



# Strahlenschutz im Physikunterricht

MARKUS, FÖSL

[MARKUS.FOESL@GMX.AT](mailto:MARKUS.FOESL@GMX.AT)

## Zusammenfassung

Was ist Strahlung, ab wann ist sie gefährlich und wie können wir uns davor schützen? Dieses Paper gibt einen Einblick in die Grundlagen des Strahlenschutzes und die durchschnittlichen Belastungswerte in Österreich. Auch die internationale Skala zur Einstufung von Unfällen mit radioaktiven Materialien wird erklärt. Die Strahlenüberwachung und die Maßnahmen im Ernstfall werden erläutert, wie auch die Auswirkungen und Regelungen für den Schulbetrieb. Schließlich wird noch eine Studie zu den Präkonzepten der Schülerinnen und Schüler zum Thema Strahlung vorgestellt und ein Experiment zum Strahlenschutz für den Physikunterricht angeführt.

## 1 Einleitung

Spätestens seit dem Unfall von Tschernobyl im Jahr 1986, ist der Strahlenschutz, abgesehen vom wissenschaftlichen Bereich, nicht mehr auf die Folgen von Atomwaffen-Einsätzen beschränkt. Der Fokus liegt seitdem hauptsächlich auf Unfällen in Kernkraftwerken und die Maßnahmen betreffen die gesamte Zivilgesellschaft und damit auch den Schulbetrieb. Nach längerer Zeit ohne große Zwischenfälle haben die Ereignisse von Fukushima 2011 erneut gezeigt, dass das Thema Strahlenschutz aktueller denn je ist.

## 2 Strahlung

Der Begriff Strahlung meint hier explizit die ionisierende Strahlung. Jeder Mensch ist einer solchen ständigen Strahlenbelastung ausgesetzt, sei es durch natürliche oder künstliche Quellen. Je nach Region, Beruf oder Häufigkeit medizinischer Untersuchungen und Behandlungen ist die individuelle Strahlenbelastung aber unterschiedlich. Ein empfohlener Grenzwert für die effektive Strahlendosis pro Jahr liegt in Deutschland bei 1 mSv (Krieger 2007, S. 527). Im Großen und Ganzen kann man in Österreich von einer durchschnittlichen Strahlenbelastung von 3,6 mSv pro Jahr ausgehen, die sich zu ca. zwei Drittel aus natürlicher und zu einem Drittel aus künstlicher Strahlenbelastung zusammensetzt. (siehe Abb. 1) Allerdings schwanken die Werte für die Exposition gegenüber natürlicher Strahlung zwischen 1mSv und 10 mSv österreichweit (vgl. BMI 2007, S. 15). Den größten Teil der natürlichen Strahlenbelastung macht die Inhalation mit 1,2mSv aus, die vor allem durch das radioaktive Edelgas Radon zu Stande kommt. Wie die kosmische Strahlung in höheren Lagen stärker ist und sich die terrestrische Strahlung relativ zur Bodennähe und dessen Beschaffenheit ändert, so ist auch die Radonbelastung österreichweit sehr unterschiedlich. Zu

dieser Belastung gibt es eine interaktive Karte, die online eingesehen werden kann.<sup>1</sup> Im Bereich der Strahlenbelastung mit künstlichem Ursprung machen medizinische Untersuchungen und Therapiemethoden den Großteil aus.

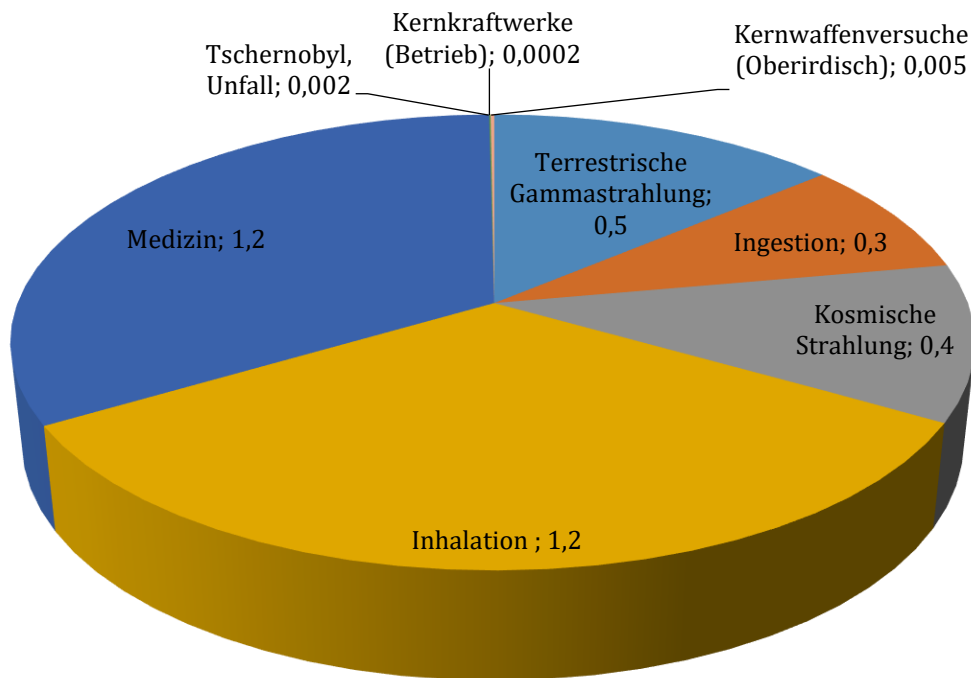
Bei der Wirkung ionisierender Strahlung auf Menschen wird generell in „akute Strahlenschäden“ und in „Spätschäden“ unterschieden (vgl. BMI 2007, S. 12). Akute Strahlenschäden entstehen durch die Aufnahme einer hohen Strahlendosis innerhalb weniger Stunden und treten sofort oder innerhalb weniger Wochen auf. Ab 200-300mSv spricht man von akuten Strahlenschäden, die eine Vielzahl an Zellen beschädigen und zu einer kurzzeitigen Veränderung im Blutbild führen. Ab 1000-2000mSv können vereinzelt Todesfälle auftreten, bei 4500mSv liegt die LD50-Dosis, also die Dosis bei der 50% der Betroffenen sterben und bei mehr als 7000mSv spricht man von der absolut tödlichen Dosis (vgl. BMI 2007, S. 12). Sogenannte Spätschäden treten erst Jahre oder Jahrzehnte nach der Bestrahlung mit niedrigen oder mittleren Dosen auf. Hierunter fallen Erbgutveränderungen oder verschiedene Formen von Krebs, deren Entstehung durch Strahlung begünstigt wird. Pro Strahlendosis von 100mSv erhöht sich das Risiko an Krebs zu erkranken um ca. 0,5%, das ‚natürliche‘ Risiko an Krebs zu erkranken, liegt allerdings bereits bei 30% (vgl. BMI 2007, S. 13).

*Ziel des Strahlenschutzes ist es daher, akute Strahlenschäden zu vermeiden und Spätschäden so gering wie möglich zu halten.*

*(BMI 2007, S. 13)*

---

<sup>1</sup> [https://geogis.ages.at/GEOGIS\\_RADON.html#](https://geogis.ages.at/GEOGIS_RADON.html#) (03.12.2016)



**Abb. 1** – Durchschnittliche Strahlenbelastung einer erwachsenen Person in Österreich. nach (BMI 2007, S. 15)

### 3 INES-Skala

Die Skala wurde 1989 entwickelt, um Unfälle mit radioaktiven Materialien zu kategorisieren und aufzuzeichnen. Als siebenteilige Skala, deren Bereich von „Störung“ bis zu „Katastrophaler Unfall“ geht, entwickelt, wurde sie später noch um die Stufe Null nach unten erweitert, die Ereignisse ohne Einfluss auf die Sicherheitsvorkehrungen beinhaltet. Die INES-Skala umfasst jeweils eine Kategorisierung für die Beeinträchtigung von Sicherheitsvorkehrungen, die vor allem bei Stufe Eins bis Drei, also den sogenannten Störfällen, eine Rolle spielen. Eine weitere Kategorie sind die radiologischen Auswirkungen innerhalb der Anlage und die dritte Kategorie sind die radiologischen Auswirkungen außerhalb der Anlage (siehe Abb. 1). Aktuelle Vorkommnisse, können auch auf der Homepage der internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) eingesehen werden.<sup>2</sup>

### 4 Überwachung und Notfallplan:

In Österreich geht man von zwei Kategorien radiologischer Notfälle aus. Einerseits von kleinräumigen Kontaminationen, wie sie durch Zwischenfälle mit hochradioaktiven Strahlenquellen, Unfällen bei Transporten mit radioaktivem Material, Zwischenfällen beim Umgang mit

Strahlenquellen oder durch radiologischen Terror entstehen können. Andererseits gibt es die großräumigen Kontaminationen, die durch Unfälle in Kernkraftwerken oder durch den Absturz eines Satelliten entstehen können (vgl. BMLUFW 2017b). Wichtig für den Zivilschutz im großen Stil sind hier eher die großräumigen Kontaminationen, bei denen wiederum der Absturz eines Satelliten relativ unwahrscheinlich ist, wodurch sich die Maßnahmen im Großen und Ganzen auf die Möglichkeit eines KKW-Unfalls beschränken. Wichtigstes Kriterium neben der Einordnung auf der INES-Skala, ist die Entfernung des Unfallorts von Österreich. Bei Unfällen außerhalb Europas (z.B. Fukushima) beschränken sich die Maßnahmen lediglich auf Reisewarnungen und strenge Kontrollen von Importen, vor allem von Lebensmitteln aus der Region. Passiert ein Unfall in Europa, aber weit entfernt von Österreich (z.B. Tschernobyl), so müssen zusätzliche Maßnahmen abhängig von der Wetterlage gesetzt werden, die auch bei einem grenznahen Unfall zur Anwendung kommen würden. Diese Maßnahmen betreffen vor allem die Landwirtschaft und den direkten Schutz der Bevölkerung vor kontaminierten Luftmassen oder Fallout.

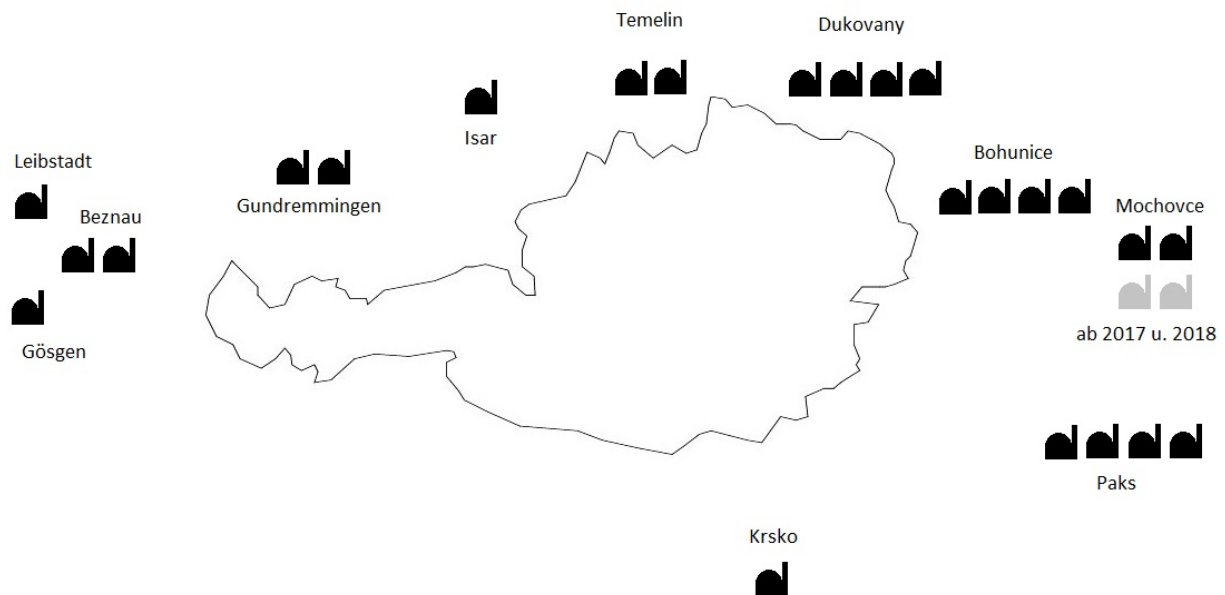
<sup>2</sup> <https://www-news.iaea.org/EventList.aspx> (03.12.2016)

Stufe	I Radiologische Auswirkungen außerhalb der Anlage	II Radiologische Auswirkungen innerhalb der Anlage	III Beeinträchtigung der Sicherheitsvorkehrungen	Beispiele
<b>7 Katastrophaler Unfall</b>	Schwerste Freisetzung: Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt in einem weiten Umfeld			Tschernobyl, UDSSR, 1986 Fukushima, Japan, 2011
<b>6 Schwerer Unfall</b>	Erhebliche Freisetzung: Voller Einsatz der Katastrophenschutzmaßnahmen			Kyshtym, UDSSR, 1957
<b>5 Ernster Unfall</b>	Begrenzte Freisetzung: Einsatz einzelner Katastrophenschutzmaßnahmen	Schwere Schäden am Reaktorkern/an radiologischen Barrieren		Windscale, UK, 1957 Three Mile Island, USA, 1979
<b>4 Unfall</b>	Geringe Freisetzung: Strahlenbelastung der Bevölkerung etwa in Höhe der natürlichen Strahlenbelastung	Begrenzte Schäden am Reaktorkern/an radiologischen Barrieren: Strahlenbelastung beim Personal mit Todesfolge		Saint Laurent, Frankreich, 1980 Tokaimura, Japan, 1999
<b>3 Ernster Störfall</b>	Sehr geringe Freisetzung: Strahlenbelastung der Bevölkerung in Höhe eines Bruchteils der natürlichen Strahlenbelastung	Schwere Kontamination in der Anlage: Akute Gesundheitsschäden beim Personal	Beinahe Unfall: Weitgehender Ausfall der gestaffelten Sicherheitsvorkehrungen	Vandellós, Spanien, 1989 Paks, Ungarn, 2003
<b>2 Störfall</b>		Erhebliche Kontamination in der Anlage: Unzulässig hohe Strahlenbelastung beim Personal	Störfall: Begrenzter Ausfall der gestaffelten Sicherheitsvorkehrungen	Paluel, Frankreich 1990 Phillipsburg, DE, 2001
<b>1 Störung</b>			Abweichung von den zulässigen Bereichen für den sicheren Betrieb der Anlage	Leibstadt, Schweiz, 2004 Cattenom, Frankreich, 2004

**Abb. 2** – INES-Skala mit Auswirkungen und Beispielen. nach (BMI 2007, S. 21).

Um eine flächendeckende Strahlungsüberwachung in Österreich zu sichern und somit eine erneute Überraschung wie bei Tschernobyl zu vermeiden, wurde nach 1986 begonnen ein Frühwarnsystem zu errichten. Das System umfasst über 300 Messstellen, die ständig Daten über die Umgebungsstrahlung liefern, sowie mehrere Luftmonitore in der Umgebung von grenznahen Kernkraftwerken. Diese Daten werden auch mit den angrenzenden Nachbarländern ausgetauscht, um eine größere Fläche zu überwachen und eine frühzeitige Alarmierung möglich zu machen (vgl. BMLFUW 2017a). Zusätzlich zu diesen Messstationen gibt es in Österreich noch mehrere Aerosolsammler, Niederschlagsammler, Oberflächenwassersammler und zusätzliche Untersuchungen der Emissionen von größeren Kläranlagen (Wien, Linz, Graz, Klagenfurt). Weiters werden auch verschiedenste Lebensmittel, wie Milch, Fleisch, Pilze und auch Trink- und Quellwasser regelmäßig untersucht, um den präventiven Strah-

lenschutz im Bereich der Ingestion zu sichern. Innerhalb Österreichs gibt es zwei Anlagen die speziell überwacht werden. Die erste dieser beiden ist das Atominstitut der Österreichischen Universitäten in Wien, wo seit 1962 ein Versuchsreaktor betrieben wird, der mittlerweile der einzige in Österreich ist. Die zweite Anlage ist das NES (Nuclear Engineering Seibersdorf), das zwischen 1960 und 1999 selbst einen Reaktor beherbergte und seit 1962 sind dort auch Labors der IAEA untergebracht. Wichtiger noch ist die Funktion als Zwischenlager für niederradioaktive Materialien, wie sie in der Medizintechnik, oder bei Forschungstätigkeiten in dem Bereich anfallen. Die gesamten radioaktiven Abfälle, die in Österreich anfallen, dürfen dort zwischengelagert werden. Einzig die Brennstäbe vom Versuchsreaktor in Wien sind nicht als „niederradioaktiv“ eingestuft, für diese gibt es aber einen Rücknahmevertrag mit den Lieferanten aus den USA.



**Abb. 3** – Aktive Kernkraftwerke mit Anzahl der Reaktorblöcke rund um Österreich, Stand 2016. nach (BMI 2007, S. 37) und (BMLFUW 2017c).

## 5 Strahlenschutz in Österreich:

Generell wird am ehesten von einem Kernkraftwerksunfall ausgegangen, wo sich der Strahlenschutz auf die Vermeidung von akuten Strahlenschäden und Spätschäden fokussiert. Für die Vermeidung von akuten Strahlenschäden wird in Österreich der Verbleib in den eigenen vier Wänden empfohlen, da einerseits bereits Einfamilienhäuser (ausgenommen Holzhäuser) die Belastung auf 10-20% senken, weit-aus besser ist der Schutz noch in Stadthäusern (<1% - 1,25%), egal ob Alt- oder Neubauten (vgl. BMI 2007, S. 51). Andererseits sind für diesen Fall ohnehin keine Evakuierungen vorgesehen, da die geografische Ausdehnung des Landes keine sinnvollen Evakuierungsmöglichkeiten bietet und eine solche Maßnahme eine lange Vorwarnzeit verlangt, sowie eine hohe psychische Belastung für die Betroffenen mit sich bringt (vgl. BMI 2007, S. 47). Eine weitere präventive Maßnahme ist die behördlich verordnete Einnahme von Kaliumjodid-Tabletten, die die Schilddrüse mit Jod sättigen, damit kein radioaktives Jod 131 aufgenommen werden kann. Diese Maßnahme ist vor allem für Kinder, Jugendliche, Schwangere und Stillende, sowie Erwachsene unter 40 Jahren wichtig. Hier kommt auch der Schulbetrieb ins Blickfeld, wo beim Eintritt in eine neue Schule, die Eltern eine Einverständniserklärung unterschreiben müssen, ob ihrem Kind im Ernstfall diese Tabletten verabreicht werden dürfen.

### 5.1 Strahlenschutz im Schulbetrieb:

Für die Maßnahmen in der Schule orientiert man sich an verschiedene Gefährdungsstufen. Die Gefährdungsstufe I beinhaltet, dass die S/S über Vorsichtsmaßnahmen informiert werden müssen und kein Unterricht mehr im Freien durchgeführt werden darf. Gefährdungsstufe II – IV beinhaltet zusätzlich, dass die Kaliumjodid-Tabletten vom Lehrpersonal vorbereitet werden müssen, die S/S aber bei ausreichender Vorwarnzeit nach Hause geschickt werden dürfen. Dafür gibt es in fast allen Schulen Staubmasken, bzw. manchmal auch Einweg-Overalls, die den Schülern angezogen werden, um das Risiko des Kontakts mit  $\alpha$ -Teilchen zu verringern. Zur Durchführung dieser Maßnahmen sollen die an den Schulen ernannten Zivilschutzreferenten/Zivilschutzreferentinnen, bzw. an höheren Schulen die „Referenten/Referentinnen für Geistige Landesverteidigung“ (BMB 2002) miteinbezogen werden, also speziell ausgebildete Lehrkräfte bzw. externe Fachpersonen. Im selben Rundschreiben wird in Punkt 4.1.2 darauf hingewiesen, dass die Information der S/S über Maßnahmen im Rahmen des Unterrichts besonders wichtig ist. Der AHS-Lehrplan sieht jedoch weder in der Unter-, noch in der Oberstufe das Thema Strahlenschutz vor. Auch in anderen NAWI-Fächern, wie in Biologie, wo ionisierende Strahlung eine Rolle spielen könnte, ist das Thema im Lehrplan nicht zu finden. Dass es jedoch am Besten im

Fach Physik unterzubringen ist, lässt sich aber anhand des Lehrplans argumentieren. So beinhaltet der Lehrplan für die 4. Klasse AHS (Unterstufe) das Kapitel „*Das radioaktive Verhalten der Materie*“, wo die Radioaktivität, Zerfälle, sowie Kernspaltung und Kernfusion angeführt werden (vgl. BMB 2000, S. 5). Im Lehrplan für die Oberstufe, kommt für die 7./8. Klasse der Strahlungshaushalt der Erde, Atomkerne, ionisierende Strahlung, deren Quellen und die technischen und medizinischen Anwendungen selbiger vor (vgl. BMB 2004, S. 4). Um den Strahlenschutz im Unterricht behandeln zu können, müssen den S/S zuvor diese Grundlagen über ionisierende Strahlung bekannt sein.

## 6 S/S –Vorstellungen zum Thema ‚Strahlung‘:

Sowohl in der Unterstufe, als auch in der Oberstufe, ist diese Thematik relativ spät im Lehrplan vorgesehen. Da der Begriff ‚Strahlung‘ aber dennoch auch für die S/S allgegenwärtig ist, haben Susanne Neumann und Martin Hopf von der Universität Wien die Präkonzepte zu diesem Thema untersucht (Neumann/Hopf 2011).

### 6.1 Zielgruppe der Untersuchung:

Durchgeführt wurde diese Erhebung an drei Gymnasien, einer Hauptschule und drei Grundschulen, jeweils in der vierten bis sechsten Schulstufe, mit insgesamt 509 teilnehmenden S/S.

### 6.2 Fragestellung:

- Was verbinden S/S, ohne Vorbildung in diesem Bereich, mit dem Thema Strahlung?
- Gibt es eine Altersabhängigkeit?
- Gibt es einen Gender-Unterschied?

### 6.3 Die Methode:

Die S/S bekamen ein leeres A4-Blatt und die durchführende Lehrperson (möglichst ohne NAWI-Bezug) schrieb das Wort ‚Strahlung‘ an die Tafel. Anschließend hatten die S/S 15 Minuten Zeit, ein oder mehrere Motive zu zeichnen. Auf der Rückseite des Blattes wurde noch der Vorname, Geschlecht und Klasse für die Auswertung notiert.

### 6.4 Ergebnisse:

Bei den S/S zeichneten sich klare Tendenzen hinsichtlich der Motive ab. Die fünf Hauptmotive waren:

- Sonne
- Künstliche Lichtquelle (Glühbirne usw.)
- Handy
- Radioaktivität
- Bildschirm

Dabei dominierte aber die Sonne mit einem gewichteten Anteil von 51,6 % der Motive. Im Altersvergleich kam heraus, dass die S/S mit zunehmendem Alter seltener Motive für sichtbare Strahlung zeichneten. Während die S/S der vierten Schulstufe noch zu 92,9 % Motive sichtbarer Strahlung zeichneten, waren es in der sechsten Schulstufe nur mehr 44,7 % (Neumann/Hopf 2011, S. 168f.). Ausschließlich Motive der unsichtbaren Strahlung wurden in der vierten Klasse nur in 2,6 % der Fälle gezeichnet, dieser Anteil steigerte sich aber zur sechsten Klasse hin auf 23,5 %. Auch die Kombination von Motiven aus beiden Kategorien stieg mit dem Alter der S/S. Bezüglich der Geschlechterspezifischen Untersuchung kam heraus, dass lediglich bei der Kategorie ‚Radioaktivität‘ ein Unterschied festgestellt werden konnte. So zeichneten Schüler mehr als doppelt so häufig Motive dieser Kategorie, als Mädchen. Bei allen anderen Kategorien konnte keine Gender-Abhängigkeit festgestellt werden (Neumann/Hopf 2011, S. 170).

### 6.5 Die Interviews

Nach der Auswertung der Zeichnungen wurde eine Interviewrunde mit zwei Gruppen von S/S aus der sechsten Schulstufe geführt. Die S/S der ersten Gruppe (n=39) hatten ausschließlich sichtbare Strahlung gezeichnet und wurden im Interview danach befragt, ob es auch andere Arten der Strahlung gäbe. Die S/S der zweiten Gruppe (n=35) hatten ausschließlich Motive der unsichtbaren Strahlung gezeichnet und wurden danach befragt, woher sie das Wissen über diese Form der Strahlung hatten. Bei beiden Gruppen wurde auch die Interpretation des Motivs überprüft. Die Interpretation stimmte nur in einem einzigen Fall nicht mit der, des Schülers zusammen, in allen anderen Fällen wurde das Motiv richtig erkannt. Bei der Gruppe der sichtbaren Strahlung konnte der Großteil der S/S im Interview das eigene Bild von Strahlung auch um unsichtbare Strahlung erweitern. Bei der Frage, woher die S/S ihr Wissen über unsichtbare Strahlung haben, kamen an erster Stelle mit 65 % ‚Familie‘ und ‚Unterricht‘ jeweils im Zusammenhang mit Geschichten über Tschernobyl oder Handystrahlung, knapp dahinter ‚Nachrichten/Zeitung‘, etwas weiter abgeschlagen mit 40 % ‚Dokumentationen‘ und danach noch die Kategorien ‚Filme/Serien‘, ‚Bücher‘, ‚Freund/-innen‘ und ‚PC-Spiele‘ in dieser Reihenfolge (Neumann/Hopf 2011, S. 172).

## 6.6 Konsequenzen aus der Studie

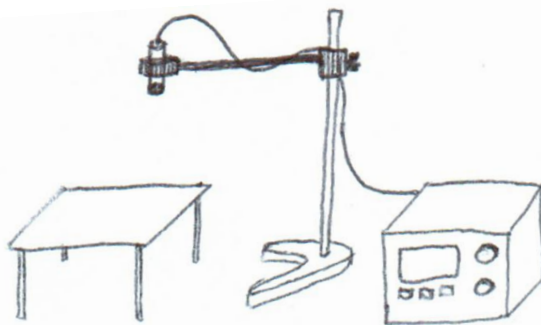
Neumann und Hopf stellen hier klar, dass der Großteil der S/S, besonders in der sechsten Schulstufe, bereits ein sehr differenziertes Bild von Strahlung haben und auch tagtäglich damit konfrontiert sind (Handystrahlung, Radioaktivität,...). Daher fordern sie auch, dass auf das Thema Strahlung bereits im ersten Jahr des Physikunterrichts eingegangen werden soll. Das Interesse und der Wissensdrang der S/S zu diesem Thema sei in den Interviews sehr groß gewesen und daher sollte man das Feld nicht den Medien oder Schauergeschichten von Familie und Freunden überlassen, sondern die S/S gezielt bereits sehr früh mit dem Thema konfrontieren (Neumann/Hopf 2011, S. 175).

### 7 Experiment zum Strahlenschutz:

Um zu zeigen, dass Radioaktivität und Strahlung allgegenwärtig sind und uns ständig umgeben, bzw. auch um die Wirkung von Abschirmungen zu veranschaulichen, kann folgendes Experiment mit den S/S durchgeführt werden. (siehe Abb. 4)

#### 7.1 Benötigte Materialien:

- ein Geiger-Müller Zählrohr
- eine Phillionplatte
- vier nichtleitende Kunststoffstäbchen
- ein Blatt Papier
- ein Stück Stahlblech (d=2 mm)



**Abb. 4** – Versuchsaufbau mit Phillionplatte und Geiger-Müller Zählrohr.

#### 7.2 Aufbau und Ablauf:

Die Phillionplatte wird auf den nichtleitenden Kunststoffstäbchen gelagert und dort für ca. 10 min an der Luft liegen gelassen. Währenddessen sammeln sich die Kerne der Tochternuklide von Radon auf der Platte und man kann so ein radioaktives Präparat erzeugen. Während den 10 min wird mit dem Geiger-Müller Zählrohr eine Nullrate ( $t=1$  min) gemessen, um die Aktivität der Umgebung später von den Messwerten ab-

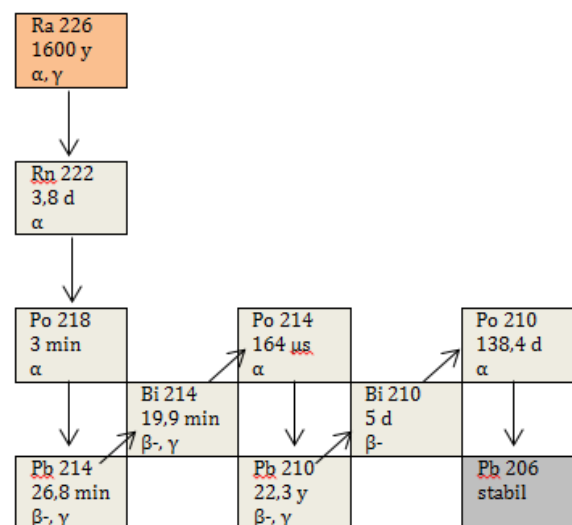
ziehen zu können. Nach den 10 min wird die Phillionplatte mit einem fixen Abstand gemessen ( $t=1$  min) und aufgezeichnet. Der Abstand sollte eher klein gewählt werden, da  $\alpha$ -Teilchen in Luft nur zwischen drei und neun Zentimeter Reichweite haben. Anschließend kann diese Messung mit einem Blatt Papier zwischen Probe und Zählrohr, bzw. mit dem Stück Stahlblech an der selben Position wiederholt werden, um  $\alpha$ -Teilchen, bzw. den  $\alpha$ - und  $\beta$ -Anteil abzuschirmen (vgl. Abb. 5). Um eine höhere Genauigkeit zu erreichen, können die Messungen auch wiederholt werden und ein Mittelwert aus den Ergebnissen gebildet werden.

### 7.3 Ziel/Ergebnis:

Die S/S können erkennen, dass

- radioaktive Elemente allgegenwärtig sind
- alleine durch das Papier ein wesentlicher Teil der Strahlung absorbiert wird.
- durch das Stahlblech bereits ein weitaus besserer Schutzfaktor gegeben ist.

Mit dieser Demonstration kann das Thema Strahlenschutz sehr gut unterstützt werden und auch viele der Maßnahmen (undichte Fenster verkleben, Mundschutz usw.) können den S/S verständlich nähergebracht werden.



**Abb. 5** – Zerfallsreihe von Radon. nach (Universität Regensburg, Radioaktive Strahlung – Experimente, S. 2)

## 8 Zusammenfassung:

Der Strahlenschutz ist ein Thema, das gerade mit den Ereignissen in Fukushima erneut Be-

deutung erlangt hat. Auch wenn Unfälle in dieser Größenordnung sehr unwahrscheinlich sind und daher weltweit relativ selten auftreten, hat das Thema durchaus seine Berechtigung. Die Untersuchung von Neumann und Hopf zeigt auch, dass Abseits vom Zivilschutzaspekt und dem wahrscheinlich damit verbundenen Fall eines Kernkraftwerks-Unfalls, die generelle Thematik für S/S nahe an der Lebenswelt ist. Da beinahe in regelmäßigen Abständen Berichte in den Medien über verschiedenste ‚gefährliche‘ Strahlen verbreitet werden, die zu Verunsicherung und Angst führen können, ist es auf jeden Fall wichtig, den S/S eine solide Wissensbasis zu Strahlung und Strahlenschutz mitzugeben und sie auch über mögliche realistische Gefahren zu informieren. Auch wenn dieser Bereich im Lehrplan nicht explizit vorkommt, so ist es doch am sinnvollsten, wenn die betreffende Physiklehrkraft dieses Thema ausführlich behandelt.

## 9 Literatur:

Bundesministerium für Bildung BMB (2000) Lehrplan AHS Unterstufe Unterrichtsgegenstand Physik.

[https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs16\\_791.pdf?5i81nx](https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs16_791.pdf?5i81nx) (30.01.2017)

Bundesministerium für Bildung BMB (2002) Strahlenschutz an Schulen, Rundschreiben Nr. 25/2002.

Bundesministerium für Bildung BMB (2004) Lehrplan AHS Oberstufe Unterrichtsgegenstand Physik.

[https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp\\_neu\\_ahs\\_10\\_11862.pdf?5s3t2n](https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_10_11862.pdf?5s3t2n) (30.01.2017)

Bundesministerium für ein lebenswertes Österreich (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) BMLFUW (2017a) Das Strahlenfrühwarnsystem.

<https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/strahlen-atom/strahlen-warn-system/sfws.html> (27.01.2017)

Bundesministerium für ein lebenswertes Österreich (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) BMLFUW (2017b) Radiologische Notfälle.

[https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/strahlen-atom/notfallplanung/radiologische\\_notfaelle/szenarien.html](https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/strahlen-atom/notfallplanung/radiologische_notfaelle/szenarien.html) (27.01.2017)

Bundesministerium für ein lebenswertes Österreich (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) BMLFUW (2017c) Radiologisches Notfallmanagement.

<https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/strahlen-atom/notfallplanung/radiologisches-Notfallmanagement.html> (27.01.2017)

Bundesministerium für Inneres BMI (2007) Strahlenschutzratgeber, 7. Auflage.

Neumann S. & Hopf M. (2011) Was verbinden Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff ‚Strahlung‘? in: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 17.

Krieger H. (2007) Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes – 2. Auflage. B. G. Teubner Verlag, Wiesbaden.

Universität Regensburg, Radioaktive Strahlung – Experimente, S. 2)

<http://www.uni-regensburg.de/physik>

[/didaktik-physik/medien/VeranstMat/ESemII Gy/radioaktive\\_strahlung - experimente.pdf](#)  
(09.02.2017)