

D10 Radioaktivität

1 Absorption von γ -Strahlung

1.1 Bestimmung des Nulleffekts

In den folgenden Versuchen ist es stets notwendig die Nullrate von den gemessenen Werten abzuziehen, die durch die natürliche Radioaktivität in der Umgebung zustande kommt. Deswegen haben wir diese zuerst bestimmt, indem wir das Zählrohr ohne Präparat in der Nähe laufen ließen und erhielten folgende Werte:

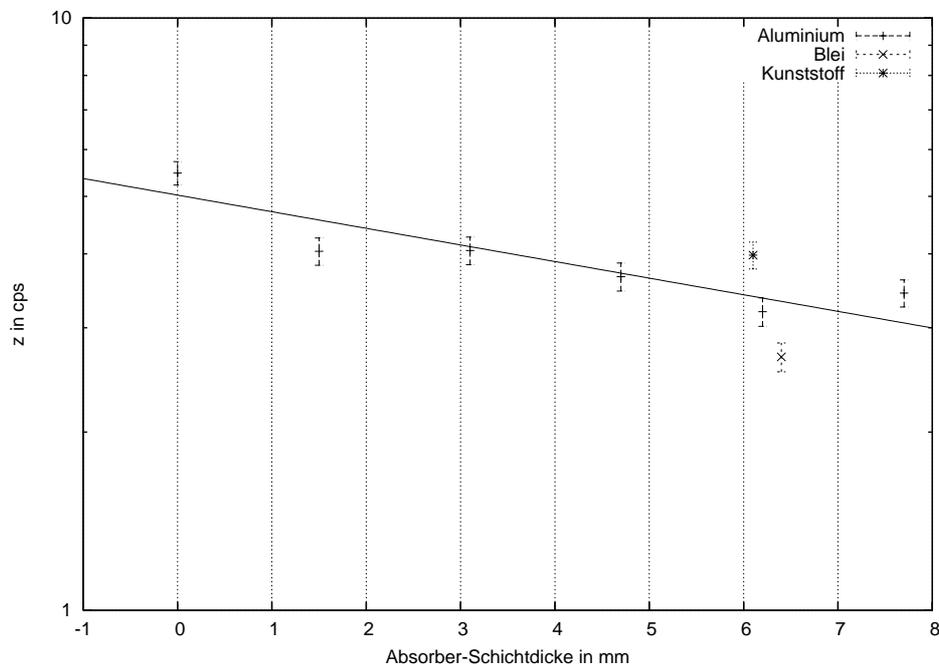
t [s]	counts Z_{Null}	z_{Null} [s^{-1}]	Δz_{Null}	$\frac{1}{\sqrt{Z_{\text{Null}}}}$
2045,2	442	0,22	0,01	0,05

1.2 Abhängigkeit von der Absorberdicke

Wir haben die zur Aktivität proportionale Ionisationswirkung der Strahlung mit Hilfe eines Geiger-Müller-Zählrohres gemessen. Dabei haben wir zunächst Bleiplatten verschiedener Dicke als Absorber benutzt.

Dicke x [mm]	t_m [min]	Z_m	$z_m = \frac{Z_m}{t_m}$ [cpm]	$\Delta z_m = \frac{\sqrt{Z_m}}{t_m}$	$z = z_m - z_{\text{Null}}$	$\Delta z = \Delta z_m - \Delta z_{\text{Null}}$
0	100	569	5,69	0,24	5,47	0,25
1,5	102,7	437	4,26	0,2	4,04	0,21
3,1	99,14	423	4,27	0,21	4,05	0,22
4,7	109,28	423,5	3,88	0,19	3,66	0,2
6,2	123,76	422	3,41	0,17	3,19	0,18
7,7	124,29	453,5	3,65	0,17	3,43	0,18

Aus diesen Werten erhielten wir folgenden Graphen, bei halblogarithmischer Skaleneinteilung. Ohne große Abweichungen von den gemessenen Werten zu erhalten kann man eine Ausgleichsgerade ziehen. Dies läßt auf einen exponentiellen Zusammenhang schließen.



Als (negative) Steigung dieser Geraden kann man $m = 0.028$ ablesen. Damit kann man nun Absorptionskoeffizienten errechnen:

$$m = \mu \lg e \iff \mu = \frac{m}{\lg e} = \frac{0,28}{0,43} \approx 0.065 \text{ mm}^{-1}$$

Nun kann man mit μ die Halbwertsdicke errechnen:

$$\frac{z_0}{2} = z_0 \cdot e^{-\mu x} \iff x = -\frac{\ln \frac{1}{2}}{\mu} \approx 10,66 \text{ mm}$$

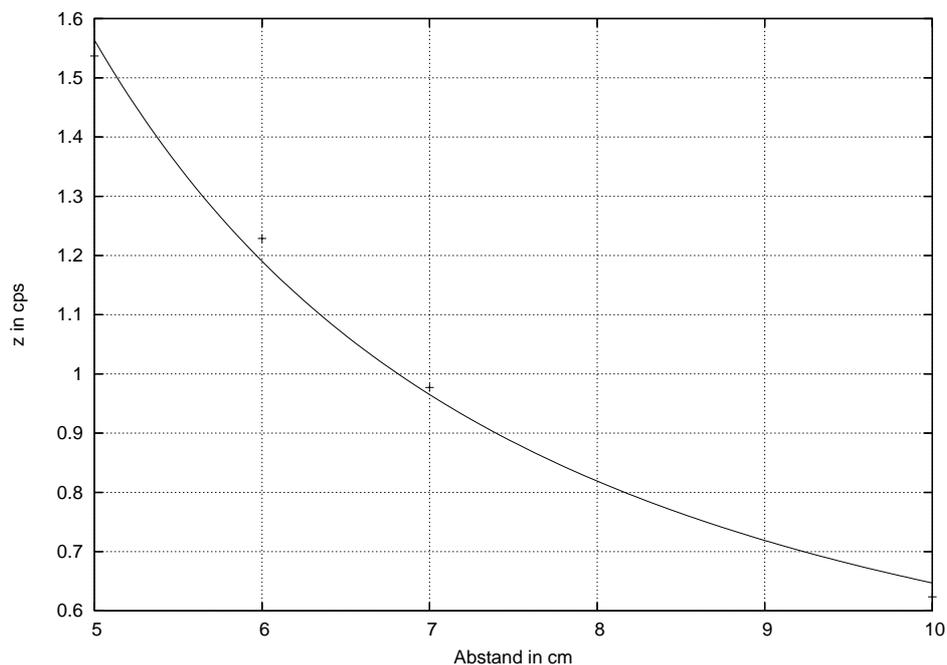
1.3 Vergleich verschiedener Absorber

Wir haben Platten verschiedenen Materials als Absorber zwischen Zählrohr und Präparat gehalten. Die Werte sieht man bereits in obigem Graphen eingetragen. Erwartungsgemäß stellte sich hierbei Blei als der beste Absorber heraus. Hier unsere Messwerte:

Material	Dicke x [mm]	t_m [min]	Z_m	$z_m = \frac{Z_m}{t_m}$ [cpm]	$\Delta Z_m = \frac{\sqrt{Z_m}}{t_m}$	$z = z_m - z_{\text{Null}}$	Δz
Aluminium	6,2	123,76	422	3,41	0,17	3,19	0,18
Blei	6,4	148,04	428,5	2,89	0,14	2,68	0,15
Kunststoff	6,1	107,17	449,5	4,19	0,2	3,98	0,21

1.4 Abhängigkeit vom Abstand

Als letztes haben wir die Abhängigkeit der Strahlungsintensität vom Abstand gemessen. Wir erhielten dabei folgenden Graphen:



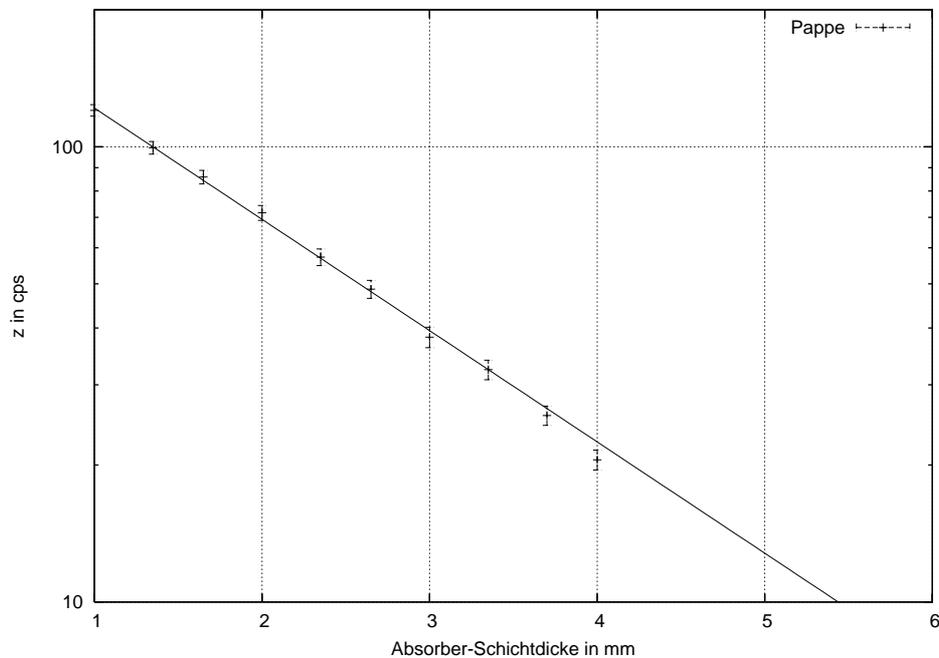
Man sieht auch hier wieder, daß die Intensität mit zunehmender Distanz exponentiell Abfällt. Deshalb ist großer Abstand zur Quelle sicherlich der beste Schutz vor Strahlung.

2 Reichweite von β -Strahlung

Um die Reichweite der β -Strahlung zu testen haben wir Pappe als Absorber verwendet, da die Interaktion mit Materie wesentlich höher ist als bei der γ -Strahlung und somit auch die Absorption.

Dicke x [mm]	t_m [min]	Z_m	$z_m = \frac{Z_m}{t_m}$ [cpm]	$\Delta z_m = \frac{\sqrt{Z_m}}{t_m}$	$z = z_m - z_{\text{Null}}$	$\Delta z = \Delta z_m - \Delta z_{\text{Null}}$
1	10	1205	120,5	3,47	120,28	3,48
1,35	10	997,5	99,75	3,16	99,53	3,17
1,65	10	860,5	86,05	2,93	85,83	2,94
2	10	718,5	71,85	2,68	71,63	2,69
2,35	10	574,5	57,45	2,4	57,23	2,41
2,65	10	489	48,9	2,21	48,68	2,22
3	10	384	38,4	1,96	38,18	1,97
3,35	12,805	417,5	32,6	1,6	32,39	1,61
3,7	16,95	439	25,91	1,24	25,69	1,25
4	19,84	411,5	20,75	1,02	20,53	1,03

Bei halblogarithmischer Einteilung erhielten wir folgende Kurve:



Wiederum sieht man Anhand der Ausgleichsgeraden, daß es sich um eine Exponentialfunktion handeln muß.

3 Wie groß ist die Aktivität?

Auf einem Strahlungsmessgerät haben wir folgende Werte abgelesen:

$$\begin{aligned} \text{Nulleffekt:} & \quad 0,08 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{h}} \\ \text{Cs-137:} & \quad 0,33 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{h}} \\ \text{Cs - Nulleffekt:} & \quad \overline{0,25 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{h}}} \end{aligned}$$

Damit läßt sich wie folgt die Aktivität des Präparats herleiten:

$$\dot{H} = \Gamma \frac{A}{r^2} \iff A = \dot{H} \frac{r^2}{\Gamma} = 0,25 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Sv}}{\text{h}} \frac{0,01 \text{ m}^2}{0,088 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Sv} \cdot \text{m}^2}{\text{h} \cdot \text{Bq}}} = 28409,1 \text{ Bq} \approx 28,41 \text{ kBq}$$

Dieser Wert ist erheblich niedriger, als der erwartete Wert von 74 kBq. Allerdings muß man beachten, daß das Präperat bereits 1987 angeschafft wurde und somit schon zu einem gewissen Teil zerfallen ist. Die Halbwertszeit beträgt 30,17 a. Es gilt:

$$\frac{A_0}{2} = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot 30,17 \text{ a}} \iff \lambda = -\frac{\ln \frac{1}{2}}{30,17 \text{ a}} \approx 0,023 \text{ a}^{-1}$$

$$A(17 \text{ a}) = 74 \text{ kBq} \cdot e^{\lambda \cdot 17 \text{ a}} = 74 \text{ kBq} \cdot \frac{1}{2} \cdot e^{\frac{17}{30,17}} \approx 65 \text{ kBq}$$

Auch dieser Wert liegt weit entfernt von der gemessenen Aktivität. Dies läßt nur noch darauf schließen, daß nicht genau gemessen wurde. Das Gerät scheint keine genaue Auskunft über die Aktivität geben zu können.