

VERSUCH 18

Hochreine Germaniumdetektoren in der γ - Spektrometrie

Katharina Brägelmann
katharina.braegelmann@tu-dortmund.de

Lars Kolk
lars.kolk@tu-dortmund.de

Durchführung: 09.12.2019

Abgabe: 13.12.2019

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Auswertung	3
1.1	Energiekalibration	3
1.2	Vollenergienachweiswahrscheinlichkeit	7
1.3	Monoenergetisches Spektrum Cäsium	9
	Literatur	10

Hier könnte Ihre Werbung stehen. Hier könnte Ihre Werbung stehen. Hier könnte Ihre Werbung stehen.

1 Auswertung

1.1 Energiekalibration

- Spektrum geplottet, Counts gegen Channel
- Errorbars?
- Peaks finden lassen, Peaks markiert
- Literaturwerte Energien rausgesucht mit mind. 1% Emissionswahrscheinlichkeit (Quelle)
- Spektrallinien E normiert mit dem größten Wert der Energie: $\frac{E}{\max(E)}$
- Channel normiert mit dem letzten Peak $\frac{\text{channel}}{\max(\text{channel})}$
- Daten mit normierter x-Achse geplottet: norm(E)-0-Diagramm, norm(channel)-Count-Diagramm
- Nicht vorhandene Spektrallinien aus E und doppelte aus Peaks entfernt
- Peak-Channel gegen Energien geplottet, Fit:

$$E = m \cdot \text{Channel} + n$$

$$m = (0,207\,26 \pm 0,000\,04) \text{ keV/Channel} \qquad n = (-1,22 \pm 0,17) \text{ keV}$$

Tabelle 1: Parameter zu allen vermessenen Peaks des ^{152}Eu -Spektrums

Peak	Channel(Peak)	Counts	E_γ / keV [1]	rel. Channel $\frac{\text{Channel}}{\text{Channel(Peak 9)}}$	rel. Energie $\frac{E_\gamma}{E_\gamma(\text{Peak 9})}$
0	594	1219	121,7817	0,087	0,087
1	1187	196	244,6974	0,175	0,174
2	1667	372	344,2785	0,245	0,245
3	1988	42	411,1165	0,292	0,292
4	2149	43	443,965	0,316	0,315
5	3765	66	778,9045	0,554	0,553
6	4655	41	964,079	0,685	0,685
7	5245	32	1085,837	0,771	0,771
8	5371	33	1112,076	0,790	0,790
9	6801	37	1408,013	1,0	1,0

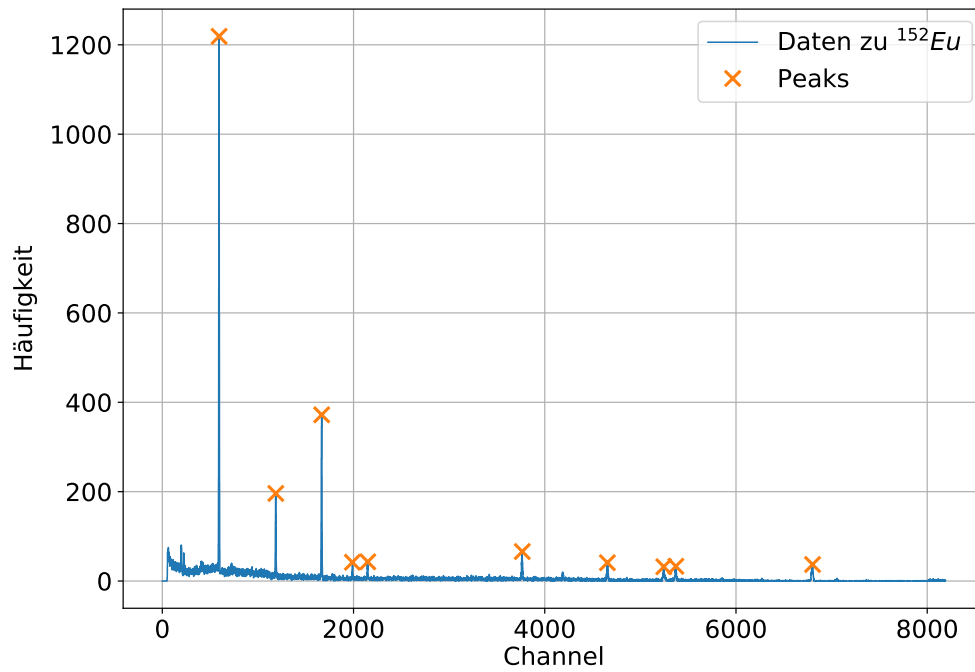


Abbildung 1: Das aufgenommene Spektrum von ^{152}Eu mit eingezeichneten Peaks.

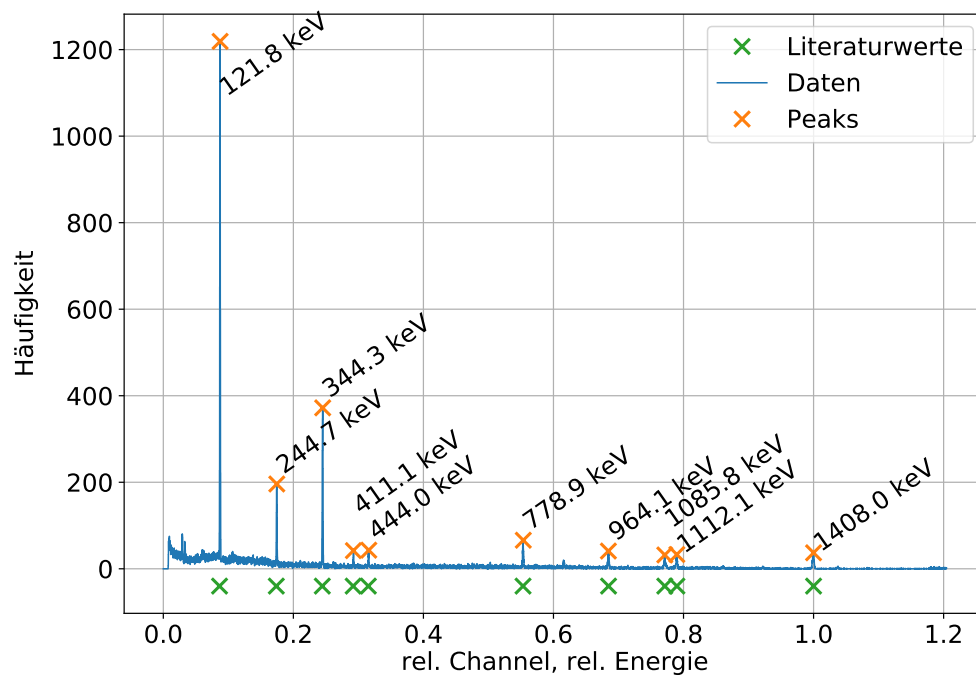


Abbildung 2: Das aufgenommene Spektrum von ^{152}Eu mit eingezeichneten Peaks und den zugehörigen Literaturwerten nach [1].

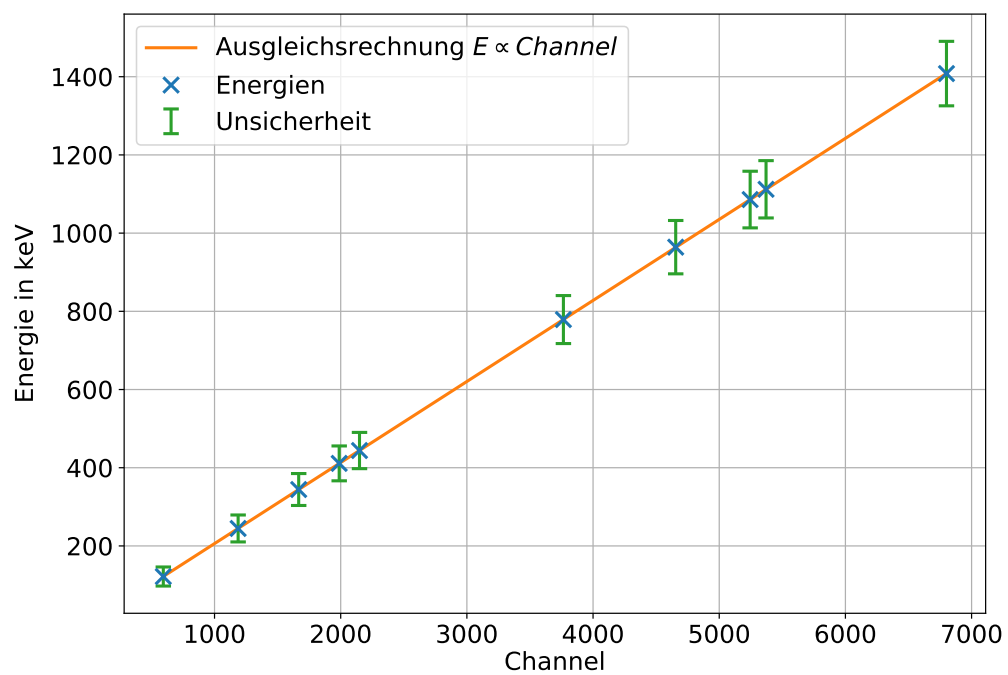


Abbildung 3: Ausgleichsrechnung zur Kalibration mithilfe des ^{152}Eu -Spektrums.

1.2 Vollenergienachweiswahrscheinlichkeit

mit $t = (605\,484\,000 \pm 54\,000) \text{ s}$ und $T_{1/2} = (426,7 \pm 0,5) \cdot 10^6 \text{ s}$ [1]

$$A = A_0 \exp\left(-\frac{\ln(2)}{T_{1/2}} t\right) = (1545 \pm 29) \frac{1}{\text{s}} \quad (1)$$

mit $r = 22,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ und $h = 80 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$$\frac{r}{h} = \tan(\varphi/2) \Leftrightarrow \varphi = 2 \arctan\left(\frac{r}{h}\right)$$

$$\frac{\Omega}{4\pi} = \sin^2 \frac{\varphi}{2} = \sin^2\left(\frac{1}{4} \arctan(r/h)\right) = 0,0069 \text{ sr}$$

und

$$Q = \frac{4\pi}{\Omega} \frac{N_{\text{Peakinhalt}}}{ATP_{E_\gamma}} \quad (2)$$

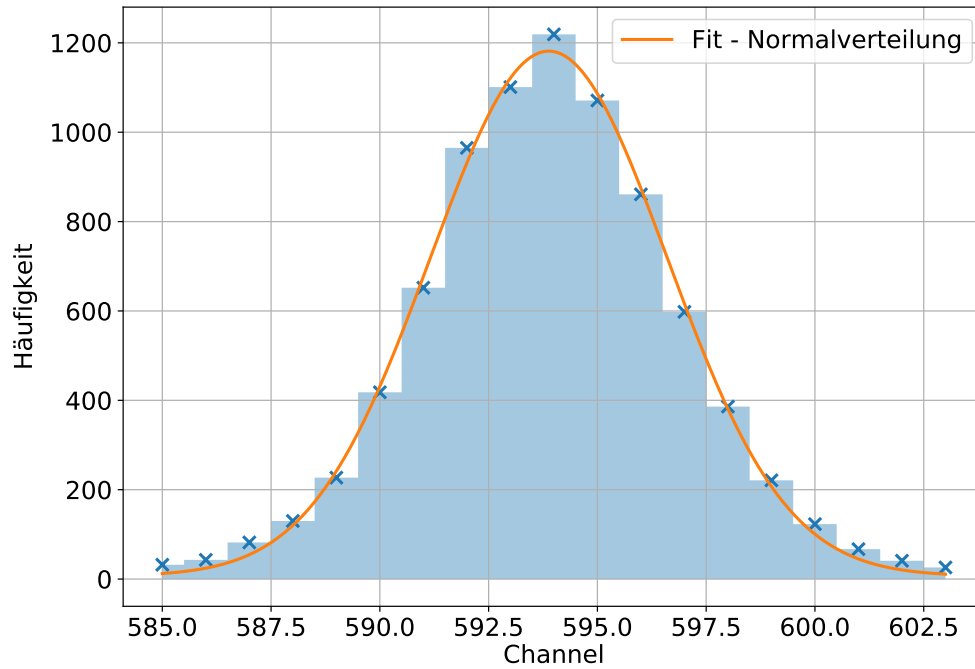


Abbildung 4: Vergrößerung des ersten Peaks mit Ausgleichsfunktion einer Gaußkurve zur Veranschaulichung der Gaußpeaks.

- Unterteilung der Daten in die Abschnitte um die Peaks (channel und counts werden passend abgeschnitten)

Tabelle 2: Parameter zur Berechnung der Vollenergienachweiswahrscheinlichkeit anhand eines ^{152}Eu -Spektrums. Weitere verwendete Größen sind:
 $A = (1545 \pm 29)/\text{s}$, $\frac{\Omega}{4\pi} = 0,0069 \text{ sr}$, $T = 2134 \text{ s}$.

$E_\gamma / \text{keV [1]}$	$P [1]$	$P_{\text{Peakinhalt}}$	$Q \text{ in } 10^{-3}$
121,7817	28,41	(8233 ± 91)	$(12,70 \pm 0,24)$
244,6974	7,55	(1515 ± 39)	$(8,79 \pm 0,16)$
344,2785	26,59	(3152 ± 56)	$(5,19 \pm 0,10)$
411,1165	2,238	(324 ± 18)	$(6,34 \pm 0,12)$
443,965	2,80	(367 ± 19)	$(5,74 \pm 0,11)$
778,9045	12,97	(741 ± 27)	$(2,50 \pm 0,05)$
964,079	14,50	(596 ± 24)	$(1,80 \pm 0,33)$
1085,837	10,13	(403 ± 20)	$(1,74 \pm 0,32)$
1112,076	13,41	(502 ± 22)	$(1,64 \pm 0,30)$
1408,013	20,85	(586 ± 24)	$(1,23 \pm 0,23)$

- Über die Peaks wird eine Gaußkurve gelegt $f(x) = \frac{a}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) + b$
- Klappt bei den meisten Peaks ganz gut, aber manchmal ist der Fehler des Parameters a größer als a :|
- Alternative für Inhalt: Aufsummation der Counts in den jeweiligen Intervallen, Fehler über den Poisson-Fehler ($N \pm \sqrt{N}$)
- Q berechnet mit A aus (1), $\Omega/4\pi$ aus (??), gesamte Messzeit $T = 2134 \text{ s}$, Emissionswahrscheinlichkeit P_{E_γ} aus [1], Peakinhalt $N_{\text{Peakinhalt}}$
- Q gegen E aufgetragen, $Q = aE^b + c$, Parameter:

$$a = (0,113 \pm 0,055) \frac{1}{\text{J}}, \quad b = (-0,36 \pm 0,17), \quad c = (-0,0077 \pm 0,0059)$$

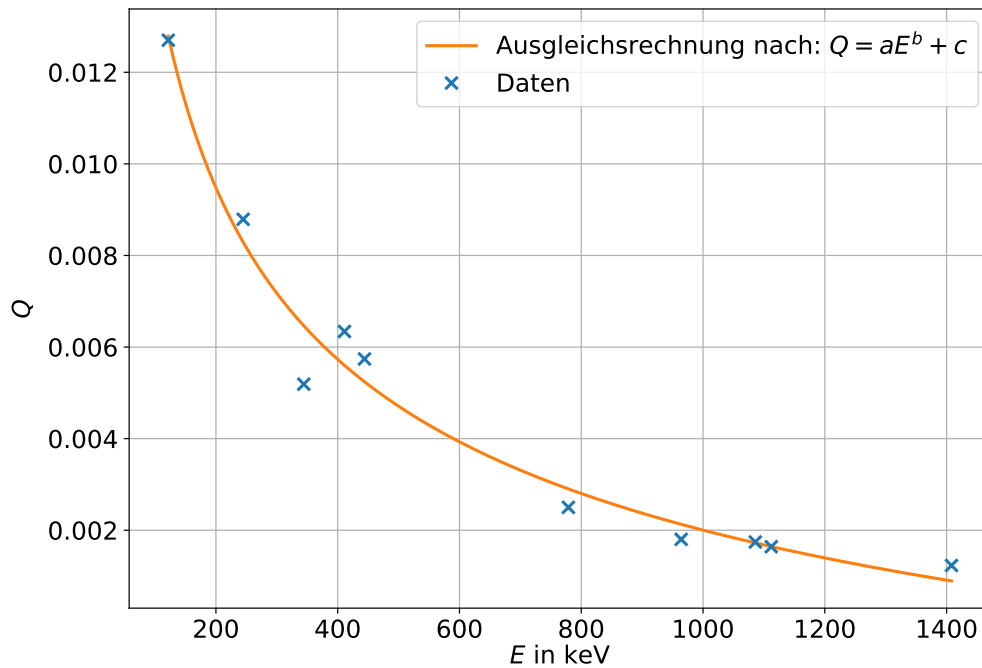


Abbildung 5: Ausgleichsrechnung zur Bestimmung der Vollenergienachweiswahrscheinlichkeit Q . Die Fehlerbereiche verschwinden hinter den Datenpunkten und sind zur Übersichtlichkeit nicht aufgeführt.

1.3 Monoenergetisches Spektrum Cäsium

Suche

- Energie des Strahlers (Photo-Energie -> Gauss fitten? μ entspricht dann dem Channel und der Channel einer Energie)
- Fit:

$$f(x) = \frac{a}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) + b$$

- Parameter

$$\mu = (3196,29 \pm 0,03) \quad \sigma = (4,35 \pm 0,03) \quad a = (9011 \pm 44) \quad b = (6,1 \pm 0,1)$$

- Halbwertsbreite fitten
- Zehntelwertsbreite fitten, $FWHM/FWTM(Theorie) = 0.549$, in den Daten: $FWHM/FWTM = 0.526$

-

$$FWHM = 10$$

$$FWTM = 19$$

- Comptonkante ausmessen, bei:

$$Channel = (2,24 \pm 0,22) \cdot 10^3 \quad \text{noch in Energie umrechnen!}$$

mit den Parametern

<i>links</i>	<i>rechts</i>
$a = (0,0145 \pm 0,0012)$	$a = (-0,070 \pm 0,005)$
$b = (-11,3 \pm 2,4)$	$b = (178 \pm 13)$

- Rückstreulinie ausmessen
- Inhalte des Peaks und des Compton-Kontinuums ausmessen (aufsummieren, aaaa-ber... Anleitung!)

Literatur

- [1] Laboratoire National Henri Becquerel. ^{152}Eu - *Emissions and decay scheme*. 2019.
URL: <http://www.nucleide.org/Laraweb/index.php>.