

# **Was stellen sich Jugendliche im Alter von 16- 18 Jahren unter Mikrowellenstrahlung vor?**

**Vorwissenschaftliche Arbeit aus der Physik**

**Maturajahrgang 2015**

vorgelegt von

**Constantin Gulner**

**GRg17 Parhamerplatz**

**bei Mag. Christian Feldner**

**Abgabedatum: 13.2.2015**

## Abstract

Mikrowellenstrahlen sind elektromagnetische Wellen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Um diese Strahlung geht es in meiner vorwissenschaftlichen Arbeit. Die zentrale Frage meiner Arbeit ist, was sich Schüler unter Mikrowellenstrahlung vorstellen. Um diese beantworten zu können, habe ich mich zuerst mit den Eigenschaften der Mikrowellenstrahlung beschäftigt. Darüber hinaus habe ich mich mit den zwei wesentlichen Konzepten, wie Schülervorstellungen zu Strahlung zustande kommen, auseinandergesetzt. Diese stark diskutierten Ansätze sind das „Framework Theory Model“ und „Knowledge in Pieces“.

Mit diesen Grundlagen habe ich einen Fragebogen erstellt, anhand dessen ich Jugendliche im Alter von 16- 18 Jahren befragt habe. Die Ergebnisse zeigen, dass viele Schüler nur sehr wenig Wissen über diese Strahlungsart haben. Nahezu kein Schüler weiß, wo diese Strahlen in der Natur vorkommen, geschweige denn wie die Auswirkungen auf den menschlichen Körper sind. Im Allgemeinen wurde die Mikrowellenstrahlung als gefährlich angesehen. In einem Punkt waren sich aber mehr als 90% einig, nämlich das sich Mikrowellenstrahlung in Form von Wellen ausbreiten. Dies ist aber aufgrund des Namens nahelegend und benötigt meiner Meinung nach nur sehr geringe Vorkenntnisse.

Ehrenwörtliche Erklärung:

Ich erkläre, dass ich die vorwissenschaftliche Arbeit eigenständig angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ort, am .....

.....

# Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	2
1 Einleitung .....	1
2 Allgemeines zur Mikrowellenstrahlung .....	2
2.1 Das elektromagnetische Spektrum .....	2
2.2 Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung .....	2
2.3 Entdeckung und Anwendung von Mikrowellenstrahlung .....	4
3 Die Haushaltsmikrowelle .....	5
3.1 Der Erfinder der „Mikrowelle“: Percy LeBaron Spencer .....	5
3.2 Die erste Haushaltsmikrowelle .....	6
3.3 Funktionsweise einer „Mikrowelle“ .....	7
3.4 Mikrowellen und Nahrung .....	8
4 Die Zukunft der Mikrowellenstrahlung.....	9
4.1 Eine neue Entdeckung.....	9
4.2 Ein neuer Raketenantrieb .....	10
5 Ergebnisse und Fakten der Studien zu Schülervorstellungen zur Strahlung.....	11
5.1 Der heutige Stand zum Thema Schülervorstellungen.....	11
5.2 Was wissen eigentlich Schüler über Strahlung? .....	12
6 Anonyme Befragung zu Mikrowellenstrahlung .....	14
6.1 Eckdaten der Befragung.....	14
6.2 Musterbeispiel des Fragebogens .....	14
6.3 Auswertung des Fragebogens .....	15
6.3.1 Die drei Schritte der Auswertung.....	15
6.4 Frage 1.....	16
6.4.1 Schritt 1.....	16
6.4.2 Schritt 2.....	16
6.4.3 Schritt 3.....	17
6.5 Frage 2.....	17
6.5.1 Schritt 1.....	17
6.5.2 Schritt 2.....	17

6.5.3 Schritt 3.....	18
6.6 Frage 3.....	18
6.6.1 Schritt 1.....	18
6.6.2 Schritt 2.....	18
6.6.3 Schritt 3.....	19
6.7 Frage 4.....	20
6.7.1 Schritt 1.....	20
6.7.2 Schritt 2.....	20
6.8.3 Schritt 3.....	20
6.8 Frage 5.....	21
6.8.1 Schritt 1.....	21
6.8.2 Schritt 2.....	21
6.8.3 Schritt 3.....	21
6.9 Frage 6.....	22
6.9.1 Schritt 1.....	22
6.9.2 Schritt 2.....	22
6.9.3 Schritt 3.....	23
7 Schluss.....	24
8 Anhang.....	26
8.1 Literaturverzeichnis.....	26
8.2 Abbildungsverzeichnis.....	26

# 1 Einleitung

Meine vorwissenschaftliche Arbeit befasst sich mit dem Thema „Was stellen sich Jugendliche im Alter von 16-18 Jahren unter Mikrowellenstrahlung vor?“. Um Ihnen die Mikrowellenstrahlung näher zu bringen, habe ich mich im Kapitel 2 mit den Eigenschaften elektromagnetischer Wellen, insbesondere der Mikrowellen, beschäftigt. Im Kapitel 3 gehe ich auf die wichtigste Anwendung der Mikrowellen, den Mikrowellenherd, ein. Dazu habe ich Ausschnitte aus der Publikation von Klaus- Peter Möllmann und Michael Vollmer herangezogen und so aufbereitet, dass diese für viele ungewohnte Materie leichter verständlich ist.<sup>1</sup> Nicht nur die Strahlung selber, sondern auch die Anwendung dieser, wie zum Beispiel in der Radartechnik oder bei der Haushaltsmikrowelle, wird in dem angeführtem Kapitel genauer beschrieben.

Noch heute erschließen sich laufend neue Anwendungsmöglichkeiten für diese vielseitige Strahlung und lässt so noch viele Fragen offen. Im 4. Kapitel dieser vorwissenschaftlichen Arbeit werden jüngste Erkenntnisse zur Mikrowellenstrahlung, wie zum Beispiel ihre Rolle in der Raumfahrt der Zukunft näher beschrieben. Damit man als Leser besser nachvollziehen kann, wie Schülervorstellungen zustande kommen, habe ich zwei international anerkannte Theorien mithilfe der Diplomarbeit von Susanne Neumann und Martin Hopf zusammenfassend erklärt.<sup>2</sup> Darauf gehe ich im Kapitel 5 ein. Darin gehe ich näher auf das „Framework Theory Model“ und das „Knowledge in Pieces“ ein, welche international anerkannt sind und bei denen die Meinungen der Wissenschaftler gravierend auseinander gehen.

Das Kapitel 6 beschäftigt sich mit einer von mir erstellten schriftlichen Umfrage, mit der ich Schüler im Alter von 16- 18 Jahren zum Thema Mikrowellenstrahlung befragt habe. Die Ergebnisse habe ich ausgewertet, interpretiert und graphisch dargestellt, um sie übersichtlicher zu gestalten.

---

<sup>1</sup> Klaus- Peter Möllmann, Michael Vollmer: Kochen mit Zentimeterwellen: Wiley- VCH Verlag 2004, S.38-43

<sup>2</sup> Susanne Neumann, Martin Hopf: Was verbinden Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff ‚Strahlung‘?: 2011, S. 158-161

## 2 Allgemeines zur Mikrowellenstrahlung

### 2.1 Das elektromagnetische Spektrum

Mikrowellen sind ein ganz bestimmter Bereich des elektromagnetischen Spektrums. (siehe Abbildung 1) Im elektromagnetischen Spektrum werden die verschiedenen Arten von Strahlungen anhand ihrer Frequenzen bzw. Wellenlängen unterschieden. Der Mikrowellenbereich befindet sich im Wellenlängenbereich zwischen 1 mm und 30 cm. Der für uns Menschen wohl wichtigste Bereich elektromagnetischer Strahlung ist der für unser Auge sicht-

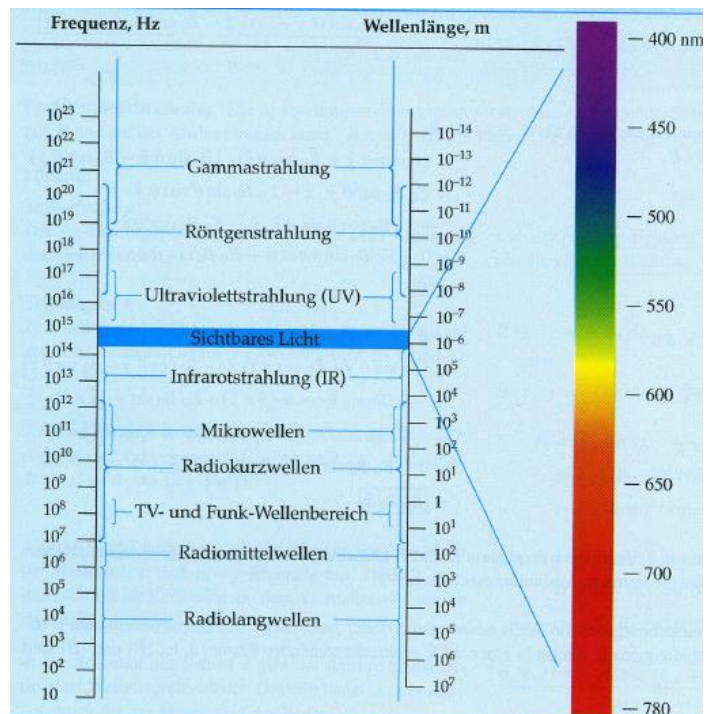


Abbildung 1: Das elektromagnetische Spektrum

bare Bereich. Dieser ist wesentlich kurzwelliger als die Mikrowellen und liegt im Bereich von 400 nm (violetteres Licht) bis 780 nm (rotes Licht).

### 2.2 Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung

Fast jeder hat schon mal von elektromagnetischer Strahlung gehört, aber häufig fehlt vielen Menschen das Wissen, um sie näher beschreiben zu können. Deshalb möchte ich kurz auf die wichtigsten Eigenschaften elektromagnetischer Wellen eingehen.

Sämtliche elektromagnetische Strahlungen, also auch die Mikrowellenstrahlung, breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus. Die Lichtgeschwindigkeit beträgt  $10^8$  m/s. Um sich diesen enormen Wert besser zu vorstellen zu können, muss man sich denken, dass das Licht

für 7,5 Erdumrundungen am Äquator nur 1 Sekunde brauchen würde. Mikrowellen breiten sich also extrem schnell aus.

Durch die Quantenmechanik wird erklärt, dass elektromagnetische Wellen auch als Teilchen, die Photonen genannt werden, beschrieben werden können. Die Energie eines Photons wird durch die Gleichung  $E = h \cdot f$  definiert.<sup>1</sup> Der Impuls eines Photons ergibt sich durch die Gleichung  $p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$ .<sup>2</sup> Das heißt, dass elektromagnetische Wellen mit einer höheren Frequenz bzw. niedrigeren Wellenlänge mehr Energie und einen stärkeren Impuls haben als elektromagnetische Wellen mit geringerer Frequenz bzw. größeren Wellenlänge.

Die Wellenlänge bzw. die Frequenz der verschiedenen Strahlungsbereiche sind daher ausschlaggebend für die Eigenschaften der verschiedenen Arten von elektromagnetischer Strahlung. So sind Gammastrahlung und Röntgenstrahlung äußerst kurzwellige Strahlung und können daher mit Leichtigkeit viele verschiedene Arten von Materialien durchdringen. Das sichtbare Licht hat hingegen wesentlich längere Wellen und kann so von vielen Objekten absorbiert werden. Radiowellen haben eine Frequenz von 550- 1600 kHz und befinden sich im sogenannten Mittelwellenbereich. UV- Strahlung und der sichtbare Bereich des Spektrums, können nur mehr in die Oberfläche von Materie eindringen und werden dort absorbiert.<sup>3</sup> Für den sichtbaren Bereich und langwelligeren Strahlungsbereichen spielt die Reflexion an der Oberfläche eine wichtige Rolle.

Elektromagnetische Strahlung benötigt kein Medium, um sich ausbreiten zu können. Sie kann sich daher im Vakuum unendlich weit ausbreiten. Diese Erkenntnis ist eine der wichtigsten Errungenschaften von Clark Maxwell. Früher war nur ein kleiner Teil der elektromagnetischen Wellen bekannt, hingegen wir heute das gesamte elektromagnetische

---

<sup>1</sup> Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik für Wissenschaftler und Ingenieure: Spektrum akademischer Verlag 2008, S. 1328

<sup>2</sup> Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik für Wissenschaftler und Ingenieure: Spektrum akademischer Verlag 2008, S. 1325

<sup>3</sup> Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik für Wissenschaftler und Ingenieure: Spektrum akademischer Verlag 2008, S. 1176

Spektrum entdeckt haben. Dieses Spektrum ist auch als „Maxwells Regenbogen“<sup>1</sup> bekannt. Jeden Menschen umgibt eine Vielzahl von EM-Wellen, denen wir ununterbrochen ausgesetzt sind. Die größte Quelle dieser Wellen, ist die Sonne aber auch Radiowellen oder Fernsehsignale durchdringen den Raum um uns stetig. Eine wichtige Eigenschaft von Photonen ist, dass sie obwohl sie keine Masse haben, einen Druck ausüben können. „Der Betrag der Impulsänderung  $\Delta p$  steht dabei zum Betrag der Energieänderung  $\Delta U$  wie folgt in Beziehung (vollständige Absorption vorausgesetzt):  $\Delta p = \frac{\Delta U}{c}$  (c ist die Lichtgeschwindigkeit).“<sup>2</sup> Bei der Reflexion einer Strahlung erhöht sich der Faktor  $\Delta U$  um 2. Diese Eigenschaft ist essenziell für die Funktionsweise des Raketenantriebes, den ich in Kapitel 4.2 „Ein neuer Raketenantrieb“ beschreiben werde.

## 2.3 Entdeckung und Anwendung von Mikrowellenstrahlung

Mikrowellen werden den elektromagnetischen Wellen zugeordnet. Sie sind nicht, wie der Name vielleicht vermuten lässt, im Mikrometer Bereich, sondern haben eine Länge von 1 mm bis 30 cm. Die Frequenz der Mikrowellenstrahlung befindet sich zwischen 1,000 und 300,000 MHz und wurde 1886 das erste Mal von dem deutschen Physiker Heinrich Herz erzeugt und untersucht. Wie schon oben erwähnt, benötigt elektromagnetische Strahlung kein Medium, um sich ausbreiten zu können. Diese Eigenschaft kommt in der modernen Kommunikationstechnologie zum Tragen<sup>3</sup>. Jedes Objekt sendet stetig Mikrowellenstrahlung aus, aufgrund der thermischen Schwingungen der Atome.<sup>4</sup> Mikrowellenstrahlen haben relativ lange Wellen, aus diesem Grund werden sie sehr gut von Speisen absorbiert. Nehme man mal an, dass Mikrowellenstrahlen eine niedrige Frequenz hätten, so könnten sie wesentlich mehr Gegenstände durchwandern und Speisen würden nicht mehr erhitzt werden.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker: Halliday Physik, 2. Auflage: Wiley- VCH Verlag 2009, S. 998

<sup>2</sup> David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker: Halliday Physik, 2. Auflage: Wiley- VCH Verlag 2009, S. 1011

<sup>3</sup> <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/183228/electromagnetic-radiation/59182/Microwaves> (Zugegriffen 10.09.2014)

<sup>4</sup> Martin Apolin: Big Bang, Physik 7: Österreichischer Bundesverlag 2008, S. 88

<sup>5</sup> Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik für Wissenschaftler und Ingenieure: Spektrum akademischer Verlag 2008, S. 1175-1176



Strahlen werden oft für die Übermittlung von Daten auf große Distanzen verwendet, wie zum Beispiel für Telefone oder Fernsehgeräte aber auch um die Entfernung von bestimmten Objekten zu bestimmen. Die Mikrowellenstrahlung ist nämlich ein wesentlicher Bestandteil der Radartechnik. Das Herzstück eines solchen Gerätes, ist eine rotierende Antenne, welche mehrere hunderte Wellenimpulse in der Sekunde sendet. Die ausgesendeten Mikrowellen werden besonders gut von metallischen Oberflächen reflektiert und über einen Empfänger wird die sogenannte Laufzeit der Strahlen, sprich die Entfernung von bestimmten Objekten ermittelt.<sup>1</sup> „Wenn dieses z. B. 150 km entfernt ist, ist das Signal nach rund  $10^{-3}$  s wieder da.“<sup>2</sup>

## 3 Die Haushaltsmikrowelle

### 3.1 Der Erfinder der „Mikrowelle“: Percy LeBaron Spencer

In diesem Kapitel möchte ich kurz auf das Leben des Erfinders der „Mikrowellen“, den Amerikaner Percy LeBaron Spencer (siehe Abbildung 2), eingehen. Spencer wurde am 19.07.1894 in Amerika, genauer gesagt in Howland Maine geboren. Sein Vater starb als Percy noch ein Kleinkind war und seine Mutter verließ ihn ebenfalls nicht lange Zeit danach. Sein Onkel und seine Tante, die an der Armutsgrenze lebten, ersetzten seine wahren Eltern. Er entdeckte seine Leidenschaft für Elektrizität und so machte er sie zum Beruf, indem er Elektriker wurde. Einige Zeit später



Abbildung 2: Percy Spencer

trat er der US. Navy bei, wo er zum Funker ausgebildet wurde. Nach seiner ehrenhaften Entlassung arbeitete er in der Wireless Specialty Apparatus Company. Dieses Unterneh-

<sup>1</sup> Martin Apolin: Big Bang, Physik 7: Österreichischer Bundesverlag 2008, S. 90

<sup>2</sup> Martin Apolin: Big Bang, Physik 7: Österreichischer Bundesverlag 2008, S. 90

men spezialisierte sich auf die Herstellung von Funkgeräten für militärische Zwecke. 1920 wechselte er die Firma und wurde bei Raytheon angestellt. Dort wurde er schnell als Experte für Rohrdesign anerkannt. Während des zweiten Weltkrieges überwachte er die Produktion von Rohren für den militärischen Gebrauch, wie auch die Massenproduktion von Magnetrons, welche für die Radartechnik essenziell sind. Diese Aufgabe trug wesentlich dazu bei, dass die alliierten Streitkräfte den Krieg gewonnen haben.

Percy LeBaron Spencer heiratete Louise Spencer, die ihm drei Söhne schenkte. Ihre Namen sind George, James und John Spencer. Im Laufe seines Lebens meldete er mehr als 300 Patente auf seinen Namen an. Seine wohl wichtigste Erfindung ist aber die Haushaltsmikrowelle. Auf diese möchte ich im nächsten Unterkapitel eingehen.<sup>1</sup>

### **3.2 Die erste Haushaltsmikrowelle**

Die erste Mikrowelle wurde von Percy LeBaron Spencer in den Fünfzigerjahren erfunden. Wie viele andere Wissenschaftler vor ihm, machte er seine große Entdeckung durch einen glücklichen Zufall. Ursprünglich experimentierte er an einer neuartigen Radartechnik für die Raumfahrt und Rüstungsfirma Raytheon Corporation, als eines Tages während seiner Arbeit einen Schokoriegel in seiner Hosentasche Tasche steckte und dieser plötzlich zu schmelzen.

Dieses Phänomen untersuchte er näher, indem er Popcorn mit Mikrowellenstrahlung in Kontakt kommen ließ und darauf das Popcorn aufplatzte. Die Erkenntnis, dass Mikrowellenstrahlen fähig sind Nahrung und noch vieles mehr zu erhitzen, führte Percy LeBaron zu seiner ersten Mikrowelle, die ausschließlich zum Erhitzen von Nahrung entwickelt wurde. Diese Errungenschaft bekam den noch nicht ganz verkaufstauglichen Namen „Method of Treating Foodstuff“.

Dieses Gerät hatte eine Leistung von 1600 W und einen stolzen Preis von 5000 US-\$. Nicht nur wegen dem Namen oder dem Preis war sie nicht gerade ein Verkaufsschlager, son-

---

<sup>1</sup> vgl. <http://www.nndb.com/people/766/000165271/> (Zugegriffen 18.12.2014)

dern auch wegen ihrer Größe. Die erste Mikrowelle war 1,75 m hoch und wog 375 kg. Deshalb wurde dieses neu entwickelte Gerät hauptsächlich vom amerikanischen Militär genutzt. Die Wende und der Durchbruch der ersten Haushaltsmikrowelle kam aber im Jahre 1967. Zu dieser Zeit wurde das erste finanziell erschwingliche Modell auf den Markt gebracht. Schon wenige Jahre danach besaß jeder zweite Haushalt solch ein Gerät.<sup>1</sup>

### **3.3 Funktionsweise einer „Mikrowelle“**

Eine herkömmliche Haushaltsmikrowelle hat eine Wellenlänge von 12,23 cm, dies entspricht 2,45 GHz. In jeder Mikrowelle werden Magnetrons eingebaut. Diese Vakuumröhren wurden 1921 erfunden und dienen zur Erzeugung von Mikrowellenstrahlen. Magnetrons haben eine Lebensdauer von 5000 Stunden und können Mikrowellen im Frequenzbereich von 1 bis 40 GHz erzeugen. Sie werden mithilfe eines Wellenleiters an die Oberseite des Gerätes oder in den Garraum geleitet. Ein Wellenleiter einer Haushaltsmikrowelle hat mindestens in seiner Querdimension eine Breite von 6,1 cm und die senkrechte Querdimension muss daher immer kleiner als 6 cm sein. Die in den Garraum geleiteten Mikrowellen werden nun verwendet, um Flüssigkeiten zu erhitzen. Dies gelingt mithilfe der wechselnden e-Felder. Eine Haushaltsmikrowelle funktioniert nur dann, wenn ihre Mikrowellenstrahlen auf ein Material treffen dessen Moleküle ein Dipolmoment haben (besitzen). Was ist ein Dipolmoment? Wenn sich das elektromagnetische Feld ändert, richten sich die Moleküle nach dem neuen Feld, ähnlich wie ein Kompass aus. Diese Ausrichtung der Wassermoleküle erfolgt nach jeder einzelnen Welle der Mikrowellenstrahlung. Dadurch beginnen sie zu rotieren und wird durch die „Reibung“ Wärmeenergie frei, welche zur Erwärmung unseres Essens führt. Das Erhitzen von Essen wird noch näher in dem Unterkapitel 3.4 „Mikrowellen und Nahrung“ beleuchtet.

Damit die Strahlen nicht ungehindert aus der Mikrowelle austreten können, ist jedes dieser Geräte mit Metall ausgekleidet. Auch die Glasfläche, die in so gut wie jeder Mikrowelle verbaut ist, durchzieht ein feines Metallgitter. Aufgrund der langen Wellen, die eine

---

<sup>1</sup> Klaus- Peter Möllmann, Michael Vollmer: Kochen mit Zentimeterwellen: Wiley- VCH Verlag 2004, S.38

Mikrowelle erzeugt, besitzt ein Metallgitter nahezu die gleichen Eigenschaften wie eine Metallplatte.<sup>1</sup>

### 3.4 Mikrowellen und Nahrung

Unsere Nahrung, die wir täglich zu uns nehmen, hat meist einen hohen Wasseranteil. Dieses Wasser macht sich unsere Haushaltsmikrowelle zu nutze. Es gibt jedoch dabei Problem wie folgt. Freie Moleküle können ungehindert rotieren und durch diese Rotation nehmen sie Energie auf und werden erhitzt. Wassermoleküle liegen jedoch sehr eng zusammen und können sich aus diesem Grund nicht frei bewegen. „Feste oder flüssige Materie absorbiert die Mikrowellenfelder vor allem dadurch, dass deren elektrisches Feld Moleküle polarisiert oder auf bereits polarisierte Moleküle wirkt. Da die Wassermoleküle in den Speisen schon stark polar sind, dominiert bei der Haushaltsmikrowelle der letztere Effekt: Die elektrischen Felder richten die Moleküle aus – dieser Ordnung wirkt die Temperaturbewegung der Moleküle entgegen“.<sup>2</sup> Polt man das elektrische Feld, in unserem Beispiel einer Haushaltsmikrowelle bei niedrigen Frequenzen um, so geschieht dies ohne Phasenverzögerung und die Dipole richten sich aus. Erhöht man die Frequenz, dann steigt somit die Phasenverzögerung der Dipole und sie hinken nach. Ab 100 GHz ist die Verzögerung der Dipole wegen ihrer Masse schon so groß, dass sie sich nicht mehr nach dem elektrischen Feld ausrichten können. Tritt dies ein, spricht man von einer dielektrischen Relaxation, dabei kommt es zu einer Leistungsabnahme aufgrund einer zu hohen Frequenz zu einem im Vergleich zu trägen Molekül, welches dem wechselnden elektrischen Feld nicht mehr folgen kann. Die ideale Frequenz einer Mikrowelle liegt bei ca. 20 GHz.<sup>3</sup>

Salz wirkt wie ein Katalysator zur Wärmeentwicklung von Speisen. Die Natrium - Ionen „hängen“ sich an die negativen Sauerstoffatome an und die Chlorid - Ionen an die positiven Wasserstoffatome kommen meist flüssig in Speisen vor und richten sich ebenfalls nach dem elektrischen Feld aus. Dadurch steigt die „Trägheit“ der Dipole noch mehr und

---

<sup>1</sup> Klaus- Peter Möllmann, Michael Vollmer: Kochen mit Zentimeterwellen: Wiley- VCH Verlag 2004, S.38-39

<sup>2</sup> Klaus- Peter Möllmann, Michael Vollmer: Kochen mit Zentimeterwellen: Wiley- VCH Verlag 2004, S. 41

<sup>3</sup> Klaus- Peter Möllmann, Michael Vollmer: Kochen mit Zentimeterwellen: Wiley- VCH Verlag 2004, S.41-42

der oben beschriebene Effekt verstärkt sich. Demzufolge erhitzt destilliertes Wasser langsamer, da es kein Salz enthält und so auch zusätzliche Reibung fehlt.

Spannend wird es bei gefrorenen Nahrungsmitteln beziehungsweise gefrorenen Flüssigkeiten. Gefriert Wasser, ist es in einem starren Gitter gefangen und kann sich nicht frei bewegen und dadurch den Wechselfeldern nicht folgen. Deswegen ist es den Mikrowellen nicht möglich, gefrorene Produkte zu erhitzen. Deswegen gibt es die Auftaufunktion. „Dabei schaltet das Magnetron sich periodisch ein und aus und strahlt eine niedrige Leistung ein“.<sup>1</sup> Jede gefrorene Speise, die man direkt aus dem Gefrierkühlschrank herausnimmt, taut langsam auf. Dies macht sich das Magnetron in der Einphase zunutze und erhitzt das gerade aufgetaute Wasser. In der Ausphase erwärmt das bereits erhitzte Wasser die umliegenden gefrorenen Stellen, sodass sie wieder durch das Magnetron erwärmt werden können.<sup>2</sup>

## 4 Die Zukunft der Mikrowellenstrahlung

### 4.1 Eine neue Entdeckung

2014 entdeckte der Forscher Alan Kogut und sein Team eine vollkommen neue Form von Mikrowellenstrahlen. Auf diese neue Erkenntnis kam das Team, indem sie ein Gerät namens „Arcade“ mithilfe eines Ballons auf 35km Höhe beförderte und dabei die Hintergrundstrahlung, welche durch den Urknall ausgelöst wurde und im ganzen Universum gemessen werden kann, näher zu untersuchen. Bei diesen Untersuchungen stieß Kogut und sein Team auf die Mikrowellenstrahlung. Von wo kommt diese Strahlung? Diese Frage blieb bis her unbeantwortet.

Professor Karl Menten ist der Meinung, dass diese Entdeckung nicht für 100% wahr zu nehmen ist, da es so einen ähnlichen Fall schon in den 1980er gab bei dem Wissenschaft-

---

<sup>1</sup> Klaus- Peter Möllmann, Michael Vollmer: Kochen mit Zentimeterwellen: Wiley- VCH Verlag 2004, S. 43

<sup>2</sup> Klaus- Peter Möllmann, Michael Vollmer: Kochen mit Zentimeterwellen: Wiley- VCH Verlag 2004., S.42-43

ler verkündeten, eine bislang neue Strahlung gemessen zu haben. Dies entpuppte sich aber als Störsignal von der Trägerrakete eines Satelliten. Trotz allem betonte Karl Menten, dass dieses Team von Wissenschaftlern ernstgenommen werden sollte und noch weitere Daten gesammelt werden müssen, um die Mikrowellenstrahlung eindeutig nachweisen zu können.<sup>1</sup>

## 4.2 Ein neuer Raketenantrieb

Die Raumfahrtbehörde NASA arbeitet momentan daran eines der bekanntesten physikalischen Gesetze der Welt durch ihre Forschungen an einem neuen Raketenantrieb zu widerlegen. Dieses Gesetz ist das Wechselwirkungsprinzip, aufgestellt von Isaac Newton. Dieses Prinzip besagt vereinfacht gesagt, dass jede Aktion eine Reaktion hervorruft. Wenn man dieses Gesetz auf eine Rakete anwendet, bedeutet es, dass verbrennt man den Treibstoff in den Trägerraketen, sich die Rakete von der Erde weg bewegt. Eines der größten Probleme hierbei ist das enorme Gewicht des Treibstoffes, der benötigt wird, um die Rakete ins Weltall zu befördern. Aus diesem Grund ist der Cannae- Antrieb auch so wichtig für die künftige Raumfahrt. Dieser noch in der Entwicklungsphase befindender Antrieb erzeugt seinen Schub nicht durch den wie in allen Raketen benötigten Treibstoff, sondern durch Strom. Dieser wird in Mikrowellen umgewandelt und bewirkt durch seine schnellen Bewegungen in einem speziell dafür entwickelten Behälter, einen Unterschied im Strahlungsdruck. Der größte Schub, der mit diesem Antrieb bisher erreicht worden ist, beträgt 0,00003 bis 0,00005 Newton. Zum Vergleich erzeugt eine herkömmliche Rakete 33.851.000 Newton.

Dies war aber nicht der erste Versuch eine alternative Antriebsquelle zu finden. Brite Roger Shawyer hatte schon vor mehreren Jahren die Idee, den teuren und schweren Treibstoff für Raketen, mithilfe von Mikrowellenstrahlung zu ersetzen. Seine kleine Errungenschaft trug den Namen EmDrive. Doch leider konnte er keine Investoren für dieses Projekt finden und so musste er seine Forschungen einstellen. Zu seinem Glück, haben sich vor einigen Jahren chinesische Wissenschaftler seiner angenommen, um dieses Projekt wie-

---

<sup>1</sup> <http://www.welt.de/wissenschaft/weltraum/article3023111/US-Forscher-entdeckt-mysterioese-Strahlung-im-All.html> ( Zugriffen 15.01.2015)

der in die richtige Bahn zu lenken. Dank ihnen war es möglich mit dem EmDrive einen Schub von 720 Millinewton zu erzeugen. Diese Kraft reicht natürlich noch nicht aus, um eine Rakete ins Weltall zu schießen, jedoch für eine Kurskorrektur eines solarbetriebenen Satelliten<sup>1</sup>

## 5 Ergebnisse und Fakten der Studien zu Schülervorstellungen zur Strahlung

### 5.1 Der heutige Stand zum Thema Schülervorstellungen

In den Forschungen zu diesem Thema geht die Meinung der Experten, in Bezug auf das Denkmuster von Schülern weit auseinander. Im Wesentlichen gibt es zwei verschiedene Konzepte zu diesem Thema. Diese unterschiedlichen Studien werden in der internationalen Fachliteratur als das „Framework Theory Model“ von Vosniadou, Vamvakoussi, & Skopeliti<sup>2</sup> und „Knowledge in Pieces“ von diSessa bezeichnet.<sup>3</sup>

In der ersten Theorie zum Lernverhalten von Schülern/innen geht in der Studie von Ioannides und Vosniadou (2001) hervor, dass ihre Vorstellungen von Begriffen nur selten genauer definiert sind, sondern in ihrer frühesten Kindheit aus einem Konstrukt von Erfahrungen und Konzepten entsteht. Um Kindern neues Wissen effektiv vermitteln zu können, ist es wichtig, dieses Konstrukt an den „Wurzeln“ zu packen und es neu aufzubauen.

Die Studie von Andrea diSessa und seinen Kollegen (Gillespie & Esterly, 2004), brachte unerwarteter Weise ganz andere Ergebnisse hervor. Er stellte fest, dass Schülervorstellungen nicht durch ein Konstrukt von Erfahrungen und Konzepten geprägt worden sind, sondern eher ein zufälliges Auftreten von losen Fragmenten gleichkommt. Diese Fragmente bilden sich schlussendlich zu einem Mosaik zusammen und ergeben zum Beispiel eine

---

<sup>1</sup> <http://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/astronomie/neuer-raketenantrieb-liefert-schub-ohne-treibstoff-13372001> (Zugegriffen 15.01.2015)

<sup>2</sup> vgl. <http://mindmodeling.org/cogsci2011/papers/0355/paper0355.pdf> (Zugegriffen: 11.01.2015)

<sup>3</sup> vgl. <http://worrydream.com/refs/diSessa%20-%20Knowledge%20in%20Pieces.pdf> (Zugegriffen: 11.01.2015)

Vorstellung zu einem Begriff. Mit seinen Forschungsergebnissen unterstützt diSessa die Theorie des fragmentierten Wissens und bestätigt somit das Grundkonzept.

Verbindet man die beiden Thesen „Framework Theory Model“ und „Knowledge in Pieces“ miteinander, so kommt man auf eine ganz neue Ansicht zu den entwickelten Vorstellungen von Schülern. Wenn man nämlich diese beiden Thesen miteinander verbindet, muss man, um Wissen effektiv vermitteln zu können, nur darauf achten, dass man die richtigen Grundbausteine aktiviert.

David Hammer erklärte 1996 anhand des Knowledge in-Pieces-Modell den bei den meisten Jugendlichen weit verbreiteten Irrglauben, die Jahreszeiten würden sich mit dem Abstand der Erde zur Sonne ändern. Als Ursache dieses Irrtumes machte er den Ansatz „Näher bedeutet Stärker“ verantwortlich. Beispielsweise „Je näher ich an einer Schallquelle bin, desto lauter höre ich den Schall“. David Hammer war davon überzeugt, dass eine falsche Anordnung der Fragmente die Ursache für die falsche Vorstellung sei, doch das war ein Irrtum. Dieses Modell mit dem er versuchte den Irrtum der Schüler zu erklären, ist in diesem Fall nicht anwendbar. Es ist wesentlich zielführender das „Framework Theory Model“ anzuwenden und somit das Problem direkt an den Grundbausteinen zu beseitigen.<sup>1</sup>

## **5.2 Was wissen eigentlich Schüler über Strahlung?**

Bis heute gibt es so gut wie keine Studien, die die Schülervorstellungen zum Thema Strahlung näher beschreiben. Es gibt jedoch Datenmaterial zu der Gefahreneinschätzung von Jugendlichen im Bereich der ionisierenden Strahlung, in Bezug auf die Radioaktivität. Wenn man die Forschungsergebnisse zusammenfasst, kommt man auf einige interessante Ergebnisse. Durch Befragungen von Schülern im Alter von 15 Jahren, kam Riesch und Westphal zu der Erkenntnis, dass die Befragten den Begriff „Strahlung“ mit dem Transport von radioaktiven Quellen in Zusammenhang bringen. Demzufolge gibt es eine Verwechslung zwischen „irradiation“ und „contamination“. Diese Annahmen wurden durch

---

<sup>1</sup> Susanne Neumann, Martin Hopf: Was verbinden Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff ‚Strahlung‘?: 2011, S. 158-159



verschiedene Studien (Eijkelhof, 1990; Lijnse, Eijkelhof, Klaassen, & Scholte, 1990; Millar & Jarnail Singh, 1996) verstärkt.

Im Jahre 1994 wurde eine große Anzahl von Schülern im Alter von 11 bis 16 Jahren zum Thema Ursprung, den Transport, den Nutzen und ihre Meinung zu den Gefahren von Radioaktivität und Strahlungen mithilfe eines Fragebogens befragt. Dieser Fragebogen wurde von Boyes und Stanisstreet entwickelt und ausgewertet. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass viele der Probanden die Meinung vertreten, ionisierende Strahlung wird hauptsächlich von Kernkraftwerken ausgesendet. Die Natur als mögliche Strahlungsquelle vernachlässigten die meisten Befragten. Viele der 11 bis 16 Jährigen halten die radioaktive Strahlung für die Ursache des Treibhauseffektes und den Grund für die immer „dünnere“ werdende Ozonschicht.

Ashgar, Libarkin und Crockett führten 2001 eine Umfrage zum Thema Schülervorstellungen zu Infrarot und UV- Strahlen durch. Bei dieser Umfrage wurden nicht nur Schüler sondern auch Lehrer bei den Forschungen miteingebunden. Insgesamt wurden 283 Schüler in den Schulstufen 6 bis 12 befragt, wie auch 33 Lehrkräfte. Außerdem wurde eine Untergruppe von 11 Schülern in den Schulstufen 7 und 8, ausführlicher zu diesem Thema befragt. Offenbar wissen viele der befragten Schüler nicht, dass es sich bei den genannten Strahlungen, um unsichtbare Strahlen handelt. 80% der Probanden glaubten, es sei möglich Gegenstände zu sehen, wenn sie nur von UV- Strahlung umgeben sind. Von Infrarot-Strahlung hatten die meisten interviewten Schüler noch nie etwas gehört. Auch die Lehrer schnitten bei der Studie nicht gerade mit Bravour ab. Nur 55% der Lehrer haben es geschafft, eine korrekte Definition zur UV- Strahlen zu geben.

2006 veröffentlichte Rego und Peralta eine Studie, bei der er auf bestimmte Punkte der Strahlung näher einging. Es wurden 1246 Schüler (ab der 7. Schulstufe) und Studierende anhand eines Fragebogens näher befragt. Bei den Auswertungen kam heraus, dass für viele die Strahlung kein Neuland mehr war, im Gegensatz zu den Begriffen ionisierende

Strahlung und kosmische Strahlung. Fast ein jeder wusste, die Sonne ist eine Strahlungsquelle, doch wenigen waren alternative Quellen wie Radon und der Erdboden bekannt.<sup>1</sup>

## 6 Anonyme Befragung zu Mikrowellenstrahlung

### 6.1 Eckdaten der Befragung

Die von mir erstellte Umfrage besteht aus 6 voneinander unabhängigen Fragen. 20 Personen nahmen an der Umfrage teil. Jede Befragung fand anonym statt und wurde in einem von mir speziell dafür ausgewähltem Raum durchgeführt. In diesem Raum wurden zwei Personen gleichzeitig anhand eines Fragebogens befragt. Der einzige Kompromiss, den alle Personen eingehen mussten ist, alle elektronischen Geräte vor dem Raum in eine Box zu legen, damit sichergestellt werden kann, dass es zu keinen „Schummeleien“ kommt, denn diese würden die Umfrage sinnlos machen und die Ergebnisse verzerren.

### 6.2 Musterbeispiel des Fragebogens

*Anonyme Befragung von Jugendlichen über 16 Jahren zu dem Thema „Mikrowellenstrahlung“*

#### 1. Personenbezogene Daten

1.1. Alter: \_\_\_\_\_

1.2. Höchste Schulbildung:

AHS	BHS	BMS	Lehre	Polytechn.	Sonstige

#### 2. Fragebogen

2.1. Was verstehst du unter Strahlung, welche Worte fallen dir diesbezüglich dazu ein?

---



---

<sup>1</sup> Susanne Neumann, Martin Hopf: Was verbinden Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff ‚Strahlung‘?: 2011, S. 160-161

2.2 .Wie würdest du die Mikrowellenstrahlung graphisch darstellen?

---

---

2.3. In welchen Bereichen wird die Mikrowellenstrahlung angewandt?

---

---

2.4 Kommt Mikrowellenstrahlung in der Natur vor? Wo?

---

---

2.5. Wieso wird Essen in der Mikrowelle warm? Durch welchen physikalischen Prozess geschieht dies?

---

---

2.6. Glaubst du, dass Mikrowellenstrahlung gefährlich ist? Warum?

JA            NEIN

Begründe:

---

---

## 6.3 Auswertung des Fragebogens

### 6.3.1 Die drei Schritte der Auswertung

**Schritt 1:** Der erste Schritt der Auswertung beinhaltet, alle gegebenen Antworten auf die Fragen der Befragung zusammenzufassen.

**Schritt 2:** Auf einige Antworten wird näher eingegangen und versucht, diese zu interpretieren und wenn nötig richtig zu stellen.

**Schritt 3:** Die Ergebnisse der Umfrage werden nochmals graphisch dargestellt, damit alle Daten und Fakten für den Leser überschaubarer werden.

## 6.4 Frage 1

### 6.4.1 Schritt 1

Was verstehst du unter Strahlung, welche Worte fallen dir diesbezüglich dazu ein?

Antworten: „UV- Strahlen“, „Alpha- Strahlen“, „Gamma- Strahlen“, „Beta- Strahlen“, „Röntgenstrahlen“, „Radioaktivität“, „Hiroshima“, „Fukushima“, „Elektromagnetische Wellen“.

### 6.4.2 Schritt 2

Eine häufig aufgetretene Antwort ist die „UV- Strahlung“. Diese Art von Strahlung ist wahrscheinlich einer der bekanntesten Strahlungen, die es gibt, da sie uns jeden Tag umgibt und wir mit diesen elektromagnetischen Wellen schon in unserer frühesten Kindheit konfrontiert werden.

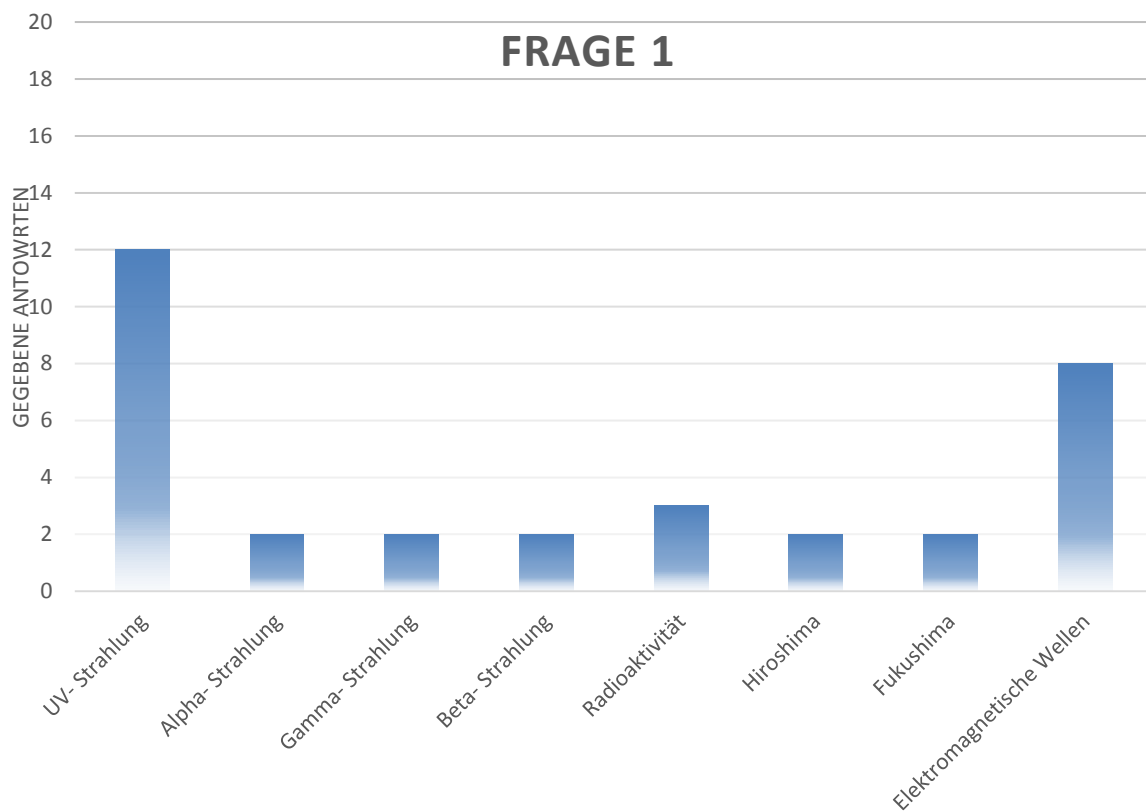
Der Begriff, elektromagnetische Wellen, war zu meiner Überraschung auf ca. 50% der Fragebögen zu finden. Diesen Ausdruck kennen bestimmt viele der Befragten aus ihrem Physikunterricht. Wie erwartet, waren es eher die Personen zwischen 17-18 Jahren, die diesen Überbegriff im Zusammenhang mit Strahlung verbanden.

Obwohl sie jeder kennt, hat keiner der Befragten die Mikrowellenstrahlung in Betracht gezogen. Das liegt wohlmöglich daran, dass man einerseits bei dem Wort „Strahlung“ eher an geradlinige Strahlen denkt und das Wort „Wellen“ in Mikrowellen die befragten Personen verunsichern kann, oder viele Menschen eher an Strahlungen denken, die für den Menschen gefährlich sein können, wie zum Beispiel die UV, Alpha, Beta oder Gamma-Strahlung. Im Speziellen wurden die letzten drei strahlungsarten wegen dem Reaktorunglück von Fukushima in den letzten Jahren ins Rappenlicht gerückt und werden deshalb eher mit Strahlungen in Verbindung gebracht.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> (vgl. Auswertung des Fragebogens: Frage 1)


### 6.4.3 Schritt 3




## 6.5 Frage 2

### 6.5.1 Schritt 1

Wie würdest du die Mikrowellenstrahlung graphisch darstellen?

Antworten: Jede Person außer eine/r hat  Wellen gezeichnet.

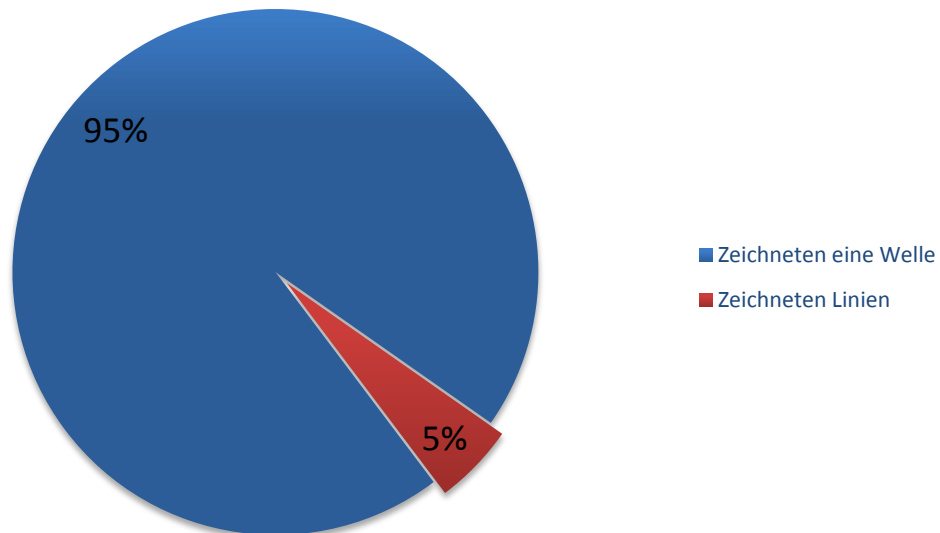
### 6.5.2 Schritt 2

Eine Welle  zeichneten 19 von 20 befragten Personen. Lediglich auf einem einzigen Fragebogen war, statt einer Welle mehrere Strahlen zu sehen. Diese Antwort kam meiner Meinung nach wegen dem Wort „Strahlung“ in Mikrowellenstrahlung zustande und kann selbstverständlich, genauso wie bei Frage1 irreführend sein.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> (vgl. Auswertung des Fragebogens: Frage 2)

### 6.5.3 Schritt 3

#### Frage 2



### 6.6 Frage 3

#### 6.6.1 Schritt 1

In welchen Bereichen wird die Mikrowellenstrahlung angewandt?

Antworten: „Radar“, „Küche“, „W-LAN“, „Mobiltelefon“, „Bluetooth“, „Mikrowellen“, „Telekommunikation“

#### 6.6.2 Schritt 2

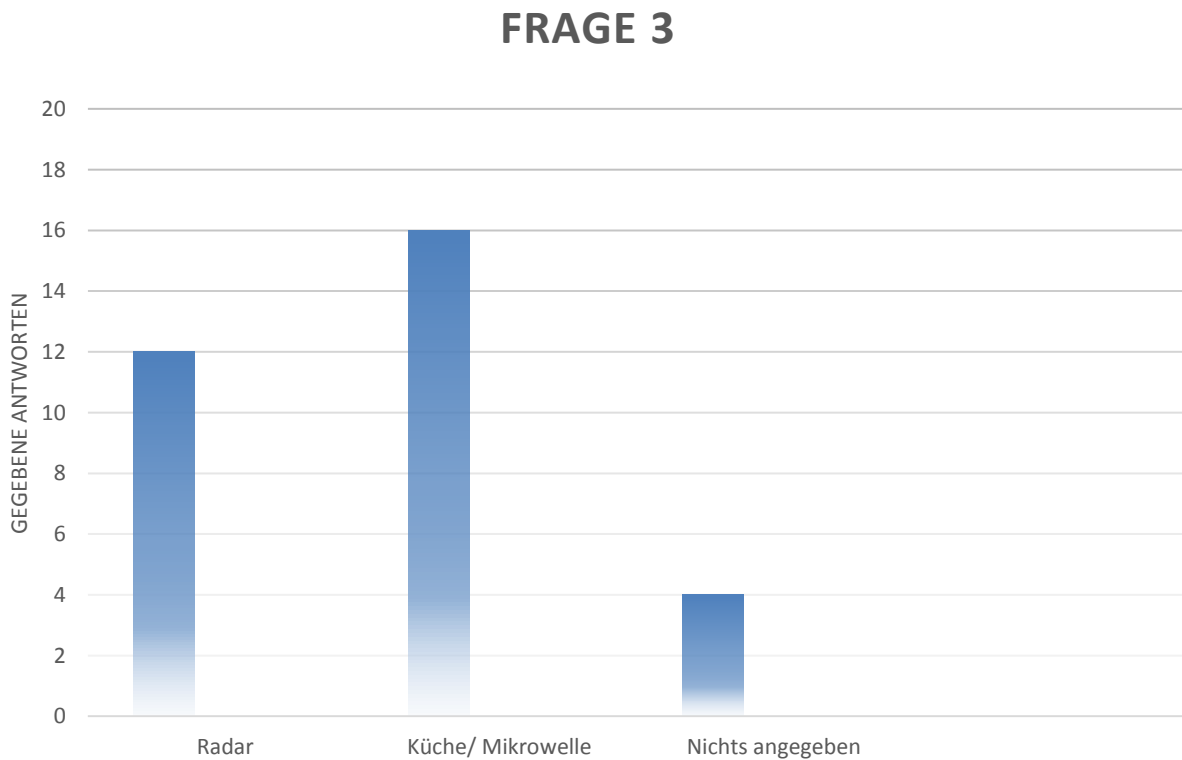
Die Mikrowelle taucht, wie erwartet, am häufigsten auf, da diese natürlich aufgrund der Fragestellung einer der naheliegendsten Antworten ist. Der zweithäufigste geschriebene Begriff war „Küche“, bei diesem jedoch kann man davon ausgehen, dass die Mikrowelle damit gemeint ist. Wenn man nun diese beiden gegebenen Antworten zusammenfasst, dann wurde 16mal Mikrowellenstrahlung mit der Haushaltsmikrowelle in Zusammenhang

gebracht. Diese Zahl ist jedoch in meinen Augen durchaus gering, da heutzutage der Großteil der Österreicher eine Mikrowelle besitzt und diese regelmäßig verwendet.

Ein Gerät, welches im zweiten Weltkrieg einer der wichtigsten Errungenschaften war, wurde im Fragebogen am zweithäufigsten genannt, das Radar. Mithilfe von Mikrowellenstrahlen kann diese Gerätschaft Objekte orten und sichtbar machen. Radar wurde 12mal in den Fragebögen erwähnt und war sicherlich bereits wegen dem Physikunterricht in den Schulen bekannt.

Die am seltensten aufgetretenen Begriffe waren Bluetooth, Mobiltelefon und W-LAN, die in der Grafik nicht aufgelistet sind, da diese nur 1 mal genannt wurden. Es ist nachzuvollziehen, dass diese drei Begriffe seltener als andere aufgetreten sind, da man schon etwas Fachwissen benötigt, um diese mit der Mikrowellenstrahlung in Verbindung zu bringen. In jenen Schulstufen, in denen seit längerem keinen Physikunterricht mehr stattgefunden hat, ließen die Befragten wegen mangelndem Wissen diese Frage komplett aus.<sup>1</sup>

### 6.6.3 Schritt 3



<sup>1</sup> (vgl. Auswertung des Fragebogens: Frage 3)

## 6.7 Frage 4

### 6.7.1 Schritt 1

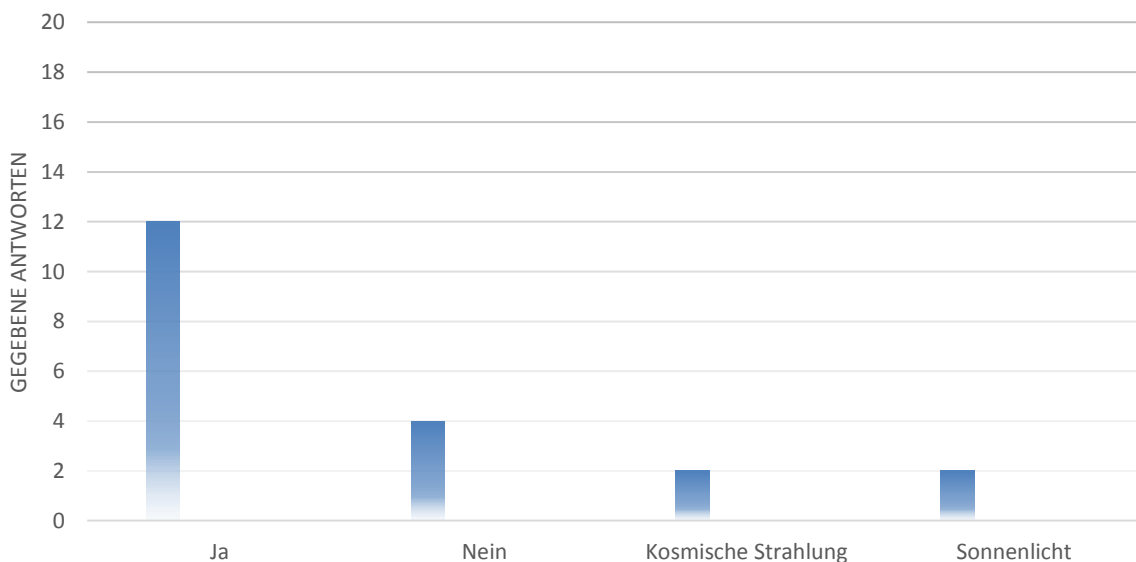
Kommt Mikrowellenstrahlung in der Natur vor? Wo?

Antworten: „ Kosmische Strahlung“, „ja“, „nein“, „im Sonnenlicht“,

### 6.7.2 Schritt 2

Nahezu alle Personen die diese Frage beantworteten, haben „ja“ oder „nein“ geantwortet. Eine beachtliche Anzahl an Probanden antworteten mit „ja“, da es wegen einem von mir erst zu spät erkannten Fehler, die Antwortmöglichkeit „Nein“ als unwahrscheinlich erachten ließ. Trotz diesem Fehler zeigt der Fragebogen, dass sich nicht alle durch meine unglückliche Formulierung beeinflussen ließen. Es gibt vier Personen, die davon überzeugt waren, es gäbe keine Mikrowellenstrahlung in der Natur. Zwei Ausreißer schrieben kosmische Strahlung und Sonnenlicht. Diese zwei Schüler haben als einzige eine konkrete richtige Antwort gegeben.<sup>1</sup>

### 6.8.3 Schritt 3



<sup>1</sup> (vgl. Auswertung des Fragebogens: Frage 4)



## 6.8 Frage 5

### 6.8.1 Schritt 1

Wieso wird Essen in der Mikrowelle warm? Durch welchen physikalischen Prozess geschieht dies?

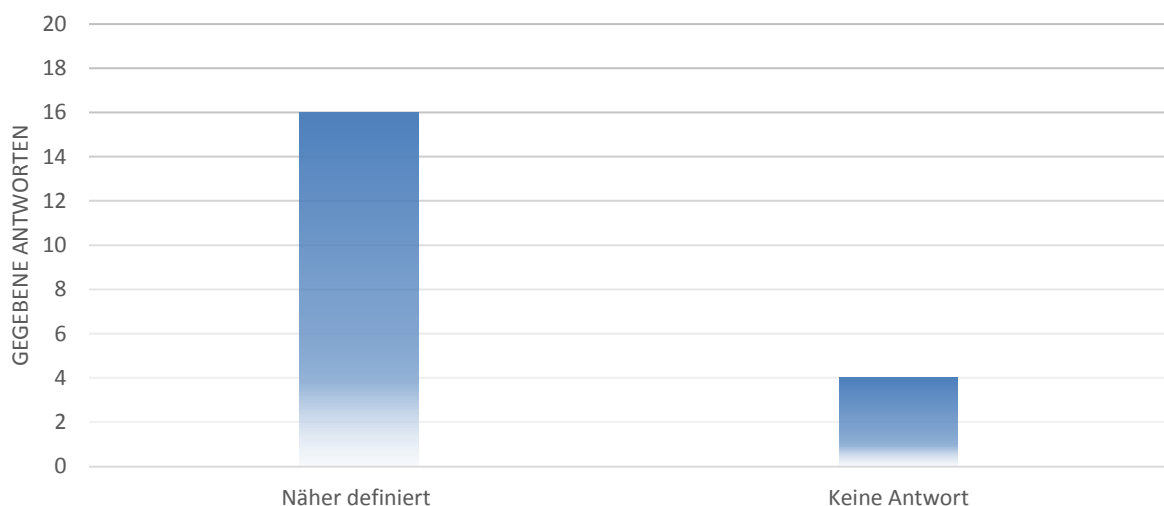
Antworten: „Die Wassermoleküle werden angeregt“, „weil die Teilchen in Bewegung gebracht werden“, „Dipole von Wasser- Molekülen werden angeregt“, „das Wasser in den Speisen wird erhitzt, indem sie in Schwingung versetzt werden“

### 6.8.2 Schritt 2

Im Grunde sind diese Antworten alle nicht falsch. Sie unterscheiden sich im Wesentlichen nur in ihrer Formulierung. Mehr als 60% der Befragten haben zumindest eine ungefähre Vorstellung, wie sich Mikrowellenstrahlen auf Wassermoleküle auswirken, doch näher konnte den Prozess keiner beschreiben.<sup>1</sup>

### 6.8.3 Schritt 3

## FRAGE 5



<sup>1</sup> (vgl. Auswertung des Fragebogens: Frage 5)

## 6.9 Frage 6

### 6.9.1 Schritt 1

6) Glaubst du, dass Mikrowellenstrahlung gesundheitsschädlich ist? Warum?

Ja/ Nein Begründe!

Antworten: „ Weniger Strahlen sind grundsätzlich besser“, „ sie können impotent machen“, „im Haushalt nicht“, „wenn man ihnen direkt ausgesetzt ist schon“, „ Nein, da nicht jede radioaktive Strahlung schädlich ist“, „Krebs“, „Mikrowellenstrahlung ist schlecht für die Augen“.

### 6.9.2 Schritt 2

Bei diesem Teil der Umfrage geht hervor, dass die Befragten allgemein davon überzeugt sind, dass eine zu hohe Intensität von Mikrowellenstrahlen auf den Körper eine negative Auswirkung haben kann. Alle Krankheiten oder körperliche Beschwerden, die erwähnt wurden, sind schwerwiegend und würden fast jeden Menschen in seinem Lebensstil einschränken. Keiner der jungen Erwachsenen dachte an leichtere Symptome wie Kopfschmerzen oder Schlaflosigkeit. Wenn man mit solch einem ungewohnten Thema konfrontiert wird, ist es naheliegend sein Wissen von anderen Quellen zu beziehen, die vielleicht nicht unmittelbar mit diesem Thema zu tun haben.<sup>1</sup>

Aus diesem Grund vermute ich, dass viele die im Vergleich harmlose Mikrowellenstrahlung mit andern Strahlen, wie Alpha, Beta oder Gamma- Strahlung verglichen haben, die ihnen möglicherweise weitaus bekannter sind. Dringen diese Strahlen in die Haut, dann erzeugen sie, aufgrund der Ablösung von Elektronen von den Atomhüllen Ionen. Deshalb nennt man sie auch ionisierende Strahlung. Eine andere Eigenschaft, welche diese Strahlen aufweisen ist, dass die Spaltung von Molekülen Radikale erzeugt. Radikale sind äußerst aggressive Molekülteile mit ungepaarten Elektronen. Trifft radioaktive Strahlung auf Zellplasma, ist es eher unwahrscheinlich bleibende Schäden davonzutragen, doch wird der Zellkern beschädigt, sind wesentlich gravierendere Schäden in der DNS zu erwarten.

---

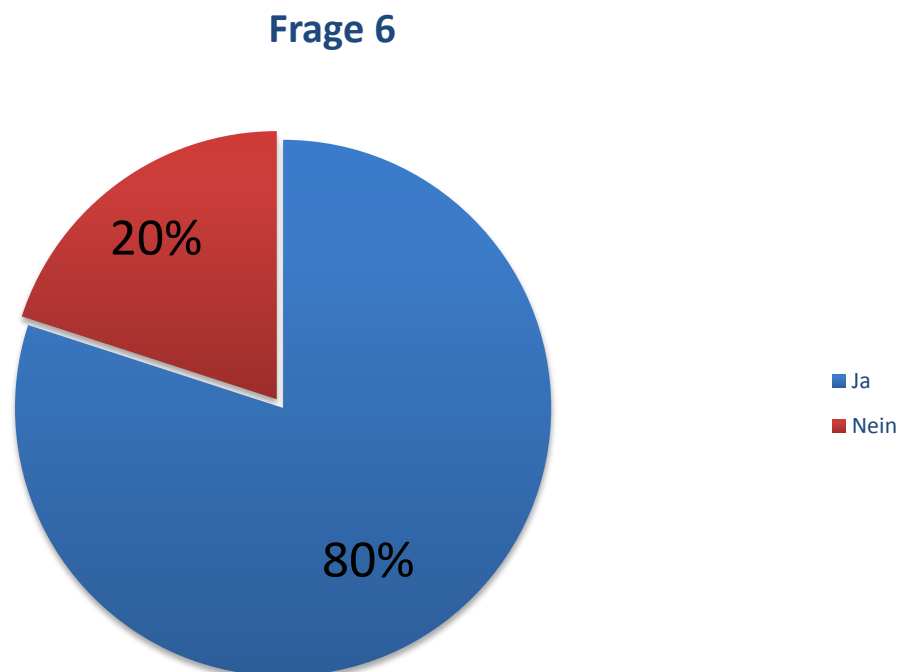
<sup>1</sup> (vgl. Auswertung des Fragebogens: Frage 6)

Wenn es der Zelle nicht mehr möglich ist, zu reparieren, stirbt sie oder wird zu einer Krebszelle.

Zellbildende Organe wie Knochenmark und Lymphknoten sind gegenüber radioaktiver Strahlung sehr empfindlich, da es Zellen, die sich in der Teilung befinden nicht möglich ist, sich von den Schäden der Strahlung zu erholen. Allgemein sind Alpha- Teilchen für den Körper am gefährlichsten aufgrund der Tatsache, dass ihre Moleküle im Vergleich zu anderen radioaktiven Strahlungen, relativ groß sind. Deshalb lassen sie sich auch gut abschirmen, sind aber extrem gefährlich für den Körper, weil sie aufgrund ihrer Größe leichter aufgenommen werden. Im Gegensatz zu Gamma- Strahlung welche meist ungehindert den menschlichen Körper durchdringt.<sup>1</sup>

### 6.9.3 Schritt 3

Da die gegebenen Antworten sehr weitläufig sind, werden sie in der Graphik mit „Nein“ und „Ja“ zusammengefasst.



---

<sup>1</sup> Martin Apolin: Big Bang, Physik 8: Österreichischer Bundesverlag 2008, S. 61

## 7 Schluss

Die Ergebnisse dieser vorwissenschaftlichen Arbeit, haben die Frage, was sich Schüler im Alter von 16 bis 18 Jahren unter Mikrowellenstrahlung vorstellen im Wesentlichen beantworten können. Das Erstellen der Umfrage, wurde für mich ein größeres Problem als ich am Anfang meiner Arbeit vermutete. Es fiel mir nicht leicht, konkrete neutrale Fragen zu erstellen, die die Schüler in ihren Antworten nicht beeinflussen. Die Frage vier, „Kommt Mikrowellenstrahlung in der Natur vor? Wo?“ habe ich unglücklicherweise bewertend formuliert. Es lässt sich als Interviewter anhand der Fragestellung erahnen, dass Mikrowellenstrahlen in der Natur vorkommen. Aus diesem Grund gab es eine große Anzahl an Schülern, welche als Antwort lediglich „ja“ geschrieben haben. Auch das verständliche Zusammenfassen der meist wissenschaftlichen Publikationen, welche teilweise äußerst kompliziert geschrieben wurden, hat sehr viel Zeit in Anspruch genommen.

Durch meine Umfragen, bin ich zum Entschluss gekommen, dass viele der Befragten nicht recht wussten, was diese Mikrowellenstrahlung eigentlich ist. Auf die Frage, was ihnen unter dem Begriff Strahlung einfällt, habe ich zu meiner Überraschung, sehr viele verschiedene Strahlungen vorfinden dürfen. Es sind jedoch noch große Lücken offen, die meines Erachtens durch Aufklärung geschlossen werden sollten. Viele der Schüler waren davon überzeugt, dass Mikrowellenstrahlung gefährlich für unseren Körper sei und diese sogar dazu in der Lage wären, Krebs, Impotenz oder andere gefährliche Krankheiten auszulösen.

Wie sich diese Strahlen ausbreiten, waren sich grundsätzlich aller der Interviewten einig. Jeder außer einer wusste, dass sie sich in Wellen ausbreiten und hat diese auch gezeichnet, jedoch in welchen alltäglichen Geräten diese Mikrowellen eine Rolle spielen war für viele nicht gerade einfach. Um diese Frage zu beantworten ist jedoch etwas Vorwissen notwendig.

Ein jeder der Schüler hatten grundsätzliche Kenntnisse in Bezug auf den Effekt, den Mikrowellen auf Flüssigkeiten in unserer Nahrung haben. Genauer definieren konnte ihn aber keiner.

Viele Schüler wissen nicht genau was Mikrowellenstrahlen sind und ob sie dem Körper schaden. Viele versuchen diese Strahlen mit zum Beispiel radioaktiver Strahlung zu vergleichen und so bildet sich unberechtigte Angst vor den Auswirkungen von Mikrowellen auf den menschlichen Körper. Angesichts der Tatsache, dass diese elektromagnetischen Wellen eine wesentliche Rolle in unserem täglichen Leben spielen, sollte in Zukunft der Unterschied von Radioaktiver und Mikrowellenstrahlung im Unterricht genauer besprochen werden um Irrtümer zu vermeiden.

## 8 Anhang

### 8.1 Literaturverzeichnis

Klaus- Peter Möllmann, Michael Vollmer: Kochen mit Zentimeterwellen: Wiley- VCH Verlag 2004

Susanne Neumann, Martin Hopf: Was verbinden Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff , Strahlung‘?: 2011

David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker: Halliday Physik, 2. Auflage: Wiley- VCH Verlag 2009

Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik für Wissenschaftler und Ingenieure: Spektrum akademischer Verlag 2008

Martin Apolin: Big Bang, Physik 5-8: Österreichischer Bundesverlag 2008

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/183228/electromagnetic-radiation/59182/Microwaves> (Zugegriffen 10.09.2014)

<http://www.nndb.com/people/766/000165271/> (Zugegriffen 18.12.2014)

<http://www.welt.de/wissenschaft/weltraum/article3023111/US-Forscher-entdeckt-mysterioese-Strahlung-im-All.html> (Zugegriffen 15.01.2015)

### 8.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 (Das elektromagnetische Spektrum) : Paul A. Tipler, Gene Mosca: Physik für Wissenschaftler und Ingenieure: Spektrum akademischer Verlag 2008, S. 1176

Abbildung 2 (Percy Spencer) : <http://www.todayifoundout.com/index.php/2011/08/the-microwave-oven-was-invented-by-accident-by-a-man-who-was-orphaned-and-never-finished-grammar-school/> (Zugegriffen 18.12.2014)