



Universität Freiburg

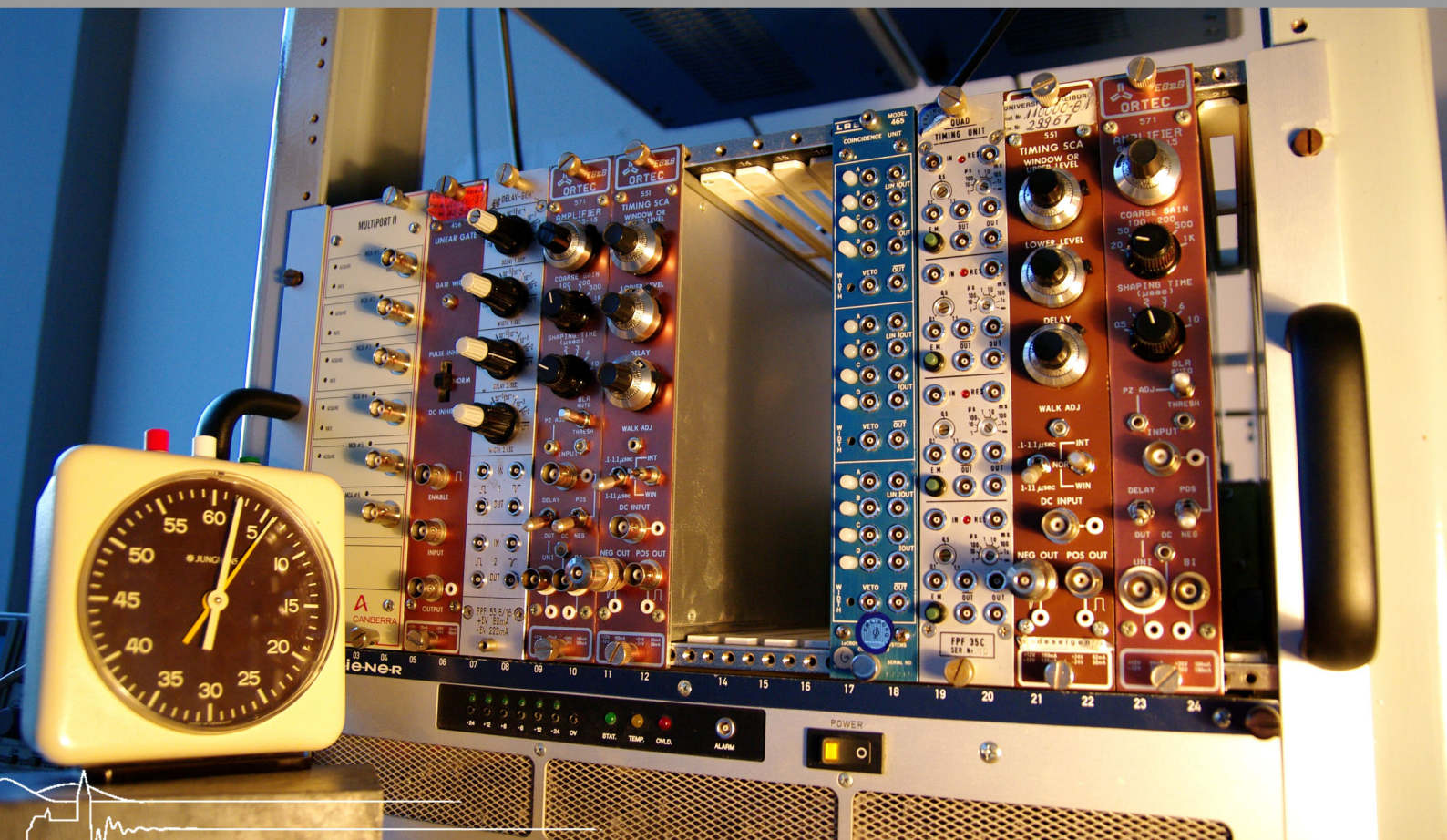
# Versuchsanleitung

# Fortgeschrittenen

# Praktikum

## Teil I

# Szintillationszähler



# Szintillationszähler

INSTITUT FÜR MATHEMATIK UND PHYSIK  
ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT  
FREIBURG IM BREISGAU

26. JUNI 2011

## Inhaltsverzeichnis

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Vorwort zum Versuch</b>                                | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>Vorkenntnisse</b>                                      | <b>1</b> |
| <b>3</b> | <b>Aufgabenstellung</b>                                   | <b>2</b> |
| <b>4</b> | <b>Versuchsdurchführung</b>                               | <b>3</b> |
| <b>5</b> | <b>Versuchsaufbau</b>                                     | <b>3</b> |
| <b>6</b> | <b>Geräteliste</b>  | <b>4</b> |
| <b>7</b> | <b>Literatur</b>  | <b>5</b> |
| <b>8</b> | <b>Anhang</b>   | <b>6</b> |
| 8.1      | Beispielgrafik zur Darstellung der Signalformen . . . . . | 6        |
| 8.2      | Zerfallskette . . . . .                                   | 6        |
| 8.3      | Zusatzinformationen zum Szintillationszähler . . . . .    | 7        |

## 1 Vorwort zum Versuch

Der Versuch macht mit einer modernen Analysemethode bekannt. Verschiedene Präparate - Gammastrahler - werden hinsichtlich ihrer Wechselwirkung mit Materie untersucht und die dabei entstehenden charakteristischen Spektren gedeutet.

## 2 Vorkenntnisse

- $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfall, Gammastrahlung von Kernen
- Zerfallskaskaden
- Wechselwirkung von Quanten mit Materie
- Wirkungsweise von Szintillationszählern und Photomultipliern
- Grundlagen der Elektronik
- Zufällige Koinzidenzen

### **Bemerkung:**

Zur Vorbereitung auf diesen Versuch steht Ihnen im Versuchsordner eine Staatsexamensarbeit zur Verfügung.

Desweiteren eine Staatsexamensarbeit im Internet

'Praktika-Organisation-Lange Halbwertszeiten',

Dies ist eine Arbeit, die beide Versuche beinhaltet.

**Für die Durchführung und Auswertung dieses Versuchs halten Sie sich aber bitte ausschließlich an dieses Dokument.**

### 3 Aufgabenstellung

1. Fertigen Sie ein Blockschaltbild des Versuchs an.
2. Betrachten Sie den radioaktiven Zerfall von  $^{152}\text{Eu}$ .

Vergleichen Sie die Signallängen des NaJ-Szintillationszählers mit denen des Plastiksintillationszählers. (Betriebsspannung NaJ:  $U = 625\text{ V}$ , Plastik:  $U \approx 1900\text{ V}$ )

Betrachten Sie auf dem Oszilloskop die Signale des NaJ-Szintillationszählers nach dem

- (a) Photomultiplier
- (b) Amplifier (unipolarer und bipolarer Ausgang)
- (c) Single Channel Analyzer (SCA)
- (d) Gate and Delay Generator

Bestimmen Sie die zeitliche Verzögerung des Signals zwischen dem Eingang des Amplifiers und dem

- (a) unipolaren Ausgang des Amplifiers
  - (b) bipolaren Ausgang des Amplifiers
  - (c) Ausgang des SCAs
3. Beobachten und diskutieren Sie verschiedene Einstellungen der NIM-Geräte (Verstärkungsfaktoren, shaping time, ...). Finden Sie geeignete Einstellungen und stellen Sie die Signalverläufe in einem Diagramm wie in Abbildung 4 dar. Nehmen Sie die  $\gamma$ -Spektren der Präparate  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{60}\text{Co}$  und  $^{152}\text{Eu}$  mit einer Messdauer von jeweils 30 min auf. Nach einer Untergrundkorrektur wird anschließend anhand der bekannten Energien der intensiven Linien in den drei Spektren die Kanal-Energie-Eichung des Multi Channel Analyzers durchgeführt.
  4. Nehmen Sie das  $\gamma$ -Spektrum des RdTh-Präparates ( $^{228}\text{Th}$ ) mit einer Messdauer von 180 min auf. Bestimmen Sie nach einer Untergrundkorrektur des Thoriumspektrums die Energien der auftretenden Linien und interpretieren Sie ihren Ursprung. Bestimmen Sie für das  $^{228}\text{Th}$ -Präparat die gemessenen Intensitäten und korrigieren Sie mit Hilfe der Ausbeutekurve für den  $3\times 3''$  NaJ-Kristall. Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit den aus der Kemkartei berechneten Intensitäten.
  5. Führen Sie eine Untergrundmessung von 180 min durch. Bestimmen Sie die Energie der auftretenden intensiven Linie und interpretieren Sie ihren Ursprung.
  6. Bestimmen Sie das optimale Delay zwischen beiden Szintillationszählern. Messen Sie mit diesem Delay bei  $^{22}\text{Na}$  die 'Winkelkorrelation' der zwei 511 keV Vernichtungsphotonen. Wählen Sie dazu eine sinnvolle Messdauer pro Winkeleinstellung. Berücksichtigen Sie durch eine weitere Messung die Anzahl zufälliger Koinzidenzen.

## 4 Versuchsdurchführung

1. Passen Sie durch die Wahl ihrer Verstärkung die Pulshöhe für die höchste  $\gamma$ -Energie (2,61 MeV) an den dynamischen Bereich der 10 V-direkt Einstellung des Multi Channel Analyzers an. Dabei ist zu beachten, dass etwa bei Kanal 7000 der Amplifier in Sättigung geht, die  $\gamma$ -Energie von 2,61 MeV also einer Kanalnummer zwischen 6000 und 6500 zugeordnet wird.
2. Der Multi Channel Analyzer (MCA) im PC stellt besondere Anforderungen an das Gatesignal (TTL). Während dieses Zeitintervalls soll das positive Eingangsanalogsignal ansteigen und das Maximum erreichen. Die Mindestlänge des Gates beträgt 2  $\mu$ s. Damit das Maximum bei einer Shapingzeit von 2  $\mu$ s erreicht wird, sollte das Gatesignal eine Länge von 5  $\mu$ s haben. Die Länge des Gatesignals wird im Gate & Delay Generator eingestellt, dessen Eingang mit dem positiven Ausgang (TTL) des SCAs verbunden wird. Der SCA erhält sein Eingangssignal von dem bipolaren Ausgang des Amplifiers (das bipolare Signal steigt schneller an als das unipolare Signal).

## 5 Versuchsaufbau

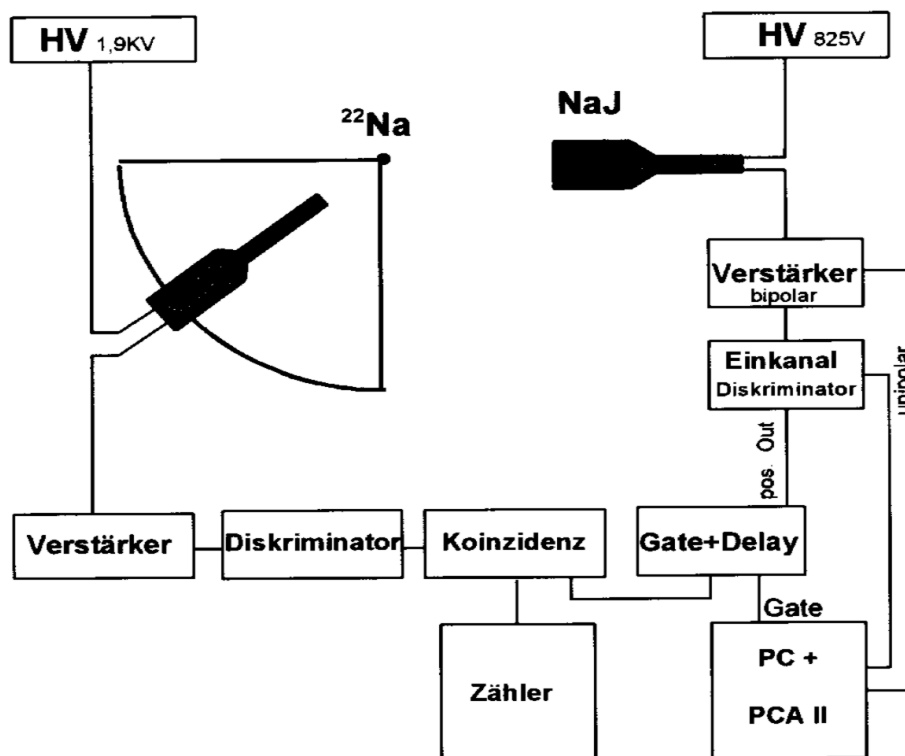


Abbildung 1: Schematischer Aufbau des Versuches



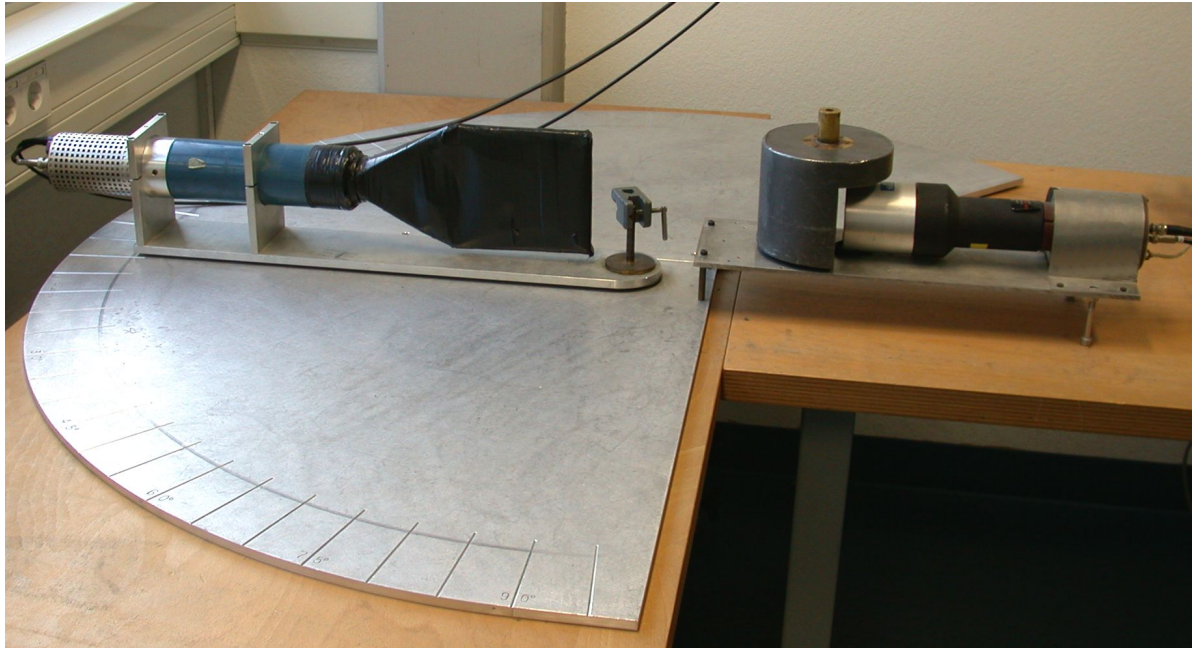


Abbildung 2: Beide Szintillationszähler, Winkelkreis und Probenhalter (Bleiblock, Mitte)

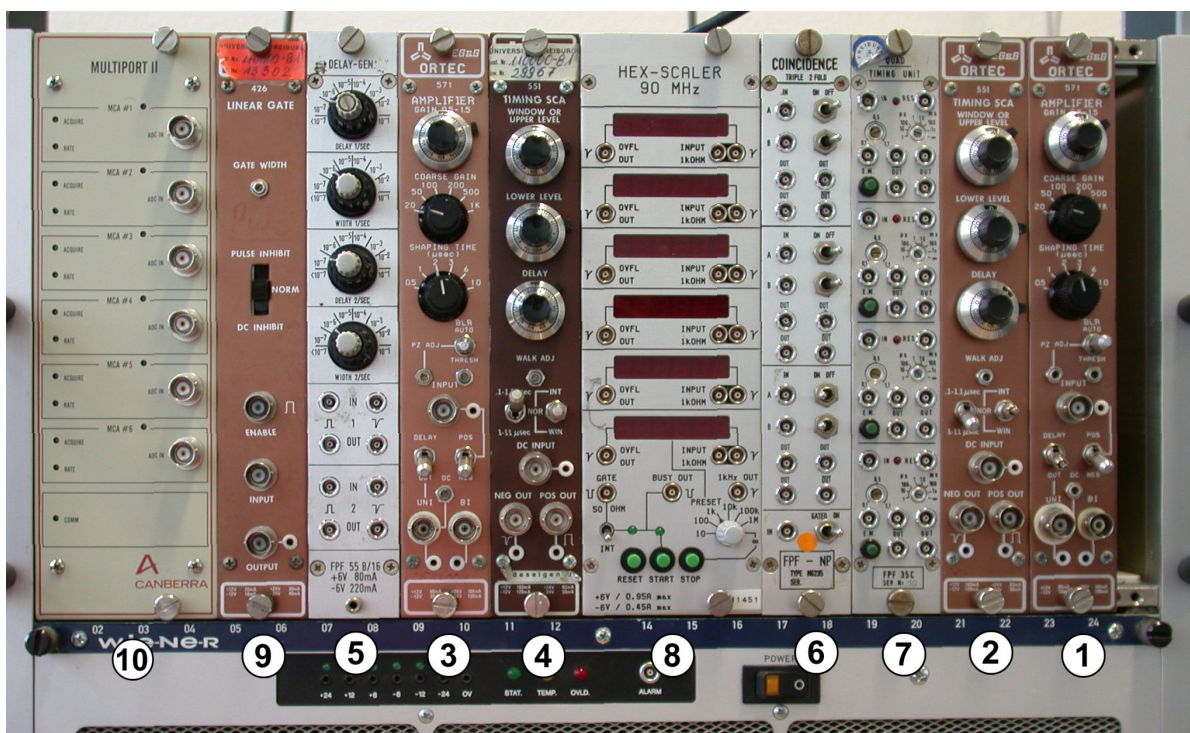


Abbildung 3: 1) und 2) Verstärker und Einkanalanalysator Szintillator A 3) und 4) Verstärker und Einkanalanalysator Szintillator B 5) Delay-Generator 6) Koinzidenzeinheit 7) Timing Unit 8) Zähler 9) Linear Gate 10) Multichannelanalyser

## 6 Geräteliste

## 7 Literatur

### Staatsexamensarbeiten

- KOTYK, T.: *Gammapektroskopie mit Szintillationszählern; aus Versuche zur Radioaktivität*, Zulassungsarbeit Lehramt, Universität Freiburg, 2005

### Weiterführende Literatur

- BÄCHMANN, K.: *Messung radioaktiver Nuklide*, Wiley, 1970, Seite 7-12 u. 43-48 (K28)
- EVANS, R.D.: *The Atomic Nucleus*, Krieger Publishing Company, 1982, Kapitel 1 und 6, Seite 477 (K8)
- FÜNFER, E.; NEUERT, H.: *Zählrohre und Szintillationszähler*, Braun, 1954, Kapitel II D und III E (KE 13)
- KOHLRAUSCH, F.: *Praktische Physik, Band II - Elektrizität und Magnetismus, Korpuskeln und Quanten*, Teubner, Stuttgart, 1962 (PR2)
- MARMIER, P.: *Kernphysik, Band I*, Verlag der Fachvereine Zürich, 11. Auflage, 1985, Seite 22-50, 97-154, 263-294 u. 706-713 (K42)
- RIEZLER, W.: *Einführung in die Kernphysik*, Oldenbourg, 6. Aufl., 1959, Seite 78-86 (K2)
- SCHPOLSKI, E.W.: *Atomphysik Band II*, Deutscher Verlag der Wissenschaften, 13.Aufl., 1985, Seite 284, (AA23)
- SIEGBAHN, K.: *Alpha-, Beta- and Gamma-ray Spectroscopy, Vol. I*, Elsevier Pub. Co., inc, 1968, Seite 253 ff. (K46)
- TAIT, W.H.: *Radiation Detection*, Butterworths, 1980 (KB 96)



## 8 Anhang

### 8.1 Beispielgrafik zur Darstellung der Signalformen

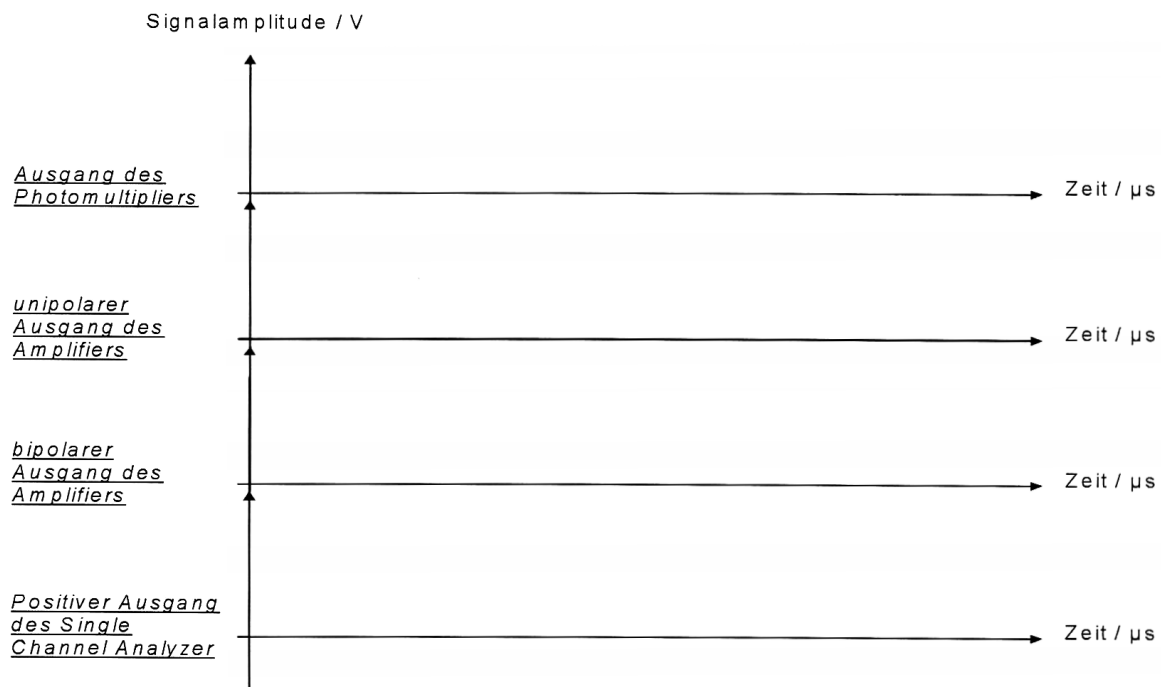


Abbildung 4: Darstellung der Signale an den Ausgängen der NIM-Elektronik

### 8.2 Zerfallskette

#### Thorium228-Zerfallskette

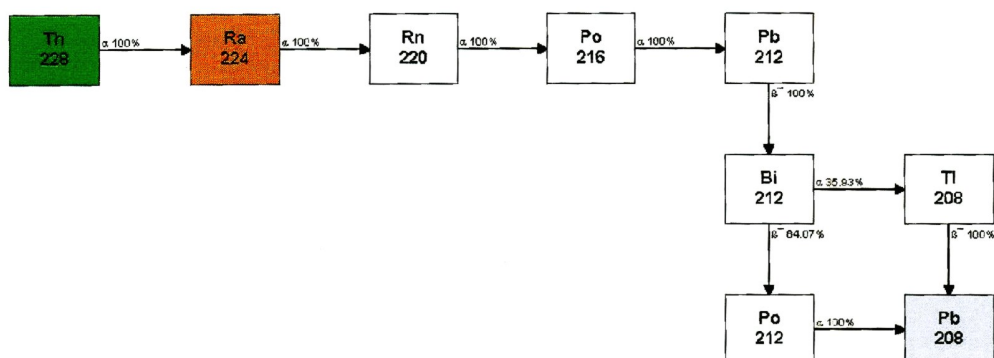


Abbildung 5: Zerfallskette ausgehend von  $^{228}\text{Th}$

## 8.3 Zusatzinformationen zum Szintillationszähler

:

