

Section Radiation and Medical Physics Fachverband Strahlen- und Medizinphysik (ST)

Herwig G. Paretzke
Institut für Strahlenschutz / GSF-
Forschungszentrum Umwelt u. Gesundheit
Ingolstädter Landstr. 1
85764 Neuherberg
paretzke@gsf.de

Die diesjährige Sitzung des FV ST wurde vom FV-Vorsitzenden wieder ganz im Sinne der bewährten, guten Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik und dem Fachverband für Strahlenschutz mit den Partnern PD Dr. G. Brix, BfS, PD Dr. L. Bogner, Universität Regensburg sowie Prof. Dr. J. Breckow, Fachhochschule Gießen-Friedberg, aus den eingereichten und den eingeladenen Vorträgen erstellt.

Am Montag und Dienstag Vormittag werden verschiedene neuartige Aspekte und Entwicklungen der medizinischen Bildaufzeichnung und Bildgebung berichtet und Poster aus dem breiten Gebiet der Medizinphysik präsentiert.

Der Dienstag Nachmittag steht ganz im Zeichen der Strahlentherapie mit Photonen und Ionenstrahlen, sowie der grundlegenden biophysikalischen Simulations-Rechnungen und Experimente zur Quantifizierung der biologischen Strahlenwirkungen.

Am Donnerstag beschäftigen sich die Sitzungen insbesondere mit den verschiedenen Problemen der Messung von Neutronen und der Bewertung ihrer unterschiedlichen Wirkungen im Strahlenschutz und der Strahlentherapie. Darüber hinaus werden neueste Überlegungen und Erkenntnisse zur Strahlenrisiko-Abschätzung diskutiert.

Overview of Invited Talks and Sessions

(lecture room Ch 12.0.16; Poster D)

Invited Talks

ST 1.1	Mon	9:30–10:00	Ch 12.0.16	Multimodale Medizinische Bildgebung: Integration von Funktion und Morphologie — ●STEPHAN NEKOLLA
ST 1.4	Mon	10:30–11:00	Ch 12.0.16	Ultraschallanwendungen in der Medizin — ●GEORG SCHMITZ
ST 1.9	Mon	12:30–13:00	Ch 12.0.16	Nuklearmedizinische Kleintierbildung — ●KLAUS SCHÄFERS
ST 7.1	Tue	11:30–12:00	Ch 12.0.16	Physikalisch-mathematisch motivierte Bildverbesserung in der Medizin — ●CHRISTOPH HOESCHEN
ST 9.1	Tue	15:45–16:15	Ch 12.0.16	Computer simulation of the dynamics of ion induced radiation damage in cells — ●WERNER FRIEDLAND, HERWIG PARETZKE
ST 10.1	Thu	10:15–10:45	Ch 12.0.16	Die SSK-Empfehlung von 2005 für $w(\text{sub R})$-Werte von Neutronenstrahlen — ●DIETRICH HARDER
ST 10.2	Thu	10:45–11:15	Ch 12.0.16	Biologische Wirkungen von Neutronen — ●GERHARD KRAFT
ST 11.1	Thu	13:30–14:00	Ch 12.0.16	Was können wir aus epidemiologischen Daten über Mechanismen der Strahlenkrebs-Induktion lernen? — ●WOLFGANG HEIDENREICH, HERWIG PARETZKE

Sessions

ST 1.1–1.9	Mon	9:30–13:00	Ch 12.0.16	Medizinische Bildgebung I
ST 2.1–2.6	Mon	12:30–13:30	Poster D	Medizinphysik-Poster
ST 3.1–3.9	Mon	14:00–16:45	Ch 12.0.16	MEDIPIX-Detektoren
ST 4.1–4.2	Mon	16:45–17:15	Ch 12.0.16	Neuartige Röntgenröhren

ST 5.1–5.2	Tue	9:30–10:00	Ch 12.0.16	Strahlendetektoren
ST 6.1–6.4	Tue	10:00–11:00	Ch 12.0.16	Medizinphysik
ST 7.1–7.3	Tue	11:30–12:30	Ch 12.0.16	Medizinische Bildgebung II
ST 8.1–8.5	Tue	14:00–15:15	Ch 12.0.16	Strahlentherapie
ST 9.1–9.5	Tue	15:45–17:15	Ch 12.0.16	Strahlenbiophysik
ST 10.1–10.6	Thu	10:15–12:15	Ch 12.0.16	Neutronenphysik und Strahlenschutz
ST 11.1–11.2	Thu	13:30–14:15	Ch 12.0.16	Strahlenrisiko

Mitgliederversammlung des Fachverbandes Strahlen- und Medizinphysik

Dienstag 17:30–18:30 Ch 12.0.16

Alle Mitglieder des FV ST sowie interessierte Mitglieder der DGMP und des FS sind herzlich eingeladen zu Mitgliederversammlung des FV ST.

Vorgeschlagene Tagesordnung:

1. Annahme der Tagesordnung
2. Bericht des FV-Vorsitzenden
3. Aktivitäten zum Kompetenzerhalt in der Strahlenforschung
4. Zusammenarbeit mit DGMP und FS
5. Weitere eigene und fremde Tagungen 2007, 2008
6. Erweiterung des FV-ST-Vorstandes
7. Neuwahlen
8. Sonstiges

ST 1: Medizinische Bildgebung I

Time: Monday 9:30–13:00

Location: Ch 12.0.16

Invited Talk ST 1.1 Mon 9:30 Ch 12.0.16
Multimodale Medizinische Bildgebung: Integration von Funktion und Morphologie — ●STEPHAN NEKOLLA — Nuklearmedizinische Klinik der TU München Ismaningerstr. 22 81675 München

Die medizinische Bildgebung hat im Lauf der letzten Dekade entscheidende Impulse aus der Kombination und Integration verschiedener Bildgebungsverfahren erhalten. Insbesondere die Verbindung von Verfahren der morphologischen (*Wo ist was?*) und funktionellen Bildgebung (*Wie funktioniert was?*) hat die Treffsicherheit in den Bereichen Neurologie, Kardiologie und vor allem der Onkologie (resp. Tumor bildgebung) entscheidend verbessert. In erster Linie beruhen diese Erfolge auf der Verbesserung von Softwaremethoden zur Bildregistrierung und Bildfusion und insbesondere auf der Integration radiologischer und nuklearmedizinischer Tomographen in eine neue Generation kombinierter Bildgebungssysteme. In diesem Übersichtsvortrag werden die prinzipiellen Ansätze beider Methoden vorgestellt und hinsichtlich der technischen und logistischen Anforderungen sowie ihrer Vor- und Nachteile diskutiert.

ST 1.2 Mon 10:00 Ch 12.0.16
Performance results from a high resolution, dual layer LSO-APD PET tomograph for small animals — ●VIRGINIA SPANOUDAKI, IRENE TORRES-ESPALLARDO, and SIBYLLE ZIEGLER — Klinikum rechts der Isar der TU München, Nuklearmedizin, Ismaninger Str 22, 81675, München, Germany

MADPET-II is a high resolution positron emission tomograph aimed at radiopharmaceutical studies in small animals. The detector architecture is based on the individual readout of minute LSO scintillation crystals by Avalanche Photodiodes (APDs). A dual radial detector layer assures uniformity of the spatial resolution along the radial Field of View while maintaining the system's sensitivity. In total, the system consists of 1152 independent electronic channels. The tomograph performs list mode data acquisition, recording the energy and time stamp for every detected singles event. Coincident sorting and system calibration is done post acquisition in software.

The measured mean energy resolution of the system is 22 % and the system-wide time resolution is 9 nsec. The individual detector readout assures a maximum count rate of 10000 cps per channel. First phantom studies exhibit a spatial resolution of 1.25 mm along a central slice of the scanner. For the image reconstruction a 3D MLEM algorithm based on a Monte Carlo System Matrix is used. Results from performance evaluation measurements and the first animal studies will be presented.

ST 1.3 Mon 10:15 Ch 12.0.16
Normalization and Randoms Corrections for MADPET-II small animal PET scanner using Monte Carlo techniques — ●IRENE TORRES-ESPALLARDO¹, VIRGINIA SPANOUDAKI¹, MAGDALENA RAFECAS², and SIBYLLE ZIEGLER¹ — ¹Klinikum rechts der Isar der TU München, Ismaningerstr. 22, 81675 München — ²IFIC, Edificio Institutos de Investigación, Aptdo. Correos 22085, 46071 Valencia, Spain

PET offers the possibility of quantitative measurements of tracer concentration. However, there are several corrections which must be addressed in order to fully exploit this potential. Using Monte-Carlo simulation techniques through GATE software, we are investigating normalization and randoms corrections applied to MADPET-II. In general, corrections are applied before image reconstruction. We want to explore the possibilities of including these corrections as part of the system matrix in an EM algorithm. In order to obtain higher sensitivity, the low energy threshold (LET) should be reduced. In this situation, inter-crystal (IC) scatter takes place (25% at 150 keV LET). We have observed that randoms obtained using standard methods are higher than randoms found in simulation for lower LET (37% increase at 150 keV LET). We are interested to see how this overestimation affects quantification of the images. Related to normalization, we plan to study the feasibility of using singles for estimating the intrinsic efficiencies of the crystals. This would reduce the number of unknowns that must be obtained and the statistics would be increased (measured singles are always higher than coincidences). The time alignment of the channels would be considered as part of the normalization factors.

Invited Talk ST 1.4 Mon 10:30 Ch 12.0.16
Ultraschallanwendungen in der Medizin — ●GEORG SCHMITZ — Lehrstuhl für Medizintechnik, Ruhr Universität Bochum
 kein Abstract verfügbar

30 Min break

ST 1.5 Mon 11:30 Ch 12.0.16
Significant influence of ultrasound on the Hahn-echo-amplitude in soft matter — ●OLE OEHMS, NOURI ELMILADI, ANDRÉ ENGELBERTZ, BERND HABENSTEIN, CARMEN MORAR, and KARL MAIER — Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Bonn

Nuclear Magnetic Resonance (NMR) and Ultrasound (US) are both methods that are very commonly used over decades in medical diagnostics for the visualization of the inner parts of the body. Both methods are highly developed and are close to their physical limits. There are only a few efforts in combining US and NMR in soft matter. A new surprising result is that the Hahn echo amplitude can be dramatically changed by applying low-energetic US-pulses. In this talk the experimental setup for this research is presented and the effect of a variation of the US parameters (pulse length, pulse amplitude, pulse position in the sequence, US-frequency) on the echo-amplitude is demonstrated. According to our present knowledge, a viscous momentum transfer in the medium is responsible for the effect. This novel tool can deliver additional contrasts in magnetic resonance imaging.

ST 1.6 Mon 11:45 Ch 12.0.16
Ultrasound creates Magnetic Resonance Imaging contrast — ●MARCUS RADICKE¹, ANDRÉ ENGELBERTZ¹, BERND HABENSTEIN¹, MEINERT LEWERENZ¹, OLE OEHMS¹, PETER TRAUTNER², and KARL MAIER¹ — ¹Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Bonn — ²LIFE & BRAIN GmbH

Magnetic Resonance Imaging is extremely important in medical diagnostics. Image contrasts are based on three mean weightings: T1, T2 and proton density. To emphasise tissue properties magnetic contrast agents are used. The influence of Ultrasonic (US) pulses on a Magnetic Resonance Image sequence enables completely new contrasts that scales e.g. with the viscosity of the tissue. We used a Siemens Avanto 1,5T tomograph at the research centre life & brain in Bonn with standard image sequences combined with US-pulses. Pressure amplitude and pulse length were varied from 0 to 1 bar and 10 to 60ms. Recent experiments on systems having several viscosities and in various geometries are discussed.

ST 1.7 Mon 12:00 Ch 12.0.16
Aging Effects in BOLD MRI of the Human Calf Muscles during Reactive Hyperemia — ●ANJA-CARINA SCHULTE¹, HANS PETER LEDERMANN², and DENIZ BILECEN² — ¹Universitätsklinik Ulm, Klinik für Strahlentherapie, Ulm — ²Universitätsspital Basel, Institut für Diagnostische Radiologie, Basel, Schweiz

The blood oxygenation level-dependent (BOLD) effect that relies on the different magnetic properties of oxy- and deoxyhemoglobine can be applied to measure signal changes in skeletal muscles. This muscle BOLD effect is not yet completely understood but is assumed to primarily reflect blood oxygenation changes at tissue level.*Our study compares the muscle BOLD effect in the calf of 11 elderly and 17 young healthy volunteers during reactive hyperemia, which was provoked by 360 s of suprasystolic thigh compression. A fat-suppressed multi-echo GE-EPI sequence (TR=1 s) was used to acquire 360 s of hyperemia. Our comparison was based on 3 characteristic parameters of the BOLD signal time-course: hyperemia-peak-value, time-to-peak, and end-value.*The BOLD signal rapidly increased after cuff deflation reaching a maximum, which was significantly reduced (p<0.005) and earlier (p<0.05) in the elderly. After the maximum, the BOLD signal remained rather constant, whereas it nearly returned to baseline in the young (p<0.001).*Calf muscle BOLD MRI revealed statistically significant differences. The reduced and shortened increase in elderly reflects decreased oxygenation of muscle tissue probably due to age-related impairment of inflow. The following reduced decrease may be explained by diminished outflow and thus delayed clearance of oxygenated blood.

ST 1.8 Mon 12:15 Ch 12.0.16

Detailed Studies of Proton NMR Relaxation Times in the Presence of Magnetic Nanoparticles — ●CHRISTIAN HÖHL¹, NOURI ELMILADI¹, ANDRÉ ENGELBERTZ¹, MAURICE SCHLICHTENMAYER¹, FRITZ VÖGTLE², and KARL MAIER¹ — ¹Helmholtz - Institut für Strahlen- und Kernphysik Bonn — ²Kekulé-Institut für Organische Chemie und Biochemie Bonn

In magnetic resonance imaging (MRI) small magnetic particles of iron oxide (SPIO) are used as an additional contrast agent. The contrast is obtained by a decrease of the relaxation times T_1 and T_2 , varying with

the concentration of the SPIO. We did detailed measurements on the influence on T_1 and T_2 in the presence of SPIO at various concentrations and particle sizes. We observed huge differences of $\Delta T_1/\Delta T_2$ at particles sizes between 20nm and 1000nm. The influence of resonant ultrasound pulses on T_1 and T_2 in presence of SPIO is discussed.

Invited Talk

ST 1.9 Mon 12:30 Ch 12.0.16

Nuklearmedizinische Kleintierbildgebung — ●KLAUS SCHÄFERS — Klinik für Nuklearmedizin, Universität Münster
kein Abstract verfügbar

ST 2: Medizinphysik-Poster

Time: Monday 12:30–13:30

Location: Poster D

ST 2.1 Mon 12:30 Poster D

Small Animal PET with MWPCs — ●HOLGER GOTTSCHLAG¹, HENNING HÜNTELER¹, JAN PIETSCHMANN¹, NORBERT LANG², KLAUS REYGERS¹, KLAUS SCHÄFERS², and JOHANNES WESSELS¹ — ¹Institut für Kernphysik, University of Münster, Germany — ²Department of Nuclear Medicine, University Hospital of Münster, Germany

Positron emission tomography devices for small animals often use scintillation crystals to detect the γ -radiation of annihilated positrons.

These detectors provide good energy and timing resolution combined with a high efficiency and comfortable handling. However, crystal-based systems are quite expensive and provide only a modest position resolution.

Our approach is the use of more economic multi wire proportional chambers. These detectors offer sub millimeter spatial resolutions and can be built in almost arbitrary size. Although multi wire proportional chambers would not provide an energy resolution, the QUAD HIDAC by Oxford Positron Systems demonstrated the advantages of this technology in small-animal PET.

Based on the know-how of multi wire proportional chambers, that was obtained during the work on ALICE-TRD@LHC, we constructed a small animal PET scanner prototype. In this poster, the performance of our prototype will be discussed.

This project is part of SFB 656 MoBil - Molecular Cardiovascular Imaging - From Mouse to Man - at the University of Münster.

ST 2.2 Mon 12:30 Poster D

Non invasive and real time analysis of skin pigmentation and cutaneous hemoglobin oxygenation: An experimental and theoretical approach — ●IOANNIS SIANOUDIS¹ and ELENI DRAKAKI² — ¹Department of Physics Chemistry & Material Sciences, Technological Educational Institute (T.E.I.) of Athens, Ag. Spyridonos, 12210, Athens, Greece, e-mail: jansian@teiath.gr, — ²Physics Department, National Technical University of Athens, Zografou Campus, 15780, Athens, Greece, email: edrakaki@central.ntua.gr,

In this work we present a technique for examining human skin, based on the in vivo measurement of diffuse reflectance spectra in the visible and near-infrared ranges of the electromagnetic spectrum for non-invasive characterisation of haemoglobin oxygenation and pigmentation in skin. Spectra were measured by means of a fiber optic probe, and they were analyzed using an analytical model, based on the Kubelka-Munk theory of scattering and absorption within inhomogeneous materials. To evaluate the utility of the model, skin sites with variable melanin content were studied on individuals with different skin types or with pathological skin conditions. The results of the analysis indicated that it is possible to obtain quantitative information about main skin pigments, as well as basic information regarding the scattering properties of the skin. In addition to quantification of haemoglobin and melanin, qualitative information on the redox state of the blood may also be obtained. The proposed analytical model could be a helpful tool to monitor and evaluate the variations in the biological skin tissue data and its medical conditions.

ST 2.3 Mon 12:30 Poster D

Investigation of afterglow mechanisms in the x-ray scintillator CsI:TI⁺ — ●OLIVER KARG¹, JÖRG ZIMMERMANN¹, HEINZ VON SEGGERN¹, MANFRED FUCHS², and PETER SCHARDT² — ¹Institute of Materials Science, Electronic Materials Division, Petersenstrasse 23, 64287 Darmstadt, Germany — ²Siemens AG, Medical Solutions, Vacuum Technology, Günther-Scharowsky-Strasse 1, 91058 Erlangen, Ger-

many

The x-ray scintillator CsI:TI⁺ has been studied extensively for many years. For medical applications needle like layers on a substrate coupled with a CCD-camera are utilized. The advantages of such needle shaped CsI:TI⁺ layers are the high light yield and the spatial resolution due to the light guiding needles. For future medical instrumentation like fast computer tomography scintillators with a short lifetime are required. For this application the afterglow of present CsI:TI⁺ is not satisfactory exhibiting a weak afterglow with lifetimes in the range of seconds. The present work provides some results on the understanding of the mechanism leading to the afterglow. With x-ray and UV excited spectral resolved time dependent measurements the contributions of the different transitions in both the short time and long time regime are analyzed. Several electronic transitions in the TI⁺-ion and excitonic recombination are shown to be responsible for the fast luminescence. Defects responsible for the long term afterglow are investigated by means of thermally stimulated luminescence (TSL) techniques of x-ray irradiated CsI:TI⁺. Detrapping and retrapping mechanisms are reported from samples treated in different atmospheres.

ST 2.4 Mon 12:30 Poster D

Ein Terahertzscanner zur Analyse von Anomalitäten der Haut — ●HELMUT ESSEN¹, DIRK NUSSLER¹, EVA SCHLAUCH¹, CHRISTIAN KREBS² und THORSTEN BUZUG³ — ¹FGAN - FHR, D-53343 Wachtberg — ²RheinAhrCampus, D-53424 Remagen — ³Universität Lübeck, D-23538 Lübeck

Die Früherkennung maligner Melanome ist oft problematisch, weil sich die Melanome häufig unter der Haut oder aus zunächst unkräftigen Muttermalen heraus bilden. Mit dem hier vorgestellten Gerätedemonstrator sollen ohne chirurgischen Eingriff die Malignität von Hautveränderungen bestimmt werden. Elektromagnetische Wellen können mit Gewebe wechselwirken. Wie groß die Wechselwirkung mit bestimmten Molekülen des Gewebes ist, hängt stark von der Wellenlänge der elektromagnetischen Wellen ab. Der als Terahertzlücke bezeichnete Frequenzbereich zwischen 100 GHz und 10 THz war lange Zeit technologisch schlecht erschlossen. Ein Nachteil dieses Frequenzbereichs ist, dass Wasser, wie andere polare Moleküle auch, innerhalb der gesamten Terahertz-Lücke eine hohe Absorption aufweist. Daher dringen die Wellen nur einige Millimeter tief in den Körper ein. In der Dermatopathologie kommt es nur auf die Untersuchung der Hautschichten an, in denen die Wechselwirkung der Terahertzwellen mit dem Gewebe stattfindet. Eine bildhafte Darstellung der Terahertzsignatur von Hautpartien aus in vivo Messungen ist hier möglich. Es konnte gezeigt werden, dass hier der untere Terahertzbereich gute Voraussetzungen bietet. Versuche wurden mit Sensorspitzen in Form dielektrischer Stielstrahler durchgeführt.

ST 2.5 Mon 12:30 Poster D

Anwendung der Modulationsübertragungsfunktion auf die Dosismodulation eines inversen Bestrahlungsplanungssystem — ●MARK RICKHEY und LUDWIG BOGNER — Klinikum der Universität Regensburg, Franz-Josef Strauß-Allee 11, 93042 Regensburg

Mit Hilfe multimodaler Bildgebungsverfahren (PET, SPECT oder fMRI) ist nicht nur eine morphologische Darstellung des Tumors möglich, sondern auch eine Darstellung der biologischen Eigenschaften wie Zellteilungsrate oder Hypoxie. Klinische Studien haben einen Zusammenhang zwischen diesen Eigenschaften und dem Ansprechvermögen auf ionisierende Strahlung gezeigt. Eine Bestrahlungsplanung auf der

Grundlage derartiger Bildgebung wird zwangsläufig zu einer inhomogenen Dosisvorgabe im Tumolvolumen führen. Die Realisierung derartiger Dosisverteilungen durch die Intensitätsmodulierte Radiotherapie stellt eine Herausforderung für moderne Bestrahlungsplanungssysteme dar. Als Zielfunktion bietet sich eine Summe über die quadrierten Differenzen zwischen Ist- und Soll-dosis in den einzelnen Volumenelementen an. In dieser Arbeit wird anhand einer Modulationsübertragungsfunktion die Zielfunktion in Kombination mit einem Photonen- und einem Protonendosisalgorithmus untersucht. Anhand eines klinischen Beispiels wird die Anwendung in der Praxis demonstriert.

ST 2.6 Mon 12:30 Poster D

Vergleich verschiedener Sonden in Abhängigkeit der Feldgröße — ●CHRISTIANE PETER^{1,2}, ULLA RAMM¹, JÖRG LICHER¹, CHRISTIAN SCHERF¹, KLEMENS ZINK² und HEINZ DIETRICH BÖTTCHER¹ — ¹Klinikum der J.W. Goethe-Universität, Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt am Main — ²FH Giessen-Friedberg, Wiesenstrasse 14, 35390 Giessen

Betreiber von Linearbeschleunigern sind vom Gesetzgeber verpflichtet, u.a. dosimetrische Messungen zur Qualitätskontrolle vorzunehmen. Hierfür steht eine Reihe von Sonden zur Verfügung, die vom Hersteller für bestimmte Strahlenfeldbedingungen vorgesehen sind. In dieser Arbeit werden Vergleichsmessungen mit den Sonden dargestellt und diskutiert. Messungen der Absolutdosimetrie im Plexiglasphantom erfolgten bei 6 und 25 MeV Photonen- bzw. 4 bis 22 MeV Elektronenstrahlung und Feldgrößen zwischen $2 \times 2 \text{ cm}^2$ und $20 \times 20 \text{ cm}^2$ in verschiedenen Tiefen mit den Ionisationskammern PTW-23331, PTW-23332 und PTW-233641, sowie den Dioden PTW-60008 und PTW 60012. Relative Vergleichsmessungen von Tiefendosiskurven und Querverteilungen wurden im Wasserphantom mit den Ionisationskammern PTW-233641 und PTW-233642, den Dioden, sowie der Diamantsonde PTW-60003 durchgeführt. Es wurden quantitative Fehlerbetrachtungen aller Sonden abhängig von den Messbedingungen durchgeführt. Die Ergebnisse spiegeln die erwarteten bauartbedingten Unterschiede der Sonden wieder. Dioden eignen sich auf Grund ihres geringen Messvolumens auch für kleine Felder unter $5 \times 5 \text{ cm}^2$.

ST 3: MEDIPIX-Detektoren

Time: Monday 14:00–16:45

Location: Ch 12.0.16

ST 3.1 Mon 14:00 Ch 12.0.16

Vorstellung des Medipix2-Detektors und Blick auf den Stand der Technik — ●EWALD GUNI, PETER BARTL, MICHAEL BÖHNEL, JÜRGEN DURST, MARKUS FIRSCHING, ULRIKE GEBERT, ALEXANDER KORN, BJÖRN KREISLER, THILO MICHEL, FRANK NACHTRAB, PATRICK TAKOUKAM TALLA und GISELA ANTON — Physikalisches Institut IV, Erlangen

Der Medipix2-Detektor ist ein photonenzählender, pixelierter Halbleiterdetektor, der aus einem Halbleitersensor und einem ASIC aufgebaut ist. Die Hybridtechnologie ermöglicht es den ASIC mit verschiedenen Sensormaterialien zu versehen (Si, GaAs, ...). Der ASIC besitzt 256×256 quadratische Pixel mit einer Kantenlänge von $55 \mu\text{m}$. Darüber hinaus verfügt er über zwei Energieschwellen pro Pixel. Weiterhin zeichnet er sich unter anderem durch einen hohen Dynamikbereich, geringes Rauschen und hohe Zählraten aus. Jeder Pixel besitzt einen eigenen Zähler und ist für Zählraten bis 1 Mhz ausgelegt.

Einfallende Röntgenquanten erzeugen eine Verteilung von freien Ladungsträgern im Sensormaterial. Diese Ladungsverteilung driftet im elektrischen Feld des Sensors zu den Pixelelektroden. Aufgrund der geringen Pixelgröße kann die Ladungswolke auf mehrere Pixel verteilt werden (Charge Sharing). Dieses Problem wird durch den Nachfolger des Medipix2, den Medipix3, gelöst werden.

An unserem Institut wird die Nutzung von Medipix-Detektoren in der projektiven Radiographie, der Mikro-CT und in anderen Anwendungsgebieten erforscht. In diesem Vortrag soll der Medipix-Detektor vorgestellt werden und auf nachfolgende Vorträge hinführen.

ST 3.2 Mon 14:15 Ch 12.0.16

Zählverhalten und spektrometrische Eigenschaften von Detektoren der Medipix-Familie — ●ULRIKE GEBERT, MICHAEL BÖHNEL, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Physikalisches Institut IV, Erwin-Rommelstraße 1, 91058 Erlangen

Die Röntgendetektoren der Medipix-Familie, wie zum Beispiel der Medipix2 und der Timepix, sind pixelierte, photonenzählende Halbleiterdetektoren. Das von einem Ereignis an den Pixelelektroden induzierte Stromsignal wird nach Verstärkung und Pulsformung in jedem Pixel mit einer einstellbaren Schwelle verglichen. Die Anstiegszeit dieses Pulses liegt in der Größenordnung von 100 ns. Das Signal besitzt eine Return-To-Zero-Zeit von einigen 100 ns. Diese Zeit ist abhängig von der Signalamplitude und einem einstellbaren Abklingfaktor. Während beim Medipix2 bei Überschreiten der Diskriminatorschwelle ein Zähler inkrementiert wird, registriert der Timepix-Detektor die Verweilzeit oberhalb der Diskriminatorschwelle. Ein wichtiges Anwendungsgebiet des Medipix und des Timepix-Detektors ist die Röntgenbildgebung, bei der bei hohen Flüssen die mittleren zeitlichen Abstände zwischen zwei aufeinander folgenden Photonen mit der Länge des Eingangspulses des Diskriminators vergleichbar sind. Durch zufällige Koinzidenzen kommt es in Abhängigkeit von der Höhe der Diskriminatorschwelle, der Photonenenergie und der Return-To-Zero-Zeit zu Veränderungen im Zählverhalten und im gemessenen Spektrum der im jeweiligen Pixel-

volumen deponierten Energie. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der Untersuchungen des Zählverhaltens und der spektrometrischen Eigenschaften von Detektoren der Medipix-Familie vorgestellt.

ST 3.3 Mon 14:30 Ch 12.0.16

Energiekalibrierung eines Röntgenpixeldetektors mittels K-Kanten — ●FRANK NACHTRAB, DANIEL NIEDERLÖHNER, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Physikalisches Institut IV, Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen

Zur Energiekalibrierung spektroskopischer Detektoren werden vielfach radioaktive Präparate mit bekanntem Emissionspektrum verwendet. Die Verwendung radioaktiver Quellen hat mehrere Nachteile: die Quellen unterliegen dem Strahlenschutz und sind daher aufwendig in Lagerung und Beschaffung, ausserdem nimmt die Aktivität mit der Zeit ab. Eine alternative Methode zur Energiekalibrierung des Medipix2-Detektors basiert auf der Idee, dem Bremsspektrum einer Röntgenröhre Strukturen aufzuprägen. Realisiert wird diese Aufprägung durch Filterung des Spektrums mit verschiedenen Metallfolien. Oberhalb der Bindungsenergie der Elektronen der K-Schale ist Photoeffekt mit K-Schalen-Elektronen möglich. Durch diesen zusätzlichen Wechselwirkungskanal steigt der Schwächungskoeffizient sprunghaft an. Die Lage dieser K-Kante im gemessenen Energieantwortspektrum wird der K-Bindungsenergie des Filtermaterials zugeordnet. Auf diese Weise erstellte Energiekalibrierungen sind von vergleichbarer Genauigkeit wie Kalibrierungen, die mit radioaktiven Präparaten erzeugt wurden. Die einfachere und sicherere Handhabung der benötigten Materialien spricht für die Energiekalibrierung mit K-Kanten.

ST 3.4 Mon 14:45 Ch 12.0.16

Vorstellung einer Monte Carlo Simulation zur Beschreibung der Ladungsträgerdynamik im Sensor von Halbleiterdetektoren. — ●ALEXANDER KORN, JÜRGEN DURST, MARKUS FIRSCHING, BJÖRN KREISLER, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Physikalisches Institut, Universität Erlangen

Bei modernen photonenzählenden Pixeldetektoren wird auf Grund der kleinen Pixelabmessungen die Detektorantwort durch den Effekt des Charge Sharing mitbestimmt. Für Monte Carlo Simulationen dieser Detektorantwort ist es deshalb wichtig die Größe und Lage der Ladungswolke im Sensor exakt zu bestimmen. Dazu müssen physikalische Effekte in die Simulation eingebunden werden, die bei Simulationen von Detektoren mit größeren Pixeln vernachlässigt werden können. Diese Arbeit stellt eine Erweiterung der Simulationssoftware ROSI vor, die die Ladungsträgerzeugung im Halbleiter, die Ladungsträgerdynamik im Feld des Sensors und die elektronischen Eigenschaften des Detektors berücksichtigt. Die Simulationsergebnisse wurden durch Messungen am Medipix2-Detektor bestätigt.

ST 3.5 Mon 15:00 Ch 12.0.16

Rekonstruktion des Spektrums einer Röntgenröhre (GETAUSCHT MIT ST 3.7) — ●PATRICK TAKOUKAM TALLA, GISELA

ANTON, THILO MICHEL, MARKUS FIRSCHING, JÜRGEN DURST und MICHAEL BOEHNEL — Physikalisches Institut Erwin-Rommel-Str.1 91058 Erlangen

Für zerstörungsfreie Prüfverfahren von Materialien in der Industrie oder für die Diagnostik in der medizinischen Radiologie verwendet man meist Röntgenröhren als Strahlungsquelle. Die Bestimmung des Spektrums einer Röntgenröhre stellt eine fordernde Aufgabe dar. Sie ist mit handelsüblichen Detektoren nur bei sehr niedrigem Photonenfluss möglich. Um das Spektrum auch bei hohem Fluss zu bestimmen ist es notwendig, dass der verwendete Detektor in der Lage ist, diesen zu verarbeiten und darüber hinaus Energieinformation zu liefern. Der Medipix2-Detektor erfüllt diese Forderung. Er ist ein pixelierter Halbleiterdetektor, mit dem einzelnen Röntgenphotonen gezählt werden können. Einstellbare Energieschwellen machen Informationen über die Energie der einfallenden Strahlung zugänglich. Aus diesen Energieinformationen kann mittels Methoden der linearen Algebra das einfallende Spektrum zurückgerechnet werden.

ST 3.6 Mon 15:15 Ch 12.0.16

Simulationen zur quantitativen Materialrekonstruktion mit energiesensitiven Röntgenpixeldetektoren in der Computertomographie (GETAUSCHT MIT ST 3.8) — ●MARKUS FIRSCHING, FRANK NACHTRAB, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Physikalisches Institut IV, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Str.1, 91058 Erlangen

Im Moment verwendete röntgenstrahlungsbasierte Bildgebungsverfahren nutzen den Informationsgehalt aus der Energie der detektierten Strahlung nur in Ausnahmefällen. Aktuelle photonenzählende Pixel-detektoren sind in der Lage, Informationen über die Energie jedes detektierten Photons zu gewinnen. Dadurch ergeben sich vielfältige Möglichkeiten diese zusätzliche Information zur Steigerung der Bildqualität bzw. zur Dosisreduktion zu nutzen.

Da die Energieabhängigkeit der Schwächungskoeffizienten materialabhängig ist, kann man durch Analyse des Schwächungsspektrums Information über die Zusammensetzung des untersuchten Objekts gewinnen.

Wir haben die Methode der Materialrekonstruktion (Basismaterialzerlegung) für die Computertomographie angepasst und mit dem Monte-Carlo-Simulationsprogramm ROSI Simulationen mit dafür neu entwickelten Phantomen durchgeführt. Anhand der so gewonnenen Daten konnte die gleichzeitige Trennung verschiedener Kontrastmittel voneinander und vom Hintergrund erfolgreich gezeigt werden. Dies könnte zu einer Reduktion der Strahlen- oder Kontrastmitteldosis genutzt werden.

30 Min Break

ST 3.7 Mon 16:00 Ch 12.0.16

Eine fundamentale Methode zur Bestimmung der DQE von photonenzählenden Röntgenpixeldetektoren (GETAUSCHT MIT ST 3.5) — ●JÜRGEN DURST, MICHAEL BÖHNEL, MARKUS FIRSCHING, ALEXANDER KORN, BJÖRN KREISLER, ANJA LOEHR, THILO MICHEL, FRANK NACHTRAB, FRANK SUKOWSKI, PATRICK TAKOUKAM TALLA und GISELA ANTON — Physikalisches Institut IV, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin Rommel Straße 1, 91058 Erlangen

Bei pixelierten photonenzählenden Röntgendektoren kann es vorkommen, dass ein Röntgenphoton Zählereignisse in mehreren Pixeln hervorruft. Dies liegt daran, dass von einem Röntgenphoton durch verschiedene Prozesse an mehreren Positionen im Sensormaterial Ener-

gie deponiert wird. Außerdem kann sich die erzeugte Ladungswolke während ihrer Drift in Richtung der Elektroden auf mehrere Pixel verteilen.

Die DQE ist ein Maß für den Informationstransfer durch ein bildgebendes System. Sie ist durch das Verhältnis des SNR vor und nach dem System definiert. Nimmt man Poissonrauschen für die Gesamtzählereignisse an, erhält man für photonenzählende Detektoren auf Grund von Mehrfachzählungen unbrauchbare Resultate.

In diesem Vortrag wird eine fundamentale Methode vorgestellt, wie die DQE bei Ortsfrequenz Null unter Berücksichtigung des Einflusses der Mehrfachzählungen bestimmt werden kann.

ST 3.8 Mon 16:15 Ch 12.0.16

Einflussgrößen auf die MTF eines pixelierten photonenzählenden Detektors (GETAUSCHT MIT ST 3.6) —

●PETER BARTL, ALEXANDER KORN, THILO MICHEL und GISELA ANTON — Physikalisches Institut, Erwin-Rommel Str.1, 91058 Erlangen

Die Modulations-Übertragungsfunktion (MTF) ist ein wichtiger Parameter für die Beschreibung der bildgebenden Eigenschaften eines Röntgendektors. Sie ist ein Maß für die Ortsauflösung und hängt daher von der Pixelgröße ab. Außerdem wird sie von der spektralen Verteilung der einfallenden Photonen und den verschiedenen Prozessen der Energiedeposition innerhalb des Detektors beeinflusst. Es wurde durch Simulationen und Messungen untersucht, wie sich das räumliche Auflösungsvermögen in Abhängigkeit verschiedener Spektren und variabler unterer Energieschwelle ändert. Außerdem wurde der Einfluss von Fluoreszenzen aus Materialien des Detektorassemblies auf die MTF quantifiziert. Diese Fluoreszenzphotonen deponieren ihre Energie einige Pixellängen entfernt vom Auftreffort des eingefallenen Photons. Der niederfrequente Teil der MTF wird dadurch verschlechtert. Diesen Effekt nennt man Low Frequency Drop (LFD). Für Energieschwellen über den Fluoreszenzenergien kann der LFD verringert werden. Das effektive Pixelprofil wird dadurch schmaler, da deponierte Ladungen in den Randzonen eines Pixels nicht mehr gezählt werden.

ST 3.9 Mon 16:30 Ch 12.0.16

Untersuchung des Charge-Summing-Modus des Medipix3 —

●BJÖRN KREISLER, GISELA ANTON, PETER BARTL, MARKUS FIRSCHING, THILO MICHEL und FRANK NACHTRAB — Physikalisches Institut IV, Erwin-Rommel-Straße 1, 91058 Erlangen

Der Medipix3 ASIC ist eine Weiterentwicklung des Medipix2 ASICs. Wie beim Medipix2 ASIC handelt es sich hierbei um einen hochauflösenden, rauscharmen, pixelierten und photonenzählenden CMOS Auslesechip. Der Chip kann wie sein Vorgänger mit verschiedenen Halbleitersensormaterialien bestückt werden, mit denen Röntgenstrahlung direkt in elektrische Signale umgewandelt werden kann. Anders als beim Medipix2 bietet der Medipix3 jedoch neben dem reinen photonenzählenden Betriebsmodus einen "Charge-Summing" Modus. In diesem Modus wird die von einem Röntgenphoton erzeugte Ladung, die sich auf mehrere Pixel verteilt, summiert. Die Auswirkungen Effekt des Charge-Sharings wird dadurch unterdrückt und die deponierte Energie führt korrekterweise nur zu einem einzigen Zählereignis in der Elektronik. Dies ermöglicht die Messung der Energie jedes einfallenden Photons bei gleichzeitiger Erhaltung der Ortsauflösung. Außerdem ermöglicht der neue Chip die kontinuierliche und somit totzeitfreie Aufnahme von Bildern.

In diesem Beitrag werden Simulationsergebnisse zu den spektrometrischen und ortsauflösenden Eigenschaften des Medipix3 Detektors vorgestellt.

ST 4: Neuartige Röntgenröhren

Time: Monday 16:45–17:15

Location: Ch 12.0.16

ST 4.1 Mon 16:45 Ch 12.0.16

Entwicklung neuartiger Röntgenröhren mit Hilfe von Monte-Carlo-Simulationen — ●FRANK SUKOWSKI¹, GISELA ANTON¹, THILO MICHEL¹, ANJA LOEHR¹, PETER SCHARDT², JÖRG FREUDENBERGER² und PETER RÖHRER² — ¹Physikalisches Institut IV, Universität Erlangen-Nürnberg — ²Siemens AG, Vacuum Technology / RVV

Bei der Entwicklung von Röntgenröhren legt man in fast allen Anwendungsbereichen großen Wert darauf, einen möglichst hohen Fluss von Röntgenphotonen zu erreichen. Der limitierende Faktor ist meist

die starke Erhitzung der Anode beim Auftreffen der primären Elektronen, was eine Begrenzung des Röhrenstroms notwendig macht. Die bisherigen Entwicklungen gingen vor allem dahin, bessere Methoden zu entwickeln, um die im Brennfleck eingetragene Wärmeleistung effizienter abzuführen. Das Prinzip der Erzeugung von Röntgenquanten ist jedoch seit vielen Jahren nahezu unverändert geblieben.

Mit immer höher werdender Rechenleistung ist es nun möglich, teilchenphysikalische Prozesse in komplexen Röhrengemetrien zu simulieren und alle relevanten Einflüsse, wie Elektronenstrahlgeome-

trie, Aufbau der Anode und des Strahlenaustritts auf die erzeugten Röntgenquanten und den Wärmeeintrag in der Anode gleichzeitig und sehr detailliert zu untersuchen.

In diesem Projekt werden besonders die Vorgänge im Brennfleck, wie die Strahlungserzeugung selbst und die Wärmeentwicklung mit Hilfe des Monte-Carlo-Simulationsprogramms ROSI untersucht und ein neues, effizientes Röntgenröhrenkonzept vorgestellt.

ST 4.2 Mon 17:00 Ch 12.0.16

Vorstellung eines innovativen Röntgenröhrenkonzepts — ●ANJA LOEHR¹, PROF. DR. GISELA ANTON¹, DR. JÖRG FREUDENBERGER², DR. THILO MICHEL¹ und FRANK SUKOWSKI¹ — ¹Physikalisches Institut, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel Str.1, 91058 Erlangen — ²RVV Siemens Med, Erlangen

In der Röntgenröhrentechnik wird kontinuierlich an neuen Röhrenkonzepten gearbeitet um die Röhren noch besser an ihre individuellen An-

forderungen anzupassen. So zum Beispiel unterscheiden sich die Anforderungen an medizinisch genutzte Röhren von solchen die im Bereich von zerstörungsfreier Prüfverfahren eingesetzt werden nicht nur im Hochspannungsbereich, sondern variieren mitunter auch im Anodenmaterial, in der Brennfleckgröße und im Anodenwinkel. Ein grundsätzlich angestrebtes Ziel jedoch ist die Verbesserung des Verhältnisses von Photonenfluss zu eingetragener Wärmeleistung in der Anode. Im Vortrag wird ein neuentwickeltes Röhrenkonzept vorgestellt, dass einen deutlich verbesserten Photonenfluss verspricht. Für einen Vergleich des neuen Konzeptes mit einem Herkömmlichen, wurden Röntgenspektren mit einer konventionellen und mit einer neuen Röhre aufgenommen und miteinander verglichen. Die Messungen wurden zusätzlich mit ROSI, einem Monte-Carlo Simulationprogramm, simuliert um die Verlässlichkeit des Programmes zu testen und gegebenenfalls noch zu optimieren.

ST 5: Strahlendetektoren

Time: Tuesday 9:30–10:00

Location: Ch 12.0.16

ST 5.1 Tue 9:30 Ch 12.0.16

Nanocrystalline Glass Ceramics for Radiation Imaging — ●GRAHAM APPLEBY¹, ANDY EDGAR², and GRANT WILLIAMS³ — ¹Institute of Materials Science, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Germany — ²MacDiarmid Institute, Victoria University of Wellington, New Zealand — ³Industrial Research Limited, Wellington, New Zealand

Commercial solid state detectors of radiation such as x-rays, gamma rays and neutrons are often based on scintillator screens or imaging plates which consist of a crystalline luminescent material suspended within a supporting layer. For example, x-ray imaging plates consist of micron-sized crystallites of the storage phosphor BaFBr:Eu²⁺ within a polymer layer.

The main limitation of such materials is the poor spatial resolution of the images obtained, which arises from light scattering from the crystal grains. To overcome this problem, new detectors are under development in which nanocrystallites of a luminescent material are grown within a glass matrix. The transparent nature of these glass-ceramics leads to a reduction in light scattering and therefore improved spatial resolution.

Nanocrystallites of the storage phosphor BaCl₂:Eu²⁺ have been successfully incorporated into fluorozirconate glasses for x-ray imaging plates, and into neutron sensitive lithium borate glasses for thermal neutron imaging plates. An overview of the structural and radiation imaging characteristics of these materials will be given in this presen-

tation.

ST 5.2 Tue 9:45 Ch 12.0.16

Photostimulated luminescence sensitivity enhancement of the storage phosphor CsBr:Eu²⁺ by thermal treatment in oxygen — ●JÖRG ZIMMERMANN, SABINE HESSE, and HEINZ VON SEGGERN — Institute of Materials Science, Electronic Materials Division, Petersenstrasse 23, 64287 Darmstadt, Germany

Nowadays image plates (IP) are widely used for 2D detection of x-rays in medicine and materials research. Commercial IPs consist of a powder of the storage phosphor BaFBr:Eu²⁺ mixed with a polymer binder on a polymer substrate. The spatial resolution of those plates is limited by light scattering introduced by the difference of refractive index of binder and phosphor grains. For IPs with higher spatial resolution and comparable photostimulated luminescence (PSL) sensitivity the X-ray storage phosphor CsBr:Eu²⁺ is a promising material since it can be grown spicular on a glass substrate using evaporation techniques. The higher resolution of those NIPs (needle image plates) thereby is achieved by a light guiding effect resulting from the thin needles exhibiting diameters in the ten-micrometer scale. It will be demonstrated that the introduction of oxygen enhances the sensitivity of this storage phosphor. The influence of thermal treatment in oxygen containing atmosphere is investigated by means of various spectroscopic methods. A possible mechanism for the influence of oxygen in CsBr:Eu²⁺ on its optical properties will be discussed.

ST 6: Medizinphysik

Time: Tuesday 10:00–11:00

Location: Ch 12.0.16

ST 6.1 Tue 10:00 Ch 12.0.16

LIF-Spektroskopie an biologisch freigesetztem NO und Online-Exhalationsprofile von ¹⁵NO — ●CHRISTOPH MITSCHERLING, JÖRG LAUENSTEIN und KARL-HEINZ GERICKE — Technische Universität Braunschweig, Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, Abteilung Laserchemie, Hans-Sommer-Straße 10, 38106 Braunschweig

Die Konzentrationsbestimmung der Emission von Stickstoffmonoxid (NO) ist für eine Vielzahl biologischer Prozesse von aktueller Bedeutung. Unter einer Fülle von Nachweismethoden ist die Laserinduzierte Fluoreszenz (LIF) Spektroskopie mit einer theoretischen unteren Nachweisgrenze von 0,1 parts per trillion (ppt) die derzeit sensitivste Methode NO-Konzentrationen zu bestimmen. Neben einer universellen Einsetzbarkeit ist dieses Verfahren zudem isotopenselektiv und damit auch für die Durchführung von Tracer-Experimenten geeignet. Im Wellenlängenbereich von 226 nm wird die $\gamma(0)$ -Bande angeregt und Fluoreszenz des Übergangs $A^2\Sigma^+(v' = 0, J') \rightarrow X^2\Pi_\Omega(v'' \geq 2, J'')$ detektiert. So wurden nicht-invasive Atemluftuntersuchungen an ¹⁴NO mit einer Auflösung von 50 Hz über einen langen Zeitraum durchgeführt. Unter Verwendung der Standardaddition erfol-

gen absolute Konzentrationsbestimmungen der Probe. Weitere Optimierung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses ermöglicht erstmals die Online-Observation menschlichen Exhalats bezüglich des Ausstoßes von ¹⁵NO. Zudem werden Messungen an menschlicher Haut vorgestellt.

ST 6.2 Tue 10:15 Ch 12.0.16

Untersuchung einer möglicher Strahlenwirkung auf die Zusammensetzung von Atemgas und von Emissionen aus Zellen mittels Protonen-Transfer-Reaktions Massenspektrometrie (PTR-MS) — ●LOTHAR KECK, UWE OEH, CLAUDIA BRUNNER, BUSHAN THEKEDAR und CHRISTOPH HOESCHEN — GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg

PTR-MS gestattet die Online-Analyse von volatilen organischen Komponenten (VOC) in der Luft mit hoher Empfindlichkeit und ohne Probenvorbereitung. Damit wurden mögliche Strahleneffekte auf (i) den Metabolismus von Zellen und (ii) das menschliche Atemgas untersucht. Bei den in-vitro Versuchen mit Zellen wurden VOCs im Gasraum über retinalen Epithelzellen analysiert. Mehrere für die Zellkultur charac-

teristische VOCs konnten nachgewiesen werden. Nach einer Strahlendosis von bis zu 10 Gy konnten bisher keine signifikanten Konzentrationsänderungen festgestellt werden. Außerdem wurden Atemgasproben von 20 Krebspatienten analysiert die in Verläufe einer Strahlentherapie einer Dosis von bis zu 12 Gy ausgesetzt waren. Zwar zeigten die Proben vor und nach der Strahlentherapie teilweise deutliche Unterschiede, aber ganz ähnliche Unterschiede traten auch bei nicht bestrahlten Kontrollpersonen auf. Untersuchungen, ob und wie diese Veränderungen reduziert werden können, um den strahleninduzierten Metabolismus zu detektieren, werden diskutiert.

ST 6.3 Tue 10:30 Ch 12.0.16

Ermittlung der Biokinetik von Zirkonium in Humanstudien mit stabilen Isotopen — ●MATTHIAS GREITER¹, AUGUSTO GIUSSANI^{1,2}, VERA HÖLLRIEGL¹, UWE OEH¹ und HERWIG PARETZKE¹ — ¹GSF- Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg — ²Universität Milano

Für die Dosisabschätzung bei Inkorporation radioaktiver Stoffe ist es notwendig, Informationen über die Biokinetik der Substanzen im Menschen zu haben. Für viele Elemente liegen derzeit leider keine oder nur wenige entsprechende Informationen vor. Das gilt u.a. für Zirkonium, das bei kerntechnischen Unfällen signifikant zur Dosis für beruflich Strahlenexponierte und Einzelpersonen der Bevölkerung beitragen kann. Ziel dieser Arbeit ist es, mittels Doppeltracertechnik mit stabilen

Isotopen an Menschen Informationen über die Absorption vom Verdauungstrakt ins Blut sowie das Retentions- und Ausscheidungsverhalten für Zirkoniumisotope zu gewinnen. Die Doppeltracertechnik umfasst die simultane Injektion und orale Gabe zweier verschiedener Tracer für das untersuchte Element. Zu vorgegebenen Zeitpunkten werden Proben von Körperflüssigkeiten (Blutplasma und Urin) genommen und auf die Konzentrationswerte der Tracer hin mittels Protonenaktivierungsanalytik und Thermionenmassenspektrometrie untersucht. Aus den gewonnenen Daten lässt sich das biokinetische Modell für das Radionuklid validieren und gegebenenfalls verbessern.

ST 6.4 Tue 10:45 Ch 12.0.16

Kombinierter Ansatz von Voxelmodellen und Bildbearbeitungsalgorithmen zur Segmentierung von Organen und Geweben — ●JANINE BECKER, CHRISTOPH HOESCHEN, OLEG TISCHENKO und MARIA ZANKL — GSF- Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz

In diesem Beitrag wird ein Konzept vorgestellt, um die Kenntnis optimierter, an den ICRP-Referenzmensch angepasster Voxelmodelle auszunutzen, damit diese als Startinformation eingesetzt werden können. Diese Startinformation wird verwendet für verschiedene Bildverarbeitungsalgorithmen, die eingesetzt werden, um die Segmentierung von Organen und Geweben in aktuellen CT-Datensätzen zum Beispiel für die automatisierte Bestrahlungsplanung durchführen zu können.

ST 7: Medizinische Bildgebung II

Time: Tuesday 11:30–12:30

Location: Ch 12.0.16

Invited Talk ST 7.1 Tue 11:30 Ch 12.0.16

Physikalisch-mathematisch motivierte Bildverbesserung in der Medizin — ●CHRISTOPH HOESCHEN — GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg
Datenverarbeitung in der Medizin ist ein ständig wachsendes Feld mit großem Benefit für die Diagnose und in deren Folge der Therapie von Patienten. Insbesondere auf dem Gebiet der Bildverarbeitung medizinisch genutzter Bilder gibt es große Verbesserungen. Allerdings haben sich in etlichen Fällen, für die Beispiele gezeigt werden, auch negative Effekte gezeigt. Daher wird in diesem Vortrag die grundsätzliche Überlegung in den Vordergrund gestellt, neue Konzepte für die Bildverbesserung in der Medizin physikalisch-mathematisch motiviert durchzuführen. Einige Beispiele und deren mögliche Anwendungen werden dargestellt.

ST 7.2 Tue 12:00 Ch 12.0.16

Entwicklung und Überprüfung einer nicht-Standard CT-Scannergeometrie mit potentiellen Dosisminderungseigenschaften — HUGO DE LAS HERAS¹, OLEG TISCHENKO¹, WERNER PANZER¹, YUAN XU² und ●CHRISTOPH HOESCHEN¹ — ¹GSF- Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg — ²University of Oregon, Department for Mathematics

Die Idee einer neuen Scannergeometrie für CT-Untersuchungen wurde auf dem Konferenz SPIE Medical Imaging 2006 präsentiert. Die neue Geometrie bekommt die Radon-Daten nach Einblendung des Strahlenfächers durch eine besondere Maske und die Verwendung von zwei unterschiedlichen Detektorebenen. Diese Maske wird mit einer effizien-

ten Art und Weise der Datensammlung kombiniert und könnte deshalb die Dosis um einen Faktor zwei reduzieren. Dieser Beitrag behandelt die Sammlung der experimentellen Daten aus der Detektionsmaske jener neuen Scannergeometrie. Mehrere Eigenschaften wurden betrachtet, um die optimalen Parameter des Geräts zu finden: Detektorelemente, Abschirmungsform, Fan-Beam Winkel, Drehgeschwindigkeit und Materialien. Die Detektorkalibrierung brauchte eine besondere Aufmerksamkeit, auf Grund der Abhängigkeit der Detektorempfindlichkeit von der Strahlenqualität. Die besten Parameter wurden benutzt um den Prototyp wie vorgeschlagen aufzubauen. Daten aus Phantommessungen wurden mit dem Prototyp gesammelt und daraus eine Bildrekonstruktion angefertigt. Die Ergebnisse sind sehr versprechend, obwohl der entwickelte Prototyp eine vereinfachte Annäherung an das theoretische Konzept ist.

ST 7.3 Tue 12:15 Ch 12.0.16

Minimaldosisberechnung für Bildgebungsaufgaben der digitalen Projektionsradiographie — ●FELIX SCHÖFER und CHRISTOPH HOESCHEN — GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg

Anhand physikalischer Annahmen für vereinfachte Modelle über die Kontrastdarstellung in der medizinischen Projektionsradiographie werden minimale Anforderungen an die Dosis für bestimmte Aufnahmeszenarien aufgestellt. Diese hängen von der gewünschten Sicherheit der Kontrastdetektion und den physikalischen Aufnahmebedingungen ab. Der Detektionsprozess ist in dieser mathematischen Modellierung mit enthalten. Es kann gezeigt werden, unter welchen Bedingungen (z. B. simulierte Patienteneigenschaften) welche Bedingungen optimal sind, um die applizierte Dosis auszunutzen.

ST 8: Strahlentherapie

Time: Tuesday 14:00–15:15

Location: Ch 12.0.16

ST 8.1 Tue 14:00 Ch 12.0.16

Intensity-modulated radiation therapy — ●CHRISTIAN THIEKE — Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg — Universitätsklinik Heidelberg

Over the last decades, constant development of radiotherapy techniques led to more and more conformal dose distributions for better restricting the high dose area inside the patient to the tumor target

volume and sparing adjacent critical organs at risk. For external photon beams, the most frequently used modality in radiotherapy by far, the most advanced technique currently available is intensity-modulated radiation therapy (IMRT). As the name implies, the intensity of each beam is no longer constant over the whole aperture, but can be varied to a great extent. Due to the large number of degrees of freedom, IMRT planning must be modelled as an optimization problem where

the computer varies the intensities with respect to an objective function based on predefined dose prescriptions. While the plan quality and also the clinical outcome could be improved, even IMRT cannot achieve the ideal dose distribution of 100% dose to the tumor and 0% everywhere else, so often compromises still have to be made. One field of current research is multicriteria optimization where all relevant compromises for a specific patient are calculated and explored interactively. Also biologically motivated objective functions that are more relevant for the clinical outcome than the pure physical dose are being investigated. Potentially these are major next steps towards a radiotherapy that further maximizes the benefit and minimizes the risk of the treatment for a large number of cancer patients.

ST 8.2 Tue 14:15 Ch 12.0.16

4D-Strahlentherapie — ●MARKUS ALBER — Sektion für Biomedizinische Physik, Uniklinik Tübingen

Die Entwicklungen der Strahlentherapie zu immer höherer Präzision wurden wesentlich durch die steigende Verfügbarkeit von medizinischer Bildgebung getrieben. In den letzten Jahren wurden die Möglichkeiten geschaffen, für die Bestrahlungsplanung zeitaufgelöste Bilddaten zu generieren, sowie den Patienten vor der Behandlung am Bestrahlungsgerät abzubilden. Hierdurch eröffnen sich vielfältige Wege, der unausweichlichen zeitlichen Variation des Patienten durch Atmung, Organbewegungen, Lagerung oder auch das Ansprechen des Tumors auf die Behandlung Rechnung zu tragen. Die 4D-Strahlentherapie fasst diese Möglichkeiten, eine zeitlich veränderliche, an den Patienten adaptierte Therapie zu optimieren, zusammen.

Das zentrale Element ist hierbei ein leistungsfähiger Optimierungsalgorithmus, welcher die biologische Wirksamkeit der Strahlung, den Strahlungstransport im Gewebe und im Bestrahlungsgerät sowie die zeitlichen Veränderungen des Patienten berücksichtigt. Neben deformierbaren biomechanischen Modellen kommen hier vor allem auch Monte Carlo Methoden zum Einsatz.

Die 4D-Strahlentherapie erlaubt durch die Einbeziehung erheblicher Datenmengen die Strahlendosis präzise an einen veränderlichen Tumor anzupassen und setzt somit die langjährige Entwicklung hin zu weniger Nebenwirkungen und besseren Heilungschancen fort.

ST 8.3 Tue 14:30 Ch 12.0.16

Tumorverfolgung und Nachsteuerung während der Bestrahlung — ●KURT BAIER, ANNE RICHTER und JÜRGEN WILBERT — Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie, Würzburg, Deutschland

Die Beweglichkeit des Tumors während und zwischen den Behandlungssitzungen stellt einen limitierenden Faktor in der Hochpräzisionsstrahlentherapie dar. Dementsprechend müssen Sicherheitssäume hinzugefügt werden um den Tumor wirkungsvoll bestrahlen zu können. Abhängig von der Tumorbeweglichkeit können diese Sicherheitssäume beachtlich groß werden und zu einer erheblichen Strahlenbelastung des gesunden, umgebenden Gewebes führen. Das Ziel dieser Arbeit ist es, im Bereich des Thorax, die Tumorbewegung während der Bestrahlung zu erfassen und in Echtzeit mithilfe eines robotischen Tisches (6 Freiheitsgrade: 3 translatorische und 3 rotatorische) gegenzusteuern. Hierzu wird mittels direkter Bildgebung durch den Therapiestrahler die aktuelle Tumorposition erfasst. Für den Fall, dass diese Informationen unvollständig, fehlerhaft oder nicht eindeutig sind wird zusätzlich mit einer Stereo-Infrarotkamera die oberflächliche Atembewegung des Patienten erfasst und mittels eines Bewegungsmodells berücksichtigt.

Durch dieses Vorgehen erscheint der Tumor gewissermaßen im Raum fixiert. Das erlaubt eine Reduktion der Sicherheitssäume und damit eine geringere Belastung des gesunden Gewebes.

ST 8.4 Tue 14:45 Ch 12.0.16

Gated irradiation of moving targets with scanned particle beams — ●CHRISTOPH BERT¹, EIKE RIETZEL¹, ALEXANDER SCHMIDT¹, STEPHAN BRONS², NAMI SAITO¹, THOMAS HABERER², and GERHARD KRAFT¹ — ¹GSI-Biophysics, Darmstadt, Germany — ²HIT Heidelberg, Germany

The treatment of moving targets with scanned particle beams results in interplay effects between motion and scanning progress. Interplay can lead to severe mis-dosage. GSI plans to treat moving targets with motion compensation by active beam adaptation [1].

Another possibility to treat targets in the presence of respiratory motion is gating [2]. For gating, particle extraction and organ motion are synchronized such that irradiation is typically applied during end-exhale breathing phases only. Simulations showed that gating can produce appropriate dose distributions but that it prolongs the irradiation time.

With a synchrotron, knock-out extraction is required to gate irradiations [3]. Within one beam pulse, knock-out extraction allows to pause and resume irradiations based on a signal from the motion detection unit. Knock-out extraction and gating were implemented at GSI for research and further developments. Experimental studies with moving radio-sensitive films showed that gating can effectively mitigate target motion.

[1] Grözinger et al, *Phys.Med.Biol.*, **51**(14), 2006

[2] Minohara et al., *Int.J.Radiat.Oncol.Biol.Phys.*, **47**(4), 2000

[3] Noda et al, *Nucl.Instr.Meth.* **A374**, 1996

ST 8.5 Tue 15:00 Ch 12.0.16

Entwicklung eines neuartigen Beschleunigers zur Tomotherapie TOM5 — ●REINHOLD GEORG MÜLLER^{1,2} und NILS ACHTERBERG¹ — ¹Strahlenklinik Universitätsstraße 27 91054 Erlangen — ²Institut für Medizinische Physik Universität Erlangen

Die sogenannte Tomotherapie eröffnet neue Möglichkeiten in der Krebsbehandlung. Wir haben versucht an die neueste Technologie anzuschließen und einige ihrer Schwächen zu überwinden.

Als Tomotherapie wird die schichtweise Behandlung des Patienten bezeichnet. Dies kann kontinuierlich mit rotierendem Beschleuniger erfolgen oder auch schrittweise in einzelnen Abschnitten. Wir leiten den Elektronenstrahl aus einem kommerziellen Linac in eine Ringstruktur ein und lenken ihn an 5 Knotenpunkten auf 5 einzelne Targets ab. Über die 5 starr miteinander verbundene Strahlrichtungen kann der Patient unter Nutzung sogenannter MLCs in gewohnter Weise bestrahlt werden. Die Apertur entlang der Körperlängsachse beträgt 70 mm, die in 2 Bänke mit jeweils 14 Lamellen aufgeteilt ist. Um 360° abzudecken, kann die Struktur um 72° gedreht werden.

Die Strahleigenschaften wurden in Messungen und Monte Carlo-Simulationen untersucht. Das Design wurde unter den Kriterien optimaler clearance und minimaler Bestrahlungszeit optimiert. Die Ergebnisse der Bestrahlungsplanung sind ausgezeichnet und die Strahlzeiten sind gegenüber der bestehenden Tomotherapie um wenigstens einen Faktor 5 reduziert und unterschreiten auch noch die Zeiten der einfachen konformalen Therapie.

ST 9: Strahlenbiophysik

Time: Tuesday 15:45–17:15

Location: Ch 12.0.16

Invited Talk

ST 9.1 Tue 15:45 Ch 12.0.16

Computer simulation of the dynamics of ion induced radiation damage in cells — ●WERNER FRIEDLAND and HERWIG PARETZKE — GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg

The biophysical simulation code PARTRAC has been used in many studies of DNA damage induced by various radiation qualities including photons, electrons, protons, alphas and, recently, ions heavier than alpha particles. Calculated initial DNA damage due to irradiation of human fibroblast cells by B-, N- and Ne-ions was compared to corresponding experimental data. The calculated total DSB yield per dose showed saturation behaviour with an RBE of about 2, unlike

the decreasing tendency with increasing LET to RBE values below 1 in the experimental data. However, the experimentalists data analysis method for DSB yield determination applied to simulated data resulted in good agreement. Calculated and measured fluence dependent DNA yields in certain size intervals as well as DNA fragment size distributions were also in accord. A new DSB repair model has been developed and applied to experimental data on DSB rejoining after ion irradiation. Simulated data on correct and incorrect rejoining, DNA fragment distributions and movement of breakpoints will be presented and compared to experimental findings. Acknowledgment. Work supported by EU-project RISC-RAD (FI6R-CT-2003-508842).

ST 9.2 Tue 16:15 Ch 12.0.16

Radiale Dosisverteilung im Local Effect Model - Vergleich von Monte Carlo Simulationen mit analytischen Modellen — ●RICHARD CUNRATH, THILO ELSÄSSER, MICHAEL KRÄMER und MICHAEL SCHOLZ — GSI Biophysik, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt

Das Local Effect Model (LEM) hat sich insbesondere in der Schwerionentherapie mit Kohlenstoff als geeignete Methode zur Berechnung der biologischen Wirksamkeit von Ionenstrahlung etabliert. Allerdings wird für Niedrig-LET-Kohlenstoffionen im Eingangskanal und für leichte Teilchen wie zum Beispiel Protonen eine höhere relative biologische Wirksamkeit (RBW) durch das Modell im Vergleich zum Experiment vorhergesagt.

In diesem Vortrag wird der Einfluss der radialen Dosisverteilung, die eine wichtige Eingangsgröße des LEM ist, auf die Vorhersage des RBW untersucht. Dazu wird ein an der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) entwickelter Monte Carlo-Code (TRAX) zur Simulation von δ -Elektronen in Materie verwendet, um aus der Elektronenverteilung ein radiales Dosisprofil zu erstellen. Es wird der Vergleich zwischen den erhaltenen Ergebnissen mit der aktuell implementierten Dosisverteilung des LEM und experimentellen Daten gezogen. Eine verbesserte Beschreibung des Dosisprofils sollte zu einer genaueren Modellierung der biologischen Wirksamkeit insbesondere für Niedrig-LET-Kohlenstoffionen und leichten Teilchen führen.

(1)Krämer,M. and Kraft,G., 1994, Radiation and Environmental Biophysics 33:91-109

(2)Scholz,M. and Kraft,G., 1996, Advance Space Research 18:5-14

ST 9.3 Tue 16:30 Ch 12.0.16

Comparison of laser and charged particle induced DSB formation — ●JÖRN SPLINTER, BURKHARD JAKOB, and GISELA TAUCHER-SCHOLZ — GSI - Biophysics Darmstadt, Germany

The spatiotemporal dynamics of DNA damage response processes like the fast accumulation of early repair-related proteins can be observed in real time by our newly developed beamline microscope. For this purpose ion beams offer the advantage to generate strictly localized DNA lesions in cell nuclei, thus inducing distinguishable spots of protein formation.

In addition to our beamline microscope, we established a laser system for localized generation of DSBs to look for differences in the recruitment and spatiotemporal behaviour of repair related proteins due to differences in the radiation quality. Therefore we tested the Laser Microdissection System Leica AS LMD and its VSL-337ND-S nitrogen laser ($\lambda = 337.1$ nm) for its ability to produce DSBs.

The emerging problems indicate that a laser system is not the simple and predictable DSB-inducing system people want it to be. Accompanied by temperature dependent variation of the laserpower and the intermittent understandings of the mechanisms of UV-laser-induced DSB formation, the main problem are the complications in dosimetry. A discussion of these complications will be done on the vivid example of the only known approach of a visual based comparing dosimetry of γ H2AX signals first introduced by Bekker-Jensen et al.

Bekker-Jensen et al. (2006), *J. Cell Biol.* 173: 195-206

ST 9.4 Tue 16:45 Ch 12.0.16

Cell survival studies for moving targets — ●ALEXANDER SCHMIDT, CHRISTOPH BERT, NAMI SAITO, CLÄRE VON NEUBECK, EIKE RIETZEL, and GERHARD KRAFT — GSI-Biophysics, Darmstadt, Germany

More than 330 patients with static tumors have been treated at GSI with a scanned C-12 beam. For targets that are subject to respiratory motion, treatment is not yet possible because target motion and scanning motion interfere.

GSI is developing a motion compensation system to compensate target motion by adaptation of each individual Bragg peak position. Within this project, the GSI treatment planning software TRiP was extended to calculate physical dose distributions in the presence of motion. These motion extensions were experimentally validated [1]. Recently we included the calculation of cell survival for moving targets. To validate the software, a program of experimental studies with biological samples has been started.

In a first set of experiments, living cell cultures were placed on a periodically moving table and irradiated with and without motion compensation. Results are compared to reference cell cultures that were static during standard irradiations. Furthermore, measured cell survival distributions are compared to calculated distributions for all irradiation schemes.

[1] Bestrahlungsplanung für bewegte Zielvolumina in der Tumorthherapie mit gescanntem Kohlenstoffstrahl, Christoph Bert, PhD-thesis (2006)

ST 9.5 Tue 17:00 Ch 12.0.16

Anpassung des Strahlmodells für ^3He für die Schwerionentherapie — ●GABRIELE KRAGL^{1,2}, MICHAEL KRÄMER¹, DIETER SCHARDT¹ und WILMA K.WEYRATHER¹ — ¹GSI Biophysik, Darmstadt, Deutschland — ²TU Wien Atominstitut, Wien, Österreich

Seit 1997 werden an der GSI in Darmstadt Tumorpationen mit Kohlenstoffstrahlung behandelt. Nun richtet die Forschungstätigkeit an der GSI ihr Hauptaugenmerk auf die Weiterentwicklung der Schwerionentherapie. Dazu gehört die stetige Erweiterung des an der GSI entwickelten Bestrahlungsplanungsprogrammes TRiP98. Im Zuge dessen erfolgte eine Anpassung des physikalischen Strahlmodells für ^3He -Ionen an Messdaten und deren Implementierung in eine Testversion des Bestrahlungsplanungsprogrammes. Der Vergleich der berechneten mit experimentell bestimmten Bragg-Peak-Positionen führte zur Wahl eines mittleren Ionisationspotentials von 78 eV für Wasser. Im Anschluss wurden die totalen Reaktionswirkungsquerschnitte aller möglichen Reaktionen von ^3He und dessen Fragmenten (Protonen und Deuteronen) mit den Komponenten von Wasser (Sauerstoff und Wasserstoff) mit Messdaten verglichen und bei Bedarf angepasst. Die Fragmentation der primären ^3He -Ionen wurde durch den Vergleich mit den Messungen der Fragmentausbeuten nach Durchdringen eines Wassertargets variabler Dicke in das Strahlmodell einbezogen. Schließlich erfolgte ein Bestrahlungsplanungsvergleich der ursprünglichen und der angepassten Version des Strahlmodells für ^3He .

ST 10: Neutronenphysik und Strahlenschutz

Time: Thursday 10:15–12:15

Location: Ch 12.0.16

Invited Talk

ST 10.1 Thu 10:15 Ch 12.0.16

Die SSK-Empfehlung von 2005 für w(sub R)-Werte von Neutronenstrahlen — ●DIETRICH HARDER — Institut für Medizinische Physik und Biophysik, Universität Göttingen

Mit der Strahlungsqualität R variieren die Risikoeffizienten für stochastische Strahlenwirkungen. Die Festlegung entsprechender Wichtungsfaktoren w_R für die Berechnung der Organdosis $HT,R = w_R DT,R$ im Organ T war eine wichtige Aufgabe von ICRP 60 (1990). Dort wurde ein Maximum $w_R * 20$ bei 0,5 MeV Neutronenenergie festgelegt, begleitet von kleineren Werten bei niedrigeren Energien durch beigemischte Einfang-Gammastrahlung und bei höheren Energien durch abnehmende LET-Werte der Rückstoßprotonen. Die Neuberechnung des Dosisanteils der Einfang-Gammastrahlung und die Frage nach w_R -Werten für die Neutronenkomponente bei Flügen in großer Höhe veranlassten später eine intensive Studie der Strahlenschutzkommission zu revidierten w_R -Werten (SSK-Veröffentlichung

Nr. 53, 2005) mit Auswirkung auf die für März 2007 anstehenden neuen ICRP-Empfehlungen. Die SSK ging von einer Mittelung über die auf Röntgen- oder Gammastrahlung bezogenen RBW-Werte für Karzinogenese und Lebenszeitverkürzung im Tierversuch aus, um zu berücksichtigen, dass auch $w_R = 1$ für Röntgen- und Gammastrahlung einen Mittelwert darstellt. Dementsprechend enthält der Entwurf der neuen ICRP-Empfehlungen ein w_R -Maximum von 20, sowie nieder- und hochenergetische Plateaus bei $w_R = 2,5$. RBW-Werte für Chromosomen aberrationen führten eine Arbeitsgruppe der ICRP zu einer ähnlichen Empfehlung.

Invited Talk

ST 10.2 Thu 10:45 Ch 12.0.16

Biologische Wirkungen von Neutronen — ●GERHARD KRAFT — GSI-Abteilung für Biophysik, Darmstadt

kein Abstract erhältlich

ST 10.3 Thu 11:15 Ch 12.0.16

Messungen von Höhenstrahlungsneutronen mittels Bonner-Kugelspektrometer auf der Zugspitze — ●GERHARD LEUTHOLD, VLADIMIR MARES, WERNER RÜHM, ERWIN WEITZENEGGER und HERWIG PARETZKE — GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg

Ein Bonner-Vielkugelspektrometer wurde im Jahre 2005 in der Umweltforschungsstation "Schneefernerhaus" auf der Zugspitze (Höhe 2660 m) installiert. Mit ihm werden die Energiespektren der Neutronen der kosmischen Strahlung kontinuierlich gemessen. Das System kann benutzt werden, kleine zeitliche Variationen der Intensitäten zu bestimmen. Die bislang erzielten Ergebnisse werden präsentiert und im Lichte anderer Daten von Neutronenmonitoren während bestimmter solarer Events diskutiert.

ST 10.4 Thu 11:30 Ch 12.0.16

Sensitivitätsanalyse des mit einem Bonner Vielkugelspektrometer im Rahmen der EURADOS/CONRAD Strahlzeit an der GSI gemessenen Neutronenspektren — ●GREGOR SIMMER und WERNER RÜHM — GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg

Die Auswertung der Messdaten (Entfaltung) hängt von einer Vielzahl von Eingangsparametern ab (z.B. Reponse Matrix, Startspektrum, Iterationszahl). Ihr Einfluss auf das Ergebnis der Entfaltung für diese Messkampagne wird diskutiert.

ST 10.5 Thu 11:45 Ch 12.0.16

Validierungsrechnungen des Monte-Carlo-Programms Geant4 für Neutronendosisberechnungen anhand von Vergleichen mit MCNP-Rechnungen und ICRU-Daten — ●SYLVIA STUDENY — GSF-Institut für Strahlenschutz, Neuherberg

Am Forschungsreaktor München II startet in kürze die Strahlenbehandlung von Patienten. Die bisher zugelassene Bestrahlungsplanung beruht auf Tabellen, die vorher unter anderem mit einem Wasserphantom bestimmt wurden. Um eine genauere Dosierung zu erreichen wird die Bestrahlungsplanung mit einem Monte Carlo Programm angestrebt. Zu diesem Zweck wurde das Programmpaket Geant4 an die entsprechenden Anforderungen angepaßt. Der Schwerpunkt bestand

dabei in der Validierung der Neutronen- und Photonenphysik in einer repräsentativen Geometrie.

Das Ambient Dose Equivalent $H^*(10)$ ist die qualitätsfaktor-gewichtete, kumulierte Dosis in 10 mm Tiefe innerhalb der standardisierten ICRU-Kugel, die dort von einem parallelen, homogenen Strahl von Primärteilchen (Neutronen bzw. Photonen) deponiert wird. Die mit der neusten Version von Geant4 (8.2) berechneten Daten (Primärteilchenenergien < 20 MeV) werden mit den ICRU 57 Daten verglichen. Zusätzlich wurde die Möglichkeit genutzt, den Neutronen- und Sekundärphotonen-Fluß am selben Ort zu berechnen und mit vorhandenen MCNP-Ergebnissen zu vergleichen.

Es wurde die datengesteuerte Physikmodellierung (HP-physics) gewählt, die die aktuellen ENDF/B-VI Wirkungsquerschnitte sowie thermische Streuung enthält. Mit Hilfe der Lethargiedarstellung der Neutronenflüsse werden die Ergebnisse diskutiert und ihre Verwendbarkeit für den Einsatz am Patienten erörtert.

ST 10.6 Thu 12:00 Ch 12.0.16

Entwicklung und Test eines neuen elektronischen Personenexposimeters für Radongas — ●FRANK KARINDA — Gsf-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg

Ein neues elektronisches Exposimeter für Radongas wurde entwickelt und mehrere Prototypen wurden gebaut. Das Gerät wurde optimiert für die Messung von Radongaskonzentrationen in Innenräumen und persönlichen Expositionen im Lang- und Kurzzeiteinsatz. Das Exposimeter speichert gemessene Radonkonzentrationen in einstellbaren zeitlichen Intervallen und ermöglicht somit eine zeitaufgelöste Analyse. Das Exposimeter basiert auf einer Diffusionskammer mit Siliziumdetektoren. Es unterscheidet sich von anderen Geräten durch seine speziell entwickelte stromsparende Verstärkerelektronik, die eine Batterielebensdauer und somit einen ununterbrochenen Messbetrieb von über einem Jahr sicher stellt. Das Exposimeter wurde eingesetzt als stationärer Radonkonzentrations-Monitor, verschiedene typische Innenraumumgebungen wurden untersucht. Weiterhin wurde das Exposimeter zur Überwachung persönlicher Radonexpositionen eingesetzt. Unter anderem wurde die Exposition von Wasserwerken bei Radongaskonzentrationen bis zu einigen hundert kBq/m³ gemessen.

ST 11: Strahlenrisiko

Time: Thursday 13:30–14:15

Location: Ch 12.0.16

Invited Talk

ST 11.1 Thu 13:30 Ch 12.0.16

Was können wir aus epidemiologischen Daten über Mechanismen der Strahlenkrebs-Induktion lernen? — ●WOLFGANG HEIDENREICH und HERWIG PARETZKE — GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg

Wir entwickeln biophysikalische Modelle für Krebsentwicklung mit dem Ziel, die Unsicherheiten der Risiko-Schätzungen bei niedrigen Dosen zu verringern. Die Abhängigkeit des Risikos von Größen wie Alter bei Exposition, Zeit seit Exposition, Protraktion oder Fraktionierung erlaubt es, zwischen verschiedenen Wirkungsmechanismen von ionisierender Strahlung in den Modellen zu unterscheiden. Wir finden dass Krebs-Initiation wesentlich stärker strahlenabhängig ist, als der letzte raten-limitierende Prozess (Konversion) zu einer malignen Zelle. Diese Asymmetrie entspricht radiobiologischen Experimenten. Genauere Untersuchungen zeigten, dass weitere Strahlenwirkungen notwendig sind, um epidemiologische und tierexperimentelle Daten zu beschreiben. Dies kann die verstärkte Teilung von schon initiierten Zellen im Strahlenfeld sein (Promotion). Für die Induktion von Lungenkrebs durch alpha-Strahlen wird ein detailliertes biophysikalisches Modell für eine promovierende Wirkung von Strahlung vorgestellt.

ST 11.2 Thu 14:00 Ch 12.0.16

Cancer risks of protracted exposure in the Techa River Cohort — ●MARKUS EIDEMÜLLER¹, EVGENIA OSTROUMOVA², LUDMILA KRESTININA², ALEXANDER AKLEYEV², and PETER JACOB¹ — ¹GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, 85764 Neuherberg — ²Urals Research Center for Radiation Medicine, Vorovsky St. 68-a, Chelyabinsk, 454076, Russia

We analyze solid cancer mortality in the Techa River Cohort who received protracted exposure in the 1950s from the release of radioactive material from the Mayak plutonium complex in the Southern Urals. The Extended Techa River Cohort includes 29849 people living along the Techa River between 1950 and 1960 with a total of 1854 solid cancer deaths until December 1999. The analysis is done in the framework of the biologically based two-step clonal expansion (TSCE) model. It is found that about 2.6% of all solid cancer deaths are caused by radiation exposure which corresponds to a significant radiation risk. The cohort shows an unusual pattern of radiation risk with age. Furthermore an analysis of the data with respect to genomic instability is presented.