

Zusammenfassung

Die Compton-Camera ist ein neues Detektorsystem zur bildlichen Darstellung von radioaktiven Markierungssubstanzen im Bereich der Gammastrahlung, das prinzipiell eine besonders gute Ortsauflösung und hohe Empfindlichkeit liefern kann. Die ist von grosser Bedeutung für die moderne bio-medizinische Forschung oder für darauf basierende diagnostische Verfahren.

Dafür ist ein neues Konzept einer software-basierten Koinzidenzmessung entwickelt worden, das auf den bereits vorhandenen Datenaufnahmesystemen der Hochenergiephysik aufbaut, bei denen die Information von mehreren Tausend Kanälen von verschiedenen Detektortypen zusammengefügt werden. Auf der Basis der Digitalisierung analoger Signale durch FADCs (flash analog to digital converters), einer modernen Struktur einer ersten Stufe von Prozessoreinheiten, realisiert durch FPGAs (field programmable gate arrays) und einer erweiterbaren schnellen Busstruktur, wurde ein System aufgebaut, bei dem die Signale von einem 19-kanaligen Streudetektor und einem Absorptionsdetektor (Anger-Camera) eindeutig zusammengefügt werden konnten. Die Verwendung von Zeitmarkierungen spielte dabei eine zentrale Rolle, um die Zuordnung der Signale der Detektorcomponenten von der asynchronen Erzeugung in den synchronen Teil der weiteren Verarbeitung zu erhalten. Mit diesem Datenaufnahmesystem ist es erstmals gelungen, Signale von Silizium-Drift Detektoren, die durch Compton-Elektronen erzeugt wurden, und Signale des gestreuten Gamma-Quanten, die in dem zweiten Absorptionsdetektor erzeugt werden, zu Paaren zusammensetzen und damit die Streuereignisse zu rekonstruieren, wobei eine Winkelgenauigkeit von etwa 1° erreicht wurde. Diese Genauigkeit liegt nahe an dem theoretisch erwarteten Wert.

Bisher gab es keine Anhaltspunkte über den Einfluss eines Prozessors auf die erzielte Qualität bei einer Bildaufnahme. Der übliche Weg über die Beschreibung einer "Detective Quantum Efficiency" (DQE) wurde daher auf diesen Prozess erweitert. Dazu wurden mit Hilfe des Monte-Carlo-Verfahrens Simulationen mit Zeitmarken über das Totzeitverhalten dieses "software"-basierten Koinzidenzsystems durchgeführt.

Es konnte gezeigt werden, dass das neue System sich im Wesentlichen so verhält, als würde es durch eine "paralysierende" Totzeit bei höheren Raten limitiert. Genauere Untersuchungen zeigen, dass dafür die Zeitdauer zur Verarbeitung eines Ereignisses in dem Prozessor und die Tiefe des Puffers massgebend sind, was für spätere Echtzeitanwendungen und Weiterentwicklungen von Bedeutung ist. Die zur Zeit verfügbare neuester Generation von Prozessoren sind aber durchaus in der Lage ohne allzu grosse Verluste den Anforderungen eines komplexen Detektors zu genügen.