

# **FP-2024 - Versuch V18**

**Germaniumdetektor**

Jan Oppoli

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Zielsetzung</b>   | <b>2</b> |
| <b>2</b> | <b>Theorie</b>   | <b>2</b> |
| 2.1      | Wechselwirkungsprozesse von Photonen mit Materie . . . . . | 2        |
| 2.1.1    | Photoelektrischer Effekt . . . . .                         | 3        |
| 2.2      | Compton-Effekt . . . . .                                   | 3        |
| <b>3</b> | <b>Aufbau</b>  | <b>3</b> |
| <b>4</b> | <b>Durchführung</b>  | <b>3</b> |
| <b>5</b> | <b>Auswertung</b>  | <b>3</b> |
| <b>6</b> | <b>Diskussion</b>  | <b>3</b> |
| <b>7</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>                                | <b>3</b> |
| <b>8</b> | <b>Anhang</b>  | <b>4</b> |

# 1 Zielsetzung

Ziel des vorliegenden Versuchs ist es, mithilfe eines hochreinen Germaniumdetektors verschiedene Radioaktive Gammastrahler auf ihre Charakteristika, wie die Vollenergienachweiswahrscheinlichkeit, zu untersuchen. Nach einer Energiekalibration mittels hinreichend dokumentierter Probe werden die Spektren von sowohl bekannten Materialien, als auch zu bestimmenden Elementen gemessen und ausgewertet. Aufgrund des hohen Energieauflösevermögens sind Germaniumdetektoren von enormem Wert für die Gamma-Spektroskopie.

## 2 Theorie

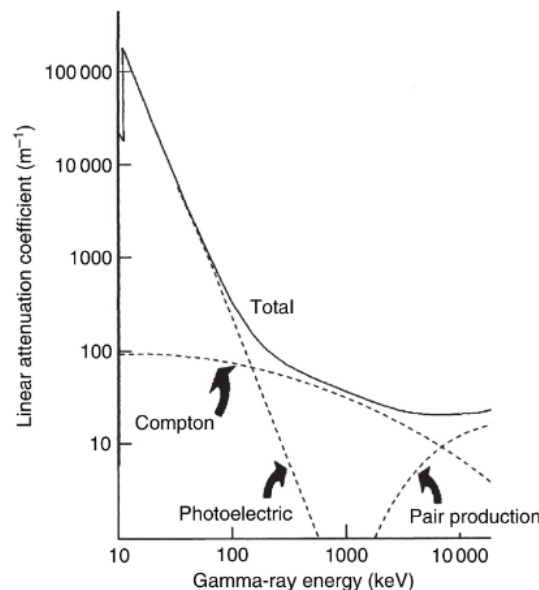
Nachdem zunächst auf die verschiedenen Wechselwirkungen von elektromagnetischer Strahlung mit Materie eingegangen wird, folgt mit diesem Wissen eine Einführung in die Funktionsweise des verwendeten Germaniumdetektors.

### 2.1 Wechselwirkungsprozesse von Photonen mit Materie

Im Wesentlichen spielen drei Effekte eine wesentliche Rolle bei dem Einfall von im Versuch erzeugten Gammaquanten in Materie, wie in Abbildung 1 dargestellt ist. Allgemein kann die Intensität  $I$  von Strahlung innerhalb eines Materials abhängig von der Eindringtiefe  $x$  mithilfe der Funktion

$$I(x) = I_0 \cdot \exp(-\mu x) \quad (1)$$

modelliert werden, wobei  $\mu$  Extinktionskoeffizient oder Absorptionskoeffizient genannt wird. Dieser von verschiedenen Materialeigenschaften sowie Strahlungsenergie abhängige Parameter beschreibt, wie stark ein Material die respektive Strahlung abschwächt. Im Anschließendenden wird der zustandekommende Graph erklärt.



**Abbildung 1:** Schematischer Verlauf des Extinktionskoeffizienten in Abhängigkeit der Photonenenergie[1].

### 2.1.1 Photoelektrischer Effekt

Der Photoeffekt beschreibt den Prozess, bei dem ein Gammaquant seine gesamte Energie an ein Hüllelektron eines Atoms abgibt, es herauslöst und das Atom somit ionisiert. Damit es zu diesem Verhalten kommen kann, müssen die Photonen bestimmte Energien, welche mit den Bindungsenergien der Elektronen im Atom übereinstimmen, besitzen. Der Wirkungsquerschnitt  $\sigma$ , ein Maß für die Wahrscheinlichkeit eines Wechselwirkungsprozesses, sinkt für den Photoelektrischen Effekt mit steigender Energie, was sich in Abbildung 1 in einer Abnahme des Extinktionskoeffizienten  $\mu$  widerspiegelt. Konkret ergibt sich als quantitative Abhängigkeit

$$\sigma \sim Z^\alpha E^\delta, \quad (2)$$

wobei  $Z$  die Kernladungszahl des Absorbers,  $E$  die Strahlungsenergie und  $\alpha \in (4, 5)$  und  $\delta = -3,5$  die Exponenten der Proportionalität beschreiben. Ebenso ist ersichtlich, dass dieser Prozess für Photonenenergien bis zu 100 keV dominiert.

## 2.2 Compton-Effekt

## 3 Aufbau

## 4 Durchführung

## 5 Auswertung

## 6 Diskussion

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] G. Gilmore. *Practical Gamma-ray Spectrometry*. 2. Aufl. Wiley, 2008.

## 8 Anhang