

VERSUCHSBERICHT ZU

A3 – ABSORPTION VON  $\beta$ - UND  
 $\gamma$ -STRAHLUNG

Gruppe Mi 11

Alex Oster(a\_oste16@uni-muenster.de)  
Jonathan Sigrist(j\_sigr01@uni-muenster.de)

durchgeführt am 02.05.2018  
betreut von Thorsten Adolphs

8. Mai 2018

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Methoden</b>	<b>1</b>
2.1	Aufbau . . . . .	1
2.2	Unsicherheiten . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Durchführung und Datenanalyse</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerung</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>6</b>
6.1	Unsicherheitsrechnung . . . . .	6
6.2	anderes . . . . .	6
	<b>Literatur</b>	<b>7</b>

## 1 Kurzfassung

Dieser Bericht beschäftigt sich mit der Untersuchung der Absorption von  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlern. Dazu wird zunächst das Geiger-Müller-Zählrohr betrachtet, welches zur Messung der radioaktiven Strahlung dient. Im Folgenden wird die Kennlinie des Zählrohrs aufgenommen, die natürliche Radioaktivität gemessen und die Absorptionskoeffizienten von Blei, Aluminium, Plexiglas und Gummi bestimmt. Zur Bestimmung der Koeffizienten werden die Zeiten gemessen, die für verschiedene Dicken an Absorptionsmaterial benötigt werden, um eine bestimmte Anzahl an Anregungen in dem Zählrohr zu erreichen. Bei dem Blei wird der  $\gamma$ -Strahler  $^{137}\text{Cs}$  verwendet und für die restlichen Absorptionskoeffizienten, sowie auch zur Aufnahme der Zählrohrcharakteristik der  $\beta$ -Strahler  $^{90}\text{Sr}$ . Ziel dieser Untersuchung ist die Übereinstimmung der ermittelten Koeffizienten mit den Literaturwerten, sowie ein zu erwartender Verlauf der Zählrohrcharakteristik.

Die Ergebnisse

## 2 Methoden

Dieser Abschnitt befasst sich mit dem Aufbau des Versuches und den dabei auftretenden Unsicherheiten.

### 2.1 Aufbau

Der Aufbau, wie er in in Abb. 1 dargestellt ist, besteht im Wesentlichen aus einem Geiger-Müller-Zählrohr (1) mit zugehöriger Messapparatur (2) und einem radioaktiven Präparat, welches in geringem Abstand (wenige Zentimeter) von dem Zählrohr steht. Bei den verwendeten radioaktiven Präparaten handelt es sich um den  $\beta$ -Strahler  $^{90}\text{Sr}$  (4) und den  $\gamma$ -Strahler  $^{137}\text{Cs}$  (3). Zwischen dem Zählrohr und das Präparat können kleine Platten aus Absorbermaterialien (5) platziert werden, sodass eine Messung der Impulsrate in Abhängigkeit der Dicke des Absorbers möglich ist. Zur Messung der Dicke der Platten steht eine Schiebelehre (6) zur Verfügung.

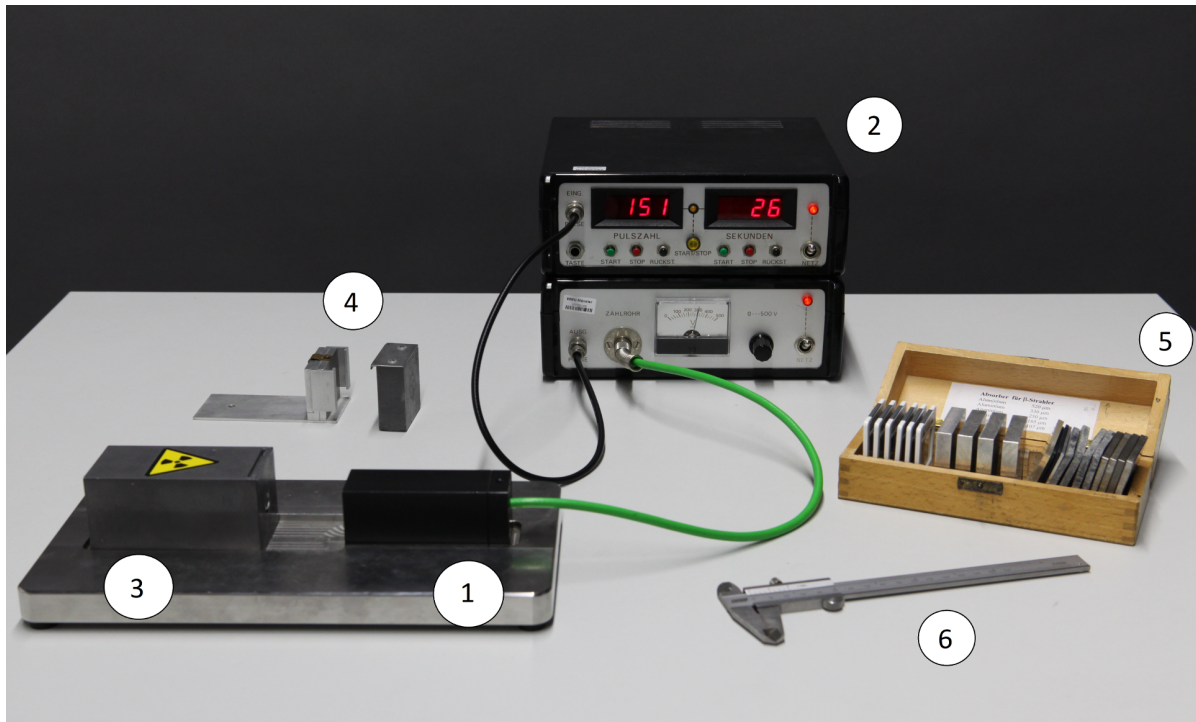


Abbildung 1: Aufbau des Versuches. [1]

Mit Hilfe der Messapparatur die an das Zählrohr geschlossen ist, lassen sich die Anzahl der Impulse bzw. radioaktiven Ereignissen wie auch die vergangene Zeit einfach von einem Digitaldisplay ablesen. Zudem lässt sich dort die Spannung an dem Zählrohr einstellen.

Zur Messung der natürlichen Strahlung wird das Präparat, welches vor dem Zählrohr platziert ist, entfernt.

## 2.2 Unsicherheiten

Jegliche Unsicherheiten werden nach GUM bestimmt und berechnet<sup>1</sup>. Für die Unsicherheitsrechnungen wurde die Python Bibliothek „uncertainties“ herangezogen, welche den Richtlinien des GUM folgt.

Für digitale Messungen wird eine Unsicherheit von  $u(X) = \frac{\Delta X}{\sqrt{3}}$  angenommen, bei analogen eine von  $u(X) = \frac{\Delta X}{\sqrt{6}}$ .

<sup>1</sup>Die Gleichungen dazu finden sich im Anhang unter 2, 3.

### 3 Durchführung und Datenanalyse

Die Zeit bzw. die Zahl der Ereignisse wurde bei allen Messungen so gewählt, dass die relative Unsicherheit unter 4%, für alle Messwerte liegt. Das Wechseln oder Entfernen der radioaktiven Präparate wurde von dem Betreuer durchgeführt.

Zur Bestimmung der Zählrohrcharakteristik wurde der  $\beta$ -Strahler  $^{90}\text{Sr}$  verwendet und für verschiedene Spannungen die Anzahl der Ereignisse nach 94 s aufgetragen. Eine Darstellung der Messwerte ist der Abb. ?? zu entnehmen. Diese Kennlinie zeigt, dass zur Messung der Radioaktivität mindestens eine Spannung von 0 V anliegen muss, diese nennt sich Einsatzspannung. Auch das charakteristische Plateau nach dem Erreichen dieser Spannung ist der Kurve zu entnehmen. Zudem ließen sich nur Werte bis zu 500 V einstellen, da höhere Spannungen zur Beschädigung oder gar Zerstörung des Zählrohrs führen könnten.

Zur Messung der natürlichen Radioaktivität wurde das radioaktive Präparat entfernt und 200 mal die Anzahl der Ereignisse innerhalb von 10 s aufgenommen. Aus dieser Verteilung folgen der Mittelwert wie auch die empirische Standardabweichung. Diagramme der absoluten und relativen Häufigkeitsverteilung sind in Abb. ?? vorzufinden. Zur Bestimmung der Werte wurde die Poisson-Verteilung herangezogen. Mit Hilfe der mittleren Untergrundaktivität, die aus der natürlichen Radioaktivität hervorgegangen ist, ließ sich nun eine Korrektur, für die folgenden Messungen durchführen.

Zur Bestimmung des Absorptionskoeffizienten  $\mu_\gamma$  von Blei wurde die Impulsrate  $a_\gamma(x)$  des  $\gamma$ -Präparats  $^{137}\text{Cs}$  in Abhängigkeit der Schichtdicke des Blei-Absorbers aufgenommen. Hierbei wurde die Zeit gemessen, die benötigt wurde um ca. 650 Ereignisse in dem Zählrohr auszulösen, um die Impulsrate mit einer relativen Unsicherheit unter 4% aufzunehmen. Zusätzlich wurde die Spannung an dem Zählrohr so gewählt, dass sie mit 400 V ca. 100 V über der Einsatzspannung, mitten auf dem Plateau der Zählrohrcharakteristik liegt. Nach jeder Messreihe wurde eine weitere Platte hinzugefügt und eine neue Reihe gestartet, sodass die Impulsrate in Abhängigkeit der Schichtdicke aufgetragen werden konnte. Dazu standen vier Blei-Platten zur Verfügung. Abb. ?? stellt das Verhältnis logarithmisch aufgetragen dar. Da es sich bei steigender Schichtdicke um einen exponentiellen Abfall der Ereignisse handeln sollte, lässt sich der Absorptionskoeffizient aus der Steigung des Graphen bestimmen. Diese beläuft sich bei dem Blei auf  $\mu_\gamma =$

Analog verlief die Messung der Impulsraten  $a_\beta(x)$  des  $\beta$ -Präparats  $^{90}\text{Sr}$  in Abhängigkeit

**Tabelle 1:** In dieser Tabelle sind die ermittelten Absorptionskoeffizienten und die zugehörigen Literaturwerte[2] aufgetragen.

	$\mu_\gamma$ Blei	$\mu_\beta$ Aluminium	$\mu_\beta$ Plexiglas	$\mu_\beta$ Gummi
ermittelt	0	0	0	0
Literaturwert	0	0	0	0
Abweichung	0%	0%	0%	0%

der Schichtdicken von Aluminium, Plexiglas und Gummi. Für die letzteren beiden, wurde die Messung jedoch nur für je eine Schicht durchgeführt. Eine graphische Darstellung der Messung ist in Abb. ?? vorzufinden. Die sich dadurch berechneten Absorptionskoeffizienten sind in Tab. 1 verzeichnet.

## 4 Diskussion

Nun stellt sich die Frage, ob die Ergebnisse dem Ziel dieser Untersuchung genügen.

Wird dazu zunächst die aufgenommene Zählrohrcharakteristik betrachtet, so lässt sich der zu erwartende Verlauf klar in dieser erkennen. Bis zur Einsatzspannung werden keine Impulse gemessen und die Werte, welche auf dem Plateau vorzufinden sind, liegen alle innerhalb ihrer Unsicherheiten.

Die

## 5 Schlussfolgerung

## 6 Anhang

### 6.1 Unsicherheitsrechnung

$$x = \sum_{i=1}^N x_i; \quad u(x) = \sqrt{\sum_{i=1}^N u(x_i)^2}$$

**Abbildung 2:** Formel für kombinierte Unsicherheiten des selben Typs nach GUM.

$$f = f(x_1, \dots, x_N); \quad u(f) = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2}$$

**Abbildung 3:** Formel für sich fortpflanzende Unsicherheiten nach GUM.

### 6.2 anderes



## Literatur

- [1] WWU Münster. *A3 - Absorption von radioaktiver Strahlung*. URL: <https://sso.uni-muenster.de/LearnWeb/learnweb2/course/view.php?id=28561&section=29> (besucht am 08.05.2018).
- [2] temp. *temp*. URL: [temp](#) (besucht am 08.05.2018).