

**Vorwissenschaftliche Arbeit
im Rahmen der Reifeprüfung**

**Vorstellungen von LehrerInnen und
SchülerInnen einer 3. und 7. Klasse des BRG 1
zu nicht-sichtbarer Strahlung**

Vorgelegt von

Lena Schwarz

Klasse: 8A

Betreuerin: DI Gerlinde Glück

Abgabedatum: 9. Februar 2015

Abstract

In meiner Arbeit untersuche ich die Vorstellungen von Lehrerinnen und Lehrern sowie von Schülerinnen und Schülern zu nicht-sichtbarer Strahlung. Dazu befrage ich SchülerInnen der 3. und 7. Klasse meiner Schule (BRG 1).

Auf das Thema wurde ich durch meine Physik-Lehrerin gebracht, als sie es uns im Physikunterricht vorstellte, welches im Rahmen eines Projektes des Österreichischen Kompetenzzentrums für Didaktik der Physik abgehandelt werden sollte. Dieses Themengebiet der Physik ist noch relativ unerforscht und mich faszinierte es, die Chance ergreifen zu können und zumindest einen kleinen Teil im Rahmen meiner VWA zur bereits vorhandenen Forschung beizutragen.

Ich stelle in meiner VWA nicht nur vorhandene Literatur dar, sondern arbeite auch ein empirisches Element mit einem Fragebogens ein und diesen im Folgenden analysieren. Prinzipiell wird sich der Fragebogen auf die Vorstellungen im Allgemeinen zu nicht-sichtbarer Strahlung und in weiterer Folge zur UV-Strahlung und Mikrowellenstrahlung konzentrieren.

Abschließend gelange ich zu einem Resultat, welches den Wissenstand von Schülerinnen und Schülern zu nicht-sichtbarer Strahlung aufzeigt.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	4
2. Einführung in die nicht-sichtbare Strahlung.....	6
2.1 UV-Strahlung: Was ist sie und wie wirkt sie?.....	7
2.1.1 UV-Strahlung – Auswirkungen auf den Menschen: Bräunung.....	8
2.1.2 UV-Strahlung – Auswirkungen auf den Menschen: Vitaminproduktion....	9
2.1.3 UV-Strahlung – Auswirkungen auf den Menschen: Hautschäden.....	9
2.1.4 UV-Strahlung – andere Auswirkungen: Bakterien.....	10
2.2 Mikrowellenstrahlung	11
2.2.1 Mikrowellenstrahlung im Bezug auf den Mikrowellenherd – Eigenschaften.....	11
2.2.2 Gefahren von Mikrowellen.....	12
3. Datenanalyse & Ergebnisse der Fragebögen.....	14
3.1 Ist Dir der Begriff „nicht-sichtbare Strahlung bekannt? Wenn ja/nein, warum/warum nicht?.....	14
3.2 Was stellst du Dir generell unter nicht-sichtbarer Strahlung vor?.....	16
3.3 Welche Geräte verbindest Du mit nicht-sichtbarer Strahlung?.....	17
3.4 Im Sommer wird die Haut braun, wenn man länger in der Sonne liegt. Was passiert dabei mit der Haut? Was stellst du Dir dabei vor?.....	18
3.5 Warum verschwindet Bräune im Winter wieder?.....	20
3.6 Wieso kann man auch im Solarium braun werden?.....	21
3.7 Kennst du den Begriff UV-Strahlung? Wenn ja/nein, beschreibe Deine Vorstellungen.....	22
3.8 Woher hast Du die meisten Informationen zum Thema UV-Strahlung?....	22
3.9 Wie ist es möglich, dass eine Mikrowelle Essen erhitzt?.....	23
3.10 Es gibt Geschirr, auf welchem vermerkt ist, dass es „Mikrowellen geeignet“ ist. Welche Eigenschaften muss ein solches Geschirr besitzen?....	26
3.11 Warum sollte man Aluminium (Bsp: Alufolie) nicht in die Mikrowelle geben? Überlege Dir eine Begründung für Deine Antwort!.....	27
3.12 Ist Mikrowellenstrahlung gefährlich für den Menschen? Wenn ja/nein, welche Auswirkungen könntest du dir vorstellen?.....	28
3.13 Zeichne bitte auf dieser Skala ein, für wie gefährlich Du Mikrowellenstrahlung auf den Menschen hältst?.....	29
4. Zusammenfassung & Auffälliges.....	30
5. Resümee.....	32
Quellen- & Literaturverzeichnis.....	33
Abbildungs- & Diagrammverzeichnis.....	35
Selbstständigkeitserklärung.....	36
Anhang.....	37

1. Einleitung

Inwieweit kennen Sie sich mit dem Thema nicht-sichtbarer Strahlung aus?

Mit dieser Frage werde ich mich im weitesten Sinne in meiner Vorwissenschaftlichen Arbeit beschäftigen. Ich evaluiere, welche Vorstellungen zu nicht-sichtbarer Strahlung Schülerinnen und Schüler einer 3. und 7. Klasse, sowie Lehrer des Lise-Meitner Realgymnasiums haben. Ziel dieser Arbeit ist es, physikalische Fehlvorstellungen aufzudecken und dies anhand der Auswertung von Fragebögen zu belegen. Ich habe im Jahr 2014 in drei dritten Klassen, zwei siebten Klassen, sowie an alle Lehrer einen Fragebogen ausgehändigt und gebeten, ihn ehrlich zu beantworten.

Von 116 Fragebögen habe ich die Anzahl von 104 beantworteten Schülerfragebögen und leider nur zwölf beantwortete Lehrerfragebögen erhalten. Da für eine empirische Auswertung der Lehrerantworten zu wenig Material vorhanden ist, ließ mich zu dem Entschluss kommen, die Antworten der Lehrer nur bei Frage 9 heranzuziehen. Der Grund dafür ist, dass die hierbei die getätigten Antworten den meisten Fehlvorstellungen der Schüler glichen (Ergebnisse siehe 3.9). Deswegen werden sich meine Ergebnisse nur auf die Ergebnisse der Schülerfragebögen stützen.

Zum Thema nicht-sichtbare Strahlung sind im Moment nur wenige Informationen erhältlich, obwohl diese Thematik in unserer Umwelt allgegenwärtig ist. Mit meiner VWA möchte ich einen kleinen Teil zu dieser Forschung beitragen und Irrtümer aufzeigen. Es sind einige Forschungen und Befragungen von Kindern, Schülern und Erwachsenen zu nicht-sichtbarer Strahlung vorhanden, die meistens in Form eines Projektes abgehandelt wurden. Meine Vorwissenschaftliche Arbeit knüpft an schon vorhandene Literatur an, vor allem an die von Susanne Neumann und Martin Hopf, welche auch in meine Arbeit eingeflossen ist.¹

Beim Erstellen des Fragebogens war es mir ein Anliegen hauptsächlich offene Fragen zu stellen, da durch diese keine Antworten vorgegeben sind und den Befragten ermöglichen freie und ehrliche Antworten zu geben, die nicht durch Antwortmöglichkeiten beeinflusst sind. Natürlich ist die Auswertung offener

¹ Vgl: Hopf Martin & Neumann Susanne. Students' Conceptions about 'Radiation': Results from an Explorative Interview Study of 9th Grade Students. Journal of Science Education and Technology. Springer Verlag. Wien: 2012

Fragenformate aufwendiger, jedoch möchte ich eine Vorwissenschaftliche Arbeit mit dem Standard einer richtigen, wenn auch nur kleinen, Forschung schreiben.

In meinem Fragebogen befinden sich zwei geschlossene Fragen (Frage 8 & 13), bei denen ich darauf geachtet habe, dass sowohl Antworttendenzen als auch die sogenannte „Tendenz zur Mitte“ vermieden werden. Unter Tendenz zur Mitte versteht man die Neigung eines Befragten, bei Unsicherheit zu einer mittleren Position. Nichtverständnis der Frage, Unsicherheit oder mangelndes Wissen können hierbei eine Ursache sein.²

Ebenso habe ich darauf geachtet, den „Halo-Effekt“ – auch Ausstrahlungseffekt genannt – zu vermeiden. Darunter versteht man, dass sich der Befragte an vorhergehenden Fragen und/ oder Antworten orientiert, vor allem dann, wenn Fragen in einem gleichen Kontext stehen und ein gleiches Thema behandeln.³

Nachdem alle Fragebögen wieder bei mir eingelangt waren, habe ich sie katalogisiert und die Antworten in einer Excel-Tabelle dargestellt, damit jede Antwort übersichtlich angeführt ist. Somit ging auch das Auswerten und Verbildlichen mittels Diagrammen leichter vonstatten.

Meine Arbeit gliedert sich in vier große Kapitel: Zunächst erfolgt eine kleine Einführung in das Thema „nicht-sichtbare Strahlung“ (Kapitel 2), damit man sich in dieser Materie zurechtfindet und nicht auf Unverständnis im Hauptteil stößt. Wie bereits erwähnt, werde ich das empirische Element des Fragebogens verwenden und die Auswertung von diesem als Hauptteil (Kapitel 3) verzeichnen. Im Anschluss daran werde ich meine Resultate der Arbeit präsentieren und Schlussfolgerungen ziehen (Kapitel 4).

Abschließend möchte ich noch einmal darauf hinweisen, dass wir alle konstant von nicht-sichtbarer Strahlung umgeben sind. Allerdings habe ich im Laufe meiner Analyse und Auswertung bemerkt, dass trotz jeder Alltäglichkeit viele Fehlvorstellungen zu dieser Thematik existieren.

Aus diesem Grund möchte ich mit meiner Vorwissenschaftlichen Arbeit Transparenz und wissenschaftlich fundierte Ergebnisse zu diesem Thema einbringen.

² Vgl. ahs-vwa.at. Erstellung eines Fragebogens. Wien. Als Download: http://www.ahs-vwa.at/pluginfile.php/31/mod_data/content/1070/02-VWA-Fragebogen.pdf [Zugriffsdatum: 27.12.14]

³ Vgl. <http://www.fragebogen.de/auswertung-umfrage.htm> [Abfrage: 30.12.14]

2. Einführung in die nicht-sichtbare Strahlung

Unter nicht-sichtbarer Strahlung versteht man einen Bereich im elektromagnetischen Spektrum, die nur über Detektoren wahrgenommen werden können.⁴ Die Einteilung der nicht-sichtbaren Strahlung erfolgt nach Wellenlänge und der Frequenz, wobei elektromagnetische Wellen außer dem Frequenzbereich von $4,0 \times 10^{14}$ und $7,5 \times 10^{14}$ Hz (Hertz) beziehungsweise der Wellenlänge von 400 bis 750 nm (Nanometer) zu nicht-sichtbarer Strahlung zählen.⁵ Die nicht-sichtbare Strahlung umfasst also all jene Bereiche, außer dem oben genannten Frequenz- und Wellenlängenbereich. Oftmals werden die nicht-ionisierende und die nicht-sichtbare Strahlung für dasselbe gehalten, jedoch umfasst die nicht-sichtbare Strahlung ein größeres Spektrum.

Die Trennung zwischen sichtbarer und nicht-sichtbarer Strahlung erfolgt durch das sichtbare Licht. Das folgende Bild (Bild 1) zeigt das Spektrum elektromagnetischer Wellen:

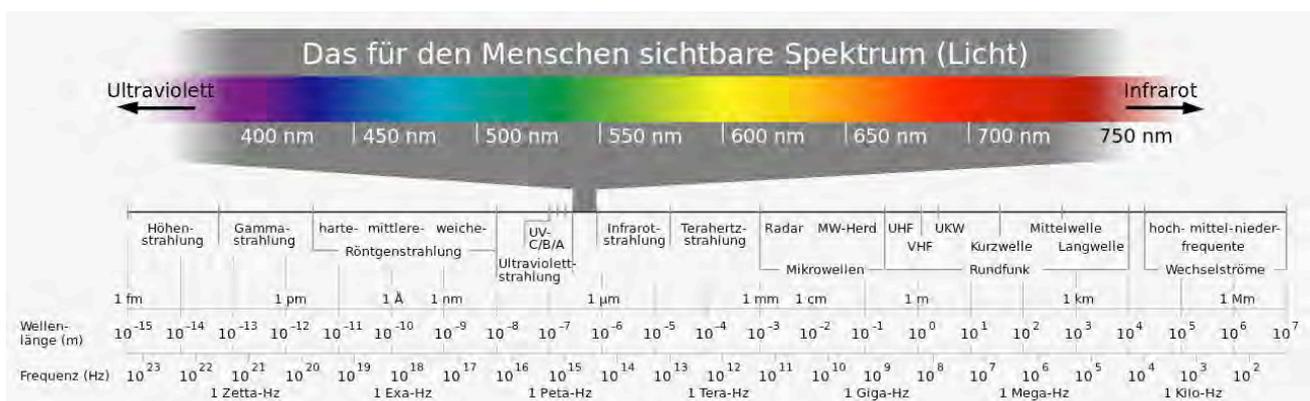


Bild 1 Quelle:

http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Electromagnetic_spectrum.svg&oldid=29560851
[Abfrage: 22.7.14]

Der Bereich des sichtbaren Lichts stellt im Vergleich zum nicht-sichtbaren Spektrum einen winzigen Ausschnitt dar. Heutzutage ist der menschliche Körper auf viele Weisen im Alltagsleben nicht-sichtbarer Strahlung ausgesetzt, beispielsweise durch Infrarotstrahlung, Mikrowellenstrahlung (findet Anwendung im Handy und Mikrowellenherd), Radiowellen, etc.⁶

Da ich in meiner Vorwissenschaftlichen Arbeit einen Schwerpunkt auf UV-Strahlung und Mikrowellenstrahlung gelegt habe, werde ich im Folgenden diese beiden Strahlungsarten näher erläutern.

⁴ Vgl. Sexl: Physik 7. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG 2012, S.106

⁵ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Lichtspektrum> [Abfrage: 21.1.15]

⁶ Vgl. <http://www.sonntaler.net/dokumentation/wiss/optik/weiter/spektrum/> [Abfrage: 22.7.14]

2.1 UV-Strahlung – Was ist sie und wie wirkt sie?

UV-Strahlung ist eine für den Menschen unsichtbare elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen von 100 nm bis 400 nm. Sie ist der energiereichste Teil der nicht-ionisierenden Strahlung und steht am Übergang zur ionisierenden Strahlung innerhalb des gesamten elektromagnetischen Spektrums.

UV-Strahlung macht nur 7% der Sonnenstrahlung aus, ist jedoch für viele ihrer Wirkungen (z.B.: Sonnenbrand, Vitamin-D-Synthese) verantwortlich.⁷

Tabelle 1:			
UV-Bereich	Wellenlänge	Durchlässigkeit der Atmosphäre	Eindringtiefe in die Haut
UV-A	315–400 nm	gelangt fast gänzlich auf die Erdoberfläche	dringt in die tiefste Hautschicht ein (=Lederhaut)
UV-B	280–315 nm	wird zu ca. 90% durch Ozonschicht absorbiert (Prozentanteil abhängig vom Zustand der Ozonschicht)	dringt nur bis in die Oberhaut ein
UV-C	200–280 nm	wird fast gänzlich in der Atmosphäre absorbiert	dringt nicht in die Haut ein, da UV-C von Atmosphäre absorbiert wird

Quelle:
<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/publikationen/umid0212.pdf>
[Abfrage: 26.7.14]
Quelle: http://www.onmeda.de/reisen/uv_strahlung.html [Abfrage: 26.7.14]

Die UV-Strahlung der Sonne kann durch ihre unterschiedlichen Wellenlängen nur unterschiedlich weit bis zur Erdoberfläche gelangen (siehe Tabelle 1). Beispielsweise dringt langwellige UV-A- Strahlung weiter ein, als die kurzwelligere UV-B-Strahlung.⁸

Aufgrund der Absorption in der Ozonschicht, kann nur UV-A-Strahlung und ein wenig der UV-B-Strahlung bis zur Erdoberfläche vordringen. Bestimmte Gase, insbesondere FCKW, wirken sich durch das Sonnen-UV auf die Ozon-Bildung aus, indem sie die Ozon-Schicht zerstören. Das natürliche Gleichgewicht wird hierbei

⁷ Vgl. <http://www.medizinfo.de/hautundhaar/sonne/uv-licht.htm> [Abfrage: 26.7.14]

⁸ Vgl. ebd.

verschoben und das Ergebnis ist ein Ozonloch, wodurch ein größerer Teil der UV-B-Strahlung an die Erdoberfläche dringen kann.⁹

Ebenso ist die biologische Wirkung der UV-Strahlung abhängig von der Wellenlänge, d.h.: je kürzer die Wellenlänge, desto energiereicher ist die Strahlung und somit ist ihr Schädigungspotenzial höher. Je nach Wellenlänge dringen die UV-Strahlen unterschiedlich tief in die Haut ein (Tabelle 1).¹⁰

2.1.1 UV-Strahlung – Auswirkungen auf den Menschen: Bräunung

Sonnenlicht hat in Maßen einige positive Auswirkungen auf den Körper, jedoch darf man bei einem Sonnenbad die negativen Folgen nicht außer Acht lassen (siehe 2.1.3). UV-Strahlen, insbesondere UV-A und UV-B, veranlassen Veränderungen in unserer Haut, welche partiell als Eigenschutz von ebendieser dienen.

Spezielle Hautzellen, sogenannte Melanozyten, die sich in der untersten Schicht der Oberhaut befinden, werden durch das UV-Licht aktiviert und bilden nach einigen Stunden den Farbstoff Melanin – bekannt für die bräunliche Färbung der Haut. Der Pigmentstoff Melanin schützt die Melanozyten und die unteren Hautschichten. Bräunung ist eine Art Selbstschutz gegen die UV-Strahlung.¹¹

Der Melanin-Anteil variiert weltweit betrachtet ziemlich stark. Hellhäutige Menschen verfügen über weniger Farbpigmente, als beispielsweise Personen mit dunkler Haut, welche einen deutlich höheren Anteil dieser Farbpigmente aufweisen. Daher ist die Gefahr eines Sonnenbrandes für Menschen mit dunkler Haut nicht so groß, wie die für Menschen mit hellerer Haut.¹²

Eine beliebte Alternative zum natürlichen Sonnenbaden ist das Solarium. Hierbei wird die Haut mit künstlich hergestelltem UV-Licht gebräunt. Während UV-A-Strahlung für eine oberflächliche Bräune verantwortlich ist, kann man durch UV-B-Strahlung langanhaltende Bräunungsergebnisse erzielen. Die jeweiligen Anteile an UV-A und UV-B kann von Sonnenstudio zu Sonnenstudio variieren, hingegen muss

⁹ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Ultraviolettstrahlung> [Abfrage: 26.7.14]

¹⁰ Vgl. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/publikationen/umid0212.pdf> [Abfrage: 26.7.14]

¹¹ Vgl. http://at.wetter.com/gesundheit/gesundheitslexikon/sonne-warum-wird-man-braun_aid_3795.html [Abfrage: 29.7.14]

¹² Vgl. http://www.hilfreich.de/koennen-dunkelhaeutige-einen-sonnenbrand-erleiden_2587 [Abfrage: 29.7.14]

man dabei berücksichtigen, dass UV-B-Strahlung die stärkste kanzerogene (krebserzeugende) Wirkung besitzt.¹³

2.1.2 UV-Strahlung – Auswirkungen auf den Menschen: Vitaminproduktion

Eine Reihe biochemischer Prozesse wird aufgrund des UV-Lichts in unserem Körper gesteuert. Beispielsweise nimmt der menschliche Körper 90 Prozent des Vitamins D, um genauer zu sein das Vitamin D3 (Cholecalciferol), über die Einwirkung des Sonnenlichts auf.¹⁴ Die Vitamin-D-Synthese wird durch UV-B-Strahlung induziert und ist auf den Wirkungsbereich von 295 nm bis 315 nm begrenzt.¹⁵

2.1.3 UV-Strahlung – Auswirkungen auf den Menschen: Hautschäden

Sonnenbrände (sog.: Erytheme) gehören zu den bekanntesten Effekten von UV-Strahlung. Das UV-B-induzierte Erythem, sprich ein Sonnenbrand, bildet sich im Gegensatz zur unmittelbar auftretenden Hautrötung, die vor allem auf die vorläufige Erweiterung von Blutgefäßen und die verstärkte Durchblutung der Haut zurückzuführen ist, erst einige Stunden nachdem man der UV-Strahlung ausgesetzt war.

Die sogenannte „Erythemschwellen-Dosis“¹⁶ ist die Dosis, die 24 Stunden nach der Exposition der UV-Strahlung eine Rötung hinterlässt und sich gegenüber der umgebenden Haut abhebt. Für UV-A liegt diese Erythemschwelle bei ca. 104mJ/cm² und bei UV-B bei 101 bis 1000 mJ/cm² (= Millijoule pro Quadratcentimeter), was im weiteren Sinne bedeutet, dass durch UV-B die Gefahr einer Rötung größer ist.¹⁷

Das häufige Auftreten von Sonnenbränden kann zur schwerwiegenden Folgen von UV-Strahlung führen, nämlich der Entstehung von Tumoren. Erytheme erhöhen somit das Risiko, an Hautkrebs zu erkranken.

Als langfristiger Nachteil von UV-Strahlung lässt sich die vorzeitige Hautalterung nennen. Insbesondere das tiefer ins Gewebe eindringende UV-A kann den Kollagenstoffwechsel beeinflussen. Einerseits wird die Kollagensynthese gebremst,

¹³ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Ultraviolettstrahlung#Biologie> [Abfrage: 29.7.14]

¹⁴ Vgl. <http://www.gesundheitlicheaufklaerung.de/vitamin-d-das-sonnenhormon> [Abfrage: 27.8.14]

¹⁵ Vgl. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/publikationen/umid0212.pdf> [Abfrage: 26.7.14]

¹⁶ Vgl. ebd. [Abfrage: 26.7.14].

¹⁷ http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=pharm6_22_1999 [Abfrage: 16.1.15]

andererseits werden Kollagen abbauende Enzyme (sog.: Matrix-Metalloproteasen) gebildet.

Die Haut verliert an Elastizität und wird dünner, wodurch eine beschleunigte Faltenbildung vorantreten kann. Weiters kommt es zu Gefäßerweiterungen, Pigmentverschiebungen, bekannt als Altersflecken, und zu Bindegewebsschädigungen.¹⁸

2.1.4 UV-Strahlung – andere Auswirkungen: Bakterien

Eine spezielle Eigenschaft der UV-Strahlung ist, dass sie im Wellenlängenbereich von 200nm bis 300nm eine keimabtötende Wirkung besitzt. Wenn Viren oder Bakterien UV-Strahlung ausgesetzt sind, verändert sich der Zellkern, sodass eine Zellteilung und somit eine Vermehrung unmöglich wird. Lebenswichtige Enzyme sowie die DNS dieser Mikroorganismen werden verändert und führen zu einer Zellschädigung.¹⁹

Die keimabtötende Wirkung nützt vor allem Labors in Krankenhäusern und diversesten Einrichtungen, die eine sterile Umgebung erfordern, da sich durch die UV-Strahlung jegliche Keime abgetötet lassen.²⁰

¹⁸ Vgl. <http://www.metsch-technik.de/uv-wasserentkeimung/bakterientoetung-mit-uv-strahlen.html>

[Abfrage: 27.8.14]

¹⁹ Vgl. ebd.

²⁰ Vgl. <http://www.welt.de/gesundheit/article110005142/UV-Licht-toetet-gefaehrliche-Krankenhauskeime.html> [Abfrage: 27.8.14]

2.2 Mikrowellenstrahlung

Mikrowellen sind sehr kurze Radiowellen, welche Wellenlängen von 300 mm bis 1 mm besitzen und im Frequenzbereich von 1 bis 300 GHz zu finden sind.²¹ Aufgrund ihrer Wellenlänge sind Mikrowellen zum Anregen von Dipol- beziehungsweise Multipolschwingungen von Molekülen geeignet. Heutzutage finden Mikrowellen Verwendung in der Radartechnik, in drahtlosen Kommunikationssystemen oder in Sensorsystemen. Am bekanntesten kommen sie jedoch in Mikrowellenherden zum Einsatz.²²

2.2.1 Mikrowellenstrahlung im Bezug auf den Mikrowellenherd – Eigenschaften

Eine physikalische Erklärung: Mikrowellen bringen Wassermoleküle zum Rotieren, wodurch Nahrung erwärmt wird. Dabei basiert die Erwärmung von Wasser auf der Ausrichtung der Wassermoleküle, welche sich laufend nach dem elektromagnetischen Wechselfeld ordnen.²³ Als Verlust der elektrischen Energie in einem Dielektrikum (nahezu nichtleitendes Material mit hohem Widerstand: $10^8 - 10^{14} \Omega\text{m}^{24}$) entsteht Wärme. In Mikrowellenherden wird eine Frequenz von 2,45 GHz verwendet, womit man eine ideale Absorption und Eindringtiefe in die Speise erzielen kann, da nicht nur die Oberfläche erwärmt werden soll, sondern auch das Innere einer Speise. Je niedriger man die Frequenz wählt, desto größer ist die Eindringtiefe.

Um diese Eigenschaften auch leicht verständlich zu erklären:

Für die Erzeugung von Mikrowellen, benötigen Mikrowellenherde ein Magnetron, auch Klystron genannt, (siehe Bild 2), welches die Mikrowellen erzeugt, indem die Elektronen mit Hilfe eines Magnetfeldes in eine kreisförmige Bahn gebracht werden. Die

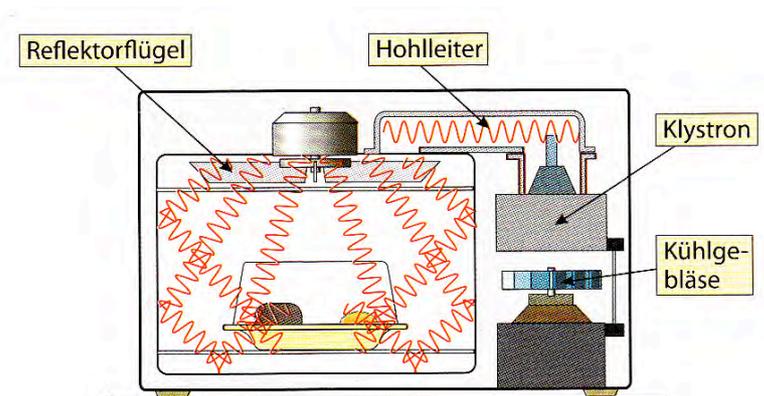


Bild 2

²¹ Vgl. Kogan, Philip: Das Unsichtbare Spektrum. Leinen: Kurfürst Verlag 1966, S.81

²² Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrowellen> [Abfrage: 29.7.14]

²³ Vgl. ebd.

²⁴ Vgl. <http://www.spektrum.de/lexikon/physik/dielektrikum/3025> [Abfrage: 29.7.14]

metallische Innenverkleidung des Mikrowellenherdes ist positiv geladen, wodurch sie die Elektronen abwechselnd antreibt oder abbremst.²⁵ Wassermoleküle besitzen eine positive und eine negative Seite, weswegen man sie Dipol nennt. Wenn Mikrowellen auf den Dipol treffen, beginnt er sich, ähnlich wie ein Magnet, aufgrund des vorhandenen Magnetfeldes, auszurichten (siehe Bild 3) und durch die Rotation des

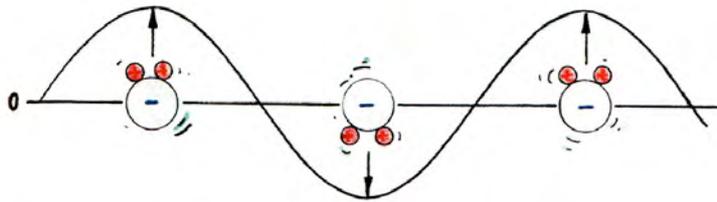


Bild 3

beweglichen Moleküls entsteht Wärme. Dabei wird die elektrische Energie in Wärmeenergie umgewandelt – das Essen wird warm. Dabei wird jedoch nur die Nahrung

erhitzt und nicht das umliegende Material, wie Porzellan oder Plastik – diese Materialien durchdringen oder reflektieren Mikrowellen fast ohne Wirkung.²⁶

Damit Mikrowellen vollständig abgeschirmt werden, sind Mikrowellenherde mit einem Lochblech ausgestattet, welches üblicherweise eine Lochung von 2 mm besitzt und im Inneren mit einer hitzebeständigen Kunststoffolie beklebt ist. Mikrowellen mit 12 cm Wellenlänge können diese feine Lochung nicht durchdringen.²⁷ Ein defekter Mikrowellenherd könnte jedoch Schaden anrichten. Wenn beispielsweise die Tür nicht ausreichend abdichtet und Menschen während des Garvorgangs durch die Tür zusehen, können die Augen eine Schädigung davontragen.²⁸

2.2.2 Gefahren von Mikrowellen

Auswirkung auf Nährstoffe: Um chemische Molekülverbindungen aufzubrechen, übertragen Mikrowellen zu wenig Energie. Allerdings können Mikrowellen Wasserstoffbrückenverbindungen zerstören und dadurch zur Denaturierung von Biomolekülen führen (Bsp: Eiweiß). Allerdings ist dies ein natürlicher Vorgang, welcher beispielsweise auch beim Braten eines Spiegeleis in der Pfanne auftritt.

²⁵ Vgl. Jaros, Alfred; Nussbaumer, Alfred; Nussbaumer, Peter: Physik compact. Basiswissen 7 RG. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG 2012, S.104

Bild 2: <http://www.techniklexikon.net/d/magnetron/magnetron.htm> [Abfrage: 27.8.14]

²⁶ Vgl. <http://www.br.de/radio/bayern1/inhalt/experten-tipps/umweltkommissar/mikrowelle-wellen-kueche-schaedlich-umweltkommissar-100.html> [Abfrage: 29.7.14]

²⁷ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrowellen> [Abfrage: 29.7.14]

²⁸ Vgl. <http://www.spiegel.de/gesundheit/ernaehrung/gefahr-von-mikrowellen-im-schlimmsten-fall-verbrennungen-a-926917.html> [Abfrage: 29.7.14]

Dass Mikrowellenherde den Nährstoffgehalt durch die Zerstörung von Vitaminen in der Nahrung verringern, ist zurzeit noch eine unbelegte Theorie.

Gefahr für den Menschen: Mikrowellenstrahlung erwärmt menschliches Gewebe. Speziell schwach durchblutetes Gewebe, das Wärme über den Blutkreislauf nicht ableiten kann, wie zum Beispiel die Augen, sind besonders von Mikrowellen betroffen. Solange man sich außerhalb einer Mikrowelle aufhält, kann es zu keinen besorgniserregenden Schäden kommen.

Effekte mit elektrisch leitenden Stoffen: Alufolie sollte man nie alleine in den Mikrowellenherd geben, da es durch die Reflexion der Wellen auf der Alufolie zu hohen Spannungen kommt, die zu einem Ladungsausgleich in Form von Funkenüberschlägen führt. In Metallen induzieren die Mikrowellen Wirbelströme, was dazu führt, dass Metall heiß wird. Gibt man beispielsweise einen Löffel in ein Glas mit Wasser, erwärmt sich der Löffel und gibt die Wärme an das Wasser ab.

Zackige Metallgegenstände sollte man nie in den Mikrowellenherd geben, da es dabei zu Funkenüberschlägen kommt, welche den Mikrowellenherd beschädigen können. Vorsicht sei auch bei Tellern mit Goldrand geboten, da sich das Blattgold durch zahlreiche Funkenüberschläge auflösen kann, wobei die dünne Goldschicht verbrennt.

29

²⁹ Vgl. <http://www.wdr.de/tv/kopfball/sendungsbeitraege/2009/1206/mikrowelle-1.jsp> [Abfrage: 16.1.15]

3. Datenanalyse & Ergebnisse der Fragebögen

Ich habe im Mai 2014 einen Fragebogen an 104 Schülerinnen und Schüler der 3. und 7.Klasse meiner Schule (BRG 1) ausgeteilt, um zu evaluieren, welchen Wissensstand ebendiese SchülerInnen über nicht-sichtbare Strahlung und im weiteren Sinne über UV-Strahlung und Mikrowellenstrahlung haben.

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Aufzeichnung über Geschlecht und Alter aller Befragten:

Geschlecht	Anzahl	davon 12 Jahre	13 Jahre	14 Jahre	16-19 Jahre
männlich	55	11	23	2	19
weiblich	48	12	21	/	15
keine Angabe	1	/	/	/	1
Insgesamt:	104	23	44	2	35

Im Folgenden werde ich die Ergebnisse aller Fragen analysieren, auswerten und anhand von Diagrammen bildlich veranschaulichen.

3.1 Ist Dir der Begriff „nicht-sichtbare Strahlung bekannt? Wenn ja/nein, warum/warum nicht?



Dem Großteil aller Schülerinnen und Schüler (85%) ist der Begriff „nicht-sichtbare Strahlung“ bekannt (siehe Diagramm 1). Beim Auswerten der Fragebögen der 3. Klassen fiel besonders auf, dass die Schüler nicht-sichtbare Strahlung mit

Radioaktivität in Verbindung setzen – insbesondere wurde auf die Atomunfälle von Tschernobyl und Fukushima Bezug genommen. Antworten wie „Ja, ich habe von den Atomunfällen gehört“ oder „Ja, aus Fukushima und Tschernobyl“ waren hierbei keine Seltenheit.

Im Vergleich dazu griffen auch viele Schüler der 7. Klassen das Argument auf, dass nicht-sichtbare Strahlung im unmittelbaren Zusammenhang mit Radioaktivität steht, jedoch nicht so auffallend wie bei den 3. Klassen. Die Antworten der SchülerInnen der 7. Klassen zeigten, dass nicht-sichtbare Strahlung entweder durch die Schule (Physik-Unterricht) oder durch die Medien bekannt ist, wie zum Beispiel durch Fernsehdokumentationen, das Internet oder Printmedien. Eine genaue Analyse der Informationsquellen wird bei Frage 8 behandelt.

Ein Abgleich der Lehrpläne für die Oberstufe des Unterrichtsfaches Physik³⁰ zeigt, dass nicht-sichtbare Strahlung erst Thema der 8. Klasse (Oberstufe) ist. Die Antworten legen dar, dass dieser Stoff schon einmal flüchtig aufgegriffen wurde, denn sonst hätte es genauere Erklärungen bezüglich Frage 2 gegeben.

³⁰ Vgl: Bundesministerium für Bildung und Frauen. Lehrpläne AHS Oberstufe Physik. Online: https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_10_11862.pdf?4dzgm2 [Abfrage: 29.8.14]

3.2 Was stellst du Dir generell unter nicht-sichtbarer Strahlung vor?

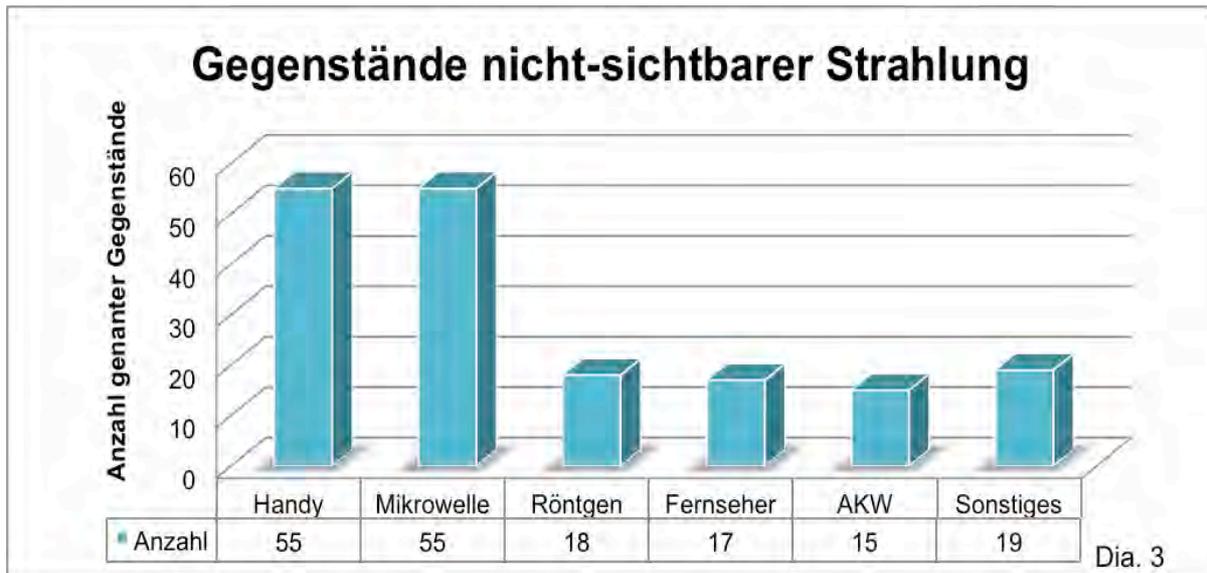


Auf die Frage wie man nicht-sichtbare Strahlung erklären würde, kam mit einem hohen Anteil in etwa die Antwort: *„Strahlung, die man nicht sieht.“* beziehungsweise *„Ein Strahl, der unsichtbar für das Menschaugen ist.“*

Das Diagramm 2 zeigt, dass 40% aller Schülerinnen und Schüler nicht-sichtbare Strahlung über ihre etymologische Herkunft erklärten; sprich: über deren Wortherkunft. Eine Idealantwort auf diese Frage wäre beispielsweise gewesen: „Eine elektromagnetische Strahlung, außer dem Frequenzbereich von $4,0 \times 10^{14}$ und $7,5 \times 10^{14}$ Hz (Hertz) beziehungsweise der Wellenlänge von 400 bis 750 nm (Nanometer).“, oder auch, „Eine Strahlung, welche den sichtbaren Teil des elektromagnetischen Spektrums nicht einschließt“.

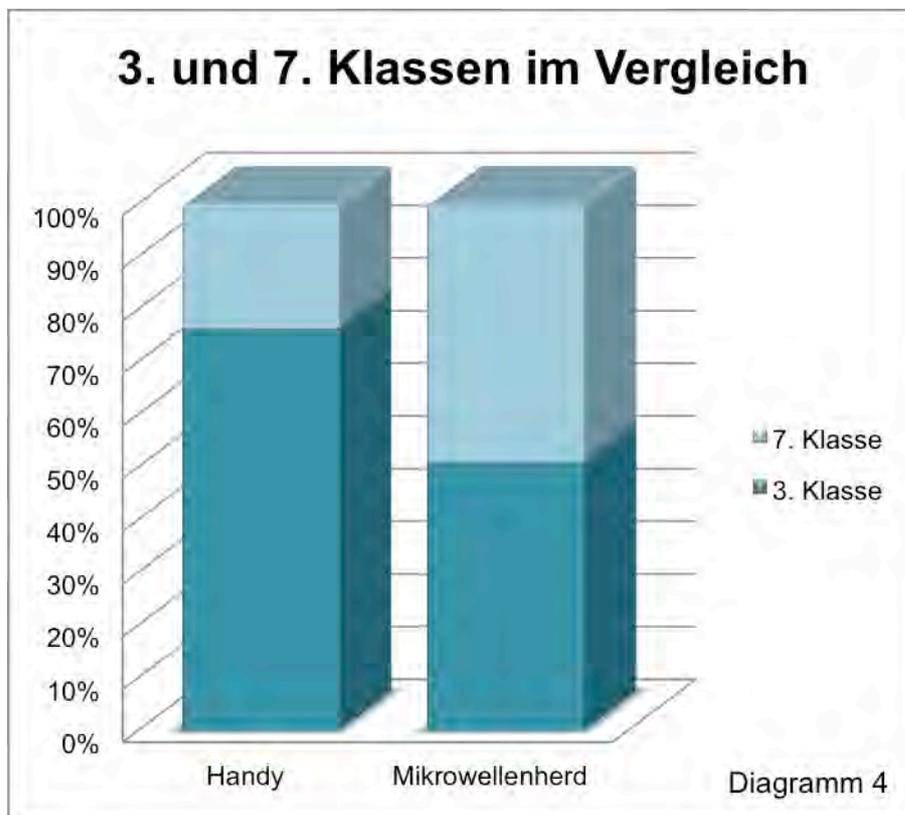
Obwohl 85% aller Schüler (siehe Frage 1) der Begriff an sich bekannt ist, konnte niemand eine korrekte, beziehungsweise ansatzweise korrekte Erklärung nennen.

3.3 Welche Geräte verbindest Du mit nicht-sichtbarer Strahlung?

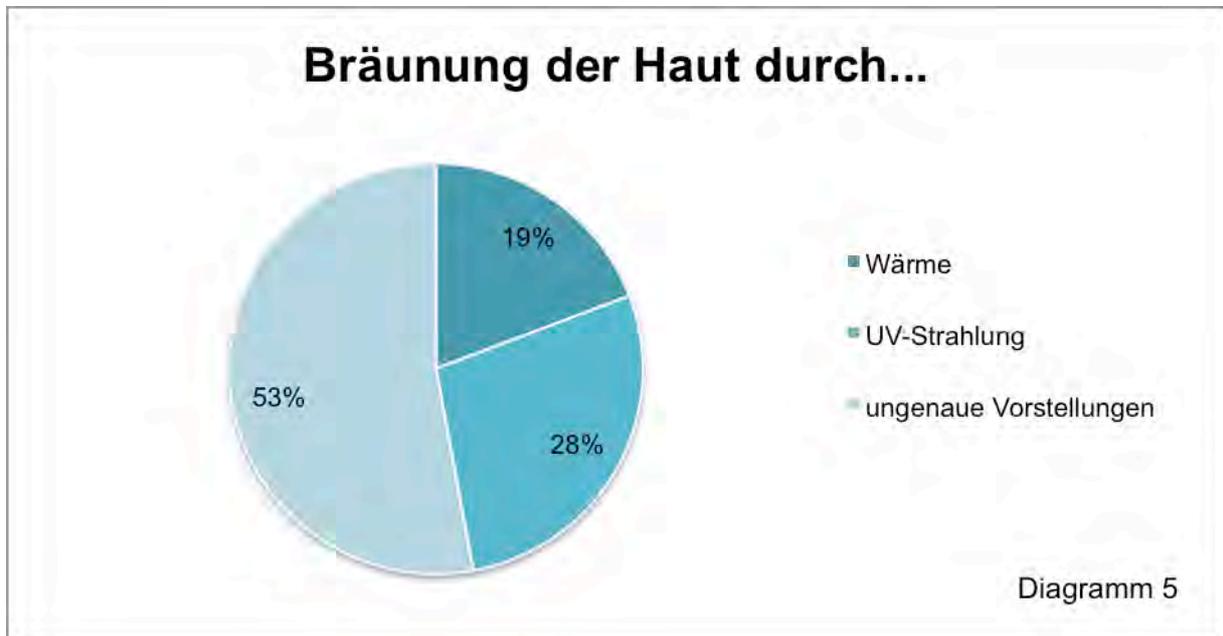


Eine allgemeine Häufigkeitsanalyse der genannten Gegenstände, die SchülerInnen mit nicht-sichtbarer Strahlung in Verbindung setzten, zeigt, dass mit großem Abstand Quellen nicht-sichtbarer Strahlung genannt wurden (Diagramm 3).

Das folgende Diagramm (Diagramm 4) zeigt bei genauerer Betrachtung der 3. und 7. Klassen, dass SchülerInnen einer dritten Klasse nicht-sichtbare Strahlung eher mit einem Handy assoziieren als SchülerInnen einer siebten Klasse.



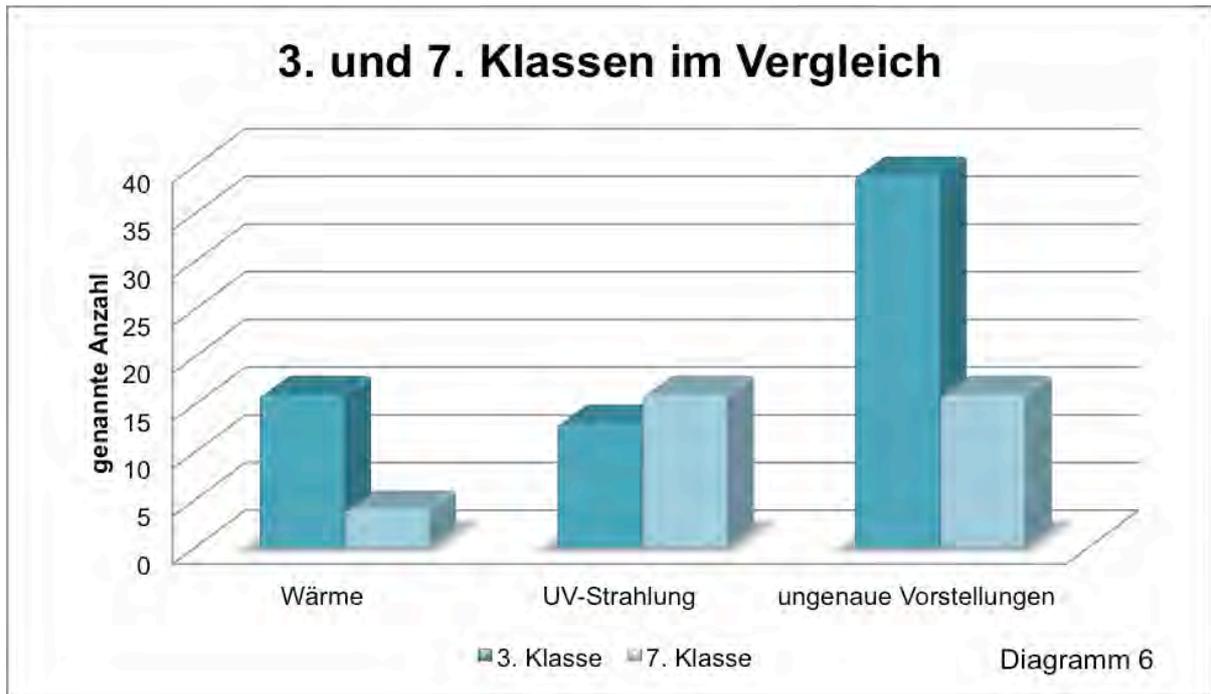
3.4 Im Sommer wird die Haut braun, wenn man länger in der Sonne liegt. Was passiert dabei mit der Haut? Was stellst du Dir vor?



Eine Auswertung der Frage 4 legte offen, dass es sowohl in den 3.Klassen, als auch in den 7. Klassen entweder unklare oder keine durchgehend richtigen Erklärungen zur Bräunung der Haut gibt. Eine richtige Antwort wäre beispielsweise gewesen: *„UV-Licht aktiviert die Melanozyten, welche für die Bildung vom Pigmentstoff Melanin verantwortlich sind und dieser Pigmentstoff führt zur Bräunung der Haut. Melanin schützt die Haut(-schichten) vor UV-Strahlung“*.

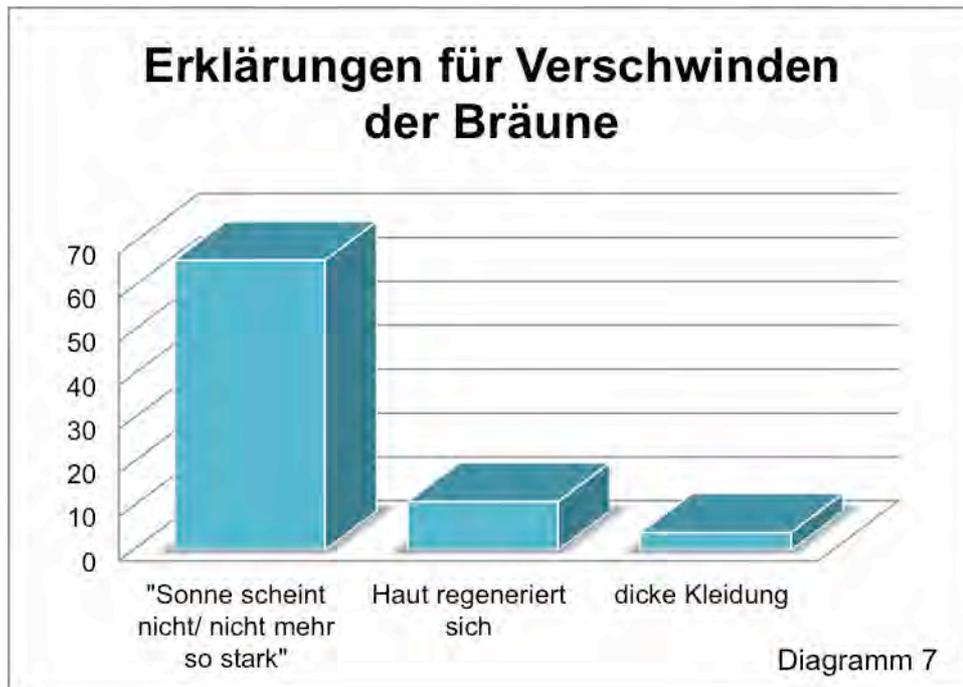
Diagramm 5 zeigt, dass 53% der 104 Befragten ungenaue oder unpräzise Antworten formulierten, welche zu keinem Ergebnis führten. Als Veranschaulichung seien hier Antworten wie *„Deine Haut wird irgendwie kaputt und anders und hart. Weiß nicht.“*, *„Die Hautzellen werden irgendwie genetisch verändert oder so“* oder *„Die UV-Strahlung macht irgendwas“* genannt.

Ein überschaubarer Anteil von 28% wusste, dass die Haut durch UV-Strahlung ihre Bräune erlangt. Hingegen waren 19% der Schülerinnen und Schüler der Anschauung, dass die Wärme der Sonne bräunt; eine oftmalige Antwort war beispielsweise: *„Ich glaube, dass die Wärme daran Schuld ist, dass die Haut braun wird.“*



Ein einzelner Vergleich der Schulstufen (Diagramm 6) ergab, dass die Fehlvorstellung, Bräune wird durch die Wärme der Sonne erzielt, in den 3. Klassen weiter verbreitet ist als in den 7. Klassen. Die Ansicht, dass Bräunung durch Wärme erzielt wird, wurde in den 3. Klassen oftmals durch eine Aussage unterstützt, wie: *„Ich stelle mir das vor wie beim Grillen. Wenn man auf den Griller die Würstchen drauflegt, sind sie nach einiger Zeit durch. So stelle ich mir das mit der Haut des Menschen vor“*. Es ist anzunehmen, dass mehrere Schüler und Schülerinnen von dieser Vorstellung geprägt waren und dabei das Grillen von Fleisch im Kopf hatten. Vergleichsweise konnten SchülerInnen der siebten Klasse exaktere Erklärungen finden und nahmen vereinzelt auch Bezug auf das energiereichere UV-B und dessen langanhaltende Bräunung.

3.5 Warum verschwindet Bräune im Winter wieder?



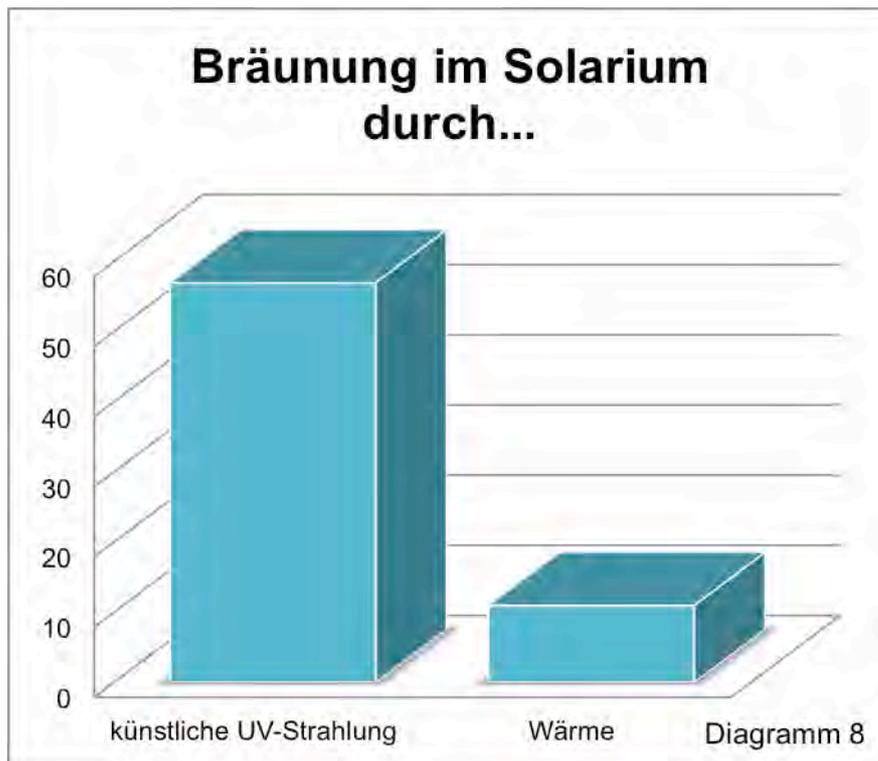
Auf die Frage warum Bräune im Winter wieder verschwindet, wurde häufig die Antwort gegeben, dass die Sonne nicht mehr so stark scheint (Diagramm 7). Dies kann man als Fehlvorstellung werten, da die Sonne an sich immer gleich stark scheint. Genau genommen ist die Erde im Winter sogar näher an der Sonne (Vergleich: Anfang Januar: 147,1 Millionen Kilometer Entfernung; Anfang Juli: 152,1 Millionen Kilometer Entfernung)³¹, wofür die Neigung der Erdoberfläche verantwortlich ist. Die Schüler erklären dies so, dass im Winter „die Erde von der Sonne weiter entfernt ist und man deswegen den Sonnenstrahlen weniger ausgesetzt ist“. Deshalb kann man bei dieser Fehlvorstellung annehmen, dass die SchülerInnen von einer geringeren Sonneneinstrahlung ausgehen und dies der Grund für den Verlust der Bräune ist.

Genau genommen verlieren wir unsere Bräune in der kalten Jahreszeit, weil sich die Haut regeneriert und nicht weiterhin kontinuierlich UV-Strahlung auf unsere Haut trifft, die den Bräunungseffekt erhält. Ein weiterer Aspekt zum Verlust der Bräune ist, dass man mehr Kleidung trägt und die UV-Strahlen beziehungsweise die Sonne die dicken Wolkenschichten im Winter weniger stark durchdringen kann.

Diesen Aspekt griffen insgesamt nur 4 SchülerInnen auf.

³¹ Vgl: Astronews: <http://www.astronews.com/frag/antworten/3/frage3426.html> [Abfrage: 2.11.14]

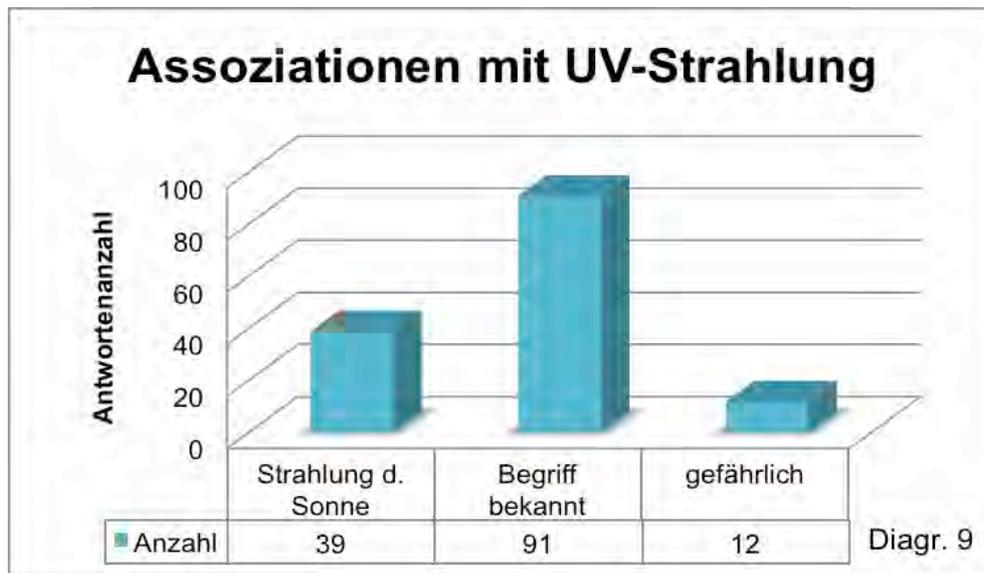
3.6 Wieso kann man auch im Solarium braun werden?



Auf Frage 6 antworteten rund 60% aller Befragten richtig. Das Ergebnis dieser Frage ist, dass der Großteil aller SchülerInnen weiß, dass im Solarium künstlich hergestelltes UV-Licht entscheidend für eine Bräunung ist. Allerdings griffen Schülerinnen und Schüler ebenfalls die Aussage auf, dass Bräune durch die entstehende Hitze erreicht wird. Diese Schülerinnen und Schüler nannten dabei Erklärungen wie beispielsweise: „Weil in einem Solarium Hitze entsteht“, „Weil es dort künstliche Hitze gibt“ oder „Weil dort künstliche Wärme durch starke Lichtquellen erzeugt wird“.

Bereits bei Frage 4 kam diese Ansicht öfters vor und stellt eine klare Fehlvorstellung dar. Wie schon erwähnt, kann man davon ausgehen, dass dabei viele SchülerInnen das Bild von Fleisch braten im Kopf haben.

3.7 Kennst du den Begriff UV-Strahlung? Wenn ja/nein, beschreibe deine Vorstellungen!



Der Begriff „UV-Strahlung“ war 91 von insgesamt 104 (Diagramm 9) befragten SchülerInnen bekannt, jedoch konnten nur 39 Schüler diesen Begriff mit der Strahlung der Sonne assoziieren. Es ist nun Auslegungssache, ob man diese Antwort so versteht, dass UV-Strahlung in allen Teilen in der Strahlung der Sonne enthalten ist, oder nur mit einer geringen Prozentanzahl (Anm.: korrekt wären 7% Anteil an Sonnenstrahlung). Da dies aber nicht gefragt war, ist es nicht möglich dabei eine Differenzierung zu treffen.

Weiters gaben 12 SchülerInnen an, dass UV-Strahlung gefährlich ist, was im weitesten Sinne richtig ist. Natürlich muss man die Unterteilung der UV-Strahlung beachten, jedoch war dies nicht gefragt und somit haben die Befragten eine wichtige Assoziation hervorgebracht.

3.8 Woher hast Du die meisten Informationen zum Thema UV-Strahlung?

Bei Frage 8 war das Ziel herauszufinden, woher die Schülerinnen und Schüler ihre Informationen und ihr Wissen zu nicht-sichtbarer Strahlung erhalten. Das folgende Diagramm (Diagramm 10) zeigt die genannten Antworten:



Bei der Antwortmöglichkeit „Anderes“ gaben die meisten Befragten entweder keine Quellen ihrer Informationen an, oder nannten Beispiele, die man den gegebenen Antwortmöglichkeiten hätte zuordnen können. Diese Abweichungen wurden bei dem oben angeführten Diagramm berücksichtigt.

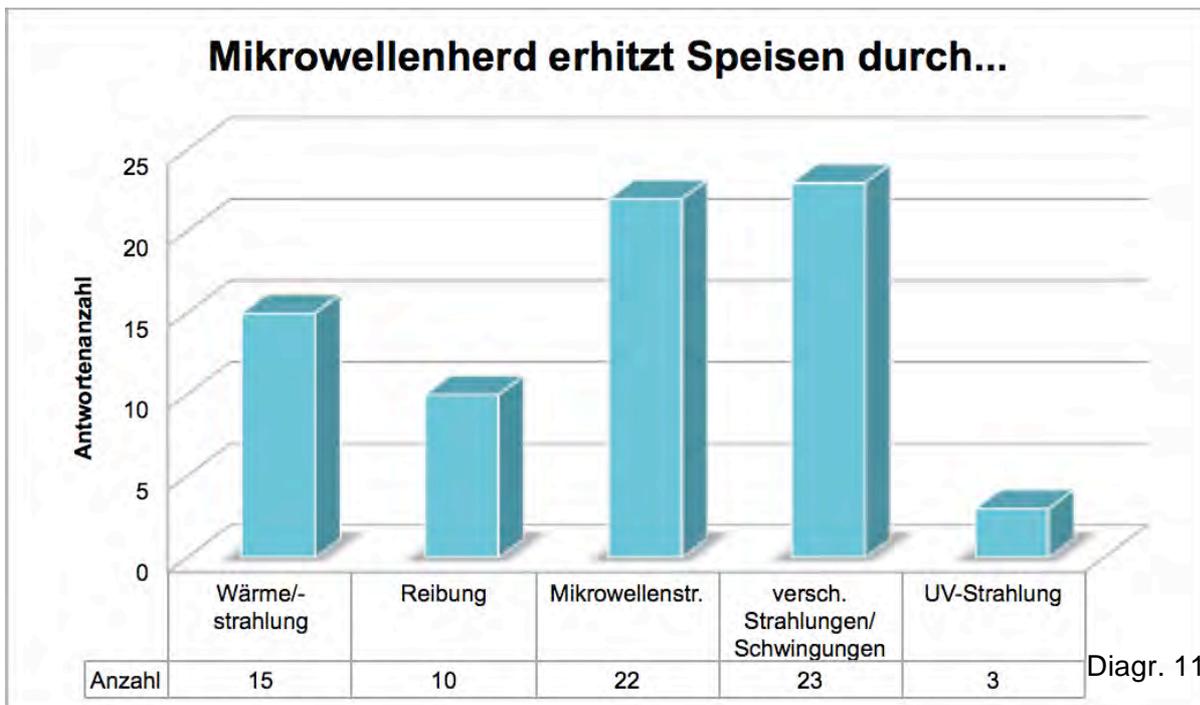
Aus der Auswertung ist klar ersichtlich, dass die Mehrheit aller SchülerInnen ihr Wissen über nicht-sichtbare Strahlung aus der Schule hat; ebenfalls durch die Eltern, Plakate, Fernsehen oder Infobroschüren erlangen die SchülerInnen ihr Wissen.

Da bei Frage 2 keine korrekten Definitionen über nicht-sichtbare Strahlung genannt wurden, kann man daraus schließen, dass die Befragten nur mangelnde Informationen über das Thema erfahren haben beziehungsweise, dass die erhaltende Information von schlechter Qualität war.

3.9 Wie ist es möglich, dass eine Mikrowelle Essen erhitzt?

In meiner Einleitung habe ich bereits angeführt, dass ich nur 12 Fragebogen aller Lehrerinnen und Lehrer erhalten habe, weswegen ich diese nur für Frage 9 heranziehen werde. Aus diesem Grund ändert sich die Gesamtheit aller Befragten von 104 auf 116 Personen:

Geschlecht	Anzahl
männlich	60
weiblich	55
keine Angabe	1
Insgesamt:	116



Auf die Frage wie der Mikrowellenherd das Essen erhitzt, wurde sehr oft der Aspekt von Strahlungen beziehungsweise Schwingungen aufgegriffen. Bei dieser Antwort nannten die Befragten keine weiteren Details, sondern nannten beispielsweise als Begründung: *„Irgendwelche Strahlungen, die das Essen erhitzen“*, oder, *„Sie erzeugt eine Frequenz (Mikrowelle). Diese Wellen dringen in das Essen ein und durch die Schwingung der Teilchen wird es heiß (bewegte Teilchen = Hitze)“*.

Eine Idealantwort würde lauten, dass der Mikrowellenherd die Wassermoleküle durch ein wechselndes Magnetfeld anregt, um sich nach dem elektrischen Feld auszurichten. Durch die Rotation der Moleküle entsteht Wärme und das Essen wird erhitzt. Aus diesem Grund sind die obengenannten Antworten ansatzweise korrekt, denn durch die Schwingungen (=Rotation) der Teilchen wird das Essen heiß.

Ebenso gaben sehr viele Befragte an, dass die Mikrowellenstrahlung das Essen erhitzt, was eindeutig richtig ist. Die Erklärungen waren teilweise nur bruchstückhaft angeführt, jedoch waren sie im großen Ausmaß korrekt.

Weiters habe ich Antworten angeführt (siehe Diagramm 11), die als Fehlvorstellungen zu werten sind, denn der Mikrowellenherd erhitzt Essen weder durch Wärmestrahlungen oder Reibung, noch durch UV-Strahlung. Dass Essen

durch UV-Strahlung, Reibung oder Wärmestrahlung erwärmt wird, ist eine klare Fehlvorstellung.

Bezüglich der Ansicht, dass Reibung für das Erhitzen zuständig ist, gaben viele der Befragten an, dass Teilchen aneinander reiben und daher Wärme freigesetzt wird. Hierbei hatten offensichtlich viele SchülerInnen und LehrerInnen das Bild im Kopf, dass Reibung Wärme erzeugt und haben dies dann mit der Mikrowellenstrahlung in Verbindung gesetzt. Um diesen Erklärungen auf den Grund zu gehen, habe ich mehrere Physik-Bücher miteinander verglichen, inwieweit sie die Erwärmung von Speisen durch Mikrowellenstrahlung erklären. Das Physik-Buch einer 7. Klasse erklärt: „Durch Reibung entsteht Wärme – die Speisen werden quasi warmgezittert.“³² Diese Definition ist eindeutig falsch und lehrt die LeserInnen dieses Buches eine falsche Erklärung.

Wenn man die Antworten der Lehrerinnen und Lehrer (Diagramm 12) im Einzelnen betrachtet, fällt auf, dass die Mehrheit einen Bezug auf die Bewegung der Wassermoleküle beziehungsweise des Wassers genommen haben; diese Ansichten sind natürlich korrekt.



Dennoch griffen 3 LehrerInnen den Aspekt auf, dass Speisen durch Reibung von Teilchen erwärmt werden. Ebenso die Antwort, dass durch „Schwingungen“ Essen erhitzt werden, kam bei den LehrerInnen öfters vor, wie bereits erwähnt, wurden diese Antworten jedoch nicht weiter präzisiert, um zwischen richtig und falsch zu differenzieren.

³² Apolin, Martin: Big Bang 7. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG 2008, S.91

3.10 Es gibt Geschirr, auf welchem vermerkt ist, dass es „Mikrowellengeeignet“ ist. Welche Eigenschaften muss ein solches Geschirr besitzen?

Bei Frage 10 war gefragt, welche Eigenschaften ein „mikrowellengeeignetes Geschirr“ besitzen muss, um als solches zu gelten.



Diagramm 13 zeigt, dass nur 35% der Befragten ein bestimmtes Material angeben, sei es Plastik, Porzellan oder Glas. Dies ist ansatzweise korrekt, denn Glasgefäße sind zum Beispiel nicht immer gut geeignet für die Mikrowelle, da sie bei zu hohen Temperaturen springen können. Genauso kann Plastik eine Ausnahme sein, denn oftmals weicht sich der Kunststoff auf und die Form des Gefäßes wird verändert.

30% aller Schülerinnen und Schüler ordnen mikrowellengeeignetem Geschirr die Eigenschaft der Hitzebeständigkeit zu, was richtig ist. Mikrowellengeeignetes Geschirr muss hohen Temperaturen standhalten können, denn beispielsweise sind in vielen Lebensmitteln Fette enthalten deren Temperatur nach kurzer Zeit im Garraum über 85° C steigt.

17% wiesen daraufhin, dass mikrowellengeeignetes Geschirr weder schmelzen noch Metall enthalten darf. Beide Aspekte sind richtig, denn Metall könnte eine Funkenbildung hervorrufen, weil diese die Strahlung abschirmen. Vor allem bei gezackten oder unebenen Oberflächen kann es zur Funkenbildung kommen.

3.11 Warum sollte man Aluminium (Bsp: Alufolie) nicht in die Mikrowelle geben? Überlege Dir eine Begründung für Deine Antwort!

Bei Frage 11 wollte ich von den Schülerinnen und Schülern wissen, was passiert, wenn man Alufolie in den Mikrowellenherd gibt. Die Ergebnisse fielen wie folgt aus:



36% der Befragten gingen davon aus, dass die Alufolie schmilzt und 9% glaubten, dass sie zu brennen anfangen würde. Im schlimmsten Fall kann ein mit Alufolie abgedecktes Gericht Feuer fangen oder die Alufolie könnte schmelzen, dafür müsste allerdings die Sendeleistung des Magnetrons so hoch sein, dass Ströme von 20 Ampere fließen.³³ 2012 kam es zu so einem Fall, als zwei Thüringer Rentner ein mit Alufolie abgedecktes Geschirr in die Mikrowelle stellten und das Gerät daraufhin Feuer fing.³⁴

Dass der Mikrowellenherd kaputt gehen könnte, die Strahlung reflektiert wird, sowie dass es zu einer Funkenbildung kommen kann, sind ebenfalls richtige Antworten. Wenn die elektrische Feldstärke zu hoch ist, können im Gerät Funkenüberschläge entstehen, die in weiterer Folge zu einer Funktionsuntüchtigkeit des Gerätes führt.³⁵ Wenn das Aluminium über dem zu erhitzenden Material glatt gestrichen ist, kann dies zu keinerlei Auswirkungen führen.

³³ Vgl. <http://www.wdr.de/tv/kopfball/sendungsbeitraege/2009/1206/mikrowelle-1.jsp> [Abfrage: 16.1.15]

³⁴ Vgl. Thüringer Allgemeine. <http://www.thueringer-allgemeine.de/web/zgt/leben/blaulicht/detail/-/specific/Alufolie-in-der-Mikrowelle-loest-Wohnungsbrand-in-Suhl-aus-2108947839> [Abfrage: 2.1.15]

³⁵ Vgl. <http://www.mikrowelle.com/alufolie/> [Abfrage: 2.1.15]

3.12 Ist Mikrowellenstrahlung gefährlich für den Menschen? Wenn ja/nein, welche Auswirkungen könntest du dir vorstellen?

Die vorletzte Frage behandelte die Gefährlichkeit und Auswirkungen der Mikrowellenstrahlung, welche beide in den folgenden Kreisdiagrammen dargestellt sind:



66% aller Schülerinnen und Schüler kamen zu dem Entschluss, dass Mikrowellenstrahlung gefährlich ist und nur 19%, dass Mikrowellenstrahlung keine Gefahr darstellt. Die Zubereitung von Speisen in einer Mikrowelle hat keinerlei gesundheitsschädliche Auswirkungen. Wird ein Mensch jedoch einer größeren Menge an Mikrowellenstrahlen ausgesetzt, als für Mikrowellenherde üblich ($f=2,45$ GHz), kann es lebensbedrohlich werden, da es zur Erwärmung der Hautoberfläche kommt und im schlimmsten Fall zu Verbrennungen.

Da nicht weiter gefragt war, in welcher Situation Mikrowellenstrahlung gefährlich beziehungsweise nicht gefährlich ist, kann man beide Annahmen als richtig werten.

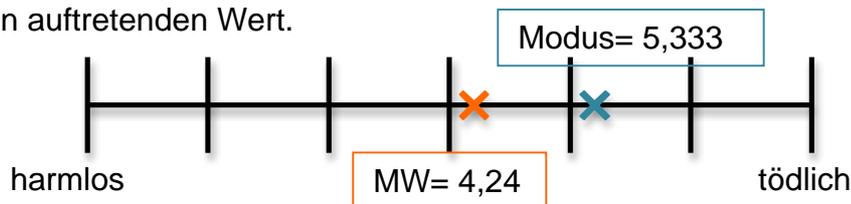
Nur 8% der SchülerInnen griffen das Argument auf, dass die Dosis das Gift macht, also dass eine große Menge an Mikrowellenstrahlung gefährlich ist. Wie ich oben schon erklärt habe, ist auch dieser Aspekt richtig.

Die Befragten sind ebenfalls auf die Auswirkungen eingegangen und das Ergebnis ist, dass die Mehrheit Krebs als Konsequenz von Mikrowellenstrahlung angibt. Auch Verbrennungen wurden als eine mögliche Auswirkung aufgegriffen, allerdings gaben

dies nur 28% aller Befragten an. Verbrennungen sind wahrscheinlicher als etwaige Formen von Krebs, auch wenn oftmals die Rede davon ist, dass Mikrowellenstrahlung oder die sogenannte „Handy-Strahlung“ Krebs verursachen kann. Solche Theorien sind bislang unbelegt, jedoch ist es erwiesen, dass eine größere Menge an Mikrowellenstrahlung in einem nicht abgeschirmten Raum zu Verbrennungen führt.

3.13 Zeichne bitte auf dieser Skala ein, für wie gefährlich Du Mikrowellenstrahlung auf den Menschen hältst?

Bei der letzten Frage mussten alle Schülerinnen und Schüler auf einer Skala von 1 bis 7 einzeichnen, für wie gefährlich sie Mikrowellenstrahlung halten. Eine Auswertung aller fünf Klassen veranschaulicht auf der folgenden Skala den angekreuzten Gefährlichkeitsgrad im Mittel sowie den Modus, also den am häufigsten auftretenden Wert.



Die Skala zeigt, dass sowohl die Befragten der 3. Klassen, als auch der 7. Klassen Mikrowellenstrahlung weder für harmlos, noch für tödlich halten. Dieses Ergebnis zeigt den Fall, dass die SchülerInnen zur Mitte tendiert sind. Wie ich bereits in meiner Einleitung beschrieben habe, kommt dies meist dann vor, wenn die Befragten unsicher sind oder nur über mangelndes Wissen zu einem Thema verfügen. Da sich durch die vorangegangenen Fragen gezeigt hat, dass das Wissen über nicht-sichtbare Strahlung nicht gänzlich ausgeformt ist, gehe ich von dem zweiten Fall aus, dass also die Schülerinnen und Schüler nur über mangelndes Wissen bezüglich Mikrowellenstrahlung verfügen.

Wenn man allerdings den Wert des Modus betrachtet, ist es auffallend, dass hier die Tendenz zur Seite „tödlich“ ging. Im Vergleich zum Mittelwert haben dann doch mehrere Schülerinnen und Schüler einen Wert über die Mitte hinweg angekreuzt. Interessant daran ist, dass bei Frage 12 66%, also in etwa zwei Drittel, der SchülerInnen Mikrowellenstrahlung für gefährlich halten.

4. Zusammenfassung & Auffälliges

Über den Prozess der Analyse und Auswertung aller Ergebnisse ist mir aufgefallen, dass die Schülerinnen und Schüler des BRG 1 Vorstellungen zu nicht-sichtbarer Strahlung besitzen, die ausgeprägter sind, als eigentlich von mir angenommen.

Dennoch konnte man erkennen, dass Fehlvorstellungen bei allen drei abgefragten Themen existieren.

Zu Beginn hat es mich verwundert, dass zwar die Mehrheit aller Befragten den Begriff „nicht-sichtbare Strahlung“ kennt, jedoch keine richtigen Erklärungen nennen konnte. Hierbei nehme ich an, dass der Begriff in der Schule oder im Privatleben schon einmal aufgetaucht ist, aber das Thema nicht tiefergehend behandelt wurde. Zusätzlich hat sich bei Frage 8 gezeigt, dass die Befragten nur mangelnde Informationen über das Thema nicht-sichtbare Strahlung erfahren haben beziehungsweise, dass die erhaltende Information von schlechter Qualität war.

Ebenso auffallend war, dass viele Schülerinnen und Schüler davon ausgehen, dass Bräunung durch Wärme erzielt wird. Mit dieser Ansicht hätte ich nicht gerechnet, allerdings erscheinen die Gedankengänge der SchülerInnen bei genauerer Betrachtung aller Antworten logisch. Wie ich bereits bei Frage 4 und 6 behandelt habe, assoziieren die Befragten den Vorgang der Bräunung mit dem Grillen von Fleisch.

Dabei ist es wichtig, dass Bräunung durch UV-Strahlung erzielt wird, indem sie die Melanozyten dazu anregt den Farbstoff Melanin zu produzieren.³⁶

Im weiteren Sinne ist es bedenklich, dass viele Schülerinnen und Schüler ungenaue Vorstellungen zur UV-Strahlungen besitzen, denn diese Thematik wird in den nächsten Jahren in Verbindung mit Hautkrebs und dem Schutz davor, eine noch wichtigere Rolle spielen.

Gleichermaßen hat sich eine Fehlvorstellung durchgesetzt, als es darum ging, wie die Mikrowellenstrahlung Speisen erhitzt. Sowohl die LehrerInnen als auch die SchülerInnen sind davon ausgegangen, dass Essen erhitzt wird, indem Teilchen aneinander reiben. Die Vorstellung, dass durch Reibung immer Wärme entsteht,

³⁶ Vgl. http://at.wetter.com/gesundheit/gesundheitslexikon/sonne-warum-wird-man-braun_aid_3795.html [Abfrage: 5.1.15]

wurde in Relation mit der Erwärmung von Speisen gesetzt. Man sollte sich an dieser Stelle merken, dass Nahrung erhitzt wird, indem die Mikrowellen auf diese Wassermoleküle treffen und sich, ähnlich wie ein Magnet, aufgrund des vorhandenen Magnetfeldes, ausrichten. Durch die Rotation des Moleküls entsteht Wärme, wobei die elektrische Energie in Wärmeenergie umgesetzt, sprich: das Essen wird warm.

Fazit ist, dass Fehlvorstellungen in den 3. als auch den 7. Klassen existieren, welche zeigen, dass nicht-sichtbare Strahlung, UV-Strahlung sowie Mikrowellenstrahlung kaum erklärt, beziehungsweise sachgerecht behandelt werden.

5. Resümee

Nach intensiver Beschäftigung mit dem Thema „nicht-sichtbare Strahlung“ kann ich am Ende meiner Arbeit sagen, dass ich mich in diesem Gegenstand wesentlich besser auskenne als zuvor. Das Erarbeiten aller Information, sowie das Auswerten und Analysieren der Fragebögen fand ich sehr interessant, da ich mich dabei selber fordern und mein eigenes Wissen erweitern konnte.

Da ich bedauerlicherweise zu wenig Fragebögen für eine statistische Auswertung der Lehrer und Lehrerinnen erhalten habe, musste ich meine Forschung auf eine geringfügigere Anzahl an Fragebögen stützen, als ursprünglich angenommen.

Ebenfalls hatte ich öfters Probleme mit der Ausführung und den Formulierungen meiner VWA, weil dies meine erste Vorwissenschaftliche Arbeit in solch einem Ausmaß ist. Ich wusste nicht immer, wie ich einige Aspekte formulieren sollte, damit es auch jeder versteht, der sich nicht gerade intensiv mit dem Thema beschäftigt hat. Ich hoffe diese Probleme konnte ich lösen und habe meine VWA für alle Leserinnen und Leser interessant und lesenswert gestaltet.

Die Zusammenarbeit mit Mag. Thomas Plotz, Projektmitarbeiter des österreichischen Kompetenzzentrums für Didaktik der Physik und mein „zweiter Betreuungslehrer“ dieser VWA, war nicht nur besonders hilfreich, sondern auch lehrreich. Einerseits konnte ich mein Wissen auf dem Gebiet der nicht-sichtbaren Strahlung forcieren und andererseits konnte ich bei offenen Fragen stets um Hilfe bitten. Vor allem in Kombination mit meiner Betreuerin DI Gerlinde Glück war es mir möglich, reibungslos alle Fragebögen zu verteilen, sie auszuwerten und unbeschwert meine Vorwissenschaftliche Arbeit zu verfassen.

Während des Schreibens meiner Vorwissenschaftlichen Arbeit bin ich mehrmals auf offene Fragen gestoßen, die in einer längeren Arbeit bestimmt Platz gefunden hätten. Beispielsweise würde mich interessieren ob und wie die Physik-LehrerInnen des BRG 1 nicht-sichtbare Strahlung den befragten Schülerinnen und Schüler näher gebracht haben; somit wären eventuell einige Fehlvorstellung erklärt worden.

Quellen- und Literaturverzeichnis

Printmedien:

- Apolin, Martin: Big Bang 7. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG 2008
- Hopf Martin & Neumann Susanne. Students' Conceptions about 'Radiation': Results from an Explorative Interview Study of 9th Grade Students. Journal of Science Education and Technology. Springer Verlag. Wien: 2012
- Jaros, Alfred; Nussbaumer, Alfred; Nussbaumer, Peter: Physik compact. Basiswissen 7 RG. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG 2012
- Kogan, Philip: Das Unsichtbare Spektrum. Leinen: Kurfürst Verlag 1966
- Sexl: Physik 7. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG 2012

Onlinequellen:

- ahs-vwa.at. Erstellung eines Fragebogens. Wien. Als Download:
http://www.ahs-vwa.at/pluginfile.php/31/mod_data/content/1070/02-VWA-Fragebogen.pdf
- Astronews: <http://www.astronews.com/frag/antworten/3/frage3426.html>
- http://at.wetter.com/gesundheit/gesundheitslexikon/sonne-warum-wird-man-braun_aid_3795.html
- Bundesministerium für Bildung und Frauen. Lehrpläne AHS Oberstufe Physik. Online:
https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_10_11862.pdf?4dzgm2
- Bayern 1. Dallmus, Alexander. 15.01.2014. Online:
<http://www.br.de/radio/bayern1/inhalt/experten-tipps/umweltkommissar/mikrowelle-wellen-kueche-schaedlich-umweltkommissar-100.html>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Lichtspektrum>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrowellenherd>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Ultraviolettstrahlung#Biologie>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Ultraviolettstrahlung>
- Pratzner, Axel. Evaluation durch webbasierte Fragebogen aus erwachsenenpädagogischer Perspektive. Theoretische Grundlagen aus der Erwachsenenbildung, wissenschaftlich fundierter Aufbau von Fragebogen und eine Beurteilung von bestehenden Softwarelösungen. 10.6.2001. Online:
<http://www.fragebogen.de/auswertung-umfrage.htm>
- Gesundheitliche Aufklärung. Gesundheitsapostel. 11.3.1010. Online:
<http://www.gesundheitlichaufklaerung.de/vitamin-d-das-sonnenhormon>
- http://www.hilfreich.de/koennen-dunkelhaeutige-einen-sonnenbrand-erleiden_2587
- <http://www.medizinfo.de/hautundhaar/sonne/uv-licht.htm>
- Metsch-Technik. Online: <http://www.metsch-technik.de/uv-wasserentkeimung/bakterientoetung-mit-uv-strahlen.html>
- Dr. rer. nat. Nagel, Geraldine. 12.6.2014. Online:
http://www.onmeda.de/reisen/uv_strahlung.html
- Törring, Jens Thoms. 12.8.2008. Online:
<http://www.sonntaler.net/dokumentation/wiss/optik/weiter/spektrum/>

- Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg. 1998. Online:
<http://www.spektrum.de/lexikon/physik/dielektrikum/3025>
- Spiegel.de. Jötten, Frederik. 9.10.2013. Online:
<http://www.spiegel.de/gesundheit/ernaehrung/gefahr-von-mikrowellen-im-schlimmsten-fall-verbrennungen-a-926917.html>
- Thüringer Allgemeine. <http://www.thueringer-allgemeine.de/web/zgt/leben/blaulicht/detail/-/specific/Alufolie-in-der-Mikrowelle-loest-Wohnungsbrand-in-Suhl-aus-2108947839>
- <http://www.mikrowelle.com/alufolie/>
- Hg: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Robert Koch-Institut (RKI), Umweltbundesamt (UBA). Umwelt und Mensch – Informationsdienst. 2012. Online:
<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/publikationen/umid0212.pdf>
- Schlößer, Tobias. WDR Kopfball. Aus Fragen machen wir Antworten. 6.12.2009. Online:
<http://www.wdr.de/tv/kopfball/sendungsbeitraege/2009/1206/mikrowelle-1.jsp>
- Die Welt. Lehen-Beyel, Ilka. 18.10.2012. Online:
<http://www.welt.de/gesundheit/article110005142/UV-Licht-toetet-gefaehrliche-Krankenhauskeime.html>

Abbildungs- & Diagrammverzeichnis

- Bild 1: Seite 6
http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Electromagnetic_spectrum.svg&oldid=29560851
- Bild 2: Seite 11
Apolin, Martin: Big Bang 7. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG 2008
- Bild 3: Seite 12
Jaros, Alfred; Nussbaumer, Alfred; Nussbaumer, Peter: Physik compact. Basiswissen 7 RG. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG 2012

Diagramm 1	14
Diagramm 2	16
Diagramm 3	17
Diagramm 4	17
Diagramm 5	18
Diagramm 6	19
Diagramm 7	20
Diagramm 8	21
Diagramm 9	22
Diagramm 10	23
Diagramm 11	24
Diagramm 12	25
Diagramm 13	26
Diagramm 14	27
Diagramm 15	28
Diagramm 16	28

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Hilfsmittel als angegeben verwendet habe. Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

Ich gebe mein Einverständnis, dass ein Exemplar meiner vorwissenschaftlichen Arbeit in der Schulbibliothek meiner Schule aufgestellt wird.

9 Januar 2015

Ort, Datum

Lena Schuyf

Unterschrift

ANHANG

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

im Rahmen meiner Matura möchte ich einen aktuellen Wissensstand zum Thema nicht-sichtbare Strahlung von Schülerinnen und Schülern erheben.

Ich bitte Dich diesen Fragebogen auszufüllen, weil ich Deine Unterstützung benötige, um repräsentative Ergebnisse in meiner schriftlichen Vorarbeit für die Matura zu erhalten.

Natürlich werden Deine Daten vertraulich behandelt und ausschließlich in meiner Arbeit anonym veröffentlicht.

Bitte fülle den nachfolgenden Fragebogen ehrlich, spontan und wahrheitsgemäß aus.

Vielen Dank für Deine Mitarbeit!

Lena Schwarz

Fragebogen

- **Geschlecht:**

- Männlich
- Weiblich

- **Alter:**

1. Ist Dir der Begriff „nicht-sichtbare Strahlung bekannt? Wenn ja/nein, warum/warum nicht?

2. Was stellst du Dir generell unter nicht-sichtbarer Strahlung vor?

3. Welche Geräte verbindest Du mit nicht-sichtbarer Strahlung?

8. Woher hast Du die meisten Informationen zum Thema UV-Strahlung?

- Eltern
- Schule
- Plakate/ Fernseh-Spots/ Informationsbroschüren
- Anderes, nämlich:

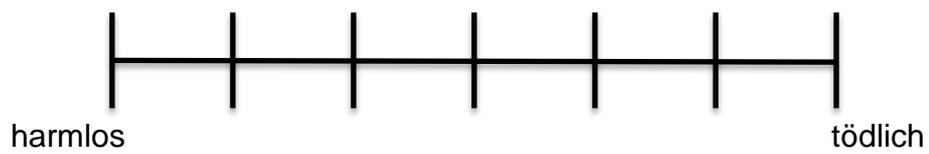
9. Wie ist es möglich, dass eine Mikrowelle Essen erhitzt?

10. Es gibt Geschirr, auf welchem vermerkt ist, dass es „Mikrowellen geeignet“ ist. Welche Eigenschaften muss ein solches Geschirr besitzen?

11. Warum sollte man Aluminium (Bsp: Alufolie) nicht in die Mikrowelle geben?
Überlege Dir eine Begründung für Deine Antwort!

12. Ist Mikrowellenstrahlung gefährlich für den Menschen? Wenn ja/nein, welche Auswirkungen könntest du dir vorstellen?

13. Zeichne bitte auf dieser Skala ein, für wie gefährlich Du Mikrowellenstrahlung auf den Menschen hältst?



Raster für Begleitprotokoll des Schülers/der Schülerin zur vorwissenschaftlichen Arbeit

Das Begleitprotokoll soll enthalten:

- eine Dokumentation des Arbeitsverlaufs
- eine Nennung der verwendeten Hilfsmittel und Hilfestellungen
- eine übersichtliche Auflistung der Vereinbarungen und der Besprechungen, E-Mail-Kontakte, etc. mit dem/der Betreuungslehrer/in
- die Angabe über die Anzahl der Zeichen der abgegebenen Arbeit (Korridor von 40.000–60.000 Zeichen inkl. Leerzeichen und Abstract, exkl. Vorwort, Inhalts-, Literatur-, Abkürzungs- und Bilderverzeichnis. Wenn die Anzahl der Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wird, ist dies zu begründen.)

Das Begleitprotokoll ist gemeinsam mit der Arbeit auf die VwA-Datenbank hochzuladen und der gedruckten Version der vorwissenschaftlichen Arbeit beizulegen.

Name des Schülers/der Schülerin: Xena Schwarz

Thema der Arbeit: Vorstellungen von 3. S.T. Klassen und LehrerInnen zu „nichtsichtbarer Strahlung“

Name der Betreuungsperson: DI Gerlinde Glück

Datum	Vorgangsweise, ausgeführte Arbeiten, verwendete Hilfsmittel, aufgesuchte Bibliotheken ...	Besprechungen mit der betreuenden Lehrperson, Fortschritte, offene Fragen, Probleme, nächste Schritte
16.9.13	Vorstellen d. Themas; erste Beispiele einer Forschungsfrage	gewähltes VWA-Thema konkretisieren; • mögliche produktive Forschungsmethoden besprochen (Idee: Interview od. Fragebogen) • Vorstellung Schüler/Betreuer besprochen nächster Schritt: Gedanken zu Forschungsfrage + Forschungsmethoden abwägen
25.9.13	erstes Beispiel einer Forschungsfrage; zweites BG → Forschungsmethode (Fragebogen) ausgewählt	• Herangehensweise an Fragebogen besprochen (offene/geschlossene Fragen) • Literatur nächster Schritt: Fragen für Fragebogen überlegen
3.1.13	Diskussion d. Forschungsfrage, → Eingrenzung drittes BG → Abstract besprochen: Bsp gesehen	• Herangehensweise an Abstract besprochen nächster Schritt: Forschungsfrage eingrenzen; Abstract erarbeiten
10.1.14	1. Fassung d. Erwartungs- horizonts	nächster Schritt: prägnanter & verständlicher fassen

Die Arbeit hat eine Länge von 5 Zeichen.

Begründung für den Fall, dass die Anzahl von 40.000 – 60.000 Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wurde:

Ort, Datum: 10.1.14

Blatt 1

Unterschrift des Schülers/der Schülerin

X. Schwarz

Raster für Begleitprotokoll des Schülers/der Schülerin zur vorwissenschaftlichen Arbeit

Das Begleitprotokoll soll enthalten:

- eine Dokumentation des Arbeitsverlaufs
- eine Nennung der verwendeten Hilfsmittel und Hilfestellungen
- eine übersichtliche Auflistung der Vereinbarungen und der Besprechungen, E-Mail-Kontakte, etc. mit dem/der Betreuungslehrer/in
- die Angabe über die Anzahl der Zeichen der abgegebenen Arbeit (Korridor von 40.000–60.000 Zeichen inkl. Leerzeichen und Abstract, exkl. Vorwort, Inhalts-, Literatur-, Abkürzungs- und Bilderverzeichnis. Wenn die Anzahl der Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wird, ist dies zu begründen.)

Das Begleitprotokoll ist gemeinsam mit der Arbeit auf die VWA-Datenbank hochzuladen und der gedruckten Version der vorwissenschaftlichen Arbeit beizulegen.

Name des Schülers/der Schülerin: Xena Schwarz

Thema der Arbeit: Vorstellungen einer 3.87.Klasse und Zählerlonen zu „nicht-sichtbarer“ Strahlung

Name der Betreuungsperson: DI Gerlinde Glöck

Datum	Vorgangsweise, ausgeführte Arbeiten, verwendete Hilfsmittel, aufgesuchte Bibliotheken ...	Besprechungen mit der betreuenden Lehrperson, Fortschritte, offene Fragen, Probleme, nächste Schritte
20.1.14	Endfassung d. Erwartungshorizonts Physik-Bibliothek aufgesucht	→ Hochladen auf VWA-Plattform
20.2.14	Erwartungshorizont hochgeladen	→ Genehmigung d. Betreuungsperson, Direktor & ZSI abwarten
21.3.14 viertes BG →	Zeitfragen für Fragebögen erarbeitet; Brainstorming zu nicht-sichtb. Strahlung + vertraut machen mit Literatur	→ Fragebögen ausarbeiten → Zeitplan erstellen
2.4.14	Genehmigung d. Erwartungshorizonts vom ZSI	→ Zeitplan Betreuungsperson übermitteln

Die Arbeit hat eine Länge von 4 Zeichen.

Begründung für den Fall, dass die Anzahl von 40.000 - 60.000 Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wurde:

Ort, Datum: 2.4.14

Blatt 2

Unterschrift des Schülers/der Schülerin

X. Schwarz

Raster für Begleitprotokoll des Schülers/der Schülerin zur vorwissenschaftlichen Arbeit

Das Begleitprotokoll soll enthalten:

- eine Dokumentation des Arbeitsverlaufs
- eine Nennung der verwendeten Hilfsmittel und Hilfestellungen
- eine übersichtliche Auflistung der Vereinbarungen und der Besprechungen, E-Mail-Kontakte, etc. mit dem/der Betreuungslehrer/in
- die Angabe über die Anzahl der Zeichen der abgegebenen Arbeit (Korridor von 40.000–60.000 Zeichen inkl. Leerzeichen und Abstract, exkl. Vorwort, Inhalts-, Literatur-, Abkürzungs- und Bilderverzeichnis. Wenn die Anzahl der Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wird, ist dies zu begründen.)

Das Begleitprotokoll ist gemeinsam mit der Arbeit auf die VWA-Datenbank hochzuladen und der gedruckten Version der vorwissenschaftlichen Arbeit beizulegen.

Name des Schülers/der Schülerin: Zena Schwarz

Thema der Arbeit: Vorstellungen von 3. St. Klassen und LehrerInnen zu „nicht-sichtbarer Strahlung“

Name der Betreuungsperson: DI Gerlinde Glück

Datum	Vorgangsweise, ausgeführte Arbeiten, verwendete Hilfsmittel, aufgesuchte Bibliotheken ...	Besprechungen mit der betreuenden Lehrperson, Fortschritte, offene Fragen, Probleme, nächste Schritte
3.4.14	Zeitplan Betreuungsperson übermittelt; 1. Fassung Fragebögen erstellt	→ warten auf OK von Fr. Prof. Glück
11.4.14	OK für Zeitplan; Fragebögen übermittelt ↳ auf OK warten	→ bei OK: in den Klassen austeilen; vorher mit Klassenlehrern sprechen
22.5.14	Fragebögen an 3A, 3B, 3C, 7A, 7B ausgeteilt Lehrer am 13.5.14	→ Auswertung! warten auf Rückgabe d. Lehrerfragebögen
17.6.14	Lehrerfragebögen erhalten; Beginn mit Sortierung & Auswertung	→ Beratungsgespräch vereinbaren

Die Arbeit hat eine Länge von 4 Zeichen.

Begründung für den Fall, dass die Anzahl von 40.000 – 60.000 Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wurde:

Ort, Datum: 17.6.14

Blatt 3

Unterschrift des Schülers/der Schülerin

Z. Schwarz

Raster für Begleitprotokoll des Schülers/der Schülerin zur vorwissenschaftlichen Arbeit

Das Begleitprotokoll soll enthalten:

- eine Dokumentation des Arbeitsverlaufs
- eine Nennung der verwendeten Hilfsmittel und Hilfestellungen
- eine übersichtliche Auflistung der Vereinbarungen und der Besprechungen, E-Mail-Kontakte, etc. mit dem/der Betreuungslehrer/in
- die Angabe über die Anzahl der Zeichen der abgegebenen Arbeit (Korridor von 40.000–60.000 Zeichen inkl. Leerzeichen und Abstract, exkl. Vorwort, Inhalts-, Literatur-, Abkürzungs- und Bilderverzeichnis. Wenn die Anzahl der Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wird, ist dies zu begründen.)

Das Begleitprotokoll ist gemeinsam mit der Arbeit auf die VwA-Datenbank hochzuladen und der gedruckten Version der vorwissenschaftlichen Arbeit beizulegen.

Name des Schülers/der Schülerin: Zena Schwarz

Thema der Arbeit: Vorstellungen von 3. S.T. Klassen zehrorInnen zu „nicht-sichtbarer Strahlung“

Name der Betreuungsperson: DI Gerlinde Glück

Datum	Vorgangsweise, ausgeführte Arbeiten, verwendete Hilfsmittel, aufgesuchte Bibliotheken ...	Besprechungen mit der betreuenden Lehrperson, Fortschritte, offene Fragen, Probleme, nächste Schritte
1.7.14 fertigtes BG →	Digitalisierung & Auswertung besprochen	nächster Schritt → Fragebögen digitalisieren & auswerten
21.7.14	Auswertung aller Frageb. fertiggestellt & an Betreuungsperson versandt; Beginn d. VWA mit Teilen d. Hauptteils	VWA weiterschreiben & auf OK von Betreuungsperson 2 warten
22.7.14 26.7.14 29.7.14	Einführung in „nicht-sichtbare Strahlung“ geschrieben	Betreuungsperson 2 übermitteln
25.8.14 sechstes BG →	Vorgehensweise bei Verfassen im Fließtext besprochen; OK für derzeitige VWA erhalten	→ Fragebögen in Fließtext verfassen; Hauptteil verbessern

Die Arbeit hat eine Länge von ~25.000 Zeichen.

Begründung für den Fall, dass die Anzahl von 40.000 - 60.000 Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wurde:

Ort, Datum: 25.7.14

Blatt 4

Unterschrift des Schülers/der Schülerin

Zena Schwarz

Raster für Begleitprotokoll des Schülers/der Schülerin zur vorwissenschaftlichen Arbeit

Das Begleitprotokoll soll enthalten:

- eine Dokumentation des Arbeitsverlaufs
- eine Nennung der verwendeten Hilfsmittel und Hilfestellungen
- eine übersichtliche Auflistung der Vereinbarungen und der Besprechungen, E-Mail-Kontakte, etc. mit dem/der Betreuungslehrer/in
- die Angabe über die Anzahl der Zeichen der abgegebenen Arbeit (Korridor von 40.000–60.000 Zeichen inkl. Leerzeichen und Abstract, exkl. Vorwort, Inhalts-, Literatur-, Abkürzungs- und Bilderverzeichnis. Wenn die Anzahl der Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wird, ist dies zu begründen.)

Das Begleitprotokoll ist gemeinsam mit der Arbeit auf die VWA-Datenbank hochzuladen und der gedruckten Version der vorwissenschaftlichen Arbeit beizulegen.

Name des Schülers/der Schülerin: Zena Schwarz

Thema der Arbeit: Vorstellungen von 3. St. Klassen und Lehrerinnen zu „nicht-sichtbarer Strahlung“

Name der Betreuungsperson: DI Gerlinde Glück

Datum	Vorgangsweise, ausgeführte Arbeiten, verwendete Hilfsmittel, aufgesuchte Bibliotheken ...	Besprechungen mit der betreuenden Lehrperson, Fortschritte, offene Fragen, Probleme, nächste Schritte
27.8.14 29.8.14	Fragebögen in Fließtext verfasst; Einleitung angefangen	weilerschreiben!
2.11.14 27.12.14 28.12.14 31.12.14	Diagramme erstellt, Hauptteil überarbeitet, Einleitung fertiggestellt	
2.1.15 4.1.15 6.1.15	Formatierungen; Einleitung überarbeitet, Hauptteil überarbeitet, Schluss geschrieben	nach Ferien: VWA abgeben
9.1.15	VWA 1. Fassung abgegeben	auf Feedback warten; Inhaltsverzeichnis, Literaturv. + Diagrammv. schreiben

Die Arbeit hat eine Länge von ~41.000 Zeichen.

Begründung für den Fall, dass die Anzahl von 40.000 – 60.000 Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wurde:

Ort, Datum: 9.1.15
Blatt 5

Unterschrift des Schülers/der Schülerin
L. Schwarz

Raster für Begleitprotokoll des Schülers/der Schülerin zur vorwissenschaftlichen Arbeit

Das Begleitprotokoll soll enthalten:

- eine Dokumentation des Arbeitsverlaufs
- eine Nennung der verwendeten Hilfsmittel und Hilfestellungen
- eine übersichtliche Auflistung der Vereinbarungen und der Besprechungen, E-Mail-Kontakte, etc. mit dem/der Betreuungslehrer/in
- die Angabe über die Anzahl der Zeichen der abgegebenen Arbeit (Korridor von 40.000–60.000 Zeichen inkl. Leerzeichen und Abstract, exkl. Vorwort, Inhalts-, Literatur-, Abkürzungs- und Bilderverzeichnis. Wenn die Anzahl der Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wird, ist dies zu begründen.)

Das Begleitprotokoll ist gemeinsam mit der Arbeit auf die VWA-Datenbank hochzuladen und der gedruckten Version der vorwissenschaftlichen Arbeit beizulegen.

Name des Schülers/der Schülerin: Lena Schwarz

Thema der Arbeit: Vorstellungen von 3.87 Klassen und LehrerInnen zu „nicht-sichtbarer Strahlung“

Name der Betreuungsperson: DI Gerlinde Glück

Datum	Vorgangsweise, ausgeführte Arbeiten, verwendete Hilfsmittel, aufgesuchte Bibliotheken ...	Besprechungen mit der betreuenden Lehrperson, Fortschritte, offene Fragen, Probleme, nächste Schritte
12.1.15 siebtes BG →	Feedback von Betreuungs- person 2 erhalten	VWA überarbeiten
16.1.15	Adaptierungen, Formatierungen & Verständnis erleichtert	
19.1.15 achtes BG →	Feedback von Fr. Prof. Glück erhalten	VWA überarbeiten
20.1.15 21.1.15	letzte Ausbesserungen; Inhalts- & Diagrammver- zeichnis fertiggestellt	Endfassung abgeben & hochladen am 9.2.15

Die Arbeit hat eine Länge von 44 716 Zeichen.

Begründung für den Fall, dass die Anzahl von 40.000 – 60.000 Zeichen geringfügig unter- bzw. überschritten wurde:

Ort, Datum:

21.1.15

BG 6

Unterschrift des Schülers/der Schülerin

L. Schwarz