

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
DORTMUND

ANFÄNGERPRAKTIKUM PHYSIK
SOMMERSEMESTER
2014

V703
Das Geiger-Müller-Zählrohr

24.06.2014

1.ABGABE: 01.07.2014

Leonard Wollenberg
Joshua Luckey

leonard.wollenberg@udo.edu
joshua.luckey@udo.edu

1 Einleitung

2 Theorie

3 Durchführung

4 Auswertung

Im folgenden Abschnitt sind die während des Versuchs aufgenommenen Messwerte und die aus diesen berechneten Ergebnisse tabellarisch und grafisch dargestellt. An entsprechender Stelle sind Anmerkungen und Erklärungen zu den Berechnungen und Ergebnissen gegeben.

4.1 Bestimmung der Plateau-Steigung des Zählrohrs

Die für die Zählrohr-Charakteristik aufgenommenen Messwerte für Spannung U und Anzahl der registrierten Impulse P in dem Zeitintervall $\Delta t = 100\text{ s}$ sind in Tabelle 1 zu finden.

Spannung U [V]	Anzahl der Pulse P	Spannung U [V]	Anzahl der Pulse P
350 ± 1	5036 ± 70	530 ± 1	5354 ± 73
370 ± 1	4995 ± 70	550 ± 1	5002 ± 70
390 ± 1	4966 ± 70	570 ± 1	5162 ± 71
410 ± 1	5040 ± 70	590 ± 1	5185 ± 72
430 ± 1	5252 ± 71	610 ± 1	5184 ± 72
450 ± 1	5137 ± 71	630 ± 1	5292 ± 72
470 ± 1	5049 ± 71	650 ± 1	5033 ± 70
490 ± 1	5197 ± 72	670 ± 1	5297 ± 72
510 ± 1	5076 ± 71	690 ± 1	5153 ± 71

Tabelle 1: Messwerte für die Charakteristik des Zählrohrs

Diese Messwerte sind in Abbildung 1 grafisch dargestellt. Die farbigen Messwerte wurden für eine lineare Regression mit dem Ansatz

$$P(U) = A \cdot U + P_0 \quad (1)$$

verwendet. Die Durchführung der Regression unter Verwendung der *Python*-Bibliothek *SciPy* ergab die Parameter

$$A = (0,98 \pm 0,07) \text{ V}^{-1} \quad \text{und} \quad (1a)$$

$$P_0 = 4631 \pm 34. \quad (1b)$$

Somit ergibt sich die Plateau-Steigung des Zählrohrs zu

$$A = (98 \pm 7) \frac{\%}{100\text{V}}. \quad (2)$$

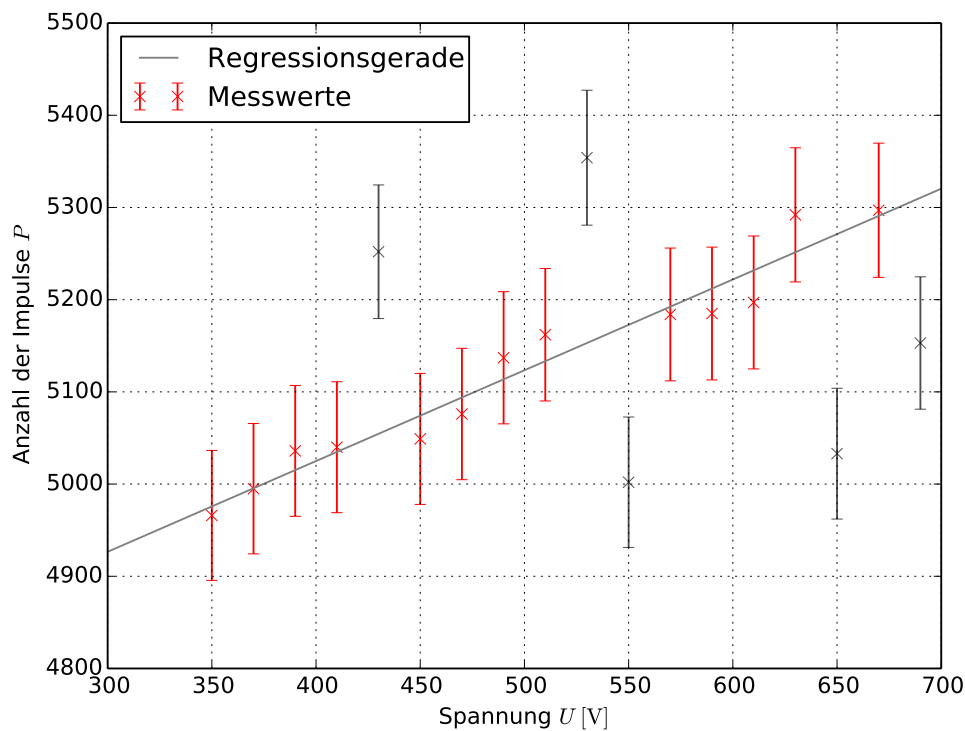


Abbildung 1: Grafische Darstellung der aufgenommenen Impulse in Abhängigkeit der Spannung mit linearer Regression des Plateaus

4.2 Bestimmung des zeitlicher Abstand zwischen Primär- und Nachentladungsimpuls

Auf dem mit dem Zählrohr verbundenen Oszilloskop, lässt sich die Primärentladung als annähernd stehendes Bild einer Kurve mit der in Abb.3 [1] dargestellten Form ausmachen. Die Nachentladungen sind ebenfalls Kurven dieser Form, mit dem Unterschiede das diese nur für eine sehr kurze Zeit auf dem Bildschirm des Oszilloskops angezeigt werden.

Der mittlere zeitliche Abstand zwischen beiden Entladungen konnte, aufgrund der kurzen Zeitspanne in der beide Entladungen zu sehen sind, nur auf den Wert

$$\Delta t_{P,N} \approx 150 \mu\text{s} \quad (3)$$

geschätzt werden.

4.3 Bestimmung der Totzeit mit Hilfe eines Oszilloskops

Die Totzeit des Zählrohrs entspricht nach Abb.3 [1] in etwa der Breite des Primärladungsimpulses, diese wurde zu

$$T \approx 150 \mu\text{s} \quad (4)$$

bestimmt.

4.4 Bestimmung der Totzeit nach der Zwei-Quellen-Methode

Es sind die aufgenommenen Werte für die Impulsraten der ersten Quelle N_1 , der zweiten Quelle N_2 und beider Quellen N_{1+2} gelistet.

Impulsrate 1 N_1 [s^{-1}]	Impulsrate 2 N_2 [s^{-1}]	Impulsrate 1+2 N_{1+2} [s^{-1}]
$10,3 \pm 0,3$	$73,9 \pm 0,8$	$82,7 \pm 0,8$

Tabelle 2: Aufgenommene Impulsraten der Einzelquellen und beider Quellen zusammen

Nach ?? ergibt sich die Totzeit des Zählrohrs rechnerisch zu

$$T = (900 \pm 800) \mu\text{s}. \quad (5)$$

4.5 Fehlerrechnung

Im folgenden Abschnitt sind die, für die Fehlerrechnung genutzten, Gleichungen aufgelistet, die mit Hilfe der gaußschen Fehlerfortpflanzung bestimmt wurden.

Der Fehler einer poissonverteilten Größe, wie die Anzahl der Radioaktiven Zerfälle ergibt sich durch

$$\sigma_P = \sqrt{P}. \quad (\text{I})$$

Die Fehler der Impulsraten erhält man aus den Fehlern der Impulsanzahl durch

$$\sigma_N = \frac{\sigma_P}{\Delta t}. \quad (\text{II})$$

Der Fehler der rechnerisch bestimmten Totzeit ergibt sich nach

$$\begin{aligned} \sigma_T^2 = & \frac{N_1^2 N_2^2}{4} \sigma_{N_{1+2}}^2 + \sigma_{N_1}^2 \left(\frac{N_1 N_2}{2} + N_2 \left(\frac{N_1}{2} + \frac{N_2}{2} - \frac{N_{1+2}}{2} \right) \right)^2 \\ & + \sigma_{N_2}^2 \left(\frac{N_1 N_2}{2} + N_1 \left(\frac{N_1}{2} + \frac{N_2}{2} - \frac{N_{1+2}}{2} \right) \right)^2. \end{aligned} \quad (\text{III})$$

5 Diskussion

Im Folgenden werden die in Abschnitt 4 erhaltenen Ergebnisse noch einmal abschließend diskutiert und dabei auf ihre Plausibilität hin überprüft. Dabei wird auch auf Versuchsdurchführung und -aufbau Bezug genommen.

Die vom Oszilloskop abgelesenen Werte für Totzeit (4) und den zeitlichen Abstand zwischen Primär- und Nachentladung (3) sind nur als Schätzungen zu verstehen, da eine genaue Messung aufgrund der kurzen Anzeigezeit nicht möglich war. Dies zeigt sich auch in dem großen Unterschied zwischen der abgelesenen und der berechneten Totzeit (5).

Ein weiteres Problem stellt der Fehler der berechneten Totzeit dar. Der Grund für diese große Abweichung von rund 89 % ist die geringe Aktivität eines der verwendeten Beta-Strahler, wodurch der relative Fehler groß wird und bei der Berechnung der Totzeit zu einem entsprechend hohen Fehler führt.

Literatur

- [1] *Versuchsanleitung. V703 Geiger-Müller-Zählrohr.* URL: <http://129.217.224.2/HOMEPAGE/PHYSIKER/BACHELOR/AP/SKRIPT/V703.pdf> (besucht am 26.06.2014).