

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 Spektro-Dosimeter — ●REBEKKA SCHLICHTE 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 maximale 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 unständig.

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, das 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 Lungenkrebskrankungen. 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 Polyethylenaphthalat-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 Szintillationssignal 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 Pais Vasco, Avda. Lehendakari Agirre, 81 (Sarrriko) 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 $H^*(10)$ zeit- und aufwändig 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 (CeBr_3 , LaBr_3 , SrI_2) 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 Abstandskwadratgesetzes führen beispielsweise in 1 cm Abstand 50 μm 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 $< 50 \mu\text{m}$ 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 BUDDÉ², 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.