

Positronen-Emissions-Tomographie mit digitalen Si-Photomultipliern

Fortgeschrittenen Praktikum Bachelor Physik

Thomas Dey, Physics of Molecular Imaging Systems, RWTH Aachen

Zusammenfassung: Die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) beruht auf dem Nachweis der beiden bei der Annihilation von Positron und Elektron entstehenden γ -Photonen. Sie erlaubt die Darstellung von metabolischen Prozessen auf molekularer Ebene. Damit können etwa Metastasen entdeckt und die Bösartigkeit von Tumoren bewertet werden. Neben der Onkologie wird PET auch in der Neurologie und der Kardiologie eingesetzt. Der von uns entwickelte Praktikumsversuch soll den Studenten einen Einblick in die medizintechnische Anwendung von γ -Detektoren im Allgemeinen und digitalen Silizium-Photomultipliern (SiPM) im Besonderen geben.

SiPMs bestehen aus vielen Photodioden, welche im Geiger Modus betrieben werden, den sogenannten Single-Photon-Avalanche-Dioden (SPADs). Diese erlauben den Nachweis von geringen Lichtintensitäten, bis hin zu einzelnen optischen Photonen. Eine Besonderheit der digitalen SiPMs (dSiPMs) ist, dass sich einzelne SPADs als digitale Einheiten konfigurieren lassen und sich so der Dunkelstrom durch Deaktivierung von besonders rauschanfälligen SPADs minimieren lässt.

Die Studierenden messen im Versuch die Dunkelstromrate der einzelnen SPADs, erstellen daraus eine Dunkelstromkarte und untersuchen, ob systematische Effekte etwa durch Temperaturunterschiede oder Lichteinfall vorhanden sind. Dadurch wird diese Besonderheit der dSiPMs direkt erfahrbar.

Daneben werden für die PET-Bildgebung wichtige Parameter wie die Energie- und Zeitauflösung aus den gemessenen Spektren bestimmt und deren Einfluss auf die Bildgebung in der Vorbesprechung erörtert. Außerdem verlangt die Berechnung der erwarteten Detektionsraten mit den gemessenen Werten eine detaillierte Betrachtung der Nachweiskette vom Zerfallsschema über die Absorption im Szintillator bis zum Nachweis der optischen Photonen mittels der dSiPMs und eine entsprechende Fehlerrechnung.

Der Aufbau basiert auf einer, in unserer Arbeitsgruppe, entwickelten Forschungsplattform. Dies gibt den Bachelorstudenten einen ersten Einblick in den Arbeits- und Laboralltag im Institut.

Der Versuch wird von uns zum zweiten Mal angeboten und wird stetig weiterentwickelt. So soll beispielsweise die Berechnung der Aktivitätsverteilung (die sogenannte Rekonstruktion), des eigentlichen PET Bildes aus den aufgenommenen Rohdaten Teil des Versuches werden.