

ST 3: Novel X-Ray Detectors

Time: Monday 15:00–16:20

Location: H 2033

ST 3.1 Mon 15:00 H 2033

Evaluierung eines Fluoreszenzstrahlers mit dem Simulationsprogramm ROSI — ●ANJA LOEHR, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Physikalisches Institut, Erwin-Rommel Str.1, 91058 Erlangen

Die Modellierung komplexer Röntgenröhrenkonzepte verlangt nach einem zuverlässigen und dennoch einfach zu nutzenden Simulationsprogramm. ROSI (ROentgen Simulation) wurde zu diesem Zweck an unserem Institut entwickelt und stellt einen objektorientierten, open source Monte-Carlo Simulationscode dar. Seit der Entwicklung hat sich ROSI in vielen Bereichen bewährt, wie z.B. bei Detektor- und Röntgenröhrencharakterisierungen. In diesem Beitrag werden Simulationsergebnisse vorgestellt für verschiedene Fluoreszenzstrahlerkonzepte. Das Ziel der Untersuchungen war es, eine Konfiguration zu finden bei der sowohl der Fluoreszenzanteil eines Röntgenspektrums, als auch der Röntgenfluß optimiert werden.

ST 3.2 Mon 15:10 H 2033

Correlated Counting and Energy Resolving Properties of Photon Counting X-Ray Detectors like the Medipix Detectors — ●MICHAEL BOEHNEL, PETER BARTL, THILO MICHEL, and GISELA ANTON — FAU Erlangen, Physikalisches Institut, Abteilung IV, Medizinphysikgruppe

There is a strong effort in the development of semiconductor photon counting pixel detectors to determine the energy deposition of every single interacting photon. With this additional energy information, it is possible to use for example energy weighting and material reconstruction methods in medical imaging. Due to small pixel sizes needed for high spatial resolution, charge sharing has a strong impact on the counting principle and energy resolution, as it leads to multiple counts and an energy dissipation of a detected single photon. Therefore, we examined with experiments and Monte Carlo simulations the aspect of multiple counts in the average multiplicity framework in respect to photon energy and detector settings. These investigations were done with the Timepix detector and its two different counting modes. Furthermore simulations of the upcoming Medipix3 detector were performed to evaluate the energy resolving and counting properties of the new detector design.

ST 3.3 Mon 15:20 H 2033

3D Simulation influenzierter Signale im Medipix Detektor — ●BJÖRN KREISLER, GISELA ANTON, JÜRGEN DURST und THILO MICHEL — Physikalisches Institut Abt.IV, Universität Erlangen, Erwin-Rommel-Straße 1, 91058 Erlangen

Bei direktkonvertierenden pixelierten Detektoren wie dem Medipix Detektor kommt es zu Signalunschärfen durch Diffusion der erzeugten Ladungen über die Pixelgrenzen. Selbst wenn die gesamte Ladung in einem Pixel gesammelt wird, kann es in benachbarten Pixeln zu temporären Signalen kommen, die bei zählenden Detektoren zu Fehlzählungen führen können. Diese influenzierten Signale können mit Hilfe des Theorems von Ramo sehr gut simuliert werden. Dabei wird aus der Bewegung der Ladungen mit Hilfe des Wichtungspotentials der influenzierte Strom berechnet.

In diesem Beitrag wird eine 3D Simulation der influenzierten Signale mit dem Finite-Elemente-Programm Comsol gezeigt. Die zeitaufgelöste Simulation ergibt den Strompuls für einen bestimmten Interaktionspunkt des Röntgenphotons. Da diese Simulationen sehr zeitaufwändig sind, wird zusätzlich eine adjungierte Lösung vorgestellt, die in einer Simulation Zugang zu allen möglichen Interaktionspunkten im Sensor eröffnet.

ST 3.4 Mon 15:30 H 2033

Untersuchungen zu Si und CdTe als Sensormaterial für den Medipix2-Detektor — ●EWALD GUNI, JÜRGEN DURST, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Physikalisches Institut IV, Erlangen

Gegenstand aktueller Forschung im Bereich der Röntgendetektoren sind direktkonvertierende, photonenzählende Detektoren. Im Gegensatz zu herkömmlichen Messsystemen, welche die von den Röntgenphotonen im Sensor deponierte Energie integrieren, sind diese in der Lage einzelne Photonen zu zählen. Der Medipix2-Detektor ist ein solcher Detektor. Er stammt aus der Teilchenphysik und wurde im Rahmen der Medipix-Kollaboration entwickelt. Mit ihm ist es möglich Ort und Energie des absorbierten Photons zu bestimmen, was

zusätzliche Informationen liefert. Das am häufigsten verwendete Sensormaterial ist Silizium. Die Absorptionfähigkeit von Silizium ist jedoch bei den verwendeten Sensordicken und der in der medizinischen Bildgebung verwendeten Röntgenenergien häufig ungenügend. Deshalb wurden in den letzten Jahren erfolgreich Versuche unternommen, Verbundhalbleiter wie GaAs oder CdTe mit höherer Ordnungszahl Z und daher auch höheren Absorptionskoeffizienten auf den Medipix2-Chip zu integrieren. In diesem Beitrag werden Temperatureffekte bei der Energiekalibrierung des Medipix2-Detektors untersucht. Desweiteren werden Simulationen vorgestellt, CdTe als Sensormaterial für den Medipix2 zu verwenden.

ST 3.5 Mon 15:40 H 2033

Spektrumrekonstruktion mit dem Medipix2 und Medipix3 — ●PATRICK TAKOUKAM TALLA, GISELA ANTON, THILO MICHEL, MARKUS FIRSCHING und PETER BARTL — Universität Erlangen Physikalisches Institut IV Erwin-Rommel-str.1 91058 Erlangen

Der Medipix2-Detektor ist ein pixelierter Halbleiterdetektor, mit dem einzelne Röntgenphotonen gezählt werden können. Mit den einstellbaren Energieschwellen des Detektors erhält man Informationen über die Energie der einfallenden Strahlung und anhand dieser kann das einfallende Spektrum rekonstruiert werden. Der Medipix2 leidet jedoch aufgrund seiner kleinen Pixelgröße unter Charge Sharing und dies führt unter anderem dazu, dass bei der Antwort des Detektors auf monoenergetische Einstrahlung mit Photonen höherer Energie der Photopeak im Energiedepositionsspektrum kaum zu erkennen ist. Der Nachfolger des Medipix2, namentlich der Medipix3, der sich zur Zeit in Entwicklung befindet, ist eine weiterentwickelte Variante eines photonenzählenden pixelierten Halbleiterdetektors mit deutlich erweiterter Funktionalität. Vor allem mit seinem Charge-Summing Modus werden die negativen Auswirkungen des Charge Sharings erfolgreich reduziert. In diesem Vortrag wird simulationsbasiert ein Vergleich der Antwortfunktionen beider Detektoren auf monoenergetische Einstrahlung präsentiert. Des weiteren werden die Möglichkeiten der Rekonstruktion einfallender Spektren von Röntgenphotonen für beide Detektoren vergleichend dargestellt. Autoren: P.Takoukam, G.Anton, T.Michel, M.Firsching, P.Bartl

ST 3.6 Mon 15:50 H 2033

Messungen zur Materialrekonstruktion mit dem Medipix2 Detektor — ●MARKUS FIRSCHING, PATRICK TAKOUKAM TALLA, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Physikalisches Institut, Erlangen

Aktuelle Pixeldetektoren wie z.B. der Medipix2 bieten mit ihren energieauflösenden Eigenschaften eine neue Informationsdimension an. Diese kann zu verbesserter Bildqualität oder Dosisreduzierung z.B. in der medizinischen Bildgebung beitragen.

Bei konventioneller Röntgen- oder CT-Aufnahme eines aus verschiedenen Basismaterialien zusammengesetzten Objekts, kann nur die Summe der Schwächungswerte der einzelnen Komponenten sichtbar gemacht werden. Die Methode der Materialrekonstruktion ermöglicht die quantitative Rekonstruktion der Flächendichten der gewählten Basismaterialien.

Diese Methode wurde bis jetzt nur auf Daten aus Monte-Carlo-Simulationen angewendet. Jetzt konnte sie erfolgreich auf Messdaten angewendet werden. Zwei verschiedene Umsetzungen der Materialrekonstruktion werden vorgestellt und verglichen.

ST 3.7 Mon 16:00 H 2033

Pixelweise Energiekalibrierung des Timepix-Röntgendetektors — ●ULRIKE GEBERT, MICHAEL BÖHNEL, JÜRGEN DURST, CLAUDIO KOPPER, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Physikalisches Institut, Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen

Der Timepix-Detektor gehört zur Medipix-Familie und ist eine Weiterentwicklung des Medipix2MXR. Die Detektoren dieser Familie sind pixelierte, photonenzählende Halbleiterdetektoren, mit denen durch eine einstellbare Energieschwelle rauschfreie Bilder aufgenommen werden können. Deponiert ein Röntgenphoton Energie in einem Pixel, wird in der Pixelelektronik ein Spannungspuls erzeugt, dessen Höhe und Länge proportional zur deponierten Energie sind. Im Time-over-Threshold(TOT)-Betriebsmodus wird die Zeit registriert, in der dieser Puls oberhalb der eingestellten Schwelle liegt. Durch die Proportionalität von deponierter Energie und Pulslänge ist die im TOT-Modus

gemessene Zeit mit der Energie korreliert. Dies ermöglicht die Energiekalibrierung des TOT-Modus. Wir haben die Kalibrierung mit zwei verschiedenen Methoden durchgeführt: Zum einen können interne Testpulse verwendet werden, die jedem Pixel die gleiche Anzahl an Ladungen appliziert, zum anderen können Röntgen-Fluoreszenzstrahlungen verschiedener Materialien gemessen werden. Somit ist eine Zuordnung zwischen deponierter Energie und gemessener Zeit im TOT-Modus möglich. In diesem Vortrag werden die beiden Methoden zur Kalibrierung des TOT-Modus vorgestellt und Messungen und Ergebnisse hierzu gezeigt.

ST 3.8 Mon 16:10 H 2033

Erste Messungen und Ergebnisse zur Phasenkontrastbildung mit dem Timepix-Detektor — •PETER BARTL, PATRICK TAKOUKAM TALL, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Universität Erlangen-Nürnberg, Germany

Phasenkontrastbildung mit Röntgenstrahlung nutzt den Realteil des Brechungsindex des untersuchten Objekts aus. Dieser führt unter der Voraussetzung einer räumlich kohärenten Röntgenquelle

in genügend grossen Abstand hinter dem Objekt zu einem Intensitätsmuster, das mit der lokalen Änderung des Brechungsindex zusammenhängt. Eine graduelle Änderung des Brechungsindex führt zu einer Streuung aus der Vorwärtstrichtung. Der Streuwinkel wird mit abnehmender Energie grösser. Für polychromatische Strahlung kann man daher bei geeigneter Geometrie mit einem Phasenobjekt eine Verteilung der Energien des Spektrums über mehrere Detektorpixel erreichen.

Aus Aufnahmen mit unterschiedlichen Energieschwellen können einzelne schmale Energiebereiche selektiert und der Streuwinkel des jeweiligen Energiefensters bestimmt werden. Daraus lässt sich eine Information über den Brechungsindex und somit eine Materialeigenschaft bestimmen. Es werden hier erste Messungen und Ergebnisse zu Aufnahmen mit dem Timepix-Detektor vorgestellt.

Phasenkontrast wurde in den verschiedenen Aufnahmemodi des Timepix-Detektors evaluiert. Es wurden zudem verschiedene Objekte auf ihre Eigenschaften zur Erzeugung von phasenkontrastbehafteten Aufnahmen untersucht.