

Fachverband Strahlen- und Medizinphysik (ST)

Thilo Michel
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
Erlangen Centre for Astroparticle
Physics (ECAP)
Erwin-Rommel-Str. 1
91058 Erlangen
Thilo.Michel@fau.de

Ronja Hetzel
RWTH Aachen
III. Physikalisches Institut B &
Department of Physics of Molecular
Imaging (PMI)
Templergraben 5
52062 Aachen
ronja.hetzel@physik.rwth-aachen.de

Sebastian Theilenberg
Columbia University
Department of Biomedical
Engineering
New York
USA
sebastian.theilenberg@columbia.edu

Übersicht der Hauptvorträge und Fachsitzungen

(Hörsaal Phys-HS P)

Hauptvorträge

ST 6.1	Do	14:00–14:25	Phys-HS P	Wilhelm Conrad Röntgen - Die Entdeckung der Röntgenstrahlen und die Entstehung neuer medizinischer Berufsfelder — ●UWE BUSCH
ST 6.2	Do	14:25–14:50	Phys-HS P	Röntgenstrahler in der medizinischen Diagnostik — ●JÖRG FREUDENBERGER
ST 6.3	Do	14:50–15:15	Phys-HS P	Spiral-CT der Brust mit hoher Ortsauflösung und niedriger Patientendosis — ●WILLI A. KALENDER
ST 6.4	Do	15:15–15:40	Phys-HS P	Strahlentherapie mit Photonen: Einführung und aktuelle Entwicklungen — ●CHRISTOPH BERT
ST 6.5	Do	15:40–16:05	Phys-HS P	High Resolution Computed Tomography in Laboratory Environment — RANDOLF HANKE, ●SIMON ZABLER, FELLA CHRISTIAN

Fachsitzungen

ST 1.1–1.10	Mo	16:00–18:45	Phys-HS P	Radiation Therapy
ST 2.1–2.8	Di	16:30–18:45	Phys-HS P	Detector Physics
ST 3.1–3.2	Di	18:45–19:15	Phys-HS P	Biomedical Imaging I
ST 4.1–4.8	Mi	14:00–15:30	Phys-HS P	Poster Session
ST 5.1–5.9	Mi	16:30–19:00	Phys-HS P	Biomedical Imaging II
ST 6.1–6.5	Do	14:00–16:05	Phys-HS P	DPG meets DGMP: Röntgen
ST 7.1–7.11	Do	16:30–19:15	Phys-HS P	Radiation monitoring and Dosimetry
ST 8	Do	19:30–20:30	Phys-HS P	Mitgliederversammlung

Mitgliederversammlung Fachverband Strahlen- und Medizinphysik

Do, 22.03.2018 19:30–20:30 Phys-HS P

ST 1: Radiation Therapy

Zeit: Montag 16:00–18:45

Raum: Phys-HS P

ST 1.1 Mo 16:00 Phys-HS P

Berücksichtigung der Bragg-Peak-Verbreiterung durch heterogenes Lungengewebe in der Protonentherapie von thorakalen Tumoren — ●KILIAN-SIMON BAUMANN^{1,2}, VERONIKA FLATTEN^{1,2}, ULI WEBER³, RITA ENGENHART-CABILLIG^{1,4} und KLEMENS ZINK^{1,2,5} — ¹Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie — ²Technische Hochschule Mittelhessen, Institut für Medizinische Physik und Strahlenschutz — ³GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Abteilung Biophysik — ⁴Marburger Ionenstrahl-Therapiezentrum (MIT) — ⁵Frankfurt Institute for Advanced Studies

Heterogene Strukturen im sub-millimeter Bereich wie beispielsweise Lungengewebe führen zu einer Verbreiterung des Bragg-Peaks. Wird diese Verbreiterung in der Bestrahlungsplanung von Lungenkarzinomen nicht berücksichtigt, kann dies die Dosisverteilung im Patienten signifikant beeinflussen. Jedoch kann diese Verbreiterung auf Grundlage konventioneller CT-Bilder nicht direkt ermittelt werden, da die Strukturen des Lungengewebes nicht ausreichend aufgelöst werden.

Mithilfe einer Dichtemodulation der CT-Voxel, die mit der Lunge assoziiert sind, kann die Verbreiterung jedoch reproduziert und somit der Einfluss auf reale Patientenpläne analysiert werden.

Dabei konnte gezeigt werden, dass es bei einer Nichtberücksichtigung der Bragg-Peak-Verbreiterung zu einer Unterdosierung des Tumors und einer Überdosierung distalen Normalgewebes kommen kann. Die Bragg-Peak-Verbreiterung muss folglich in der Bestrahlungsplanung berücksichtigt werden.

ST 1.2 Mo 16:15 Phys-HS P

Messung und Modellierung von Kernreaktionsquerschnitten von Helium-Ionen im therapeutischen Energiebereich — ●FELIX HORST^{1,2}, KAI-THOMAS BRINKMANN³, MICHAEL KRÄMER², CHRISTOPH SCHUY², ULI WEBER², HANS-GEORG ZAUNICK³ und KLEMENS ZINK^{1,4,5} — ¹THM, Gießen — ²GSI, Darmstadt — ³JLU, Gießen — ⁴UKGM, Gießen/Marburg — ⁵FIAS, Frankfurt

Helium-Ionen werden hinsichtlich ihrer physikalischen und strahlenbiologischen Eigenschaften für gewisse therapeutische Situationen (z.B. für die Bestrahlung von Kindern) als guter Kompromiss zwischen Protonen und Kohlenstoff-Ionen angesehen. Daher gibt es konkrete Pläne, zukünftig auch Helium-Ionen für die Strahlentherapie einzusetzen. Dies setzt eine präzise Kenntnis der dem Strahlungstransport zugrunde liegenden physikalischen Modellparameter für die Dosisberechnung voraus. Die in diesem Beitrag vorgestellten Experimente befassen sich mit der nuklearen Fragmentierung von Helium-Ionen. Bei einem Experiment am Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum wurden mit einem Szintillator-Teleskop totale Kernreaktionsquerschnitte bei Energien zwischen 80 und 220 MeV/u an dünnen Graphit-Targets gemessen. Desweiteren ist ein Experiment mit 90 MeV/u Helium-Ionen am KVI in Groningen geplant: hier sollen per Flugzeitspektrometrie doppelt-differentielle Ausbeuten gemessen werden. Im Beitrag werden experimentelle Details und Ergebnisse der Messkampagnen vorgestellt und mit den Kernreaktionsmodellen im GSI-Bestrahlungsplanungssystem TRiP98 sowie bereits publizierten Messdaten verglichen. Außerdem werden mögliche Ansätze zur Optimierung dieser Modelle aufgezeigt.

ST 1.3 Mo 16:30 Phys-HS P

Untersuchung der Wechselwirkung von Photonenbestrahlung und Tumortherapiefeldern mit Hilfe einer Geant4-Simulation — ●MARIMEL MAYER^{1,2}, GISELA HÜRTGEN^{1,2}, MARSHA SCHLENTNER¹, ACHIM STAHL² und MICHAEL J. EBLE¹ — ¹Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie, Uniklinik RWTH Aachen — ²III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen University

Tumortherapiefelder sind elektrische Wechselfelder niedriger Intensität (1-3 V/cm), die Zellen in der Mitose angreifen. Sie werden zur Behandlung von Glioblastomen eingesetzt und mit Keramikelektroden am Kopf des Patienten erzeugt. Bei gleichzeitigem Einsatz mit Photonenbestrahlung werden synergistische Effekte erwartet. Aufgrund der Unsicherheit der gegenseitigen Beeinflussung der Therapiemöglichkeiten werden aktuell die Elektroden zur Bestrahlung abgenommen. In dieser Studie wird der Einfluss der Tumortherapiefelder auf die Sekundärelektronen der Bestrahlung mit Hilfe einer Geant4-Simulation eines medizinischen Linearbeschleunigers untersucht. Dazu werden konstante elektrische Wechselfelder unterschiedlicher Intensität in der Be-

schleunigersimulation implementiert und deren Einfluss auf die finale Dosisdeposition in einem Phantom analysiert.

ST 1.4 Mo 16:45 Phys-HS P

Varianzreduktionstechniken zur Effizienzsteigerung einer Geant4-Simulation eines Linearbeschleunigers in der Strahlentherapie — ●DOMINIK MÜLLER^{1,2}, GISELA HÜRTGEN^{1,2}, ACHIM STAHL² und MICHAEL J. EBLE¹ — ¹Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie, Uniklinik RWTH Aachen — ²III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen University

Die Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie der Uniklinik RWTH Aachen nutzt eine Geant4-Simulation des Linearbeschleunigers Axesse mit Agility Kopf der Firma Elekta zur Untersuchung verschiedener Forschungsfragen. In der Simulation ist die komplette Geometrie des Agility Beschleunigerkopfes und des Kollimatorsystems modelliert. Mit dieser Simulation lässt sich beginnend am primären Elektronenstrahl der Strahlengang durch den Beschleunigerkopf bis hin zum Patienten simulieren. Die bereits vorhandene Simulation wird zu der neueren Version Geant4 10.3 umgestellt. Weiterhin soll die Effizienz der Simulation gesteigert werden. Dafür werden verschiedene Varianzreduktionstechniken implementiert, deren Potential zur Effizienzsteigerung verglichen wird.

ST 1.5 Mo 17:00 Phys-HS P

Highly Efficient Laser Ionization of Lanthanides for Medical Radioisotope Production — ●VADIM GADELISHIN¹, ROBERTO FORMENTO CAVAIER^{2,3,4}, FERID HADDAD⁴, TOM KIECK¹, THIERRY STORA⁵, DOMINIK STUDER¹, FELIX WEBER¹, ILYES ZAHI², and KLAUS WENDT¹ — ¹Johannes Gutenberg-Universität Mainz — ²Advanced Accelerator Applications, France — ³SUBATECH, Nantes University, France — ⁴GIP ARRONAX, France — ⁵CERN, Switzerland

Medical radioisotope production is a non-trivial high-tech challenge, regarding preparation and provision of a radioactive material as well as the purity of a final radiopharmaceutical. These aspects are of particular relevance for the innovative theranostics approach, in which radiotherapy and diagnostics are carried out with the same medicine.

At the CERN-MEDICIS facility novel theranostics radionuclides are generated. By bombardment of a target with high-energetic 1.4 GeV proton beam, myriads of different radioisotopes are produced. Subsequently, the element-selective mass separation is mandatory. The first batch of medical radiolanthanides has been recently demonstrated with the dedicated mass separator. In combination with element-selective multi-step laser resonant ionization, a highly efficient extraction and isotopic purity against radioactive cross contamination can be ensured.

In this talk, laser resonance ionization spectroscopy on the most promising lanthanides, i.e. terbium, erbium and lutetium, is presented. The concept of the laser lab "MELISSA" for MEDICIS facility is derived, and a possibility of transfer and application of this technology at commercial medical cyclotrons is studied.

15 min. break

ST 1.6 Mo 17:30 Phys-HS P

Gammastrahlungsspektrometrische Untersuchung der Aktivierung einer Titanprobe in der Protonentherapie — ●SAMANTHA KAUER^{1,2}, CLAUS MAXIMILIAN BÄCKER¹, CHRISTIAN BÄUMER², MARCEL GERHARDT¹, CLAUS GÖSSLING¹, KEVIN KRÖNINGER¹, CHRISTIAN NITSCH¹, HILDA MILANI SIREGAR¹, BEATE TIMMERMAN^{2,3} und AZAD YAZGAN^{1,2} — ¹TU Dortmund, Lehrstuhl für Experimentelle Physik IV, Otto-Hahn-Str. 4a, 44227 Dortmund — ²Westdeutsches Protonentherapiezentrum Essen, Hufelandstr. 55, 45147 Essen — ³Westdeutsches Tumorzentrum Universitätsklinikum Essen, Hufelandstr. 55, 45147 Essen

Titan wird auf Grund der Oberflächeneigenschaften in medizinischen Implantaten verwendet. Bei der Protonentherapie können sich die Titanimplantate im Strahlengang befinden, wodurch diese im Protonenfeld aktiviert werden. Dabei entstehen Radionuklide, die in einen energetisch günstigeren Zustand übergehen können und dabei unter anderem Gammastrahlung emittieren. Diese Gammastrahlung ist charakteristisch für jedes Radionuklid und stellt ein Strahlenschutzrisiko dar.

In diesem Projekt werden die Gammastrahlungsspektren von Titanproben

nach der Aktivierung untersucht. Es werden Aktivierungsprodukte identifiziert und Aktivierungswirkungsquerschnitte bestimmt. Die Aktivierung erfolgt am Westdeutschen Protonentherapiezentrum Essen. Die gammaspektrometrische Untersuchung wird an der Dortmund Low Background Facility der TU Dortmund durchgeführt. In diesem Vortrag werden die ersten Ergebnisse vorgestellt.

ST 1.7 Mo 17:45 Phys-HS P

Aktivierung von biologisch relevanten Elementen in der Protonentherapie — ●CLAUS MAXIMILIAN BÄCKER¹, CHRISTIAN BÄUMER², MARCEL GERHARDT¹, CLAUS GÖSSLING¹, SAMANTHA KAUER^{1,2}, KEVIN KRÖNINGER¹, CHRISTIAN NITSCH¹, BEATE TIMMERMANN^{2,3} und AZAD YAZGAN^{1,2} — ¹TU Dortmund, Lehrstuhl für Experimentelle Physik IV, Otto-Hahn-Str. 4a, 44227 Dortmund — ²Westdeutsches Protonentherapiezentrum Essen, Hufelandstr. 55, 45147 Essen — ³Westdeutsches Tumorzentrum Universitätsklinikum Essen, Hufelandstr. 55, 45147 Essen

In der Protonentherapie kann im Strahlengang liegendes Gewebe aktiviert werden. Es werden Aktivierungswirkungsquerschnitte an biologisch relevanten Elementen, wie zum Beispiel Kohlenstoff, mit Protonen untersucht. Diese Aktivierungswirkungsquerschnitte werden in der Dosis- und Reichweitenverifikation, zum Beispiel mittels Positronenmissionstomographie, verwendet. Daher werden insbesondere β^+ -Strahler wie ^{11}C untersucht.

Die Proben werden am Westdeutschen Protonentherapiezentrum Essen (WPE) mit Protonen mit einer Energie von 100 MeV bis 200 MeV bestrahlt. Im Anschluss werden die Proben mittels Gammaspektrometrie an der Dortmund Low Background Facility (DLB) der TU Dortmund untersucht. Aus den gemessenen Aktivitäten werden die Aktivierungswirkungsquerschnitte bestimmt. In diesem Vortrag werden die aktuellen Ergebnisse des Projekts vorgestellt.

ST 1.8 Mo 18:00 Phys-HS P

Design und Dosimetrie von individuell gefertigten Abschirmungen für Ruthenium-Augenapplikatoren — ●HENNING MANKE¹, CATHERINA SCHARMBERG^{1,2}, BERNHARD SPAAN¹ und DIRK FLÜHS² — ¹TU Dortmund, Experimentelle Physik 5, Deutschland — ²Universitätsklinikum Essen, Strahlenklinik, Deutschland

Ruthenium-106 Applikatoren sind seit über 50 Jahren eine etablierte Methode zur Behandlung von Tumoren im Auge. Da die Form des Tumors und insbesondere der Tumorbasis stark variiert, wird beim Einsatz von einem Augenapplikator gesundes Gewebe außerhalb des Zielvolumens hoher Dosis ausgesetzt. Wird die Toleranzdosis im Gewebe überschritten, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass der Patient Sehverlust oder andere gesundheitliche Beeinträchtigungen erleidet. Aktuell wird das Konzept einer individuellen Abschirmung erforscht, deren Form der Tumorbasis des einzelnen Patienten angepasst ist, um Risikostrukturen wie den Sehnerven oder Arterien zu schützen.

Diese Arbeit fokussiert sich auf den Einfluss der genauen Geometrie von Abschirmungen aus verschiedenen Materialien einschließlich Silber und deren Effekt auf die Dosisverteilung. Zu diesem Zweck wer-

den sowohl Monte-Carlo basierte Simulationen in Geant4 durchgeführt, als auch Abschirmungen mit Hilfe verschiedener Gussverfahren hergestellt. Die Dosisverteilung des Applikators mit aufliegender Abschirmung wird anschließend in einem Detektorsystem vermessen, welches auf einem BC400-Szintillator beruht. In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse vorgestellt, für welche zunächst ein planarer Applikator mit Abschirmungen untersucht wurde.

ST 1.9 Mo 18:15 Phys-HS P

Improving the measurement of dose profiles using a combination of two detector types — ●SONJA WEGENER and OTTO A. SAUER — Universitätsklinikum Würzburg, Klinik für Strahlentherapie, Würzburg, Deutschland

The measurement of dose profiles is a typical task when characterizing a clinical high energy photon beam. However, picking a suitable detector is challenging due to steep dose gradients at field edges and spectral changes when moving out of the useful field. Diode detectors may have a high spatial resolution, but their high atomic number silicon chip can lead to perturbations and energy-dependent response. The main drawback of ionization chambers is volume averaging, while they typically show less energy-dependence. It is a straightforward idea to combine the strengths of two detectors, e.g. a diode and an ionization chamber, to obtain corrections yielding the true dose profile.

Profiles were measured with five different small field detectors and a medium sized thimble ionization chamber at an Elekta Versa HD. Spatial correction factors for the small field detectors were obtained from the measurement signals of two detectors by using a convolution method. When applying the corrections to the measured data, agreement with profiles recorded on Gafchromic film improved: Differences in the field size and penumbra decreased down to a field size of 1x1 cm². Furthermore, the correction factors themselves provide insights into the off-axis behavior of the studied detectors.

ST 1.10 Mo 18:30 Phys-HS P

Konzeptioneller Test einer Single-Plane-Compton-Kamera für die Reichweitmessung in der Protonentherapie — ●JONATHAN BERTHOLD — OncoRay, Dresden — TU Dresden

Die Reichweitkontrolle in der Protonentherapie ist seit einigen Jahren Thema aktueller Forschung, um die Behandlung noch weiter zu präzisieren und somit das gesunde Gewebe zu schonen. Da die Protonen im Gewebe stoppen, muss man die hervorgerufenen sekundären Signaturen so nutzen, dass man daraus Informationen über die Reichweite ableiten kann. Als erfolgsversprechend hat sich bereits die prompte Gammastrahlung erwiesen, welche bei Kernanregungen des Gewebes entsteht. Für die klinische Umsetzung wird eine Kombination verschiedener Messmethoden in einem multimodalen Messgerät angestrebt. Neben spektroskopischen und zeitlichen Methoden kann man die Gammastrahlung auch direkt räumlich auflösen. Erstmals wurde nun auch das Konzept einer sogenannten Single-Plane-Compton-Kamera für diese Zwecke untersucht. Im Vortrag werden aktuelle Ergebnisse präsentiert.

ST 2: Detector Physics

Zeit: Dienstag 16:30–18:45

Raum: Phys-HS P

ST 2.1 Di 16:30 Phys-HS P

Geant4 simulation: Beam characterization by using a veto detector — ●CHRISTINA STERGIANOU, MAX EMDE, RONJA HETZEL, and ACHIM STAHL — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen University

Our working group develops a time-of-flight spectrometer to calculate the cross sections of nuclear reactions to identify the fragments that occur in ion therapy. For this purpose we measure the time of flight, the energy loss and the kinetic energy. We use a carbon beam on a plastic target. In front of the target is a movable veto detector which consists of four scintillator plates forming the sides of a square.

Therefore, this geometry allows gradual change of its diameter. At every diameter position we measure the particle ratios and calculate the differences. In this way the veto detector can be used additionally to measure the beam profile prior to the actual run. In this talk the simulation of the setup in Geant4 is presented. The results show that this detector can determine the origin of the beam centre with sufficient precision.

ST 2.2 Di 16:45 Phys-HS P

Test measurements of Scintillation Fibres for a Compton Camera — ●JONAS KASPER¹, ACHIM STAHL¹, KASIA RUSIECKA², and ALEKSANDRA WRONSKA² — ¹III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen University — ²Institute of Physics, Jagiellonian University, Cracow, Poland

Online monitoring of the Bragg-Peak position is one of the main challenges in hadron therapy. One of the most promising approaches to achieve an online monitoring is the detection of prompt gamma radiation. For this purpose a Compton Camera based on heavy scintillating fibres is developed.

The performance of the Compton Camera is strongly influenced by the properties of the fibres. Therefore different candidates for the fibre materials are tested and the properties of these candidates are evaluated. Further the quality of different fibres of the same material is tested.

The general concept of the Compton Camera and first results of fibre tests are presented.

ST 2.3 Di 17:00 Phys-HS P

Detection of Cherenkov Light from Compton-Scattered Electrons for Medical Applications — ●REIMUND BAYERLEIN, AYESHA ALI, IVOR FLECK, WALEED KHALID, AYMAN SALMAN, ALBERT WALENTA, and ULRICH WERTHENBACH — Universität Siegen

Modern nuclear medicine and radiation therapy require imaging systems for higher energy gamma rays up to several MeV. Especially monitoring dose delivery in radionuclide or proton/ion therapy would benefit from the ability to image high-energetic gamma rays.

Since Compton-scattering dominates in this energy-region, the momentum information of the gamma is lost. However, using a two-layer detection system (Compton Camera) where the high-energetic Compton-electron is detected in coincidence with the scattered gamma, the origin of the photon can be narrowed down to the surface of a cone. In order to perform this challenging measurement, a new concept is introduced using Cherenkov light from Compton-electrons in the optically transparent scattering layer. Coincident detection of Cherenkov photons on an array of Silicon Photomultipliers (SiPM) enables a reconstruction of the characteristic Cherenkov cone and allows to draw conclusions on the momentum information of the incident gamma.

Results of coincident Cherenkov light detection on a 4x4 SiPM-array with sub-nanosecond timing resolution will be presented. The spatial distribution of Cherenkov photons from collimated electrons in PMMA on the detector-array was investigated. The distribution of the number of photons per incident electron was studied using pulse-integral spectra.

ST 2.4 Di 17:15 Phys-HS P

A x-ray pinhole camera based on Timepix3 — ●MICHAEL THIEL¹, GISELA ANTON¹, CHRISTOPH BERT², THILO MICHEL¹, JÜRGEN HÖSSL¹, KAROLINE KALLIS², PATRICK HUFSCHEIDT¹, and SEBASTIAN SCHMIDT¹ — ¹Erlangen Centre for Astroparticle Physics (ECAP), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen — ²Universitätsklinikum Erlangen, Strahlenklinik, Medizinische Strahlenphysik, Universitätsstr.27, 91054 Erlangen

In this contribution we present results of first measurements with a Timepix3 detector positioned behind a pinhole in order to image radioactive sources for example to control brachytherapy treatments.

Interstitial brachytherapy of breast cancer requires catheters implanted into the breast. In these catheters a radioactive source is inserted and moved to certain dwell positions for an optimized dwell time in order to irradiate the tumor bed. The Timepix3 detector is a time-, energy- and position resolving active pixel detector. The pixel matrix consists of 256 x 256 square pixel with 55 micrometer pixel pitch. In contrast to the previous version of the Timepix detector, the Timepix3 does not work in camera mode but transfers the deposited energy (as time-over-threshold) and a timestamp to the readout almost instantaneously after a pixel has been triggered. The dead time is reduced to negligible amounts for the count rates expected in HDR-brachytherapy. During HDR-brachytherapy, an image of the radioactive source can be obtained with a pinhole placed in front of the Timepix3 detector.

15 min. break

ST 2.5 Di 17:45 Phys-HS P

Photon Dose Equivalent Measurements with Timepix3 Detector — ●JÜRGEN ROTH¹, OLIVER HUPE¹, HAYO ZUTZ¹, ANNETTE RÖTTGER¹, THILO MICHEL², and PATRICK HUFSCHEIDT² — ¹Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB); Bundesallee 100; 38116 Braunschweig — ²Erlangen Centre for Astroparticle Physics ECAP Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Erwin-Rommel-Str. 1 91058 Erlangen

The use of pixel detectors is a very promising approach for dosimetry in pulsed photon radiation fields. In these challenging fields, the pulse duration and the pulse dose rate range over several orders of magnitude. The scalable sensor area of active pixel detectors has the great advantage that each pixel acts as a separate detector. At low dose rates, aggregating the signals from all individual pixels improves

counting statistics, thus also improving the uncertainty of dose measurement. At high dose rates, due to the small sensor area of a single pixel, the count rate is kept low and therefore the dead time and the likelihood of pile-ups is reduced. This contribution presents the first measurements in terms of ambient dose equivalent $H^*(10)$ performed using a TIMEPIX 3 detector with 256 x 256 pixels in PTB's reference fields. The comparability of the results with the DOSEPIX detector, which uses the same sensor material of 300 μm thick silicon semiconductor but a different pixel layout, are discussed as well.

ST 2.6 Di 18:00 Phys-HS P

Development of a scintillation and light transport simulator — ●JOSÉ RICARDO AVELAR-RIVAS and JÜRGEN HENNIGER — ASP, IKTP, TU Dresden, Zellescher Weg 19, 01069 Dresden, Germany

Accurate modeling and simulation of radiation detectors, among other benefits, lead to improvements in efficiency, increase reliability and sensitivity of the measuring technique, allows easy testing and decrease costs related to the experimental design and set up. In scintillation detectors is known that the link between the scintillator material, the light detector and the analyzer electronics is crucial for the development, improvement and optimization of scintillator-based detection systems. To simulate radiation detectors there are available several well-known Monte Carlo general purpose codes. Most of them were initially developed for individual or coupled particle-photon transport and do not allow the simulation of light generation and transport of optical photons through scintillation materials, perform an incomplete light transport simulation or the light transport simulation is inexistent. Therefore, a precise and fast scintillation and light transport simulator is being developed.

In its first stage, this work focuses on the simulation of light generation in scintillation materials and light photon transport through the material. In contrast with other existing Monte Carlo codes, this code will follow each light photon through all interactions within the scintillation material until it goes out of the crystal, it is absorbed or it reaches a selected surface. The results of the implementation will be shown in this presentation.

ST 2.7 Di 18:15 Phys-HS P

An Integrated System for 3D Energy Deposition Measurements in Hadron Therapy with the GEMPix Detector: First Results — ●JOHANNES LEIDNER^{1,2}, FABRIZIO MURTAS^{1,3}, and MARCO SILARI¹ — ¹CERN, Geneva, Switzerland — ²RWTH Aachen University, Aachen, Germany — ³INFN-LNF, Frascati, Italy

The GEMPix detector is a gaseous detector with 2.8x2.8x0.3 cm³ sensitive volume and three Gas Electron Multiplier (GEM) layers read out by a 55 μm pitch pixelated ASIC with 512 x 512 pixels (four naked Timepix readout chips). An integrated system consisting of a water phantom, the GEMPix detector and a reference ionization chamber has been developed to measure the 3D energy deposition in hadron therapy. This presentation reports on first measurements with the new system performed at the Italian National Center of Oncological Hadrontherapy (CNAO).

ST 2.8 Di 18:30 Phys-HS P

Ionization Quenching of Plastic Scintillators — ●THOMAS PÖSCHL, MARTIN LOSEKAMM, DANIEL GREENWALD, and STEPHAN PAUL — Technische Universität München

Plastic scintillators have a long tradition as radiation detectors in high-energy and medical physics. For high-ionizing radiation, however, their light output is not linearly dependent on the particle's energy deposition. To correctly reconstruct the deposited energy, the scintillator's response including this saturation effect—commonly called ionization quenching—must be known. We measured the response of two commonly used plastic scintillators to protons with energies of 30 MeV to 100 MeV and compared the data to different empirical quenching models. We calculated the evidence for each model and compared them using Bayes' factor. We also explored the empirical shape of the quenching response with a model-independent Markov-Chain Monte Carlo fit. This research was supported by the DFG cluster of excellence 'Origin and Structure of the Universe' (www.universe-cluster.de).

ST 3: Biomedical Imaging I

Zeit: Dienstag 18:45–19:15

Raum: Phys-HS P

ST 3.1 Di 18:45 Phys-HS P

MR-Rheologie — ●JAKOB BINDL¹, JÜRGEN FINSTERBUSCH², CARSTEN URBACH¹ und KARL MAIER¹ — ¹HISKP, Universität Bonn, Deutschland — ²Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

Die Kenntnis der viskoelastischen Eigenschaften von Gehirngewebe ist von großem Interesse im Kontext unterschiedlicher Erkrankungen. So ändern sich diese Eigenschaften z.B. im Fall von Tumoren auf lokaler Ebene, wohingegen es bei neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer oder Multipler Sklerose zu globalen Änderungen kommt. Eine nicht-invasive Möglichkeit diese Eigenschaften darzustellen, bietet die MR-Rheologie: Die Reaktion des Gehirngewebes auf eine Beschleunigung wird mittels einer bewegungssensitiven MRT-Sequenz dargestellt. Die genaue Antwort des Gewebes auf diese Beschleunigung hängt dabei sowohl von seinen viskoelastischen Eigenschaften, als auch vom Profil der als Anregung wirkenden Beschleunigung ab. Abhängig von der zu untersuchenden Pathologie können dabei unterschiedliche Anregungsprofile am besten geeignet sein, eventuelle Änderungen in den viskoelastischen Eigenschaften darzustellen. In diesem Beitrag wird erläutert, wie das Anregungsprofil möglichst genau erfasst und reproduziert werden kann.

ST 3.2 Di 19:00 Phys-HS P

Magnetic Manipulation in Combination with Magnetic Par-

title Imaging — ●ANNA BAKENECKER, ANSELM VON GLADISS, THOMAS FRIEDRICH, and THORSTEN M. BUZUG — Universität zu Lübeck, Institut für Medizintechnik

Magnetic manipulation is of high interest in terms of drug targeting and minimally invasive surgery. Drugs, bound to magnetic beads can be directed by external magnetic fields towards a specific volume. Devices, as micro surgical tools, video or drug filled capsules can be directed into tissue regions which are difficult to access.

It needs to be considered, how to image and monitor the manipulation process: in-vivo applications need to be imaged with a tomographic and real time imaging technique. Here, Magnetic Particle Imaging (MPI) is a promising method. An MPI scanner features a magnetic drive field for particle excitation. To spatially encode the induced particle signal, a magnetic gradient field is applied. Furthermore, a homogenous magnetic offset field, so called focus field, enlarges the field of view.

The magnetic fields of existing MPI scanners can be also used for magnetic manipulation. First, a magnetic force can be induced by the selection field that points along the field gradient towards the highest field amplitudes. Second, the focus fields can be rotated which induces a circular movement of magnetic material located inside the scanner. Different shapes, materials and sizes of devices and particles are investigated regarding their potential of both magnetic manipulation and imaging inside an MPI scanner.

ST 4: Poster Session

Zeit: Mittwoch 14:00–15:30

Raum: Phys-HS P

ST 4.1 Mi 14:00 Phys-HS P

Compact signal processing of a Compton camera system for medical imaging — ●SILVIA LIPRANDI¹, VASILIKI ANAGNOSTATOU¹, TIM BINDER¹, GEORGE DEDES¹, MARIA KAWULA¹, FLORIAN LÜKE², ROBERT SCHNEIDER², INGRID I. VALENCIA LOZANO¹, KATIA PARODI¹, and PETER G. THIROLF¹ — ¹LMU München, Germany — ²Mesytec GmbH, Putzbrunn, Germany

At LMU in Garching we are developing a Compton camera for ion beam range verification in particle therapy. The system is designed to detect prompt γ -rays induced by nuclear reactions during the irradiation of tissues. Our prototype consists of a stack of 6 double-sided silicon strip detectors (2x128 ch. each) as scatterers and an absorber formed by a LaBr₃(Ce) scintillator coupled to a multi-anode (8x8 or 16x16) photomultiplier (PMT). A CeBr₃ scintillator is also under comparative investigation. The system requires the signal processing of up to 2000 channels: the previous (ASIC-based) readout electronics provided several shortcomings (input polarities acceptance, trigger capability, noise level and rate limitations) that were now removed by an upgrade. We are presently testing a compact frontend-board and VME-based signal processing and DAQ electronics built from discrete components. The system is capable of handling data rates up to 30 MB/s. First tests offline and online using the new readout and data acquisition system will be presented. This work was supported by the DFG Cluster of Excellence MAP (Centre of Advanced Photonics) and CALA (Centre for Advanced Laser Applications).

ST 4.2 Mi 14:00 Phys-HS P

Towards an Alternative Absorber Detector for the Garching Compton Camera Prototype — ●TIM BINDER¹, SILVIA LIPRANDI¹, THOMAS GANKA², FLORIAN SCHNEIDER², PETER G. THIROLF¹, FLORIAN WIEST², REINHARD FOJT², and KATIA PARODI¹ — ¹Ludwig-Maximilians-Universität, München — ²KETEK GmbH, München

The Garching Compton camera (CC) prototype was designed for the 2D reconstruction of multi-MeV γ -rays, being promptly emitted by excited nuclei during irradiation of tissue with a particle beam and therefore predestined for online range verification in hadron therapy for cancer treatment. The currently used monolithic 50x50x30 mm³ LaBr₃ crystal with multianode PMT readout shows an excellent spatial, timing and energy resolution [1]. However a setup consisting of a CeBr₃ crystal with a Silicon Photomultiplier (SiPM) array readout promises

comparable characteristics with improved signal-to-background ratio due to negligible internal radioactivity of the CeBr₃ crystal as well as applicability in multi-modal imaging devices (e.g. CC and MRI) due to the insensitivity of SiPMs to magnetic fields. In this work the current status on the way towards an alternative absorber setup, consisting of a CeBr₃ scintillator with Silicon Photomultiplier readout and ASIC-based electronics will be presented. This work is supported by the DFG Cluster of Excellence Munich Centre of Advanced Photonics (MAP), KETEK GmbH and the Bayerische Forschungsförderung.

[1] S. Aldawood et. al., *Frontiers in Oncology* 5, 270 (2015)

ST 4.3 Mi 14:00 Phys-HS P

Creation of an integrated platform for spatial resolution determination in a monolithic scintillator — ●MARIA KAWULA, SILVIA LIPRANDI, TIM BINDER, MICHAEL MAYERHOFER, KATIA PARODI, and PETER G. THIROLF — LMU München, Germany

The LMU Compton Camera is being developed in Garching for ion-beam range verification during particle therapy. The system is detecting prompt γ -rays produced in nuclear reactions after the irradiation of the tissues. The camera consists of a scatterer (6 layers of double-sided Si-strip detectors) and a monolithic LaBr₃(Ce) scintillator as absorber, read out by a multianode photomultiplier. To determine the photon interaction position in the scintillator we are using the "k-Nearest-Neighbour" algorithm and its improved version "Categorical Average Pattern" [1]. Those algorithms are based on the comparison of every recorded photon event with a large reference library of 2D light amplitude distributions obtained by scanning the scintillator front surface with tightly collimated ⁶⁰Co and ¹³⁷Cs sources in 10⁴ different positions. For each position 400 photopeak events were acquired; every event has to be compared to all the other 4 · 10⁶ events. The considerable amount of data that needs to be processed leads to a long computational time and a big amount of used memory. The results of an optimization of the analysis platform will be presented. This work was supported by the DFG Cluster of Excellence Munich Centre for Advanced Photonics. [1] H.T. van Dam et al., *IEEE TNS* 58 (2011).

ST 4.4 Mi 14:00 Phys-HS P

Calibration of the energy thresholds of the Dosepix detector for a use in dosimetry — ●DENNIS HAAG¹, PATRICK HUFSCHEIDT¹, JÜRGEN HÖSSL¹, THILO MICHEL¹, OLIVER HUPE², HAYO ZUTZ², and JÜRGEN ROTH² — ¹Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-

Nürnberg, ECAP — ²Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Bundesallee 100, 38116 Braunschweig

Dosepix is a pixelated hybrid silicon X-Ray detector, that is anticipated for usage in dosimetry.

The sensor layer comprises 192 pixels with 220 micrometer pitch and 64 pixels with a pixel length of 55 micrometers. The digital circuitry features 16 energy channels per pixel whereby the energy thresholds of the bins can be configured individually for each pixel. The energy deposition of each detected X-ray photon or gamma is recorded in one of the 16 energy channels.

In this contribution we present the working principle of the detector and calibration results of the analog and the digital circuits. Furthermore we show first results of dose measurements.

ST 4.5 Mi 14:00 Phys-HS P

Charakterisierung eines gitterbasierten Röntgen-Phasenkontrast-Scanners — ●DANIEL SAND, MICHAEL GALLERSDÖRFER, VERONIKA LUDWIG, GEORG PELZER, JENS RIEGER, MARIA SEIFERT, THILO MICHEL, and GISELA ANTON — ECAP - Erlangen Centre for Astroparticle Physics, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Straße 1, 91058 Erlangen

Die gitterbasierte Röntgen-Phasenkontrastbildgebung liefert neben dem Absorptionsbild noch ein differentielles Phasenbild und ein Dunkelfeldbild. Diese Art der Bildgebung wird mit Hilfe eines Röntgen-Interferometers durchgeführt. Dabei sind die Signale des Dunkelfeldbildes sowie des differentiellen Phasenbildes abhängig von der Ausrichtung der Objektstruktur zu den Gitterstegen.

Diese Richtungsabhängigkeit kann zur Bestimmung der Ausrichtung von fasrigen Strukturen, welche nicht direkt aufgelöst werden können, genutzt werden. In der Medizin werden Karbonschrauben mit einer solchen fasrigen Struktur für Implantate verwendet.

In diesem Beitrag wird an einem Scanner-Aufbau das richtungsabhängige Dunkelfeld je nach Orientierung von Objektfasern zu den Gitterstegen des Interferometers untersucht.

ST 4.6 Mi 14:00 Phys-HS P

Entwicklung und Charakterisierung eines Detektorsystems zur Messung von Produktionsquerschnitten für PET-Isotope in der Protonen- und Schwerionentherapie — WIHAN ADI¹, KAI-THOMAS BRINKMANN¹, FELIX HORST^{2,3}, LUKAS NIES¹, CHRISTOPH SCHUY³, ULI WEBER³, ●HANS-GEORG ZAUNICK¹ und KLEMENS ZINK^{2,4,5} — ¹JLU Gießen, II. Physik. Institut, 35392 Gießen — ²THM, Institut f. Medizinische Physik und Strahlenschutz, 35390 Gießen — ³GSi Helmholtzzentrum f. Schwerionenforschung GmbH, 64291 Darmstadt — ⁴Universitätsklinikum Gießen-Marburg, Klinik f. Strahlentherapie und Radioonkologie, 35043 Marburg — ⁵Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS), 60438 Frankfurt a. M.

Die Analyse von PET-Aktivierungsmustern gilt als vielversprechendes Instrument zur Reichweitenkontrolle in der Strahlentherapie mit Protonen und Schwerionen. Die Produktion der β^+ -Emitter muss aufwendig berechnet werden, was eine präzise Kenntnis der zugrundeliegenden Produktionsquerschnitte voraussetzt. Zur Messung dieser Querschnitte wurde ein Detektorsystem, bestehend aus drei BaF₂-Szintillatoren ent-

wickelt und hinsichtlich Zeit-/Energieauflösung sowie Effizienz charakterisiert. Mit dem vorgestellten Detektorsystem können die Anfangsaktivitäten der erzeugten Targetfragmente (¹⁰C, ¹¹C, ¹⁴O, ¹⁵O) nach Aktivierung eines C- oder BeO-Targets durch Ionenstrahlen unter Ausnutzung der unterschiedlichen Halbwertszeiten durch Anpassung der gemessenen Abklingkurve mit mehreren Exponentialfunktionen ermittelt und daraus die Produktionsquerschnitte berechnet werden. Erste Testmessungen am Protonenstrahl werden diskutiert.

ST 4.7 Mi 14:00 Phys-HS P

Optische Reichweitenbestimmung in Wasser für therapeutisch eingesetzten Protonen und Kohlenstoff-Ionen — ●JAN MICHAEL BURG¹, HILKE VORWERK² und KLEMENS ZINK^{1,2,3} — ¹THM, Gießen — ²UKGM, Gießen/Marburg — ³FIAS, Frankfurt

Die Verwendung von Partikelstrahlung findet immer häufiger Einsatz in der Strahlentherapie und Radioonkologie. Neben dem Vorteil der erhöhten biologischen Wirkung, ergibt sich durch die endliche Reichweite der Partikelstrahlen in Gewebe ein hoher distaler Dosisgradient. Dieser kann für die optimale Schonung des umliegenden Gewebes genutzt werden, stellt jedoch hohe Anforderungen an die Dosimetrie während der Qualitätssicherung. Stand der Technik ist die Messung des Strahlprofils mittels beweglicher Ionisationskammern in Wasser. In dieser Arbeit soll am Beispiel von Kohlenstoff-Ionen und Protonen ein neuer Ansatz der Reichweitenmessung mittels optischer Bildgebung gezeigt werden. In einem Experiment am Marburger Ionenstrahl-Therapiezentrum wurden mit einer hochempfindlichen Kamera (EMCCD) optische Photonen detektiert, die während der Bestrahlung eines Wasserphantoms entstehen. Nach anschließender Bildverarbeitung lässt sich eine Reichweitenbestimmung für verschiedene Energien vornehmen. Da diese Methode das gesamte Strahlprofil in einer Messung aufnimmt, ergibt sich ein deutlicher Zeitvorteil gegenüber der schrittweisen Messung mittels Ionisationskammern. Eine direkte Vergleichbarkeit der Tiefendosisprofile beider Messverfahren setzt dabei allerdings eine Korrektur der oberhalb der Grenzenergie E_C entstehenden Cerenkov-Strahlung voraus.

ST 4.8 Mi 14:00 Phys-HS P

Design und Charakterisierung eines Talbotinterferometers mit verschiebbarem Sensor — ●TIM KALKUS, VERONIKA LUDWIG, MAX SCHUSTER, MARIA SEIFERT, ANDREAS WOLF, MICHEL THILO und GISELA ANTON — ECAP - Erlangen Centre for Astroparticle Physics, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Straße 1, 91058 Erlangen

In diesem Beitrag wird ein auf dem Talboteffekt beruhendes Phasenkontrastinterferometer im Optischen vorgestellt. Eine Besonderheit ist der in Strahlrichtung verschiebbare Sensor zur Messung der Interferenz bei unterschiedlichen Abständen. Die Ergebnisse umfassen die Anforderungen an einen solchen Aufbau, die Auswertung einzelner Messungen und die Rekonstruktion eines Interferenzteppichs bis zum ersten Talbotabstand, um die Auswirkung von phasenschiebenden Objekten im Strahlengang anschaulich zu untersuchen. Ziel hierbei ist das Gewinnen neuer Erkenntnisse und das Übertragen dieser auf die medizinische Röntgenphasenkontrastbildgebung mit Phasengittern.

ST 5: Biomedical Imaging II

Zeit: Mittwoch 16:30–19:00

Raum: Phys-HS P

ST 5.1 Mi 16:30 Phys-HS P

Introduction to X-ray Talbot-Lau-interferometry — ●ANDREAS WOLF — Erlangen Centre for Astroparticle Physics, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen

X-ray Talbot-Lau-interferometry is based on the self-imaging phenomenon of the Talbot effect. In this method, a periodic microstructure – typically a phase grating – is illuminated in order to produce an intensity reference pattern at the detector. A sample placed before the grating induces distortions of that pattern. On top of the conventional attenuation image, X-ray Talbot-Lau-interferometry can thus yield information about the refractive properties and the scattering power of the sample.

In this contribution, the physical principles of grating-based setups and the basic reconstruction method will be reviewed. In addition, possible applications as well as recent developments in the field will be addressed.

ST 5.2 Mi 16:45 Phys-HS P

X-ray dark-field imaging of porcine lung tissue in different Talbot-Lau setups — ●VERONIKA LUDWIG¹, KATHARINA HELLBACH², MICHAEL GALLERSDÖRFER¹, CHRISTIAN HAUKE¹, FLORIAN HORN¹, GEORG PELZER¹, MARCUS RADICKE³, JENS RIEGER¹, MARIA SEIFERT¹, SVEN-MARTIN SUTTER³, THILO MICHEL¹, and GISELA ANTON¹ — ¹ECAP Medical Physics Group, Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nürnberg, Germany — ²Institute of Clinical Radiology, Ludwig-Maximilians-University Hospital Munich, Germany — ³Siemens Healthcare GmbH, Erlangen, Germany

Grating-based X-ray phase-contrast imaging provides the differential phase and the dark-field image, in addition to the conventional attenuation image. Lung tissue consists mainly of air-filled alveoli, such that the porous structure formed by many air-tissue-boundaries leads to a strong dark-field signal. Therefore, X-ray dark-field imaging seems to be a promising method for the diagnosis of lung diseases, while conven-

tional X-ray imaging often lacks the required contrast. Aiming at the investigation of the different origins of dark-field contrast discussed in literature, we measured the same porcine lung using different interferometer setups. They differ by grating periods and inter-grating distances while the system-specific components focal spot size, magnification and detector pixel size are maintained. Furthermore, our measurements show that lung diagnosis by X-ray phase-contrast imaging is also feasible with large grating periods at a low dose.

ST 5.3 Mi 17:00 Phys-HS P

Quantitative single-shot phase-contrast radiography at synchrotrons: A comparison between propagation-based and grating-based imaging on the basis of simulated data — ●MAX SCHUSTER, MARIA SEIFERT, ANDREAS WOLF, THILO MICHEL, GISELA ANTON, and STEFAN FUNK — ECAP - Erlangen Centre for Astroparticle Physics, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen

Both, propagation- and grating-based X-ray phase contrast imaging (pbPCI & gbPCI) enable the retrieval of the phaseshift imprinted on an X-ray wave by the interaction with matter. This offers sensitivity to local variations in the electron density distribution and thus provides improved contrast for soft tissue imaging. pbPCI is a well-established method for high spatial resolution measurements at synchrotron beamlines [1,2]. Single-shot pbPCI additionally enables measurements at high temporal resolution. This is of special interest for time-resolved measurements, e.g. studies of dynamic bio-medical processes at synchrotrons [1,3]. In the case of gbPCI, single-shot acquisition can be realized by means of Fourier imaging [4]. Here, a comparison of both techniques with regard to their imaging potential, in particular their capabilities to resolve overlapping structures as they appear in complex objects, is drawn on the basis of simulated data for a synchrotron scenario. [1] Kitchen, M. J., et al. *Phys. Med. Biol.* 60.18 (2015): 7259. [2] Baran, P., et al. *Phys. Med. Biol.* 62.6 (2017): 2315. [3] Lewis, R. A., et al. *Phys. Med. Biol.* 50.21 (2005): 5031. [4] Takeda, M., et al. *JosA* 72.1 (1982): 156-160.

ST 5.4 Mi 17:15 Phys-HS P

Talbot-Lau scanning-setup for phase-contrast X-ray imaging — ●MICHAEL GALLERSDÖRFER, VERONIKA LUDWIG, GEORG PELZER, JENS RIEGER, MARIA SEIFERT, THILO MICHEL, and GISELA ANTON — ECAP - Erlangen Centre for Astroparticle Physics, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Straße 1, 91058 Erlangen

Using a grating-based Talbot-Lau X-ray interferometer, in addition to the conventional absorption image the differential phase-contrast image and the dark-field image are retrievable.

However, the size of the gratings needed therefore is limited due to the high demands on their properties. This makes the imaging of larger body parts difficult and thus poses a problem for clinical applications. In this contribution we present a scanning-setup, that is able to overcome this problem. By using a moveable sample tray, an area of 25 cm x 160 cm can be measured within 24 seconds obtaining a resolution in the object plane of $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$. With this setup chest radiography or even a full body scan is feasible.

ST 5.5 Mi 17:30 Phys-HS P

Differenzierung von Kalzifikationen durch den quantitativen Vergleich von Schwächungs- und Dunkelfeldinformation — ●MAREIKE WEULE, JENS RIEGER, GEORG PELZER, FLORIAN HORN, ANDREAS ARTINGER, THILO MICHEL und GISELA ANTON — ECAP - Erlangen Centre for Astroparticle Physics, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Straße 1, 91058 Erlangen

In der gitterbasierten Phasenkontrast-Röntgenbildgebung gibt es neben dem herkömmlichen Transmissionsbild, das differentielle Phasenbild und das Dunkelfeldbild. Im Dunkelfeldbild erzeugen vor allem Objekte mit hoher Kleinwinkelstreuung einen starken Kontrast. Dadurch lassen sich poröse, schaumige oder körnige Strukturen besonders gut erkennen. Dies ermöglicht die Darstellung von Kalzifikationen, wie sie in Brusttumoren vorkommen können. Untersuchungen ergaben, dass sich mithilfe eines dunkelfeld-abhängigen Quotienten die Sorte des Mikrokalks und somit die Gutartigkeit des Tumors klassifizieren lässt [1]. Dies konnte jedoch in weiteren Messungen nicht bestätigt werden. Für ein besseres Verständnis wurden die Abhängigkeiten zwischen Quotient und Beschaffenheit der Kalzifikation simulativ untersucht und hier präsentiert. [1] Wang et al., *Nature Communications* 5, (2014): 3797

15 min. break

ST 5.6 Mi 18:00 Phys-HS P

Exploring Gamma-detected MRI: Frist Setup Performance — ●ROBIN ENGEL¹, MAGDALENA KOWALSKA¹, JEAN-NOËL HYACITHE², RENAUD JULIVET², WALTER NEU³, STAVROULA PALLADA¹, LUIS FRAIL¹, and THIERRY STORA¹ — ¹CERN, Geneva, Switzerland — ²Université de Genève, Geneva, Switzerland — ³HS Emden/Leer, Emden, Germany

A 2016 publication (*Nature* 537.7622 (2016): 652-655.) presented the proof of principle on a new imaging method. It uses many concepts of traditional Magnetic Resonance Imaging, but replaces the detection of RF signals with that of the anisotropic gamma-emission of a hyperpolarized radioactive tracer, in this case ^{131}mXe .

Since gamma-radiation is in comparison very easy to detect, this method is sensitive to sample concentrations that are many orders of magnitudes lower than those needed for conventional MRI. Therefore, it has the perspective of combining the advantages of nuclear tracers, as they are used in SPECT for their selective chemical properties, with the much higher spatial resolution of MRI.

Here, we present a new setup for this imaging approach, implementing an existing low-field MRI-scanner and Si-PMT based gamma detectors in combination with elements from a spin-exchange optical pumping setup developed for hyperpolarized MRI of stable Xenon. We have further created direct numerical simulations of the spin precession and nuclear emission behavior during the measurement sequence by a specially developed simulation software and hope to compare them to first results planned for February 2018.

ST 5.7 Mi 18:15 Phys-HS P

HYPMED - Digital Hybrid Breast PET/MRI for Enhanced Diagnosis of Breast Cancer — ●FLORIAN MÜLLER¹, FEDERICA DEMATTÈ¹, THOMAS DEY¹, PIERRE GEBHARDT¹, NICOLAS GROSS-WEEGE¹, PATRICK HALLEN¹, DAVID SCHUG¹, BJÖRN WEISSLER¹, LAIYIN YIN¹, and VOLKMAR SCHULZ^{1,2} — ¹Department of Physics of Molecular Imaging Systems, Institute for Experimental Molecular Imaging, RWTH Aachen University, Aachen, Germany — ²Department of Molecular Imaging Systems, Philips Research, Aachen, Germany

The combination of Positron Emission Tomography (PET) with Magnetic Resonance Imaging (MRI) is a powerful research tool for cancer diagnosis and individualized cancer treatment (precision oncology). PET-MRI can provide unique information to guide precision oncology that includes measuring the regional expression of therapeutic targets, measuring drug pharmacokinetics, measuring therapy pharmacodynamics, and providing a marker of therapeutic efficacy that is highly indicative of outcome.

Current commercial PET-MRI systems are implemented as whole body imaging devices, although MRI is mostly used as an organ-based modality. The high complexity and cost of this young hybrid imaging modality, the tracer dose and the low image resolution are limiting future investigations in the fields of genomics, proteomics or metabolomics. The EU H2020 project HYPMED is addressing these limitations by developing a dedicated PET-RF insert to improve the diagnosis of breast cancer and personalized therapy control.

ST 5.8 Mi 18:30 Phys-HS P

Commissioning of an Assembly Tool for High Resolution, DOI-Capable PET Detectors — ●FEDERICA DEMATTÈ¹, THOMAS DEY¹, PIERRE GEBHARDT¹, NICOLAS GROSS-WEEGE¹, PATRICK HALLEN¹, FLORIAN MÜLLER¹, DAVID SCHUG¹, BJÖRN WEISSLER¹, LAIYIN YIN¹, and VOLKMAR SCHULZ^{1,2} — ¹Department of Physics of Molecular Imaging Systems, Institute for Experimental Molecular Imaging, RWTH Aachen University, Aachen, Germany — ²Department of Molecular Imaging Systems, Philips Research, Aachen, Germany

Positron Emission Tomography (PET) allows to analyze metabolic information in vivo. The two 511 keV gamma particles originating from the positron annihilation location are detected by scintillator based detectors. To attenuate the 511 keV gammas typically a thickness of 10 - 20 mm is used. The scintillator is often structured to confine the scintillation light to a bin size that suits the targeted spatial resolution. If the last one is smaller than the height of the scintillator, it is beneficial to be able to determine the Depth-Of-Interaction (DOI) of the gamma interaction.

The European project "HYPMED" aims to develop a PET/MRI which can diagnose even the smallest cancer foci in women breast. The targeted spatial resolution is sub-millimeter, outperforming any

state-of-the-art whole-body PET.

This talk will introduce the developments of the assembly tool used to mount high-resolution, DOI-capable detector stacks. Some first performance evaluation results will be presented as well.

ST 5.9 Mi 18:45 Phys-HS P

Inbetriebnahme eines asymmetrischen TOF-PET-Systems — ●OLE BRANDT^{1,2}, YONATHAN MUNWES³, ERIKA GARUTTI¹, TIES BEHNKE², and MILAN ZVOLSKY¹ — ¹Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg — ²Desy, Notkestrasse 85, 2607 Hamburg — ³Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 227, 69120 Heidelberg

Im Rahmen des EndoTOFPET-US-Projekts wird ein neuartiges multimodales Gerät zur Ultraschall-Endoskopie und Positronen-Emissions-Tomographie (PET) von Prostata- und Pankreas-Karzinomen entwick-

elt. Das Gerät besteht aus einem miniaturisierten PET-Kopf, installiert auf einem kommerziellen Ultraschall-Endoskop und einer externen Detektor-Platte, die in unmittelbarer Nähe zum Körper positioniert wird. Dieses nutzt die Flugzeit (TOF)-Information der detektierten Photonen, um Untergrund von naheliegenden Organen zu unterdrücken. Dazu wird eine Koinzidenz-Zeitauflösung von durchschnittlich 250 ps Halbwertsbreite erreicht. Die Detektion der Photonen erfolgt mittels Szintillationskristallen, ausgelesen durch Silizium-Photomultiplier (SiPM). Die Verarbeitung der SiPM-Signale erfolgt durch den STiC-Chip (SiPM Timing Chip, Uni Heidelberg). Um das System zu vervollständigen wird zu der bereits bestehenden äußeren Platte ein PET-Kopf mit 64 Pixeln und einer Pixelgröße von 1x1 mm² hergestellt und charakterisiert. Weiterhin wird der Einfluss der Zeitauflösung und der Asymmetrie der Pixelgrößen auf Signal- zu Rauschverhältnis sowie auf die räumliche Auflösung des Systems untersucht.

ST 6: DPG meets DGMP: Röntgen

Zeit: Donnerstag 14:00–16:05

Raum: Phys-HS P

Hauptvortrag ST 6.1 Do 14:00 Phys-HS P
Wilhelm Conrad Röntgen - Die Entdeckung der Röntgenstrahlen und die Entstehung neuer medizinischer Berufsfelder — ●UWE BUSCH — Deutsches Röntgen-Museum, Remscheid

Wilhelm Conrad Röntgens revolutionierte die medizinische Diagnostik und ebnete den Weg für zahlreiche Anwendungen in Wissenschaft und Technik ohne die unsere moderne Welt nicht denkbar wäre. In August Kundts Physiklabor fand Roentgen 1870 den Anfang seiner Karriere. Am 8. November 1895 entdeckte er eine neue Art unsichtbarer Materie durchdringender Strahlen, die er X-Strahlen nannte. Mit einem Schlag stand Roentgen im Rampenlicht der Öffentlichkeit. Seine Entdeckung war sowohl von wissenschaftlichem als auch von öffentlichem Interesse. Die physikalischen Grundlagen und die biologischen Wirkungen der neuen Strahlen waren Ende des 19. Jahrhunderts weitgehend unbekannt. Am Anfang war jeder, der Röntgenstrahlen in irgendeiner Weise verwendete, ein Experimentator. Unterschiedliche wissenschaftliche Disziplinen - Medizin, Physik und Ingenieurwissenschaften - kamen an dieser neuen Schnittstelle zusammen. Schon im ersten Jahr nach der Entdeckung begannen Ärzte aus einer Reihe von Spezialgebieten, Röntgenstrahlen für medizinische Zwecke zu verwenden. Sie waren Pioniere und erforschten neues Terrain. Am Anfang erfüllte der Röntgenologe verschiedene Rollen: Er war Arzt und Assistent und gleichzeitig Fotograf und Mechaniker, Archivar und Registrar. Aus diesen vielfältigen Aufgaben entstanden nach 1900 verschiedene Berufe im medizinischen Feld: der Radiologe als Facharzt, die Röntgeschwester, der Röntgenfotograf und der Röntgentechniker.

Hauptvortrag ST 6.2 Do 14:25 Phys-HS P
Röntgenstrahler in der medizinischen Diagnostik — ●JÖRG FREUDENBERGER — Siemens Healthcare GmbH, Diagnostic Imaging, Components and Vacuum Technology, Erlangen, Deutschland

Bereits kurz nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen wurde deren Wert für medizinische Diagnostik erkannt. Obwohl die grundlegenden physikalischen Effekte seit etwa einem Jahrhundert verstanden sind, dauert die Weiterentwicklung technischer Lösungen für medizinische Röntgenquellen bis heute an und bewegt sich teilweise dicht an der Grenze des materialwissenschaftlich Machbaren. Die Entwicklung geht bis heute voran.

Die Entwicklungsgeschichte der Strahler wurde einerseits vom geringen Wirkungsgrad der Bremsstrahlung geprägt und erfolgte entlang wichtiger Meilensteine, insbesondere von der Stehanode, über Drehanode, thermionischen Emittierer, Hochtemperaturwärmespeicher, Gleitlager, Metall-Keramik-Vakuumschule bis hin zum Drehkolbenstrahler (Engl. Rotating Envelop Tube). Andererseits entwickelte die Industrie auf die klinischen Anwendungen spezialisierte Röntgenquellen. Während Röntgenstrahler für Dentalbildgebung den Vakuumröhren aus den Anfängen noch immer ähnlich sind, so unterscheiden sich moderne Strahler für Angiographie und Computertomographie davon erheblich. Der Vortrag gibt einen kurzen Überblick über aktuelle medizinische Röntgenquellen und diskutiert anwendungsorientiert Anforderungen sowie Ansatzpunkte für Technologiesprünge.

Hauptvortrag ST 6.3 Do 14:50 Phys-HS P
Spiral-CT der Brust mit hoher Ortsauflösung und niedriger

Patientendosis — ●WILLI A. KALENDER — Institut für Medizinische Physik, Erlangen

Die zuverlässige Brustkrebsfrüherkennung stellt weiterhin eine große Herausforderung dar. Die Sensitivität der etablierten Mammografieverfahren wird meist mit Werten von nur 60-75 % angegeben und als unzureichend angesehen; die Screening-Programme werden deswegen auch oft hinterfragt. Es wird weltweit weiterhin nach verbesserten Verfahren gesucht. Die Computertomografie (CT) hat das Potential diese Situation deutlich zu verbessern. An der Universität Erlangen wurde deshalb auf der Basis von umfangreichen Rechnungen und Simulationen ein dedizierter Brust-CT-Scanner entwickelt, der mit einem 'single photon counting'-fähigen Detektor ausgerüstet wurde. Es wurde eine Pixelgröße von (0,1 mm x 0,1 mm) gewählt, um Ortsauflösungs- und Dosiswerte gleichwertig zu denen der Mammografie zu erreichen. Die bisherigen Ergebnisse an Präparaten belegen, dass dies erreicht bzw. sogar übertroffen wurde, da die 3D-CT im Vergleich zur 2D-Mammografie eine bessere Diagnostik erlaubt. Die prinzipiellen Überlegungen, technischen Details und Ergebnisse im direkten Vergleich werden im Vortrag erläutert und illustriert.

Hauptvortrag ST 6.4 Do 15:15 Phys-HS P
Strahlentherapie mit Photonen: Einführung und aktuelle Entwicklungen — ●CHRISTOPH BERT — FAU & Universitätsklinikum Erlangen, Strahlenklinik, Universitätsstraße 27, 91054 Erlangen, Deutschland

Ein Hauptanwendungsgebiet von Röntgenstrahlung im MeV-Bereich ist die Strahlentherapie, die heutzutage Standard einer multimodalen Tumorthherapie ist. Der hochenergetische Strahl wird dabei durch einen medizinischen Linearbeschleuniger (LINAC) erzeugt und dynamisch an das zu bestrahlende Volumen angepasst. Moderne LINACs bieten immer auch die Möglichkeit einer bildgestützten Behandlung, d.h. außer dem MeV-Therapiestrahl ist ein Röntgenbildgebungssystem im keV-Bereich verbaut, das sowohl planare Röntgenbilder als auch eine Computertomographie des immobilisierten Patienten erlaubt. Die Systeme werden außerdem für die Erkennung von Organbewegungen während der Bestrahlung herangezogen. Derzeit wird eine Magnetresonanztomographie-gestützte Bildführung als Alternative zu Röntgensystemen eingeführt. Dafür sind spezielle Methoden notwendig, unter anderem, um den Einfluss des hohen Magnetfeldes auf die Sekundärelektronen und damit die deponierte Dosisverteilung zu kompensieren. Der Vortrag zielt darauf ab die relevanten Grundlagen und aktuellen Entwicklungen einer modernen Strahlentherapie mit hochenergetischer Röntgenstrahlung zu erläutern.

Hauptvortrag ST 6.5 Do 15:40 Phys-HS P
High Resolution Computed Tomography in Laboratory Environment — RANDOLF HANKE^{1,2}, ●SIMON ZABLER², and FELLA CHRISTIAN¹ — ¹Chair of X-Ray Microscopy, University Würzburg — ²Fraunhofer Entwicklungszentrum Röntgentechnik, Flugplatzstrasse 75, 90768 Fürth

From organic or metallic micro-structures to whole engines, 3D non-contact measurements by Computed Tomography(CT) have become an indispensable tool for a broad range of users. The Chair of X-Ray Microscopy and the Fraunhofer Development Center for X-Ray

Technology develop CT as a versatile tool for materials development and inspection, covering a multi scale range in resolution and sample size. Depending on the application, e.g. carbon fiber composites are imaged at sub-micrometer resolution, whereas complete cars are scanned by MeV X-rays in a XXL CT-lab. Among many characterization techniques, X-Ray nano CT stands out with its unique capability to measure non-invasively the three-dimensional architecture of natural and man-made nano materials. This presentation will give an

overview about current results, which benefit the comprehension of macromolecular biology and new nano-structured technical materials. Reasonable results can only be achieved by controlling the complete analytical process, from sample preparation, X-Ray imaging at the nano scale, volume reconstruction to final data analysis. High resolution CT imaging is presented at the micro/nano scale by a modified Scanning Electron Microscope (SEM), a Liquid Metal Jet (LMJ) X-Ray system and a new X-Ray Nano Tube for some selected applications.

ST 7: Radiation monitoring and Dosimetry

Zeit: Donnerstag 16:30–19:15

Raum: Phys-HS P

ST 7.1 Do 16:30 Phys-HS P

Charakterisierung von Streustrahlungsfeldern an medizinischen Arbeitsplätzen mit einem neuartigen Spektrodosimeter — ●REBEKKA SCHLICHT und OLIVER HUPE — Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig

Im Rahmen des neuen Strahlenschutzgesetzes wird Ende 2018 der Grenzwert der Augenlinsendosis für beruflich strahlenexponierte Personen von 150 mSv auf 20 mSv abgesenkt. Daher müssen die Röntgenstreustrahlungsfelder an medizinischen Arbeitsplätzen hinsichtlich der Dosis (insbesondere der Augenlinsendosis) für das Personal charakterisiert werden. Die messtechnische Herausforderung liegt dabei zum einen in der Messung der niederenergetischen Photonenstrahlung und dem großen Dynamikbereich der Dosisleistung von 0.01 mSv/h bis 1 Sv/h. Zum anderen darin, dass bei Pulsdauern im ms-Bereich genügend Statistik gesammelt werden muss, um die Energieverteilung der Photonen abzubilden. Konventionelle aktive Spektrometer können aufgrund der hohen Pulsdosisleistungen kein korrektes Spektrum aufnehmen. In dem neu entwickelten Messgerät wird ein schneller Detektor basierend auf einem CeBr₃-Szintillator in Kombination mit einem Geiger-Avalanche-Photodioden-Array verwendet. Die Messelektronik basiert auf einem Field-Programmable-Gate-Array (FPGA), das die notwendige hohe Samplingrate von 1 GS/s ermöglicht. Das Messsignal eines einzelnen Ereignisses dauert etwa 100 ns. Somit kann die maximal messbare Ereignisanzahl stark erhöht werden. Die messtechnische Eignung des entwickelten Geräts wurde durch ausführliche Messungen in den Referenzstrahlungsfeldern der PTB gezeigt.

ST 7.2 Do 16:45 Phys-HS P

Entwicklung eines passiven Kleinvolumendosimeters — ●DANISHA PERENPAMOORTHY¹, JÖRG WALBERSLOH², KEVIN KRÖNINGER¹, LIESELOTTE CARLSSON² und SEBASTIAN BILLER³ — ¹TU Dortmund, Lehrstuhl für Experimentelle Physik IV — ²Materialprüfungsamt NRW, Dortmund — ³radiox - Strahlentherapie Soest

Die passive Dosimetrie rückt seit einigen Jahren in den Fokus der klinischen Dosisüberwachung. Dabei stellt der TL-Dosimeter, wie z.B. die Stäbchendosimeter, eine wichtige Ergänzung zu üblichen Dosimetern dar. Allerdings ist die Anwendung aufwendig und die Handhabung sehr umständlich.

Für die Entwicklung eines passiven Kleinvolumendosimeters im klinischen Anwendungsbereich auf Basis von TL-Stäbchen werden Rods und Chips in Kliniken (wie z.B. das EVK Lippstadt) mit unterschiedlichen Dosen bestrahlt und ihre Eignung als Dosimeter untersucht.

Auf Basis dieser vergleichenden Studien wird ein alternatives System erforscht, das eine verbesserte Handhabung und eine effizientere Auswertung ermöglicht. Dabei werden die TL-Detektoren mit dem System Harshaw 3500 und dem neuen System TL-DOS ausgewertet.

In der Präsentation wird auf die Charakterisierung des dosimetrischen Verhaltens und die Vergleichsstudien eingegangen. Ebenfalls werden die Messergebnisse der jeweiligen Kliniken verglichen und vorgestellt.

ST 7.3 Do 17:00 Phys-HS P

Messung der in Protonentherapie auftretenden Hautdosis mit Hilfe des Dünnschicht-Thermolumineszenzdosimetersystems TL-DOS — ●LENA MERTENS¹, JÖRG WALBERSLOH², KEVIN KRÖNINGER¹, CHRISTIAN BÄUMER³ und AJVAR KERN³ — ¹TU Dortmund, Lehrstuhl für Experimentelle Physik IV — ²Materialprüfungsamt NRW, Dortmund — ³Westdeutsches Protonentherapiezentrum, Essen

In der Messstelle der Personendosimetrie am Materialprüfungsamt

NRW wird ein neues Dosimeter entwickelt, dass auf dem System von Thermolumineszenzdetektoren basiert. Mit diesem System können verschiedene Strahlungsarten dosimetrisch erfasst werden.

In dieser Arbeit wird sich mit der Möglichkeit der Messung von Protonen mit einem Thermolumineszenzdosimeter beschäftigt und das Verhalten des Dosimeters auf die Bestrahlung mit Protonen untersucht. Dazu wird das Thermolumineszenzdosimeter mit Hilfe eines Protonenbeschleunigers im Pencil-Beam-Bestrahlungsmodus bestrahlt. Besonders die in der Protonentherapie entstehende Hautdosis wird betrachtet, um die Risiken von Hautschäden besser abschätzen und reduzieren zu können. Außerdem wird der Bragg-Peak und somit der Verlauf der Tiefendosis Kurve von Protonen vermessen.

Diese Präsentation zeigt den aktuellen Projektstatus und zukünftige Planungen.

ST 7.4 Do 17:15 Phys-HS P

Entwicklung von Radonquellen für die Erzeugung von low-level Referenzatmosphären — ●FLORIAN MERTES, STEFAN RÖTTGER, ANNETTE RÖTTGER und ANJA HONIG — Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Radon und Radon-Folgeprodukt Exposition ist nach aktuellen Schätzungen die Ursache von 3 % - 14 % aller Lungenerkrankungen. In Zukunft könnten durch europäische Normen oder nationales Recht Grenzwerte für die Radon Aktivitätskonzentration eingeführt werden, was eine Verbesserung der Radon Metrologie notwendig macht.

Die PTB hat im Rahmen des EMPIR Projekts "MetroRadon" neuartige Emanationsquellen für Rn-222 zur Erzeugung von Referenzatmosphären entwickelt. Ausgangspunkt ist die Abscheidung dünner Schichten von Ra-226 durch Elektrodeposition. Die Quellen werden mit α -Spektrometrie unter definiertem Raumwinkel bezüglich ihrer Ra-226-Aktivität charakterisiert. Der Emanationsgrad (Anteil des entweichenden Radons) ist durch eine vergleichende γ -spektrometrische Messung zugänglich, wobei weder die Detektoreffizienz noch Emissionswahrscheinlichkeiten verwendet werden. Die Gewährleistung der Stabilität des Emanationsgrades wird durch eine kontinuierliche γ -spektrometrische Messung realisiert. Das Messsystem basiert auf einem portablen Festkörper-Szintillator. Mit dem Einsatz dieser Quellen können stabile Aktivitätskonzentrationen im Bereich einiger 100 Bq/m³ mit einer Unsicherheit unter 5 % ($k = 1$) erzeugt werden.

Der Entwicklungsprozess und erste Messergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

ST 7.5 Do 17:30 Phys-HS P

Entwicklung eines Phantoms zur Qualitätssicherung einer Iridium-192 Afterloading-Quelle — ●SARAH SCHULZ¹, CATHARINA SCHARMBERG^{1,2}, BERNHARD SPAAN¹ und DIRK FLÜHS² — ¹TU Dortmund, Experimentelle Physik 5, Deutschland — ²Universitätsklinikum Essen, Strahlenklinik, Deutschland

Die Brachytherapie mit einer Iridium-192 Afterloading-Quelle ist eine verbreitete Methode zur Nahbestrahlung eines Tumors. Zur Kenntnis der genauen Dosisverteilung während der Therapie ist es erforderlich, die Quelle einer Qualitätssicherung zu unterziehen. Es wird ein Phantom mit mehreren, fest verbauten, gleichzeitig ausgelesenen Detektoren entwickelt. Dieser Messaufbau soll den benötigten Zeitaufwand gegenüber dem bisherigen Verfahren der Qualitätssicherung ohne größere Kosten deutlich verringern. Die verwendeten Polyethylenphthalat-Plastiksintillatoren haben eine gute Lichtausbeute, emittieren sichtbares Licht, sodass kein Wellenlängenschieber nötig ist und sind kostengünstig und in beliebiger Form herstellbar, sodass kleine Volumina verwendet werden können. Wenn der Szintillator direkt an den Lichtleiter gekoppelt wird, entsteht bei der Vermessung der Strahlungsquelle Cerenkovlicht im Lichtleiter. Dies kann durch AirCore-Detektoren, bei

denen ein Teil der Lichtleiterfaser durch einen ummantelten Luftraum ersetzt wird, verhindert werden, da dort im relevanten Energiebereich kein Cerenkovlicht erzeugt wird, sodass das reine Szintillationsignal über Oberflächenreflexion an der verspiegelten Ummantelung weitergeleitet und ausgelesen wird. In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse und Simulationen zum Konzept des Phantoms vorgestellt.

ST 7.6 Do 17:45 Phys-HS P

Charakterisierung von Spektro-Dosimetern mit Monte Carlo Simulationen — NATALIA ALEGRIA GUTIERREZ¹, KIM-LEIGH GABAY², ●PATRICK KESSLER² und FERNANDO M. LEGARDO¹ — ¹Universidad del País Vasco, Avda. Lehendakari Agirre, 81 (Sarriko) 48015 Bilbao, Spanien — ²Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Deutschland

In der Umgebungsüberwachung und bei der Dosimetrie bei niedrigen Dosisleistungen werden immer häufiger Szintillationsdetektoren mit einer mittleren Energieauflösung genutzt (3 % bis 4 % bei 662 keV). Diese erlauben es, zusätzlich zur Dosismessung, auch spektrometrische Untersuchungen vorzunehmen. Dazu muss die energieabhängige Antwortfunktion bezüglich der Umgebungsäquivalenzdosis $H^*(10)$ zeitaufwändig experimentell bestimmt werden.

Anhand von drei verschiedenen Monte Carlo Codes (GEANT4, MCNP, PENELOPE) wird demonstriert, dass dies auch durch Simulationen möglich ist. Es wird gezeigt, dass bei dem untersuchten Energiebereich von 30 keV bis 3000 keV, der in etwa dem Energiebereich der natürlichen terrestrischen Umgebungsstrahlung entspricht, nur einen geringen Unterschied zwischen den Codes zu beobachten ist. Die Simulation wurden für drei verschiedenen Szintillatormaterialien (CeBr₃, LaBr₃, SrI₂) durchgeführt. Dabei ist eine sehr vereinfachte Geometrie der Detektorsystem ausreichend.

Die gemessenen Antwortfunktionen werden mit denen der MC-Simulationen verglichen. Dazu werden bekannte Dosisleistungen von Referenzfeldern der PTB genutzt.

ST 7.7 Do 18:00 Phys-HS P

Glow curve simulation for multivariate analysis in the TL-DOS Project — ●FLORIAN MENTZEL¹, ROBERT THEINERT¹, KEVIN KRÖNINGER¹, and JÖRG WALBERSLOH² — ¹TU Dortmund, Lehrstuhl für Experimentelle Physik IV, 44227 Dortmund — ²Materialprüfungsamt NRW, 44287 Dortmund

The Monitoring Service of the Materialprüfungsamt NRW and the TU Dortmund are developing a new dosimetry detector and readout system based on solid state thermoluminescence in doped LiF:Mg, Ti. Currently, the irradiation dose is estimated from the total number of photon counts within a range of interest during the readout process. Recent studies show the potential of a more precise dose reconstruction using glow curve deconvolution and modern analysis techniques. In order to perform new statistical analysis methods like multivariate analysis, there is a need for much more data. As the irradiation and readout process is time and resource consuming, a simulation approach is more viable. The talk presents the progress in the simulation model, a brief theoretical background and possible applications of multivariate analysis in thermoluminescence dosimetry. It also includes a first comparison between the data and the simulations.

ST 7.8 Do 18:15 Phys-HS P

The RadMap Telescope on the International Space Station — ●MARTIN J. LOSEKAMM¹, THOMAS POESCHL¹, HANS-JUERGEN ZACHRAU², DANIEL GREENWALD¹, and STEPHAN PAUL¹ — ¹Technical University of Munich, Garching, Germany — ²Airbus DS Space Systems, Houston, USA

The RadMap Telescope is a compact radiation monitor for low-energy particles that is scheduled for deployment to the International Space Station (ISS) in 2019. It combines many advantages of particle detectors currently used in space radiation monitoring and overcomes many of their limitations. Because of its comprehensive measurements capabilities, its quasi-omnidirectional sensitivity, and the use of state-of-the-art reconstruction technologies, it will provide near real-time data not yet available through a single instrument. We will give an overview of the instrument's capabilities, the current development status, and the operational scenario aboard the ISS.

This research was supported by the DFG cluster of excellence "Origin and Structure of the Universe" (www.universe-cluster.de). The deployment to the ISS is sponsored by the Center for Advancement of Science in Space (CASIS).

ST 7.9 Do 18:30 Phys-HS P

Dosimetry with Photon Counting Pixel Detectors —

●PATRICK HUFSCHMIDT¹, DENNIS HAAG¹, THILO MICHEL¹, SEBASTIAN SCHMIDT¹, GISELA ANTON¹, JÜRGEN HÖSSL¹, MATTHIAS WEISSER², OLIVER HUPE³, and JÜRGEN ROTH³ — ¹Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, ECAP — ²Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institute for Crystallography and Structural Physics (ICSP) — ³Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB); Bundesallee 100; 38116 Braunschweig

As every application of X-rays involves the risk of radiation injuries, photon dosimetry with active personal dosimeters is an important field of research. A reliable performance of these dosimeters is indispensable and also legally required. Mandatory devices for occupationally exposed workers in Germany are based on a chemical process and acquire radiation doses over a designated period of time. Passive dosimeters (e.g. film badges) are being evaluated only once a month. To gain more immediate information about a potential harmful radiation exposure, the additional usage of active personal dosimeters is strongly recommended. However, there is currently no active personal dosimeter available that is capable of measuring the dose also in a wide range of pulsed radiation accurately. Due to the fact that pulsed radiation fields occur frequently in medical X-ray imaging protocols, this lack of dosimeters implicates a strong limitation in radiation safety. We investigate the use of photon counting pixel detectors for active personal dosimetry, especially to determine the accurate doses in pulsed photon radiation fields and at dose rates of more than 1 Sv/h, which is the minimum requirement. This contribution focuses on the principle of dose determination with pixel detectors and a dose determination method adapted to pixel detectors.

ST 7.10 Do 18:45 Phys-HS P

Entwicklung und Charakterisierung eines Positioniersystems für die Messung von 3D-Dosisverteilungen um klinische Brachytherapie-Applikatoren — ●KIM-LEIGH GABAY, THORSTEN SCHNEIDER, FRIEDERIKE GROTE und JÜRGEN ROTH — Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig, Deutschland

Gegenwärtig werden Bestrahlungsplanungsprogramme in der Brachytherapie meist mit Hilfe von Monte Carlo-Simulationen validiert. Referenzmessungen im Nahfeld fehlen weitestgehend, da die nötige Positioniergenauigkeit hierfür eine große Hürde darstellt. Auf Grund des Abstandsquadratgesetzes führen beispielsweise in 1 cm Abstand 50 μ m räumliche Unsicherheit bereits zu 1% Unsicherheit in der gemessenen Dosis.

An der PTB wurde ein Messsystem aufgebaut, welches einen Detektor mit einer räumlichen Unsicherheit von < 50 μ m in drei Dimensionen und mit beliebiger Ausrichtung in einem Wasserphantom (Volumen 600 L) positionieren kann. In dieser Arbeit stellen wir dieses Positioniersystem und Untersuchungen zu den damit erreichbaren räumlichen Unsicherheiten vor. Desweiteren werden Abschätzungen der somit erreichbaren Unsicherheiten bei Dosismessungen vorgeteilt.

ST 7.11 Do 19:00 Phys-HS P

Verifizierung der 3D-Brachytherapie-Bestrahlungsplanung im Bezug auf die Bestrahlung im Afterloading-Verfahren eines Zervixkarzinoms unter Verwendung einer Iridium-192-Quelle — ●DAVID ARGUELLES SAURET¹, MORITZ BUDE², CATHARINA SCHARMBERG¹, B. SPAAN¹, I.A. ADAMIETZ² und HORST HERMANI³ — ¹Experimentelle Physik 5, TU Dortmund — ²Marien Hospital, Klinik für Strahlentherapie und Radio-Onkologie, Herne — ³Robert Janker Klinik, Strahlentherapie und Radioonkologie, Bonn

Das Zervixkarzinom ist die vierthäufigste Krebserkrankung der Frau. Bei dieser gynäkologischen Erkrankung kommt es zu einer malignen Entartung des Gebärmutterhalses. Die Behandlung eines Zervixkarzinoms beinhaltet häufig eine Brachytherapie, bei der eine radioaktive Quelle in den Körper eingeführt wird. Mit Hilfe eines zylinderförmigen Vaginalapplikators, der kuchenstückartig mit Abschirmungen ausgefüllt werden kann, wird die verwendete Iridium-192-Quelle unter Verwendung des Afterloading-Verfahrens in den Applikator in die Nähe des zu bestrahlenden Gewebes gefahren und Normalgewebe geschont. Ziel dieser Arbeit ist, die 3D-Brachytherapie-Bestrahlungsplanung anhand von Monte-Carlo-Simulationen und eines 2D-Detektor-Arrays im Bezug auf die berechnete Dosis zu verifizieren. Zu diesem Zweck wird die Dosisverteilung mit dem Vaginalapplikator in einem Wasserphantom gemessen. Diese wird dann mit den Dosisverteilungen aus der Simulation und dem Bestrahlungsplan verglichen. In diesem Vortrag werden die ersten Ergebnisse der Simulationen, Messungen und dem Bestrahlungsplanungssystem miteinander verglichen.

ST 8: Mitgliederversammlung

Zeit: Donnerstag 19:30-20:30

Raum: Phys-HS P

Dauer 60 min.