

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus: *Radioaktivität im Alltag*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



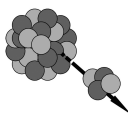
4. Messungen mit dem Geiger-Müller-Zählrohr 1 von 23

### Radioaktivität im Alltag - Messungen mit dem Geiger-Müller-Zählrohr

Prof. Dr. Bülbel Fromme, Bielefeld

Radioaktivität ist allgegenwärtig, aber unsichtbar. Man kann sie nicht spüren. Sie wird als unheimlich und bedrohlich jedoch häufig fälschlich als bestrahlung empfunden. Begleitet Sie sich mit Ihren Schülern auf die Spur der natürlichen Radioaktivität in der Umwelt.

Experimentell forschend finden Ihre Schüler heraus, welche Alltagsgegenstände radioaktive Stoffe enthalten. Sie erkennen dabei wichtige physikalische Grundlagen der Radioaktivität: von Isotopen, über die Zerfall eines Kerns als stochastischer Prozess bis hin zu natürlichen Zerfallsketten können, messen die Halbwertszeit und gehen mit der Radioaktivität um.



I/F

Der Umweltradioaktivität auf der Spur - Experimente mit schwach radioaktiven Stoffen aus Umwelt und Haushalt

#### Der Beitrag im Überblick

<b>Klasse:</b> 10/11 (SB)	<b>Inhalt:</b>
<b>Dauer:</b> ca. 6 Stunden	• Aufbau
<b>zu Plus:</b>	• Radioaktivität von Kalium 40 in Dörrfleisch und Düngemitteln
✓ Schülerexperimente zur Radioaktivität	• Umweltingenieurwissenschaften
✓ Experimentieranleitungen zur Identifizierung von grundlegenden physikalischen Begriffen und Techniken zum Thema	• Radioaktivität in Baustoffen
✓ Alle radioaktiven Präparate einfach und ohne Aufwände beschaffbar sind	• Abstrahlungsrate
benutzbar	• Radioaktivität von Hausstaub, Messung der Halbwertszeit
	• Zerfallsgesetz

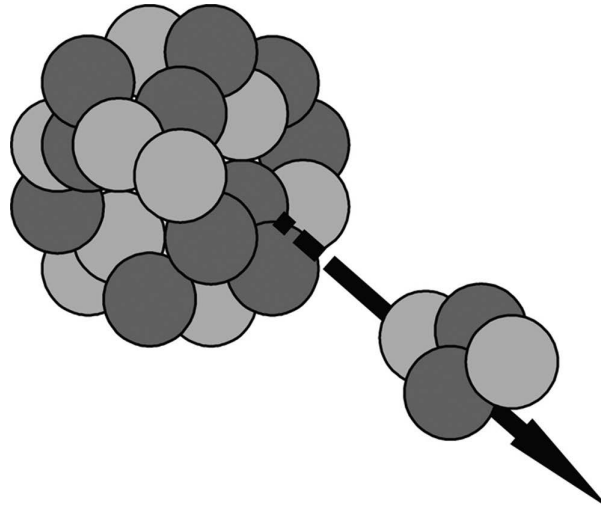
28.04.2010 Physik-Kapitel 2012

## Radioaktivität im Alltag – Messungen mit dem Geiger-Müller-Zählrohr

Prof. Dr. Bärbel Fromme, Bielefeld

Radioaktivität ist allgegenwärtig, aber unsichtbar. Man kann sie nicht spüren. Sie wird als unheimlich und bedrohend, jedoch häufig zugleich als faszinierend empfunden. Begeben Sie sich mit Ihren Schülern auf die Spur der natürlichen Radioaktivität in der Umwelt.

Experimentell forschend finden Ihre Schüler heraus, welche Alltagsmaterialien radioaktive Stoffe enthalten. Sie erkennen dabei wichtige physikalische Grundlagen der Radioaktivität: Sie begreifen, dass der Zerfall eines Kerns ein stochastischer Prozess ist, lernen die natürlichen Zerfallsreihen kennen, messen die Halbwertszeit und gehen mit der Nuklidkarte um.



I/F

**Der Umweltradioaktivität auf der Spur –  
Experimente mit schwach radioaktiven  
Stoffen aus Umwelt und Haushalt**

Der Beitrag im Überblick	
<p><b>Klasse:</b> 10/11 (G8)</p> <p><b>Dauer:</b> ca. 6 Stunden</p> <p><b>Ihr Plus:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Schülerexperimente zur Radioaktivität</li> <li>✓ Experimentieranleitungen zur Hinführung zu grundlegenden physikalischen Begriffen und Techniken zum Thema</li> <li>✓ Alle radioaktiven Präparate einfach und ohne Auflagen beschaffbar und benutzbar</li> </ul>	<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nullrate</li> <li>• Radioaktivität von Kalium 40 in Diätsalz und Düngemitteln</li> <li>• Uranhaltige Haushaltsgegenstände</li> <li>• Radioaktivität in Baustoffen</li> <li>• Abstandsgesetz</li> <li>• Radioaktivität von Hausstaub, Messung der Halbwertszeit</li> <li>• Zerfallsgesetz</li> </ul>

## Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

### Einführung

Das Thema *Radioaktivität* ist – insbesondere in Zeiten von Fukushima und der Diskussion um den Ausstieg aus der Kernenergie – gesellschaftlich hochaktuell und in den Medien präsent. Es hat hohen Alltagsbezug, stößt bei Schülern auf großes Interesse, ist aber auch mit vielen, zum Teil auf Unkenntnis beruhenden Ängsten behaftet.

Obwohl Kernphysik laut Lehrplänen im Physikunterricht sowohl in der Sekundarstufe I als auch in der Sekundarstufe II behandelt werden soll, kommt das Thema im Unterricht häufig zu kurz. Insbesondere wird zumeist kaum experimentiert, was zum Teil auf eine schlechte Ausstattung der Schulen in diesem Bereich, zum Teil aber auch auf eine verständliche Unsicherheit im Umgang mit radioaktiven Präparaten zurückgeführt werden kann.

In dieser Unterrichtseinheit stellen wir Experimente vor, die mit alltäglichen, einfach und preiswert zu beschaffenden, **nicht genehmigungspflichtigen radioaktiven Stoffen** durchgeführt werden und mit schulüblichen Zählrohren gelingen. Die Einheit beleuchtet verschiedene Aspekte des Themas *Radioaktivität*. Verwenden Sie sie entweder komplett als Einstieg oder fügen Sie Teile an passender Stelle in Ihren Unterricht ein. Ihre Schüler lernen nicht nur die Radioaktivität, sondern auch verschiedene Arten natürlicher radioaktiver Strahlungsquellen in unserer Umwelt kennen.

Die Experimente sind so konzipiert, dass Sie sie sowohl als Lehrerversuch durchführen als auch von Ihren Schülern selbst durchführen lassen können – nach entsprechender Einweisung in die einfachsten Grundregeln des Strahlenschutzes (M 2). Es werden nur relativ schwach radioaktive Präparate benutzt, die sich zudem jeder einfach beschaffen kann. Außerdem werden die Präparate nicht offen, sondern ausschließlich verpackt verwendet.

Anhand der Experimente und Materialien lassen sich viele grundlegende Tatsachen, Größen und Gesetzmäßigkeiten aus dem Bereich der Radioaktivität wiederholen oder einführen, z. B.: verschiedene Zerfallsarten (M 1, Ex 3, Ex 5, Ex 7), Strahlenschutzregeln (M 2), ionisierende Wirkung und Nachweis radioaktiver Strahlung (M 3, M 4), Nullrate (Ex 1), natürliche Zerfallsreihen und Umgang mit der Nuklidkarte (M 5, Ex 4, Ex 5, Ex 7), Abstandsgesetz (Ex 6), Abschirmung (Ex 6) und Halbwertszeit (Ex 7). Eine Hinführung zum Begriff der Aktivität und zum radioaktiven Zerfallsgesetz ist mit Experiment 7 ebenfalls möglich.

### Natürliche Radioaktivität

Auf der Erde sind wir beständig natürlicher Radioaktivität ausgesetzt, die sowohl aus terrestrischen als auch kosmischen bzw. durch kosmische Strahlung in der Atmosphäre erzeugten Anteilen (kosmogene Strahlung) besteht. Die Aufnahme radioaktiver Stoffe mit der Nahrung führt auch zu einer natürlichen Radioaktivität des Menschen.

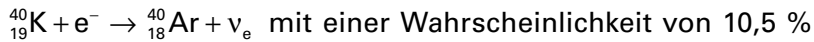
### Terrestrische Strahlung

Die terrestrische Strahlung wird durch natürlich vorkommende radioaktive Isotope hervorgerufen. Einen großen Anteil daran haben die im Gestein vorkommenden Uran- und Thoriumisotope  $^{238}\text{U}$  und  $^{232}\text{Th}$ , die eine sehr große Halbwertszeit besitzen, und deren radioaktive Zerfallsprodukte. Die Zerfallsreihen dieser Nuklide finden Sie im Anhang ( $^{238}\text{U}$ ) und auf CD-ROM 28 ( $^{232}\text{Th}$ ). Die Lernenden sollen sie auf der Materialseite M 5 eintragen.

Eine weitere natürliche Strahlungsquelle ist Kalium 40. Kalium ist ein auf der Erde sehr häufig vorkommendes Element. Natürliches Kalium besteht im Wesentlichen aus den stabilen Isotopen  $^{39}\text{K}$  und  $^{41}\text{K}$ , enthält aber auch knapp 0,012 % des langlebigen radioaktiven Isotops  $^{40}\text{K}$  (Halbwertszeit:  $1,28 \cdot 10^9$  a). Dieses ist aufgrund seines leichten Neu-

tronenüberschusses überwiegend ein  $\beta^-$ -Strahler, aber auch K-Einfang ist möglich.

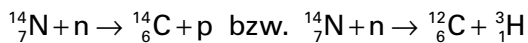
$^{40}\text{K}$  zerfällt folgendermaßen:



Das entstehende Ca- bzw. Ar-Isotop ist stabil. Zusätzlich werden  $\gamma$ -Quanten emittiert, da die Ar-Tochterkerne zunächst noch angeregt sind.

### Kosmische und kosmogene Strahlung

Aus dem Weltall gelangt ständig Strahlung zur Erde. Diese besteht unter anderem aus den Partikeln des Sonnenwindes, der überwiegend Protonen und  $\alpha$ -Teilchen, aber auch Elektronen und Neutronen enthält. Ein großer Teil dieser Strahlung gelangt nicht zum Erdboden, sondern führt in der Atmosphäre zu Kernumwandlungen, bei denen radioaktive Isotope entstehen können, deren Strahlung die Lebewesen auf der Erde ausgesetzt sind und die sie auch mit der Nahrung aufnehmen. Wichtige Beispiele sind  $^{14}\text{C}$  und Tritium, die z. B. durch die Reaktionen



gebildet werden.

$^{14}\text{C}$  ist ein  $\beta^-$ -Strahler mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren. Es spielt eine wichtige Rolle bei der Altersbestimmung organischen Materials:  $^{14}\text{C}$  kommt im natürlichen Kohlenstoffisotopengemisch auf der Erde ursprünglich nicht vor. In Lebewesen, die das in der Atmosphäre gebildete  $^{14}\text{C}$  mit der Nahrung oder durch Fotosynthese aufnehmen, besteht durch das Zusammenspiel von ständiger Aufnahme und Zerfall ein praktisch konstantes Mengenverhältnis von  $^{14}\text{C}$  zu den stabilen Isotopen  $^{12}\text{C}$  und  $^{13}\text{C}$ . Die Veränderung dieses Verhältnisses nach dem Tod des Organismus durch die fehlende neue Aufnahme und den Zerfall des vorhandenen  $^{14}\text{C}$  wird zur Altersbestimmung benutzt.

### Strahlung des Menschen

Jeder Mensch stellt eine natürliche Strahlungsquelle von einigen 1000 Zerfällen/s dar. Verursacht werden diese Zerfälle durch natürliche Radionuklide, die mit Nahrung und Trinkwasser aufgenommen werden. Die weitaus größte Rolle spielt hier  $^{40}\text{K}$ . Im Körper eines Erwachsenen befinden sich mehr als 100 g Kalium und damit natürlicherweise mehr als 10 mg  $^{40}\text{K}$ . Kalium, das z. B. für die Nervenleitung benötigt wird, muss ständig mit der Nahrung aufgenommen werden, um eine ausreichende Versorgung zu gewährleisten. Besonders kaliumreiche Lebensmittel sind unter anderem Erbsen, Spinat und Bananen. Hinzu kommt Strahlung aus dem Zerfall von Tritium und  $^{14}\text{C}$  sowie von Isotopen der natürlichen Zerfallsreihen, also von  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  und ihren Zerfallsprodukten (M 5).

Eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielen Radionuklide, die durch Einwirkungen des Menschen in die Umwelt und damit in die Nahrungskette gelangt sind: Bei den Reaktorunfällen von Tschernobyl und Fukushima sowie den oberirdischen Atombombentests der 1950er-Jahre wurden größere Mengen der recht langlebigen Nuklide  $^{137}\text{Cs}$  und  $^{90}\text{Sr}$  (Halbwertszeit circa 30 bzw. 29 Jahre) frei, die sich chemisch ähnlich wie Kalium und Kalzium verhalten und im Körper entsprechend – z. B. in den Knochen im Falle des Strontiums – eingebaut werden. Das ebenfalls bei den Reaktorunfällen erzeugte und in der Schilddrüse angereicherte Jod-Isotop  $^{131}\text{I}$  hat hingegen nur eine Halbwertszeit von 8 Tagen und damit eine nur geringe Verweildauer im Körper.

## Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Stellen Sie Experimente auch beim Thema *Radioaktivität* in den Vordergrund des Unterrichts. Lassen Sie die Schüler selbst forschen und experimentieren. Animieren Sie sie zur selbstständigen Literatur- bzw. Internetrecherche und zum beständigen Dialog untereinander. Lassen Sie die Schüler selbst nach radioaktiven Gegenständen zu Hause „fahnden“ (siehe z. B. Experiment 4 oder 5). Die Experimentieranleitungen wenden sich an Ihre Schüler.

## Zum Umgang mit Ängsten vor Radioaktivität

Verharmlosen Sie die Auswirkungen radioaktiver Strahlung nicht, versuchen Sie aber, die zum Teil irrationalen Ängste Ihrer Schüler vor Strahlung zu relativieren. Dazu sind viele der hier vorgestellten Experimente mit natürlicher Umweltradioaktivität durchaus geeignet. Machen Sie den Schülern klar, dass diese Radioaktivität im Wesentlichen durch die sehr langlebigen Isotope  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$  und  $^{232}\text{Th}$  hervorgerufen wird, die vor der Entstehung des Lebens auf der Erde bzw. teilweise schon seit der Erdentstehung vorhanden sind. Alles Leben auf der Erde ist also nicht nur an die natürliche Radioaktivität *gewöhnt*. Es gibt sogar Theorien, dass unser Immunsystem die dadurch bewirkten Veränderungen im Körper *als Training* benötigt – eventuell hätte sich ohne die durch die radioaktive Umweltstrahlung bewirkten spontanen Mutationen das Leben gar nicht so entwickelt, wie wir es auf der Erde kennen.

## Lernzirkel oder Umweltprojekt

Falls Sie mehrere Zählrohre an der Schule haben, lassen Sie die Lernenden die beschriebenen Experimente oder einen Teil davon als **Lernzirkel** über mehrere Unterrichtsstunden oder im Rahmen eines Projekts/einer Projektwoche durchführen – z. B. als Einstieg in das Thema *Radioaktivität* oder im Rahmen eines Umweltprojekts. Viele der Aufgaben können dabei durchaus als Hausaufgabe recherchiert bzw. gelöst werden.

Falls Sie nur ganz wenige Zählrohre (oder sogar nur eins) an der Schule haben: Versuchen Sie, die Schüler trotzdem in die Messung einzubeziehen. Bei allen Experimenten müssen mehrere Messwerte aufgenommen werden. Verschiedene Schüler oder Schülergruppen können dieses tun, während andere recherchieren. Sie können die Experimente so – unter Einbeziehung der Schüler – an passender Stelle auch einzeln in Ihrem Unterricht verwenden. Für Experiment 7, das hinsichtlich Durchführungszeit und Anspruch etwas aus dem Rahmen fällt, bietet sich diese Vorgehensweise ohnehin eher an.

## Notwendige Vorkenntnisse

Um die Experimente durchführen und die gestellten Aufgaben weitgehend selbstständig erledigen zu können, sollten Ihre Schüler die radioaktiven Zerfallsarten kennen. Sie sollten außerdem die Bedeutung der Ordnungs- und Massenzahl im Periodensystem sowie die Begriffe *Ion* bzw. *Ionisierung*, *Isotop* und *Nuklid* kennen. Alternativ können Sie diese bei den ersten Experimenten – z. B. bei der Messung der Nullrate – einführen oder wiederholen. Die Materialien M 1 und M 3 sind dabei hilfreich.

## Wie viel Zeit benötigen Sie?

Die in der Materialübersicht angegebenen Vorbereitungszeiten wurden unter der Voraussetzung angenommen, dass Ihnen die radioaktiven Präparate bereits messfertig vorliegen. Die Durchführungszeiten sind nur ungefähre Schätzwerte für Schüler, die ungeübt im Umgang mit den Geräten sind. Die realen Zeiten hängen stark davon ab, wie viele Präparate Sie bereitstellen und welche Anzahl Messungen Sie vorgeben – und letztendlich auch stark von Geschick und Übung der Experimentatoren im Umgang mit den Zählgeräten. Die Bearbeitung der Aufgaben, Recherchen und Diskussionen wurde zeitlich nicht berücksichtigt.

**Materialübersicht**

⌚ V = Vorbereitungszeit    SV = Schülerversuch    Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt  
 ⌚ D = Durchführungszeit    LV = Lehrerversuch    (SW)-Fo = (Schwarz-Weiß-)Folienvorlage

<b>M 1</b>	<b>SW-Fo, Ab</b>	<b>Verschiedene Zerfallsprozesse</b>
<b>M 2</b>	<b>SW-Fo, Ab</b>	<b>Unbedingt beachten! – Grundregeln des Strahlenschutzes</b>
<b>M 3</b>	<b>SW-Fo, Ab</b>	<b>Die Wirkung der Radioaktivität – Ionisation</b>
<b>M 4</b>	<b>SW-Fo, Ab</b>	<b>Wie funktioniert ein Geiger-Müller-Zählrohr?</b>
<b>M 5</b>	<b>SW-Fo, Ab</b>	<b>Die Zerfallsreihen des Uran 238 und Thorium 232</b>
<b>Ex 1</b>	<b>SV</b>	<b>Die Nullrate – Messungen mit dem Geiger-Müller-Zählrohr</b>
	⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/> Zählrohr
	⌚ D: 15 min	<input type="checkbox"/> Zählgerät
<b>Ex 2</b>	<b>SV</b>	<b>Radioaktivität auf dem Frühstücksei? – Verschiedene Salze</b>
	⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/> Zählrohr und Zählgerät <input type="checkbox"/> Tüte mit Diätsalz
	⌚ D: 25 min	<input type="checkbox"/> Tüte mit NaCl <input type="checkbox"/> Tüte mit KCl
<b>Ex 3</b>	<b>SV</b>	<b>Radioaktives Gemüse? – Kaliumgehalt von Düngemitteln</b>
	⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/> Zählrohr <input type="checkbox"/> Tüten mit verschiedenen kaliumhaltigen Düngern
	⌚ D: 20 min	<input type="checkbox"/> Zählgerät
<b>Ex 4</b>	<b>SV</b>	<b>Auf der Jagd nach radioaktiven Gegenständen im Haushalt</b>
	⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/> Zählrohr <input type="checkbox"/> verschiedene uranhaltige Haushaltsgegenstände
	⌚ D: 20 min	<input type="checkbox"/> Zählgerät
<b>Ex 5</b>	<b>SV</b>	<b>Radioaktive Steine und Baustoffe – Zerfallsreihe des <sup>232</sup>Th</b>
	⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/> Zählrohr und Zählgerät <input type="checkbox"/> Kalksandstein
	⌚ D: 25 min	<input type="checkbox"/> Fliesen <input type="checkbox"/> Columbit
<b>Ex 6</b>	<b>SV</b>	<b>Sicherheitsabstand ist nicht nur auf der Autobahn nötig ...</b>
	⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/> Zählrohr und Zählgerät <input type="checkbox"/> Glühstrumpf
	⌚ D: 45 min	<input type="checkbox"/> optische Bank <input type="checkbox"/> 2 Reiter
		<input type="checkbox"/> Halterung <input type="checkbox"/> Stativklemme
<b>Ex 7</b>	<b>SV</b>	<b>Auch Staub ist radioaktiv! – Das Zerfallsgesetz</b>
	⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/> Zählrohr und Zählgerät <input type="checkbox"/> Luftballon
	⌚ D: > 90 min	<input type="checkbox"/> Faden <input type="checkbox"/> Wolltuch oder Pullover

**Minimalplan**

Die Materialien M 1–M 5 vermitteln Grundwissen und sind deshalb notwendig.  
 Von den Experimenten können Sie einzelne auswählen.

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus: *Radioaktivität im Alltag*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



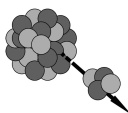
4. Messungen mit dem Geiger-Müller-Zählrohr 1 von 23

### Radioaktivität im Alltag - Messungen mit dem Geiger-Müller-Zählrohr

Prof. Dr. Bülbel Fromme, Bielefeld

Radioaktivität ist allgegenwärtig, aber unsichtbar. Man kann sie nicht spüren. Sie wird als unheimlich und bedrohlich jedoch häufig fälschlich als fast harmlos empfunden. Begleitet Sie sich mit Ihren Schülern auf die Spur der natürlichen Radioaktivität in der Umwelt.

Experimentell forschend finden Ihre Schüler heraus, welche Alltagsgegenstände radioaktive Stoffe enthalten. Sie erkennen dabei wichtige physikalische Grundlagen der Radioaktivität: von Isotopen, über die Zerfall eines Kerns als stochastischer Prozess bis hin zu natürlichen Zerfallsketten können, messen die Halbwertszeit und gehen mit der Radioaktivität um.



I/F

Der Umweltschutz und der Sperr-Experimente mit schwach radioaktiven Stoffen zur Umwelt und Mensch

#### Der Beitrag im Überblick

<b>Klasse:</b> 10/11 (SB)	<b>Inhalt:</b>
<b>Dauer:</b> ca. 6 Stunden	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbau</li><li>• Radioaktivität von Kalium 40 in Dörrsalz und Düngemitteln</li><li>• Umwältige Haushaltsgegenstände</li><li>• Radioaktivität in Baustoffen</li><li>• Abstrahlungsrate</li><li>• Radioaktivität von Hausstaub, Messung der Halbwertszeit</li><li>• Zerfallsgesetz</li></ul>
<b>zu Plus:</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Schülerexperimente zur Radioaktivität</li><li>✓ Experimentieranleitungen zur Identifizierung an grundlegenden physikalischen Begriffen und Theorien zum Thema</li><li>✓ Alle radioaktiven Präparate einfach und ohne Aufwände beschaffbar sind</li></ul>	

28.04.2010 Physik-Kapitel 2012