

## VERSUCH 18

# Hochreine Germaniumdetektoren in der $\gamma$ - 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

<b>1</b>	<b>Auswertung</b>	<b>3</b>
1.1	Energiekalibration . . . . .	3
1.2	Vollenergienachweiswahrscheinlichkeit . . . . .	7
1.3	Monoenergetisches Spektrum Cäsium . . . . .	9
	<b>Literatur</b>	<b>10</b>

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

# 1 Auswertung

## 1.1 Energiekalibration

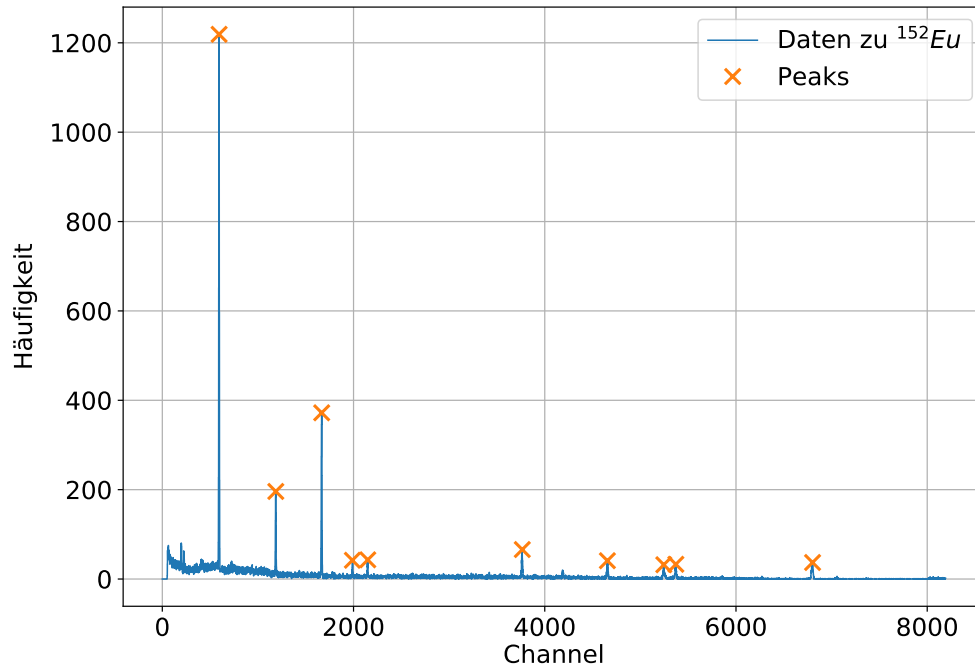
- Spektrum geplottet, Counts gegen Channel
- Errorbars?
- Peaks finden lassen, Peaks markiert
- Literaturwerte Energien rausgesucht mit mind. 1% Emissionswahrscheinlichkeit (Quelle)
- Spektrallinien  $E$  normiert mit dem größten Wert der Energie:  $\frac{E}{\max(E)}$
- Channel normiert mit dem letzten 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:

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

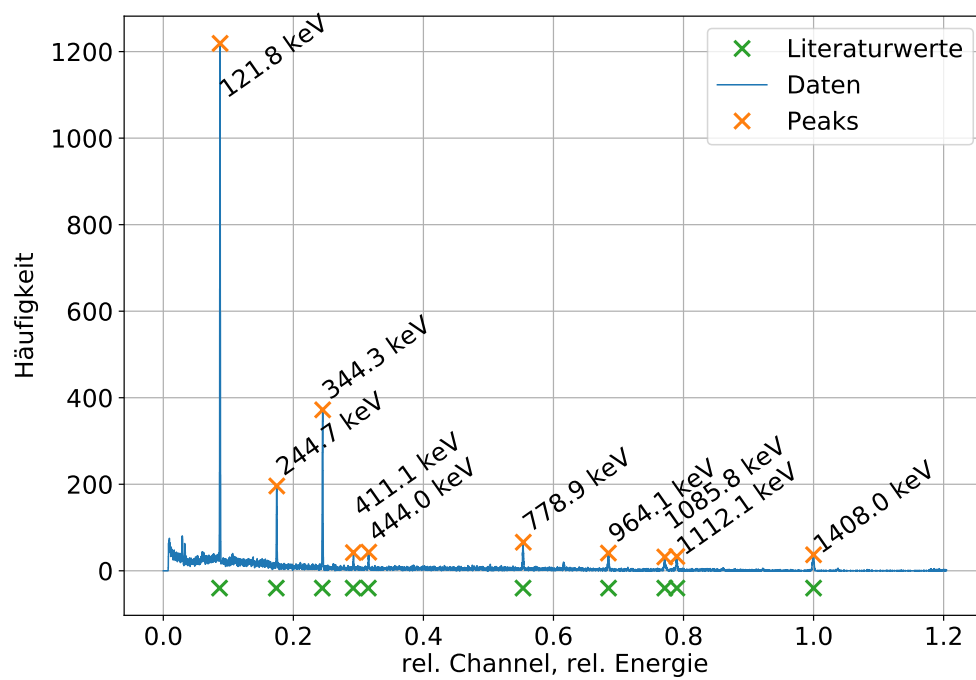
$$m = (0,207\,26 \pm 0,000\,04) \text{ keV/Channel} \qquad n = (-1,22 \pm 0,17) \text{ keV}$$

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

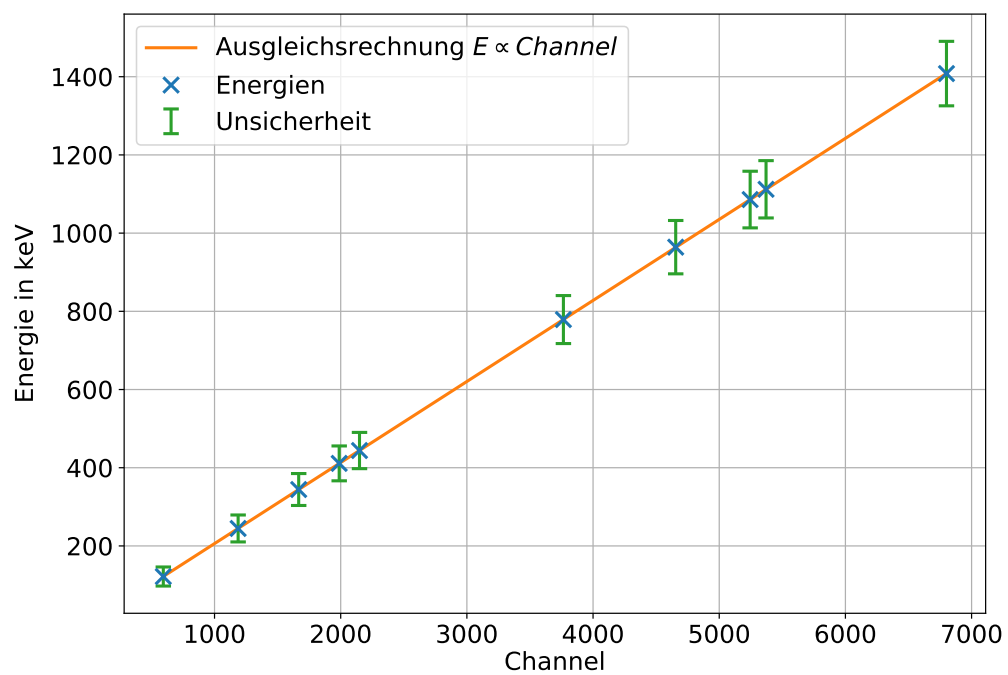
Peak	Channel(Peak)	Counts	$E_\gamma$ / keV [1]	rel. Channel $\frac{\text{Channel}}{\text{Channel(Peak 9)}}$	rel. Energie $\frac{E_\gamma}{E_\gamma(\text{Peak 9})}$
0	594	1219	121,7817	0,087	0,087
1	1187	196	244,6974	0,175	0,174
2	1667	372	344,2785	0,245	0,245
3	1988	42	411,1165	0,292	0,292
4	2149	43	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  $^{152}\text{Eu}$  mit eingezeichneten Peaks.



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



**Abbildung 3:** Ausgleichsrechnung zur Kalibration mithilfe des  $^{152}\text{Eu}$ -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]

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

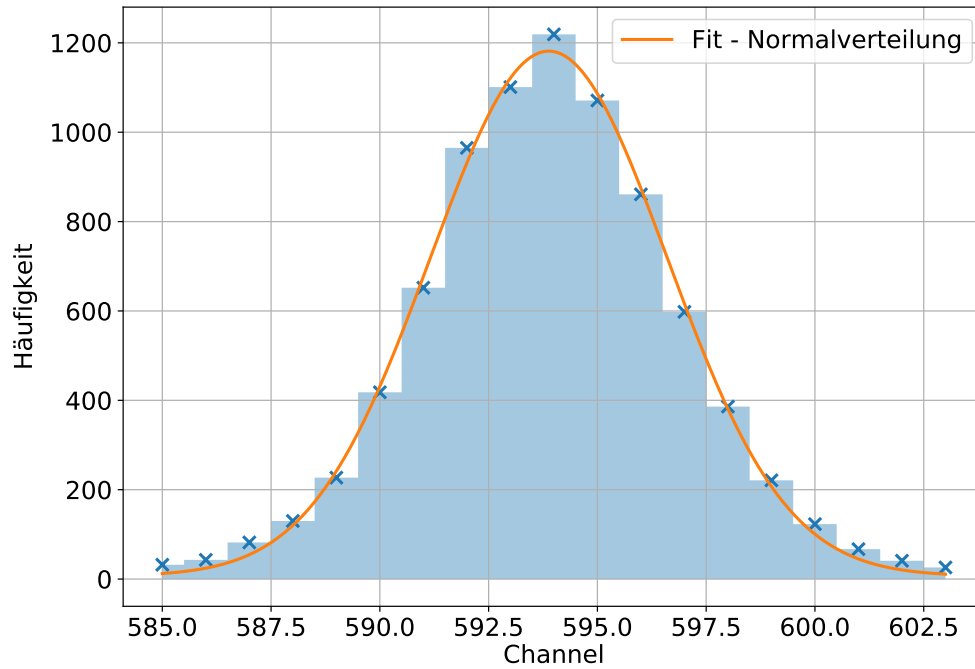
mit  $r = 22,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  und  $h = 80 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

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

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

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)

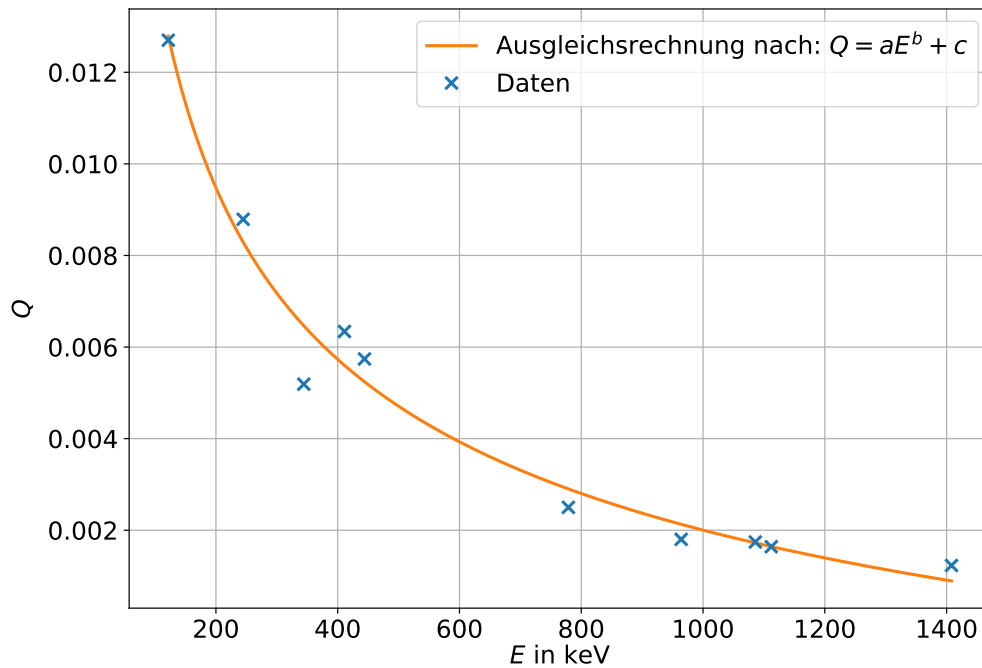
**Tabelle 2:** Parameter zur Berechnung der Vollenergienachweiswahrscheinlichkeit anhand eines  $^{152}\text{Eu}$ -Spektrums. Weitere verwendete Größen sind:  
 $A = (1545 \pm 29)/\text{s}$ ,  $\frac{\Omega}{4\pi} = 0,0069 \text{ sr}$ ,  $T = 2134 \text{ s}$ .

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

- 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  $P_{E_\gamma}$  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?  $\mu$  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

$$\mu = (661,2327 \pm 0,0051) \text{ keV} \quad \sigma = (0,9023 \pm 0,0051) \text{ keV} \quad a = (1868 \pm 9) \quad b = (6,1 \pm 0,1)$$

- Halbwertsbreite fitten
- Zehntelwertsbreite fitten,  $FWHM/FWTM(Theorie) = 0.5486620049392714$ , in den Daten:  $FWHM/FWTM = 0.5486620049392715$

- 

$$FWHM = 10$$

$$FWTM = 19$$

- Comptonkante ausmessen, bei:

$$E = (4,6 \pm 0,4) \cdot 10^2 \text{ keV}$$

- mit den Parametern

<i>links</i>	<i>rechts</i>
$a = (0,0699 \pm 0,0058) \frac{1}{\text{keV}}$	$a = (-0,337 \pm 0,027) \frac{1}{\text{keV}}$
$b = (-11,3 \pm 2,4)$	$b = (178 \pm 13)$

- Theorie liegt bei  $E_{\text{Kante}} = (477,3340 \pm 0,0028) \text{ keV}$
- Rückstreulinie ausmessen
- Inhalte des Peaks und des Compton-Kontinuums ausmessen (aufsummieren, aaaa-ber... Anleitung!)

## Literatur

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