

ST 2: Novel X-Ray Detectors: Medipix-2

Chair: Gisela Anton

Zeit: Dienstag 14:00–16:30

Raum: A021

Hauptvortrag ST 2.1 Di 14:00 A021
Neue Möglichkeiten in der Röntgenbildgebung und Dosimetrie mit den photonenzählenden Pixeldetektoren der Medipix-Familie — •THILO MICHEL — ECAP, Physikalisches Institut (Universität Erlangen-Nürnberg), Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen

Photonenzählende Halbleiter-Pixeldetektoren wie die hybrid aufgebauten Detektoren Medipix2, Timepix und Medipix3 eröffnen mit ihren spektroskopischen Fähigkeiten in jedem Pixel neue Möglichkeiten in der Röntgenbildgebung. In diesem Beitrag werden die Detektoren der Medipix-Familie und ihre energieabhängigen bildgebenden Eigenschaften vorgestellt. Es wird erläutert, wie die spektroskopischen Fähigkeiten genutzt werden können, um die spektrale Zusammensetzung einfallender Röntgenstrahlung bei sehr niedrigem oder sehr hohem Fluss zu messen. Mit Kenntnis der Antwortfunktion des Detektors auf monoenergetische Einstrahlung kann eine Überführung von Transmissionsbildern - aufgenommen in unterschiedlichen Energiefenstern - in Materialdichte-Bilder des Objekts vorgenommen werden. Ergebnisse dieser sogenannten Materialrekonstruktion, gewonnen an einem Kleintier-Computertomographen, werden vorgestellt. Die Möglichkeiten zur Anwendung der Detektoren in der Dosimetrie von Röntgenstrahlung werden erläutert.

ST 2.2 Di 14:30 A021
Rekonstruktion der einfallenden Spektren radioaktiver Quellen und Röntgenröhren mit dem Medipix2 — •PATRICK TAKOUKAM TALLA, MARKUS FIRSCHING, JÜRGEN DURST, THILO MICHEL und GISELA ANTON — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Str.1, 91058 Erlangen

Die Messung des Spektrums einer Röntgenröhre oder einer radioaktiven Quelle ist wichtig für eine Vielzahl von Anwendungen. Die Messung solcher Spektren wird mit einem energiesensitiven Detektor durchgeführt. In unserem Fall haben wir den Medipix2 verwendet. Dieser Detektor ist ein pixelierter Halbleiterdetektor, mit dem einzelne Photonen gezählt werden können. Er ist außerdem in der Lage, einen hohen Photonenfluss zu verarbeiten. Der Medipix2 leidet jedoch aufgrund seiner kleinen Pixelgröße unter Charge Sharing. Dies führt unter anderem dazu, dass sich das gemessene Spektrum vom einfallenden unterscheidet.

Mit den einstellbaren Energieschwellen des Detektors erhält man Informationen über die Energie der einfallenden Strahlung. Anhand dieser kann das einfallende Spektrum rekonstruiert werden. Wir berechnen die Energieantworten des Detektors bei monoenergetischer Einstrahlung mit dem MC-Tool ROSI. Diese Energieantworten werden dann zur Entfaltung verwendet, um das einfallende Energiespektrum zu bestimmen. Im Vortrag werden die Ergebnisse der Rekonstruktion für monoenergetische (radioaktive Quellen) und polychromatische (Röntgenröhre) Spektren vorgestellt.

ST 2.3 Di 14:45 A021
Clusteranalyse zur Identifikation einzelner Ereignisse in Aufnahmen von photonenzählenden Röntgenpixeldetektoren — •JÜRGEN DURST, MICHAEL BÖHNEL, THILO MICHEL und GISELA ANTON — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen

Moderne Röntgendetektoren wie die Detektoren der Medipixfamilie arbeiten photonenzählend auf einem feinen Pixelraster. Durch ein Röntgenphoton können aufgrund der Reichweite von erzeugten Ladungsträgern und deren Diffusionseffekten benachbarte Pixel ansprechen. Auch ein Ansprechen weiter entfernter Pixel ist aufgrund der Reichweite von Fluoreszenzphotonen und Compton-gestreuten Photonen möglich. Daher kann es vorkommen, dass ein Röntgenphoton Zählereignisse in mehreren Pixeln hervorruft. Die mittlere Anzahl der von einem Photon ausgelösten Zählereignisse nennt man mittlere Multiplizität, welche unter anderem zur Bestimmung der DQE benötigt wird. Aus einer großen Anzahl von Aufnahmen bei hinreichend kurzer Belichtungszeit oder kleinem Röntgenfluss kann mit Hilfe einer Clusteranalyse diese Größe bestimmt werden. Zur Minimierung der insgesamt notwendigen Messzeit sollen solche Aufnahmen gerade so viele Zählereignisse enthalten, dass einzelne Ereignisse noch mit sehr großer Wahrscheinlichkeit korrekt identifiziert werden können. In diesem Vor-

trag wird der verwendete Clusteranalysealgorithmus vorgestellt. Dabei wird insbesondere auf die dabei auftretenden statistischen und systematischen Fehler eingegangen. Mit Hilfe dieser Betrachtungen sind Optimierungen bei der Belichtungszeit der einzelnen Aufnahmen möglich.

ST 2.4 Di 15:00 A021
Untersuchungen zur Dosimetrie mit dem Medipix2-Detektor — •MICHAEL BÖHNEL, THILO MICHEL und GISELA ANTON — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommelstraße 1, 91058 Erlangen

Die Detektoren der Medipix-Familie sind photonenzählende, pixelierte Halbleiter-Röntgendektoren, die für die Verwendung in der Bildgebung konzipiert sind. Allerdings besitzen sie Eigenschaften wie eine hohe Linearität und einen großen Dynamikbereich, die eine Verwendung zur Dosimetrie für Photonenenergien im klinischen Diagnostikbereich nahelegen.

In diesem Beitrag werden erste experimentelle Verfahren vorgestellt, wie mit dem Medipix2-Detektor aus einem unbekanntem Photonenfeld die nötigen Informationen über das einfallende Spektrum gewonnen werden können und diese dann zur Bestimmung einer Dosisgröße, zum Beispiel des Luftkermas, herangezogen werden.

ST 2.5 Di 15:15 A021
Simulationen zur Dosisbestimmung mit dem Medipix2 — •PETER SIEVERS, MICHAEL BÖHNEL, THILO MICHEL und GISELA ANTON — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen

Beim Medipix2-Detektor handelt es sich um einen pixelierten und photonenzählenden Halbleiterdetektor, der in der Lage ist die Energie der einfallenden Röntgenphotonen zu messen.

Das mit dem Detektor gewonnene Antwortspektrum wird in mehrere Energiebereiche eingeteilt. Die Einträge aus diesen Energiebereichen werden mit einem Algorithmus in eine Dosis umgerechnet. Um die Genauigkeit der rekonstruierten Dosis hinsichtlich der Sensorparameter wie zum Beispiel Sensordicke, Pixelgröße und Anzahl der Pixel zu verbessern, wurden Simulationen mit dem Monte-Carlo-Simulationsprogramm ROSI durchgeführt. Betrachtete Kenngrößen der Optimierung sind das Verhältnis tatsächlicher zu rekonstruierter Dosis und der statistische Fehler. Ferner wurde sowohl die Anzahl der Energiebereiche als auch deren Breite mit Hilfe eines Algorithmus optimiert.

ST 2.6 Di 15:30 A021
Erweiterung der adjungierten 3D Simulation von Strompulsen in direktkonvertierenden Röntgendetektoren — •BJÖRN KREISLER, JÜRGEN DURST, THILO MICHEL und GISELA ANTON — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Straße 1, 91058 Erlangen

Die Detektoren der Medipixfamilie sind direktkonvertierende Röntgendetektoren und bestehen aus einem ASIC und einer damit verbundenen Sensorschicht. Diese Sensorschicht soll möglichst alle eintreffenden Röntgenphotonen absorbieren und die durch erzeugte Ladungsträger induzierten Signale werden im ASIC ausgewertet. In diesem Beitrag werden Simulationen von induzierten Signalen gezeigt, die durch die Drift und Diffusion von Ladungsträgern in der Sensorschicht eines Röntgendetektors entstehen. Die zeitliche Struktur dieser Signale variiert stark mit den Interaktionspunkten der Röntgenstrahlung. Diese Abhängigkeit verändert sich bei unterschiedlichen Elektrodenkonfigurationen und bei der Berücksichtigung von Materialparametern des Sensormaterials. Die Dotierung des Materials hat einen deutlichen Einfluss auf das elektrische Feld im Sensor. Die Implementierung in die adjungierte Simulation wird in diesem Beitrag vorgestellt.

ST 2.7 Di 15:45 A021
Simulationen zu gitterbasierter Phasenkontrast-Technik in der Röntgenbildgebung — •PETER BARTL, THILO MICHEL und GISELA ANTON — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Str.1, 91058 Erlangen

Gitterbasierte Talbot-Interferometrie zur Gewinnung von Phaseninformationen eines Röntgenwellenfeldes stellt seit wenigen Jahren

eine vielversprechende Alternative zur Absorptionsbildgebung mit Röntgenstrahlung dar. Durch die Ausnutzung des Talbot-Effekts kann die Störung einer Wellenfront untersucht werden. Dies wird durch die Verschiebung zweier Gitterstrukturen gegeneinander in geeignetem Abstand erreicht. Aus einer solchen Abtastung einer periodischen Wellenfront und ihrer Störung kann aus der Messung mehrerer Intensitätsmuster die Phase der Wellenfront rekonstruiert werden.

Zur Erweiterung des Verständnisses dieser Art von Bildgebung wurde ein Simulationsmodell auf der Basis von Wellenfeldpropagation entwickelt. Damit kann der Einfluss von wichtigen Systemgrößen detailliert und effizient untersucht werden. Parameter, die mit der Simulation optimiert werden können, sind unter anderem die Geometrien des gitterbasierten Aufbaus und zudem die Einflüsse der einzelnen Gitter auf die Phasenrekonstruktion. Des Weiteren können Kohärenzeigenschaften und -voraussetzungen, die an das bildgebende System gestellt werden müssen, simuliert bzw. charakterisiert werden. Zu den genannten Einflussgrößen werden erste Ergebnisse präsentiert.

ST 2.8 Di 16:00 A021

Bildgebung mit dem Medipix-2 mit CdTe Sensor — ●DOMINIC GREIFFENBERG, SIMON PROCZ, ANDREAS ZWERGER, ALEX FAULER und MICHAEL FIEDERLE — FMF, 79104 Freiburg, Stefan-Meier-Str. 21

Der Medipix-2 ist eine pixellierte Ausleseelektronik, bestehend aus 256 x 256 Pixeln mit einer Pixelgröße von 55 x 55 μm^2 , die in der Lage ist einzelne Photonen zu zählen. Das Prinzip des Zählens einzelner Photonen ist bei bildgebenden Verfahren interessant, da hier das Rauschen aufgrund einstellbarer Energieschwellen minimiert werden kann. Das Hybriddesign ermöglicht die Anpassung des Sensormaterials an

die gegebenen experimentellen Bedürfnisse. Somit kann abhängig von Energie der einfallenden Photonen das Material gewählt werden. Typische Detektormaterialien sind Si, GaAs oder CdTe. Das vorherrschende Detektormaterial ist Silizium, aufgrund der geringen Ordnungszahl besitzt es jedoch eine relativ geringe Absorptionswahrscheinlichkeit bei hohen Photonenenergien. Im Gegensatz dazu besitzen Materialien wie GaAs oder CdTe eine hohe Absorptionswahrscheinlichkeit für Photonenenergien bis 60 keV beziehungsweise bis 100 keV und sind damit für die Bildgebung in diesem Energiebereich besser geeignet. Im FMF in Freiburg wurden Medipix-2 mit CdTe Sensoren produziert, die bezüglich ihrer bildgebenden Eigenschaften untersucht wurden. Der Medipix-2 hat zwei einstellbare Energieschwellen, die 3-Kanal-Bilder (RGB) ermöglichen, wobei jeder Kanal einem eigenen Energiebereich entspricht. Es werden die Ergebnisse von CdTe-Sensoren mit den Ergebnissen von Si-Sensoren verglichen.

ST 2.9 Di 16:15 A021

Ergebnisse zum Thema Transmissionsanode — ●ANJA LOEHR, JÜRGEN DURST, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Erlangen Centre for Astroparticle Physics (ECAP), 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. Gezeigt werden Untersuchungen zum Thema Transmissionsanoden.