

# Experiment: Untersuchung von Gamma Spektren

## Um was geht es?

Die Basis aller Messungen (auch Beobachtungen) ist die Wechselwirkung mit dem zu messenden System. Ohne Wechselwirkung ist es nicht möglich, Information zu gewinnen. Natriumiodid Detektoren zählen zu der Klasse der Szintillationsdetektoren, in welchen organische und anorganische Substanzen durch Wechselwirkung mit ionisierender Strahlung Lichtimpulse emittieren können. Diese Lichtimpulse werden in elektrische Signale umgewandelt und können ein komplettes Energiespektrum abbilden.

Szintillationsmaterialien sind üblicherweise Festkörper, Flüssigkeiten oder Gase. Der Vorteil eines Festkörper-Szintillationszählers gegenüber einer Gasionisationskammer (z.B. Geiger-Müller-Zählrohr), ist die höhere Ordnungszahl  $Z$  und die erhöhte Elektronendichte des Detektormaterials. Geladene Teilchen, als auch Gamma Quanten, besitzen hier aufgrund deutlich erhöhter Wechselwirkungswahrscheinlichkeit eine kurze Reichweite. Somit wird besonders für Gamma-Quanten ein hohes Ansprechvermögen auf kleinem Raum erreicht.

## Was müsst ihr wissen?

Ihr solltet...

- ...die Wechselwirkungsmechanismen zwischen  $\gamma$ -Strahlung mit Materie erklären können.
- ...die Funktionsweise eines Szintillationsdetektors erklären können.
- ...charakteristischen Eigenschaften eines Gamma-Spektrums erklären können.
- ...auf Grundlage der Nuklidkarte von Radionukliden die entsprechende natürliche Zerfallsreihe bestimmen.

Zur Vorbereitung auf das Experiment solltet ihr euch folgendes Video anschauen:

**Der Aufbau des Atoms und die Nuklidkarte**



**Untersuchung von Gammaspektren**



## Welches Material braucht ihr?

Natriumiodid-Detektor

Präparate: Co-60, Cs-137, Monazitsand

und Pechblende

Ausschnitt der Nuklidkarte



Arbeitsschritte	Fertig?
1. Schaltet den Szintillationsdetektor anhand der folgenden <b>Anleitung A</b> ein.	
2. Messt den Nulleffekt. Speichert diesen anhand der folgenden <b>Anleitung B</b> ab, sodass dieser Nulleffekt von weiteren Messungen abgezogen werden kann.	
3. Legt ein Präparat unter den Szintillationsdetektor und beginnt eine 300s Messung. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;">   </div>	
4. Nachdem die Messung abgeschlossen ist, soll die Energie der (Photo)Peaks mithilfe des Cursors bestimmt und diese Werte in der folgenden Tabelle notiert werden. Führt danach eine Messung eines neuen Präparats durch.  Hinweis: Die höchste Impulsanzahl ist automatisch auch die Energie des Peaks!	
5. Wertet während einer laufenden Messung schon die Peaks der vorherigen Messung aus, indem den gemessenen Energien die entsprechenden Nuklide zuordnet werden (siehe Gamma-Energietabelle).  Hinweis: Falls es sich aufgrund der Energieunsicherheit nicht eindeutig auf ein Nuklid festlegen lässt, sollen auch alle alternativen Möglichkeiten notiert werden.	
6. Wiederholt Schritt 3-5 so oft, bis alle Präparate bestimmt wurden!	
7. Bestimme die Zerfallsreihe von Pechblende und Monazitsand. Benutze hierfür die ausgeteilten Nuklidkarten!	

## Anleitung A: Einschalten des Szintillationsdetektors

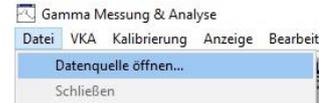
1. Zunächst wird der Detektor funktionsfähig gemacht. Hierfür schließt Du das Gerät an den dafür vorgesehen USB-Slot des Laptops an und schaltest den Computer ein.



2. Öffne das Programm „Gammamessung- und Analyse“.



3. Wähle *Datei > Datenquelle öffnen*.

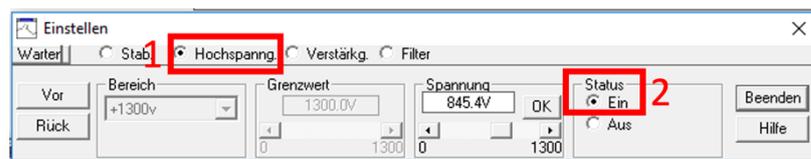


4. Schalte nun in dem sich öffnenden Fenster die *Quelle* von Datei auf Detektor um und wähle den aufgelisteten Detektor aus.

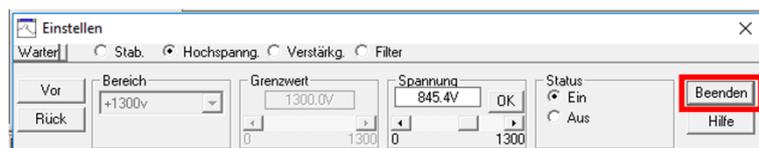


5. Klicke nun als nächstes in der Menüleiste auf *VKA* und wähle *Einstellung...*

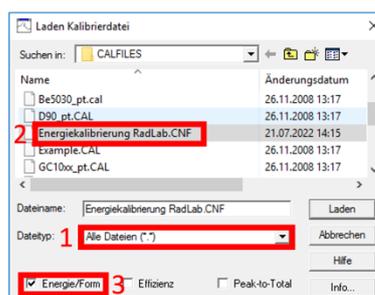
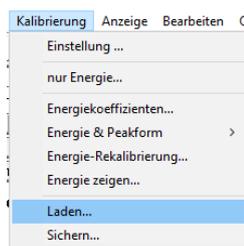
6. Es öffnet sich ein neues Fenster, in dem Du auf den Reiter *Hochspannung* klickst. In diesem Menü schaltest Du dann von *Aus* auf *Ein* um und lässt das Fenster zunächst geöffnet.



7. Auf dem Detektor befinden sich drei kleine Leuchten, die mit „Busy“, „HV“, „ICR“ gekennzeichnet sind. Nachdem Du in Schritt 6 die Hochspannung hochgefahren hast, beginnt die Lampe an der „HV“ (für *High Voltage*, dt. *Hochspannung*) ste zu blinken. Sobald die Lampe kontinuierlich leuchtet, ist der Vorgang abgeschlossen und Du kannst das Menüfenster schließen.



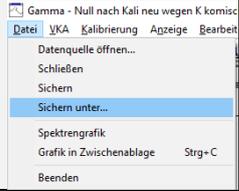
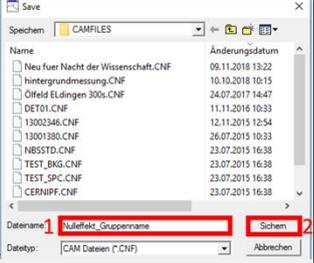
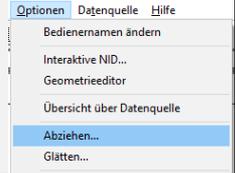
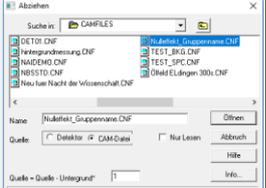
8. Klicke als nächstes in der Menüleiste auf *Kalibrierung* und wähle *Laden*. Ändere den Dateityp auf *Alle Dateien (\*.\*)* und wähle die Datei *Energiekalibrierung RadLab.CNF* aus. Kreuze nun nur das Feld *Energie/Form* an und drücke auf *Laden*.



9. Der Detektor ist nun einsatzbereit!

## Notiert eure Beobachtungen!

**Info:** Bei einer Energiekalibrierung werden den 1024 Kanälen des Messgeräts die jeweiligen Energien in keV zugeordnet. Die Energiekalibrierung, welche ihr im Schritt 8) der Anleitung geladen habt, besitzt eine Unsicherheit von bis zu 15 keV. Beachtet diese Unsicherheiten bei euren folgenden Messungen!

Anleitung B: <i>Den gemessenen Nulleffekt von neuen Messungen abziehen</i>	Fertig?
<p>1. Messt zuerst den Nulleffekt. Nach Beendigung der Messung sollen folgende Schritte befolgt werden: Klicke danach in der Menüleiste auf <i>Datei</i> und wähle <i>Sichern unter</i>.</p>	
<p>2. Es öffnet sich folgendes Menü, in welchem die Datei benannt werden soll. Wählt am besten den Namen <i>Nulleffekt_Groupenname</i> aus, wobei der Gruppennamen selber gewählt werden darf und drückt auf <i>Sichern</i>. Wichtig ist, dass diese Datei anhand ihres Namens später wiedergefunden werden kann!</p>	
<p>3. Nachdem ein Präparat gemessen wurde, soll der Nulleffekt abgezogen werden! Klicke auf die Menüleiste auf <i>Optionen</i> und wähle <i>Abziehen</i></p>	
<p>4. Wähle nun den gespeicherten Nulleffekt aus Schritt 2 aus und drücke auf <i>Öffnen</i>.  Nun wird das Spektrum der Probe ohne Nulleffekt angezeigt.</p>	

Gemessene Probe: Co-60		
Energie des (Photo)Peaks [keV]	Vermutetes Nuklid	Alternatives Nuklid

Hinweis: Die Compton-Kante von Co-60 liegt bei 963 keV, ist jedoch aufgrund der kurzen Messzeit und schwachen Probe nicht eindeutig zu erkennen. Der Rückstreupeak liegt bei 210 keV. Die große Unsicherheit beider eben genannten Messwerte lässt sich auf die schwache Aktivität der Probe zurückführen.

Gemessene Probe: Cs-137		
Energie des (Photo)Peaks [keV]	Vermutetes Nuklid	Alternatives Nuklid

Hinweis: Die Compton-Kante von Cs-137 liegt bei 478 keV und entsteht, wenn ein Comptoneffekt mit maximalen Energieübertrag auf das Elektron stattfindet. Das Photon mit der restlichen Energie von 184 keV verlässt den Detektor und nur die Energie des Elektrons wird detektiert. Der Rückstreupeak ist ein maximaler Energieübertrag eines Photons auf ein Elektron, welches außerhalb des Detektors liegt. Somit erreicht den Detektor nur die Photonenenergie von 184 keV.



## Was sind eure Ergebnisse?

1) Begründe, auf Grundlage der Nuklidkarte, aus welcher Zerfallsreihe die Proben *Pechblende* und *Monazitsand* stammen.

**[Zusatz]:** Vergleiche die Energiewerte der Gamma Energietabelle mit denen der Nuklidkarte. Beurteile vor dem Hintergrund deiner Ergebnisse potenzielle Übereinstimmungen.

# Gamma Energietabelle

Nuklid	$\gamma$ -Energie [keV]	Nuklid	$\gamma$ -Energie [keV]	Nuklid	$\gamma$ -Energie [keV]
Interferenz niederenergetischer Röntgenpeaks	25-30	Rn-219	271.2	Tl-208	860.6
Cs-137	32.2	Pb-214	295.2	Ac-228	911.3
Am-241	59.5	Ac-228	338.4	Bi-214	934.1
Pb-212	77.1	Pb-214	351.9	Ac-228	969.2
Pb-214	77.1			Pa-234m	1001.0
Th-234	92.4	Ac-228	409.5	Bi-214	1120.3
Ac-228	93.4	Ac-228	463.1	Co-60	1173.2
Th-226	111.1	Tl-208	510.8	Bi-214	1238.1
Ac-228	129.1	Cs-134	563.2	Co-60	1332.5
U-235	143.8	Tl-208	583.2		
Th-231	163.1	Bi-214	609.3	Bi-214	1377.7
U-235	185.7	Cs-137	661.7	K-40	1460.8
Ac-228	209.3	Bi-212	727.3	Ac-228	1587.9
Pb-212	238.6	Bi-214	768.4	Bi-214	1764.5
Pb-214	242.15	Ac-228	795.1	Yt-88	1836.1
Ra-223	269.5	Cs-134	795.8		
Ac-228	270.3	Cs-134	801.9		