



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Concept Cartoons zur UV-Strahlung:

Ein empirischer Vergleich zweier methodischer Zugänge“

verfasst von / submitted by

Anna Hofmann

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

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2020 / Vienna, 2020

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

190 412 353

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

Lehramt UF Physik UF Spanisch

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf

Dank

Schon seit vielen Semestern freue ich mich auf diesen Moment. Auf das Verfassen der Dankensworte, um an dieser Stelle allen Wegbegleiterinnen und Wegbegleitern zu danken, die mich vom ersten Unitag bis hierher begleitet haben.

Zu Beginn möchte ich meinem Betreuer, Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf, der diese Arbeit ermöglicht hat, für seine Unterstützung und Expertise danken.

Ein besonders großer Dank geht an Sarah Zloklikovits. Sie unterstützte mich mit Rat und Tat zu jedem Zeitpunkt dieses Forschungsprojekts. Von der Ideenfindung bis zur Diskussion der Ergebnisse stand sie mir in zahlreichen Gesprächen, Feedbacks und unzähligen Emails zur Seite.

Weiters möchte ich mich bei den Direktorinnen und Direktoren, sowie den beiden Lehrerinnen bedanken, die die Testung der Unterrichtseinheit ermöglichten.

Vielen herzlichen Dank auch an Gernot, der mich vor allem mit seiner Expertise im wissenschaftlichen Arbeiten unterstützte und mir immer mit seinen Motivationsreden zur Seite steht.

Ein herzliches Dankeschön geht an Magdalena, die zu jeder Zeit ein offenes Ohr für mich hat und mich in diesem Prozess in jeder erdenklichen Art unterstützt hat; vor allem mit Essen, motivierenden Worten und dem Formatieren dieser Arbeit.

Bedanken möchte ich mich auch bei Silvia und Jürgen, stellvertretend für alle Studienkolleginnen und -kollegen, Praktikumpartnerinnen und -partner, sowie Lernbuddies. Sie haben von Beginn meines Studiums bis hierher zahlreiche Stunden mit mir innerhalb und außerhalb der Uni verbracht und mir den einen oder anderen unvergesslichen Moment beschert.

Zu guter Letzt möchte ich meiner Familie, allen voran meinen Eltern Rudolf und Angelika, sowie meinen Großeltern für ihre tatkräftige Unterstützung danken. Sie sind mir im Laufe meines Lebens bei jeder noch so kleinen und großen Hürde zur Seite gestanden und haben mir, wenn nötig, ihre helfende Hand gereicht.

Vielen Dank!

Abstract

Concept Cartoons stellen naturwissenschaftliche Phänomene mit Alltagsbezug graphisch dar und bieten vielfältige didaktische Einsatzmöglichkeiten. Das Herzstück dieser Arbeit bilden Concept Cartoons auf Basis relevanter fachdidaktischer Theorien. Sie werden zu zwei Sonderformen weiterentwickelt: Concept Cartoons mit gestuften Hilfen und gestufte Concept Cartoons. Erstere bieten den Lernenden Problemlösestrategien bei der Bearbeitung der Aufgabe an. Bei zweiten werden zusätzliche Gegenargumente eingesetzt. Beide Formen der Concept Cartoons sollen sich positiv auf den Diskussionsprozess in der Gruppe auswirken.

Die vorliegende Arbeit untersucht, inwiefern die beiden Formen der Concept Cartoons Diskussionen anregen und ihre inhaltliche Qualität beeinflussen. Dazu werden die Concept Cartoons in eine schülerzentrierte Unterrichtseinheit zur UV-Strahlung eingebettet, bei der die Lernenden sowohl fachliche als auch überfachliche Kompetenzen erwerben. Im Rahmen einer Vergleichsstudie wird untersucht, ob und wie sich die beiden Formate der Concept Cartoons auf den Diskussionsprozess auswirken und ob eine der beiden Versionen im Unterricht zu favorisieren ist. wird ein Feedbackbogen eingesetzt, um eine Selbsteinschätzung der Lernenden zu erhalten. Bei der Analyse der Ergebnisse zeigen die beiden Concept Cartoon Formate in ihrem Einfluss auf den Diskussionsprozess keine klaren Unterschiede, da der Einsatz von Concept Cartoons von diversen Faktoren abhängt.

Concept Cartoons illustrate phenomena from natural sciences in everyday life contexts and offer a variety of possible didactical applications. This thesis focuses on two Concept Cartoons based on solid theoretical fundamentals of educational research. We specifically investigate two different types of Concept Cartoons: Concept Cartoons with stepped supporting tools and stepped Concept Cartoons. The latter includes counter arguments in addition to the baseline Concept Cartoon, while the first offers problem-solving strategies. Thus, both types of Concept Cartoons should affect discussion processes positively.

This thesis examines the effects of these two types of Concept Cartoons on the discussion process and on the quality of the discussion. For this reason, we embed the Concept Cartoons into a student-centered teaching module on UV-radiation. With this module, students might acquire technical knowledge as well as interdisciplinary competences. Afterwards we analyze the findings from this implementation quantitatively and qualitatively. Moreover, we also capture students' opinions via self-assessment feedback forms. The results show that there is no mayor difference between the two types of Concept Cartoons and their influence on the discussion process, as their use depends on a variety of factors.

Inhalt

Dank.....	iii
Abstract.....	v
Inhalt	vii
1 Einleitung	1
2 Relevante Theorien und Methoden der Physikdidaktik	4
2.1 Diskussionen: Ein Weg, um die Sprache der Naturwissenschaften zu erlernen.....	4
2.2 Schülervorstellungen.....	6
2.2.1 Konzeptwechsel	7
2.2.2 Schülervorstellungen im Unterricht.....	7
2.2.3 Schülervorstellungen zu Strahlung	7
2.3 Gestufte Lernhilfen	9
2.3.1 Vorteile beim Einsatz von gestuften Lernhilfen	10
2.3.2 Rolle der Lehrperson	11
2.3.3 Einsatz im Unterricht	12
2.3.4 Erstellen und Gestaltung der gestuften Lernhilfen	13
2.4 Concept Cartoons	16
2.4.1 Merkmale von Concept Cartoons	17
2.4.2 Einflüsse von Concept Cartoons auf die Unterrichtsgestaltung und den Unterricht.....	18
2.4.3 Schülervorstellungen beim Einsatz von Concept Cartoons	20
2.4.4 Einsatzmöglichkeiten.....	21
2.4.5 Concept Cartoon in Verbindung mit anderen fachdidaktischen Methoden...	23
2.4.6 Concept Cartoons mit gestuften Hilfen und gestufte Concept Cartoons	24
3 Forschungsmethoden.....	27
3.1 Art der Testung	27
3.2 Pre-Testung	27
3.3 Testung.....	28
3.3.1 Private AHS mit Öffentlichkeitsrecht im kleinstädtischen Raum	29
3.3.2 Private AHS mit Öffentlichkeitsrecht im großstädtischen Raum	29
3.3.3 Öffentliche berufsbildende Bundesschule im großstädtischen Raum	29
3.4 Modelle zur Analyse	30
3.4.1 Downing Model	30
3.4.2 Feedbackbogen	31
4 Entwicklung der Unterrichtseinheit.....	34
4.1 Einsatz der Arbeitsmappe	34

4.2	Vom Ausgangsmaterial zur Arbeitsmappe.....	35
4.3	Aufbau der Arbeitsmappe	36
4.4	Materialien.....	37
4.5	Erläuterung der einzelnen Aufgaben	38
4.5.1	Aufgabe 1: Elektromagnetische Strahlung	38
4.5.2	Aufgabe 2 UV-Quellen	39
4.5.3	Aufgabe 3: (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung.....	41
4.5.4	Aufgabe 4: Anwendung und Wirkung von UV-Strahlung	43
4.6	Gestufte Hilfen	45
4.7	Gestufter Concept Cartoon.....	48
4.7.1	(Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung.....	49
4.7.2	Schutz vor UV-Strahlung.....	50
4.8	Pre-Testung	51
4.9	Überarbeitung.....	53
4.9.1	Materialien	53
4.9.2	Überarbeitung der Aufgabe 1	53
4.9.3	Überarbeitung der Aufgabe 4.....	54
4.9.4	Gestufte Hilfen.....	54
4.9.5	Gestufter Concept Cartoon.....	55
4.9.6	Concept Cartoon	56
5	Ergebnisse.....	57
5.1	Qualität der Diskussion nach dem Downing Modell	57
5.1.1	Methode des Concept Cartoons	59
5.2	Erläuterung der einzelnen Gruppen im Detail.....	61
5.2.1	Gruppen mit grüner Arbeitsmappe	62
5.2.2	Gruppen mit oranger Arbeitsmappe.....	68
5.3	Persönliche Erfahrungen der Lernenden	76
5.3.1	Gut gefallen.....	77
5.3.2	Schwierigkeit	79
5.3.3	Welchen der beiden Cartoons bevorzugen die Lernenden?	80
5.4	Weitere Ergebnisse.....	81
5.4.1	Schülervorstellungen.....	81
5.4.2	Aufgabe 2: UV-Quellen	82
5.4.3	Unterricht und Wohlfühlfaktor	82
5.4.4	Zusätzliches Feedback	83
6	Diskussion.....	84

6.1	Concept Cartoons	84
6.2	Selbstständiges Arbeiten	86
6.3	Dauer der Unterrichtseinheit	87
6.4	Sicherer Umgang mit der UV-Lampe	87
6.5	Schülervorstellungen.....	88
6.6	Weitere Einflüsse	88
6.7	Das Downing Modell	89
6.8	Limitationen	90
6.9	Conclusio.....	91
6.10	Ausblick	91
7	Verzeichnisse.....	93
7.1	Literaturverzeichnis.....	93
7.2	Abbildungsverzeichnis	96
8	Anhang	97

1 Einleitung

Immer wieder im Alltag begegnen uns Cartoons. Ob in Zeitungen als politische überspitzte Kritik, oder als lustige Comics in Kinder- und Jugendmagazinen (Meyer, Eggert, Baer, Volkmer, Varvakis & Riken, 2019, 6; Oxford Learner's Dictionaries) erfreuen sie die Leserinnen und Leser. Vor allem Kinder und Jugendliche begeistern sich für diese kleinen Zeichnungen mit Sprechblasen und verschlingen in ihrer Freizeit Cartoons (Guth, 2002, 6) bzw. Comics (Meyer, Eggert, Baer, Volkmer, Varvakis & Riken, 2019, 35), wie Disney Lustiges Taschenbuch, Donald Duck und Co, und Micky Maus (Meyer, Eggert, Baer, Volkmer, Varvakis & Riken, 2019, 18). Auch Gregs Tagebuch, ein sogenannter Comicroman erfreut sich bei den Jugendlichen großer Beliebtheit (Kardos, 2018).

Daher stellten sich Keogh und Naylor (1999, S. 432) bereits in den 1990er Jahren, die Frage, ob man Cartoons nicht auch im Unterricht einsetzen kann, um den klassischen Fragend-Entwickelnden Unterricht aufzulockern. Sie entwickelten sogenannte Concept Cartoons als Lehr und Lernhilfe für den Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht (Keogh und Naylor 1999, S. 432).

Ziel des Einsatzes von Concept Cartoons ist es Schülerinnen und Schüler über alltägliche, naturwissenschaftliche Phänomene zum Nachdenken anzuregen. Zur Verwendung von Concept Cartoons im Unterricht existieren schon eine Vielzahl an Studien über die Lehr und Lernwirksamkeit (Kabapinar 2009; Keogh und Naylor 1999) sowie Berichte von Lehrenden aus dem Unterrichtsalltag (Dabell 2008).

Auch Zloklikovits (2016) griff das methodische Werkzeug Concept Cartoon in ihrer Diplomarbeit zum Thema „UV-Strahlung“ auf und bettete dieses in ihre Unterrichtseinheit für die 8. Schulstufe ein. Dabei verknüpfte sie „Concept Cartoons“ mit „gestuften Lernhilfen“. Weiters entwickelte sie einen in sich selbst „gestuften Concept Cartoon“. Dessen Einsatz steht noch in den Kinderschuhen und wurde, bis auf ihre eigene Arbeit im Rahmen ihrer Diplomarbeit (Zloklikovits 2016), noch nicht im Unterricht getestet und evaluiert.

Genau an diesem Punkt setzt diese Diplomarbeit an: Ziel ist die Verknüpfung der beiden didaktischen Werkzeuge „Concept Cartoons“ und „gestufte Lernhilfen“ und deren Erprobung im Unterricht. Es soll erforscht werden, wie mit Hilfe von gestuften Concept Cartoons im Vergleich zu Concept Cartoons mit gestuften Lernhilfen Diskussionsprozesse im Physikunterricht angeregt werden können. Wie reagieren die Schülerinnen und Schüler auf die

Unterschiedlichen Formate der Concept Cartoons? Weiters wird die Frage gestellt, ob die Diskussionsqualität vom Typ des Cartoons und der gestuften Lernhilfe abhängt.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden zwei Concept Cartoons zu den beiden Themen *(Un)-Sichtbarkeit von UV-Strahlung* und *Anwendungen und Wirkungen von UV-Strahlung* erarbeitet. Diese Cartoons werden sowohl zu gestuften Concept Cartoons als auch zu Concept Cartoons mit gestuften Lernhilfen weiterentwickelt und in eine Unterrichtseinheit zum Thema *UV-Strahlung* eingebettet. Ein Concept Cartoon zur *(Un)-Sichtbarkeit von UV-Strahlung* wurde bereits von Zloklikovits (2016) im Zuge ihrer Diplomarbeit erstellt und erprobt. Dieser wird neu illustriert und inhaltlich etwas abgeändert. Daraus werden ein daraus resultierender Concept Cartoon mit gestuften Lernhilfen sowie ein gestufter Concept Cartoon entwickelt. Zloklikovits Arbeit (2016) gilt auch als Grundlage für den zweiten Concept Cartoon zum *Schutz vor UV-Strahlung* der sowohl in Form eines gestuften Concept Cartoons, als auch in Form eines Concept Cartoons mit gestuften Hilfen erstellt wird. Außerdem wird die von Zloklikovits erstellte Arbeitsmappe (Zloklikovits 2016, S. 137-144) für den Einsatz im Unterricht überarbeitet und weiterentwickelt.

Die entwickelten Materialien werden zuerst im Rahmen einer Pre-Testung erprobt, überarbeitet und im Anschluss im Rahmen einer Feldstudie in Klassen der 8. Und 9. Schulstufe eingesetzt.

Die vorliegende Arbeit wird in einen theoretischen und in einen empirischen Teil aufgeteilt.

In Kapitel 2 werden die für diese Arbeit relevanten Theorien und Methoden der Physikdidaktik vorgestellt und erörtert. Zu Beginn werden relevante fachdidaktische Inhalte sowie Grundlagen vorgestellt. Im weiteren Verlauf erfolgt die Thematisierung konkreter Methoden und Modelle.

In Kapitel 3 erfolgt eine Erläuterung der zur Evaluierung der Daten dienlichen Forschungsmethoden und Modelle.

In Kapitel 4 ist eine genaue Beschreibung der Concept Cartoons und der Arbeitsmappe zu finden. Es erfolgt eine Schritt für Schritt Beschreibung der Entwicklung der Unterrichtseinheit, beginnend mit dem Ausgangsmaterial hin zur fertigen und überarbeiteten Arbeitsmappe.

In Kapitel 5 werden die erhobenen Daten und Ergebnisse der im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten Testungen dargestellt und beschrieben. Hierbei liegt der Fokus auf den Aufgabenstellungen zu den beiden Concept Cartoons.

In Kapitel 6 werden die im Kapitel 5 vorgestellten Daten diskutiert. Darüber hinaus erfolgt ein Ausblick auf offen gebliebene Fragen, die im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht beantwortet werden.

Im Anhang zu finden sind die im Rahmen dieser Diplomarbeit entwickelten Unterrichtsmaterialien. Diese beinhalten die, im Zuge der Testung eingesetzten, Arbeitsmappen, die gestuften Concept Cartoons, sowie die gestuften Hilfen. Des Weiteren werden einige, während der Auswertung der Audioaufnahmen detektieren, Hinweise auf Schülervorstellungen aufgelistet.

2 Relevante Theorien und Methoden der Physikdidaktik

Dieses Kapitel beinhaltet begriffliche sowie didaktische Erläuterungen der relevanten Inhalte dieser Arbeit. Am Anfang dieses Kapitels ist eine kurze Erläuterung zur Notwendigkeit von Diskussionen im naturwissenschaftlichen Unterricht zu finden. Im Anschluss wird der Begriff Schülervorstellungen definiert und der didaktische Forschungsstand zu UV-Strahlung vorgestellt. In diesem Zusammenhang werden auch einige Schülervorstellungen aus der Literatur zum Thema UV-Strahlung und Sonnenschutz präsentiert. Des Weiteren wird die Methode der gestuften Lernhilfen erläutert. Es wird geklärt warum deren Verwendung im Unterricht sinnvoll ist, welche Rolle die Lehrenden und Lernenden bei diesem Aufgabenformat innehaben und worauf bei der Erstellung gestufter Lernhilfen geachtet werden muss. Außerdem werden sechs Problemlösestrategien, welche bei der Erstellung und Durchführung von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen behilflich sein sollen, im Detail diskutiert.

Anschließend wird eine Definition von Concept Cartoons vorgenommen. Es werden deren Merkmale sowie deren Einflüsse auf die Unterrichtsgestaltung erörtert. Im Anschluss daran, wird der Zusammenhang zwischen Concept Cartoons und Schülervorstellungen diskutiert. Zusätzlich werden unterschiedliche Modelle des Concept Cartoons vorgestellt. Dabei wird auf deren Merkmale, deren Erstellung, sowie deren Einsatzweise eingegangen.

2.1 Diskussionen: Ein Weg, um die Sprache der Naturwissenschaften zu erlernen

Der soziale Konstruktivismus geht davon aus, dass bereits bekanntes Wissen den Wissenserwerb, beziehungsweise den Erwerb von wissenschaftlichen Konzepten, beeinflusst. Lernen ist lediglich dann möglich, wenn die Lernenden aktiv am Lernprozess beteiligt sind (Mortimer & Scott, 2010, S. 3). Ein Konzeptwechsel kann ausschließlich im Rahmen einer sozialen Interaktion stattfinden und ist vom Gebrauch der Sprache abhängig (Driver, Newton & Osborne, 2000, S. 298), denn Sprache ist das „Werkzeug soziale[r] Handlungen“ und Interaktionen (Lemke, 1989, S. 5 nach Steininger, 2016, S. 22). Das Sprechen in Lernsituationen erlaubt beziehungsweise verweigert den Lernprozess, da Sprache gewisse soziale Strukturen schafft (Lemke, 1989, S. 5). Ein Konzeptwechsel und demnach die Generierung neuen Wissens findet einzig dann statt, wenn die Lernenden die Möglichkeit erhalten, dies in einem Dialog beziehungsweise in einer Diskussion zu konstruieren (Driver, Newton & Osborne, 2000, S. 298). Denn nur wenn die Lernenden unbekannte Inhalte in eigene Worte fassen, eignen sie sich auch neues Wissen an (Mortimer & Scott, 2010, S. 8). Deshalb muss den Lernenden die Option geboten werden, ein Problem oder einen Sachverhalt in der Klasse beziehungsweise in einer Gruppe zu besprechen und zu diskutieren (Driver, Newton &

Osborne, 2000, S. 298; Steininger, 2016, S. 23). Die Lernenden sollen so über naturwissenschaftliche Inhalte und Phänomene nachdenken (Steininger, 2016, S. 23). Die Integration und Förderung von Diskussionen im naturwissenschaftlichen Unterricht, wirkt sich positiv auf das naturwissenschaftliche Denken sowie die Problemlösekompetenz der Schülerinnen und Schüler aus und ruft Konzeptwechsel herbei (Jonassen & Kim, 2010, S. 439).

Um Naturwissenschaften zu erlernen und sich somit an Diskussionen über naturwissenschaftliche Sachverhalte beteiligen zu können, ist es essenziell die Sprache der Naturwissenschaften zu beherrschen. In anderen Worten ist der Erwerb der Sprache der Naturwissenschaften unumgänglich (Lemke, 1990, S. 16; Mortimer & Scott, 2010, S. 13). Dieser Vorgang ähnelt sehr stark dem des Erwerbs einer Fremdsprache. So müssen auch hier die Lernenden den Gebrauch der zu erlernenden „fremd“ Sprache üben (Lemke, 1990, S. 16; Steininger, 2016, S. 27). Das Sprechen spielt also eine zentrale Rolle für das Erlernen beziehungsweise Üben der Sprache der Naturwissenschaften (Mortimer & Scott, 2010, S. 3). Die Lernenden sollen nicht nur das Sprechen, sondern auch das Lesen und Schreiben in dieser Sprache erlernen. Im Idealfall sollen die Unterrichtssubjekte jene Kompetenzen erwerben beziehungsweise besitzen, die es ihnen erlauben, die Sprache der Naturwissenschaften sowohl in Alltagssituationen als auch in Laborsituationen anzuwenden (Lemke, 1990, S. 16). Wie bei jedem anderen Fremdspracherwerb ist es deswegen essenziell den Lernenden das Ausprobieren, Anwenden und Üben dieser Sprache zu ermöglichen. Der naturwissenschaftliche Unterricht bietet einen geeigneten Raum hierfür (Lemke, 1990, S. 16; Steininger, 2016, S. 23).

Wie im Lehrplan der Sekundarstufe 1 erkenntlich spielt wissenschaftliches Arbeiten in vielen Fächern eine große Rolle (BGBl. II Nr. 133/2000). Wissenschaftlich zu Arbeiten bedeutet auch korrekt zu argumentieren (Steininger, 2016, S. 27). Diskussionen spielen demnach eine zentrale Rolle für die Generierung neuen Wissens, weil sie die Basis naturwissenschaftlicher Beobachtungen und Experimente darstellen (Driver, Newton & Osborne, 2000, S. 296-297). Nicht nur das Reden ist bei der Konstruktion neuer Inhalte von großer Bedeutung, sondern auch das Zuhören. Während des Zuhörens sind Lernende genauso wie beim aktiven Reden an der Diskussion beteiligt. Sie versuchen die Argumente und Ideen anderer zu verstehen und zu verknüpfen, um neues Wissen zu konstruieren (Mortimer & Scott, 2010, S. 12).

2.2 Schülervorstellungen

„Schülerinnen und Schüler kommen nicht als leere, unbeschriebene Blätter in den Physikunterricht, auf die man als Lehrkraft physikalisches Wissen ‘schreibt‘“ (Schecker & Duit, 2018, S. 9). Im Gegenteil, die Lernenden bringen ihre bereits bestehenden Vorstellungen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen aus dem Alltag in die Lernwelt mit. Anhand dieser versuchen sie die Phänomene, die sie aus dem täglichen Leben kennen, für sich selbst zu erklären (Schecker & Duit, 2018, S. 9-10). In der Literatur wird häufig von Schülervorstellungen gesprochen, dennoch existieren noch weit mehr Begriffe hierfür. Obwohl diese oftmals derselben Bedeutung zugeschrieben werden, stehen dahinter „zu unterscheidende naturwissenschaftsdidaktische [beziehungsweise] pädagogische Ideen.“ (Krüger, 2016 nach Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017a, S.149). Eine Auswahl an Begriffen, die in diesem Zusammenhang Anwendung finden werden, stellt Krüger (2016) nach Gebhard, Höttecke und Rehm (2017a, S.149) vor: „vorunterrichtliche Vorstellungen, Alltagsvorstellungen, Schülervorstellungen, Präkonzepte, Misconceptions, Vorverständnis, Vorwissen“. Schecker & Duit (2018, S. 9) verwenden den Begriff „Als-ob-Vorstellungen“: Lernende versuchen gestellte Probleme zu lösen, indem sie auf ihre eigenen naturwissenschaftlichen Vorstellungen zurückgreifen. Am Beispiel von Kraft „bearbeiten [die Lernenden] Aufgaben so, *als ob* sie davon ausgingen, Kraft sei eine universelle Wirkungsfähigkeit.“ (Schecker & Duit, 2018, S. 9). Im Rahmen dieser Arbeit wird vorwiegend von (Schüler)-Vorstellungen, sowie Präkonzepten gesprochen.

Die in den Köpfen der Lernenden vorhandenen Vorstellungen, wirken sich stark auf den Lernprozess aus (Schecker & Duit, 2018, S. 12). Zudem beeinflusst die Umgangssprache stark unser naturwissenschaftliches Denken (Duit, 2007, S. 605). Die Erklärungsversuche und die alltägliche Sprache unterscheiden sich jedoch oftmals wesentlich von den tatsächlichen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und Theorien (Schecker & Duit, 2018, S. 9-11, Duit, 2007, S. 605).

„Vermittlung von Naturwissenschaft sollte an die Vorstellungen, die die Lernenden in den Unterricht mitbringen, anknüpfen und explizit auf diesen aufbauen.“ (Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017a, S. 150). Deshalb ist es essenziell dieses Fundament des bereits Bekannten, also die Schülervorstellungen, zu evaluieren und auf diese im Unterricht einzugehen (Duit, 2007, S. 605). Der Lernprozess funktioniert ausschließlich dann, wenn der Aufbau von wissenschaftlichem Wissen auf der Grundlage der Präkonzepte basiert. Denn „Lernen bedeutet, Wissen auf der Basis der vorhandenen Vorstellungen aktiv aufzubauen.“ (Duit, 2007, S.

605). Es muss den Lernenden aufgezeigt werden, dass ihre eigenen Vorstellungen für manche wissenschaftliche Konzepte nicht ausreichen und ein Wechsel von ihren Vorstellungen hin zu wissenschaftlich korrekten Inhalten nötig ist (Duit, 2007, S. 615).

2.2.1 Konzeptwechsel

Damit ein Lernprozess stattfinden kann, muss ein Konzeptwechsel stattfinden. Hierunter versteht Duit (2007, S. 615) eine Überleitung weg von alltäglichen Vorstellungen hin zu fundiertem, naturwissenschaftlichem Verständnis. Ein Wechsel kann aber ausschließlich dann vollzogen werden, wenn die Lernenden selbst diesen Wechsel herbeiführen (wollen) und sie ihre eigenen Präkonzepte als unzureichend empfinden. Die, für sie neuen, wissenschaftlich belegten Konzepte müssen klar und verständlich und darüber hinaus in neuen (Alltags-)Situationen anwendbar sein (Duit, 2007, S. 615). Beim Planen des Lehr- und Lernprozesses muss auch bedacht werden, dass eine Koexistenz von Schülervorstellungen und naturwissenschaftlichen Inhalte am Ende des Unterrichts möglich ist. In diesem Fall würden die Schülerinnen und Schüler bei zukünftigen Problemstellungen je nach Situation entweder auf das naturwissenschaftlich fundierte Wissen oder aber auf die inkorrekten Präkonzepte zurückgreifen (Schecker & Duit, 2018, S. 9-11; Duit, 2007, S. 605).

2.2.2 Schülervorstellungen im Unterricht

Die Lehrperson muss sich beim Erarbeiten des Unterrichtsmaterials und während des Unterrichtens im Klaren sein, welche Präkonzepte den Ausgangspunkt des Lernprozesses darstellen. Sie muss eine geeignete Vorgangsweise finden, um die Schülervorstellungen in wissenschaftliche Konzepte zu transformieren. Den Lernenden soll somit ermöglicht werden, sich intensiv mit den ihnen unbekannten Inhalten zu befassen. Im Optimalfall sollen die Lernenden selbst ihren Horizont erweitern und sich ihr Wissen eigenverantwortlich aneignen. Auf diesem Weg soll auch die Reflexion über den alten und den neuen Wissensstand sowie über den Lernprozess selbst stattfinden (Duit, 2007, S. 616). Oftmals fällt es den Lernenden jedoch schwer, ihre eigenen bestehenden Konzepte und Gedanken in Worte zu fassen und diese hintergründig zu erläutern. Deshalb ist es bei der Evaluation von Schülervorstellungen essenziell, zwischen gedanklichen Konzepten und den verbalisierten Vorstellungen der Lernenden zu differenzieren (Schecker & Duit, 2018, S.9).

2.2.3 Schülervorstellungen zu Strahlung

Die existierende Literatur befasst sich kaum mit der didaktischen Forschung zum Thema UV-Strahlung, jedoch haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bereits einige Alltagsvorstellungen zu diesem Thema aufgezeigt. Auf einzelne Vorstellungen zur Strahlung

im Allgemeinen, zur Sichtbarkeit von Infrarot- und UV-Strahlung und deren Anwendungsgebiete sowie zum Schutz vor UV-Strahlung wird im Folgenden eingegangen.

Allgemeine Schülervorstellungen zum Begriff Strahlung

Eine sehr weit verbreitete Vorstellung unter Lernenden ist, dass Licht sich von Strahlung unterscheidet. In den Fehlkonzepten der Schülerinnen und Schüler überlappen sich physikalische Eigenschaften nicht-sichtbarer Bereiche des elektromagnetischen Spektrums mit Konzepten der Radioaktivität. Außerdem fällt es den Unterrichtssubjekten schwer zwischen Strahlungsarten und -quellen zu unterscheiden. Auch die unterschiedlichen Eigenschaften einzelner Strahlungsarten, wie etwa von Röntgenstrahlung, Infrarot-Strahlung, UV-Strahlung und Teilchenstrahlung sind den Lernenden nicht klar. Oftmals schreiben Schülerinnen und Schüler dem Begriff Strahlung gewisse Eigenschaften zu. So kann Strahlung für sie entweder künstlich oder natürlich und gleichzeitig gefährlich oder nützlich sein. Oftmals wird der Begriff Strahlung jedoch von Schülerinnen und Schüler als gefährlich eingestuft. Vor allem der Begriff ionisierende Strahlung erscheint für Lernende besonders gefährlich. Der Nutzen der unterschiedlichen Strahlungsarten ist den Unterrichtssubjekten hingegen kaum bekannt (Hopf & Schecker, 2018, S. 233-235).

(Un)-Sichtbarkeit von Infrarot und UV-Strahlung

Im Allgemeinen fällt es den Lernenden schwer, die Begriffe Infrarot und Ultraviolett zu erfassen (Libarkin, Asghar, Crockett & Sadler, 2011, S. 8). Es erscheint den Schülerinnen und Schülern auf Grund ihrer Erfahrungen im Alltag eher unglaublich, dass sowohl Infrarot- als auch UV-Strahlung unsichtbar sind (Hopf & Schecker, 2018, S. 233-235). Die Lernenden schließen auf Grund der Namen der Strahlungsarten darauf, dass diese farbig sind (Langer, 2015, S. 155). Deshalb assoziieren Lernende auf Basis der Alltagserfahrungen oftmals Infrarotstrahlung mit rot und UV-Strahlung mit blau. Grund dafür sind zum Beispiel Infrarot beziehungsweise UV- Lampen, die zusätzlich im sichtbaren Spektrum strahlen (Langer, 2015, S. 43-57).

Anwendungsgebiete von UV-Strahlung

Die Anwendungsgebiete von UV-Strahlung sind für Schülerinnen und Schüler in sehr geringem Ausmaß bekannt. Viele Lernende glauben, dass UV-Strahlung im Alltag keinen Nutzen hat. UV-Strahlung findet laut diesen lediglich in der Forschung, in der Technik und in der Medizin ihre Anwendung. UV-Strahlung hat demzufolge für viele Lernenden ausschließlich technische Vorteile, wie zum Beispiel die Anwendung von UV-Strahlung bei der Spurensuche. Positive Auswirkungen auf den menschlichen Körper sind hingegen kaum

bekannt. Lediglich manchen Schülerinnen und Schüler ist der kosmetische Effekt von UV-Strahlung bekannt. Außerdem wissen nur wenige Lernende, dass UV-Strahlung für die Vitaminproduktion im menschlichen Körper zuständig ist und sich auf die Gesundheit unserer Haut auswirkt (Langer, 2015, S. 43-57).

Umgang mit UV-Strahlung und Schutz vor UV-Strahlung

Auch beim Umgang mit UV-Strahlung und UV-Schutz lassen sich Schülerinnen und Schüler aller Altersklassen gravierende Fehlvorstellungen attestieren (Hopf & Schecker, 2018, S. 233-235). Viele Lernende stufen UV-Strahlung nur bedingt als gesundheitssädigend ein und können die Folgen, die entstehen, wenn Sie ihren Körper UV-Strahlung aussetzen, nicht abschätzen. So gehen einige Schüler zwar von langwirkenden Effekten auf den Körper aus, können diese aber nicht genau benennen. Andere Lernende sind wiederum der Meinung, dass UV-Strahlung allein dann negative Auswirkungen auf den menschlichen Körper hat, wenn dieser der Strahlung zu lange oder zu intensiv ausgesetzt wird (Langer, 2015, S. 43, 54).

Die Frage nach einem Schutz vor UV-Strahlung beantworten Lernende häufig mit Sonnencreme. Kleidung spielt in diesem Zusammenhang für sie eher eine nebensächliche Rolle. Befindet man sich im Schatten, so schützt dieser, laut weitverbreiteter Meinung unter Lernenden, automatisch vor UV-Strahlung und es ist nicht möglich einen Sonnenbrand zu bekommen. Bei der Anwendung von Sonnencreme wissen viele nicht, was die Abkürzung *LSF* bzw. der Begriff *Lichtschutzfaktor* bedeutet. Laut Schülerinnen und Schülern gewöhnt sich die Haut durch regelmäßiges Sonnenbaden an UV-Strahlung. Die Haut ist demzufolge für zukünftige Sonnenbäder besser geschützt. Erfährt die Haut einen Sonnenbrand, hat dies nach weitverbreiteten Schülervorstellungen keine langfristigen Auswirkungen auf die Haut. Auch gebräunte Haut schützt laut Lernenden besser vor einem Sonnenbrand als eine hellere Haut. Bräune wird von Lernenden somit oftmals als Schutzfaktor für die Haut gesehen. Eher wenig Schülerinnen und Schüler sind der Meinung, dass ein zu hoher Grad an Sonnenexposition, eine Bräunung oder weitere Sonnenschäden Zeichen einer geschädigten Haut sind und langfristige Folgen bis hin zu Hautkrebs mit sich ziehen können (Langer, 2015, S. 53-58).

2.3 Gestufte Lernhilfen

Wodzinski und Stäudel (2011, S. 2) beschreiben gestufte Lernhilfen wie folgt: „Eine komplexe Fragestellung mit möglichst eindeutiger Beschreibung der Art des Ergebnisses wird mit mehreren Hilfen versehen, die Schritt für Schritt zur Entwicklung der Lösung benutzt werden können.“ Ziel von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen ist, dass alle Schülerinnen und

Schüler, angepasst an ihr Wissens- und Könnensniveau, beim Erarbeiten der Aufgaben involviert sind und zum eigenständigen Denken und Arbeiten angeregt werden. Des Weiteren sprechen gestufte Lernhilfen ein weites Spektrum an Lernenden an. Sie sind sowohl für lernschwache als auch für leistungsstarke Persönlichkeiten geeignet. Den Lernenden soll es demzufolge möglich sein die Aufgaben individuell und ohne externe Hilfe zu bearbeiten und zu lösen (Wodzinski, 2013, S. 45; Wodzinski & Stäudel, 2011, S. 2-3).

Typisch für gestufte Lernhilfen ist, dass sie aus zwei Arten von Hilfen bestehen. Einerseits finden die Lernenden fachliche Hinweise vor, andererseits werden auch „lernstrategische Hilfen und Aufforderungen“ (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 65) bereitgestellt. Es werden dementsprechend sowohl „fachgebundene Kompetenzen“ (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 65) als auch überfachliche Lernstrategien gelehrt. Des Weiteren wirken gestufte Lernhilfen auch auf „sozialkommunikative[r] und motivationale[r]“ (Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski, 2008, S. 37) Ebene, da die Lernenden über gegebene Sachverhalte diskutieren und somit Kommunikations- und Diskussionskompetenz entwickeln. Erst durch eine funktionierende Kommunikation ist es den Lernenden möglich, die Aufgaben zu lösen. Durch das selbständige Lösen der Aufgabe erfahren die Lernenden ein Erfolgserlebnis. Dies wiederum erhöht die Lernmotivation. Außerdem ist es möglich mit gestuften Lernhilfen überfachliche Lernziele¹ zu erreichen. Im Allgemeinen helfen gestufte Lernhilfen zur „Verbesserung des schulbezogenen Selbstkonzepts“ (Hänze, Schmidt-Weigand, Stäudel, 2010, S. 64-68) der Lernenden und unterstützen den Lernprozess in all seinen Facetten und Dimensionen.

2.3.1 Vorteile beim Einsatz von gestuften Lernhilfen

Ein Vorteil von gestuften Lernhilfen besteht darin, dass der Komplexitätsgrad im Vergleich zu Arbeitsaufträgen ohne gestufte Lernhilfen etwas höher sein kann, ohne dass lernschwache Schülerinnen und Schüler dem Scheitern ausgesetzt sind. Demzufolge besteht die Möglichkeit alle Lernende, angepasst an ihr jeweiliges Potential, zu fordern und zu fördern. Der Einsatz von gestuften Lernhilfen erhöht die Selbstständigkeit der Lernenden. Sie können den Ablauf und das Schwierigkeitsniveau der Aufgabe zu einem gewissen Grad selbst zu

¹„Überfachliche Kompetenzen betreffen Bildungsziele, die über die inhaltliche Struktur einzelner Schulfächer hin-ausreichen. Für das Erlernen dieser Kompetenzen, soweit es die Schule betrifft, sind damit mehrere oder alle (Schul-)Fächer bzw. Unterricht und Schule als Ganzes relevant. Sie umfassen neben kognitiv-fachlichen auch motivationale, volitionale oder soziale Komponenten und heben sich dadurch von reinem Fachwissen ab. Sie beschränken sich nicht auf die Schule, sondern weisen in der Regel einen expliziten Bezug zu außerschulischen 'Lebenssituationen' auf.“ (Eder & Hofmann, 2012, S. 71, nach Dämon, Eder & Hofmann, 2012 sowie nach Klieme, Artelt & Stanat 2001, S. 204 und nach Grob & Maag Merki, 2000, S. 61 f.)

bestimmen. Zum Beispiel steht es ihnen frei, an welchem Punkt der Aufgabe und in welcher Intensität sie Hinweise benötigen und verwenden. Die Schülerinnen und Schüler erhalten somit die Option, die Aufgabe mit ihrem Wissens- und Könnensniveau, sowie mit ihren eigenen Interessen, abzustimmen (Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski, 2008, S. 29). Lösen die Lernenden die Aufgabe ohne Einsatz der Hilfestellungen, so setzen sie diese dennoch oftmals, nach einer Teilaufgabe oder am Ende der Aufgabe, zur Selbstkontrolle ein. Alle Lernenden sollen die Chance erhalten, die Aufgabe, beziehungsweise Teilaufgaben, auf ihrem Wissensstand und Niveau zu lösen und demnach Erfolgserlebnisse zu verspüren. Ziel ist, dass die Lernenden die Aufgabe selbständig lösen und den Lernprozess nicht abbrechen, sondern selbständig abschließen und daraufhin Lernerfolge verzeichnen. Lernerfolge wiederum besitzen einen großen Einfluss auf die Lernmotivation der Lernenden (Wodzinski, 2013, S. 46-47). Schülerinnen und Schüler, welche Aufgaben mit gestuften Lernhilfen bearbeiten, erfahren ein größeres Kompetenzerleben als bei der Lösung herkömmlicher Aufgaben. Lernende fühlen sich beim Bearbeiten der Aufgabe selbstsicherer, empfinden diese als leichter und schätzen ihren Lernerfolg vergleichsweise größer ein. Aufgrund dessen kann bei dieser Art von Aufgabe, im Vergleich zu gewöhnlichen Formaten, ein höherer Grad an Motivation hervorgerufen werden (Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski, 2008, 37).

Kommunikations- und Argumentationskompetenz der Lernenden

Da die Bearbeitung von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen meist in Partner- oder Gruppensettings erfolgt, werden die Schülerinnen und Schüler dazu angeregt, über den dargestellten Sachverhalt zu diskutieren. Dies beeinflusst zum einen den Lernerfolg, zum anderen die Argumentations- und Kommunikationskompetenz der Lernenden nachhaltig. Besonders auffällig ist, dass die Lernenden bei Arbeitsaufträgen mit gestuften Lernhilfen im Vergleich zu herkömmlichen Aufgaben eine höhere Anzahl an Fachbegriffen in die Gespräche einbauen und sich außerdem die Kommunikationsdauer verlängert. Im Allgemeinen vergrößert diese fachdidaktische Methode nicht nur den Umfang der Diskussionen und erhöht die Kommunikation zwischen den Lernenden, sondern beeinflusst auch das Niveau dieser positiv (Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski, 2008, 37-39).

2.3.2 Rolle der Lehrperson

Der Einsatz gestufter Lernhilfen ermöglicht einen ausgeglichenen Lernprozess, bei dem sowohl die Anleitungen durch die Lehrperson, als auch die Selbständigkeit der Lernenden, ihren Platz finden. Damit die Lernenden die Möglichkeit erhalten die Aufgabe ganz ohne Hilfestellung und Erklärungen der Lehrperson zu lösen, müssen vor der Bearbeitung alle

Schritte der Aufgabe, also Aufgabestellung, Fragestellungen und Ziel beziehungsweise gewünschtes Ergebnis klar formuliert und erläutert werden. Lehrpersonen sollen sich während der Bearbeitung von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen im Hintergrund halten. Sie sollen nicht von Tisch zu Tisch eilen und beim Lernprozess ungebeten einschreiten. Im Gegenteil, die Schülerinnen und Schüler sollen die zur Verfügung gestellten Hilfen selbstständig einsetzen und den Arbeitsauftrag eigenständig, beziehungsweise einzig mit den bereitgestellten Hilfestellungen lösen (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 64-70).

2.3.3 Einsatz im Unterricht

Ein weiterer Vorteil von gestuften Lernhilfen ist der unkomplizierte und weitgreifende Einsatz im Unterricht. Sie können sowohl im naturwissenschaftlichen, als auch im geisteswissenschaftlichen Unterricht eingesetzt werden. Es gelten in allen Fällen dieselben Voraussetzungen. (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 68-69) Es muss den Lernenden zum Beispiel klar gemacht werden, dass das Verwenden der Hinweise keinen Misserfolg darstellt, sondern sogar erwünscht ist. Die Lernenden könne die zur Verfügung gestellten Hilfestellungen je nach Bedarf zu jedem beliebigen Zeitpunkt einsetzen (Wodzinski, 2013, S. 46-47). Auch mögliche Umwege bei der Problemlösung sind erlaubt (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 64).

Bearbeiten die Schülerinnen und Schüler zum ersten Mal einen Arbeitsauftrag, welcher gestufte Lernhilfen beinhaltet, ist es sinnvoll, den Lernenden eine Einführung zum Umgang der Hilfen zu geben. Dies kann sowohl schriftlich als auch mündlich erfolgen. Der Einsatz gestufter Lernhilfen eignet sich sowohl für Einzel, Partner- und (Klein-) Gruppenarbeiten (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 68; Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski, 2008, S.30). Auch die Art und Weise wie gestufte Lernhilfen eingesetzt werden können ist sehr vielfältig. Gestufte Lernhilfen sind meist in Aufgaben mit „lebensweltorientierte[m] Kontext“ (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 66-69) eingebunden und kommen vermehrt im naturwissenschaftlichen Unterricht zum Einsatz.

Vorangegangene Forschungen zeigen, dass Lernende die Hilfen eher annehmen, wenn diese nicht am Lehrerpult platziert werden, sondern ihnen direkt zur Verfügung stehen. Die Schülerinnen und Schüler fühlen sich dadurch von der Lehrperson weniger „kontrolliert und beobachtet“ (Wodzinski, 2013, S. 46-47). Die Lernenden können somit eigenständig die zur Lösung der Aufgabe nötigen Hinweise und Fakten in Anspruch nehmen. Sie erfahren einerseits das Gefühl von Selbständigkeit und andererseits verspüren sie nicht das Gefühl von Unwissenheit. Vor allem gegenüber der Lehrperson, aber auch gegenüber den

Kommilitoninnen und Kommilitonen, wird Unwissenheit nur ungern kund getan. Von diesem stärkenden Gefühl profitieren vor allem schwächere Lernende, die ihre Unwissenheit nicht preisgeben müssen und gleichzeitig ein stärkendes Gefühl von Selbständigkeit erfahren (Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski, 2008, S. 30).

2.3.4 Erstellen und Gestaltung der gestuften Lernhilfen

Bei der Erstellung der gestuften Lernhilfen soll bedacht werden, dass die Lernenden bei der Verwendung eines Hinweises sowohl mit einer Frage oder Aussage zur Lösungsfindung, als auch mit einem nützlichen Lösungsansatz ausgestattet werden sollen. So wird einerseits das Denken der Schülerinnen und Schüler aktiviert, andererseits können die Lernenden ihren Lösungsansatz auch kontrollieren. (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 64, 67)

Problemlösestrategien

Die in diesem Abschnitt vorgestellten Problemlösestrategien (Wodzinski, 2013, S. 46; Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 67; Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski, 2008, S.28-29) bieten einen Leitfaden zur Erstellung von und Durchführung des Unterrichts mit gestuften Lernhilfen. Der Paraphrasierungsschritt und die Verifikation sollen bei allen Aufgaben vertreten sein. Die weiteren Schritte können je nach Komplexität der Aufgabe bei der Formulierung der Hilfen herbeigezogen werden. In der Regel spricht man von fünf bis sechs Hinweisen pro Aufgabe. Bei sehr komplexen Aufgaben sind auch mehr Hilfen möglich, wobei es eher ratsam ist, auf Grund der Übersichtlichkeit und Ganzheit der Aufgabe, nicht mehr als sieben Hinweise den Lernenden zur Verfügung zu stellen (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 68). Bei der Kreation der Aufgabe ist es möglich eine Problemlösestrategie mehrmals einzusetzen. Außerdem müssen die Strategien nicht in einer bestimmten Reihenfolge eingesetzt werden. Jedoch ist es hilfreich die Paraphrasierung als erste Strategie und die Verifizierung als letzte Strategie zu verwenden (Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski, 2008, S.31).

Bei der Paraphrasierung sollen die Lernenden eine eigene Formulierung für die Aufgabenstellung finden und diese in ihrem Wortlaut nochmals wiedergeben (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S.67). Dies soll die Lernenden unterstützen sich über die Aufgabe auszutauschen (Wodzinski, 2013, S.56). Beim Fokussierungsschritt sollen die Lernenden zuvor gegebene Wissens Elemente und Fakten aus den Arbeitsunterlagen nochmals genau durchlesen (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S.67). Grund dafür ist, dass Lernende oftmals Aufgabestellungen lediglich überfliegen und somit wichtige, zur Lösung der Aufgabe dienliche, Informationen überlesen. Bei der Elaboration von Unterzielen sollen die

Lernenden die Aufgabenstellung in kleinere Aufgabenbereiche aufteilen. Denn „es ist hilfreich, ein größeres Problem in überschaubarere Teile zu zergliedern“ (Wodzinski, 2013, S.56). Bei der Aktivierung von Vorwissen sollen die Lernenden „ihr Vorwissen aktivieren [beziehungsweise] Wissenslücken schließen“ (Wodzinski, 2013, S.56). Bei der Problemlösestrategie der Visualisierung sollen die Lernenden eine Skizze zum gestellten Problem anfertigen. Dies soll den Lernenden helfen nochmals über das vorhandene Problem nachzudenken und die Kommunikation in der Gruppe über relevante Inhalte steigern (Wodzinski, 2013, S.56). Am Ende der Arbeitsphase haben die Lernenden alle nötigen Informationen erhalten beziehungsweise erarbeitet, um den Arbeitsauftrag zu erfüllen. Beim Verifizierungsschritt werden die Lernenden aufgefordert ihre Arbeitsschritte und Lösungsschritte als Ganzes zu betrachten und zu einer Lösung zusammenzufassen. Ziel ist das Erkennen der für die Lösung nötigen Zusammenhänge (Wodzinski, 2013, S.46 & S.56).

Mögliche allgemein formulierte Hilfen für die jeweiligen Problemlösestrategien sind in der folgenden Tabelle zu finden:

Problemlösestrategie	Mögliche Hilfen
Paraphrasierung	„Erklärt euch die Aufgabe in euren eigenen Worten. Klärt miteinander, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was noch unklar ist.“
Fokussierung	„Schaut euch die Informationen aus dem Aufgabentext an.“
	„Welches physikalische Prinzip kann hier nützlich sein?“
Elaboration von Unterzielen	„Überlegt euch, welche der Eigenschaften am einfachsten zu bestimmen ist.“
Aktivierung von Vorwissen	„Erinnert euch: Wie lautet die Formel?“
	„Tragt zusammen, was ihr zum [Thema] ... wisst. Schaut evtl. in eurem Schulbuch oder euren Aufzeichnungen nach. Was müsst ihr kennen, um das Gesetz anzuwenden?“
Visualisierung	„Fertige eine Skizze zum Versuch an und beschrifte diese.“
Verifizierung	„Jetzt habt ihr alles zusammen, um die Aufgabe im Zusammenhang zu lösen.“

Tabelle 1: Problemlösestrategien (Wodzinski, 2013, S.46)

Weitere Faktoren

Neben diesen sechs Problemlösestrategien existieren auch noch weitere Schritte und Faktoren, die bei der Erstellung und Gestaltung von gestuften Lernhilfen von Bedeutung sind. So

ist es wichtig auf das Vorwissen der Lernenden aufzubauen und mögliche Fehlvorstellungen zu bedenken. Die gestuften Lernhilfen selbst sollen keine neuen Informationen beinhalten, sondern die Lernenden anregen, ihr bereits bestehendes Wissen zu hervorzurufen, zu verknüpfen und auf die neue Aufgabe anzuwenden. Außerdem muss die Lehrperson versuchen, mögliche Probleme, Reaktionen und Schwierigkeiten beim Bearbeiten der Aufgabe vorherzusehen. Dazu muss sie sich in die Lernenden hineinversetzen und deren Umgang mit den Aufgabestellungen und mögliche Antworten beziehungsweise Lösungsschritten erraten. Außerdem muss sich die Lehrperson überlegen, welche Folgen die einzelnen gestuften Hilfen beim Bearbeiten der Aufgabe mit sich ziehen.

Grundsätzlich muss die Lehrperson darauf achten, dass die Aufgabe so komplex ist, dass eine Unterteilung in mehrere Aufgabenbereiche beziehungsweise „Lösungsschritte“ möglich ist. Ausschließlich so können dazu passende gestufte Lernhilfen formuliert werden. Außerdem soll darauf geachtet werden, dass die Problemlösung Schritt für Schritt erfolgt. Es besteht die Gefahr, dass Schülerinnen und Schüler Hinweise an falschen Punkten des Problems verwenden. Die Beschriftung und die Reihenfolge der Hinweise sollen gut überlegt sein und für die Lernenden klar ersichtlich sein. Hilfen können anstatt mit Nummern auch mit Stichwörtern versehen werden. (Hänze, Schmidt-Weigand, Stäudel, 2010, S. 69)

Wie in Kapitel 2.1 beschrieben, spielt der Einsatz von Sprache eine essenzielle Rolle bei der Generierung neuen Wissens. Concept Cartoons im naturwissenschaftlichen Unterricht bieten einen geeigneten Rahmen für Lernende das Sprechen der Sprache der Naturwissenschaften und das Argumentieren mit dieser zu üben. Laut Steininger (2016, S. 32) bieten Concept Cartoons den Lernenden „die Möglichkeit, ihre Argumentationskompetenz zu erweitern und die Bedeutung des Argumentierens in den Naturwissenschaften zu erfahren.“ (Steininger, 2016, S. 32).

Concept Cartoons sind ein fachdidaktisches Werkzeug. Sie dienen dazu naturwissenschaftliche Phänomene, meist aus dem Alltag der Lernenden, auf graphische Weise darzustellen. Sie wurden zum ersten Mal im Jahr 1992 in einem Lernsetting verwendet. Schon davor wurden *klassische* Cartoons in verschiedenen Lernsettings mit diversen Unterrichtszielen eingesetzt (Keogh & Naylor, 1999, S. 431). Typisch für die klassischen, uns bekannten, Cartoons sind witzige Illustrationen (Duden, Oxford Learner's Dictionaries) mit Figuren deren Aussagen im Sprechblasenformat widergegeben werden. Im Gegensatz zu den klassischen Cartoons sind Concept Cartoons nicht unbedingt humorvoll. Eher werden wissenschaftliche Inhalte in das Grundgerüst eines Cartoons eingebettet. Die Schülerinnen und Schüler finden

Multiple Choice ähnliche Fragen-Antwort Formate vor. In diesen diskutieren mehrere Charaktere über den gegebenen Sachverhalt und äußern ihre Meinung zu dem dargestellten Thema. Concept Cartoons verbinden somit verschriftliche wissenschaftliche Inhalte mit visuellen Reizen (Keogh & Naylor, 1999, S. 432). Ziel des Einsatzes von Concept Cartoons im Unterricht ist, den Denkprozess der Lernenden anzuregen, diese motivieren am Lernprozess teilzunehmen und den Diskussionsprozess zu starten (Dabell, 2008, S. 36; Kabapinar, 2005, S. 144).

2.4 Concept Cartoons

Keogh und Naylor (1991, S. 431) entwickelten Concept Cartoons, um konstruktivistische Lernmodelle, wissenschaftliche Erkenntnistheorien und die Unterrichtspraxis zu vereinen. Obwohl man glauben könnte, dass Concept Cartoons als Methode zur Evaluierung von Schülervorstellungen und Misskonzepten entwickelt wurden, sollen diese laut Keogh und Naylor (1999, S. 432) primär als Lehr und Lernhilfe dienen. Wichtig ist dennoch, dass die Cartoons und deren Inhalte auf das Vorwissen aufbauen und Fehlvorstellungen von Lernenden berücksichtigen (Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 223). Ein Beispiel ist einer der ersten Concept Cartoons von Keogh und Naylor (Keogh & Naylor, 1999, S. 432). Eine Anlehnung an diesen Concept Cartoon von Keogh und Naylor (1999, S. 433) ist in Abbildung 1 zu sehen. Dieser, in Abbildung 1 dargestellte Concept Cartoon behandelt das Thema Wärme. Die Autorenschaft geht hierbei explizit auf Schülervorstellungen (Kapitel 2.2.) ein.



Abbildung 1: Eigene Darstellung des Concept Cartoons der ersten Stunde nach Keogh & Naylor (1999, S. 433)

2.4.1 Merkmale von Concept Cartoons

Es herrschen keine festgelegten Regeln wie Concept Cartoons auszusehen haben, oder in welchem Format diese dargestellt werden, da kaum Studien zum Design von Concept Cartoons und deren Auswirkungen auf den Unterrichts- sowie den Lern- und Diskussionsprozess existieren (Dabell, 2008, S. 34; Kabapinar 2009, S. 109). Dennoch sollte bei der Erstellung des Concept Cartoons darauf geachtet werden, dass die fachlichen Inhalte auf das Wesentliche reduziert werden und die Concept Cartoons ausschließlich so viel Text wie nötig beinhalten (Kabapinar 2009, S. 106). Concept Cartoons können sowohl fachlich korrekte sowie fachlich falsche als auch teilweise richtige beziehungsweise falsche Aussagen beinhalten. Dennoch müssen die Aussagen in den Sprechblasen für die Lernenden plausibel klingen, da diese zum Denken angeregt werden sollen und nicht auf Anhieb wissen sollen, welche Aussage korrekt beziehungsweise falsch ist (Kabapinar 2009, S. 109). Die Anzahl an richtigen und falschen Aussagen ist nicht festgelegt und steht somit dem Ersteller des Cartoons frei (Dabell, 2008, 34).

Figuren & Charaktere

Die meisten Concept Cartoons enthalten drei bis fünf Charaktere, die über ein dargestelltes Problem diskutieren. Ursprünglich gab es auch Concept Cartoons, in denen nur eine Figur mit einer Aussage zu sehen war. Im Laufe der Zeit setzten sich jedoch eine Gruppe von Figuren mit unterschiedlichen, sowohl wissenschaftlichen richtigen als auch teilrichtigen und falschen Aussagen, durch (Keogh & Naylor, 1999, S. 432). Auch wenn bezüglich der Gestaltung des Concept Cartoons sehr viele Freiheiten existieren, ist es sinnvoll den Figuren Namen zu geben, um den Diskussionsprozess, aber auch die Aufklärungsphasen in Großgruppen zu erleichtern und Klassenraum-Management-Probleme zu minimieren (Kabapinar, 2005, S. 144; Kabapinar 2009, S. 112). Concept Cartoons sind, egal ob die Figuren im Cartoon in den jeweiligen physikalischen beziehungsweise alltäglichen Kontext eingebettet sind oder die Figuren nur mit den Sprechblasen abgebildet werden, im Laufe des Lernprozesses gleich effektiv (Kabapinar, 2009, S. 113). Außerdem wirkt sich die Art der Figur nicht auf die Lern- und Diskussionsqualität aus. Es steht also den erstellenden Personen frei, ob menschliche, tierische oder Fantasiefiguren eingesetzt werden. Von großer Beliebtheit bei den Lernenden sind vor allem Filmcharaktere (Kabapinar, 2009, S. 114).

Concept Cartoon Format

Concept Cartoons sind sowohl im Posterformat als auch im Handoutformat vorzufinden. In den Anfängen der Concept Cartoons wurden diese vermehrt im Posterformat im Unterricht eingesetzt. Im Laufe der Zeit hat sich aber das Handoutformat durchgesetzt, da die

Lernenden selbst ihre Lese- und Arbeitsgeschwindigkeit bestimmen können (Kabapinar, 2005, S. 144, Kabapinar, 2009, S. 109, 116). In die Zukunft blickend, könnten Apps mit interaktiven Concept Cartoons eine zeitgemäße und klimafreundliche Alternative zu den klassischen Concept Cartoons auf Papier bieten (Birisci, Metin, Karakas, 2010; S. 91).

2.4.2 Einflüsse von Concept Cartoons auf die Unterrichtsgestaltung und den Unterricht

Concept Cartoons erfreuen sich großer Beliebtheit sowohl bei Lehrenden als auch bei Lernenden (Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 220; Birisci, Metin & Karakas, 2010, S. 96). Außerdem nehmen sie unterschiedlichste Einflüsse auf die Unterrichtsgestaltung sowie Lehr- und Lernprozesse.

Dabell (2008, S. 36) beschreibt die Arbeit mit Concept Cartoons wie folgt:

I think concept cartoons are rather like a swimming pool of learners — they hold so many abilities. Some learners are doing lengths, some widths, others struggle to do doggy paddle and some are too afraid to get in! Learners access a concept cartoon at a level that suits them and we are there to supervise them splashing their ideas around and it's our job to help them make waves in their understanding without actually doing the swimming for them. (Dabell, 2008, 36)

Die Rolle der Lehrperson beim Einsatz von Concept Cartoons

Während der Bearbeitung der Concept Cartoons sollen Lehrpersonen als Lernprozessbegleiterinnen und -begleiter fungieren. Sie sollen offen für die Ideen der Lernenden sein, Interaktionen ermöglichen, kritisches Denken hervorrufen sowie Fragen herausfordern. Concept Cartoons helfen den Lernenden ihre eigenen Gedankenwege zu gehen und Lösungen zu finden. Dies kann in qualitativ hochwertigen Diskussionen resultieren, da Concept Cartoons den Diskussionsprozess fördern. Der Erfolg des Einsatzes von Concept Cartoons hängt nicht nur von den Concept Cartoons selbst ab, sondern auch von der Einbettung in den Unterricht und der Rolle, die die Lehrperson während des Lernprozesses einnimmt (Kabapinar 2005, S. 137-144).

Concept Cartoons erfreuen sich bei Lehrpersonen großer Beliebtheit, weil bei dem Einsatz dieses fachdidaktischen Werkzeugs im Unterricht die Vorteile überwiegen und der klassisch, fragend-entwickelnde Unterricht aufgelockert wird (Birisci, Metin & Karakas, 2010, S. 96-97). So helfen Concept Cartoons im Allgemeinen den Unterricht, Inhalte und Arbeitsblätter für die Lernenden interessanter und ansprechender zu gestalten (Keogh & Naylor, 1999, S. 442). Außerdem minimiert der Einsatz von Concept Cartoons Klassenraum-Management-

Probleme. Die Lehrperson ist somit im Stande sich gezielter auf den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler zu konzentrieren. Außerdem gelingt es mittels Concept Cartoons eine Verbindung zwischen wissenschaftlichen Themen und dem Alltag der Lernenden herzustellen (Keogh, Naylor & Wilson, 1998, 222-223). Als einziger tatsächlicher Nachteil für die Lehrperson ist die zeit- und ressourcenintensive Erstellung und Vorbereitung der Concept Cartoons und den dazu passenden Unterrichtseinheiten zu nennen (Birisci, Metin & Karakas, 2010, S. 96).

Die Rolle der Lernenden beim Einsatz von Concept Cartoons

Die Hauptrolle beim Einsatz von Concept Cartoons spielen die Lernenden selbst. Wie Dabell (2008, S. 34-36) beschreibt, sind sie diejenigen, die selbst ihren Lernprozess auf ihre eigene Art und Weise bestimmen.

Motivation der Lernenden

Zwei wichtige Aspekte für den Erfolg des Lernprozesses stellen das Interesse und die Motivation der Schülerinnen und Schüler dar (Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017b, S. 125-131). Der Einsatz von Concept Cartoons führt zu einem hohen Grad an Motivation bei den Lernenden (Keogh & Naylor, 1999, S. 436; Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 220). Daher beteiligen sie sich aktiver am Unterricht und werden aufgefordert kritisches Denken anzuwenden (Birisci, Metin & Karakas, 2010, S. 96-97). Concept Cartoons fördern auch den Drang die Aussagen, Meinungen und Ideen der Concept Cartoons Figuren, aber auch der Mitschülerinnen und Mitschüler zu untersuchen, auszutesten und zu erproben (Keogh & Naylor, 1999, S. 438-440). Außerdem dauert die Aufmerksamkeitsspanne der Lernenden während der Bearbeitung der Concept Cartoons länger an als im traditionellen fragend-entwickelnden Unterricht (Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 223; Keogh & Naylor, 1999, S.436).

Argumentationskompetenz

Im Zuge von Diskussionen über die Inhalte der Concept Cartoons können die Lernenden auch ihre Argumentationskompetenz trainieren (Steininger, 2016, S. 8). Schülerinnen und Schülern, denen es schwerfällt oder die Angst haben, ihre eigene Meinung auszudrücken, erhalten die Möglichkeit, sich mit einer der abgebildeten Cartoonfiguren zu identifizieren und deren Meinung zu vertreten. Die Lernenden müssen somit nicht unbedingt ihre eigene Meinung preisgeben, sondern können sich der Meinung der Cartoonfigur anschließen. Die Argumentationskompetenz wird dabei gefördert, da sie lernen Meinungen anderer zu vertreten und für diese zu argumentieren (Kabapinar, 2005, S. 140).

Angenehme Lernumgebung und Lernschwächen

Concept Cartoons erzeugen eine angenehme Lernumgebung, in der neue Inhalte angstfrei gelernt werden können (Birisci, Metin & Karakas, 2010, S. 96). Je nach Gruppenkonstellation können auch eher ruhigere oder schüchternere Schülerinnen und Schüler sich aktiv an den Diskussionen beteiligen (Keogh & Naylor, 1999, S. 436). Da Concept Cartoons auf unterschiedlichen Niveaus bearbeitet werden können, besitzen sowohl Lernende mit starkem Leistungsniveau, als auch schwächere Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit neue Inhalte selbständig in ihrem eigenen Tempo zu erlernen (Birisci, Metin & Karakas, 2010, S. 96). Auch Lernende mit textbasierten Lernschwächen erhalten durch den Einsatz von Concept Cartoons die Chance sich aktiv am Unterricht zu beteiligen und neues Wissen auf kreative Weise zu erwerben (Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 223).

Dominante Schülerinnen und Schüler

Da im Regelfall in einem Klassenverband auch dominantere Persönlichkeiten auftreten, sollte die Lehrperson beim Einsatz von Concept Cartoons im Unterricht, um einer einseitigen Gruppenarbeit entgegenzuwirken, folgendes bedenken: Je nach Gruppenkonstellation ist es auch möglich, dass aktive und redefreudige Lernende das Gespräch dominieren. Es kann sein, dass eher ruhigere Schülerinnen und Schüler nicht zu Wort kommen, um ihre Meinungen und Gedanken auszudrücken (Keogh & Naylor, 1999, S. 437). Hier kann die Lehrperson jedoch mittels gezielter Gruppeneinteilung einer einseitigen Diskussion entgegenwirken.

2.4.3 Schülervorstellungen beim Einsatz von Concept Cartoons

Schülervorstellungen legen die Basis für den Lernprozess. Der Einsatz von Concept Cartoons erlaubt es Schülerinnen und Schülern sich ihrem eigenen Wissensstand bewusstzuwerden und den Lernprozess auf ihren Präkonzepten aufzubauen. Außerdem können die Schülerinnen und Schüler beim Bearbeiten der Concept Cartoons unterschiedliche Vorstellungen ihrer Kommilitoninnen und Kommilitonen erfahren und über diese diskutieren (Keogh & Naylor, 1999, S. 437-440). Im Sinne einer eigenverantwortlichen Herangehensweise an die Erschließung neuer Erkenntnisse bildet dies somit eine hervorragende Methode um den Lernprozess zielgerichtet durchzuführen (Keogh & Naylor, 1999, S. 437-440; Duit, 2007, S. 616). Oftmals bringen Lernende Erklärungsansätze für ihre Vorstellungen, Ansichten und Meinungen in die Diskussion mit ein (Kabapinar, 2005, S. 141). Dadurch können Lehrende mittels Einsatzes von Concept Cartoons den Wissensstand der Lernenden direkt erfassen und an das Vorwissen und den aktuellen Wissensstand der Lernenden anknüpfen. Schülervorstellungen können somit erkannt werden. Dies erlaubt der Lehrperson, den Unterricht

darauf aufzubauen und angepasst zu gestalten (Kabapinar 2005, S. 144; Keogh & Naylor, 1999, S. 437; Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 223).

Leider ist bei einer großen Anzahl von Lernenden Im Unterricht das Erkennen aller Schülervorstellungen für die Lehrperson nicht immer möglich auch wenn die Lernenden Erklärungsansätze für ihre eigenen Vorstellungen, Ansichten und Meinungen in die Diskussion miteinbringen (Kabapinar, 2005, S. 141). Lehrende können auf Grund der hohen Anzahl von Diskussionsgruppen beziehungsweise Lernenden in den jeweiligen Gruppen nicht allen Gruppengesprächen und Diskussionen gleichzeitig verfolgen. Aufgrund dessen können einige wertvolle Schülervorstellungen verlorengehen, auf die die Lehrenden bei der anschließenden Unterrichtsplanung und Gestaltung nicht eingehen können (Keogh & Naylor, 1999, S. 437).

2.4.4 Einsatzmöglichkeiten

Concept Cartoons wird eine große Bandbreite von Einsatzmöglichkeiten zugeschrieben. Sie können in unterschiedlichsten Lehr- und Lernsettings, wie zum Beispiel im klassischen Unterricht, aber auch außerhalb des formalen Unterrichts, zum Beispiel in externen Institutionen wie interaktiven Science Centers, verwendet werden (Keogh & Naylor, 1999, S. 441-442; Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 220). Auch in der Londoner U-Bahn sind Concept Cartoons zu finden (Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 220).

Da die Diskussion auf dem Wissens- und Könnensniveau der Lernenden basiert, kann ein und derselbe Concept Cartoon für unterschiedliche Altersstufen und Könnensniveaus eingesetzt werden (Keogh & Naylor, 1999, S. 441). Concept Cartoons sind nicht nur im Primar- und Sekundarstufenunterricht zu finden, sondern auch im Hochschulunterricht im Falle von letzterem vor allem bei der Ausbildung von zukünftigen Pädagoginnen und Pädagogen (Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 220).

Anwendungsgebiete

Steininger (2016, S. 10-19) teilt die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Concept Cartoons in die folgenden vier Anwendungsgebiete ein:

a) Motivationsfördernder Unterrichtseinstieg:

Zu Beginn des Unterrichts sollen Concept Cartoons das Interesse der Lernenden an neuen Inhalten wecken. Durch die Bearbeitung und Diskussion lernen die Unterrichtssubjekte ihren eigenen Wissenstand kennen und verspüren somit die Notwendigkeit ihren Wissenshorizont zu erweitern (Steininger, 2016, S. 10).

b) Erhebungs- und Assessmenttool:

Laut Keogh & Naylor (1999, S. 432) ist das Erheben von Schülervorstellungen und Leistungen zwar nicht unbedingt das primäre Ziel von Concept Cartoons, dennoch eignen sie sich sehr gut als alternative Erhebungs- und Assessmenttools (Ingec, 2008; Kabapinar, 2005, S. 140). Wie in Kapitel 2.2 erläutert, ist das Evaluieren von Präkonzepten sowohl für die Lehrperson als auch für die Lernenden ein wichtiger Bestandteil des Unterrichts, da die Schülervorstellungen den Grundstein für die Lernprozesse bilden (Duit, 2007, S. 605).

c) Das Lernen von Fachinhalten

Mit Hilfe von Concept Cartoons kann eine Verbindung zwischen wissenschaftlichen Inhalten und dem Alltag hergestellt werden (Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 223). Außerdem ist es laut Keogh und Naylor (1999) nicht möglich die beiden Anwendungsgebiete „Erhebungstool“ und „Lernen von Fachinhalten“ explizit zu trennen.

d) Diskussions- und Argumentationsanlass

Concept Cartoons können sowohl bei Kleingruppendiskussionen, als auch in Klassendiskussionen eingesetzt werden. Die Lernenden sollen dabei ihre Ideen sammeln und einen Plan erstellen, um die Lösung der Aufgabe zu finden. Die Erforschung etwaiger Ideen sowie deren Erprobung und die Einigung auf eine Lösung zählen ebenfalls zu den erwünschten Zielen beim Einsatz von Concept Cartoons (Dabell, 2008, S.36). Es gilt schließlich: “Talk is not an optional extra in a concept cartoon, it is an essential ingredient; it is expected.” (Dabell, 2008, S. 34). Auch im Fremdsprachenunterricht können Concept Cartoons als Diskussionsanlass eingesetzt werden. Sie dienen als Anregung für Diskussionen und helfen die Sprachkompetenz der Lernenden zu verbessern (Keogh & Naylor, 1999, S. 441).

Weitere Anwendungsfelder

Neben den vier Anwendungsfeldern von Steininger (2016, S. 10-19) existieren noch eine Vielzahl an weiterer Einsatzmöglichkeiten von Concept Cartoons im schulischen Kontext. Concept Cartoons können nicht nur als motivationsfördernder Unterrichtseinstieg (Steininger, 2016, S. 10-19), sondern auch im Laufe einer Unterrichtseinheit oder am Ende einer Einheit als Zusammenfassung der Inhalte verwendet werden (Dabell, 2008, S. 36). Sie können als Festigungsmaterial, Erweiterung oder Zusammenfassung für die im Unterricht gelernten Inhalte eingesetzt werden und sowohl im Unterricht als auch zu Hause verwendet werden (Keogh & Naylor, 1999, S. 441-442; Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 220). Auch in Verbindung mit dem 5E Modell, ist der Einsatz von Concept Cartoons im Unterricht möglich (Birisci & Metin, 2010). Hierbei handelt es sich um „ein konstruktivistisch orientiertes Unterrichtsmodell in fünf Phasen, das zum Ziel hat, Lernenden zu ermöglichen, aus der

Erfahrung heraus ein eigenes Verstehen und neue Ideen zu entwickeln“ (Lembens & Abels, 2015, S.6). Zusätzlich dazu können Concept Cartoons in kreativen Arbeitsaufträgen eingebettet werden. Zum Beispiel könnten Schülerinnen und Schüler einen eigenen Cartoon zeichnen oder leere Sprechblasen mit eigenen Texten und Inhalten befüllen (Keogh & Naylor, 1999, S. 442; Dabell, 2008, S. 36).

2.4.5 Concept Cartoon in Verbindung mit anderen fachdidaktischen Methoden

Bereits 2008 hatten Webb, Williams und Meiring (2008) die Idee das Modell des Concept Cartoons mit einer anderen fachdidaktischen Methode zu vereinen. Sie setzten zusätzlich zum Concept Cartoon sogenannte Writing Frames ein, um den Diskussionsprozess der Lernenden zu unterstützen. „Writing frames sollen, ... , die SchülerInnen bei der Verschriftlichung ihrer Überlegungen und Argumente anleiten und unterstützen“ (Steininger, 2016, S. 18). Sie vervollständigen dabei vorgegebene Satzanfänge wie: „Ich habe folgende Idee...“, „Meine Gründe hierfür sind...“, „Argumente, die gegen meine Idee(n) sprechen könnten, sind folgende...“ (aus dem Englischen nach Webb, Williams & Meiring, 2008, S. 9). Obwohl die Daten bei Webb, Williams und Meiring (2008, S. 15) limitiert sind, bringt laut diesen die Verbindung von Concept Cartoons mit Writing frames einen gewissen Mehrwert.

Des Weiteren setzt Letsoalo (2011) Concept Cartoons in Verbindung mit sogenannten Prompt sheets ein. Der zusätzliche Einsatz von Prompt sheets wirkt sich positiv auf das (Diskussions-) Verhalten der Lernenden aus (Letsoalo, 2011). Steininger (2016, S. 11) definiert Prompt sheet, im deutschen auch Planungsraster genannt, als „ein Arbeitsblatt mit strukturierenden Fragen“ und listet einige Fragen, die dieses Modell beinhaltet, auf: „Was möchtest du herausfinden?“, „Wie willst du vorgehen?“, „Welche Variablen möchtest du verändern, welche konstant halten?“. Prompt sheets (engl. prompt = Befehlsaufforderung) sollen den Lernenden helfen ihre Gedanken und Argumente zu ordnen (Chin & Osborne, 2010, S. 230). Außerdem sollten die Lernenden bei Chin und Osborne, 2010, die das Wort Question prompts für dieses Modell verwenden, zusätzlich Diskussionsdiagramme erstellen. Dies hilft den Unterrichtssubjekten ihre Gedanken und Argumente zu visualisieren und organisieren. Ziel ist „die Aufmerksamkeit der SchülerInnen auf einen bestimmten Aspekt der Aufgabe [zu] lenken“ (Steininger, 2016, S. 11).

Zloklikovits (2016) verknüpft ein weiteres fachdidaktisches Modell, die in 2.3 erläuterten gestuften Lernhilfen, mit dem Modell des Concept Cartoons. Dies soll eine ähnliche Funktion wie die Prompt sheets übernehmen, nämlich den Diskussions- und Lösungsprozess der Lernenden unterstützen.

2.4.6 Concept Cartoons mit gestuften Hilfen und gestufte Concept Cartoons

Im folgenden Abschnitt werden Concept Cartoons mit gestuften Hilfen und gestufte Concept Cartoons erläutert. Diese Konzepte wurden erstmalig von Zloklikovits (2016) entwickelt und angewendet. Ziel beim Einsatz von beiden Methoden ist ein „hohe[s] Maß an Schülerzentrierung“ (Zloklikovits, 2016, S. 43).

Sowohl Concept Cartoons mit gestuften Hilfen als auch gestufte Concept Cartoons basieren auf einem klassischen Concept Cartoon und sollen den Diskussionsprozess anregen. Ihr Einsatz ist vor allem dann sinnvoll, wenn die Kommunikation zwischen den Lernenden bei der Bearbeitung des dargestellten Problems ins Stocken gerät. Wichtig ist, dass die Unterrichtssubjekte selbst entscheiden können, wann und wie sie die vorgesehenen Hilfen einsetzen.

Concept Cartoons mit gestuften Hilfen

Die kombinierte Anwendung von Concept Cartoons mit gestuften Lernhilfen stammt von Zloklikovits (2016) und soll die Vorteile, die beide Methoden bieten vereinen. Neben dem klassischen Concept Cartoon werden zusätzlich zum Cartoon gestufte Lernhilfen entwickelt, die die Lernenden bei der Bearbeitung des Concept Cartoons zu Rate ziehen können. Zur Erstellung der Hilfen werden die sechs Problemlösestrategien von Franke-Braun, Hänze, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski herangezogen (siehe Kapitel 2.3.4). Stockt der Diskussions- oder Lösungsprozess während der Bearbeitung des dargestellten Problems, so können die Schülerinnen und Schüler auf die gestuften Lernhilfen zurückgreifen. Diese liefern den Lernenden inhaltliche und strategische Hinweise, die die Lernenden beim Problemlöseprozess unterstützen. Gestufte Lernhilfen sollen in Verwendung mit Concept Cartoons den Diskussionsprozess wieder anregen und die Lernenden über das dargestellte Problem länger und qualitativ hochwertiger diskutieren. Es empfiehlt sich bei der Erstellung der gestuften Hilfen, die von Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel (2010, S. 68) empfohlene Anzahl an gestuften Hilfen nicht zu überschreiten. Des Weiteren ist es sinnvoll die gestuften Hilfen als Hinweise im Kärtchen-Format zu gestalten (Wodzinski, 2013, 47). Es besteht die Option die gestuften Hilfen, den Lernenden direkt als Hinweise in der Gruppe zur Verfügung zu stellen, oder an einem eigens dafür vorgesehenen Ort im Klassenraum zu platzieren.

Gestufte Concept Cartoons

Zloklikovits und Plotz (2016, S. 4) stellen in ihrem Artikel die Idee des gestuften Concept Cartoons vor. Als gestuften Concept Cartoon verstehen sie eine „Erweiterung des [klassischen] Concept Cartoons“ (Zloklikovits & Plotz, 2016, S. 4). Der gestufte Concept Cartoon ist, wie in Abbildung 2 dargestellt, eine interaktive Form des klassischen Concept Cartoons. Den Lernenden stehen hierbei sowohl der klassische Concept Cartoon als auch ein zweites, interaktives Format zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um eine Anlehnung an das sogenannte Himmel-und-Hölle-Spiel. Die Schülerinnen und Schüler erhalten ein rechteckiges Blatt Papier, dessen Ecken in die Mitte so zusammengefasst sind, dass ein kleineres Rechteck, bestehend aus vier Dreiecken, entsteht. Auf jedem dieser Dreiecke ist eine der Figuren des Concept Cartoons ohne Sachverhalt abgebildet. Sobald sich die Lernenden im Laufe der Bearbeitung des eigentlichen Concept Cartoons auf eine Meinung einigen, sollen sie jenes kleinere Dreieck auffalten, auf welchem die Figur mit deren Meinung sie übereinstimmen abgebildet ist. Es erscheint ein Gegenargument. Dieses Gegenargument kann entweder nur in Textform vorhanden oder in die Sprechblase einer anderen Cartoon Figur eingebettet sein und soll die Lernenden dazu anregen, nochmals über ihre eigene Antwort nachzudenken. Die Lernenden sollen durch die Gegenargumente nochmals zum Diskutieren angeregt werden. Die Diskussion soll somit verlängert und verbessert werden. „Ziel ist es, dass die SchülerInnen nicht bloß jene Erklärung wählen, die ihnen am plausibelsten erscheint, sondern diese nochmals hinterfragen und durch Argumente verteidigen.“ (Zloklikovits & Plotz, 2016, S. 4).

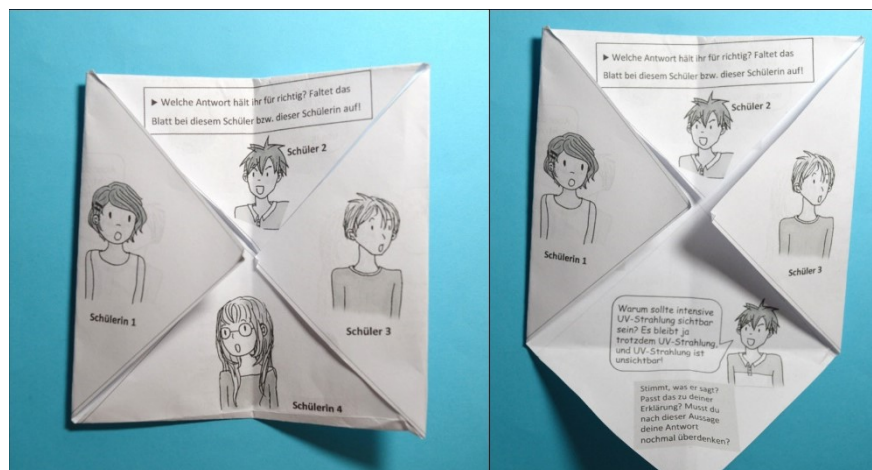


Abbildung 2: gestufter Concept Cartoon zur UV-Strahlung (Zloklikovits, 2016, S. 73)

Die Zahl der Figuren, die der Concept Cartoon beinhaltet, ist auch bei diesem Format nicht fixiert. Lediglich muss das „Himmel-Hölle-Design“ des gestuften Concept Cartoons etwas abgeändert werden. Bei drei Charakteren wäre der gestufte Cartoon ein rechtwinkeliges

Dreieck, das beim Zusammenklappen ein Rechteck wird und bei fünf folglich ein regelmäßiges Fünfeck, das wenn man es auseinanderklappt zu einem Stern wird.

Im Rahmen ihrer Diplomarbeit erweiterte Zloklikovits (2016) den, von ihr entworfenen, gestuften Concept Cartoon um eine gestufte Hilfe. Hierbei werden die beiden Methoden des gestuften Concept Cartoons und des Concept Cartoon mit gestuften Hilfen fusionieren. Ein dadurch entstehender gestufter Concept Cartoon mit gestuften Hilfen, ist sowohl in sich selbst gestuft und bietet gleichzeitig den Lernenden zusätzliche gestufte Lernhilfen. Seitdem war dieses Modell jedoch nicht Gegenstand der Forschung. Daher existiert keine weitere Literatur dazu.

3 Forschungsmethoden

Dieses Kapitel beleuchtet die Forschungsmethoden, die im Rahmen dieser Diplomarbeit Anwendung finden. Ziel ist eine Vergleichbarkeit zweier methodischer Konzepte. Um diese beiden methodischen Zugänge des Concept Cartoons vergleichbar zu machen, werden diese in eine Unterrichtseinheit eingebettet und im Unterricht erprobt. Die Einheit basiert auf der von Zloklikovits (2016) entwickelten Unterrichtseinheit und wird im Rahmen dieser Diplomarbeit adaptiert. Im Mittelpunkt stehen nun zwei Modelle des Concept Cartoons: Concept Cartoon mit gestuften Hilfen und gestufter Concept Cartoon. Die Erarbeitung der Unterrichtseinheit, sowie die der Arbeitsmappe wird in mehrere Schritte aufgeteilt und in Kapitel 4 genauer erörtert. Die Pre-Testung, die Testungen, sowie die Evaluierung und Auswertung der Daten werden im Folgenden genauer erläutert.

3.1 Art der Testung

Die Feldtestung zur Erhebung, für die im Rahmen dieser Diplomarbeit relevanten Daten, wird in Form einer Querschnittstudie durchgeführt. Subjekte der Studie sind Lernende der 8. und 9. Schulstufe. Wie von Raab-Steiner & Benesch (2015, S.46) nahegelegt, wird im Rahmen dieser Studie Freiwilligkeit großgeschrieben. Ausschließlich jene Lernenden nehmen an der Studie teil, die sowohl von sich selbst aus zustimmen, als auch von den Erziehungsberechtigten Zustimmung an der Teilnahme erhalten. Die Einverständniserklärungen werden einige Tage vor der tatsächlichen Durchführung der Testung eingeholt.

3.2 Pre-Testung

Die Pre-Testung findet im Regelunterricht zweier Klassen, der 12. Schulstufe, im Bereich der berufsbildenden Schulen statt und wird von der Lehrperson beobachtet. Zu Beginn der Einheit erhalten die Unterrichtssubjekte eine kurze Einführung zum Organisatorischen der Testung. Es wird auch angemerkt, dass die Aufgaben der Arbeitsmappe, selbständig in den Gruppen durchgeführt werden sollen, die Lehrperson und Verfasserin dieser Arbeit, aber für etwaige Fragen gerne zur Verfügung stehe. Im Anschluss werden die Arbeitsmappen, sowie Boxen mit den nötigen Materialien ausgeteilt und die Lernenden bearbeiteten die Aufgaben. Nach der Testung findet ein kurzes fragengelenktes Gespräch mit den einzelnen Gruppen und der Lehrperson statt, um sich so Feedback für die durchgeführte Einheit einzuholen.

3.3 Testung

Die Erprobung des erarbeiteten Unterrichtsmaterials findet in einer Klasse der 8. Schulstufe einer AHS und in drei Klassen der 9. Schulstufe statt. Wobei die Testung der 9. Schulstufe in zwei unterschiedlichen Schultypen stattfindet. Die Lernenden werden, je nach Teilnehmer/innenanzahl, in Gruppen zu drei bis vier, in Ausnahmefällen zu fünf, Personen eingeteilt. Die Dauer der Testung beträgt jeweils eine Unterrichtsstunde, um Einerseits den Regelunterricht nicht zu stören und andererseits den klassischen Schulalltag und die vorgegebenen Rahmenbedingungen von 50 Minuten in die Testung miteinzubeziehen.

Insgesamt nehmen 65 Lernende an der Testung teil, wobei 63 davon den im Anhang ersichtlichen Feedbackbogen beantworten und abgeben. 30 Personen bearbeiten die grüne Arbeitsmappe und 33 die orangene Arbeitsmappe. Eine Erläuterung der Arbeitsmappen erfolgt in Kapitel 4.

Damit die für die Arbeitsmappe passenden Hinweise an die Schülerinnen und Schüler gelangen und um Vertauschungen zu vermeiden, werden die Arbeitsmappen zusätzlich zu den Materialien in die dafür vorhergesehenen Boxen gegeben. Es ist somit möglich, alle nötigen Materialien und Unterlagen gemeinsam an die einzelnen Gruppen auszuteilen. Außerdem ist es sinnvoll, die Arbeitsmappe und die dazugehörigen Materialien, wie Hinweiskärtchen oder gestufte Concept Cartoons in derselben Farbe zu gestalten, um so Vertauschungen zu vermeiden.

Führte eine Gruppe eine Aufgabe inklusive Concept Cartoon nicht durch, so werden deren Antworten zu dem jeweiligen Concept Cartoon bei der Analyse der Daten nicht berücksichtigt. Insgesamt werden Daten von 49 Lernende, die einen gestuften Concept Cartoon und von 62 Lernenden, die einen Concept Cartoon mit gestuften Hilfen bearbeiteten, analysiert. Die Abweichung von 49 zu 62 rührt daher, dass nicht alle Gruppen aus Zeitgründen den gestuften Concept Cartoon bearbeiten können.

Zu Beginn der Einheit erfolgt wie bei der Pre-Testung eine kurze Einführung durch die Verfasserin dieser Arbeit. Im Anschluss werden Boxen inklusive Materials und Arbeitsmappen ausgeteilt und die Lernenden beginnen mit der Bearbeitung der Arbeitsaufträge. Um die Diskussionsqualität und -quantität der Gruppenarbeiten evaluieren zu können, wird jede Gruppe mittels Aufnahmegerät aufgenommen. Es sind im Rahmen einer Unterrichtseinheit also mehrere Aufnahmegeräte im Einsatz und es entsteht pro Gruppe eine Aufnahme. Des Weiteren erhalten die Lernenden im Anschluss an die Gruppenarbeitsphase einen

Feedbackbogen, den sie individuell beantworteten. Im Rahmen der Evaluierung werden die Aufnahmen angehört, analysiert und mittels siebenstufigen Modells (siehe 3.4.1.) kategorisiert und die Feedbackbögen ausgewertet. Ziel ist eine Vergleichbarkeit der einzelnen Gruppen beim Bearbeiten der entwickelten Unterrichtseinheit inklusive Concept Cartoons zu schaffen.

Eingesetzt wird das Material in 3 unterschiedlichen Schultypen, die im Folgenden kurz erörtert werden:

3.3.1 Private AHS mit Öffentlichkeitsrecht im kleinstädtischen Raum

Die Testung in der 8. Schulstufe findet in einem Gymnasium mit Öffentlichkeitsrecht im kleinstädtischen beziehungsweise ländlichen Raum statt. Das Gymnasium beinhaltet sowohl eine Unterstufe als auch eine Oberstufe an und bietet Platz für ca. 900 Lernende und 90 Lehrende. Der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund ist eher gering. Die meisten Lernenden sind mit römisch-katholischem Bekenntnis. Die Testung findet im Regelunterricht Physik statt und wird von der Verfasserin dieser Arbeit durchgeführt. Es nehmen 15 Lernende einer Klasse der 8. Schulstufe teil. Diese werden in 4 Gruppen aufgeteilt, wobei sich die Lernenden selbst in die Gruppen einteilen können. Dies hat rein geschlechterhomogene Gruppen zur Folge.

3.3.2 Private AHS mit Öffentlichkeitsrecht im großstädtischen Raum

Ein Teil der Testung findet in der 9. Schulstufe in einem privaten Gymnasium mit Öffentlichkeitsrecht im großstädtischen Bereich statt. Rund 400 Lernende, mit islamischem Bekenntnis besuchen diese Schule und werden von rund 40 Lehrenden unterrichtet. Der Migrationshintergrund der Lernenden liegt bei fast 100 Prozent. Die Testung findet in einer regulären Physikstunde statt und 17 Schülerinnen und Schüler nehmen daran teil. Die Lernenden können sich selbst in 5 Gruppen einteilen. Dies hatte eine Aufteilung von geschlechterhomogenen Gruppen zur Folge.

3.3.3 Öffentliche berufsbildende Bundesschule im großstädtischen Raum

Ein weiterer Teil der Testung findet in einer öffentlichen berufsbildenden höheren Schule im großstädtischen Raum statt. Die Schule umfasst rund 450 Lernende und 45 Lehrende. Der Migrationshintergrund der Lernenden spielt auch an dieser Schule eine große Rolle. Das religiöse Bekenntnis der Lernenden ist von großer Bandbreite und ist kein Kriterium für den Schuleintritt. In dieser Schulform wird Physik nicht als eigenes Fach angeboten, sondern im Rahmen des Faches Naturwissenschaften gelehrt. Die Testung findet in zwei Klassen der 9. Schulstufe statt, wobei in der einen Klasse sechs Mädchen und in der anderen Klasse alle,

also 25 Schülerinnen und Schüler, an der Testung teilnehmen. Diese Testung findet in beiden Klassen in einer Supplierstunde statt, damit die Lernenden keinen Regelunterricht versäumen. Die sechs Mädchen werden in zwei dreier Gruppen und die 25 Schülerinnen und Schüler in sechs Gruppen aufgeteilt. In dieser Klasse gibt es auch geschlechterheterogene Gruppen.

3.4 Modelle zur Analyse

Zur qualitativen und quantitativen Analyse der Ergebnisse werden zwei etablierte Methoden herangezogen: Das Downing Modell (Naylor, Keogh & Downing, 2007, S. 22-23) und ein Feedbackbogen. Beide Formate werden im Folgenden vorgestellt und erörtert.

3.4.1 Downing Model

Das Verhalten der Unterrichtssubjekte wird beobachtet, analysiert und anhand eines bestehenden Kategorienmodells kategorisiert (Raab-Steiner & Benesch, 2015; S.48). Das passende Kategoriensystem bietet hierfür ein siebenstufiges Modell von Keogh, Naylor und Downing (2007, S. 22-23). Diese entwickelten das Downing Modell eigens für die Analyse der Diskussionsqualität und -quantität während der Bearbeitung von Concept Cartoons. Sie waren der Meinung, dass die damals vorhandenen Forschungs- und Evaluierungsmethoden für ihre eigenen Forschungszwecke ungeeignet waren. Dieses Modell inkludiert die Diskussionsqualität und -quantität, sowie die Interaktion der Lernenden und teilt diese in sieben Stufen (Abbildung 3).

Stufe 1	• Die Lernenden können oder wollen nicht an der Diskussion teilnehmen.
Stufe 2	• Die Lernenden stellen Behauptungen auf.
Stufe 3	• Die Lernenden geben eine erste Begründung für ihre Behauptung ab.
Stufe 4	• Die Lernenden belegen ihre Behauptungen.
Stufe 5	• Die Lernenden reagieren auf Ideen von anderen aus der Gruppe.
Stufe 6	• Die Lernenden erhalten mit unterschiedlichen Mitteln die Diskussion aufrecht.
Stufe 7	• Die Lernenden evaluieren die Fakten und fällen Urteile.

Abbildung 3:

Die sieben Stufen des Downing Modells. Aus dem Englischen übersetzt nach Keogh, Naylor & Downing (2007, S. 22-23)

Das Hauptaugenmerk dieses Modells liegt jedoch nicht wie bei den vorhergehenden Modellen auf inhaltlichen oder sprachwissenschaftlichen Aspekten, sondern auf der Interaktion der Lernenden während des Bearbeitens der Concept Cartoons. Je nachdem wie intensiv sich die Unterrichtssubjekte an der Gruppendiskussion beteiligen, werden die Individuen und/oder die gesamte Gruppe in die jeweilige Stufe eingeteilt. Im Rahmen dieser Forschung wird die ganze Gruppe analysiert und in eine Stufe eingeordnet.

3.4.2 Feedbackbogen

Die quantitative Methode zur Erhebung der, für diese Diplomarbeit nötigen Daten, erfolgt mittels Feedbackbogen, der in Form eines Fragebogens ausgeführt ist. Die schriftliche Beantwortung des Feedbackbogens durch die Unterrichtssubjekte erfolgt durch die einzelnen Individuen direkt nach der Gruppenphase. Der Feedbackbogen beinhaltet sowohl geschlossene als auch offene Antwortformate.

Offene und geschlossene Antwortformate

„Bei offenen Fragen haben die Personen die Möglichkeit, etwas selbst Formuliertes als Antwort auf einem dafür vorgesehenen Platz niederzuschreiben“ (Raab-Steiner & Benesch, 2015, S. 53). Ein Vorteil des offenen Antwortformates ist, dass die Studiensubjekte ihre Antworten eigens verfassen können und sich nicht für eine vorgefertigte Antwort entscheiden müssen und demzufolge in ein Antworten-Korsett gezwängt werden (Raab-Steiner & Benesch, 2015, S. 52). Ein Nachteil ist, dass in gewissen Fällen die Sprachgewandtheit der Befragten nicht ausreicht, um die offenen Fragen zu beantworten. Beim Erstellen der offenen Fragen muss daher auf die sprachlichen Fähigkeiten der Zielgruppe geachtet werden (Raab-Steiner & Benesch, 2015, S. 53). Oftmals lassen Befragte offene Fragen aus beziehungsweise beantworten diese bewusst nicht. Raab-Steiner und Benesch (2015, S. 53) nennen hierfür eine Vielzahl an Gründen, eine nennenswerte Rolle spielt hierbei die Motivation der Befragten. Bei einem geschlossenen Frageformat verfassen die Fragebogenersteller/innen eine gewisse Anzahl an Antworten auf die gestellten Fragen. Die Befragten wählen eine für sie passende Antwort aus und markieren, meist mit einem Kreuz, diese. (Raab-Steiner & Benesch, 2015, S. 53; Kirchhoff, Kuhnt, Lipp, Schlawin, 2010, S. 20).

Skalen

Zum Einsatz kamen, neben dem offenen Antwortformat, sogenannte Likert-Skalen, die „das Ausmaß der Zustimmung oder Ablehnung zu vorgegebenen Gründen erfass[en]“ (Kirchhoff, Kuhnt, Lipp, Schlawin, 2010, S. 21-22). Es werden fünfstufige Ratingskalen mit geschlossenem Antwortformat, die eine verbale Skalenbezeichnung vorweisen, konzipiert, um

detaillierte Aussagen der Lernenden zu erhalten. Es werden hierbei drei Formulierungen eingesetzt: Sehr schlecht bis sehr gut, sehr leicht bis sehr schwer, stimme überhaupt nicht zu bis stimme sehr zu. Darüber hinaus enthält der Feedbackbogen auch Fragen, die offene Antworten zulassen. Letztere sollen helfen, gewisse Antworten aus dem Likert Skala Teil genauer beleuchten zu können.

Nach Kirchhoff, Kuhnt, Lipp und Schlawin (2010, S.22) bietet eine fünfstufige Skala eine genügend große Bandbreite an Antwortmöglichkeiten. Die Skala beinhaltet in der Mitte eine neutrale Aussage. Zwei positive Antwortmöglichkeiten befinden sich zu einer Seite der Mitte und zwei negative Antworten zur anderen Seite. Der Verlauf kann vom Positiven hin zum Negativ, oder umgekehrt verlaufen. Raab-Steiner und Benesch (2015, S.60) raten zu maximal fünf bis sieben Unterteilungen der Skala, denn „[m]it steigender Anzahl der Abstufungen wird die Differenzierungsfähigkeit der Testpersonen stärker gefordert“ (Raab-Steiner & Benesch, 2015, S. 60).

Beim Auswerten und Interpretieren der Daten sollte die sogenannte „soziale Erwünschtheit“ berücksichtigt werden. „Unter sozialer Erwünschtheit versteht man die Tendenz der Versuchspersonen, die Items eines Fragebogens in jene Richtung zu beantworten, die ihrer Meinung nach den sozialen Normen entspricht.“ (Raab-Steiner & Benesch, 2015, S. 60).

Erläuterung des eingesetzten Feedbackbogens

Traditionell befindet sich zu Beginn eines Fragebogens eine schriftliche Einleitung (Raab-Steiner und Benesch, 2015, S. 54). Auf diese wird jedoch bewusst verzichtet, da die von Raab-Steiner und Benesch (2015, S. 54) genannten Inhalte der Einleitung einerseits schon bei der Einverständniserklärung abgedeckt wird und andererseits die Instruktion zum Fragebogen mündlich in der Unterrichtseinheit erfolgt.

Der Einsatz des Feedbackbogens dient dazu festzustellen wo die Stärken und Schwächen der Lernenden beziehungsweise die Schwierigkeiten beim Bearbeiten der durchgeführten Einheit liegen. Außerdem wird abgefragt wie die Unterrichtssubjekte selbst ihre Arbeit in der Gruppe einschätzen. Im ersten Teil des Feedbackbogens geben die Versuchssubjekte ihre Gruppe und die erhaltene Variante der Arbeitsmappe (identifizierbar durch die unterschiedlichen Farben) an. Danach wird abgefragt, wie gut den Lernenden die Einheit gefallen hat und ob, beziehungsweise wo, etwaige Schwierigkeiten beim Bearbeiten der Arbeitsmappe aufgetreten sind. Im Anschluss daran wird eine Präferenz für eine der beiden Modelle des Concept Cartoons abgefragt. Auch eine gleichwertige Bewertung beider Versionen ist hierbei möglich. In allen Fällen ist im Anschluss eine offene Frage, die eine Erläuterung der

angekreuzten Antwort erwartet, vorgesehen. Außerdem sollen Lernenden noch ihre Sichtweise über den Arbeits- und Lösungsprozess ihrer Gruppe angeben. Am Ende werden die Lernenden mittels geschlossenem Ja-Nein Antwortformat gefragt, ob sie diese Art von Aufgabe in zukünftigen Unterrichtseinheiten wieder bearbeiten wollen.

4 Entwicklung der Unterrichtseinheit

Folgendes Kapitel präsentiert den Weg vom Ausgangsmaterial hin zur Arbeitsmappe. Dieser ist in Abbildung 4 graphisch dargestellt. Der mögliche Einsatz der entwickelten Unterrichtseinheit zur UV-Strahlung in Zusammenhang mit dem vorgegebenen Lehrplan wird zu Beginn diskutiert. Im Anschluss daran erfolgt eine Erläuterung des Ausgangsmaterials. Weiters schildert dieses Kapitel die Erstellung und Überarbeitung der Arbeitsmappe. Als Basis für die Überarbeitung dienen die im Rahmen der Pre-Testung gesammelten Beobachtungen.

4.1 Einsatz der Arbeitsmappe

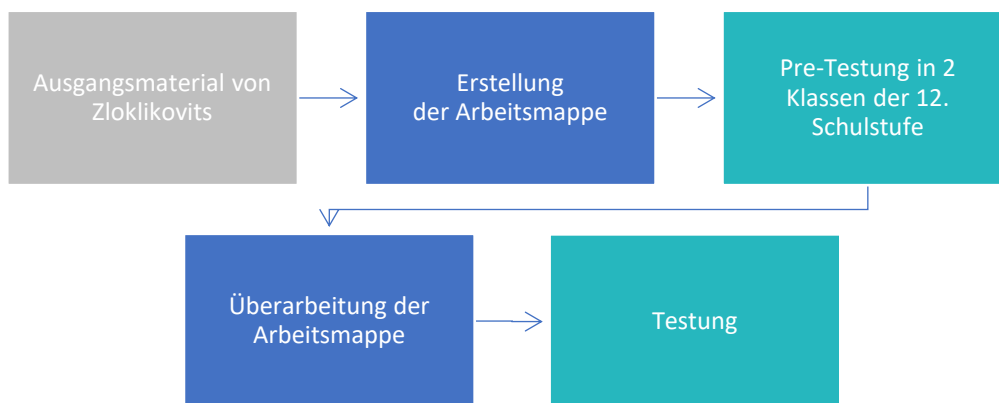


Abbildung 4: Der Entwicklungsprozess: Vom Ausgangsmaterial bis zur fertigen Arbeitsmappe

UV-Strahlung wird im Lehrplan der Sekundarstufe 1 nicht explizit aufgegriffen, dennoch ist es möglich, diese an das Thema *Die Welt des Sichtbaren* anzuschließen (Zloklikovits, 2016, S. 43). Außerdem stellen die Inhalte dieser Arbeitsmappe einen sehr starken Bezug zur Lebenswelt her, da der Schutz vor UV-Strahlung alle Kinder und Jugendliche betrifft (Walton, 2014). Des Weiteren fördert diese Einheit das Verständnis für naturwissenschaftliche Vorgänge und deckt sowohl das allgemeine Bildungsziel Natur und Technik, als auch das Bildungsziel *Gesundheit und Bewegung* ab. Außerdem wird im Rahmen dieser Unterrichtseinheit großen Wert auf den allgemeine didaktische Grundsatz Nummer 7, *Stärken von Selbsttätigkeit und Eigenverantwortung*, gelegt (BGBl. II Nr. 133/2000).

Obwohl die Einheit eher für die Sekundarstufe 1 konzipiert ist, steht auch einem Einsatz in der Sekundarstufe 2 nichts entgegen. Vor allem in den Handelsakademien (Kompetenzmodul 7) und Handelsschulen (Kompetenzmodul 3) ist es möglich diese Einheit im Rahmen des Themas *elektromagnetisches Spektrum* einzusetzen (BGBl. II Nr. 209/2014).

4.2 Vom Ausgangsmaterial zur Arbeitsmappe

Das Ausgangsmaterial für diese Diplomarbeit bieten die von Zloklikovits (2016) entwickelten Unterrichtsmaterialien. Genauer gesagt handelt es sich hierbei um die Arbeitsmappe und den Concept Cartoon aus Zloklikovits (2016). Diese wiederum stammen ursprünglich aus dem Projektpraktikum „Strahlung – Vorbereitung und Durchführung eines Projekts zum Thema ‚Strahlung‘ in Schulen“ (Zloklikovits, 2016) der Universität Wien. Zloklikovits (2016) legte das Hauptaugenmerk auf schülerzentrierten Unterricht zum Thema UV-Strahlung und erstellte Unterrichtsmaterialien auf Basis von verschiedenen (fach-) didaktischen Methoden zur Schülerzentrierung. Hierbei spielten gestufte Lernhilfen sowie Concept Cartoons eine zentrale Rolle.

Das Herzstück der vorliegenden Diplomarbeit bilden nun zwei von Zloklikovits illustrierte Concept Cartoons zur UV-Strahlung. Die Inhalte der Cartoons und die passenden Aussagen für die Sprechblasen sowie die gestuften Hilfen werde im Rahmen dieser Arbeit formuliert und sowohl in Concept Cartoons mit gestuften Hilfen als auch in gestufte Concept Cartoons eingebettet.

Das Ziel dieser Forschung ist die beiden Formate der Concept Cartoons und deren Auswirkungen auf den Diskussionsprozess zu evaluieren. Hierfür werden die Concept Cartoons in eine geeignete Arbeitsmappe inklusive weiteren Aufgaben eingebettet. Die Arbeitsmappe wird in Abschnitt 4.3 genauer erörtert. Die entwickelte Arbeitsmappe ist in erster Linie dazu gedacht, die beiden Formate der Concept Cartoons zu testen. Dennoch ist es möglich die entstandenen Materialien und die Arbeitsmappe in einer Unterrichtssequenz zur *UV-Strahlung* einzusetzen. Es ist jedoch nicht angedacht, mehrere Formate des Concept Cartoons in einer Einheit durchzuführen.

Die weiteren Aufgaben der Arbeitsmappe sollen die Lernenden mit dem nötigen Fachwissen ausstatten und sie auf die Concept Cartoons und deren Inhalte hinführen. Es soll auch Lernenden die noch kein Vorwissen zur (*UV-*) *Strahlung* mitbringen möglich sein sich an der Unterrichtseinheit aktiv zu beteiligen und die Aufgaben selbständig durchzuführen. Die in Kapitel 2.2.3 vorgestellten Schülervorstellungen zur *UV-Strahlung* bilden die Basis für die Erstellung der in der Arbeitsmappe eingesetzten Aufgaben. Da der Eigenständigkeit der Lernenden eine wichtige Rolle zugeschrieben wird, sind die Aufgaben und Arbeitsaufträge der Arbeitsmappe so formuliert, dass die Unterrichtssubjekte diese im Idealfall ohne Hilfe der Lehrperson ausführen können.

Bei der Erstellung der Arbeitsmappe wird darauf geachtet, dass vor allem in den Concept Cartoons, keine Stereotypen vorhanden sind. Es werden neben eindeutig weiblichen beziehungsweise männlichen Figuren auch androgyne Personen und geschlechterneutrale Namen eingesetzt. Auch bei der Farbwahl der Arbeitsmappe wird auf geschlechterspezifische Farben verzichtet. Die Arbeitsmappen sind so ausgelegt, dass sie sowohl in Farbe als auch in Schwarz-Weiß im Unterricht eingesetzt werden können.

4.3 Aufbau der Arbeitsmappe

Es werden zwei Versionen der Arbeitsmappe entwickelt und im Rahmen der Testung in verschiedenen Gruppen eingesetzt. Es ist demzufolge möglich die beiden Varianten der Concept Cartoons unabhängig vom Thema zu testen. Jede Arbeitsmappenversion beinhaltet sowohl einen Concept Cartoon mit gestuften Hilfen als auch einen gestuften Concept Cartoon. Die Reihenfolge der Inhalte bleibt bei beiden Versionen gleich. Es ändert sich lediglich die Reihenfolge der eingesetzten Concept Cartoon-Varianten.

Tabelle 2 zeigt die Reihenfolge der Aufgaben und die Unterschiede zwischen den Arbeitsmappen auf. Die in der Tabelle eingesetzten Farben spiegeln die Farbe der Arbeitsmappe wider. Den Farben kommen im Feedbackbogen zur Identifikation der Arbeitsmappenversion eine wichtige Funktion zu und erlauben somit eine detaillierte Datenanalyse. In der grünen Arbeitsmappe wird der Concept Cartoon mit gestuften Hilfen zur *(Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung* eingesetzt. In der orangenen Arbeitsmappe wird der Concept Cartoon mit gestuften Hilfen zu Anwendungen und Wirkungen von elektromagnetischer Strahlung, also zum *Schutz vor UV-Strahlung*, eingesetzt. Die gestuften Concept Cartoons werden gegengleich dazu eingesetzt.

Inhalt	Grüne Arbeitsmappe	Orangene Arbeitsmappe
Was ist elektromagnetische Strahlung?	Text zu elektromagnetischer Strahlung	Text zu elektromagnetischer Strahlung
UV-Quellen	Was emittiert UV-Strahlung? Einordnen der Kärtchen	Was emittiert UV-Strahlung? Einordnen der Kärtchen
(Un-)Sichtbarkeit von elektromagnetischer Strahlung	Concept Cartoon mit gestuften Hilfen	Gestufte Concept Cartoon
Anwendungen und Wirkungen von elektromagnetischer Strahlung	Kategorien: Anwendungen und Wirkungen von UV-Strahlung	Kategorien: Anwendungen und Wirkungen von UV-Strahlung
	Gestufte Concept Cartoon	Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Tabelle 2: Tabelle zum Vergleich der Inhalte der Arbeitsmappen

4.4 Materialien

Ähnlich wie in Zloklikovits (2016) werden die Materialien nach der Methode *Physik in der Box* vorbereitet und an die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Unterrichtseinheit ausgehändigt. Bei *Physik in der Box* befinden sich alle für die Unterrichtseinheit nötigen Materialien in einer Schachtel. Diese Schachtel wird dann den Lernenden ausgehändigt. Einerseits soll diese Methode die Selbständigkeit der Lernenden fördern. Andererseits bereitet diese Methode den Lernenden Freude (Zloklikovits, 2016). Die zur Bearbeitung der Arbeitsmappe nötigen Materialien werden im Folgenden genauer erläutert.

Materialien in der Box

- 1 Arbeitsmappe pro Schüler/in
- 1 UV-Lampe
- 1 Gestufter Concept Cartoon
- 1 Set gestufte Hilfen
- Kärtchen: UV-Quellen
- Kärtchen: Anwendungsgebiete von UV-Strahlung
- 1 Lösung für die Aufgabe zu den UV-Quellen

Die Grundlage dieser Unterrichtseinheit bildet eine Arbeitsmappe mit verschiedenen Aufgaben zur *UV-Strahlung*, die alle Lernenden erhalten. Ziel ist, dass die Lernenden diese Arbeitsmappe intensiv verwenden und diese auch ausfüllen. Die UV-Lampe benötigen die Lernenden zur Beantwortung der im Concept Cartoon zur UV-Strahlung gestellten Frage. Der gestufte Concept Cartoon sowie die gestuften Hilfen sollen den Lernenden beim Diskussions- und Lösungsprozess voranbringen. Des Weiteren befinden sich in der Box zwei Kärtchensets. Auf dem einen Set Kärtchen sind UV-Quellen abgebildet. Auf dem zweiten Set sind Anwendungsgebiete von UV-Strahlung zu finden. Haben die Lernenden die Kärtchen in UV-Quellen und keine UV-Quelle sortiert, so sollen sie ihre Antworten mit der ebenfalls in der Box befindlichen Lösung vergleichen. Beenden die Lernenden die Bearbeitung der Arbeitsmappe, so sollen sie alle Materialien außer den Arbeitsmappen, die sie sich behalten, wieder zurück in die Box legen und sie der Lehrperson abgeben.

4.5 Erläuterung der einzelnen Aufgaben

Folgender Abschnitt präsentiert die einzelnen Aufgaben der vorliegenden Arbeitsmappe und erörtert diese im Detail.

4.5.1 Aufgabe 1: Elektromagnetische Strahlung

Der Informationstext und die dazugehörige Illustration zur *elektromagnetischen Strahlung* werden aus der Arbeitsmappe von Zloklikovits (2016) übernommen. Dieser basiert auf folgendem Grundgerüst: „Es gibt verschiedene Strahlungsarten, die unterschiedlich auf den Menschen wirken. Die Größe, die den Unterschied macht, ist die Wellenlänge.“ (Zloklikovits & Plotz, 2016, S. 3). Nach dem Lesen des vorgegebenen Textes mussten die Lernenden bei Zloklikovits (2016) Merksätze zum Gelesenen formulieren. In der in dieser Studie eingesetzten Arbeitsmappe wird jedoch der Arbeitsauftrag geändert und die Hinweise gestrichen. Der erste Hinweis aus Zloklikovits (2016) repräsentiert in dieser Arbeitsmappe nun die eigentliche Aufgabenstellung. Die Lernenden müssen sich gegenseitig erzählen, was sie sich vom Inhalt des Textes gemerkt haben. Die Unterrichtssubjekte wiederholen dadurch nochmals das Gelesene und werden sich klar welche Stellen des Textes sie noch nicht so deutlich verstehen. Ziel ist, dass sich die Lernenden hier schon an die mündliche Kommunikation in der Gruppe und somit an das Format der Gruppendiskussion gewöhnen. Da das Gespräch und die Diskussion für die Bearbeitung der Concept Cartoons essenziell sind (Dabell, 2008, S. 34).

1. Elektromagnetische Strahlung



Lies dir folgenden Text über elektromagnetische Strahlung durch.

Überlege was du dir vom Text gemerkt hast. Erzählt es euch gegenseitig in der Gruppe.



Als elektromagnetische Strahlung bezeichnet man Wellen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Man unterscheidet dabei verschiedene Formen von elektromagnetischer Strahlung. Eine kennst du sicher schon – die sichtbare Strahlung, oft „sichtbares Licht“ genannt. Andere Strahlungsarten sind Mikrowellen-, Infrarot-, UV- und Röntgenstrahlung (vgl. Abbildung).

Strahlung wird in verschiedene Formen eingeteilt, weil jede Strahlungsart anders auf uns Menschen wirkt. Sichtbare Strahlung z.B. kann von unseren Augen wahrgenommen werden. Das ermöglicht uns das Sehen. Diese Strahlung ist die einzige, die für uns Menschen sichtbar ist!

Ein weiteres Beispiel ist die Infrarotstrahlung. Sie hat eine wärmende Wirkung, die wir mit unserer Haut spüren. Sie wird von Gegenständen aufgrund ihrer Temperatur emittiert. Emittieren bedeutet, dass Strahlung ausgesendet wird. Auch du emittierst Infrarotstrahlung!

Die Größe, die für die unterschiedlichen Wirkungen und damit für die verschiedenen Strahlungsarten verantwortlich ist, ist die sogenannte Wellenlänge λ („Lambda“).

Im Folgenden wirst du einiges über ultraviolette Strahlung („UV-Strahlung“) erfahren. Wir können diese Form der Strahlung mit keinem unserer Sinnesorgane wahrnehmen – wir können sie weder sehen, riechen, hören, schmecken noch fühlen.

Abbildung 5: Aufgabe 1: Informationstext zur elektromagnetischen Strahlung übernommen aus Zloklikovits (2016)

4.5.2 Aufgabe 2 UV-Quellen

Im Rahmen der zweiten Aufgabe müssen die Lernenden Kärtchen, auf denen sowohl UV-Quellen als auch keine UV-Quellen abgebildet sind, in UV-Quellen und keine UV-Quellen einordnen. Abbildung 6 enthält eine Übersicht aller Kärtchen. Hierbei handelt es sich bei der Sonne, dem Solarium, den Blitzen, den Polarlichtern, den Sternen und dem Schweißprozess um UV-Quellen und bei dem Heizkörper, dem Kraftwerk, dem Handy, dem Heizkörper, dem T-Shirt, den Katzenaugen, den Fischen, der Euromünze, der Wasserflasche, der Batterie, dem Luftballon und dem *strahlenden* Lächeln um keine UV-Quellen. Die Aufgabe und die Kärtchen zu den UV-Quellen werden von Zloklikovits (2016) übernommen. Lediglich, die Hinweise werden gestrichen.

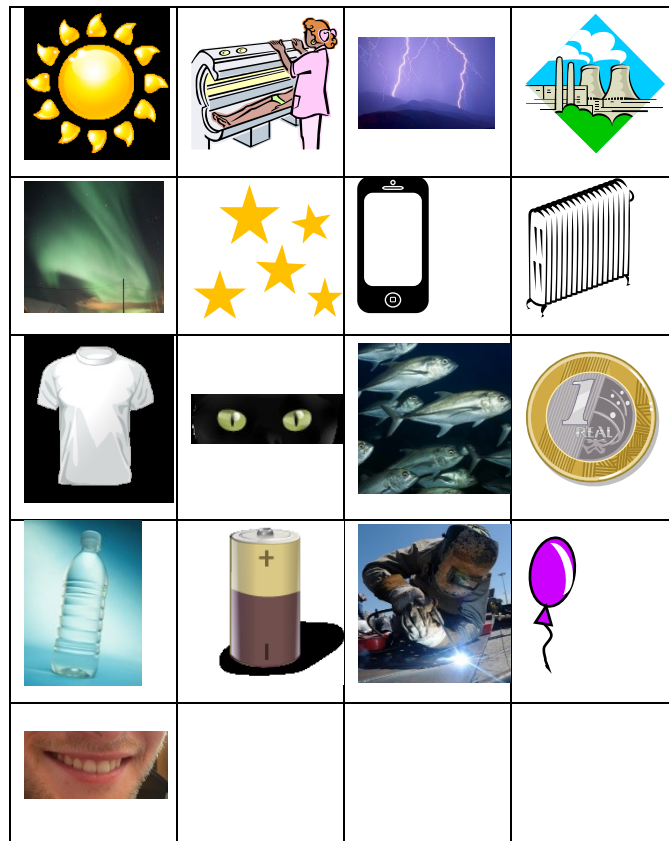


Abbildung 6: Quellenkärtchen: Sonne, Solarium, Blitze, Kraftwerk, Polarlichter, Sterne, Handy, Heizkörper, weißes T-Shirt, Katzenaugen, Fische, 1 € Münze, Wasserflasche, Batterie, Schweißen, Luftballon, "strahlendes" Lächeln (Zloklikovits, 2016)

Wie bei Zloklikovits (2016), müssen die Lernenden in der vorliegenden Arbeitsmappe die gefundenen UV-Quellen eintragen und dann mit der beigelegten Lösung vergleichen. Die Lösung (siehe Anhang) wird auf A5 gedruckt und in einem Briefumschlag, mit *Lösung*, 2. *UV-Quellen* beschriftet, gegeben. Dieser Briefumschlag mit Lösung ist in Abbildung 7 dargestellt.

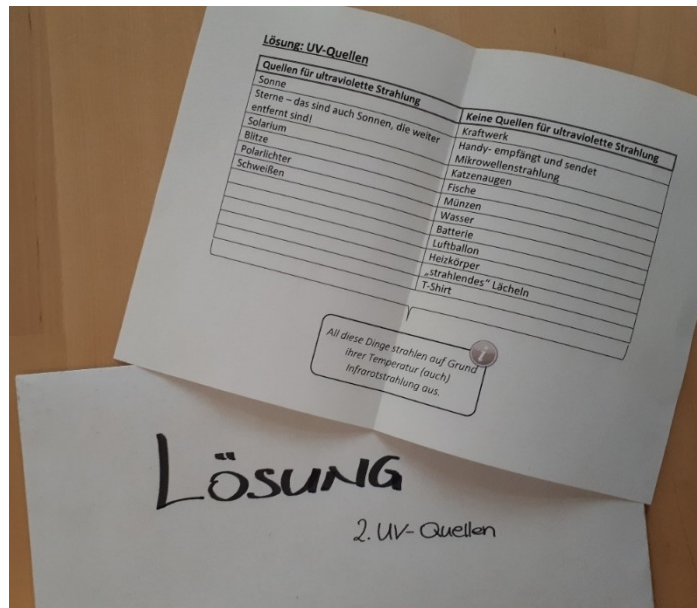


Abbildung 7: Briefumschlag und Lösung zu Aufgabe 2: UV-Quellen

Die in Zloklikovits (2016) enthaltene Zusatzinformation zu diesem Thema wird nun für diese Arbeitsmappe umformuliert und zu einem obligatorischen Informationskästchen, dargestellt in Abbildung 8, umformatiert.

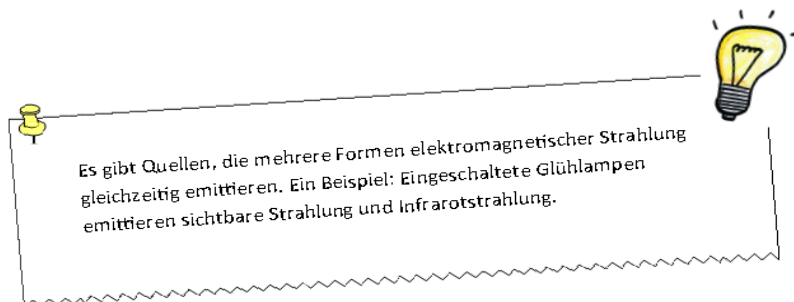


Abbildung 8: obligatorischer Informationstext zu UV-Quellen

4.5.3 Aufgabe 3: (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung

Aufgabe 3 behandelt die *(Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung*. Grundsätzlich basiert diese Aufgabe ähnlich zur dritten Aufgabe in Zloklikovits (2016) auf einem Concept Cartoon. Dieser wird jedoch im Rahmen dieser Arbeit um einen Informationstext zu Einsatzmöglichkeiten von UV-Strahlung erweitert. Den Lernenden sollen demzufolge bereits einige Anwendungsgebiete der UV-Lampe vor der Bearbeitung des Concept Cartoons zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung bekannt sein. Dieser Informationstext ist in Abbildung 9 ersichtlich.



UV-Lampen strahlen ultraviolette Strahlung aus. Die Kriminalpolizei setzt diese zum Beispiel zum Sichtbarmachen von Fingerabdrücken und Blutrückständen ein. Auch bei der Erkennung von Falschgeld und im Beautybereich werden UV-Lampen verwendet.

Abbildung 9: Informationstext zu Einsatzmöglichkeiten von UV-Strahlung

Es wurde bereits im Rahmen der Diplomarbeit von Zloklikovits (2016) ein Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung gestaltet. Der in dieser Arbeit verwendete Concept Cartoon wird von Mag. Sarah Zloklikovits in Anlehnung an den Concept Cartoon aus Zloklikovits (2016) neugestaltet. Des Weiteren bekommen die Figuren, teils genderneutrale, Namen. Abbildung 10 enthält diesen Concept Cartoon.



Abbildung 10: Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung

Zusätzlich werden für den Concept Cartoon in Abbildung 10 Hilfen entwickelt, um ihn als Concept Cartoon mit gestuften Hilfen einsetzen zu können. Die konkrete Verwendung der Hilfen wird den Lernenden in der Aufgabenstellung detailliert erklärt und auch mit Pfeilen visualisiert. Darüber hinaus wird ein gestufter Concept Cartoon basierend auf Abbildung 10 entwickelt und mit passenden Gegenargumenten versehen. Es werden die von Zloklikovits

verwendeten Hilfen für den gestuften Concept Cartoon entfernt. Dieser besteht demzufolge nur noch aus Argumenten und Gegenargumenten. Es handelt sich also um einen gestuften Concept Cartoon ohne weitere Hilfen. In beiden Versionen, also sowohl bei dem Concept Cartoon mit gestuften Hilfen als auch bei dem gestuften Concept Cartoon finden die Lernenden am Ende der Aufgabe Platz, um ihre Erklärung zu verschriftlichen. Das vorgesehene Antwortkästchen ist in Abbildung 11 dargestellt.

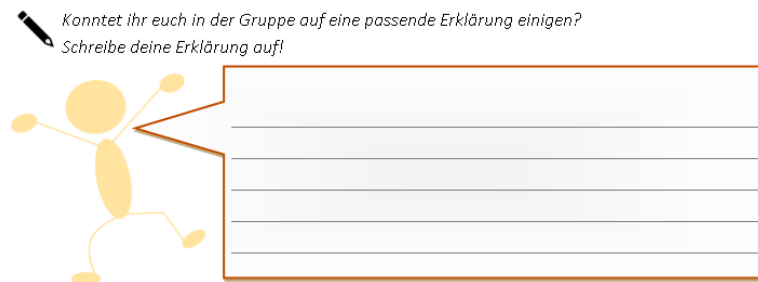


Abbildung 11: Kästchen für die Verschriftlichung der Erklärung

4.5.4 Aufgabe 4: Anwendung und Wirkung von UV-Strahlung

Im Rahmen der vierten Aufgabe sollen die Lernenden Anwendungen und Wirkungen von UV-Strahlung in Kategorien einordnen. Die Anzahl und Namensgebung der Kategorien bleiben ihnen hierbei frei überlassen. Die Kärtchen und deren Inhalt werden aus Zloklikovits (2016) übernommen. Lediglich die Schrift wird etwas vergrößert. Bei Zloklikovits (2016) mussten die Unterrichtsubjekte die Kärtchen selbst ausschneiden und diese dann in ihr Heft kleben. Aus zeitlichen Gründen werden die in Abbildung 12 ersichtlichen Kärtchen dieser Aufgabe, wie für die Aufgabe zu den UV-Quellen, zuvor von der Verfasserin dieser Arbeit ausgeschnitten und foliert. Die Aufgabe, eigene Kategorien für die Kärtchen zu finden, bleibt dieselbe. Im Gegensatz zu der Aufgabe aus Zloklikovits (2016) existieren im Rahmen dieser Arbeit für die vierte Aufgabe weder Hinweise noch eine Musterlösung, da es im Anschluss an diese Gruppenphase eine von der Lehrperson angeleitete Plenumsphase, in der die Lösungen gemeinsam besprochen werden, geben soll.

Sonnenbrand Ist man zu viel UV-Strahlung ausgesetzt, wird die Haut rot und beginnt zu schmerzen. Diese Reaktion der Haut nennt man „Sonnenbrand“.	Hautalterung Ist man viel UV-Strahlung ausgesetzt, wird die Haut früher dünner, faltig und bekommt Flecken.	Hautkrebs Zu viel UV-Strahlung kann Hautkrebs verursachen.
Behandlung von Hautkrankheiten Eine spezielle UV-Therapie kann z.B. gegen Neurodermitis helfen.	Vitamin D UV-Strahlung startet die Erzeugung von Vitamin D. Dazu reichen 15-20 Minuten pro Tag in der Sonne. Es ist wichtig für unsere Knochen.	Augenentzündungen Sind die Augen starker UV-Belastung ausgesetzt, können sie sich entzünden. Das kann z.B. im Solarium oder beim Skifahren passieren!
Verbesserung des Blutkreislaufes UV-Strahlung kann einen positiven Effekt auf das Herz-Kreislaufsystem haben.	Glücksgefühl UV-Strahlung kann die Bildung von Glückshormonen („Endorphinen“) anregen. Das kann die Stimmung bessern!	Bräune UV-Strahlung ist dafür verantwortlich, wenn Haut nach einem Sonnenbad braun wird. Das ist aber ein Zeichen dafür, dass die Haut durch die Strahlung beschädigt wurde!
Linsentrübung (grauer Star) UV-Strahlung kann die Erkrankung am Grauen Star begünstigen – das ist eine Trübung der Linse, die auch zu Blindheit führen kann.	Desinfektion Man kann UV-Strahlung auch zur Desinfektion von Laboren oder Teichpumpen verwenden. Sie wird dort so eingesetzt, dass sie Viren und Bakterien abtötet. UV-Strahlung wird z.B. auch bei der Desinfektion des Wiener Leitungswassers benutzt.	Fluoreszenz Es gibt Materialien, die zu leuchten beginnen, wenn man sie mit UV bestrahlt. Diesen Effekt nennt man Fluoreszenz. Auch Leuchtstifte sind fluoreszierend. Probiere es auch – schreibe etwas mit Leuchtstift und beleuchte es mit der UV-Lampe!

Abbildung 12: Kärtchen zu Anwendungen und Wirkungen von UV-Strahlung (Zloklikovits, 2016)

Auch der *Schutz vor UV-Strahlung* wird im Rahmen von Aufgabe 4 *Anwendungen und Wirkungen von UV-Strahlung* in Form eines eigens für diese Arbeitsmappe von Mag. Sarah Zloklikovits illustrierten Concept Cartoons behandelt. Dieser ist in Abbildung 13 abgebildet. Grundlage für die Inhalte des Cartoons ist ein in Zloklikovits (2016) in Anlehnung an die

Kindersendung 1, 2 oder 3 enthaltenes Quizz. Auch für diesen Concept Cartoon werden sowohl ein Concept Cartoon mit gestuften Hilfen, als auch ein gestufter Concept Cartoon entwickelt. Des Weiteren werden für die beiden Versionen des Concept Cartoons passende gestufte Lernhilfen beziehungsweise geeignete Aussagen und Gegenargumente formuliert.



Abbildung 13: Concept Cartoon zum Schutz vor UV-Strahlung

4.6 Gestufte Hilfen

Als Basis für die im Rahmen dieser Diplomarbeit erstellten gestuften Hilfen dienen das sechs Phasenmodell nach Wodzinski et al., die Writing Frames von Webb, Williams und Meiring (2008) und die gestuften Hilfen von Zloklikovits (2016). Da ein Concept Cartoon keine linearen Lösungsschritte verlangt und wenige Unteraufgaben beinhaltet (Zloklikovits, 2019), werden vier gestufte Hilfen erarbeitet. Es werden die ersten vier Phasen des Modells von Wodzinski et. al. eingesetzt. Außerdem wird keine Hilfe zur Visualisierung des dargestellten Problems eingesetzt, da der Concept Cartoon den Sachverhalt visualisiert und somit die Visualisierungsphase durch diesen abgedeckt ist. Die gestuften Hilfen werden in Form von Hinweiskärtchen den Lernenden angeboten. Auf der Vorderseite der Kärtchen ist die Nummer des Hinweises, wie in Abbildung 14 dargestellt, abgebildet. Öffnen sie die Karte so finden sie den Hinweis vor.

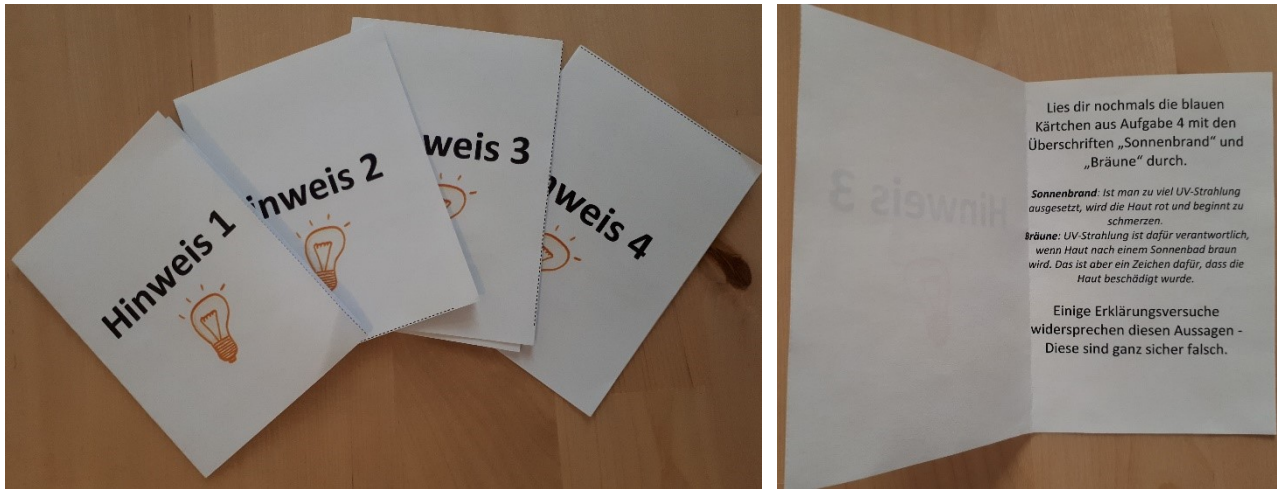


Abbildung 14: Hinweiskärtchen geschlossen und geöffnet

Die gestuften Hilfen per se werden den Lernenden mittels zwei Pfeilen angeboten. Den Lernenden wird auf einem Pfeil eine Frage, welche die Art der benötigten Hilfe festlegt, gestellt. Beantworten sie diese mit Ja, so wird ihnen das Öffnen eines geeigneten Hinweises mit dem zweiten Pfeil, auf dem die Nummer des Hinweises dargestellt ist, nahegelegt. Ziel ist, dass die Lernenden den für die jeweilige Situation adäquaten Hinweis öffnen und im richtigen Moment den passenden Hinweis zur Problemlösung heranziehen.

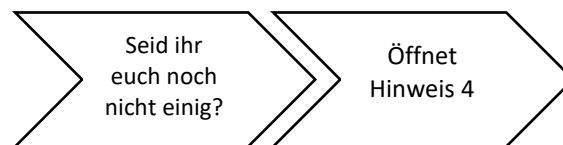


Abbildung 15: Hinweispfeile für Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Tabelle 3 listet, die im Rahmen dieser Arbeit eingesetzten gestuften Hilfen, auf. Wie zuvor schon erläutert enthält jede Arbeitsmappenversion einen Concept Cartoon mit gestuften Hilfen. Die grüne Version beinhaltet die gestuften Hilfen zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung, während die orangene die gestuften Hilfen zum Schutz vor UV-Strahlung enthält.

Hinweisfragen	Hinweis Nummer	(Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung	Schutz vor UV-Strahlung	Problemlösestrategie
Bist du dir nicht sicher was von dir verlangt ist?	Hinweis 1	Lies dir nochmals die Aufgabenstellung durch.	Lies dir nochmals die Aufgabenstellung durch.	Paraphrasierung
Fällt es euch schwer eure Meinung auszudrücken?	Hinweis 2	Verwendet folgende Satzbeginne, um eure Meinung auszudrücken: <i>Ich denke (nicht), dass...</i> <i>Ich bin (nicht) der Meinung, dass...</i> <i>Ich glaube (nicht), dass...</i>	Verwendet folgende Satzbeginne, um eure Meinung auszudrücken: <i>Ich denke (nicht), dass...</i> <i>Ich bin (nicht) der Meinung, dass...</i> <i>Ich glaube (nicht), dass...</i>	Writing Frames von Webb, Williams und Meiring (2008)
Bist du dir bei der Antwort noch nicht sicher?	Hinweis 3	Lies folgenden Satz aus dem Text auf Seite 1 durch: <i>Wir können diese Form der Strahlung mit keinem unserer Sinnesorgane wahrnehmen.</i> Einige Erklärungsversuche widersprechen diesem Satz -Diese sind ganz sicher falsch.	Lies dir nochmals die blauen Kärtchen aus Aufgabe 4 mit den Überschriften „Sonnenbrand“ und „Bräune“ durch. Einige Erklärungsversuche widersprechen diesen Aussagen - Diese sind ganz sicher falsch.	Fokussierung
Seid ihr euch noch nicht einig?	Hinweis 4	Welche der Aussagen hält ihr für falsch und könnt somit ausschließen? Diskutiert warum die andere(n) Aussage(n) richtig ist/sind.	Welche der Aussagen hält ihr für falsch und könnt somit ausschließen? Diskutiert warum die andere(n) Aussage(n) richtig ist/sind.	Elaboration von Unterzielen

Tabelle 3: gestufte Hilfen nach Themen

4.7 Gestufter Concept Cartoon

Folgender Abschnitt beleuchtet die beiden gestuften Concept Cartoons, die im Rahmen der erarbeiteten Unterrichtseinheit eingesetzt werden.

Abbildungen 17 und 18 zeigen die beiden gestuften Concept Cartoons. In Tabellen 4 & 5 werden die Inhalte der gestuften Concept Cartoons erörtert. Entscheiden sich die Lernenden für ein Argument, abgebildet in der linken Spalte der Tabellen 4 & 5, so öffnen sie den gestuften Concept Cartoon an dieser Stelle. Es erscheint ein Gegenargument. Diese werden in den Tabellen 4 & 5, in derselben Reihe stehend wie das Ausgangsargument, dargestellt. Das Gegenargument ist in Form einer Sprechblase gestaltet und soll die Lernenden nochmals zum Diskutieren animieren. Zusätzlich zum Gegenargument finden die Lernenden ein graues Kästchen, in der einige zur Bearbeitung dienlichen Fragen zu finden sind, vor. Folgendes ist zu lesen: „Stimmt, was er/sie sagt? Passt das zu deiner Erklärung? Musst du nach dieser Aussage deine Antwort nochmal überdenken?“. In Abbildung 16 ist der gestufte Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung inklusive Gegenarguments und grauem Kästchen zu sehen.

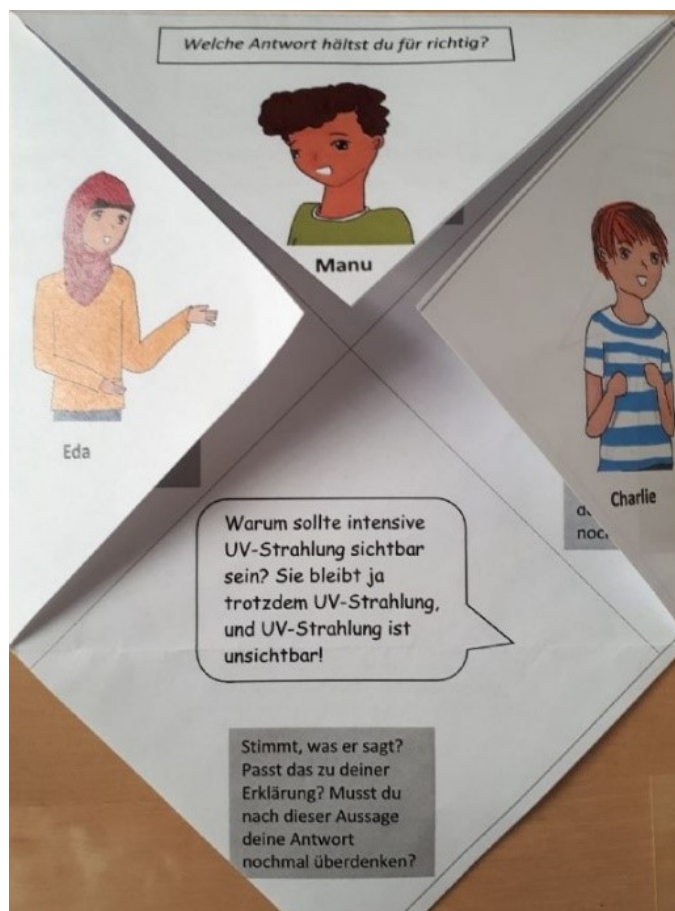


Abbildung 16: gestufter Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung

4.7.1 (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung

Das Design des gestuften Concept Cartoons zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung ist in Abbildung 17 zu sehen. Die Lernenden entscheiden sich für eine Aussage, also eine Figur und öffnen den Cartoon an dieser Stelle. Es erscheint eines der in Tabelle 4 dargestellten Gegenargumente. Die im Rahmen des gestuften Concept Cartoons zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung erarbeiteten Argumente und Gegenargumente sind in Tabelle 4 aufgelistet.



Abbildung 17: gestufter Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung

Argument	Gegenargument
Wir sehen nicht wirklich was es ist, es ist nur hell. Es gibt also keinen Widerspruch zur Unsichtbarkeit von UV-Strahlung!	Aber auch wenn es nur „hell ist, sieht man was. Wenn die Strahlung der Lampe unsichtbar wäre, dürften wir ja gar nicht merken, ob sie eingeschaltet ist oder nicht!
Dann muss die Lampe zusätzlich auch sichtbare Strahlung abgeben!	Aber das geht doch nicht, dass etwas zwei verschiedene Strahlungsarten gleichzeitig emittiert.
Die UV-Strahlung ist nur sichtbar, wenn sie reflektiert wird!	Schau mal von weiter weg auf die Lampe, so dass dich das Licht nicht blendet. Dann erscheint das Licht trotzdem blau, auch wenn es nicht reflektiert wird.
Natürliche UV-Strahlung ist eigentlich unsichtbar. Aber wenn sie sehr intensiv ist können wir sie sehen!	Warum sollte intensive UV-Strahlung sichtbar sein? Sie bleibt ja trotzdem UV-Strahlung, und UV-Strahlung ist unsichtbar.

Tabelle 4: Inhalte des gestuften Concept Cartoons zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung

4.7.2 Schutz vor UV-Strahlung

Das Design des gestuften Concept Cartoons zum *Schutz vor UV-Strahlung* ist in Abbildung 18 dargestellt. Das Vorgehen ist dasselbe wie beim gestuften Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung.



Abbildung 18: gestufter Concept Cartoon zum Schutz vor UV-Strahlung

Die im Rahmen des gestuften Concept Cartoon zum *Schutz vor UV-Strahlung* erarbeiteten Argumente und Gegenargumente sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Argument	Gegenargument
Ja, da eine gebräunte Haut vor Sonnenbränden schützt.	Aber ist eine gebräunte Haut durch Strahlung nicht schon beschädigt worden?
Ja, da es glücklich macht.	Ein Sonnenbrand tut aber ziemlich weh und macht nicht glücklich!
Nein, da Sonnenstrahlung schädlich für die Haut ist.	Sind Sonnenstrahlen in einer gewissen Menge nicht lebensnotwendig für den Menschen?
Ja, wenn ich mich davor eingecremt habe.	Kann man nicht auch trotz Sonnencreme einen Sonnenbrand bekommen?

Tabelle 5: Inhalte des gestuften Concept Cartoons zum Schutz vor UV-Strahlung

4.8 Pre-Testung

Um die erstellte Arbeitsmappe für den Einsatz in Unterrichtseinheiten zu validieren, findet vor der eigentlichen Testung eine Pre-Testung statt. Es somit möglich Feedback von Lernenden zur Verständlichkeit und Schwierigkeit der Aufgaben zu erhalten. Hierzu werden jeweils eine Unterrichtsstunde zweier Klassen mit 14 und 19 Lernenden der 12. Schulstufe einer höheren berufsbildenden Schule im Dezember 2019 herangezogen.

Zu Beginn der Einheit erhalten die Unterrichtssubjekte eine kurze Einführung zum organisatorischen Ablauf der Testung. In dieser wird auch angemerkt, dass die Lernenden die Arbeitsmappe selbständig in ihren Gruppen bearbeiten sollen, die Lehrperson aber bei etwaigen Fragen gerne zur Verfügung steht. Im Anschluss werden die Arbeitsmappen und die in Kapitel 4.4 beschriebenen Boxen ausgeteilt. Daraufhin beginnen die Schülerinnen und Schüler mit der Bearbeitung der Arbeitsmappen.

Im Schnitt benötigen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Pre-Testung zum Bearbeiten der Arbeitsmappe 25 Minuten. Je nach Motivation, Konzentration und Wissen dauert die Testung jedoch etwas kürzer oder länger. Bezüglich der Gruppengröße kann bei Gruppen mit vier oder fünf Personen eine aktivere und inklusivere Gruppenarbeit beobachtet werden als bei kleineren Gruppen. In der Gruppe mit drei Lernenden entwickelt sich eher eine Partnerarbeit zwischen zwei Gruppenmitgliedern als eine Gruppenarbeit. Anzumerken ist noch, dass dies geschieht, obwohl die drei Lernenden befreundet sind und auch sonst im Unterricht oftmals zusammenarbeiten. Deswegen werden bei der tatsächlichen Testung Gruppen mit 4 Personen angestrebt.

Die erste Aufgabe zur *elektromagnetischen Strahlung* dauert zirka fünf Minuten und ist ein voller Erfolg. Die Schülerinnen und Schüler beteiligen sich aktiv und erzählen sich gegenseitig den Inhalt des Gelesenen. Auch die zweite Aufgabe zum Thema UV-Strahlung findet sehr große Akzeptanz unter den Unterrichtssubjekten. Bei der Besprechung im Nachhinein nennen einige Lernende diese Aufgabe auch als ihre Lieblingsaufgabe. Auch das Vergleichen mit der Musterlösung findet große Akzeptanz bei den Lernenden. Eher weniger gefällt den Lernenden die Einordnung der Anwendungen und Wirkungen von UV-Strahlung in Kategorien. Dies wird von ihnen als eher schwer empfunden. In einem Gespräch mit Zloklikovits (2019) stellt sich heraus, dass diese Aufgabe bei ihren Testungen in der 8. Schulstufe keine Probleme darstellte. Weiters wird im Rahmen dieser Pre-Testung beobachtet, dass die Schülerinnen und Schüler die einzelnen Kategorien, oftmals auch mit Unterpunkten, direkt

in ihre Arbeitsmappe schreiben. Auf dieses Verhalten wird bei der Überarbeitung Rücksicht genommen. Die Neuerungen auf Basis der Pre-Testung sind in Kapitel 4.9 erläutert.

Das Bearbeiten der Concept Cartoons findet großen Anklang bei den Lernenden. Die Schülerinnen und Schüler, welche an der Pre-Testung teilnehmen, bevorzugen die gestuften Concept Cartoons gegenüber den Concept Cartoons mit gestuften Hilfen, da sie jene als interaktiver und somit ansprechender empfinden. Auffallend ist jedoch, dass den Lernenden nicht klar ist, dass die Gegenargumente der gestuften Concept Cartoons Gegenargumente zu den von den Schülerinnen und Schüler ausgewählten Aussagen darstellen. Außerdem sorgen die Figuren, die die Gegenargumente aussprechen, für Verwirrung. Für die Lernenden ist es unklar wieso an derselben Stelle des Cartoons innen und außen nicht dieselbe Person abgebildet ist. Diese Rückmeldung wird im Rahmen der Überarbeitung, siehe Abschnitt 4.9, berücksichtigt.

Die Hilfestellungen für die Concept Cartoons mit gestuften Hilfen sind laut Schülerinnen und Schüler beim Bearbeiten der Concept Cartoons nicht sehr nützlich. Oftmals werden diese auch gar nicht eingesetzt. Vor allem die überfachlichen Hinweise 1 und 2 werden von den Schülerinnen und Schüler als nicht sehr förderlich empfunden. Außerdem wird angemerkt, dass die Hilfestellungen zu lange sind. Da die Lernenden zusätzlich der Meinung sind, dass nicht nur die Hilfestellungen, sondern auch die Aufgabenstellungen zu lange sind, ist das Ziel beim Überarbeiten der Arbeitsmappe, die Hilfestellungen und Arbeitsaufträge prägnanter zu formulieren. Außerdem werden die Hinweise mit mehr inhaltlichen Hilfen versehen.

Es kann darüber hinaus beobachtet werden, dass beim Bearbeiten der Concept Cartoons die Lernenden sowohl die Namen der Figuren, als auch die Farbe des Gewandes der jeweiligen Figuren im Verlauf der Diskussionen verwenden. Deshalb wird die Arbeitsmappe auch bei der tatsächlichen Testung in Farbe ausgedruckt. Generell finden das Layout und die farbenfrohe Gestaltung des Handouts sehr großen Anklang bei den Lernenden. Für ein leichteres Handling bei den Testungen weisen, wie schon in Abschnitt 4 erwähnt, die beiden Arbeitsmappen mit den unterschiedlichen Reihenfolgen, unterschiedliche Farben auf, um diese besser unterscheiden zu können. Auch die Hinweiskärtchen werden je nach Cartoon in unterschiedlichen Farben gestaltet.

Im Allgemeinen findet die Einheit bei den Schülerinnen und Schüler sehr große Akzeptanz. Besonders gut gefällt den Lernenden, dass sie die Arbeitsmappe selbständig bearbeiten können. Außerdem wird als besonders positiv empfunden, dass sie selbst ihre Meinung zu den

jeweiligen Themen ausdrücken und mit ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen darüber diskutieren können. Wichtig ist, dass an die Gruppenphase eine von der Lehrperson angeleitete Plenumsphase folgt. In dieser werden die zu den jeweiligen Themen physikalisch richtigen Inhalte geklärt und besprochen.

4.9 Überarbeitung

Im Rahmen der Überarbeitung erfolgen ein paar wenige Layout- und Formulierungsänderungen. Außerdem wird für die erste Version der Arbeitsmappe eine andere Farbe gewählt (grün), als für die zweite Version (orange), um die Handhabung bei der Testung zu vereinfachen und mögliche Vertauschungen der Arbeitsblätter zu vermeiden. Die Anleitung für die gestuften Concept Cartoons werden leicht umformuliert. Des Weiteren erfolgt eine Überarbeitung einzelner Aufgaben und der gestuften Hilfen. Die getätigten Änderungen werden nachfolgend kurz beschrieben.

4.9.1 Materialien

Im Rahmen der Überarbeitung werden zusätzlich zu den bisherigen Materialien noch Haftnotizen in die Boxen hinzugefügt. Die Lernenden erhalten hiermit bei der Testung die Möglichkeit einzelne Kategorien der Anwendungsgebiete von UV-Strahlung auf die Haftnotizen zu schreiben und die Kärtchen zu den einzelnen Haftnotizen mit den jeweiligen Kategorien zu legen. Die Lernenden sollen demzufolge die einzelnen Kategorien besser visualisieren können.

4.9.2 Überarbeitung der Aufgabe 1

Der Text zu dieser Aufgabe wird beibehalten. Lediglich die Abbildung zur elektromagnetischen Strahlung wird durch eine leicht abgeänderte, informativere Version aus Zloklikovits (2016) ersetzt.

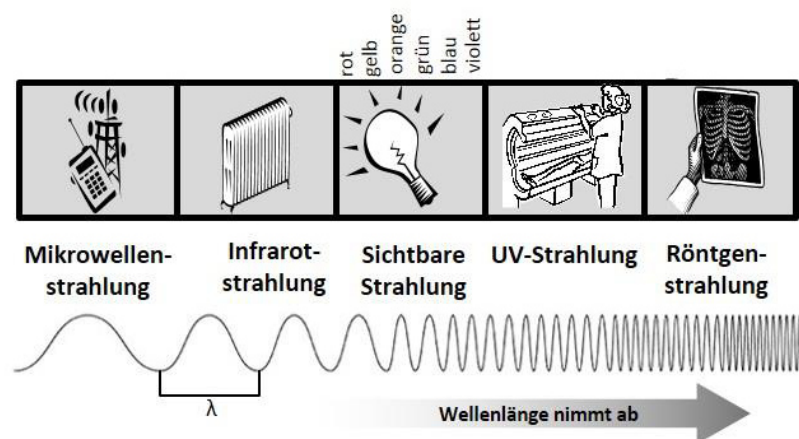


Abbildung 19: Abbildung zu elektromagnetischen Wellen (Zloklikovits, 2016)

4.9.3 Überarbeitung der Aufgabe 4

Die Überschrift *Anwendung und Wirkung* wird in *Anwendungen und Wirkungen* umgeschrieben, um zu signalisieren, dass sowohl mehrere Anwendungen als auch Wirkungen von UV-Strahlung existieren. Des Weiteren wird bei dieser Aufgabe ein leeres Kästchen eingefügt, damit die Lernenden die Möglichkeit und ausreichen Platz erhalten, dort die identifizierten Kategorien aufzuschreiben.

4.9.4 Gestufte Hilfen

Da sich im Rahmen der Pre-Testung herausstellt, dass die Lernenden die gestuften Hilfen kaum bis nicht einsetzen, werden diese überarbeitet, umstrukturiert und umformuliert. Der Paraphrasierungsschritt im Rahmen von Hinweis 1 wird beibehalten. Der Hinweis selbst wird jedoch auf Basis der Problemlösestrategien von Wodzinski (2013, S.46) umformuliert. Die Writing Frames, welche als zweite Hilfe eingesetzt werden, werden zum einen durch eine Fokussierungsaufgabe zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung ersetzt, indem der alte Hinweis 3 zum neuen Hinweis 2 wird. Zum anderen wird beim Schutz vor UV-Strahlung eine neue Hilfe, die das Vorwissen aktivieren soll, als Hinweis 2 eingeführt. Hinweis 3 zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung wird neu im Rahmen der Überarbeitung erstellt. Hierbei handelt es sich um eine weitere Fokussierungsaufgabe. Zuletzt bleiben Hinweis 3 zum Schutz vor UV-Strahlung sowie Hinweis 4 bei beiden Concept Cartoons aus der Pre-Testung erhalten.

Die folgende Tabelle zeigt die Inhalte der gestuften Hilfen nach der Überarbeitung:

Hinweisfragen	Hinweisnummer	(Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung	Schutz vor UV-Strahlung	Problemlösestrategie
Bist du dir nicht sicher was von dir verlangt ist?	Hinweis 1	Erklärt euch die Aufgabenstellung in eigenen Worten!	Erklärt euch die Aufgabenstellung in eigenen Worten!	Paraphrasierung
Bist du dir bei der Antwort noch nicht sicher?	Hinweis 2	Lies folgenden Satz aus dem Text auf Seite 1 durch: <i>Wir können diese Form der Strahlung mit keinem unserer Sinnesorgane wahrnehmen.</i> Einige Erklärungsversuche widersprechen diesem Satz -Diese sind ganz sicher falsch.	Überlegt gemeinsam was ihr zum Thema Sonnenschutz und Schutz vor UV-Strahlung wisst!	Fokussierung bzw. Aktivierung von Vorwissen
Benötigst du einen fachlichen Hinweis?	Hinweis 3	Lies dir den Infotext zu den UV-Quellen auf Seite 2 durch: <i>Es gibt Quellen, die mehrere Formen elektromagnetischer Strahlung gleichzeitig emittieren</i>	Lies dir nochmals die blauen Kärtchen aus Aufgabe 4 mit den Überschriften „Sonnenbrand“ und „Bräune“ durch. Einige Erklärungsversuche widersprechen diesen Aussagen - Diese sind ganz sicher falsch.	Fokussierung
Seid ihr euch noch nicht einig?	Hinweis 4	Welche der Aussagen hält ihr für falsch und könnt somit ausschließen? Diskutiert warum die andere(n) Aussage(n) richtig ist/sind.	Welche der Aussagen hält ihr für falsch und könnt somit ausschließen? Diskutiert warum die andere(n) Aussage(n) richtig ist/sind.	Elaboration von Unterzielen

Tabelle 6: Inhalte des gestuften Concept Cartoons zum Schutz vor UV-Strahlung

4.9.5 Gestufter Concept Cartoon

Da sich der Umgang mit den gestuften Concept Cartoons bei der Pre-Testung als unklar herausstellt, wird im Rahmen der Überarbeitung explizit darauf geachtet, dass den Lernenden vermittelt wird, dass beim Öffnen des gestuften Concept Cartoons Gegenargumente erscheinen. Deshalb werden für die eigentliche Testung die gestuften Concept Cartoons

lediglich außen mit Figuren versehen und innen nur mit den Gegenargumenten und den grauen Kästchen.

4.9.6 Concept Cartoon

Der Concept Cartoon zur *(Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung* wird im Rahmen der Überarbeitung so illustriert, dass die Schülerin die Taschenlampe nach unten hält und nicht nach oben. Dies soll zusätzlich zu den Anweisungen im Text den richtigen Umgang mit einer UV-Lampe demonstrieren und verhindern, dass die Unterrichtssubjekte die UV-Lampe auf ihre Augen richten.



Abbildung 20: Überarbeitete Illustration des Concept Cartoons zur *(Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung*

5 Ergebnisse

Eine Auswahl, der im Rahmen der Testung erhobenen Daten, wird in diesem Kapitel vorgestellt und analysiert. Zu Beginn erfolgt ein Überblick über die gesammelten Daten zu den einzelnen Aufgaben, sowie während der Bearbeitung der Concept Cartoons, welche wie schon in Kapitel 3.3 erläutert von Audioaufnahmen und Feedbackbögen stammen. Im Anschluss wird das Verhalten der Lernenden in den einzelnen Gruppen während der Bearbeitung der beiden Modelle des Concept Cartoons genauer erörtert.

5.1 Qualität der Diskussion nach dem Downing Modell

Die im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten Gruppengespräche werden mittels des Downing Modells (Naylor, Keogh & Downing, 2007, S. 22-23) analysiert. Die Beschreibungen und die Bedeutungen der einzelnen Stufen finden sich in Kapitel 3.4.1. Zur einfacheren Handhabung werden die sieben Stufen in Abbildung 22 nochmals aufgelistet.

Stufe 1	•Die Lernenden können oder wollen nicht an der Diskussion teilnehmen.
Stufe 2	•Die Lernenden stellen Behauptungen auf.
Stufe 3	•Die Lernenden geben eine erste Begründung für ihre Behauptung ab.
Stufe 4	•Die Lernenden belegen ihre Behauptungen.
Stufe 5	•Die Lernenden reagieren auf Ideen von anderen aus der Gruppe.
Stufe 6	•Die Lernenden erhalten mit unterschiedlichen Mitteln die Diskussion aufrecht.
Stufe 7	•Die Lernenden evaluieren die Fakten und fällen Urteile.

Abbildung 21:

Die sieben Stufen des Downing Modells. Aus dem Englischen übersetzt nach Keogh, Naylor & Downing (2007, S. 22-23)

Tabelle 6 enthält die in der Analyse der Audioaufnahmen eingesetzten Kennzeichnungen. Diese werden hier vorgestellt, da Tabellen 7 und 8 dieselben Kennzeichen verwenden.

Kennzeichnung	Erläuterung
#	Stufe im Modell von Downing welche von der jeweiligen Gruppe erreicht wird
/	Zwei Stufen sind dominant
-	Zwischen zwei Stufen
()	Diese Stufe wird nur kurz durchlaufen/nur ein Schüler/eine Schülerin befindet sich in dieser Stufe
t	Die Aufgabe wird nicht durchgeführt, weder der klassische Concept Cartoon noch die Erweiterungen wird eingesetzt
X	Aufgabe wird ohne Einsatz des Cartoons gelöst

Tabelle 7: Kennzeichnungen zur Analyse der Audioaufnahmen

Im Folgenden werden die Auswertungen der Audioaufnahmen mittels Downing Modell tabellarisch dargestellt. In Tabelle 7 sind jene Gruppen aufgelistet, die die grüne Arbeitsmappe bearbeiteten. In Tabelle 8 sind jene Gruppen aufgelistet, die die orangene Arbeitsmappe bearbeiteten.

Gruppe	Concept Cartoon mit gestuften Hilfen: (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung	Gestuftes Concept Cartoon: Schutz vor UV-Strahlung
G0	5-6	5
G2	3	3-4
G3	3	2 (4)
G4	4 (6)	t
G8	1 (6)	2/4
G9	4	4
G12	4/5 (6/7)	t
G14	4-5	t

Tabelle 8: Verhalten der Gruppen nach dem Downing Modell (grüne Arbeitsmappe)

Gruppe	Gestuftes Concept Cartoon: (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung	Concept Cartoon mit gestuften Hilfen: Schutz vor UV-Strahlung
G1	x	1-2
G5	2/5 (4)	5 (4)
G6	3	2/5 (4)
G7	1	2
G10	2	1-2
G11	1	1
G13	4	4-5
G15	2	1-2
G16	1-2	4-5

Tabelle 9: Verhalten der Gruppen nach dem Downing Modell (orangene Arbeitsmappe)

Zur Beantwortung der Fragestellung, ob und welche Gruppen sich bei der Bearbeitung des zweiten Concept Cartoons im Vergleich zum ersten Concept Cartoon verbessern beziehungsweise verschlechtern, werden die Stufen aus den Tabellen 7 & 8 herangezogen und analysiert. Befindet sich eine Gruppe zwischen zwei Stufen beziehungsweise sind zwei Stufen dominant, so wird der Mittelwert der beiden Stufen zur Datenanalyse mittels Downing Modells bei der Analyse der Daten in Tabellen 7 & 8 herangezogen. Bearbeitet eine Gruppe den Concept Cartoon nicht so wird diese bei dem entsprechenden Concept Cartoon nicht in eine Stufe kategorisiert und somit bei dem Vergleich der beiden Versionen nicht berücksichtigt. Eine grafische Übersicht erfolgt in Abbildung 23. Gruppen, die sich bei der Bearbeitung

des zweiten Concept Cartoons im Vergleich zum ersten verbessern sind im positiven Bereich des Diagramms zu finden, jene, die sich verschlechtern befinden sich im negativen Bereich.

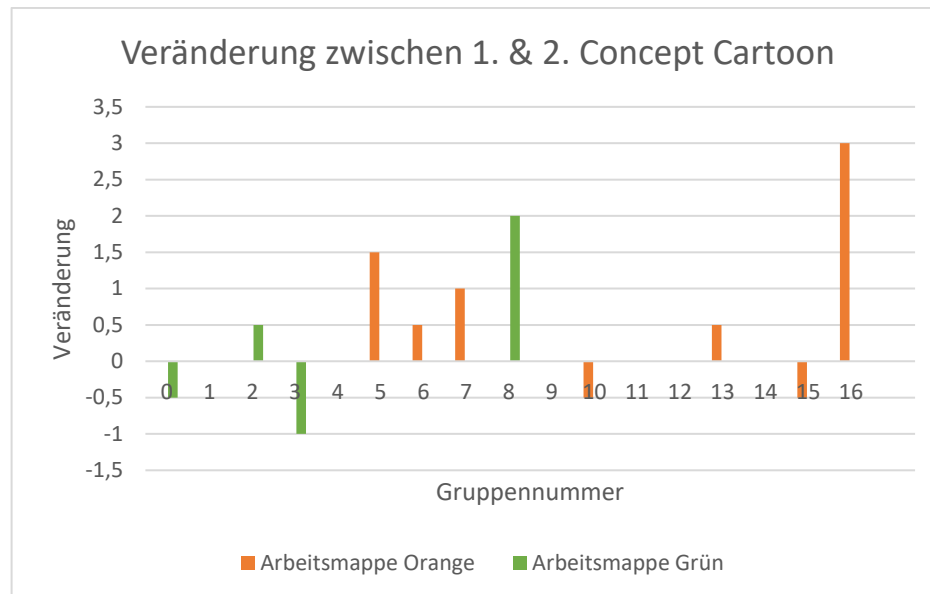


Abbildung 22: Veränderung der Stufen des Downing Modells zwischen 1. & 2. Concept Cartoon

Zu sehen ist, dass sich die Lernenden im Schnitt zwischen dem ersten und dem zweiten Concept Cartoon um eine halbe Stufe des Downing Modells. Jedoch verschlechtert sich die Diskussionsqualität der Lernenden mit grüner Arbeitsmappe leicht (im Schnitt um 0,2 Stufen), während die Lernenden mit oranger Arbeitsmappe sich im Schnitt um eine halbe Stufe verbessern. Insgesamt werden vier Gruppen (zwei pro Arbeitsmappenversion) beim zweiten Concept Cartoon schlechter eingestuft als beim ersten Concept Cartoon. Bei sieben Gruppen (zwei mit grüner Arbeitsmappe und fünf mit oranger Arbeitsmappe) ist bei der Bearbeitung des zweiten Concept Cartoons eine Verbesserung im Vergleich zur Bearbeitung des ersten Concept Cartoon zu sehen. Zwei Gruppen (je eine mit grüner und eine mit oranger Arbeitsmappe) schneiden bei beiden Cartoons gleich ab. Wie im vorherigen Absatz erwähnt, sind vier Gruppen hinsichtlich etwaiger Verbesserungen beziehungsweise Verschlechterungen nicht auswertbar, da entweder die Aufgabe nicht ausgeführt wird oder das jeweilige Modell des Concept Cartoons nicht eingesetzt wird.

5.1.1 Methode des Concept Cartoons

Vergleicht man das Abschneiden der Gruppen nach Methode des Concept Cartoons, dargestellt in Tabelle 9, so sind keine klaren Unterschiede zwischen den beiden zu sehen, da der Unterschied zwischen den beiden Modellen bei weniger als einer Stufe liegt. Müsste man dennoch eines der beiden Modelle favorisieren, so schneiden insgesamt die Concept Cartoon mit gestuften Hilfen etwas besser ab als die gestuften Concept Cartoons. Betrachtet man die

einzelnen Themen, so wird klar, dass beim Thema (Un-)sichtbarkeit von UV-Strahlung jene Gruppen besser abschneiden, die den Concept Cartoon mit gestuften Hilfen bearbeiten. Beim Schutz vor UV-Strahlung hingegen erzielen jene Gruppen bessere Ergebnisse, die den gestuften Concept Cartoon ausführen.

Art des Concept Cartoons	Unsichtbarkeit von UV-Strahlung	Sonnenschutz
Gestuftter Concept Cartoon	2,25	3,50
Concept Cartoon mit gestuften Hilfen	3,69	2,78

Tabelle 10: Mittelwerte der Stufen nach Concept Cartoon und Thema auf Basis des Downing Modells

Die unterschiedlichen Ergebnisse in Bezug auf das Thema werden in Tabelle 10 genauer aufgegriffen. Vergleicht man das Abschneiden der Gruppen nach der Farbe der Arbeitsmappen, so ist zu sehen, dass die Gruppen mit der grünen Arbeitsmappe im Schnitt eine höhere Stufe erreichen als die Gruppen mit der orangen Arbeitsmappe.

Arbeitsmappen	Unsichtbarkeit von UV-Strahlung	Sonnenschutz
Grün	3,69	3,50
Orange	2,25	2,78

Tabelle 11: Mittelwerte der Stufen nach Arbeitsmappen und Thema auf Basis des Downing Modells

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Der Zusammenhang zwischen dem Einsatz gestufter Hilfen während der Bearbeitung des Concept Cartoons und der Qualität der Diskussion gemessen nach dem Downing Modell wird quantitativ analysiert und im Folgenden vorgestellt. 16 von 17 Gruppen setzen zumindest eine gestufte Hilfe im Rahmen der Bearbeitung der Arbeitsaufträge ein. Insgesamt verwenden die Lernenden durchschnittlich 2,6 Hinweiskärtchen. Betrachtet man jedoch ausschließlich jene Lernenden, die den Concept Cartoon mit gestuften Hilfen zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung bearbeiten, so setzen diese im Schnitt drei Hilfen ein. Beim Concept Cartoon mit gestuften Hilfen zum Schutz vor UV-Strahlung setzen die Unterrichtssubjekte hingegen im Schnitt lediglich 2,3 Hilfen ein. Themenübergreifend wird der Einsatz der Hinweise und deren Auswirkung auf den Diskussionsprozess in Abbildung 24 dargestellt. Hinweis 1 wird zwölf Mal eingesetzt. Er wirkt sich aber nur viel Mal auf die Diskussion aus. Hinweis 2 wird zehn Mal verwendet, beeinflusst dabei fünf Mal die Gruppengespräche. Hinweis 3 wird von den Unterrichtssubjekten elf Mal zur Bearbeitung der Aufgabe herangezogen und wirkt sich fünf Mal auf die Diskussion unter den Lernenden aus. Auch Hinweis 4 wird elf Mal von den Lernenden eingesetzt. Er beeinflusst die Gruppendiskussion sogar

sieben Mal. Acht von 15 Gruppen halten sich an die vorgegebene Reihenfolge der Hinweise während vier Gruppen die Hinweise nach Bedarf verwenden und drei Gruppen mehrere Hinweise gleichzeitig öffnen.

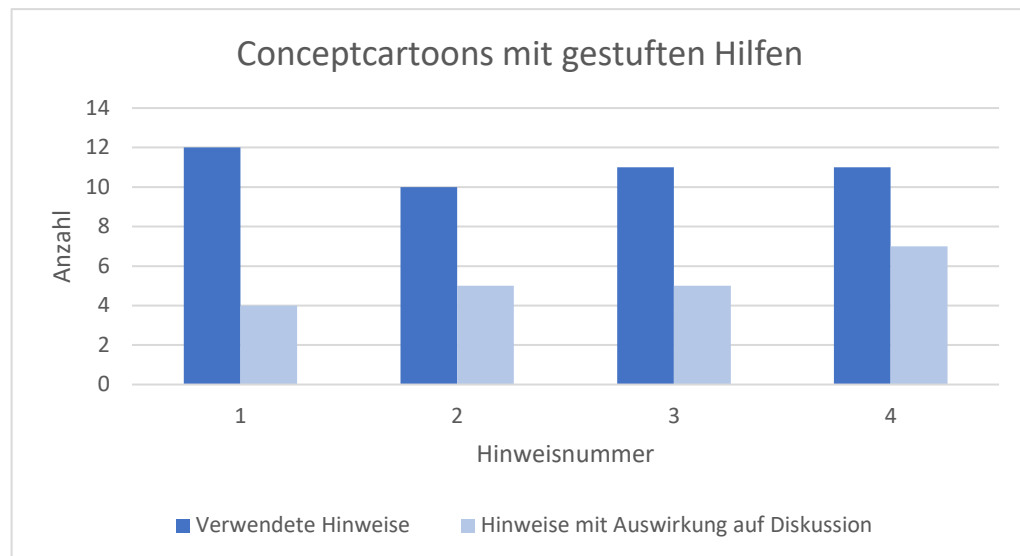


Abbildung 23: Anzahl der eingesetzten Hilfen nach Hinweisnummer

Gestufte Concept Cartoons

Wie bei den Concept Cartoons mit gestuften Hilfen wird auch die Diskussionsqualität der Lernenden bei den gestuften Concept Cartoons mittels Downing Modells quantitativ analysiert. Die Ergebnisse werden im folgenden Abschnitt erörtert. Insgesamt setzen zehn Gruppen den gestuften Concept Cartoon bei der Bearbeitung der Arbeitsaufträge ein. Bei sechs Gruppen wirkt sich dieser positiv auf die Gruppendiskussion aus. Fünf Gruppen setzen diesen bei der Aufgabe zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung und fünf Gruppen bei der Aufgabe zum Schutz vor UV-Strahlung ein. Vier Gruppen hingegen setzen bei der Bearbeitung der Aufgabe zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung den gestuften Concept Cartoon nicht ein. Die restlichen drei Gruppen können die Aufgabe inklusive gestuften Concept Cartoon zum Schutz vor UV-Strahlung aus Zeitgründen nicht durchführen. Setzen die Gruppen den gestuften Concept Cartoon ein, so öffnen sie den gestuften Concept Cartoon meist an allen vier Ecken, also bei allen vier Figuren.

5.2 Erläuterung der einzelnen Gruppen im Detail

Nun werden das Verhalten und die Herangehensweise der Gruppen während der Bearbeitung der beiden Aufgaben die Concept Cartoons beinhalten erörtert. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem Verhalten und der Interaktion der Lernenden in der Gruppe, sowie auf dem Umgang mit den beiden Arten von Concept Cartoons und den dazugehörigen gestuften Hilfen. Die Ziffern in den runden Klammern stellen die Stufen des Downing Modells dar.

Die Reihenfolge der Gruppen basiert auf Tabellen 7 und 8. Jene Gruppen, die eine grüne Arbeitsmappe bearbeiten, werden also zuerst genannt. Darauf folgen jene Gruppen, die eine orange Arbeitsmappe bearbeiten. Wie schon erwähnt wird bei den grünen Arbeitsmappen der Concept Cartoon mit gestuften Hilfen zum Thema (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung und der gestufte Concept Cartoon zum Thema Schutz vor UV-Strahlung eingesetzt. In den orangen Arbeitsmappen hingegen ist der gestufte Concept Cartoon mit dem Thema (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung und der Concept Cartoon mit gestuften Hilfen mit dem Thema Schutz vor UV-Strahlung kombiniert. Im Schnitt benötigen die Lernenden für die Bearbeitung der Arbeitsmappe 40 Minuten. Die bei der Erörterung der einzelnen Gruppen angegebenen Antwortsätze stammen zum Teil aus den Audioaufnahmen und zum Teil aus den von den Lernenden freiwillig abgegebenen Arbeitsmappen.

5.2.1 Gruppen mit grüner Arbeitsmappe

Gruppe 0

Die Gruppe setzt sich aus drei Schülerinnen der neunten Schulstufe einer berufsbildenden höheren Schule zusammen und bearbeitet im Rahmen der Unterrichtseinheit alle Aufgaben der Arbeitsmappe. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Beim Bearbeiten des Concept Cartoon mit gestuften Hilfen wählen die Schülerinnen der Gruppe 0 die Hinweise auf Grund der Hinweispeile (Kapitel 4). Die Lernenden entscheiden sich für Hinweis 1, dieser hilft ihnen jedoch nicht weiter, da ihnen die Aufgabenstellung schon vor dem Einsatz des Hinweises klar ist. Auch das Öffnen des Hinweises 2 hilft der Gruppe bei der Bearbeitung der Aufgabe nicht, da sie schon zuvor die Information, die die Hinweiskärtchen beinhalten, zur Hilfe ziehen. Die Lernenden identifizieren sich mit den Figuren aus dem Cartoon und geben Manu, der behauptet, dass UV-Strahlung nur sichtbar ist, wenn dieser reflektiert wird, recht. Sie versuchen mit Hilfe der Hinweise und den Aussagen der Cartoonfiguren die Diskussion aufrecht zu halten (6). Obwohl eine Schülerin in Minute 18:35 die Diskussion schon beenden möchte, versuchen die anderen weitere Belege zu finden, um ihre Behauptungen zu untermauern. Sie öffnen noch nicht verwendete Hinweise 3 und 4, um weitere Argumente für ihre Behauptungen zu erhalten (6). Diese beiden Hinweise setzen die Lernenden auch ein, um einen eigenen Antwortsatz formulieren zu können. Nachdem sich die Lernenden auf eine Lösung einigen und diese aufschreiben, suchen sie in der Box nach einer schriftlichen Lösung zu diesem Cartoon.

Gestuftier Concept Cartoon

Beim Bearbeiten des gestuften Concept Cartoon geben die Schülerinnen der Gruppe 0 einzelnen Figuren des Cartoons recht. Sie einigen sich auf Gernots Aussage. Im Laufe der Diskussion bringen sie unterschiedliche Argumente vor, wieso es (nicht) gesund ist in der Sonne zu liegen und reagieren mit Kommentaren auf die Argumente der anderen (5). Um diese zu untermauern bauen sie ihr eigenes Verhalten und Fakten zum Thema Sonnenschutz in das Gespräch ein. Als die Diskussion ins Stocken gerät, verwenden sie den gestuften Concept Cartoon und lesen die Gegenargumente zu den Aussagen der jeweiligen Charaktere. Eine Schülerin ändert ihre Meinung und identifiziert sich nun mit Claire. Die anderen Schülerinnen vertreten weiterhin Gernots Meinung. Sie verbinden diese beiden Aussagen zu einer Antwort: Man sollte sich öfters mit Sonnencrem einschmieren und nicht zu lange in der Sonne liegen.

Gruppe 2

Die Gruppe setzt sich aus zwei Schülerinnen und zwei Schülern der neunten Schulstufe einer berufsbildenden höheren Schule zusammen. Die Lernenden bearbeitet im Rahmen der Unterrichtseinheit alle Aufgaben der Arbeitsmappe. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Lernenden setzen zu Beginn der Aufgabe, ohne noch diskutiert zu haben, Hinweis 1 ein. Sie lesen nochmals die Aufgabenstellung, da diese nicht für alle Gruppenmitglieder klar ist und beginnen die Diskussion mit: „Was denkst du?“. Nach kurzer Diskussion einigen sie sich, dass sie einen Hinweis benötigen und entscheiden sich nach Absprache auf Grund der Pfeile für den fachlichen Hinweis 3. Im Anschluss daran identifizieren sich die Teilnehmerinnen mit den Figuren und nehmen die Meinungen dieser Sätze wie: „Ich bin für Manus Antwort“ oder: „Ich bin für Eda“ an (3). Den Lernenden wird darüber hinaus bewusst, dass es auch möglich ist, dass es mehrere Erklärungen für das dargestellte Problem geben kann. Nach dem Öffnen des Hinweises 4 schließen sie Charlies Aussage, dass wir nicht wirklich was sehen, sondern es nur hell ist, aus und einigen sich mittels demokratischer Abstimmung auf Manu und verwenden diese Aussage auch als Antwortsatz. Im Anschluss meint ein Unterrichtssubjekt, dass die Gruppe ja noch Hinweis 2 öffnen könnte. Ein anderes entgegnet aber: „Unsere Antwort wird ja schlechter, wenn wir mehr Hinweise brauchen.“

Gestuftier Concept Cartoon

Im Laufe der Diskussion stellen die Lernenden Behauptungen auf und begründen diese (3). Die Lernenden (anti-)sympathisieren mit den einzelnen Figuren. In diesem Fall reden die

Lernenden abwertend über die Figuren wie zum Beispiel mit den Wörtern: „Gernot ist so ein Opfer!“. Ohne dass diese Gruppe Hinweise zur Verfügung hat, setzt sie trotzdem die blauen Kärtchen aus Aufgabe 4 zum Thema Bräune als Hilfe ein, um so Fakten als Diskussionsbasis zu erhalten (4). Als die Diskussion ins Stocken gerät, öffnen die Lernenden den gestuften Concept Cartoon, dies wirkt sich jedoch nicht auf die Diskussion aus. Im Endeffekt einigt sich diese Gruppe auf: „Egal ob man sich eincremt oder nicht, UV-Strahlung ist trotzdem schädlich [für die Haut].“

Gruppe 3

Die Gruppe setzt sich aus drei Schülerinnen und einem Schüler der neunten Schulstufe einer berufsbildenden höheren Schule zusammen. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Lernenden beginnen ohne noch die Meinungen der Figuren des Concept Cartoons gelesen zu haben eine Diskussion zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung. Sie setzen alsbald Hinweis 1 ein, der ihnen jedoch bei der Diskussion nicht weiterhilft. Im Anschluss daran verwenden sie Hinweis 2, 3 und 4. Erst jetzt bemerken die Lernenden, dass der Cartoon und die Aussagen der Figuren als Grundlage dienen und für die Diskussion behilflich sein sollen. Jede/r Lernende liest eine Aussage einer Figur laut vor. Eine Person gibt Manu recht, weil er eine grüne Sprechblase hat. Andere geben Livia recht, weil sie die Taschenlampe in der Hand hält. Charlie schließen die Lernenden aus. Die Lernenden begründen somit ihre Behauptungen, untermauern diese jedoch nicht mit naturwissenschaftlichen Argumenten (3). Erst als die Lernenden einen Antwortsatz verfassen versuchen sie, diesen mit ihrem Wissen aus dem Fach Naturwissenschaften zu beantworten. Sie geben Manu recht, weil alles nur sichtbar ist, wenn es reflektiert wird. In diesem Zusammenhang nennen sie auch die Begriffe diffuse Reflexion und Netzhaut.

Gestufter Concept Cartoon

Die Lernenden identifizieren sich mit den Figuren und geben Alex, der behauptet sich in die Sonne zu legen macht glücklich, und Gernot, der behauptet, dass man sich ausschließlich dann in die Sonne legen darf, wenn man sich davor eingecremt hat, recht und stellen dazu Behauptungen auf (2). Kurz werden die Behauptungen auch mit Aussagen, wie „Sonnenstrahlen sind wichtig für den Körper“ untermauert (4). Nach kurzer Diskussion geben die Lernenden weiterhin Alex, Gernot und Claire Recht und denken, dass sie die Aufgabe zur Genüge bearbeitet haben und beenden diese. Erst im Anschluss daran öffnen sie den gestuften Concept Cartoon. Dies regt aber die Diskussion nicht mehr an.

Gruppe 4

Die Gruppe setzt sich aus drei Schülerinnen und einem Schüler der neunten Schulstufe einer berufsbildenden höheren Schule zusammen. Aus Zeitgründen konnten nicht alle Aufgaben der Arbeitsmappe durchgeführt werden. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Lernenden beginnen die Diskussion ohne die Aussagen des Cartoons zu lesen. Trotz eher kurzer Diskussion versuchen die Lernenden ihre Behauptungen mit verschiedenen Argumenten zu belegen. Sie verwenden auch die UV-Lampe um ihre Aussagen zu unterstützen (4). Eine Lernende gibt Livias Aussage, man kann die UV-Strahlung sehen, wenn sie sehr intensiv ist wieder. Die Lernenden einigen sich auf diese Aussage und wollen die Aufgabe beenden. Eine Schülerin versucht die anderen Lernenden davon zu überzeugen, nochmals über den Sachverhalt zu diskutieren (6). Es gelingt ihr dennoch nicht die Diskussion aufrechtzuhalten. Ohne einen einzigen der gegebenen Hinweise zu öffnen, verfassen die Lernenden folgende Antwort: „Da die Sonne weit entfernt ist kommt nur ein kleiner Teil der UV-Strahlung zur Erde...Bei der Lampe ist es höher dosiert.“

Gestufter Concept Cartoon

Die Gruppenarbeit muss aus Zeitgründen abgebrochen werden. Die Aufgabe zum gestuften Concept Cartoon wird nicht bearbeitet.

Gruppe 8

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus vier Schüler der achten Schulstufe einer AHS im ländlichen Bereich zusammen. Die Gruppe bearbeitet alle Aufgaben der Arbeitsmappe, wobei ein Schüler besonders aktiv an den jeweiligen Aufgaben arbeitet. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Zu Beginn der Aufgabe stellt ein Schüler eine Behauptung auf (2). Ein anderer Schüler will jedoch zuerst diskutieren und die Hinweise erst dann einsetzen, wenn die Diskussion ins Stocken gerät beziehungsweise die Gruppe nicht mehr weiterweiß. Die anderen Gruppenmitglieder driften einstweilen vom Thema ab (1). Jener Schüler versucht den Fokus wieder auf die Gruppenarbeit zu lenken und die anderen Lernenden zurück zur Aufgabe zu holen (6). Die Lernenden öffnen dann alle Hinweise gleichzeitig. Jedoch wirkt sich keiner davon auf die Diskussion aus. Im Gegenteil, die Lernenden driften wieder von der Aufgabe ab (1). Der engagierte Schüler will nun gleich zum gestuften Concept Cartoon übergehen, da er übersieht, dass die Arbeitsmappe beidseitig bedruckt ist. Die anderen Lernenden

experimentieren einstweilen mit Textmarkern und der UV-Lampe (1). Schlussendlich versucht der Schüler vergeblich ein weiteres Mal die anderen zum Bearbeiten der Aufgabe zu animieren (6). Da dies aber nicht gelingt, wird die Bearbeitung der Aufgabe nach Verfassen des Antwortsatzes, der wie folgt lautet: „weil die Lampe nicht nur UV-Strahlung abgibt sondern auch andere Arten von Strahlung“, beendet und die Lernenden gehen über zur nächsten Aufgabe.

Gestufter Concept Cartoon

Zu Beginn der Aufgabe geben die Lernenden Gernot recht. Im Anschluss daran gehen sie nach dem Ausschließungsprinzip vor und versuchen die Aussagen der anderen Figuren auszuschließen. Die Lernenden öffnen den gestuften Concept Cartoon bei Gernot. Dies bringt die Lernenden dazu Behauptungen aufzustellen (2). Die Lernenden öffnen den gestuften Concept Cartoon bei einer weiteren Figur. Aus der Aufnahme geht jedoch nicht klar hervor, welche Figur dies ist und ob sie auch noch weitere Figuren öffnen. Dennoch geht hervor, dass der gestufte Concept Cartoon die Diskussion nochmals anregt. Er hilft den Lernenden ihre Behauptungen mit Wissenselementen zu belegen (4) und zu einer Konklusion zu kommen. Ihr Antwortsatz lautet wie folgt: „Ein bisschen Sonne ist immer gut. Wenn man eingecremt ist kann man es länger machen, aber man kann trotzdem Hautkrebs bekommen.“

Gruppe 9

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus vier Schülerinnen der achten Schulstufe einer AHS im ländlichen Bereich zusammen. Die Gruppe bearbeitet alle Aufgaben der Arbeitsmappe. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Lernenden der Gruppe 9 beginnen den Concept Cartoon mit gestuften Hilfen indem sie noch ohne eine Diskussion begonnen zu haben Hinweis 1 öffnen. Im Anschluss lesen die Lernenden die Aussagen der Figuren und jedes Gruppenmitglied bringt eine Idee in die Diskussion ein. Manche TeilnehmerInnen identifizieren sich hierbei auch mit einer Cartoonfigur. Sie belegen ihre Behauptungen mit verschiedenen Argumenten (4). Nachdem alle ihre Meinung kundgeben, setzen die Lernenden Hinweis 2 ein. Die Lernenden schließen auf Grund dieses Hinweises nach kurzer Diskussion die Aussagen von Livia und Manu aus und eine Schülerin behauptet, dass Charlie richtig liegt. Nach dem Einsatz von Hinweis 3 einigen sich die Lernenden sofort auf Edas Meinung, die behauptet, dass die Lampe zusätzlich auch sichtbare Strahlung abgeben muss. Die Gruppe diskutiert jedoch nicht mehr und untermauert diese Festlegung auch nicht mehr mit Fakten (2). Auch Hinweis 4 hilft den Lernenden nicht weiter, da sie zuvor schon nach dem Ausschließungsprinzip vorgegangen sind. Erst als die

Lernenden einen Antwortsatz, bei dem sie Eda recht geben, da es manche Quellen gibt, die zwei Strahlungsformen ausstrahlen können, formulieren müssen, untermauern sie ihre Meinung mit Fakten aus dem Text von Aufgabe 1 und dem Infotext aus Aufgabe 2 (4).

Gestufter Concept Cartoon

Nachdem sich die Lernenden die Aussagen der Figuren durchlesen stellen sie Behauptungen auf und untermauern diese mit eigenen Erfahrungen beziehungsweise mit ihrem Vorgehen zum Schutz vor Sonneneinstrahlung (UV-Strahlung) (4). Nach kurzer Diskussion öffnen die Lernenden den gestuften Cartoon bei Gernot. Für die Gruppe ist nun unklar wer die Gegenargumente sagt. Sie denken, dass die Figur, bei der sie den Cartoon öffnen, selbst das Gegenargument vorbringt. Trotzdem regt das Öffnen des Cartoons die Diskussion an und die Lernenden einigen sich darauf, dass „jeder in einer Gewissen Art“ recht hat. Diese Antwort verfassen sie auch als Antwortsatz „alle Aussagen treffen zu“ und untermauern ihre Behauptungen mit den Informationen aus der zuvor durchgeführten Aufgabe 4 (4). Beim Verfassen des Antwortsatzes öffnen die Lernenden den gestuften Cartoon auch bei den anderen Figuren. Dies hat jedoch keine Auswirkungen mehr auf die Diskussion. Die Lernenden erörtern jede Figur in Stichwörter in ihrer Arbeitsmappe: Gernot: Hauttypen abhängig; Clair: gewisse Sonnenstrahlung lebensnotwendig, aber sie hat recht; Alex: Glückshormone; Sarah: hat recht, aber bevor sie braun wurde hat Sonnenstrahlung vielleicht geschadet.

Gruppe 12

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus vier Schülerinnen der neunten Schulstufe einer AHS im städtischen Bereich zusammen. Die Lernenden beschäftigen sehr intensiv mit den jeweiligen Aufgaben, speziell mit dem Concept Cartoon mit gestuften Hilfen. Aus Zeitgründen ist es den Schülerinnen aber nicht möglich alle Aufgaben der Arbeitsmappe durchzuführen. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Lernenden lesen den ersten Teil der Aufgabe und besprechen diese. Sie stellen dabei auch Behauptungen auf. Sie experimentieren mit der UV-Lampe und beobachten das Licht der Lampe, um ihre Behauptungen zu untermauern (4). Darüber hinaus diskutieren sie, ob sie lila oder blau sehen. Nachdem die Diskussion ins Stocken gerät und die Lernenden nicht mehr weiterwissen, fragt ein Gruppenmitglied die Gruppe, ob sie einen Hinweis öffnen können (5/6). Die Gruppe entscheidet sich für Hinweis 3. Eine Person meint, dass sie genau dasselbe, das im Hinweis steht, schon gesagt hat. Deswegen gehen die Lernenden weiter zu Hinweis 4 (6). Nach dem Öffnen des Hinweises 4 versuchen die Lernenden im Laufe der Diskussion zu entscheiden, welche Figur recht hat und gehen nach dem

Ausschließungsprinzip vor. Diese Entscheidung wird mit Fakten, die sie zuvor gelesen haben, untermauert (4). Des Weiteren werden diese Fakten von den anderen Lernenden evaluiert und sie versuchen gemeinsam eine passende Antwort zu finden (5/7). Der Antwortsatz lautet wie folgt: „Das Licht [,] das wir haben gibt UV-Strahlungen und gleichzeitig sichtbare Strahlung ab.“

Gestufter Concept Cartoon

Die Gruppenarbeit muss aus Zeitgründen abgebrochen werden. Die Aufgabe zum gestuften Concept Cartoon wird nicht bearbeitet.

Gruppe 14

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus drei Schülerinnen der neunten Schulstufe einer AHS im städtischen Bereich zusammen. Es ist zu beobachten, dass die Lernenden Spaß und Freude an der Bearbeitung der Aufgaben der Arbeitsmappe haben. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Lernenden beginnen die Aufgabe indem sie mit der Lampe experimentieren. Sie untersuchen auf welchen Oberflächen sie blaues und auf welchen sie violett Licht sehen. Im Anschluss daran beginnen sie über ihre Beobachtungen zu diskutieren. Die Lernenden stellen Behauptungen auf und gehen auf die Behauptungen der anderen ein (2/5). Danach öffnen die Lernenden Hinweis 2 und 3 direkt nacheinander. Nachdem die Lernenden die Hilfen lesen untermauern sie ihre Behauptungen mit Fakten, die sie zuvor im Text gelesen haben (4). Ohne Hinweis 1 und 4 zu öffnen beenden sie die Diskussion und gehen zum Verfassen des Antwortsatzes über „Manche Materialien können gleichzeitig mehrere Formen von elektromagnetischer Strahlung aufnehmen, deswegen ist es sichtbar.“ Es ist zu beobachten, dass das Verfassen des Antwortsatzes den Lernenden hilft nochmals über das Gesagte zu reflektieren und ihre Behauptungen in einem Satz zu sammeln.

Gestufter Concept Cartoon

Die Gruppenarbeit muss aus Zeitgründen abgebrochen werden. Die Aufgabe zum gestuften Concept Cartoon wird nicht bearbeitet.

5.2.2 Gruppen mit oranger Arbeitsmappe

Gruppe 1

Die Gruppe setzt sich aus drei Schülerinnen der neunten Schulstufe einer berufsbildenden höheren Schule zusammen und bearbeitet im Rahmen der Unterrichtseinheit alle Aufgaben der Arbeitsmappe. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Gestuftter Concept Cartoon

Die Schülerinnen der Gruppe 1 spielen zu Beginn der Aufgabenstellung mit der Lampe. Erst im Anschluss gehen sie auf die Fragestellung ein, indem sie diese nochmals laut lesen. Sie besprechen kurz den Sachverhalt und stellen teilweise Behauptungen auf. Es kommt jedoch zu keiner Diskussion (1-2). Die Lernenden schreiben eine Antwort auf die Frage der Aufgabenstellung direkt unter die Aufgabenstellung „Ich sehe das blaue Licht da sie [die UV-Lampe] mir unsichtbare Abdrücke erkenntlich macht.“ Diesen Satz schreiben sie auch nochmals als Antwortsatz in das dafür vorgesehene Kästchen. Sie lesen jedoch nicht weiter und überspringen den gestuften Concept Cartoon vollständig. Da aus den Beobachtungen klar hervorgeht, dass die Lernenden den gestuften Concept Cartoon übersehen, wird diese Gruppe in Tabelle 8 bei der Analyse der Daten bei diesem Concept Cartoon nicht berücksichtigt.

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Ohne zu diskutieren öffnen die Lernenden direkt Hinweis 1. Im Anschluss daran lesen sie nochmals die Aufgabenstellung und eine Teilnehmerin gibt diese in eigenen Worten wieder. Die Lernenden diskutieren dann kurz und stellen Behauptungen zum Schutz vor UV-Strahlung auf, driften dann aber von der Diskussion ab. Sie kehren nach kurzer Zeit dazu zurück (1-2). Nun sind sie sich sicher eine passende Antwort gefunden zu haben. Sie verwenden keine weiteren Hinweise und beenden die Aufgabe. In den Arbeitsmappen sind in dieser Gruppe drei etwas voneinander abweichende Antwortsätze zu lesen. Die Grundaussage lautet aber: Grundsätzlich ist der Aufenthalt in der Sonne auf Grund des Vitamin D „gut“ (Eine Schülerin schreibt: „Sonne gibt Vitamin D ab“). Man sollte sich jedoch nicht zu lange in der Sonne aufhalten, da es sonst zu „schweren Nebenwirkungen“ kommen kann. Begibt man sich in die Sonne so sollte man sich eincremen.

Gruppe 5

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus fünf Schülerinnen der neunten Schulstufe einer berufsbildenden höheren Schule zusammen. Die Lernenden setzen sich mit großer Motivation mit den jeweiligen Aufgaben auseinander. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Gestuftter Concept Cartoon

Die Lernenden beginnen die Diskussion ohne den Concept Cartoon zu berücksichtigen. Nachdem sie Behauptungen aufstellen (2), wiederholen sie die Frage der Aufgabenstellung nochmals. Im Anschluss untermauern sie kurz ihre Behauptungen mit Belegen, die zum Teil vom Experimentieren mit der UV-Lampe stammen (4). Im Anschluss gehen die Lernenden

zum Concept Cartoon über, geben Charlie, der behauptet, dass wir nicht wirklich was sehen, sondern es nur hell ist, recht und öffnen den gestuften Concept Cartoon an dieser Stelle. Dann gehen die Lernenden weiter zu Livia und im Anschluss daran zu Eda. Sie öffnen den Concept Cartoon bei der jeweiligen Figur und lesen die Gegenargumente laut vor. Jedoch befinden sich die Lernenden währenddessen hauptsächlich in Stufe 2, da sie kaum ihre Behauptungen begründen. Gleichzeitig versuchen sie aber alle Gruppenmitglieder in die Diskussion mit einzubeziehen und reagieren gegenseitig auf ihre eigenen Ideen (5). Anzumerken ist auch, dass die Lernenden bei diesem Cartoon mit den Figuren sympathisieren: „Charlie ist ja ur niedlich.“ Am Ende der Aufgabe einigen sich die Lernenden auf folgenden Antwortsatz: Das menschliche Auge kann bestimmte Sachen nicht wahrnehmen, da die Regenbogenhaut und die Netzhaut es nicht ermöglicht macht [sic].“

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Zu Beginn dieser Aufgabe diskutieren die Lernenden kurz über den Sachverhalt und untermauern ihre Behauptungen mit Wissenselementen (4). Danach öffnen sie Hinweis 1 und 2. Letzterer regt die Diskussion an und erst als diese ins Stocken gerät öffnet die Gruppe Hinweis 3. Mit diesem Hinweis bringen die Lernenden weitere Argumente in die Diskussion ein. Auch Hinweis 4 wirkt sich positiv auf die Diskussion aus. Die Lernenden schließen Aussage von Gernot aus. Mit Hilfe der Hinweise entsteht eine lebendige Diskussion, bei der die Lernenden auf die Ideen der anderen reagieren (5) und ihre Behauptungen mit Fakten untermauern (4). Am Ende der Aufgabe versuchen die Lernenden alle Behauptungen, Belege und Argumente nochmals abzuwägen, um einen passenden Antwortsatz zu formulieren. Dieser lautet wie folgt: „Es kommt auf die Dauer an und was man währenddessen macht“.

Gruppe 6

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus vier Schülerinnen der neunten Schulstufe einer berufsbildenden höheren Schule zusammen. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Gestufte Concept Cartoon

Die Lernenden öffnen Hinweis 1 noch bevor sie mit der generellen Bearbeitung der Arbeitsmappe beziehungsweise der ersten Aufgabe beginnen. Erst dann beginnen sie den Text der Aufgabe 1 zu lesen. Schon zu Beginn der Aufgabe des gestuften Concept Cartoon setzen sie diesen ein indem sie diesen an alle Seiten öffnen. Zusätzlich dazu öffnen sie auch alle Hinweiskärtchen, obwohl diese zum Concept Cartoon mit gestuften Hilfen gehören. Im Anschluss beginnen sie kurz über den dargestellten Cartoon und die Aufgabe zur (Un-)Sichtbarkeit zu diskutieren (3). Es hilft den Lernenden am Ende der Aufgabe, die Ideen der

Diskussion nochmals in eigene Worte in Form eines Antwortsatzes zu verfassen. Dieser lautet wie folgt: „In der Taschenlampe wird das Licht gebündelt, von der Sonne aber nicht, deswegen sehen wir die UV-Strahlung der Sonne nicht.“

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Obwohl ein Teil der Gruppe noch an Aufgabe 4 arbeitet, beginnen andere Lernende schon mit der Bearbeitung des Concept Cartoons mit gestuften Hilfen. Die Lernende starten in die Diskussion, ohne einen Hinweis einzusetzen. Erst als die Diskussion ins Stocken gerät verwenden sie Hinweis 1. Im Anschluss sagt ein Gruppenmitglied: „Besprechen wir mal was die Kinder dazu sagen.“ Dies kurbelt die das Gruppengespräch an und es ist festzustellen, dass die Lernenden im Laufe der Diskussion auf die Ideen der anderen (5) reagieren. Obwohl sie Argumente in die Diskussion einbringen, untermauern sie diese jedoch nicht (2). Lediglich eine Schülerin untermauert ihre Behauptung mit Fakten: „Es ist trotzdem Schädlich, es schadet Haut und Augen“ (4). Die Lernenden einigen auf folgenden Antwortsatz: „Von 12-16 Uhr sollte man sich nicht in die Sonne legen, weil die Sonnenstrahlung am stärksten sind und dadurch am schädlichsten ist.“ Die weiteren Hinweise 2, 3 und 4 werden nicht eingesetzt.

Gruppe 7

Die Gruppe setzt sich aus drei Schülerinnen und einem Schüler der neunten Schulstufe einer berufsbildenden höheren Schule zusammen und bearbeitet im Rahmen der Unterrichtseinheit alle Aufgaben der Arbeitsmappe. Im Generellen ist anzumerken, dass die Lernenden oftmals bei der Bearbeitung der Aufgaben flüstern und sich die Analyse der Gespräche demzufolge an manchen Stellen als schwierig herausstellt. Auffällig ist auch, dass sich ein Lernender von der Gruppenarbeit distanziert und nicht an der Aufgabenbearbeitung teilnimmt. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Gestufter Concept Cartoon

In dieser Gruppenarbeit flüstern die Lernenden untereinander und es kommt zu keiner mittels Audioaufnahme registrierbaren Diskussion. Erst als die Lernenden einen Antwortsatz zur Aufgabe verfassen müssen, geben sie kurz ihre Meinung zum Thema. Es kommt jedoch auch hier zu keiner Diskussion (1). Außerdem ist nicht klar, ob die Lernenden den gestuften Concept Cartoon einsetzen oder nicht. Aus den Arbeitsmappen geht folgender Antwortsatz hervor: Man kann die UV-Strahlung sehen, weil sie sehr stark ist oder reflektiert wird.

Concept Cartoon mit Gestuften Hilfen

Auch bei dieser Aufgabe hält sich besagter Schüler zurück. Die anderen Lernenden öffnen sofort, ohne noch zu diskutieren oder den Cartoon zu bearbeiten, Hinweis 1. Es entsteht

trotzdem keine Diskussion. Nach dem Einsatz von Hinweis 2 beginnen die Lernenden sich gegenseitig Fragen zum Thema Sonnenschutz zu stellen. Dies eröffnet ein Gespräch zwischen den Mädchen, jedoch noch keine Diskussion. Auch Hinweis 3 regt die Diskussion nicht an. Erst bei Hinweis 4 lesen die Lernenden die Aussagen der Figuren und beginnen Behauptungen aufzustellen (2). Am Ende einigen sie sich die Mädchen auf einen Antwortsatz: „Ja, aber man muss sich erst eincremen, damit man keinen Sonnenbrand bekommt.“ Besagter Schüler formuliert folgenden Antwortsatz: „Ja, weil eine gebräunte Haut besser vor Sonnenbrand schützt, man wird glücklicher und man bekommt ein Vitamin.“

Gruppe 10

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus drei Schülern der achten Schulstufe einer AHS im ländlichen Bereich zusammen. Die Gruppe bearbeitet alle Aufgaben der Arbeitsmappe. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Gestufte Concept Cartoon

Zu Beginn der Aufgabe nehmen die Lernenden den gestuften Concept Cartoon zur Hand und öffnen diesen, ohne zuvor über die Aufgabe zu diskutieren. Sie lesen alle Gegenargumente auf einmal. Aus dem Gespräch wird ersichtlich, dass die Lernenden mit dem Format des gestuften Concept Cartoon gewisse Schwierigkeiten haben und geben der Lehrperson zu, dass sie die Aufgabe nicht verstehen. Diese fordert sie auf sich nochmals der Aufgabe auseinanderzusetzen. Im Anschluss geben die Lernenden einer Person des Cartoons recht beziehungsweise schließen gewisse Aussagen/Figuren aus. Die Gruppenmitglieder begründen ihre Entscheidungen aber nicht (2). Erst nach weiterer Diskussion begründen die Lernenden ihre Aussagen (3). An dieser Stelle der Diskussion suchen die Lernenden nach einer Lösung für die Aufgabe. Sie beenden diese ohne sich zu einigen und wollen später zu der Aufgabe zurückkehren und diese fertig machen (1). Dennoch arbeiten sie weiterhin an dem Cartoon, lesen nochmals die Aussagen der Figuren und gehen nach dem Ausschlussprinzip vor. Sie stellen wieder Behauptungen auf (2). Hierbei belegt ein Schüler diese auch mittels Wissenselement (4).

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Lernenden öffnen Hinweis 1 noch bevor sie mit der Bearbeitung der Arbeitsmappe beginnen beziehungsweise den Arbeitsauftrag lesen. Da die Lernenden sich bei den letzten beiden Aufgaben in zwei Gruppen aufteilen, ein Teil bearbeitet den Cartoon, der andere die Aufgabe mit den Kärtchen, kommt es zu keiner Diskussion. Des Weiteren wird der Cartoon nur sehr kurz behandelt, da die Lernenden dann vollständig zur Aufgabe mit den Kärtchen zurückwechseln. In dieser kurzen Phase gibt ein Schüler Gernot recht, weil er der Meinung

ist, dass Sonnencreme davor schützt, dass die UV-Strahlung die Haut zerstört. In diesem Zusammenhang reden diese auch kurz über Sonnenschutz (1-2). Die Gruppe öffnet zu keinem Zeitpunkt der Aufgabe die weiteren Hinweise 2, 3 und 4.

Gruppe 11

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus vier Schülerinnen der achten Schulstufe einer AHS im ländlichen Bereich zusammen. Aus Zeitgründen ist es den Lernenden nicht möglich alle Aufgaben der Arbeitsmappe durchzuführen. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Gestuftter Concept Cartoon

Die Lernenden lesen bloß den ersten Teil der Aufgabe und beginnen mit der Diskussion: „Wieso können wir Strahlung sehen?“. Eine Schülerin antwortet mit „Weil wirs können!“ (1). Da die Lernenden vordergründig mit der UV-Lampe experimentieren, ist das Entstehen einer Diskussion nicht möglich (1). Erst als sie den Arbeitsauftrag weiterlesen und sich für die Aussage von Livia, wir können UV-Strahlung, wenn sie sehr intensiv ist sehen, entscheiden, begeben sich die Lernenden in Stufe 2. Nachdem die Lernenden den gestuften Concept Cartoon öffnen und sich das Gegenargument durchlesen, driften sie wieder von der Aufgabe beziehungsweise dem Gespräch ab (1). Die Lernenden sind irritiert, als sie das Gegenargument lesen und glauben, dass die Figur, für die sie sich zuvor entschieden, nicht stimmt. Auch die weiteren Gegenargumente irritieren sie. Die Lernenden entscheiden sich die Hinweise (für den 2. Cartoon), als Hilfe heranzuziehen. Die Lernenden kommen mit dem Format nicht zurecht und meinen, dass die Arbeitsmappe an dieser Stelle unübersichtlich ist. Als die Lernenden einen Antwortsatz formulieren müssen, kommen sie nochmals kurz zum Cartoon zurück.

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Lernenden beginnen den Cartoon mit dem Erzählen von eigenen Erfahrungen zum Thema Sonnenschutz. Sofort anschließend daran setzen sie aber die alle gestuften Hilfen gleichzeitig ein, ohne in der Gruppe besprochen zu haben, ob sie diese verwenden wollen oder nicht. Der Einsatz der Hinweise regt die Diskussion nicht an und die Lernenden wechseln zurück zur Aufgabe 4. Aus Zeitgründen wird die Aufgabe zum Concept Cartoon mit gestuften Hilfen nicht beendet.

Gruppe 13

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus vier Schülerinnen der neunten Schulstufe einer AHS im städtischen Bereich zusammen. Die Lernenden setzen sich mit großer

Motivation mit den jeweiligen Aufgaben auseinander. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Gestufteter Concept Cartoon

Zu Beginn dieser Aufgabe lesen die Lernenden die Aufgabe und beginnen ihre Meinungen kundzugeben und Behauptungen aufzustellen. Diese werden auch mit Wissenselementen belegt (4). Die Lernenden identifizieren sich mit Eda, die der Meinung ist, dass die UV-Lampe zusätzlich auch noch Sichtbare Strahlung abgibt. Eine Schülerin ist zusätzlich noch Manus Meinung. Beim Öffnen des gestuften Concept Cartoons denken die Lernenden, dass dieselbe Person, bei der man den Cartoon aufmacht, die Gegenargumente bringt. Die Lernenden führen die Diskussion fort und suchen Belege und Fakten aus den vorhergehenden Aufgaben (4). Obwohl die Lernenden valide Argumente in die Diskussion einbringen und der Meinung sind, dass „die Strahlung der UV-Lampe eine UV-Strahlung und eine sichtbare Strahlung ist, fühlen sie sich unsicher und ahnungslos. Das Verfassen eines Antwortsatzes hilft den Lernenden nochmals ihre Gedanken und Argumente in Worte zu fassen. Ihr Antwortsatz lautet wie folgt: „Wir sind der Meinung, das[s] die Strahlung der UV-Lampe ein[e] UV-Strahlung und eine sichtbare Strahlung gleichzeitig emittiert.“

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Lernenden beginnen diese Aufgabe mit einer lebendigen Diskussion und bringen unterschiedliche Argumente ein. Zusätzlich versuchen sie diese Argumente mit Wissenselementen zu belegen (4). Des Weiteren bauen die Lernenden eigene Erfahrungsberichte in das Gespräch ein, um so ihren Standpunkt zu untermauern und gehen auf die Aussagen der anderen ein (5). Nachdem die Diskussion ins Stocken gerät, entscheiden sich die Schülerinnen für Hinweis 2. Hinweis 2 hilft ihnen nicht weiter, da sie den Inhalt dieser Hilfe schon zuvor selbst als Argument gebracht haben. Die Unterrichtssubjekte öffnen keine weiteren Hinweise und gehen direkt zum Verfassen des Antwortsatzes über. Nachdem die Lernenden eine Antwort verfassen „UV-Strahlung kann auf eine längere Dauer schädlich sein“, bringt eine Lernende nochmals einen Fakt zum Thema UV-Strahlung und Hautkrebs in die Diskussion ein, den sie in einer Zeitschrift gelesen hat. Dies wirkt sich jedoch nicht weiter auf die Diskussion aus. Sie einigen darauf, dass es teilweise gesund ist sich in die Sonne zu legen, aufgrund des Vitamin D, jedoch sollte man sich nicht zu lange in der Sonne befinden, da dies zu Hautschäden und Sonnenbränden führen kann.

Gruppe 15

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus vier Schüler der neunten Schulstufe einer AHS im städtischen Bereich zusammen. Die Lernenden wechseln bei der Bearbeitung der

Aufgaben teilweise in ihre Muttersprache, dies macht eine Analyse zum Teil unmöglich. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Gestufter Concept Cartoon

Nach kurzer Diskussion in der Gruppe, bei der die Lernenden Behauptungen aufstellen (2), beginnen sie, wie auch schon bei den vorhergehenden Aufgaben, in ihrer Muttersprache zu sprechen. Aufgrund mangelnder Sprachkenntnisse auf Seiten der Verfasserin dieser Arbeit können die Gespräche in der Muttersprache der Lernenden nicht analysiert werden. Erst als die Lernenden wieder zurück ins Deutsche wechseln, ist eine Einstufung der Lernenden während der Diskussion auf Basis des Downing Modells möglich. Die Gruppenmitglieder identifizieren sie sich mit Aussagen der Figuren des Cartoons (2). Ein Schüler wundert sich und fragt die Gruppe wieso sie noch keine Hinweise verwendet haben. Dennoch öffnet die Gruppe den gestuften Concept Cartoon nicht. Ein Lernender greift nochmals kurz die Diskussion auf und stellt weitere Behauptungen auf. Hierbei identifiziert er sich mit Eda deren Meinung sich auch im Antwortsatz „Eine eingeschaltete Lampe hat sichtbare UV-Strahlung.“ widerspiegelt (2). Die Lernenden beenden die Aufgabe ohne den gestuften Concept Cartoon aufzuklappen.

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Die Lernenden bearbeiten die Aufgabe sehr unkonzentriert, wechseln immer wieder in ihre Muttersprache und driften von der Aufgabe ab. Ein Schüler ermahnt seine Kollegen, dass sie die letzte Aufgabe dieser Arbeitsmappe konzentriert erledigen sollen. Die Lernenden setzen dann sowohl Hinweis 1 als auch Hinweis 2 ein. Es kommt jedoch zu keiner Diskussion. Ein weiteres Gruppenmitglied meint: „UV-Strahlung ist sehr langweilig.“ (1). Daraufhin öffnen die Lernenden Hinweis 3. Jener Schüler, der davor schon die anderen Gruppenmitglieder ermahnt hatte, versucht nun mit allen Mitteln die Gruppenarbeit aufrecht zu halten und eine Lösung zur Aufgabe zu finden. Er öffnet Hinweis 4. Dadurch kommen die Lernenden kurzfristig zur Aufgabe zurück und „sind der Meinung, dass Sonnenstrahlung gefährlich ist (2). Erst als die Lernenden einen Antwortsatz formulieren sollen identifizieren sich mit Claire, die behauptet, dass Sonnenstrahlung schädlich für die Haut ist und somit mit der Meinung der Lernenden übereinstimmt.

Gruppe 16

Diese geschlechterhomogene Gruppe setzt sich aus vier Schülerinnen der neunten Schulstufe einer AHS im städtischen Bereich zusammen. Die Gruppe bearbeitet alle Aufgaben der Arbeitsmappe. Bezüglich der Concept Cartoons ist Folgendes festzuhalten:

Gestufter Concept Cartoon

Zu Beginn der Aufgabe diskutieren die Lernenden, ob das Licht der Lampe blau oder violett ist. Weiters stimmen sie einzelnen Figuren zu und eine Schülerin fragt in die Gruppe: „Wem stimmt ihr jetzt zu?“. Nachdem sie Charlie und Livia nennen bricht die Diskussion ab (1-2). Eine Schülerin bestimmt, ohne Diskussion, dass sich die Gruppe auf Livia einigt und schreiben deren Meinung als Antwortsatz in ihre Arbeitsmappe (1). Die Lernenden klappen den gestuften Concept Cartoon nicht auf.

Concept Cartoon mit gestuften Hilfen

Zu Beginn der Bearbeitung dieses Concept Cartoons stimmt eine Lernende Gernot zu, verwendet dabei aber die erste Person plural. Sie versucht die Behauptung mit Wissensselementen zu belegen (4). Die Lernenden diskutieren in der Gruppe wie lange man in die Sonne gehen kann, ohne dass es für die Haut schädlich ist. Sie gehen dabei auf die Meinungen der anderen Gruppenmitglieder ein und reagieren auf diese (5). Die Lernenden verwenden dabei Phrasen wie, „Ich denke nicht, ..., Ich glaube nicht, ...“ (5). Nachdem eine Person fragt, wem sie zustimmen, meint die Gruppe, dass sie sich uneinig sei. Die Gruppe entscheidet sich Hinweis 4 zu öffnen. Dieser besitzt jedoch keinen Einfluss auf die Diskussion. Jede Schülerin schreibt ihre eigene Erklärung in das Antwortkästchen. Aus Zeitgründen, die Pause hat bereits begonnen, wollen die Lernenden keine weiteren Hinweise einsetzen.

5.3 Persönliche Erfahrungen der Lernenden

Wie in den Forschungsmethoden beschrieben, werden zusätzlich zur Analyse der Audioaufnahme mittels Anwendung des Downing Modells auch die individuellen Erfahrungen der Lernenden im Rahmen der Testung betrachtet. Hierzu werden die Daten aus dem Feedbackbogen herangezogen, welchen die Lernenden nach der Bearbeitung der Aufgaben erhalten und individuell ausfüllen. Besonders relevant für die Analyse ist hierbei einerseits, wie gut die Aufgaben den Unterrichtssubjekten gefallen und andererseits wie schwer sie die Aufgaben empfinden. Im folgenden Abschnitt werden diese Angaben genauer betrachtet. Zusätzlich dazu wird abschließend ebenfalls analysiert, ob die Lernenden eine bestimmte Aufgabe gegenüber der anderen Aufgabe bevorzugen.

Die folgende Abbildung bildet die Bewertungen der Aufgaben, die keinen Concept Cartoon beinhalten, auf. Die Lernenden verwenden hierfür eine Likert-Skala von sehr schlecht (=0) bis sehr gut (=4).

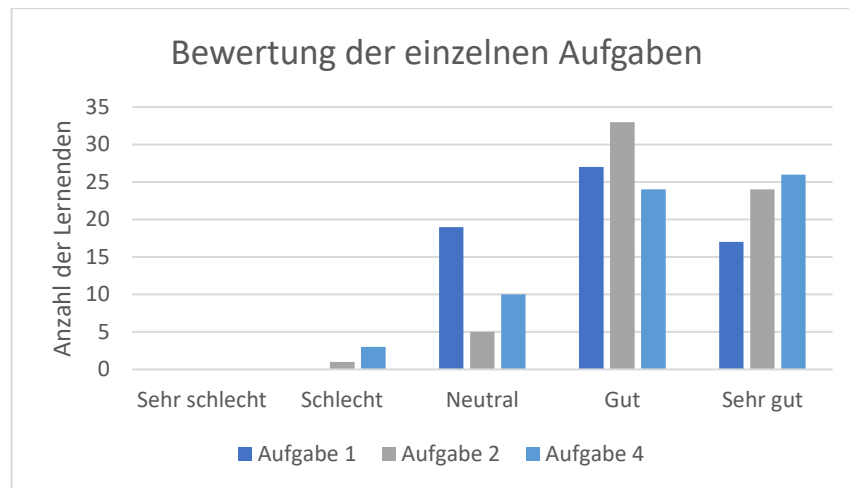


Abbildung 24: Bewertung der einzelnen Aufgaben

Im Weiteren beurteilen die Lernenden die Aufgaben auf Grund der Schwierigkeit von sehr leicht (=0) bis sehr schwer (=4). In folgender Abbildung ist zu sehen, dass die Lernenden alle Aufgaben im Schnitt mit leicht bewerten. Die Bewertung der Schwierigkeit der Concept Cartoons wird in Abschnitt 5.2.3 erläutert.

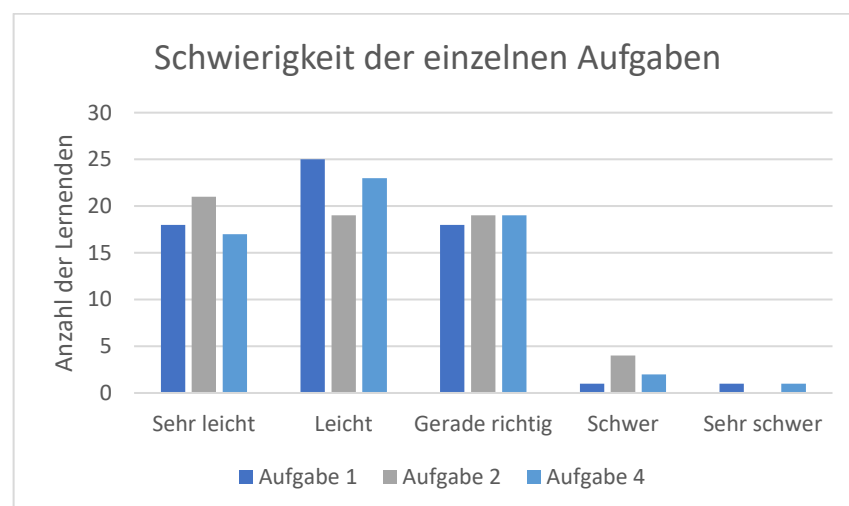


Abbildung 25: Schwierigkeit der einzelnen Aufgaben durch die Lernenden

5.3.1 Gut gefallen

Im Rahmen des Feedbackbogens wird evaluiert wie gut die Aufgaben, die die Lernenden im Rahmen der Unterrichtseinheit bearbeiten, diesen gefallen. Wie aus Abbildung 25 ersichtlich, gefällt 25 (78,1%) von 32 Lernenden, die die orangene Arbeitsmappe bearbeiten, der Concept Cartoon mit gestuften Hilfen zum Schutz vor UV-Strahlung gut beziehungsweise sehr gut. 22 von 30 (73,3%) Lernenden, die die grüne Arbeitsmappe bearbeiten, gefällt der Concept Cartoon mit gestuften Hilfen zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung gut beziehungsweise sehr gut. Jeweils eine Person pro Arbeitsmappenversion bewertet die Concept Cartoons mit gestuften Hilfen mit „schlecht“.

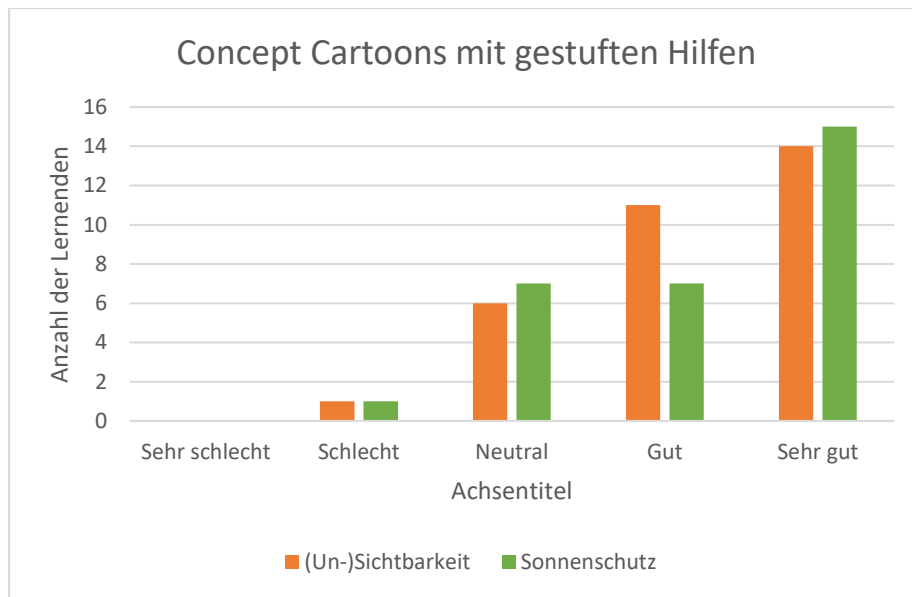


Abbildung 26: Bewertung der Concept Cartoons mit gestuften Hilfen nach Arbeitsmappe

Die Aufgabe zum gestuften Concept Cartoon gefiel insgesamt 35 (71,4%) von 49 Lernenden die Aufgabe zum gestufte Concept Cartoon gut beziehungsweise sehr gut. Zusätzlich zeigt Abbildung 26, dass 19 (63,3%) von 30 Lernende den gestuften Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung als gut beziehungsweise sehr gut bewerten und 16 (84,2%) von 19 den gestuften Concept Cartoon zum Schutz vor UV-Strahlung als gut beziehungsweise sehr gut bewerten. 2 Lernenden (6,67%) gefällt der gestufte Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung schlecht.

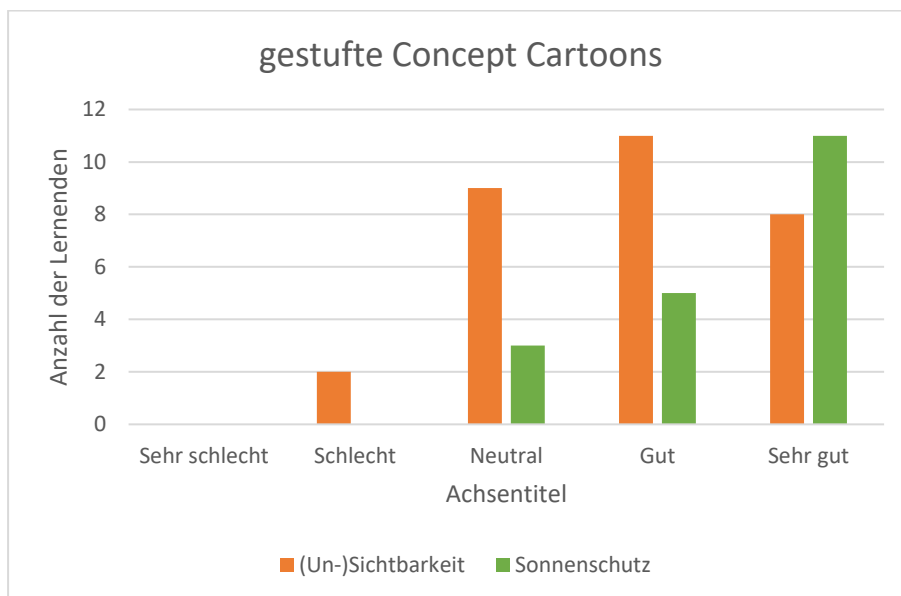


Abbildung 27: Bewertung der gestuften Concept Cartoons nach Arbeitsmappe

5.3.2 Schwierigkeit

Zusätzlich zur Frage, ob die Aufgaben den Lernenden gut gefallen, sollen die Unterrichtssubjekte im Feedbackbogen auch angeben, wie schwierig sie die einzelnen Aufgaben der Arbeitsmappe empfinden.

Insgesamt bewerten 57 Lernende den Concept Cartoon mit gestuften Hilfen hinsichtlich seiner Schwierigkeit. Wie in Abbildung 27 ersichtlich, bewerten 42 (73,7%) bewerten diese Art des Cartoons als sehr leicht beziehungsweise leicht. Es geben bei der orangenen Arbeitsmappe 22 (71,0%) von 31 Lernenden an, dass sie die Aufgabe mit dem Concept Cartoon mit gestuften Hilfen zum Schutz vor UV-Strahlung leicht beziehungsweise sehr leicht empfinden. Bei der Bearbeitung der grünen Arbeitsmappe geben sogar 20 (76,9%) von 26 Personen an, dass sie den Concept Cartoon mit gestuften Hilfen zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung als leicht beziehungsweise sehr leicht empfinden. Daneben stufen auch vier Lernende den Concept Cartoon mit gestuften Hilfen als „schwer“ ein. Diese vier bearbeiten alle eine orange Arbeitsmappe.

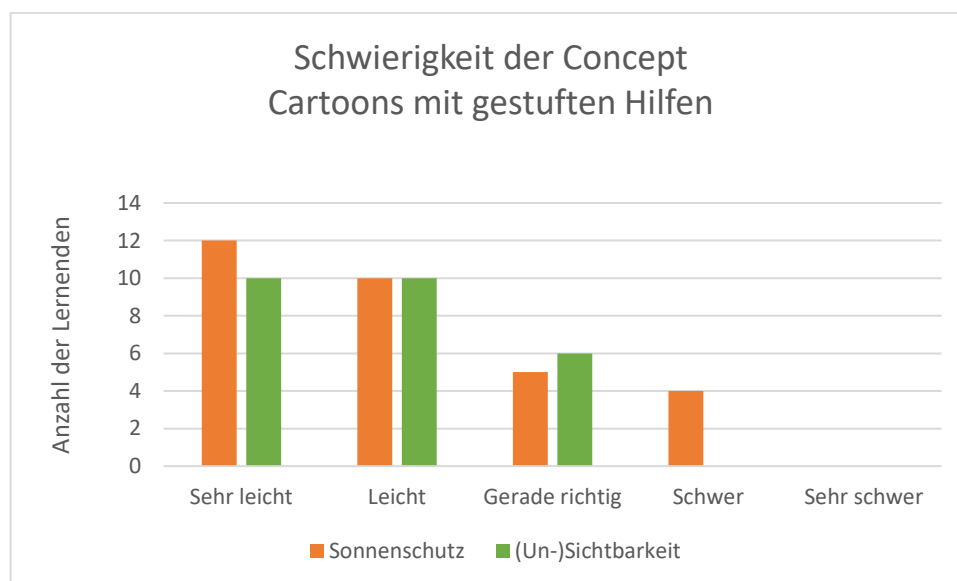


Abbildung 28: Schwierigkeit der Concept Cartoons mit gestuften Hilfen

Zur Schwierigkeitsbewertung des gestuften Concept Cartoons können lediglich Daten von 49 Lernenden herangezogen werden, da die anderen diesen nicht einsetzen oder einsetzen können. 32 (65,3%) Lernende bewerten diesen als sehr leicht beziehungsweise leicht. Abbildung 28 zeigt, dass 21 (70%) von 30 Lernende, die den gestuften Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung bearbeiten, diesen als sehr leicht beziehungsweise leicht bewerten. Fünf (16,7%) hingegen bewerteten diesen als schwer. Wie schon zuvor bewertet auch hier keine/r der Lernenden, der/die die grüne Arbeitsmappe bearbeitet, die Aufgabe mit dem gestuften Concept Cartoon zum Schutz vor UV-Strahlung als schwer. 11

(57,9%) von 19 bewerten diesen hingegen als sehr leicht beziehungsweise leicht. Im Vergleich dazu bewerten 4 (13,3%) Lernende den gestuften Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung als gerade richtig und 8 Lernende (42,11%) den gestuften Concept Cartoon zum Schutz vor UV-Strahlung als gerade richtig.

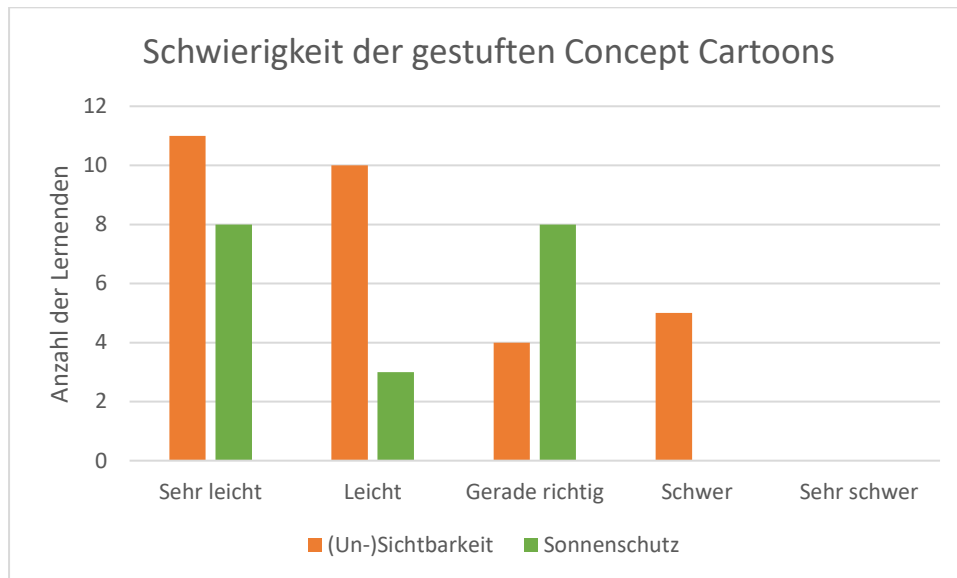


Abbildung 29: Schwierigkeit der gestuften Concept Cartoons

5.3.3 Welchen der beiden Cartoons bevorzugen die Lernenden?

49 Lernende bearbeiten beide Formate des Concept Cartoons. 47 geben an ob und wenn, ja, welchen Cartoon sie bevorzugen und werden somit zur Datenanalyse, welchen Cartoon sie bevorzugen, herangezogen. Wie in Tabelle 13 ersichtlich geben 34 (72,3%) Lernende an, dass ihnen beide Cartoons gleich gut gefallen. Eine Person (2,1%) bevorzugt den Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung. Als Begründung nennt diese, dass sie bei der Bearbeitung dieses Cartoons neue Inhalte gelernt hat. Der Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung wird im gestuften Format bearbeitet. 12 (25,5%) Lernende bevorzugen den Cartoon zum Schutz vor UV-Strahlung, davon bearbeiten 8 (42,1%) Personen den gestuften Concept Cartoon und 4 (14,3%) den Concept Cartoon mit gestuften Hilfen. Auch aus den Begründungen der Lernenden wieso sie einen der Cartoons bevorzugen, geht hervor, dass sie das Thema Schutz vor UV-Strahlung bevorzugen beziehungsweise zu diesem Thema mehr wissen. Diejenigen, die angeben, dass ihnen beide Cartoons gleich gut gefallen, geben an, dass beide informativ, lehrreich und schön gestaltet sind.

	Sichtbarkeit	Sonnenschutz	gesamt
Gestuftter Cartoon	1	8	9
Gestufte Hilfen	0	4	4
Gesamt	1	12	

Tabelle 12: Bevorzugung der Art des Cartoons in totalen Zahlen

	Sichtbarkeit	Sonnenschutz	gesamt
Gestuftter Cartoon	3,6%	42,1%	19,1%
Gestufte Hilfen	0,0%	14,3%	8,5%
gesamt	3,6%	56,4%	

Tabelle 13: Bevorzugung der Art des Cartoons in Prozent

Beide gleich in totalen Zahlen	Beide gleich in Prozent
34	72,3%

Tabelle 14: Anzahl der Lernenden, die beide Concept Cartoons gleich bewerten

5.4 Weitere Ergebnisse

Im Folgenden Abschnitt werden weitere relevante Ergebnisse präsentiert.

5.4.1 Schülervorstellungen

Wie bei den Erläuterungen der einzelnen Gruppen zu sehen ist, setzen die Lernenden im Rahmen der Bearbeitung der Concept Cartoons neben einigen Fakten auch eine Vielzahl an Schülervorstellungen als Argumente während den Gruppendiskussionen über UV-Strahlung ein. Auch bei der Bearbeitung der weiteren Aufgaben kann eine Vielzahl an Pre-Konzepten detektiert werden. Eine Auflistung aller, im Rahmen dieser Testung erhobenen Aussagen, die Hinweise auf Schülervorstellungen liefern könnten, ist im Anhang zu finden. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick gegeben. Zudem werden zusätzlich auch sprachliche Schwierigkeiten beobachtet.

Nicht allen Lernenden ist die Abkürzung UV bekannt und wissen deren Bedeutung. Auch das Wort emittieren ist manchen Lernenden nicht bekannt. Weiters auffallend ist, dass Lernende oftmals von (UV-)Strahlungen sprechen. Diese Lernenden besitzen Deutsch oftmals nicht als Primärsprache. Sie verwenden nicht, wie im Deutschen und im Türkischen üblich, die Einzahl, sondern die Mehrzahl des Wortes. Auch bei den Antwortsätzen in den Arbeitsmappen ist nicht immer ganz klar, was die Lernenden mit ihren Antworten aussagen wollen.

Weiters kann beobachtet werden, dass vielen Lernenden Aufgabe 2 schwerfällt, obwohl, wie man bei Gruppe 9 beobachten kann, es möglich ist alle UV-Quellen zu erkennen, wenn man den Text aus Aufgabe 1 aufmerksam liest. Im Rahmen dieser Aufgabe können einige

Schülervorstellungen zum Thema UV-Quellen und UV-Strahlung detektiert werden. Bei der Auswertung der Audioaufnahmen können hierbei auch einige aha-Momente beim Vergleichen der Antworten mit der beigelegten Lösung beobachtet werden. Die Sonne wird zum Beispiel häufig als UV-Quelle erkannt, Sterne jedoch nicht. Auch, wie im Kapitel 2.2.3 erwähnt, fällt es den Lernenden schwer zwischen Strahlungsarten, in diesem Fall zwischen radioaktiver Strahlung und ultravioletter Strahlung, zu unterscheiden.

Des Weiteren kann beobachtet werden, dass zum *Schutz vor UV-Strahlung* einige Fehlvorstellungen existieren. In zwei Gruppen der höheren berufsbildenden Schule werden folgende Aussagen beziehungsweise Vorstellungen von weiblichen Lernenden zum Thema Bräune und Schönheit detektiert: „Jeder will braun sein, Mann!“ und „Ich werde mich trotzdem bräunen lassen.“ In einer weiteren Gruppe dieser Schule meint eine Lernende, dass Bräune nicht unbedingt etwas Negatives sei.

5.4.2 Aufgabe 2: UV-Quellen

Bei Aufgabe 2 sollen die Lernenden alle gefundenen UV-Quellen in das dafür vorgesehene Kästchen eintragen. Hierfür steht den Lernenden für jede Quelle eine Linie zur Verfügung. Wie aus den Audioaufnahmen erkenntlich ist, setzten einige Gruppen (4, 5, 16) die Anzahl der Linien als Hilfe zur Lösung der Aufgabe ein.

Darüber hinaus wird aus den Audioaufnahmen erkenntlich, dass die Lernenden am Ende der 2. Aufgabe die Checkbox, wo sie aufgefordert werden nach Beenden der Aufgabe mit der Lösung, die sie in der Box finden, zu vergleichen, lesen und ihre eingetragenen UV-Quellen mit der Lösung vergleichen. Haben sie nicht alle UV-Quellen richtig erkannt, so bessern die Lernenden ihre Antworten mit Hilfe der Lösung aus. Wie aus den Arbeitsmappen hervorgeht haben jedoch nicht alle Lernende das dafür vorgesehene Kästchen ab.

5.4.3 Unterricht und Wohlfühlfaktor

46 (74,2%) von 62 der Befragten fühlen sich während der Gruppenarbeitsphase sehr wohl und 6 (9,7%) fühlen sich wohl. 5 (8,1%) Lernende fühlen sich nicht beziehungsweise überhaupt nicht wohl. Dennoch würden gerne 58 (93,5%) der Lernenden diese Art von Aufgabe gerne wieder im Unterricht durchführen. Eine Person, die sich in der Gruppe nur teilweise wohlfühlt, merkt an, dass sie diese Art von Aufgabe gerne ohne Gruppe ausführen würde.

5.4.4 Zusätzliches Feedback

Manche Lernende geben mündliches Feedback über die Unterrichtseinheit direkt mittels Aufnahmegerät beziehungsweise Audioaufnahme. Sie merken an, dass die Unterrichtseinheit und die Materialien „voll süß gestaltet“ sind und sie „die Box mit [den] Hinweisen ur süß“ finden. Die Einheit gefällt den Lernenden so gut, dass sie es schade finden, dass die Unterrichtsstunde zu Ende ist. Außerdem bereitet ihnen diese Form des Unterrichts Spaß. Die Lernenden bezeichnen die Aufgabenstellungen als „toll“ und meinen, dass ihnen diese Unterrichtseinheit die Möglichkeit bietet sich mit dem Thema UV-Strahlung auseinanderzusetzen. Besonders gut gefällt den Lernenden, dass sie das Thema in der Gruppe bearbeiten können. Dieses Feedback stimmt auch mit dem Feedback aus den Feedbackbögen bezüglich Unterrichtsstunde, Handout, Aufgaben und Zeichnungen überein. Vor allem die Unterrichtsstunde im Allgemeinen und die Zeichnungen haben den Lernenden gut beziehungsweise sehr gut gefallen. In folgender Tabelle sind die Bewertungen der vier Items von sehr schlecht (=0) bis sehr gut (=4) im Schnitt aufgelistet.

Item	Bewertung (Mittelwert)
Unterrichtsstunde	3,5
Handout	3,4
Aufgaben	3,1
Zeichnungen	3,5

Tabelle 15: Bewertung der Unterrichtsstunde, des Handouts, der Aufgaben und Zeichnungen

6 Diskussion

Das folgende Kapitel diskutiert die Ergebnisse der Testungen und bettet diese in die bestehende Forschung ein. Im Speziellen werden für den Unterricht relevante Ergebnisse erörtert und ein möglicher Einsatz der entwickelten Materialien vorgestellt. Des Weiteren werden aus dieser Arbeit resultierende offene Fragen vorgestellt.

6.1 Concept Cartoons

Die Frage, ob ein gestufter Concept Cartoon sich auf Gruppendiskussionen stärker bzw. schwächer auswirkt als ein Concept Cartoon mit gestuften Hilfen, kann im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht zur Gänze beantwortet werden. Auf Grund der Datenanalyse ist jedoch erkenntlich, dass die Lernenden während der Bearbeitung der Concept Cartoons mit gestuften Hilfen etwas qualitativ hochwertiger Diskutieren als bei der Bearbeitung der gestuften Concept Cartoons. Es kann jedoch beobachtet werden, dass die jeweiligen Themen bei Weitem größere Unterschiede induzieren als die Methode des Concept Cartoons selbst. Vor allem die Beliebtheit des Concept Cartoons bei den Schülerinnen und Schülern ist im Rahmen dieser Testung eher nicht von der Art des Concept Cartoons abhängig, sondern viel mehr vom Thema. Zum Beispiel wird beobachtet, dass der gestufte Concept Cartoon zum Schutz vor UV-Strahlung bei den Lernenden beliebter ist als der gestufte Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung. Derselbe Zusammenhang existiert auch bei den beiden Concept Cartoons mit gestuften Hilfen. Die Tatsache, dass der Schutz vor UV-Strahlung für Schülerinnen und Schüler eine meist höhere Praxisrelevanz besitzt als die (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung, könnte eine mögliche Erklärung für diese Resultate liefern (Huber & Hader-Popp nach Bridges & Hallinger, 2005, S. 3). Zusätzlich dazu ist auch anzumerken, dass die Aufgabe zum Schutz vor UV-Strahlung in beiden Arbeitsmappen nach der Aufgabe (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung eingebaut ist. Die Bevorzugung des *Schutzes vor UV-Strahlung* könnte also daher rühren, dass sie den Concept Cartoon zu diesem Thema als zweiten Concept Cartoon bearbeiten und sich beim Thema (Un-)Sichtbarkeit schon Problemlösestrategien angeeignet haben. Daraus könnte resultieren, dass sie sich bei der Bearbeitung des zweiten Concept Cartoons sicherer fühlen. So scheint, auf Grund der erhobenen Daten, dass Schülerinnen und Schüler bei Arbeitsaufträgen sich oftmals zuerst Aufgabelösestrategien aneignen müssen, bevor sie diese einsetzen können.

Die Ergebnisse der Pre-Testung, sowie der Testung zeigen weiters, dass für manche Lernende das Format des gestuften Concept Cartoons etwas unklar ist. Die Lernenden denken, dass das Gegenargument, das sie beim Öffnen des gestuften Concept Cartoons lesen, von

derselben Person stammt, bei der sie den Concept Cartoon aufklappen. Jedoch stellt sich bei der Pre-Testung heraus, dass die Figuren, die die Gegenargumente bringen und im inneren des gestuften Concept Cartoons abgebildet sind, bei manchen Lernenden für Verwirrung sorgen. Es scheint somit, als ob das Verständnis der konkreten Ausgestaltung des gestuften Concept Cartoons von der Ausprägung der individuellen Lerntypen abhängen könnte.

Bezüglich der Concept Cartoons mit gestuften Hilfen wird im Rahmen der Testungen festgestellt, dass sich nicht alle Hinweise als gleich hilfreich für die Lernenden erachten. Außerdem kann beobachtet werden, dass sich nicht alle Hinweise direkt auf die Diskussion auswirken. Dies unterstützt die schon vorhandene These, dass die Erstellung der gestuften Hilfen abgestimmt auf das Können und Wissen der Lernenden erfolgen sollte (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 67). So wird zum Beispiel Hinweis 1, das Formulieren der Aufgabenstellung in eigenen Worten, von einigen Schülerinnen und Schüler als nicht hilfreich erachtet. Dies ist vor allem in besseren Gruppen der Fall, die sowieso die Aufgabenstellung genau analysieren. Zusätzlich dazu wirkt sich Hinweis 1 auch bei anderen Gruppen nicht direkt auf die Diskussion aus. Jedoch beobachten wir wie auch schon Medley (2001, S. 222), dass Lernende oftmals die Aufgabenstellungen nicht (genau) lesen. Die Lernenden wissen somit nicht was zu tun ist beziehungsweise was von ihnen verlangt wird. Des Weiteren ist die Hemmschwelle Hinweise zu verwenden bei einigen der untersuchten Gruppen sehr gering. Dies ist grundsätzlich positiv zu bewerten, da der Einsatz von Hilfen kein Scheitern, sondern einen wichtigen Teil des Lernprozesses darstellt (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel 2010, S. 68). Jedoch setzen manche Gruppen oftmals schon zu Beginn der Aufgabe mindestens einen Hinweis ein, ohne noch über die Aufgabe nachzudenken. Hier erweist sich Hinweis 1 als hilfreich. Sie werden nochmals angeregt sich mit der Aufgabenstellung zu befassen. Ein paar Gruppen öffnen gleich am Anfang der Aufgabe alle Hinweise. Dies stellt sich im Rahmen dieser Testung, als nicht förderlich für den Diskussions- und Lösungsprozess heraus. Um ein solches Verhalten zu verhindern, könnte man die Hinweise nicht direkt in der Box zur Verfügung stellen, sondern an einem anderen Punkt im Raum platzieren. Es wird vermutet, dass diese geographische Distanz dazu führt, dass Hinweise erst nach genauem Überlegen geholt und geöffnet werden.

Darüber hinaus kann beobachtet werden, dass die Lernenden oftmals am Ende der Bearbeitung einer Aufgabe nach einer Musterlösung suchen. Bei der Erstellung von Aufgaben und Unterrichtseinheiten kann dies berücksichtigt werden und die Lehrperson kann den Lernenden zu den einzelnen Aufgaben Lösungen zur Verfügung stellen. Außerdem stellt sich heraus, dass es sinnvoll ist, am Ende einer Aufgabe die Lernenden aufzufordern eine

(gemeinsame) Lösung zu verfassen. Dies regt in vielen Fällen den Problemlöseprozess nochmals an und hilft den Lernenden ihre Gedanken und Ideen in Worte zu fassen. Bei Aufgaben, bei denen die Diskussion im Mittelpunkt steht, kann beobachtet werden, dass in häufigen Fällen das Gespräch dadurch nochmals angeregt wird. So ist laut Mortimer und Scott (2010, S. 8) die Aneignung neuen Wissens dann möglich, wenn die Unterrichtssubjekte die unbekannten Inhalte in eigene Worte fassen.

Wird ein Einsatz von Concept Cartoons im Unterricht angestrebt, so ist zuerst eine Bearbeitung eines klassischen Concept Cartoons im Plenum sinnvoll. Im Anschluss daran können Concept Cartoons mit gestuften Hilfen eingesetzt werden. Auch die Verwendung dieser verlangt zu Beginn eine detaillierte Erklärung (Hänze, Schmidt-Weigand & Stäudel, 2010, S. 68). Obwohl das Erstellen der (gestuften) Concept Cartoons sowie der gestuften Hilfen und den zu den Aufgaben passenden Lösungen sich als zeitintensiv herausstellen mag, scheint sich der Einsatz auf Grund des Feedbacks der Lernenden zu den Illustrationen und der Arbeitsmappe zu lohnen.

6.2 Selbstständiges Arbeiten

Wie die Antworten aus dem Feedbackbogen und das Feedback der Lernenden in den Audioaufnahmen zeigen, erfährt die Methode *Physik in der Box* wie schon bei Zloklikovits (2016) große Beliebtheit bei den Lernenden. Diese Methode und die Aufgaben der Arbeitsmappe fördern und fordern sehr stark die Selbstständigkeit der Lernenden. Wie beobachtet funktioniert das selbständige Arbeiten der Lernenden während der Unterrichtseinheit in vielen Gruppen hervorragend. In manchen Gruppen können jedoch einige Schwierigkeiten detektiert werden. Außerdem kann festgestellt werden, dass einige Lernende, teilweise ganze Gruppen, schnell vom Thema abschweifen und sich nicht auf die Aufgabe konzentrieren. Entgegen Keogh, Naylor & Wilson, (1998, S. 223; 1999, S.436) scheint es, dass die Aufmerksamkeitsspanne bei der Bearbeitung von Concept Cartoons dieser Arbeitsmappe in manchen Gruppen sehr gering ist. Einzelne Lernenden schweifen leicht vom Thema ab beziehungsweise diskutieren nicht über den dargestellten Sachverhalt. Driften Lernende im Rahmen dieser Testung vom Thema ab, so werden diese zu besagtem Zeitpunkt in Stufe 1 des Downing Modells eingeordnet.

Ein Vorteil, der sich im Rahmen dieser Unterrichtseinheit aber auch als etwaiger Nachteil entpuppt, ist die sehr große Freiheit bei der Bearbeitung der Aufgaben. Es kann beobachtet werden, dass dieses Format nicht für alle Lernende geeignet ist. Daraus wird der Schluss gezogen, dass gewisse Lerntypen klarere Strukturen und Anleitungen durch die Lehrperson

benötigen. Das Arbeiten in der Gruppe wird von vielen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Testung als positiv bewertet. Es geht jedoch auch aus der Analyse der Audioaufnahmen und der Feedbackbögen hervor, dass Gruppenaufgaben nicht für alle Schülerinnen und Schüler das geeignete Format darstellen. Grund dafür könnte sein, dass sie sich während Gruppenarbeiten nicht wohlfühlen und ungern in Gruppen arbeiten.

6.3 Dauer der Unterrichtseinheit

Aus der Testung wird ersichtlich, dass die Unterrichtseinheit für Lernende der achten und neunten Schulstufe etwas zu lange ist und oftmals die letzte Aufgabe unter Zeitdruck bearbeitet werden muss. Die Lernenden der zwölften Schulstufe bearbeiten die Aufgaben der Arbeitsmappe hingegen wesentlich schneller. Es besteht die Möglichkeit die theoretischen Inhalte zum Teil oder ganzheitlich schon in der vorhergehenden Einheit zu bearbeiten. Der Infotext aus Aufgabe 1 dient dann somit als Wiederholung des bereits Gelernten. Vor allem für das Experimentieren mit der UV-Lampe sollte genügend Zeit im Rahmen der Unterrichtseinheit eingeplant werden. Da beobachtet wird, dass die UV-Lampe sehr viel Aufmerksamkeit von den Lernenden bekommt und die Lernenden mit großem Interesse mit dieser experimentieren. Außerdem scheint es, dass die UV-Lampe die Lernenden oftmals von der Bearbeitung der Aufgaben ablenkt. Deswegen erachten wir es als sinnvoll, eine zusätzliche Aufgabe, die die Lernenden zum Experimentieren mit der UV-Lampe animiert, zu erarbeiten. Es könnte sein, dass wenn die Lernenden zu Beginn der Unterrichtseinheit eine extra Aufgabe zum Experimentieren mit der UV-Lampe durchführen, sie dann im Anschluss weniger von der Lampe abgelenkt werden und sich besser auf die folgenden Aufgaben konzentrieren können.

6.4 Sicherer Umgang mit der UV-Lampe

Bezüglich dem Umgang mit der UV-Lampe kann beobachtet werden, dass sich die Lernenden beim Einsatz dieser trotz schriftlicher Anweisungen dies zu unterlassen, oftmals in die Augen leuchten. Dies könnte daher rühren, dass die Lernenden die UV-Lampe, ohne noch Arbeitsanweisungen zu lesen, aus der Box herausnehmen und diese einschalten. Es wird daher als ratsam erachtet, zusätzlich zur schriftlichen Anleitung eine mündliche Einführung zum Umgang mit der UV-Lampe zum Beginn der Unterrichtseinheit zu geben. Hierbei ist es möglich den Lernenden Auswirkungen und vor allem die Risiken von UV-Strahlung auf unsere Augen vorzustellen.

6.5 Schülervorstellungen

Wir beobachten entgegen der Literatur zu Concept Cartoons (Kabapinar 2005, S. 144; Keogh & Naylor, 1999, S. 437; Keogh, Naylor & Wilson, 1998, S. 223), dass das Detektieren von Schülervorstellungen und Präkonzepten im Rahmen dieser Unterrichtseinheit bei der Bearbeitung der Concept Cartoons, ohne Audioaufnahmen, kaum möglich ist. Die Lehrperson kann sich immer nur auf eine Gruppe konzentrieren. Es gehen demzufolge die Vorstellungen der anderen Gruppen verloren. Es scheint, dass das Detektieren möglichst aller Schülervorstellungen während der Bearbeitung von Concept Cartoons in Gruppenarbeiten einzig mittels Aufnahme und anschließender, aufwendiger Analyse möglich ist. Außerdem ist anzumerken, dass Schülervorstellungen im Rahmen dieser Arbeitsform hauptsächlich dann zum Vorschein kommen, wenn die Lernenden über die Sachverhalte sprechen beziehungsweise diskutieren und ihre eigenen Gedanken und Vorstellungen in Worte fassen. Eine Möglichkeit um Schülervorstellungen, im Rahmen dieser Unterrichtseinheit, ohne Aufnahme, zu detektieren bietet jedoch das Plenum. Die Ideen der Lernenden können zum Beispiel mündlich oder schriftlich an einer Tafel oder auf einem Plakat gesammelt werden.

6.6 Weitere Einflüsse

Ein weiterer Faktor, der diese Testung beeinflussen könnte, ist die Konstellation der Gruppen. Im Rahmen dieser Einheit können sich die Lernenden selbst in die Gruppen einteilen. Dies hat oftmals geschlechterhomogene Gruppen zur Folge. Ob und wie sich dies auf die Gruppenarbeiten auswirkt, kann im Rahmen dieser Testung nicht evaluiert werden.

Außerdem kann beobachtet werden, dass das Verhalten der Lernenden im Rahmen der Testung nicht in allen Klassen beziehungsweise Gruppen dem Verhalten während einer klassischen Unterrichtsstunde entspricht. Manche Lernende geben sich bei der Bearbeitung der Aufgaben besondere Mühe, da sie wissen, dass ihr Verhalten angehört und analysiert wird. Andere Gruppen wiederum nehmen diese Unterrichtseinheit nicht sehr ernst. Grund dafür könnte der Fakt sein, dass dies keine Auswirkung auf ihre Note hat. Vor allem in der höheren berufsbildenden Schule, wo die Testung im Rahmen einer Supplierstunde stattfindet, kann dieses lockere Verhalten beobachtet werden. In der AHS im städtischen Raum hingegen werden den Lernenden bei einer aktiven Mitarbeit während der Unterrichtseinheit Arbeitsplus versprochen. Dies wirkt sich auch in einigen Fällen auf die Arbeitsqualität der Lernenden aus.

Darüber hinaus sollte bei der Analyse der Feedbackbögen die soziale Erwünschtheit, in Abschnitt 3.4.2 erläutert, berücksichtigt werden. Es könnte sein, dass die Lernenden aufgrund von sozialem Druck die Aufgaben als *leichter* bewerten, als sie diese wirklich empfinden. Auch wäre es möglich, dass die Lernenden aus demselben Grund die Gruppenarbeiten *besser* bewerten.

6.7 Das Downing Modell

Obwohl sich das Downing Modell von Naylor, Keogh und Downing (2007, S. 22-23) im Rahmen dieser Testung für eine erste Analyse der Gruppendiskussionen als geeignet erweist, können jedoch dennoch einige Aspekte der analysierten Gruppenarbeiten beziehungsweise -diskussionen, nicht abgedeckt werden. Die sieben Stufen lassen dem Analysator einen gewissen Interpretationsspielraum. Es ist somit nicht immer möglich die teilnehmenden Gruppen exakt in eine Stufe einzuordnen. Wie beobachtet wird, durchlaufen die Lernenden oftmals verschiedene Stufen des Modells während der Diskussion und befinden sich im Laufe der Gruppenarbeit selten in einer einzigen Stufe. Es ist daher bei dieser Testung nicht immer möglich einer Gruppe eine einzige Stufe zuzuweisen. Außerdem zeigt sich, dass sich während der Gruppenarbeiten nicht alle Lernenden in derselben Stufe befinden. Eine Option dem entgegenzusteuern wäre, alle Lernende einer Gruppe einzeln zu analysieren. Dies könnte sich jedoch, wenn lediglich Audioaufnahmen zur Verfügung stehen, als problematisch erweisen, da, wie im Rahmen der Analyse ersichtlich, nicht immer ganz klar hervorgeht, welche Person gerade spricht.

Darüber hinaus kann beobachtet werden, dass sich oftmals nur ein Teil der Lernenden aktiv in die Diskussion einbringt. Es stellt sich als schwer heraus, Lernende, die sich nicht aktiv ins Gespräch einbringen, mittels Downing Modell zu kategorisieren. Dennoch sind Lernende laut Mortimer und Scott (2010, S. 12) nicht nur ausschließlich beim Reden, sondern auch beim Zuhören aktiv am Gespräch beteiligt. Dies ermöglicht den Rednerinnen und Rednern als auch den Zuhörerinnen und Zuhörern neues Wissen zu konstruieren.

Ferner wird festgestellt, dass das Downing Modell folgenden Fall nicht inkludiert: Eine Person führt das Gespräch an und gibt die Antworten in der Gruppe vor. Tritt besagter Fall ein, kommt keine Gruppendiskussion zustande und eine Einordnung in eine Stufe ist kaum möglich. Des Weiteren wäre für die im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführte Analyse der Gruppenarbeiten folgende zusätzliche Stufe des Downing Modells nützlich: Die Lernenden identifizieren sich mit einer Figur, begründen diese Entscheidung jedoch nicht. Dieses

Verhalten kann im Rahmen der Analyse in einigen Gruppen beobachtet werden und wird mit Stufe 2 kategorisiert.

Zusätzlich wird festgestellt, dass im Rahmen des Downing Modells keine Stufe vorgesehen ist, die berücksichtigt, wie sehr die Lernenden Materialien bei der Lösung der Aufgaben verwenden beziehungsweise mit ihnen experimentieren. Überdies wäre es für diese Arbeit nützlich, wenn aus dem Modell direkt hervorgehen würde, ob und wie die Lernenden die Concept Cartoons einsetzen. Es ist daher von Nöten bei der Auswertung der beobachteten Gruppenarbeiten inklusive Concept Cartoons weitere Aspekte außerhalb des Downing Modells zu evaluieren und zu analysieren. Im Rahmen dieser Testung werden daher beispielsweise noch ein Feedbackbogen sowie eine deskriptive Statistik der eingesetzten Hilfen verwendet.

6.8 Limitationen

Aus dieser Studie gehen leider nicht die Gründe hervor, die die Lernenden dazu bewegen gestuften Hilfen beziehungsweise den gestuften Concept Cartoon einzusetzen. Außerdem kann nicht evaluiert werden, wieso sich die gestuften Hilfen (nicht) auf die Diskussion auswirken, da dies eine Vielzahl an Gründen haben könnte. Es kann sein, wie im Rahmen dieser Studie beobachtet, dass die Lernenden die Hilfe zuvor selbständig verwenden, vom Thema abschweifen oder die Hinweise direkt zu Beginn der Aufgabe einsetzen. Auch die Platzierung der Hilfen wird im Rahmen dieser Arbeit nicht explizit evaluiert. Die Studie beantwortet somit nicht, ob die Hilfekärtchen in der Box sich positiv auf den Problemlöseprozess auswirken, und eine Platzierung an einem anderen Ort im Raum sich als sinnvoller erweisen würde. Des Weiteren bleibt die Lernwirksamkeit der Unterrichtseinheit insbesondere der Concept Cartoons unevaluiert. Außerdem ist auch noch eine Evaluierung, ob und wie sich die Bearbeitung des ersten Concept Cartoons der Arbeitsmappe auf den Umgang mit dem zweiten Concept Cartoon der Arbeitsmappe auswirkt, ausständig. Ferner ist eine Analyse der im Feedbackbogen erhobenen Daten zur Selbsteinschätzung der Gruppenarbeit ausständig. Es stellt sich die Frage, ob und wie sich das Verhalten der Gruppe sowie der Wohlfühlfaktor auf das Abschneiden der Gruppen nach dem Downing Modell auswirkt. Außerdem klärt diese Arbeit nicht, ob sich diese Faktoren auf die Lernwirksamkeit auswirken.

6.9 Conclusio

Zusammenfassend sei gesagt, dass auf Basis der erhobenen Daten, keine der beiden Methoden des Concept Cartoons klar zu favorisieren ist. Es wird festgestellt, dass der Einsatz einer fachdidaktischen Methode oftmals von einer Vielzahl an Faktoren abhängt. In diesem Fall ist der Einsatz der beiden Versionen des Concept Cartoons sehr stark vom Thema und von den Lernenden selbst, deren Wissenstand, Motivation und Problemlösekompetenz abhängig. Es wird vermutet, dass die Lernenden den Umgang mit diesen beiden Methoden erst kennenlernen und üben müssen, um sich bei der Bearbeitung der Cartoons in den höheren Stufen des Downing Modells zu befinden. Auf Grund der Beobachtungen wird empfohlen, den Lernenden zuerst das Format des Concept Cartoons vorzustellen und dieses im Unterricht einzusetzen, um dann zu einem späteren Zeitpunkt, nach einer ausführlichen Einführung zum Umgang mit diesen, den gestuften Concept Cartoon beziehungsweise den Concept Cartoon mit gestuften Hilfen im Unterricht einzusetzen. Nach der Analyse der Ergebnisse wird der Einsatz von Concept Cartoons im Unterricht aus mehreren Gründen empfohlen: Sie sind vielfältig einsetzbar, bieten Vorteile im Vergleich zu anderen Unterrichtsmethoden und werden von den Schülerinnen und Schülern positiv aufgenommen.

6.10 Ausblick

Wünschenswert wäre, wenn diese Arbeit Teil weiterer Forschung wäre. So könnte in Zukunft eine genauere Untersuchung und Differenzierung von Themenunterschieden zu Methodenunterschieden durchgeführt werden. Im Rahmen weiterer Testungen könnte unter anderem die Reihenfolge der Themen verändert und die Themen Anwendungen und Wirkungen vor das Thema (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung gezogen werden. Etwaige hieraus resultierende Unterschiede würden Aufschlüsse über die potenzielle Existenz von Lerneffekten im Rahmen der Aufgabenbearbeitung zulassen. Auch eine Untersuchung der Änderungen im Verhalten der Lernenden und im Problemlöseprozess durch eine Platzierung der Hinweise des Concept Cartoons mit gestuften Hilfen im Klassenraum anstatt in der Box stellt eine interessante Möglichkeit für zukünftige Testungen dar.

Zusätzlich zu diesen konkreten Forschungsfragen zeigt diese Arbeit allgemein auf, dass vor allem die Lernwirksamkeit der erarbeiteten Concept Cartoons, sowie der erarbeiteten Einheit vielfältige Anknüpfungspunkte für zukünftige Forschungsprojekte beinhaltet. Auch die Evaluierung der im Rahmen dieser Testung erhobenen Schülervorstellungen könnte zu interessanten Ergebnissen führen.

DISKUSSION

Die Aufnahme der *UV-Strahlung* als eigenen Punkt in den österreichischen Lehrplan der Sekundarstufe wäre wünschenswert. Insbesondere die Auswirkungen dieser auf den menschlichen Körper sowie den Schutz vor dieser erachten wir als besonders wichtigen Lehrinhalt. Denn nur, wenn die Lernenden die unterschiedlichen Aspekte von UV-Strahlung kennen und wissen wie man sich richtig vor UV-Strahlung schützt, kann auch die Gesundheit der Lernenden geschützt werden.

Zu guter Letzt wäre ein vermehrter Einsatz von Concept Cartoons im (naturwissenschaftlichen) Unterricht wünschenswert. Denn wie bereits im Rahmen des Theorieteils erörtert, bieten Concept Cartoons eine Vielzahl an Vorteilen, fördern eine große Bandbreite an Kompetenzen und bereiten zudem den Lernenden, wie beobachtet werden kann, großen Spaß.

7 Verzeichnisse

7.1 Literaturverzeichnis

BGBI. II Nr. 133/2000: Verordnung des Bundesministers für Unterricht und Kunst vom 14. November 1984 über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen.

BGBI. II Nr. 209/2014: Lehrplan der Handelsakademie.

Birisci, S., & Metin, M. (2010): Developing an instructional material using a Concept Cartoon adapted to the 5E model: A sample of teaching erosion. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11 (1), 1-16.

Birisci, S., Metin, M., & Karakas, M. (2010): Pre-service elementary teachers' views on concept cartoons. A sample from Turkey. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 5 (2), 91–97.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006): *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. BSCS: Colorado Springs, CO.

Chin, C., & Osborne, J. (2010): Supporting argumentation through students' questions: Case studies in science classrooms. *The Journal of the Learning Sciences*, 19 (2), 230-284.

Dabell, J. (2008): Using concept cartoons. *Mathematics Teaching Incorporating*, 209 (1), 34-36.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000): Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84 (3), 287-312.

Duden: Cartoon. Zugriff am 03.12.2019 auf <https://www.duden.de/rechtschreibung/Cartoon>

Duit, R. (2007): Alltagsvorstellungen und Physiklernen. In: Kircher, E., Girwidz, R., & Häußler, P. (Hrsg.): *Physikdidaktik Theorie und Praxis* (S. 581-606). Springer, Heidelberg.

Franke-Braun, G., Schmidt-Weigand, F., Säudel, L., & Wodzinski, R. (2008): Aufgaben mit gestuften Lernhilfen-ein besonderes Aufgabenformat zur kognitiven Aktivierung der Schülerinnen und Schüler und zur Intensivierung der sachbezogenen Kommunikation. *Lernumgebungen auf dem Prüfstand: Zwischenergebnisse aus den Forschungsprojekten*, Kassel Univ. Press, Kassel, 27-42.

Gebhard U., Höttecke, D., & Rehm M. (2017b): Interesse an Naturwissenschaft. In: Gebhard, U., Höttecke, D., & Rehm, M. (Hrsg.): *Pädagogik der Naturwissenschaften* (S. 125-142). Springer, Wiesbaden.

Gebhard, U., Höttecke, D., & Rehm, M. (2017a): Schülerperspektiven auf die Naturwissenschaften. In: Gebhard, U., Höttecke, D., & Rehm, M. (Hrsg.): *Pädagogik der Naturwissenschaften* (S. 143-165). Springer, Wiesbaden.

Guth, B. (2002): *In den Alltag geschaut: „Kinderwelten 2002“*. Internationales Zentralinstitut für das Jugend- und Bildungsfernsehen (IZI): Köln.

Hänze, M., Schmidt-Weigand, F., & Stäudel, L. (2010): Gestufte Lernhilfen. In: Boller, S., & Lau, R. (Hrsg.): *Innere Differenzierung in der Sekundarstufe II* (S. 63-73). Ein Praxishandbuch für Lehrer/innen. Wiley, Weinheim.

Hopf, M., & Schecker, H. (2018): Schülervorstellungen zu fortgeschrittenen Themen der Schulphysik. In: Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (Hrsg.): *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 225-242). Springer, Heidelberg.

- Huber, S. G., & Hader-Popp, S. (2005): Lernen mit Praxisbezug: Problemorientiertes Lernen. In: Bartz, A., Fabian, J., Huber, S. G., Kloft, C., Rosenbusch, H. S., & Sassenscheid, H. (Hrsg.): *Praxis Wissen SchulLeitung* (S. 32.41). Carl Link: Köln.
- Ingec, S. K. (2008): Use of concept cartoons as an assessment tool in physics education. *US-China Education Review*, 5 (11), 47-53.
- Jonassen, D. H. & Kim, B., (2010): Arguing to learn and learning to argue: Design justifications and guidelines. *Educational Technology Research and Development*, 58 (4), 439-457.
- Kabapinar, F. (2005): Effectiveness of teaching via comic cartoons from the point of view of constructivist approach. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 5 (1), 135-146.
- Kabapinar, F. (2009): What makes concept cartoons more effective. Using research to inform practice. *Education and Science*, 34 (154), 104–118.
- Kardos, A. (2018): *Trotz Smartphone: Jugendliche lesen auch heute noch - aber anders*. Tagblatt, St. Gallen. Zugriff am 4.1.2020 auf <https://www.tagblatt.ch/leben/und-sie-lesen-doch-ld.1077494>
- Keogh, B., & Naylor, S. (1999): Concept cartoons, teaching and learning in science: An evaluation. *International Journal of Science Education*, 21 (4), 431-446.
- Keogh, B., Naylor, S., & Wilson, C. (1998): Concept cartoons: A new perspective on physics education. *Physics Education*, 33 (4), 219–224.
- Kirchhoff, S., Kuhn, S., Lipp, P., & Schlawin, S. (2010): *Der Fragebogen. Datenbasis, Konstruktion und Auswertung*, 5. Auflage. VS-Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Langer, S. (2015): *Schülervorstellungen zur UV-Strahlung* (Diplomarbeit). Universität Wien, Wien.
- Lembens, A. & Abels, S. (2015): Forschendes Lernen nach dem 5E-Modell und Showmanship. *Chemie & Schule* 30 (1b), 6-7.
- Lemke, J. L. (1989): *Using language in the classroom*, 2. Auflage. Oxford University Press, Oxford.
- Lemke, J. L. (1990): *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation, Norwood, NJ.
- Letsoalo, R. S. (2011): *The Use of Concept Cartoons and Prompt Sheets in Supporting learners in the Planning of Scientific Investigations*. (Science Education Minor-Dissertation). University of Johannesburg, Johannesburg.
- Libarkin, J. C., Asghar, A., Crockett, C., & Sadler, P. (2011): Invisible misconceptions: Student understanding of ultraviolet and infrared radiation. *Astronomy Education Review*, 10 (1), 49-60.
- Medley, M. D. (2001): Why do they fail? How do they succeed? The success of some students in CS2. *Proceedings of the fourteenth annual consortium on Small Colleges Southeastern conference*, 216-222.
- Meyer, K., Eggert, D., Baer, F., Volkmer, S., Varvakis, J., & Riken, M. (Hrsg.). 2019: *Kinder-Medien-Studie 2019*. Spiegel-Verlag (u.a.), Hamburg.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. (2010): *Meaning making in secondary science classrooms*, 2. Auflage. Open University Press, Maidenhead.

- Naylor, S., Keogh, B., & Downing, B. (2007): Argumentation and primary science. *Research Science Education*, 37 (1), 17–39.
- Oxford Learner's Dictionaries: Cartoon. Zugriff am 03.12.2019 auf https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/american_english/cartoon
- Raab-Steiner, E., & Benesch, M. (2015): *Der Fragebogen: Von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung*, 4. Auflage. UTB, Wien.
- Schecker, H., & Duit, R., (2018): Schülervorstellungen und Physiklernen. In: Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (Hrsg.): *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 1-21). Springer, Heidelberg.
- Steininger, R. (2016): Concept Cartoons als Stimuli für Kleingruppendiskussionen im Chemieunterricht. Beschreibung und Analyse einer komplexen Lerngelegenheit (Dissertation). Universität Wien, Wien.
- Walton, J. C. (2014): *Sun safety for schools and youth*. Nova Science Publishers, New York.
- Webb, P., Williams, Y., & Meiring, L. (2008): Concept cartoons and writing frames: Developing argumentation in South African science classrooms? *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 12 (1), 5-17.
- Wodzinski, R. (2013): Lernen mit gestuften Hilfen: Gestufte Lernhilfen fördern selbstständiges Lernen und lassen individuelle Lernwege zu. In: *Physik Journal*, 12 (3), S. 45-49, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim
- Wodzinski, R., & Stäudel, L. (2011): *Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Physikunterricht*, 2. Auflage. Friedrich-Verlag, Seelze.
- Zloklikovits, S. (2016): Entwicklung von Unterrichtsmaterialien zum Thema UV-Strahlung (Diplomarbeit). Universität Wien, Wien.
- Zloklikovits, S. (2019): Feedbackgespräch. AECC für Naturwissenschaften, Universität Wien, Wien.
- Zloklikovits, S., & Plotz, T. (2016): Unterrichtsmaterialien zum Thema UV-Strahlung. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eigene Darstellung des Concept Cartoons der ersten Stunde nach Keogh & Naylor (1999, S. 433)	16
Abbildung 2: gestufter Concept Cartoon zur UV-Strahlung (Zloklikovits, 2016, S. 73)	25
Abbildung 3: Die sieben Stufen des Downing Modells. Aus dem Englischen übersetzt nach Keogh, Naylor & Downing (2007, S. 22-23)	30
Abbildung 4: Der Entwicklungsprozess: Vom Ausgangsmaterial bis zur fertigen Arbeitsmappe	34
Abbildung 5: Aufgabe 1: Informationstext zur elektromagnetischen Strahlung übernommen aus Zloklikovits (2016)	39
Abbildung 6: Quellenkärtchen: Sonne, Solarium, Blitze, Kraftwerk, Polarlichter, Sterne, Handy, Heizkörper, weißes T-Shirt, Katzenaugen, Fische, 1 € Münze, Wasserflasche, Batterie, Schweißen, Luftballon, "strahlendes" Lächeln (Zloklikovits, 2016)	40
Abbildung 7: Briefumschlag und Lösung zu Aufgabe 2: UV-Quellen	41
Abbildung 8: obligatorischer Informationstext zu UV-Quellen	41
Abbildung 9: Informationstext zu Einsatzmöglichkeiten von UV-Strahlung	42
Abbildung 10: Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung	42
Abbildung 11: Kästchen für die Verschriftlichung der Erklärung	43
Abbildung 12: Kärtchen zu Anwendungen und Wirkungen von UV-Strahlung (Zloklikovits, 2016)	44
Abbildung 13: Concept Cartoon zum Schutz vor UV-Strahlung	45
Abbildung 14: Hinweiskärtchen geschlossen und geöffnet	46
Abbildung 15: Hinweispeile für Concept Cartoon mit gestuften Hilfen	46
Abbildung 16: gestufter Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung	48
Abbildung 17: gestufter Concept Cartoon zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung	49
Abbildung 18: gestufter Concept Cartoon zum Schutz vor UV-Strahlung	50
Abbildung 19: Abbildung zu elektromagnetischen Wellen (Zloklikovits, 2016)	53
Abbildung 20: Überarbeitete Illustration des Concept Cartoons zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung	56
Abbildung 21: Die sieben Stufen des Downing Modells. Aus dem Englischen übersetzt nach Keogh, Naylor & Downing (2007, S. 22-23)	57
Abbildung 22: Veränderung der Stufen des Downing Modells zwischen 1. & 2. Concept Cartoon	59
Abbildung 23: Anzahl der eingesetzten Hilfen nach Hinweisnummer	61
Abbildung 24: Bewertung der einzelnen Aufgaben	77
Abbildung 25: Schwierigkeit der einzelnen Aufgaben durch die Lernenden	77
Abbildung 26: Bewertung der Concept Cartoons mit gestuften Hilfen nach Arbeitsmappe	78
Abbildung 27: Bewertung der gestuften Concept Cartoons nach Arbeitsmappe	78
Abbildung 28: Schwierigkeit der Concept Cartoons mit gestuften Hilfen	79
Abbildung 29: Schwierigkeit der gestuften Concept Cartoons	80

8 Anhang

Hinweise auf Schülervorstellungen zur (UV)-Strahlung

Begriffliche Konzepte

Es kann beobachtet werden, dass einzelne Lernende von elektronischen beziehungsweise elektrischen Strahlungen sprechen. Aufgrund der Arbeitsmappe wird darauf geschlossen, dass sie elektromagnetische Strahlungen meinen. Eine weitere Person behauptet im Rahmen der Zusammenfassung der ersten Aufgabe, sie nehme Mikrowellenstrahlung wahr. Eine Lernende verwechselt den Begriff UV-Strahlung mit dem Begriff Chemotherapie. Einige kennen die Bedeutung der Abkürzung UV nicht.

UV-Quellen und keine UV-Quellen

Im Rahmen der Aufgabe 2 sollen die Lernenden die ihnen zur Verfügung gestellten Kärtchen mit Abbildungen von UV-Quellen und keinen UV-Quellen, in UV-Quellen und keine UV-Quellen sortieren.

Es kann beobachtet werden, dass manche Lernende versuchen die Kärtchen in sichtbare und unsichtbare Quellen einzuteilen.

Die Lernenden sortieren die Kärtchen häufig unterschiedlich. So sind UV-Quellen bei einer Gruppe, keine bei einer anderen.

Im Folgenden werden einige Aussagen und Begründungen für bzw. gegen UV-Quellen aufgelistet.

Batterie

Die Lernende stufen die Batterie oftmals als UV-Quelle ein. Begründen dies jedoch nicht.

„Batterie hat auch UV-Strahlung“

Atomkraftwerk

Laut einigen Lernenden emittiert das Kraftwerk UV-Strahlung. Die Lernenden nennen Tschernobyl als Beispiel.

S1: „Atomkraftwerk: Safe! Das hat Strahlungen.“

S2: „Aber dann würde es ja leuchten.“

S1: „Wir haben ja gerade gelesen: Strahlungen sind nicht immer sichtbar! Bei Tschernobyl sind die Leute ja auch alle verstrahlt!“

Manche Lernende sind sich unsicher:

„Aber wenn es ein Atomkraftwerk ist, kann es radioaktive Strahlungen ...aber sind sie elektromagnetische Strahlungen? Das Sind elektromagnetische Strahlungen.“

Andere Schüler meinen hingegen, dass das

„Atomkraftwerk radioaktive Strahlung produziert, aber keine UV-Strahlung.“

Eine weitere Person meint:

„Kraftwerke geben Schadstoffe ab“

Handy

Folgende Aussagen zu Handys und (UV-)Strahlungen können detektiert werden:

„Handy[s] haben Mikrowellenstrahlungen.“

„[Das] Handy strahlt gefährliche UV-Strahlung aus!“

Außerdem kann beobachtet werden, dass die Lernenden beim Vergleichen mit der Lösung ganz überrascht sind, dass Handies keine UV-Quellen repräsentieren, denn

„das [Handy] strahlt ja!“.

Nordlichter

Einige Lernende meinen Nordlichtern basieren auf demselben Phänomen wie Sterne. Jedoch werden weder Sterne, noch Nordlichter oftmals von Schülerinnen und Schülern als keine UV-Quellen kategorisieren. Folgende Aussage einer Person kann während des Entscheidungsprozesses, ob Nordlichter eine UV-Quelle darstellen oder nicht, detektiert werden:

„Können wir Polarlichter ohne Brille anschauen oder so? Ja, aber wir können auch die Sonne ohne Brille...nein doch nicht.“

Sterne

Die Lernenden kategorisieren die Sterne oftmals als nicht UV-Quelle. Manche wissen dennoch,

„Sterne haben UV-Strahlungen.“

S1: „Bei Sterne hätte ich es garnicht gedacht.“

S2: „Ich dachte an Sterne wegen der Sonne.“

„Was Sterne? Man sieht das Licht, aber die Strahlung nicht! Das Auge sieht das Licht, aber die Strahlung nicht!“

Nur wenige wissen, dass unsere Sonne auch ein Stern ist. Diese Lernenden merken an:

„Sterne sind ja auch wie eine Sonne irgendwie“

„Sterne sind ja auch Sonnen!“.

Eine Person behauptet, dass Sterne radioaktiv sind:

„Ja, Sterne sind radioaktive ‚Dingsi‘“.

Sonne

„Sonne hat auch UV-Strahlungen, wegen den Sonnencremen UV-Strahlung 50, Sonnencreme soll vor UV-Strahlung schützen“

Blitz

„Blitze haben was mit Strom zu tun. Das ist Energie. Das ist kein Licht.“

Solarium

Manche Lernende wissen nicht, dass zu häufige Solariumsbesuche die Haut schädigen:

„Was, Solarium schädigt die Haut?“.

Andere wiederum meinen

„[es] hat [den] gleichen Effekt wie [die] Sonne“,

Manche Lernende wissen, dass Solariumsliegen auch UV-Strahlung emittieren.

Schweißen

„Schweißen: Man darf nicht hineinschauen, deswegen muss es UV-Strahlung haben.“

„Schweißen auf jeden Fall! Deswegen muss man ja diese Maske tragen“

Fisch

„Fische nicht. Oder doch?“

Es kann beobachtet werden, dass manche Lernende denken, dass Fische UV-Strahlung aufnehmen bzw. wahrnehmen können.

T-Shirts

Auch T-Shirts können laut einzelnen Lernenden UV-Strahlung aufnehmen.

„Man muss es sofort ausziehen, wenn man UV-Strahlung abbekommt.“

UV-Lampe

Anwendungen

Die Lernenden nennen die Anwendung von UV-Lampen bei Gel-Nägeln und beim Bleichen von Zähnen. Auch nennen sie die Verwendung der UV-Lampe beim Zahnarzt.

Vorstellungen zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung

- „Man kann sie [UV-Strahlung] sehen, weil sie sehr stark ist.“
- „Bei der Lampe ist es [die UV-Strahlung] höher dosiert.“
- „Weil das zu hell ist, deswegen können wir es sehen“

Auch ein weiterer Lernender behauptet man kann die UV-Strahlung sehen

- „..., weil Lampe hochdosiert ist!“

Der Lernende versucht seine Aussage mit der UV-Lampe zu untermauern. Je weiter er mit der Lampe vom Tisch weg geht, desto weniger sieht er das Licht.

- „Durch die Ozonschicht kommt nicht mehr so viel durch, außerdem ist sie so weit weg, dass man sie [die UV-Strahlung] nicht sieht. Aber hier ist sie so intensiv, dass man sie sieht.“
- „Weil die Sonne weit entfernt ist, kommt nur ein kleiner Teil der UV-Strahlung zur Erde.“

Andere behaupten:

- „Die Strahlungen sind zu kurz, deswegen sieht man es nicht.“
- „Bläuliches Licht ist Verschmutzung, also nicht gewolltes sichtbares Licht“
- „Ich glaube wir sehen diese UV-Strahlungen wegen der Farbe

Andere wiederum behaupten es würde am menschlichen Auge liegen bzw. vom Menschen abhängt, dass wir die UV-Strahlung wahrnehmen könnten:

- „Es liegt am Auge, es ist wegen dem Auge“
- „Das menschliche Auge sieht wegen der Netzhaut nur das Licht, aber die Strahlen nicht. Man kann UV-Strahlung sehen, weil es stärker ist, oder weil es reflektiert.“
- „Es hängt vom Menschen ab.“

Auch zur Farbe der Strahlen können einige Aussagen aufgegriffen werden:

- „Man sieht es nur bei weißem Hintergrund -> auf der Hand ist es Lila, auf dem Papier ist es weiß“
- „Farbe kommt drauf an auf welchen Gegenstand wir es halten“
- „Ich glaube es ist auch blau-violett, weil blau und violett als Farben die Wellenlänge am kürzesten ist. Die Wellenlängen von blau-violett sind kürzer, als die von Rot und Gelb zb. und deswegen ist es näher an UV-Strahlung. Deswegen ist es immer Blau und Violett!“
- „Wenn man sie auf den Tisch leuchtet ist es blau, auf dem Blatt ist es lila.“
- „Normalerweise ist es auch blau. Es hat mit der Farbe irgendwas zu tun. Ich glaube es hat mit dem Material was zu tun. Ich finde es hat mit der Stärke was zu tun.“
- „Es kommt auf das Material an und auf die Farbe. Und wie Hell oder Dunkel es ist.“
- „Dieses blau das wir hier sehen, wird vielleicht vom Metall reflektiert, aber am Tisch...“

Einige Lernende sprechen im Zusammenhang von UV-Strahlung auch von elektromagnetischer Strahlung:

- „Die Lampe ist eine Quelle, die mehrere Formen von elektromagnetischer Strahlung hat.“
- „Manche Quellen können gleichzeitig viele elektromagnetische Strahlung aufnehmen können“
- „Manche Materialien können gleichzeitig mehrere Formen elektromagnetischer Strahlung aufnehmen, deswegen ist es sichtbar.“

Manche Lernende meinen, dass die Sichtbarkeit der UV-Strahlung mit der Lampe zusammenhängt:

- „Es hat was mit der Lampe oder so zu tun!“
- „Eine eingeschaltete Lampe hat eine sichtbare UV-Strahlung“

Einige Lernende behaupten, dass die Lampe zusätzlich zur UV-Strahlung auch sichtbare Strahlung emittiert:

- „Extra sichtbare Strahlen dazu, damit man sich nicht ins Auge leuchtet, weil man nicht weiß, ob sie leuchtet.“
- „Ist unsichtbar, nur wenn es sehr intensiv ist. Ich glaub das stimmt irgendwie nicht. Ja das hab ich ja auch gesagt, neben UV-Strahlung gibt es auch sichtbare Strahlung“
- „Da ist bestimmt irgendwas drinnen, das die Strahlung sichtbar macht.“
- S1: „Wir sind der Meinung, dass die Strahlung der UV-Lampe eine UV-Strahlung und eine sichtbare Strahlung ist.“ S2: „Stimmt, es ist vielleicht eine Mischung“

Lernende begründen teilweise auch, warum die Lampe auch sichtbare Strahlen emittiert:

- „Damit man weiß wo es leuchtet, damit man nicht ins Auge leuchtet...“

Weitere Vorstellungen zur (Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung

- „Sichtbare Strahlung, die finden wir in Mikrowellen vor und in UV- und in Röntgenstrahlung“
- „Katzen können auch UV-Strahlungen sehen“
- „Ich glaub alle Augen haben eine UV-Strahlung. Deswegen können wir in der Nacht sehen.“

Schutz vor UV-Strahlung

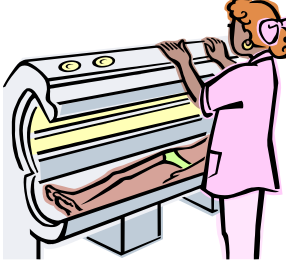
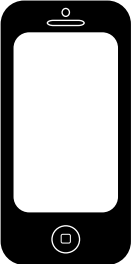
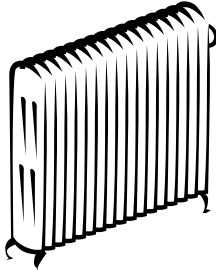
Zum Schutz vor UV-Strahlung können folgende Aussagen detektiert werden:

- „Man soll sich eincremen, aber nicht zu stark, weil sonst bekommt man gar keine Sonnenstrahlen und das ist nicht gesund“
- „Ich werde mich trotzdem bräunen lassen!“
- „Jeder will braun sein, MANN!“
- „Bräune ist nicht unbedingt negativ“
- „Sonnencreme schützt davor, dass die UV-Strahlung die Haut zerstört.“
- „Man muss nicht so lang unter der Sonne liegen, da ein bisschen für die Haut schädlich [ist]“.
- „Ich finde, dass die Sonnencreme zur Haut durchlässt. Wenn man zu lange in der Sonne liegt, ist es gefährlich.“
- „Ich wette, dass Schwarze nicht so viel Hautkrebs bekommen“
- „Ich finde es einerseits gesund, da man dabei Vitamin D zu sich nimmt. Wenn man zu lange ist, könnte man starke Verbrennungen abbekommen, das wäre dann nicht so prickelnd“
- „Ich war 3h unter der Sonne, ich war so ganz braun“
- „Ich fasse zusammen: gesund, ja → da Vitamin D, aber nicht zu lange, da die Haut schneller alt wird und man könnte sich Verbrennungen abholen“
- „Ich hab gelesen, wenn man 6 bis 7 mal einen Sonnenbrand an derselben Stelle bekommt, kann man Hautkrebs bekommen“
- „Sonnencremen können auch schädlich für die Haut sein. Aber es kommt auch auf den Lichtschutzfaktor an. Jede Sonnencreme lässt nur die schlechten Strahlen zu der Haut durch, aber nicht die guten.“

- „Es ist schädlich für die Haut, wenn man den ganzen Tag dort [in der Sonne] ist.“
- S1: „Es ist wirklich so. Es schädigt die Haut.“ S2: „Willst du nie in die Sonne gehen, oder wie?“ S1: „Wenn man zu lange bleibt,...eine halbe Stunde ist schon schädlich“ S2: „Nein eine halbe Stunde ist nicht schädlich, vielleicht ein ganzer Tag“
- „Wir sind der Meinung, dass Sonnenstrahlung gefährlich ist.“
- „Vitamin D ist gut für die Augen“
- Eine Person dachte, dass Bräune ein „Schutzreflex“ des Körpers ist.

Materialien

Kärtchen: UV-Quellen

UV-Quellen: Lösung

Quellen für ultraviolette Strahlung	Keine Quellen für ultraviolette Strahlung
Sonne	Kraftwerk
Sterne – das sind auch Sonnen, die weiter entfernt sind!	Handy- empfängt und sendet Mikrowellenstrahlung
Solarium	Katzenaugen
Blitze	Fische
Polarlichter	Münzen
Schweißen	Wasser
	Batterie
	Luftballon
	Heizkörper
	„strahlendes“ Lächeln
	T-Shirt



All diese Dinge strahlen auf Grund ihrer Temperatur (auch) Infrarotstrahlung aus.

Kärtchen: Anwendungen und Wirkungen von UV-Strahlung

<i>Sonnenbrand</i> Ist man zu viel UV-Strahlung ausgesetzt, wird die Haut rot und beginnt zu schmerzen. Diese Reaktion der Haut nennt man „Sonnenbrand“.	<i>Hautalterung</i> Ist man viel UV-Strahlung ausgesetzt, wird die Haut früher dünner, faltig und bekommt Flecken.	<i>Hautkrebs</i> Zu viel UV-Strahlung kann Hautkrebs verursachen.
<i>Behandlung von Hautkrankheiten</i> Eine spezielle UV-Therapie kann z.B. gegen Neurodermitis helfen.	<i>Vitamin D</i> UV-Strahlung startet die Erzeugung von Vitamin D. Dazu reichen 15-20 Minuten pro Tag in der Sonne. Es ist wichtig für unsere Knochen.	<i>Augenentzündungen</i> Sind die Augen starker UV-Belastung ausgesetzt, können sie sich entzünden. Das kann z.B. im Solarium oder beim Skifahren passieren!
<i>Verbesserung des Blutkreislaufes</i> UV-Strahlung kann einen positiven Effekt auf das Herz-Kreislaufsystem haben.	<i>Glücksgefühl</i> UV-Strahlung kann die Bildung von Glückshormonen („Endorphinen“) anregen. Das kann die Stimmung bessern!	<i>Bräune</i> UV-Strahlung ist dafür verantwortlich, wenn Haut nach einem Sonnenbad braun wird. Das ist aber ein Zeichen dafür, dass die Haut durch die Strahlung beschädigt wurde!
<i>Linsentrübung (grauer Star)</i> UV-Strahlung kann die Erkrankung am Grauen Star begünstigen – das ist eine Trübung der Linse, die auch zu Blindheit führen kann.	<i>Desinfektion</i> Man kann UV-Strahlung auch zur Desinfektion von Laboren oder Teichpumpen verwenden. Sie wird dort so eingesetzt, dass sie Viren und Bakterien abtötet. UV-Strahlung wird z.B. auch bei der Desinfektion des Wiener Leitungswassers benutzt.	<i>Fluoreszenz</i> Es gibt Materialien, die zu leuchten beginnen, wenn man sie mit UV bestrahlt. Diesen Effekt nennt man Fluoreszenz. Auch Leuchstifte sind fluoreszierend. Probiere es auch – schreibe etwas mit Leuchstift und beleuchte es mit der UV-Lampe!

Hinweiskärtchen: Concept Cartoons mit gestuften Hilfen

(Un-)Sichtbarkeit von UV-Strahlung

Hinweis 1



Hinweis 2



Hinweis 3



Hinweis 4



Lies folgenden Satz aus
dem Text auf Seite 1 durch:

Wir können diese Form der Strahlung mit keinem unserer Sinnesorgane wahrnehmen.

Einige Erklärungsversuche
widersprechen diesem Satz
-Diese sind ganz sicher
falsch.

Welche der Aussagen
hält ihr für falsch
und könnt somit
ausschließen?

Diskutiert warum die
andere(n) Aussage(n)
richtig ist/sind.

Erklärt euch die Aufgabenstellung in eigenen
Worten!

Lies dir den Infotext zu
den UV-Quellen auf
Seite 2 durch:

Es gibt Quellen, die mehrere Formen elektromagnetischer Strahlung gleichzeitig emittieren.

Hinweis 1



Hinweis 2



Hinweis 3



Hinweis 4



Überlegt gemeinsam
was ihr zum Thema
Sonnenschutz und
Schutz vor UV-
Strahlung wisst!

Welche der Aussagen
hält ihr für falsch und
könnt somit
ausschließen?
Diskutiert warum die
andere(n) Aussage(n)
richtig ist/sind.

Erklärt euch die
Aufgabenstellung
in eigenen Worten!

Lies dir nochmals die blauen
Kärtchen aus Aufgabe 4 mit den
Überschriften „Sonnenbrand“ und
„Bräune“ durch.

Sonnenbrand: Ist man zu viel UV-Strahlung
ausgesetzt, wird die Haut rot und beginnt zu
schmerzen.

Bräune: UV-Strahlung ist dafür verantwort-
lich, wenn Haut nach einem Sonnenbad
braun wird. Das ist aber ein Zeichen dafür,
dass die Haut beschädigt wurde.

Einige Erklärungsversuche wider-
sprechen diesen Aussagen - Diese
sind ganz sicher falsch

UV-Strahlung

1. Elektromagnetische Strahlung



Lies dir folgenden Text über elektromagnetische Strahlung durch.

Überlege was du dir vom Text gemerkt hast. Erzählt es euch gegenseitig in der Gruppe.



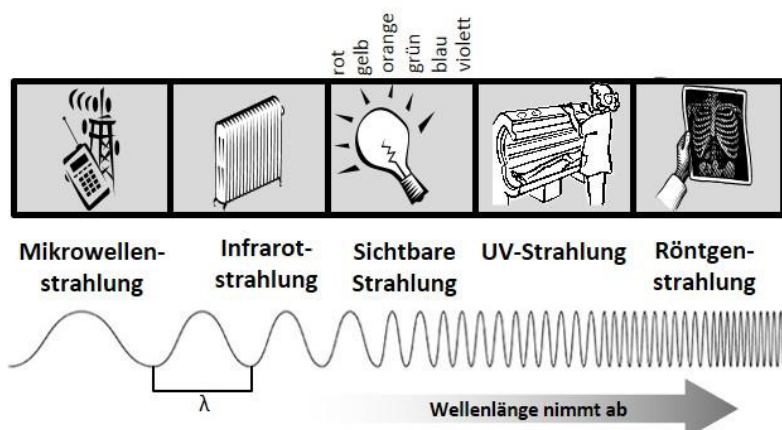
Als elektromagnetische Strahlung bezeichnet man Wellen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Man unterscheidet dabei verschiedene Formen von elektromagnetischer Strahlung. Eine kennst du sicher schon – die sichtbare Strahlung, oft „sichtbares Licht“ genannt. Andere Strahlungsarten sind Mikrowellen-, Infrarot-, UV- und Röntgenstrahlung (vgl. Abbildung).

Strahlung wird in verschiedene Formen eingeteilt, weil jede Strahlungsart anders auf uns Menschen wirkt. Sichtbare Strahlung z.B. kann von unseren Augen wahrgenommen werden. Das ermöglicht uns das Sehen. Diese Strahlung ist die einzige, die für uns Menschen sichtbar ist!

Ein weiteres Beispiel ist die Infrarotstrahlung. Sie hat eine wärmende Wirkung, die wir mit unserer Haut spüren. Sie wird von Gegenständen aufgrund ihrer Temperatur emittiert. Emittieren bedeutet, dass Strahlung ausgesendet wird. Auch du emittierst Infrarotstrahlung!

Die Größe, die für die unterschiedlichen Wirkungen und damit für die verschiedenen Strahlungsarten verantwortlich ist, ist die sogenannte Wellenlänge λ („Lambda“).

Im Folgenden wirst du einiges über ultraviolette Strahlung („UV-Strahlung“) erfahren. Wir können diese Form der Strahlung mit keinem unserer Sinnesorgane wahrnehmen – wir können sie weder sehen, riechen, hören, schmecken noch fühlen.



In dieser Abbildung sind die verschiedenen Strahlungsarten eingezeichnet

2. UV-Quellen



In der Box findest du weiße Kärtchen mit Bildern. Nimm diese heraus.

Auf den Kärtchen sind verschiedene Dinge abgebildet. Welche strahlen UV-Strahlung aus? Sortiert die Kärtchen in „UV-Quellen“ und „keine UV-Quellen“.



Trage hier die gefundenen UV-Quellen ein!



Bist du fertig? Vergleiche mit der Lösung, die du in der Box findest.

*Wenn nötig, bessere deine Antworten aus.
Hake dann das Kästchen ab.*



Mit Lösung verglichen



Bevor du weiter zum nächsten Kapitel gehst, lies die Information zum Thema UV-Quellen!



Es gibt Quellen, die mehrere Formen elektromagnetischer Strahlung gleichzeitig emittieren. Ein Beispiel: Eingeschaltete Glühlampen emittieren sichtbare Strahlung und Infrarotstrahlung.

3. (Un)-Sichtbarkeit von UV-Strahlung



Lies dir folgenden Text über Einsatzmöglichkeiten von UV-Strahlung durch.



UV-Lampen strahlen ultraviolette Strahlung aus. Die Kriminalpolizei setzt diese zum Beispiel zum Sichtbarmachen von Fingerabdrücken und Blutrückständen ein. Auch bei der Erkennung von Falschgeld und im Beautybereich werden UV-Lampen verwendet.



In der Box findet ihr eine Lampe.

Du darfst damit niemandem ins Auge leuchten. Richte die Lampe auf den Tisch und schalte sie ein. Siehst du blaues Licht? Wieso kannst du die Strahlung der UV-Lampe sehen? UV-Strahlung ist doch unsichtbar!



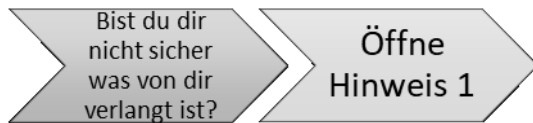
Du findest hier einige Erklärungsversuche von Schülerinnen und Schülern.

Erkläre wieso du die Strahlung der UV-Lampe sehen kannst.

Diskutiert in der Gruppe!

Du kannst die Hinweiskärtchen im Laufe der Diskussion zur Hilfe nehmen.

Die grauen Pfeile helfen dir bei der Auswahl und Reihenfolge der Hinweise.



Wir sehen nicht wirklich was, es ist nur hell. Es gibt also keinen Widerspruch zur Unsichtbarkeit von UV-Strahlung!

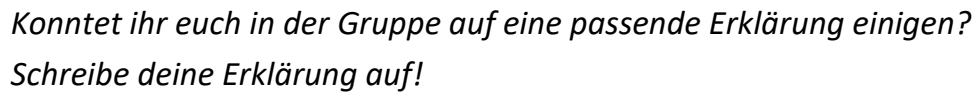
Dann muss die Lampe zusätzlich auch sichtbare Strahlung abgeben!

Die UV-Strahlung ist nur sichtbar, wenn sie reflektiert wird!

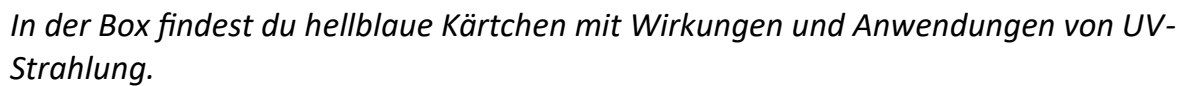
Natürliche UV-Strahlung ist eigentlich unsichtbar. Aber wenn sie sehr intensiv ist können wir sie sehen!

Charlie Eda Manu Livia

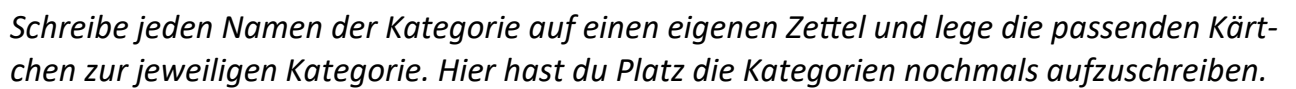
Wieso siehst du blaues Licht, wenn du die UV-Lampe einschaltest?



4. Anwendungen und Wirkungen von UV-Strahlung



Überlegt gemeinsam passende Kategorien, in die du die Kärtchen einteilen kannst.

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings present.



Du findest hier einige Erklärungsversuche von Schülerinnen und Schülern, ob es gesund ist, sich in die Sonne zu legen.

Diskutiert in der Gruppe!

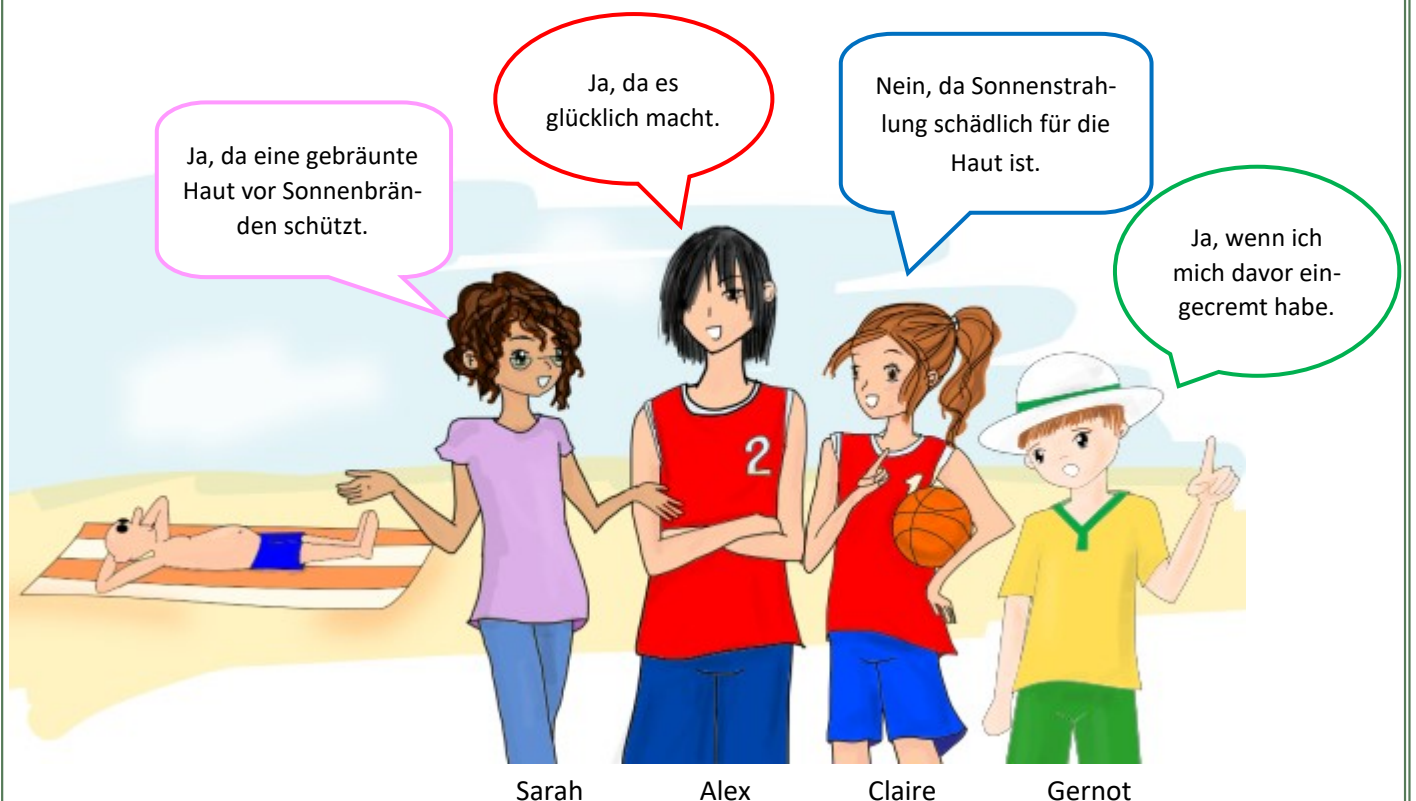
Habt ihr euch auf eine Antwort geeinigt?

In der Box findet ihr einen ähnlichen Cartoon wie auf diesem Arbeitsblatt. Nehmt diesen heraus. Auf diesem sind die selben Personen abgebildet. Klappt den Cartoon bei der Person auf, bei der ihr denkt, dass sie recht hat.

Liest euch das Gegenargument zu eurer Antwort durch.

Überlegt und besprecht nochmal gemeinsam welche Antwortmöglichkeit richtig ist.

Ist es gesund, sich in die Sonne zu legen?



Konntet ihr euch in der Gruppe auf eine passende Erklärung einigen?

Schreibe deine Erklärung auf!

UV-Strahlung

1. Elektromagnetische Strahlung



Lies dir folgenden Text über elektromagnetische Strahlung durch.

Überlege was du dir vom Text gemerkt hast. Erzählt es euch gegenseitig in der Gruppe.



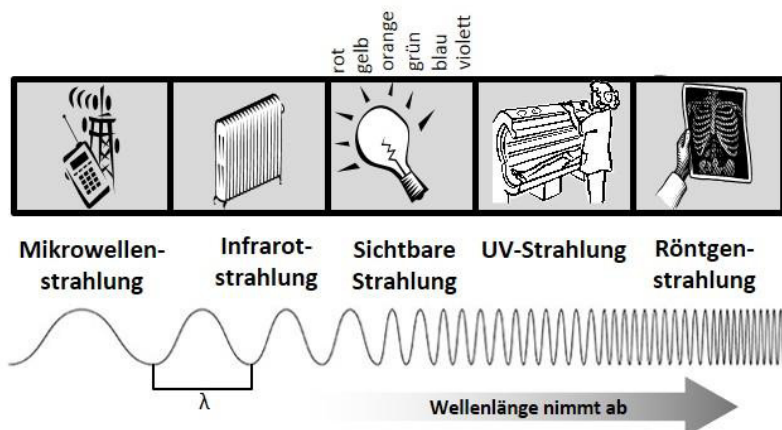
Als elektromagnetische Strahlung bezeichnet man Wellen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Man unterscheidet dabei verschiedene Formen von elektromagnetischer Strahlung. Eine kennst du sicher schon – die sichtbare Strahlung, oft „sichtbares Licht“ genannt. Andere Strahlungsarten sind Mikrowellen-, Infrarot-, UV- und Röntgenstrahlung (vgl. Abbildung).

Strahlung wird in verschiedene Formen eingeteilt, weil jede Strahlungsart anders auf uns Menschen wirkt. Sichtbare Strahlung z.B. kann von unseren Augen wahrgenommen werden. Das ermöglicht uns das Sehen. Diese Strahlung ist die einzige, die für uns Menschen sichtbar ist!

Ein weiteres Beispiel ist die Infrarotstrahlung. Sie hat eine wärmende Wirkung, die wir mit unserer Haut spüren. Sie wird von Gegenständen aufgrund ihrer Temperatur emittiert. Emittieren bedeutet, dass Strahlung ausgesendet wird. Auch du emittierst Infrarotstrahlung!

Die Größe, die für die unterschiedlichen Wirkungen und damit für die verschiedenen Strahlungsarten verantwortlich ist, ist die sogenannte Wellenlänge λ („Lambda“).

Im Folgenden wirst du einiges über ultraviolette Strahlung („UV-Strahlung“) erfahren. Wir können diese Form der Strahlung mit keinem unserer Sinnesorgane wahrnehmen – wir können sie weder sehen, riechen, hören, schmecken noch fühlen.



In dieser Abbildung sind die verschiedenen Strahlungsarten eingezeichnet

2. UV-Quellen



In der Box findest du weiße Kärtchen mit Bildern. Nimm diese heraus.

Auf den Kärtchen sind verschiedene Dinge abgebildet. Welche strahlen UV-Strahlung aus? Sortiert die Kärtchen in „UV-Quellen“ und „keine UV-Quellen“.



Trage hier die gefundenen UV-Quellen ein!



Bist du fertig? Vergleiche mit der Lösung, die du in der Box findest.

Wenn nötig, bessere deine Antworten aus.

Hake dann das Kästchen ab.



Mit Lösung verglichen



Bevor du weiter zum nächsten Kapitel gehst, lies die Information zum Thema UV-Quellen!



Es gibt Quellen, die mehrere Formen elektromagnetischer Strahlung gleichzeitig emittieren. Ein Beispiel: Eingeschaltete Glühlampen emittieren sichtbare Strahlung und Infrarotstrahlung.

3. (Un)-Sichtbarkeit von UV-Strahlung



Lies dir folgenden Text über Einsatzmöglichkeiten von UV-Strahlung durch.



UV-Lampen strahlen ultraviolette Strahlung aus. Die Kriminalpolizei setzt diese zum Beispiel zum Sichtbarmachen von Fingerabdrücken und Blutrückständen ein. Auch bei der Erkennung von Falschgeld und im Beautybereich werden UV-Lampen verwendet.



In der Box findet ihr eine Lampe.
Du darfst damit niemandem ins Auge leuchten.
Richte die Lampe auf den Tisch und schalte sie ein.
Siehst du blaues Licht? Wieso kannst du die Strahlung der
UV-Lampe sehen? UV-Strahlung ist doch unsichtbar!



Du findest hier einige Erklärungsversuche von Schülerinnen und Schülern,
wieso du blaues Licht siehst, wenn du die UV-Lampe einschaltest.
Diskutiert in der Gruppe!

Habt ihr euch auf eine Antwort geeinigt?

In der Box findet ihr einen ähnlichen Cartoon wie auf diesem Arbeitsblatt. Nehmt diesen
heraus. Auf diesem sind die selben Personen abgebildet. Klappt den Cartoon bei der Person
auf, bei der ihr denkt, dass sie recht hat.

Liest euch das Gegenargument zu eurer Antwort durch.

Überlegt und besprecht nochmal gemeinsam welche Antwortmöglichkeit richtig ist.

Wir sehen nicht wirklich was, es ist nur hell. Es gibt also keinen Widerspruch zur Unsichtbarkeit von UV-Strahlung!

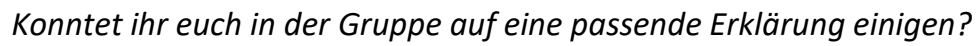
Dann muss die Lampe zusätzlich auch sichtbare Strahlung abgeben!

Die UV-Strahlung ist nur sichtbar, wenn sie reflektiert wird!

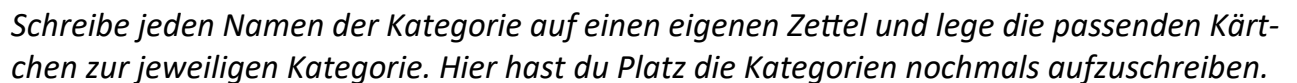
Natürliche UV-Strahlung ist eigentlich unsichtbar. Aber wenn sie sehr intensiv ist können wir sie sehen!

Charlie Eda Manu Livia

Wieso siehst du blaues Licht, wenn du die UV-Lampe einschaltest?

[illegible]

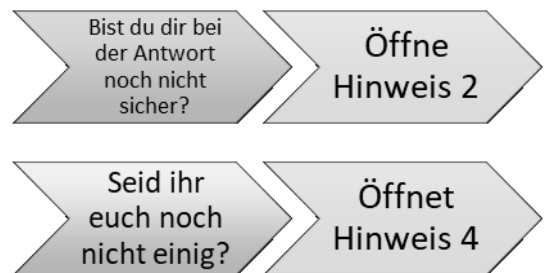
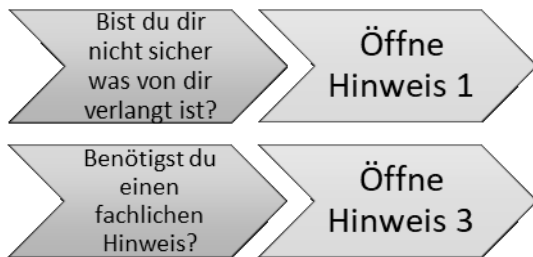
Überlegt gemeinsam passende Kategorien, in die du die Kärtchen einteilen kannst.

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings present.

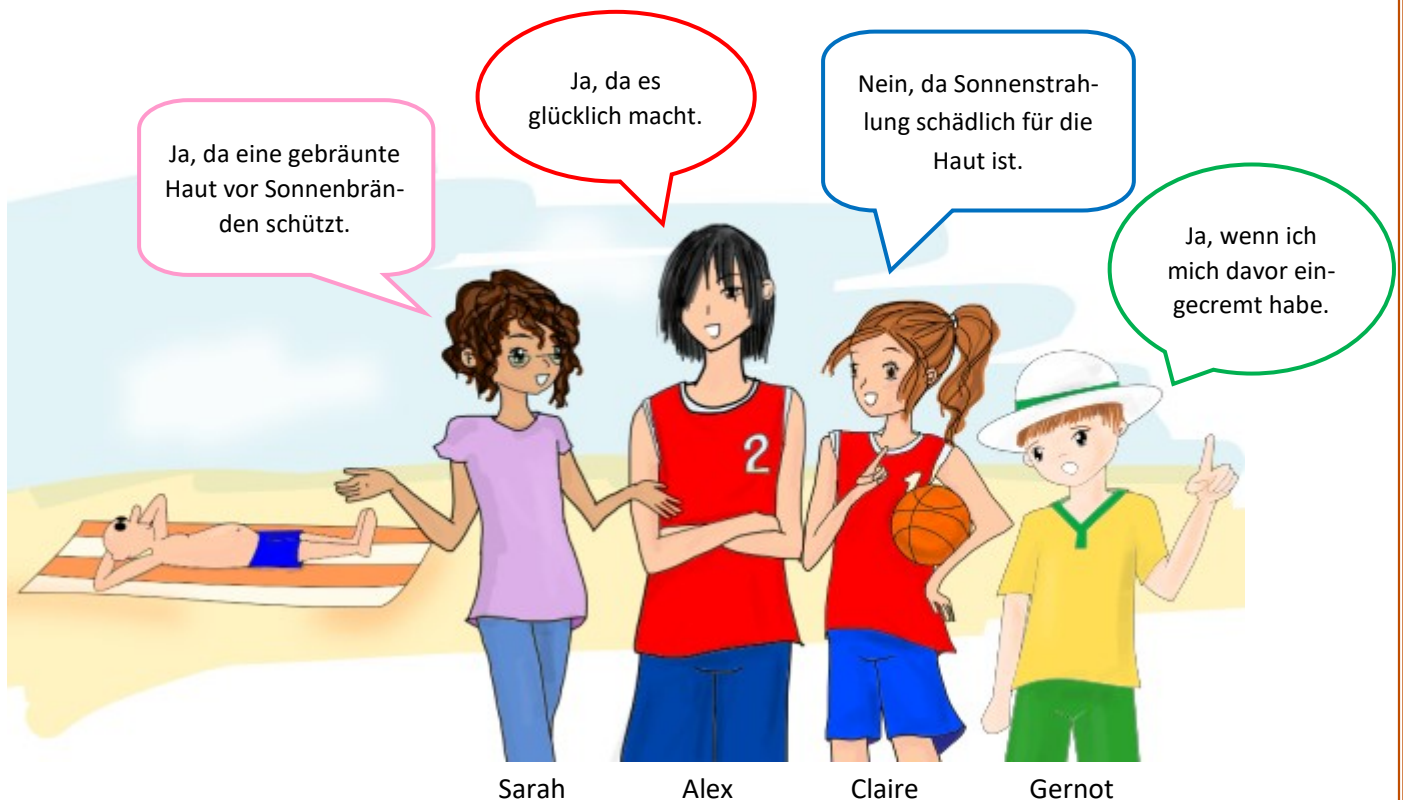


Du findest hier einige Erklärungsversuche von Schülerinnen und Schülern, ob es gesund ist sich in die Sonne zu legen. Diskutiert in der Gruppe!

Du kannst die Hinweiskärtchen im Laufe der Diskussion zur Hilfe nehmen.
Die grauen helfen dir bei der Auswahl und Reihenfolge der Hinweise.

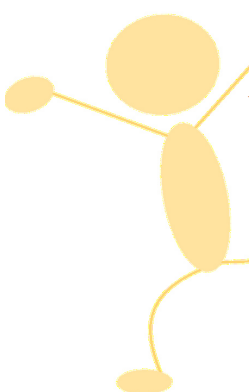


Ist es gesund, sich in die Sonne zu legen?



Konntet ihr euch in der Gruppe auf eine passende Erklärung einigen?

Schreibe deine Erklärung auf!



Feedbackbogen zur Unterrichtseinheit UV-Strahlung

Welche Farbe hat deine Arbeitsmappe? Kreuze an!

☐ Orange

☐ Grün

Welche Nummer hatte deine Gruppe? _____

Wie gut haben dir folgende Aufgaben gefallen? Bewerte sie von sehr schlecht bis sehr gut.

	sehr schlecht	schlecht	neutral	gut	Sehr gut
Lesen/Bearbeitung des Texts zu elektromagnetischer Strahlung	☐	☐	☐	☐	☐
Dinge/Kärtchen in UV-Quellen und keine UV-Quellen sortieren	☐	☐	☐	☐	☐
Cartoon zum Aufklappen	☐	☐	☐	☐	☐
Cartoon mit Hilfekärtchen	☐	☐	☐	☐	☐
Wirkungen und Anwendungen von UV-Strahlung (Kärtchen) in Kategorien sortieren	☐	☐	☐	☐	☐

War die Bearbeitung der Aufgaben für dich schwierig?

☐ Ja

☐ Nein

Wenn ja, wo lagen die Schwierigkeiten? Was fiel dir besonders schwer?

Wie schwierig waren die Aufgaben für dich? Bewerte sie von sehr leicht bis sehr schwer.

	sehr leicht	leicht	gerade richtig	schwer	sehr schwer
Lesen/Bearbeitung des Texts zu elektromagnetischer Strahlung	☐	☐	☐	☐	☐
Dinge/Kärtchen in UV-Quellen und keine UV-Quellen sortieren	☐	☐	☐	☐	☐
Cartoon zum Aufklappen	☐	☐	☐	☐	☐
Cartoon mit Hilfekärtchen	☐	☐	☐	☐	☐
Wirkungen und Anwendungen von UV-Strahlung (Kärtchen) in Kategorien sortieren	☐	☐	☐	☐	☐
Im Allgemeinen fand ich die Aufgabe...	☐	☐	☐	☐	☐

Welcher der beiden Cartoons hat dir besser gefallen? Kreuze an!

☐ Cartoon mit UV-Lampe

☐ Cartoon zu Sonnenschutz

☐ beide haben mir gleich gut gefallen

☐ beide haben mir nicht gefallen

Wenn dir einer der beiden Cartoons besser gefallen hat, begründe warum.

Wenn dir beide Cartoons gleich gut/schlecht gefallen haben, begründe warum.

Wie gut hat dir Folgendes gefallen? Bewerte von sehr schlecht bis sehr gut.

	sehr schlecht	schlecht	neutral	gut	Sehr gut
Die Unterrichtsstunde	☐	☐	☐	☐	☐
Das Handout	☐	☐	☐	☐	☐
Die Aufgaben	☐	☐	☐	☐	☐
Die Zeichnungen	☐	☐	☐	☐	☐

Wie gut hast du dich in die Gruppenarbeit eingebracht. Bewerte deine Arbeit! Kreuze an!

	stimme überhaupt nicht zu	stimme nicht zu	stimme teilweise zu	stimme zu	Stimme sehr zu
Ich habe viel geredet.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich konnte viele Ideen einbringen.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich musste alles alleine machen.	☐	☐	☐	☐	☐
Wir haben die Aufgaben in der Gruppe gelöst.	☐	☐	☐	☐	☐
Mit dem Lösungsprozess meiner Gruppe war ich sehr zufrieden.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich fühlte mich in der Gruppe wohl.	☐	☐	☐	☐	☐

Ich würde im Unterricht gerne diese Art von Aufgaben durchführen.

☐ Ja

☐ Nein