

POSITRONEN-EMISSIONS-TOMOGRAPHIE (PET)

ZIELE DES VERSUCHES

- Die Veranschaulichung der Prinzipien der Tomographie einschließlich der tomographischen Bildrekonstruktion mittels gefilterter Rückprojektion
- Die Vermittlung der Grundlagen der PET als emissionstomographisches Verfahren und Koinzidenzmessverfahren
- Die Generierung von Spektren aus im Listen-Modus vorliegenden Vielparameter- Messdaten als eine wichtige Auswerte-Technik in der modernen Strahlungsmesstechnik und in der Kern- und Teilchenphysik

KURZZUSAMMENFASSUNG

Die PET hat sich als ein wichtiges nuklearmedizinisches Bildgebungsverfahren in der klinischen Anwendung ebenso wie in der medizinischen, biologischen und pharmazeutischen Forschung etabliert. Sie hat ihre klinische Bedeutung vor allem in der Onkologie, wird aber auch in der Neurologie und in der Kardiologie eingesetzt.

Den grundlegenden physikalischen Prozess für die PET stellt die Annihilation eines Positrons des Markierungsstoffes (Tracer) mit einem Elektron der umliegenden Materie dar. Die beiden dabei entstehenden antiparallelen Annihilationsphotonen können von den Detektorsegmenten des PET-Tomographen registriert werden. Der Zerstrahlungsort des Positrons liegt auf der Verbindungslinie der beiden in Koinzidenz nachgewiesenen Annihilationphotonen.

Aus der Aufnahme von mehreren eindimensionalen Projektionen der Aktivitätsverteilung unter verschiedenen Winkeln kann mit Hilfe von Bildrekonstruktionsmethoden deren Verteilung für eine zweidimensionale Ebene berechnet werden. Die Aufnahmen erfolgen beim Ausbildungstomographen mit zwei gegenüberliegenden Detektoren, die entlang des Gesichtsfeldes verfahren werden (a). Die Projektionsaufnahmen unter verschiedenen Winkeln werden durch eine Rotation des Detektorsystems realisiert (b).

Zur koinzidenten Registrierung der beiden Annihilationsphotonen werden zwei kommerzielle BGO-Blockdetektoren verwendet, bei denen durch unterschiedliche Einschnitttiefen an der Kristalloberfläche eine Kristallmatrix (Pixel: $6,75 \times 6,75 \text{ mm}^2$) realisiert ist, die von vier Photomultipliern (PMT) ausgelesen wird. Für die Messung ist sowohl die Zeit- wie auch die Amplitudeninformation der Detektorsignale von Bedeutung, weshalb eine Aufteilung der Signalverarbeitung in einen schnellen Zweig für die Koinzidenzlogik und einen langsamen Zweig zur Auswertung der Signalamplituden notwendig ist. Aus den vier Amplituden eines Detektors kann sowohl auf die Energie wie auch auf den Ort des einfallenden Teilchens geschlossen werden. Weil die Datenerfassung gleichzeitig mit der linearen Fahrbewegung der Detektoren erfolgt, muss zusätzlich die aktuelle Detektorposition registriert werden. Die Speicherung der Messdaten erfolgt für jede Projektion in eine separate Binärdatei, womit eine Offline-Auswertung nach der Messung möglich ist.

VERSUCHSAUFGABEN

Im ersten Teil des Versuches werden Kalibrierungsmessungen durchgeführt. In der Auswertung sollen die Nachweiseffektivität des Detektorsystems und daraus folgend die Aktivität verschiedener Quellen ermittelt werden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der qualitativen Betrachtung der Koinzidenzzeit- und

Energiespektren. Die quantitative Auswertung der Spektren bezieht sich auf die Ermittlung der Auflösungszeit des PET-Systems sowie die Festlegung der Sortierbedingungen für die tomographische Rekonstruktion.

Im zweiten praktischen Teil werden tomographische Messungen mit unterschiedlichen Quellkonfigurationen bei unterschiedlichen Messbedingungen (verschiedene Phantome, Messung mit isotroper und anisotroper Dichteverteilung) durchgeführt. In der Auswertung dieser Messung sollen die Position der Quellen und das örtliche Auflösungsvermögen des Ausbildungstomographen bestimmt werden. Außerdem soll die Aktivität der Quellen ermittelt und mit den erhaltenen Werten aus der Kalibrierungsmessung verglichen werden. Als Positronenemitter werden bei allen Messungen ^{22}Na -Punktquellen verwendet.

Neben dem praktischen Teil gibt es einen theoretischeren Teil des Versuches. Dabei wird die Datenverarbeitung für den Ausbildungstomographen näher betrachtet. Im Anschluss daran sollen die einfachen und gefilterten Projektionen einer vorgegebenen Quellverteilung und die sich daraus in der Rückprojektion ergebenden Bildpixelwerte berechnet werden. Diese Übung veranschaulicht nochmals auf sehr gute Weise die tomographische Bildentstehung.

VERSUCHSABLAUF

Der Versuch wird mit drei Gruppen parallel durchgeführt.

Uhrzeit	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
8:00 - 9:15	Strahlenschutzbelehrung und gemeinsame Vorbesprechung	Strahlenschutzbelehrung und gemeinsame Vorbesprechung	Strahlenschutzbelehrung und gemeinsame Vorbesprechung
9:15 - 10:00	Kalibrierungsmessung	Vorbereitung Kalibrierungsmessung	Theorie
10:00 - 10:45	Auswertung Kalibrierungsmessung	Kalibrierungsmessung	Theorie
10:45 - 11:30	Tomografische Messung I	Theorie	Vorbereitung Kalibrierungsmessung
11:30 - 12:15	Mittagspause	Theorie	Kalibrierungsmessung
12:15 - 13:00	Auswertung tomografische Messung I	Mittagspause	Tomographische Messung I
13:00 - 13:45	Theorie	Tomographische Messung I	Mittagspause
13:45 - 14:15	Theorie	Tomographische Messung II	Auswertung tomografische Messung I
14:15 - 14:45	Theorie	Auswertung tomografische Messung I	Tomographische Messung II
14:45 - 15:15	Tomographische Messung II	Auswertung tomografische Messung II	Auswertung tomografische Messung II
15:15 - 16:00	Abschließende Diskussion	Abschließende Diskussion	Abschließende Diskussion

- In der Vorbesprechung werden kurz die physikalischen Grundlagen des Versuchs diskutiert.
- Ein Teil der Auswertung der tomographischen Messung kann bei Bedarf zu Hause fertig gestellt werden.
- Das Protokoll kann elektronisch zugeschickt, muss aber persönlich abgeholt werden.
- Die Abholung beinhaltet eine kurze Diskussion zur Auswertung des Versuchs.

DOWNLOADS ZUM VERSUCH

- Ausführliche Versuchsanleitung als [PDF-Dokument](#)
- Bemerkung: Die gegebenen Stichworte in der Anleitung sind ein Leitfaden für die Versuchsvorbereitung und sollten daher sorgfältig durchgearbeitet werden.

Versuchsbeginn jeweils freitags 8.00 Uhr im Andreas-Schubert-Bau vor Zimmer 423 (4. Etage),

donnerstags nach Absprache.

KONTAKTPERSON

- Arnd Sörensen, ASB 420, Tel 463 33166

last update November 20th 2014, 12:02