo, wenn i mi röntgen lass...i würd sagen, man brauchts halt anfoch, um as Bild vo deine Knochen zu sehen.

L: Ok, aber passiert irgendwas mit dir? Is schädlich?

S: Vielleicht minimal.

L: Ok, und bei Gammastrahlung?

S: Bei Gammastrahlung... na des... is schon schädlich, also...die Lebenserwartung wird auf jeden Fall deutlich gsenkt.

L: Ok, und beim Raum? Wenn jetzt im Raum z.B. die Wände da mit UV-Strahlung bestrahlt werden? Passiert da irgendwas?

S: Ähm, jo...also wenn man dann as Licht abdreht, dann sieht man bei da UV-Strahlung glaub i gewisse Bakterien oder...Blutrückstände.

L: Ok, Röntgenstrahlung? Also im Röntgenzimmer beim Arzt?

S: I glaub, da is nix. Mit den Wänden is nix, na.

L: Ok, und bei Gammastrahlung?

S: Ja, also...es wird sicher no Rückstände vo radioaktiver Strahlung da sein...

L: Ok, ja dann wollt i di jetzt no fragen, ob du scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört hast?

S: Äh...

L: Wenn i da vielleicht a Bild zeig?

S: Jo genau, also...des sein anfoch solche Anzüge, des wenn ma in a...i sog amol in a verstrahltes Gebiet eindringt, dass ma da selber kan Schaden erleidet.

L: Ok. Was glaubst könnte es bedeuten, wenn ma sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Jo, des heißt er is anfoch so...isoliert, weil die Gefahr vielleicht auf a Verstrahlung besteht.

L: Ok, und wenn ma jetzt sagt „er is bestrahlt worden“ is des jetzt das Gleiche, wie wenn ma sagt „er is kontaminiert“?

S: [lacht] Ja, es wird scho an Unterschied geben, aber....i bin ma net sicher, ehrlich gesagt.

Interview 18:

Klasse: 6A

Code: IKRSA

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 7, Röntgen: 5, Gamma: 9

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Atomkraftwerke? Ah...verstrahlte Gebiete...

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Ahm...es liefert...Energie? Na, Radioaktivität ist ja das Schädliche davon, was dann freigesetzt wird.

L: Kannst du sehen, hören, riechen?

S: Na, man kanns messen...und sonst zeigt sich eher durch Wirkungen, Krankheiten oder...

L: Also ist gefährlich?

S: Ja.

L: Ok. Und was glaubst du jetzt, wie gefährlich ist radioaktive Strahlung, auf einer Skala von 1 bis 10 im Vergleich zu Röntgenstrahlung und UV-Strahlung?

S: Schon auf neun oder so...

L: Also die radioaktive Strahlung auf neun?

S: Mhm.

L: Ok, und wenn man jetzt vergleicht mit Röntgenstrahlung und UV-Strahlung? Wo würdest du platzieren?

S: UV-Strahlung eher so...sieben? Je nachdem wie stark es ist...

L: Ok.

S: Und Röntgenstrahlung im Vergleich zu denen eher auf fünf.

L: Ok, glaubst du, man kann radioaktive Strahlung wahrnehmen? Ist das möglich?

S: Net wirklich, na.

L: Könnte man jetzt z.B. herausfinden, ob radioaktive Strahlung hier im Raum wäre?

S: Ja, halt nur durch so Messgeräte.

L: Ok, weißt du vielleicht, wie die Geräte heißen?

S: Ah...Geiger-Zähler?

L: Ok, und weißt du auch, um welche Strahlungsart es sich bei radioaktiver Strahlung handelt?

S: Mmm...Betastrahlung oder Alphastrahlung, irgend sowas?

L: Gibt's, aber fällt da vielleicht a übergeordneter Begriff ein?

S: Na, weiß i jetzt net...

L: Ok. Wir haben da jetzt folgenden Objekte, also einmal Erdbeeren, einmal Menschen bzw. Lebewesen und einmal an Raum. Die werden jetzt jeweils mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt. Was glaubst passiert jetzt mit Erdbeeren, wenn ma die mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Mmm, net viel?

L: Ok. Und bei Röntgenstrahlung?

S: Wahrscheinlich a net viel...

L: Gammastrahlung?

S: Schon mehr...

L: Ok, und was glaubst was?

S: Jo, de werden halt a verstrahlt werden dann...also i weiß, dass bei Pilzen so is, dass de nachher nachhaltig a no verstrahlt sein.

L: Ok, und wenn ma jetzt des Gleiche mit an Menschen oder irgendein Lebewesen machen? Was passiert da bei UV-Strahlung? Passiert da irgendwas?

S: Jo, man kann Hautkrebs kriegen.

L: Ok. Und bei Röntgenstrahlung?

S: Des is halt a net so gut, wenns oft ausgesetzt wirst...

L: Ok, und passiert irgendwas mitn Menschen?

S: Direkt net, glaub i...

L: Ok, und Gammastrahlung?

S: Mm, schon mehr...[lacht]

L: Ok, und was glaubst passiert, wenn ma an Menschen Gammastrahlung aussetzt?

S: Wahrscheinlich wird er si irgendwie..zersetzen?

L: Ok, und beim Raum? Wenn jetzt im Raum z.B. die Wände mit UV-Strahlung bestrahlt werden? Passiert da irgendwas?

S: Also i schätz die Farbe wird irgendwie ausbleichen oder so...

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung? Also im Röntgenzimmer. Passiert da irgendwas?

S: Passiert nix.

L: Ok, und Gammastrahlung?

S: Na, i schätz amal net...

L: Ok, dann hätt i jetzt no a Frage. Hast scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört?

S: Mhm...

L: Wenn i da vielleicht a Bild zeig als Beispiel? Was könnte des bedeuten, wenn man sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Das er infiziert is von dieser Strahlung sozusagen.

L: Ok, und glaubst is es jetzt das Gleiche, wenn ma sagt „er is kontaminiert“ oder „er is bestrahlt worden“?

S: Mmm...wenn dieser jemand in an Schutzanzug war, dann is es net as Gleiche...

L: Ok, also du glaubst wenn jemand bestrahlt worden is, ohne Schutzanzug, dann is er kontaminiert?

S: Joo?

Interview 19:

Klasse: 6A

Code: NPFFK

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 2, Röntgen: 5, Gamma: 9

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Atomkraftwerke.

L: Ok, und sonst noch irgendwas?

S: Ahh...Atomunfälle, Hiroshima...ähm...Atomwaffen, also Nuklearwaffen, Atombombe halt...

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Äh...jo, Strahlung und diese Strahlung kann ja a schädlich fürn Körper sein und Krebs verursachen.

L: Kannst man die Strahlung sehen?

S: Na.

L: Ok. Und wie gefährlich is radioaktive Strahlung, wennst's mit UV-Strahlung und Röntgenstrahlung vergleichst?

S: Jo, Röntgenstrahlung hat ja a an Teil von Radioaktivität, oder? Also UV is natürlich glaub i von den angeführten da am wenigsten schädlich...

L: Ok, und wo würdest as einordnen?

S: Äh...jo...natürlich ideal is es a net, aber es is jo irgendwie unser Körper gmacht für des, also eins oder zwei...

L: Ok, also eins oder zwei?

S: Najö, es gibt schon viel Sonnenallergie, also zwei. [lacht]

L: Ok, und dann Röntgenstrahlung?

S: Röntgenstrahlung, jo wenn du Krebs hast, dann solltest di net unbedingt röntgen lassen, deswegen so bei fünf, sechs? Nehm ma...fünf.

L: Ok.

S: Und radioaktive Strahlung würd i...es muss ja net immer tödlich sein, es kommt ja a drauf an, in...wie nah du an der radioaktiven Strahlung dran warst...und deswegen würd i so acht, neun...neun eher...

L: Neun. Ok, kann ma radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Na, die Strahlung an sich net.

L: Ok, kannst as messen?

S: Jo, des schon...

L: Ok, weißt vielleicht a womit?

S: Ahh, da gibt's eigene Messgeräte, des weiß i [lacht] aber was des genau is net...

L: Des passt scho. Ok, und weißt auch, um welche Strahlungsart es sich bei radioaktiver Strahlung handelt?

S: Ahh, des is...des hab i mal in einer Doku gsehen...radioaktive Strahlung is...des is irgend a spezieller Stoff...wie hastn des? Also der Namen fällt ma jetzt net ein...

L: Ok. Jetzt haben wir da verschiedene Objekte, also einmal zum Beispiel Erdbeeren, die bestrahlen wir jetzt zum Beispiel mit UV-Strahlung. Passiert da irgendwas?

S: Mm, najo...Erdbeeren brauchen ja a irgendwo Licht, so zwecks der Photosynthese um heranzureifen, also...des förderts des...

L: Ok. Bei Röntgenstrahlung? Passiert da irgendwas?

S: Mmm, ja...a Erdbeere is sehr klein, wenn ma des in so an MRT...äh...CT machen würd, dann würds sicher a bissi eingehen oder so?

L: Ok, und bei Gammastrahlung? Wenn mans mit Gammastrahlung bestrahlt? Passiert da was?

S: Jo, Ga-...also i glaub net, dass si glei sofort was...weil es kommt ja zu einer Mut...Mutation auf längere Zeit...

L: Ok, und wenn ma jetzt des Gleiche mit an Menschen oder irgendein Lebewesen machen? Passiert bei UV-Strahlung irgendwas?

S: Man kann an Sonnenbrand kriegen. [lacht]

L: Und bei Röntgenstrahlung?

S: Ähh...net zwingend, also...oh...i man...Marie Curie auf..und so...auf längeren Zeitraum scho.

L: Ok, und was glaubst passiert dann auf längeren Zeitraum?

S: Ähm...jo, i glaub de haben dann Krankheiten kriegt wie eben a zum Beispiel Krebs...genauso bei radioaktiver Strahlung.

L: Ok, und beim Raum? Wenn jetzt im Raum z.B. die Wände mit UV-Strahlung bestrahlt werden? Passiert da irgendwas?

S: Najo, ähm...Licht is ja eigentlich UV und...

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung? Also im Röntgenzimmer. Passiert da irgendwas mit den Wänden?

S: Im Röntgenzimmer? Glaub net...

L: Ok, und wenn mans jetzt mit Gammastrahlung bestrahlen würd?

S: Es kommt ja a drauf an, wie stark des is, oder? Oder is des nur bei den Bomben, dass des nur wegen dem Aufprall is? Weil bei so einer Atombombe geht ja so a Pilz weg und dann fallen ja bis zu 300 oder 500 km die Sachen no runter...

L: Da geht's jetzt rein nur wenns mit Strahlung bestrahlt wird.

S: Aso...na, glaub i net.

L: Ok, dann hätt i jetzt no a Frage. Hast scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört?

S: Jo.

L: Also was würdest jetzt drunter verstehen, wenn man sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Dass er praktisch wie verseucht is, oder?

L: Ok, und glaubst gibt's da jetzt an Unterschied, wenn ma sagt „er is kontaminiert“ oder „er is bestrahlt worden“?

S: Najo, wenn du direkt bestrahlt wirst, des is...wenn du kontaminiert bist, dann is des ja ..host..kann sein, dass du in dieser Region in der Nähe warst, aber wenn du wirklich direkt in den Strahlen bist, dann warst du ganz nah neben...hast eindeutig radioaktive Strahlung abkriegt...glaub i...

Interview 20:

Klasse: 6A

Code: RPNNR

Geschlecht: weiblich

Skala: UV: 3, Röntgen: 3, Gamma: 9

L: Was fällt dir in erster Linie ein, wenn du den Begriff „Radioaktivität“ hörst?

S: Tschernobyl?

L: Ok, und was sonst no?

S: Ahm...elektromagnetische Kräfte, ahm...jo...Japan halt...jo, i glaub des is irgendso a...wenn sich Sachen ganz schnell teilen...äh...jo

L: Ok. Und welche Eigenschaften besitzt Radioaktivität deiner Meinung nach?

S: Mm...es is jedenfalls net gut...jo, irgendwas teilt sich glaub i ganz schnell...oder es zerfällt schnell so...äh...elektromagnetische...schwache elektromagnetische Kraft oder starke? I glaub die schwache...jo.

L: In Bezug auf Gefährlichkeit. Was glaubst jetzt, wie gfährlich is radioaktive Strahlung, wenn mans mit UV-Strahlung und Röntgenstrahlung vergleicht? Auf einer Skala von 1 bis 10, wo würdest jetzt UV-Strahlung platzieren?

S: UV-Strahlung? Des is jetzt do mit dem Krebs...i was net...mm, vielleicht bei drei? Oder bei zwei? Jo...drei.

L: Ok. Und dann Röntgenstrahlung?

S: Mm, glaub des is net...a doch...fällt so ähnlich aus...also drei

L: Und radioaktive Strahlung, zum Beispiel Gammastrahlung?

S: Ähm...schon eher so...neun, zehn...also neun, sag ma neun.

L: Gut, und kann ma radioaktive Strahlung wahrnehmen?

S: Na, also i glaub halt na...spüren tut mans glaub i net.

L: Ok, und weißt vielleicht, ob's da irgendein Gerät gibt, mit dem mans messen kann?

S: Jo.

L: Gibt's da was?

S: I schätz amal schon.

L: Ok, und um welche Art von Strahlung handelt es sich bei radioaktiver Strahlung?

S: Gehört des zur elektromagnetischen?

L: Wir haben da jetzt folgenden Objekte, also einmal Erdbeeren, einmal Menschen bzw. Lebewesen und einmal an Raum. Die werden jetzt jeweils mit unterschiedlichen Arten von Strahlung bestrahlt. Was glaubst passiert jetzt mit Erdbeeren, wenn ma die mit UV-Strahlung bestrahlt?

S: Werden de rot? Wenn ma jetzt a grüne Erdbeere bestrahlt, wird de rot? Na, oder? Na...also i man giftig wird si net...oder so...

L: Und bei Röntgenstrahlung? Wennst die Erdbeere röntgst? Passiert da irgendwas?

S: Na, i glaub a net...

L: Und bei Gammastrahlung?

S: Ja, also verstrahlt wird sie halt...also giftig wird sie? Fürn Menschen halt...

L: Ok, und wenn ma des Ganze jetzt mit an Menschen oder irgendein Lebewesen machen? Was passiert da bei UV-Strahlung? Passiert da irgendwas?

S: I was net, mit da Haut was? Kriegt ma an Krebs vielleicht...an Hautkrebs? Wenn man si net schützt...Und Röntgenstrahlung muss ma halt immer so an Ding...so an...jo, i glaub des macht scho was mitn Körper, aber halt net so schlimm wie bei Gammastrahlung.

L: Ok, und was glaubst könnts mitn Körper machen?

S: Ahm...bei Zahnarzt gibt halt a so an Schutz...und...i weiß net, vielleicht net Krebs, aber halt a irgendso a Krankheit kanns halt auslösen oder so...

L: Ok, und Gammastrahlung?

S: Jo, i glaub da kanns zu...kommts halt zu Krebszellen so produziert werden oder so...

L: Ok, und beim Raum? Wenn jetzt im Raum z.B. die Wände mit UV-Strahlung bestrahlt werden? Passiert da irgendwas?

S: Na, i glaub net...i glaub net. Na...da kanns ja...wenn man Kleidung in die Sonne hängt, dann wird's halt so blass manchmal, wenn mans so in die Sonne hält...und i was net...aber beim Raum glaubi net...vl wird die Farbe verbleichen, aber sonst glaub i net...

L: Ok, und bei Röntgenstrahlung? Also im Röntgenzimmer. Passiert da irgendwas?

S: Glaub i net...

L: Gammastrahlung? Wenns jetzt in einem Raum auf die Wände trifft? Passiert da irgendwas?

S: Na, i was net...glaub net...

L: Ok, dann hätt i no a Frage an di. Hast scho mal was von den Begriffen Kontamination oder Dekontamination ghört?

S: Ähm...

L: Wenn i da vielleicht a Bild zeig als Beispiel? Was könnte des bedeuten, wenn man sagt „jemand is kontaminiert“?

S: Verseucht oder so?

L: Ok, und glaubst is es jetzt das Gleiche, wenn ma sagt „er is kontaminiert“ oder „er is bestrahlt worden“?

S: Jo, kann i ma vorstellen...

L: Ok, also du glaubst wenn jemand bestrahlt worden is, dann is er kontaminiert?

S: I weiß net wirkli, ob's wirkli bestrahlt is, aber auf jeden Fall irgendwie verseucht...glaub i