

# **Praktikumsprotokoll**

**vom**

**25.06.2002**

**Thema: Radioaktiver Zerfall, radioaktive Strahlung**

**Tutor: Arne Henning**

**Gruppe:**

**Sven Siebler  
Martin Podszus**

# Versuch 1: Reichweite von $\alpha$ -Strahlung

## 1.1 Theorie:

Die Reichweite von  $\alpha$  – Strahlung soll in diesem Versuch experimentell bestimmt werden. Die Reichweite beträgt nur wenige Zentimeter. Sie wird durch Stöße mit den Sauerstoff- und Stickstoffmolekülen in der Luft vollständig abgebremst.

## 1.2 Geräteliste:

Digitalzähler, 1 Messverschiebereiter, Strahler (Americium 241), Zählrohr in Halterung optische Bank, 2 schmale Reiter, Stoppuhr, Lochblende 0,4 mm (Aluminium)

## 1.3 Versuchsaufbau:

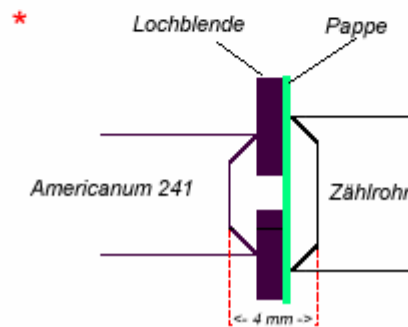
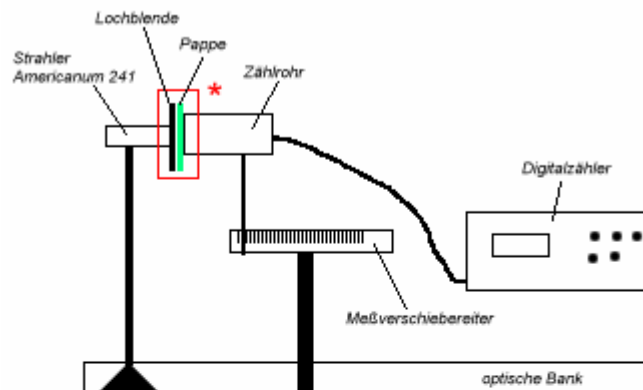


Abb. 1: Versuchsaufbau zur Bestimmung der Reichweite von  $\alpha$  - Strahlen

## 1.4 Durchführung:

Siehe Skript

### 1.5 Messergebnisse:

s [mm]	Impulsrate Z <sub>1</sub> (α + γ -Strahlung)				
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Z <sub>1</sub>	Z <sub>1</sub> - Z <sub>0</sub>
4	24798	24618	24685	24700	24680
5	21736	22246	21944	21975	21955
6	19444	19696	19390	19510	19490
7	16990	17126	16944	17020	17000
8	15276	15010	14964	15083	15063
9	12976	13006	13180	13054	13034
10	11126	11192	11210	11176	11156
11	10830	10874	10842	10849	10829
12	8756	8836	9144	8912	8892
13	6588	6728	6684	6667	6647
14	4576	4594	4602	4591	4571
15	2820	2854	2890	2855	2835

Tabelle 1: Impulsrate Z<sub>1</sub> (α + γ -Strahlung)

s [mm]	Impulsrate Z <sub>1</sub> (γ -Strahlung)				
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Z <sub>1</sub>	Z <sub>1</sub> - Z <sub>0</sub>
4	4320	4348	4358	4342	4322
5	3896	4014	3962	3957	3937
6	3566	3446	3610	3541	3521
7	3184	3236	3180	3200	3180
8	2812	2824	2880	2839	2819
9	2580	2618	2592	2597	2577
10	2392	2254	2324	2323	2303
11	2094	2064	2082	2080	2060
12	1890	1870	1880	1880	1860
13	1702	1788	1768	1753	1733
14	1556	1604	1596	1585	1565
15	1438	1488	1470	1465	1445

Tabelle 2: Impulsrate Z<sub>1</sub> (γ -Strahlung)

### 1.6 Graph:

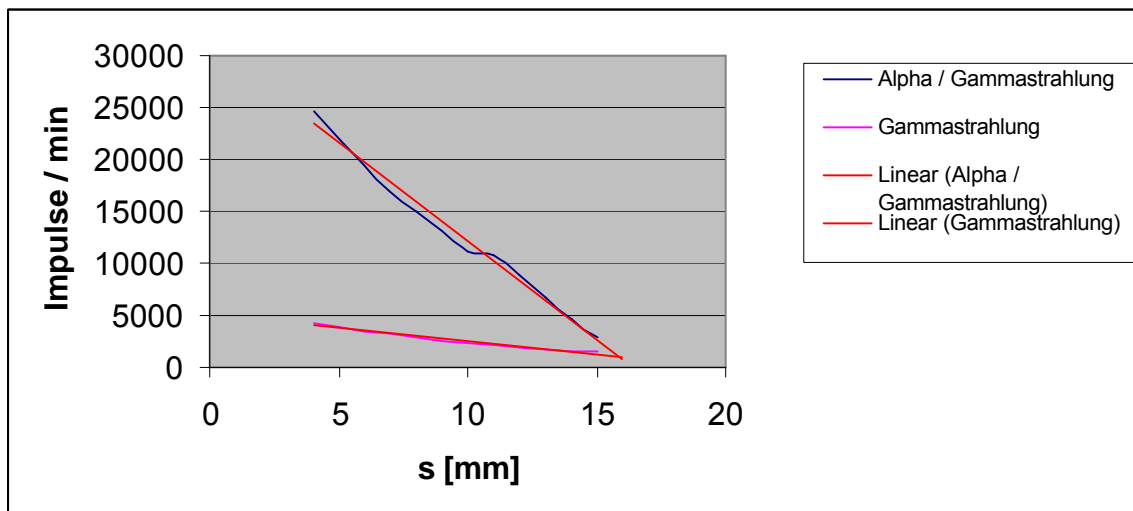


Abb. 2: Extrapolierte Graphen der Impulsraten

## 1.7 Auswertung und Fazit:

Der Literaturwert für die Reichweite von  $\alpha$  – Strahlung beträgt 40 – 45 mm, der von uns im Experiment ermittelte Wert liegt jedoch nur bei knapp 16 mm. Ab dem Schnittpunkt der beiden Graphen (s. Abb. 2) liegt nur noch  $g$  – Strahlung vor. Daher ist der Schnittpunkt auch die Reichweite der  $\alpha$  – Strahlung. Eine Extrapolation der Graphen ist notwendig, weil es aufgrund unserer Messwerte keinen Schnittpunkt gibt.

Wir haben alle Messungen mehrfach durchgeführt und dann den Mittelwert gebildet um den Streufehler weitestgehend zu umgehen. Wie man anhand der Graphen nur unschwer erkennen kann, ist uns dieses nicht gelungen.

## **Versuch 2: Absorption von $b$ - und $g$ - Strahlung**

### 2.1 Geräte:

Zählrohr, Impulszähler, Präparat Ra 226, Abschirmmaterial, Absorberplatten aus verschiedenen Materialien

### 2.2 Versuchsaufbau und –durchführung:

Mit Hilfe eines Zählrohres und eines schwach radioaktiven Präparates sollen die Absorptionskonstanten  $m_b$  und  $m_g$  berechnet werden. Hierzu muss ein Mindestabstand zwischen dem Zählrohr und dem Strahler von ca. 5cm eingehalten werden, damit nur  $b$  und  $g$  Strahlung das Zählrohr erreichen. Aus den so erhaltenen Impulsdaten und des jeweiligen Absorptionsweges werden nun die Absorptionskonstanten errechnet.

### 2.3 Messergebnisse und Auswertung:

Die Nullrate, also die Umgebungsstrahlung, betrug bei unseren Messungen:

$Z_{\text{Umg}} = 44$  Impulse pro Minute.

Die Impulsrate für den Absorptionsweg  $x = 0$ , beträgt gemittelt:

$$Z_0 = 5220 \text{ 1/min}$$

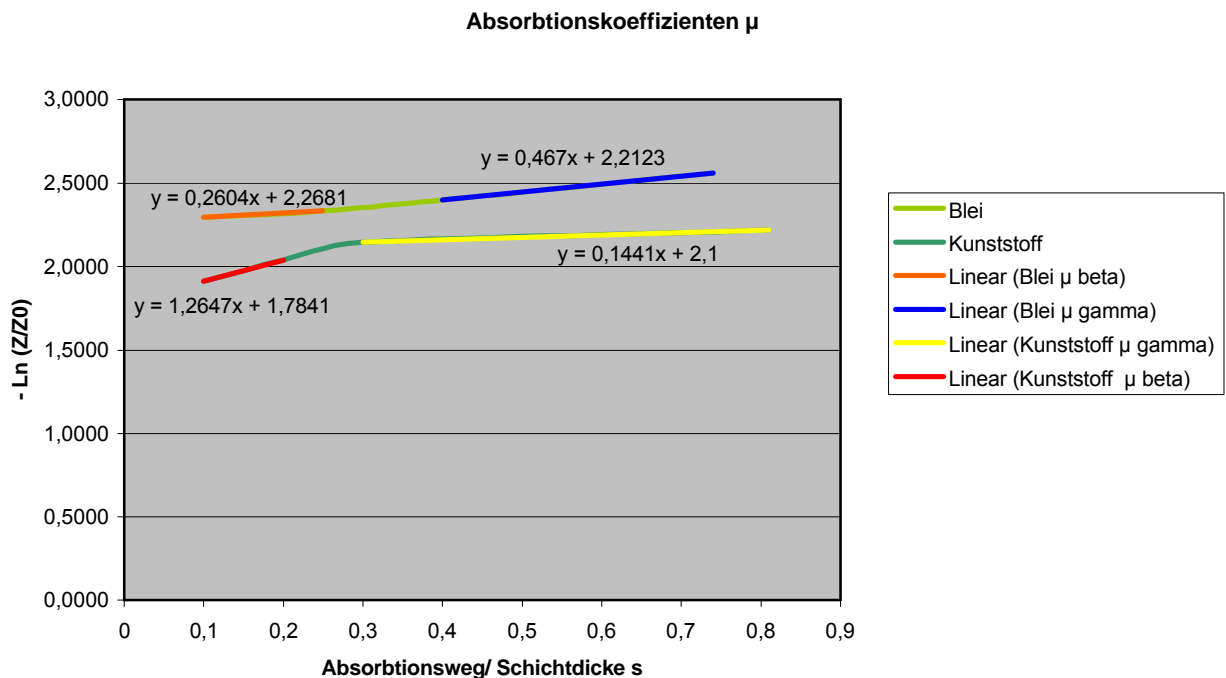
$$Z_{0,\text{korr}} = 86,27 \text{ 1/s}$$

Material	Absorptionsweg x in [cm]	Gemessener Impuls Z [1/min]	$Z_{\text{korr}} \text{ 1/s}$	$-\text{Ln}\left(\frac{Z_{\text{korr}}}{Z_{0,\text{korr}}}\right)$
Blei	0,1	566	8,700	2,2941
Blei	0,25	546	8,367	2,3332
Blei	0,4	514	7,833	2,3991
Blei	0,74	445	6,683	2,5578
Kunststoff	0,1	810	12,767	1,9106
	0,2	719	11,250	2,0371
	0,3	651	10,117	2,1433
	0,81	608	9,400	2,2167

<b>Eisen</b>	0,03	616	9,533	2,2026
	0,18	596	9,200	2,2382
	0,31	453	6,817	2,5381
<b>Sandwich</b>				
<b>Kunst./Al/Pb/</b>	0,54	528	8,067	2,3697
<b>Fe/Pb/Fe</b>	0,26	469	7,083	2,4997
<b>Fe/Kunst./Fe</b>	0,3	492	7,467	2,4470
<b>Fe/Al/Fe</b>	0,22	533	8,150	2,3594
<b>Pb/Al</b>	0,23	523	7,983	2,3801

**Tab. 2.1: Wertetabelle für *b* und *g* Emissionen**

Wenn man nun die errechneten Werte für  $-\ln\left(\frac{Z_{korr}}{Z_{0,korr}}\right)$  gegen den Absorptionsweg aufträgt erhält man folgende Graphen:



Wir haben uns exemplarisch und aufgrund unserer Messergebnisse dafür entschieden, die Absorptionskoeffizienten von Blei und Kunststoff zu bestimmen. Wie man erkennt kann man an die entstehenden Kurven zwei Geraden anlegen. Einmal für geringe und einmal für relativ große Schichtdicken.

Aus den Steigungen dieser Graphen kann man nun die jeweiligen Absorptionskoeffizienten bestimmen, da gilt:

$$\ln Z = \ln Z_0 - m \cdot x$$

$$\Rightarrow m = -\frac{\ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right)}{x}$$

Für größere Schichtdicken bestimmt man den Koeffizienten  $m_g$ , da die **b** Strahlung vollständig absorbiert wird. Für den geringeren Absorptionsweg ermittelt man dementsprechend  $m_{b+g}$ .

Man erhält:

Material	$m_g \left[ \frac{1}{cm} \right]$	$m_{b+g} \left[ \frac{1}{cm} \right]$
Blei	0,467	0,2604
Kunststoff	0,1441	1,2647

## 2.4 Fehlerbetrachtung:

Aus diesem Versuch erkennt man, dass die Absorptionsfähigkeit nicht nur von der Materialart, sondern auch von der Materialdicke abhängt. Weiterhin sieht man, dass die Absorption der kurzwelligeren **g** Strahlung weitaus geringer ist, als für die **b** Strahlung. Unsere Ergebnisse für Blei sind allerdings ein wenig verwirrend, weil in diesem Fall die Absorption der **g**-Strahlung größer ist als die der **b** Strahlung.

Wahrscheinlich ist dies auf Messfehler zurückzuführen.

Aufgrund unserer Messreihen kann man erstaunlicherweise erkennen, dass Eisen mit am besten geeignet ist um Strahlung abzuschirmen. Es erzielt sogar bessere Ergebnisse als Blei.

## **Versuch 3: Bestimmung von Zerfallskonstanten und Halbwertszeiten**

### 3.1 Geräte:

Zählrohr, Digitalzähler mit Impulsverstärker, x-t-Schreiber, Stoppuhr, Isotopengenerator U238

### 3.2 Versuchsaufbau und -durchführung:

In diesem Experiment sollen die Halbwertszeit bzw. die Zerfallskonstante des Isotops Protactinium 234m bestimmt werden. Dieses kommt in der Zerfallsreihe des U238 vor. Hierzu wird zuerst die sog. Untergrundrate gemessen, sie besteht aus der Umgebungsstrahlung und der schwachen Strahlung aus dem Isotopengefäß. Danach wird das Gefäß durch kräftiges Schütteln aktiviert und wieder in Messposition gebracht. Der radioaktive Zerfall kann nun auf zwei Arten dargestellt werden:

- 1.) durch einen x-t Schreiber
- 2.) durch Auftragen des Impulszählerstandes alle 10sec gegen die Zeit

Wir haben uns für die Darstellung mit Hilfe des x-t Schreibers entschieden.

### **3.3 Messergebnisse und Auswertung:**

Das Maximum unseres Graphen beträgt 22,9cm. Nach Korrektur mit der Untergrundrate erhalten wir ein Maximum ein 22,8cm (siehe Graph 1). Die Halbwertszeit  $T_H$  ermitteln wir nun, indem wir einfach ausmessen wie lange es gedauert hat bis der Graph bei einem Wert von 11,4cm angelangt ist, also bei genau der Hälfte. Der Schreiber legte bis dahin eine Strecke von 4,3cm zurück, dies entspricht bei einer Geschwindigkeit von 3cm pro Minute einer Zeit von 86s.

Die Halbwertszeit  $T_H$  beträgt also 86s.

Die Zerfallskonstante  $\lambda$  erhält man einfach aus folgender Beziehung:

$$T_H = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T_H} = \frac{0,69315}{86} = 0,00806s^{-1}$$

Das heißt, Protactinium 234m besitzt eine Halbwertszeit von 1,26min und eine Zerfallskonstante von 0,484 pro Minute.

### **3.4 Fehlerbetrachtung:**

Unsere Ergebnisse aus diesem Versuch sind sehr ungenau und unterliegen einem sehr großen Fehler, da die Kurve des x-t Schreibers sehr stark interpoliert werden musste. Dadurch war ein genaues Ablesen der Werte bzw. der Zeiten nicht mehr möglich.

Ein weiterer Grund für unsere ungenauen Ergebnisse ist, dass wir bei der Bestimmung der Untergrundrate, leider nur die Umgebungsstrahlung gemessen haben und nicht die Strahlung des nicht aktivierten Isotopengefäßes. Somit fallen unsere korrigierten Werte ein wenig zu hoch aus.

## **Versuch 4: Künstliche Kernumwandlung durch Neutroneneinfang**

(Dieser Versuch wurde nicht durchgeführt)