V703

Das Geiger-Müller-Zählrohr

Pelle Ofenbach
pelle.ofenbach@udo.edu

Robert Appel
robert.appel@udo.edu

Durchführung: 23.05.17

Abgabe: 30.05.17

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1 Theorie

2 Durchführung

3 Auswertung

3.1 Charakteristik des Zählrohrs

Um die Charakteristik des Zählrohrs zu untersuchen wir zu erst die Zählrate

$$N_m = N \pm \sqrt{N} \tag{1}$$

bestimmt und mit Fehlerbalcken in ein Diagramm (s. Abb. 1) eingetragen.Dabei bezeichnet N_m die gemessenen Zerfälle. Daraus kann dann die Auslösespannung $U_e = 470\,\mathrm{V}$ entnommen werden. Weiter muss nun das *Plateau* [1] bestimmt werden, da dieses den Arbeitsbereich des Zählrohrs kennzeichent. Auf diesem Bereich des Graphen wird dann eine Ausgleichsgerade

$$f(x) = a \cdot x + b$$

berechnet. Daraus ergibt sich, dass die Steigung a im Plateau

$$a = (5{,}5 \pm 0{,}6)\,\mathrm{V}^{-1} \qquad \text{oder} \qquad a \approx 1{,}39\,\%\,\mathrm{V}^{-1}$$

beträgt. Der y-Abschnitt b beträgt dabei

$$b = (4{,}63 \pm 0{,}03) \cdot 10^4 \ .$$

Alle Werte dazu sind in den Tabellen 1 und 2

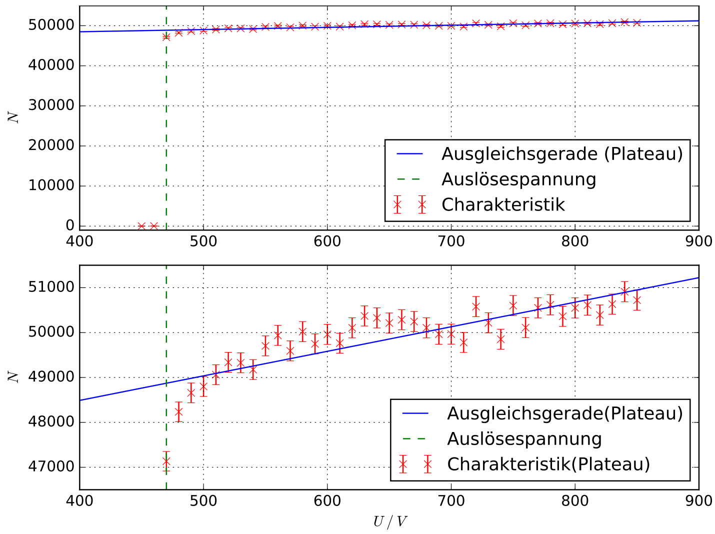

Abbildung 1: Charakteristik des Zählrohr; Zerflälle N gegen die Spannung U aufgetragen.

3.2 Beobachtung der Nachentladungen und Bestimmung der Totzeit

Bei der Messung der Totzeit mit einem Oszilloskop ist diese einfach abzulesen. Die Totzeit t_T wurde für verschiedene Spannungen bestimmt und gemittelt. Somit ergibt sich

$$t_T = (232 \pm 8)\,\mathrm{\mu s}\ .$$

Bei der Messung der Totzeit ist auf dem Oszilloskop ein Graph wie in Abbildung 2 zu sehen. Der Abfall und somit die Todzeit ist gut zu erkennen. Die während der Erhohlungszeit auftetende Impuls können auf die Nachentladungen zurückgeführt werden.

Tabelle 1: Spannungen U und Zählraten N mit Fehler im Überblick(1).

U/V	$N \pm \sqrt{N}$		
450	0	$\pm$	0
460	30	$\pm$	5
470	47 134	$\pm$	217
480	48 235	$\pm$	220
490	48 657	$\pm$	221
500	48 799	$\pm$	221
510	49 062	$\pm$	221
520	49 338	$\pm$	222
530	49 327	$\pm$	222
540	49 176	$\pm$	222
550	49 704	$\pm$	223
560	49 937	$\pm$	223
570	49 593	$\pm$	223
580	50 021	$\pm$	224
590	49 748	$\pm$	223
600	49 960	$\pm$	224
610	49 764	$\pm$	223
620	50 106	$\pm$	224
630	50 371	$\pm$	224
640	50 327	$\pm$	224
650	50 213	$\pm$	224

Tabelle 2: Spannungen U und Zählraten N mit Fehler im Überblick (2).

U/V	$N \pm \sqrt{N}$		
660	50 286	$\pm$	224
670	50 246	$\pm$	224
680	50 106	$\pm$	224
690	49 964	$\pm$	224
700	49 966	$\pm$	224
710	49 780	$\pm$	223
720	50 579	$\pm$	225
730	50 218	$\pm$	224
740	49 852	$\pm$	223
750	50 601	$\pm$	225
760	50 111	$\pm$	224
770	50 551	$\pm$	225
780	50 619	$\pm$	225
790	50 362	$\pm$	224
800	50 550	$\pm$	225
810	50 613	$\pm$	225
820	50 391	$\pm$	224
830	50 634	$\pm$	225
840	50 911	$\pm$	226
850	50 723	$\pm$	225

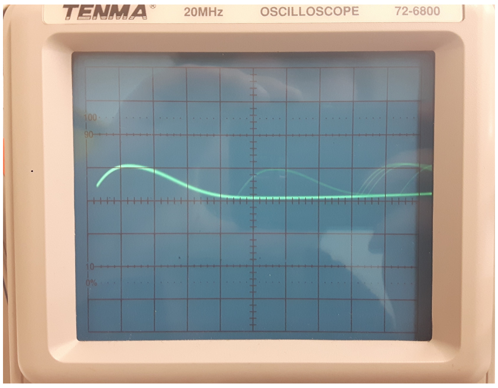

Abbildung 2: Bild vom Graphen des Oszilloskop bei der Messung der Totzeit (1 Kästchen horizontal $= 50\,\mu\mathrm{s}$).

3.3 Bestimmung der Totzeit mit der Zwei-Quellen-Methode

Aus der Versuchsanleitung [1] wird der Zusammenhang

$$t_T \approx = \frac{N_1 + N_2 - N_{1+2}}{2N_1 N_2}$$

entnommen. Dabei bezeichnet N_1 die Zählrate des einen Präperats und N_2 die des anderen Präperats folglich bezeichnet N_{1+2} die Zählrate für die Messung bei der beide Präperate gleichzeitig verwendet wurden. Werden nun für die Zählraten die selben Fehler angenommen wie in Gleichung (1) dann folgt

$$t_T = (3{,}0 \pm 0{,}9)\,\mu\mathrm{s}\ .$$

3.4 Bestimmung der freigesetzten Ladungsmenge

Es gilt der Zusammenhang

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot Z\ ,$$

dabei bezeichnet ΔQ die Ladungsmenge, Δt die Messzeit (hier: $\Delta t = 60\,\mathrm{s}$) und Z die Anzahl der regrestrierten Teilchen. Die Ladungsmenge ergibt sich also mit

$$\frac{I \cdot \Delta t}{Z} = \Delta Q\ .$$

Die Ladungsmenge kann auch über die Elementarladung e [2] ausgedrückt werden mit

$$M = \frac{\Delta Q}{\mathrm{e}}\ .$$

Alle Werte und Ergebnisse dazu sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Strom I, Anzahl der Teilchen Z, Ladungsmenge ΔQ und die Ladungsmenge ausgedrückt über die Elementraladung im Überblick.

I/V	Z	ΔQ/C	$\Delta Q/e$
$0{,}20 \cdot 10^{-6}$	30	$4{,}00 \cdot 10^{-7}$	$249{,}66 \cdot 10^{10}$
$0{,}40 \cdot 10^{-6}$	47 134	$5{,}09 \cdot 10^{-10}$	$0{,}32 \cdot 10^{10}$
$0{,}40 \cdot 10^{-6}$	48 235	$4{,}98 \cdot 10^{-10}$	$0{,}31 \cdot 10^{10}$
$0{,}60 \cdot 10^{-6}$	48 657	$7{,}40 \cdot 10^{-10}$	$0{,}46 \cdot 10^{10}$
$0{,}60 \cdot 10^{-6}$	48 799	$7{,}38 \cdot 10^{-10}$	$0{,}46 \cdot 10^{10}$
$0{,}70 \cdot 10^{-6}$	49 062	$8{,}56 \cdot 10^{-10}$	$0{,}53 \cdot 10^{10}$
$0{,}80 \cdot 10^{-6}$	49 338	$9{,}73 \cdot 10^{-10}$	$0{,}61 \cdot 10^{10}$
$0{,}90 \cdot 10^{-6}$	49 327	$1{,}09 \cdot 10^{-9}$	$0{,}68 \cdot 10^{10}$
$1{,}00 \cdot 10^{-6}$	49 176	$1{,}22 \cdot 10^{-9}$	$0{,}76 \cdot 10^{10}$
$1{,}00 \cdot 10^{-6}$	49 704	$1{,}21 \cdot 10^{-9}$	$0{,}75 \cdot 10^{10}$
$1{,}20 \cdot 10^{-6}$	49 937	$1{,}44 \cdot 10^{-9}$	$0{,}90 \cdot 10^{10}$
$1{,}20 \cdot 10^{-6}$	49 593	$1{,}45 \cdot 10^{-9}$	$0{,}91 \cdot 10^{10}$
$1{,}20 \cdot 10^{-6}$	50 021	$1{,}44 \cdot 10^{-9}$	$0{,}90 \cdot 10^{10}$
$1{,}30 \cdot 10^{-6}$	49 748	$1{,}57 \cdot 10^{-9}$	$0{,}98 \cdot 10^{10}$
$1{,}40 \cdot 10^{-6}$	49 960	$1{,}68 \cdot 10^{-9}$	$1{,}05 \cdot 10^{10}$
$1{,}40 \cdot 10^{-6}$	49 764	$1{,}69 \cdot 10^{-9}$	$1{,}05 \cdot 10^{10}$
$1{,}60 \cdot 10^{-6}$	50 106	$1{,}92 \cdot 10^{-9}$	$1{,}20 \cdot 10^{10}$
$1{,}60 \cdot 10^{-6}$	50 371	$1{,}91 \cdot 10^{-9}$	$1{,}19 \cdot 10^{10}$
$1{,}80 \cdot 10^{-6}$	50 327	$2{,}15 \cdot 10^{-9}$	$1{,}34 \cdot 10^{10}$
$1{,}80 \cdot 10^{-6}$	50 213	$2{,}15 \cdot 10^{-9}$	$1{,}34 \cdot 10^{10}$
$1{,}90 \cdot 10^{-6}$	50 286	$2{,}27 \cdot 10^{-9}$	$1{,}41 \cdot 10^{10}$
$2{,}00 \cdot 10^{-6}$	50 246	$2{,}39 \cdot 10^{-9}$	$1{,}49 \cdot 10^{10}$
$2{,}20 \cdot 10^{-6}$	50 106	$2{,}63 \cdot 10^{-9}$	$1{,}64 \cdot 10^{10}$
$2{,}20 \cdot 10^{-6}$	49 964	$2{,}64 \cdot 10^{-9}$	$1{,}65 \cdot 10^{10}$
$2{,}20 \cdot 10^{-6}$	49 966	$2{,}64 \cdot 10^{-9}$	$1{,}65 \cdot 10^{10}$
$2{,}30 \cdot 10^{-6}$	49 780	$2{,}77 \cdot 10^{-9}$	$1{,}73 \cdot 10^{10}$
$2{,}40 \cdot 10^{-6}$	50 579	$2{,}85 \cdot 10^{-9}$	$1{,}78 \cdot 10^{10}$
$2{,}40 \cdot 10^{-6}$	50 218	$2{,}87 \cdot 10^{-9}$	$1{,}79 \cdot 10^{10}$
$2{,}60 \cdot 10^{-6}$	49 852	$3{,}13 \cdot 10^{-9}$	$1{,}95 \cdot 10^{10}$
$2{,}80 \cdot 10^{-6}$	50 601	$3{,}32 \cdot 10^{-9}$	$2{,}07 \cdot 10^{10}$
$2{,}80 \cdot 10^{-6}$	50 111	$3{,}35 \cdot 10^{-9}$	$2{,}09 \cdot 10^{10}$
$3{,}00 \cdot 10^{-6}$	50 551	$3{,}56 \cdot 10^{-9}$	$2{,}22 \cdot 10^{10}$
$3{,}00 \cdot 10^{-6}$	50 619	$3{,}56 \cdot 10^{-9}$	$2{,}22 \cdot 10^{10}$
$3{,}00 \cdot 10^{-6}$	50 362	$3{,}57 \cdot 10^{-9}$	$2{,}23 \cdot 10^{10}$
$3{,}20 \cdot 10^{-6}$	50 550	$3{,}80 \cdot 10^{-9}$	$2{,}37 \cdot 10^{10}$
$3{,}20 \cdot 10^{-6}$	50 613	$3{,}79 \cdot 10^{-9}$	$2{,}37 \cdot 10^{10}$
$3{,}40 \cdot 10^{-6}$	50 391	$4{,}05 \cdot 10^{-9}$	$2{,}53 \cdot 10^{10}$
$3{,}40 \cdot 10^{-6}$	50 634	$4{,}03 \cdot 10^{-9}$	$2{,}51 \cdot 10^{10}$
$3{,}60 \cdot 10^{-6}$	50 911	$4{,}24 \cdot 10^{-9}$	$2{,}65 \cdot 10^{10}$
$3{,}80 \cdot 10^{-6}$	50 723	$4{,}50 \cdot 10^{-9}$	$2{,}81 \cdot 10^{10}$

4 Diskussion

Literatur

[1] TU Dortmund. *Versuch Nr.703 - Das Geiger-Müller-Zählrohr*. 2014.

[2] Eric Jones, Travis E. Oliphant, Pearu Peterson u. a. *SciPy: Open source scientific tools for Python*. Version 0.16.0. URL: `http://www.scipy.org/`.