

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

Herwig G. Paretzke
Institut für Strahlenschutz,
HelmholtzZentrum München,
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt,
Ingolstädter Landstr. 1, 85764 Neuherberg,
Paretzke@gsf.de

At the occasion of the 150th birthday of Max Planck, the founder of Quantenphysics, this years meeting of the Section ST will deal with several topics, which are closely related to this great scientist. He studied physics in Munich, but for the year 1877-78 in Berlin, and there also under the then already famous physicist Hermann von Helmholtz, with whom he became a close friend later. Today the two largest and most well-known German research associations are named after these two scientists. As we can see in this programme, there is much radiation and medical physics research ongoing in these institutions still today. For these important, special fields of physics (covering also highly timely environmental, energy and health aspects) it is also true that the advice would be wrong given then to the young Max Planck against his plan to study physics: "... in dieser Wissenschaft ist schon alles erforscht und es gilt nur noch einige Lücken zu erschließen". The new "Kompetenzerhaltungsprogramm of BMBF and BMU" in radiation sciences proves that also the governmental bodies finally have recognized this importance and act accordingly.

The programme of this years annual meeting of the Section ST again has been put together with our partner DGMP (represented by the liaison representative PD Dr. G. Brix). It is divided into several interesting sessions on radiation health risks, medical physics concerned with diagnostics and therapy, heavy ion radiation therapy and its accompanying basic research, radiation field measurements and transport calculations from photons to ions, neutrons and Radon-alpha particles. A highlight right at the beginning of our programme will be the lecture of Prof. Blettner on the important and disturbing findings in the study performed in her institute on the spatial relationships of the childhood leukemia incidence data in the neighbourhood of German nuclear power stations. Although the authors conclude that ionizing radiation emitted from such facilities in normal operations can principally not be the cause of the reported observations, this study has prompted widespread discussion on the future of this possibility of energy production in Germany.

Overview of Invited Talks and Sessions

(lecture room H 2033)

Invited Talks

ST 1.1 Mon 10:15–11:00 H 2033 **Über die epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken und ihre Bewertungen** — •MARIA BLETTNER

Sessions

ST 1.1–1.3	Mon	10:15–11:50	H 2033	Radiation Risks of Low Doses
ST 2.1–2.5	Mon	13:15–14:30	H 2033	Medical Physics: Magnetic Resonance, Ultrasound, Dosimetry
ST 3.1–3.8	Mon	15:00–16:20	H 2033	Novel X-Ray Detectors
ST 4.1–4.4	Mon	16:30–17:00	H 2033	Poster Session Radiation and Medical Physics
ST 5.1–5.6	Tue	9:30–11:00	H 2033	Heavy Ion Therapy and Related Basic Research I
ST 6.1–6.5	Tue	11:30–12:45	H 2033	Heavy Ion Therapy and Related Basic Research II
ST 7.1–7.4	Tue	14:00–15:00	H 2033	Radiation Transport and Measurements

Annual General Meeting of the Radiation and Medical Physics Division

Monday 17:00–18:00 Location: H 2033

Vorläufige Tagesordnung:

- 1) Annahme der Tagesordnung
- 2) Berichte
- 3) Wahlen
- 4) Nächste Tagungen
- 5) Verschiedenes

ST 1: Radiation Risks of Low Doses

Time: Monday 10:15–11:50

Location: H 2033

Invited Talk ST 1.1 Mon 10:15 H 2033
Über die epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken und ihre Bewertungen — ●MARIA BLETTNER — Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik, Johannes Gutenberg Universität Mainz, 55101 Mainz

Am Deutschen Kinderkrebsregister an der Universität Mainz wurde beginnend im Jahr 2003 eine epidemiologische Fall-Kontrollstudie durchgeführt, in der geprüft werden sollte, ob Krebs bei Kindern unter 5 Jahren in der unmittelbaren Umgebung von Kernkraftwerken häufiger ist als in größerer Umgebung. Diese Studie wurde im Dez. 2007 veröffentlicht und hat viel Aufmerksamkeit gefunden. In diesem Vortrag wird über ausgewählte Ergebnisse berichtet und werden einige Bewertungsmöglichkeiten diskutiert.

Invited Talk ST 1.2 Mon 11:00 H 2033
The EU-IP RISC-RAD on the quantification of the risks of low doses of ionizing radiation — ●HERWIG G. PARETZKE — Institut für Strahlenschutz, Helmholtz-Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Neuherberg

In 2003 more than 30 European research institutes joined forces to tackle the old problem of low dose cancer risk quantification by ionizing radiation from the mechanistic side in a coordinated effort, namely RISC-RAD. This large project is structured into five work packages: WP1 "Early genomic/cellular responses to ionizing radiation", WP2 "Delayed and epigenetic effects of ionizing radiation. Contribution of cellular ageing and genomic instability to multi stage tumour development", WP3 "Preneoplastic lesions induced by ionizing radia-

tion and development of associated tumours", WP4 "Genetic factors of radiation carcinogenesis", WP5 "Modeling for risk assessment". This lecture will give an overview of the present status of this ongoing (until fall 2008) project and discuss its latest results regarding the quantification of radiation risks of low doses of ionizing radiation.

ST 1.3 Mon 11:30 H 2033
Krebsentstehungsmodelle mit strahleninduzierter genomischer Instabilität: Anwendung auf zwei epidemiologische Kohorten — ●MARKUS EIDEMÜLLER und PETER JACOB — GSF - Institut für Strahlenschutz, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 Neuherberg

Es werden Ergebnisse zum Strahlenrisiko in zwei Kohorten vorgestellt. Die Untersuchungen wurden sowohl mit empirischen 'Excess Relative Risk' (ERR) Modellen durchgeführt, als auch mit dem biologisch motivierten 2-Stufen Modell mit klonaler Expansion (Two Step Clonal Expansion Model, TSCE Modell). Das TSCE Modell gestattet es, den Einfluß biologischer Effekte zu untersuchen. Insbesondere wurden Modelle entwickelt, die den Effekt einer möglichen genomischen Instabilität beschreiben, beide Kohorten wurden mit diesen Modellen getestet. In der Techa Fluß Kohorte wurde das Risiko der Mortalität durch solide Tumore untersucht. Das Risiko kann im TSCE Modell sehr gut beschrieben werden durch ein Modell mit genomischer Instabilität, die in höherem Alter eintritt. In der zweiten Kohorte wurden schwedische Haemangioma Patienten in früher Kindheit mit Radiotherapie behandelt, inzwischen kann eine Erhöhung des Brustkrebsrisikos in der Kohorte, bestehend aus etwa 17.000 Frauen, nachgewiesen werden. Auch hier verbessert ein Modell mit genomischer Instabilität die Risikoabschätzung wesentlich.

ST 2: Medical Physics: Magnetic Resonance, Ultrasound, Dosimetry

Time: Monday 13:15–14:30

Location: H 2033

ST 2.1 Mon 13:15 H 2033
Ultrasound leads to Viscoelastic Contrasts in Magnetic Resonance Imaging — ●MARCUS RADICKE¹, BERND HABENSTEIN¹, MEINERT LEWERENZ¹, OLE OEHMS¹, PETER TRAUTNER², BERND WEBER², SARAH WREDE¹ und KARL MAIER¹ — ¹Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Universität Bonn — ²Life & Brain Research Center, Bonn

Using a diffusion weighted gradient in a standard Magnetic Resonance (MR) Imaging sequence, one is able to visualize movement inside a sample. The diffusion weighted gradient is split into two parts. The first part dephases the ensembles of the spins according to their location and the second part rephases them. The rephasing works properly only if the location of the spins has not changed during the measurement. This means that a movement of the spins leads to a signal loss whereas the level of the movement is encoded in different gray scale values in the MR image.

By coupling a 30ms long US pulse to our sample, a force along the US beam path is produced (acoustic radiation pressure). This 'static' force leads to a displacement of the spins during the US pulse.

By applying the US pulse during one part of the diffusion weighted gradient we get images whereof we can calculate the displacement which characterizes the viscoelastic properties of our sample.

Measurements which show the feasibility and the great advantages of this new method will be presented. Further developments and possible clinical applications will be discussed.

ST 2.2 Mon 13:30 H 2033
Influence of Ultrasound on Magnetic Resonance Imaging Contrast Agents (SPIO) — ●NOURI ELMILADI, CHRISTIAN HÖHL, JESSICA MENDE, MAURICE SCHLICHTENMAYER, BERND HABENSTEIN, und KARL MAIER — Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Universität Bonn, Germany

Magnetic resonance imaging (MRI) is one of the most powerful imaging techniques for living organisms. Magnetic nanoparticles such as superparamagnetic iron oxide (SPIO) have been applied as contrast enhancement agents for MRI. We develop a new contrast method for

SPIO with the application of ultrasound (US) while performing proton magnetic resonance spectroscopy. Especially prepared SPIO should work as radio frequency transmitters. The nanoparticles are prepared such that the center of geometry differs from the center of mass. This is done by the magnetic oriented sedimentation of the SPIOs so that we can add macromolecules from one side only. Sedimentation process of the SPIO have been achieved by applying a combination of centrifugal force and magnetic force. Due to the particle velocity in the resonant US wave, SPIOs are accelerated and due to their asymmetric shape, they tilt periodically. This produces additional photons with the US frequency that affect the relaxation times. Using nanoparticles as local antenna in combination with US promises new contrast methods to visualize additional properties of the tissue. Even without any special preparation of the nanoparticles, an effect of the US on the MRI signal has already been seen.

ST 2.3 Mon 13:45 H 2033
Influencing the Relaxation Times of Proton NMR with Resonant Ultrasound and Piezoceramic Nanoparticles — ●JESSICA MENDE, NOURI ELMILADI, CHRISTIAN HÖHL, and KARL MAIER — Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Universität Bonn, Nussallee 14-16, 53115 Bonn, Germany

In magnetic resonance imaging, nanometer-sized colloidal particles (nanoparticles) have been widely used as contrast agents for clearer and more specific images and to localize specific organs. We investigate the influence of piezoelectric nanoparticles on the relaxation times of proton magnetic resonance spectroscopy (¹H-MRS) and ¹H-MRS in combination with resonant ultrasound (US).

A piezoceramic powder consisting of 100 nm sized particles was prepared into a colloid in water by coating with polyacrylic acid. Measurements have shown that the nanoparticles have an influence on the spin-lattice relaxation time T_1 of water, which elongates by about 1%. Piezoelectric particles have the ability to generate an electric potential in response to directed mechanical stress. In combination with the periodic pressure variation in a resonant US-wave, these particles function as an emitter for electromagnetic fields with US frequency and couple to the spin-system. The influence of the piezoelectric particles

on ^1H -MRS is discussed.

ST 2.4 Mon 14:00 H 2033

Non-invasive observation of $^{14}\text{N}^{18}\text{O}$ in exhaled air — ●CHRISTOPH MITSCHERLING, CHRISTOF MAUL, and KARL-HEINZ GERICKE — Technische Universität Braunschweig, Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, Abteilung Laserchemie, Hans-Sommer-Straße 10, 38106 Braunschweig

Laser-induced fluorescence (LIF) spectroscopy is an extremely sensitive method for the investigation of low nitric oxide (NO) concentrations. LIF enables non-invasive and isotope-selective detection of NO in various biological environments. The excitation of the gamma-band provides fluorescence of $A^2\Sigma^+(v' = 0, J') \rightarrow X^2\Pi_\Omega(v'' \geq 2, J'')$ around 247 nm. This method has been used for online detection of exhaled $^{14}\text{N}^{16}\text{O}$ and $^{15}\text{N}^{16}\text{O}$ [1].

In a (1+1) resonance enhanced multi-photon ionization (REMPI) time-of-flight mass spectrometer experiment the different NO isotopologues have been investigated separately to find $^{14}\text{N}^{18}\text{O}$ transitions not interfered with others. These transitions have been investigated further by the LIF device. The combination of LIF and a breath mask provides online exhaled air measurements of $^{14}\text{N}^{18}\text{O}$ with a maximum time resolution of 20 ms. The detection limit for $^{14}\text{N}^{18}\text{O}$ is about 6 ppt.

[1] Mitscherling, C. *et al.*: J. Breath Res. 1 (2007) 026003

ST 2.5 Mon 14:15 H 2033

Kryoradiometrie mit harter Röntgenstrahlung — ●MARTIN GERLACH, LEVENT CIBIK, MICHAEL KRUMREY, PETER MÜLLER und GERHARD ULM — Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Abbestraße 2-12, D-10587 Berlin

Für zahlreiche Anwendungen in der Medizinphysik, Astrophysik oder Spektroskopie ist es unerlässlich, die Strahlungsleistung mit kleinen Unsicherheiten absolut zu bestimmen. Seit etwa zwei Jahrzehnten werden hierzu im Spektralbereich vom Infrarot bis in den weichen Röntgenbereich elektrische Substitutionsradiometer eingesetzt, die bei Flüssig-Helium-Temperatur betrieben werden, so genannte Kryoradiometer.

Durch die Entwicklung eines neuartigen Hohlraumabsorbers konnte im Laboratorium der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) am Elektronenspeicherring BESSY II die Kryoradiometrie erstmals in den Bereich harter Röntgenstrahlung ausgedehnt werden. Unter Verwendung des Monte-Carlo-Simulationsprogramms Geant4 wurden Absorber-Material und -Geometrie so optimiert, dass die Leistungsmessung von monochromatischer Röntgenstrahlung bis zu einer Photonenenergie von 60 keV mit relativen Unsicherheiten von unter 0.4 % realisiert werden kann.

Dies ermöglichte die Kalibrierung von Röntgendetektoren wie Halbleiter-Photodioden mit geringen Unsicherheiten und die experimentelle Bestimmung der Massenergie-Absorptionskoeffizienten für Photonen in Luft durch die Vergleichsmessung mit einer Freiluft-Ionisationskammer.

ST 3: Novel X-Ray Detectors

Time: Monday 15:00–16:20

Location: H 2033

ST 3.1 Mon 15:00 H 2033

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

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

ST 3.2 Mon 15:10 H 2033

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

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

ST 3.3 Mon 15:20 H 2033

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

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

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

ST 3.4 Mon 15:30 H 2033

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

Gegenstand aktueller Forschung im Bereich der Röntgendetektoren sind direktkonvertierende, photonenzählende Detektoren. Im Gegensatz zu herkömmlichen Messsystemen, welche die von den Röntgenphotonen im Sensor deponierte Energie integrieren, sind diese in der Lage einzelne Photonen zu zählen. Der Medipix2-Detektor ist ein solcher Detektor. Er stammt aus der Teilchenphysik und wurde im Rahmen der Medipix-Kollaboration entwickelt. Mit ihm ist es möglich Ort und Energie des absorbierten Photons zu bestimmen, was zusätzliche Informationen liefert. Das am häufigsten verwendete Sensormaterial ist Silizium. Die Absorptionfähigkeit von Silizium ist jedoch bei den verwendeten Sensordicken und der in der medizinischen Bildgebung verwendeten Röntgenenergien häufig ungenügend. Deshalb wurden in den letzten Jahren erfolgreich Versuche unternommen, Verbundhalbleiter wie GaAs oder CdTe mit höherer Ordnungszahl Z und daher auch höheren Absorptionskoeffizienten auf den Medipix2-Chip zu integrieren. In diesem Beitrag werden Temperatureffekte bei der Energiekalibrierung des Medipix2-Detektors untersucht. Desweiteren werden Simulationen vorgestellt, CdTe als Sensormaterial für den Medipix2 zu verwenden.

ST 3.5 Mon 15:40 H 2033

Spektrumrekonstruktion mit dem Medipix2 und Medipix3 — ●PATRICK TAKOUKAM TALLA, GISELA ANTON, THILO MICHEL, MARKUS

FIRSCHING und PETER BARTL — Universität Erlangen Physikalisches Institut IV Erwin-Rommel-str.1 91058 Erlangen

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

ST 3.6 Mon 15:50 H 2033

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

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

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

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

ST 3.7 Mon 16:00 H 2033

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

Der Timepix-Detektor gehört zur Medipix-Familie und ist eine Weiterentwicklung des Medipix2MXR. Die Detektoren dieser Familie sind pixelierte, photonenzählende Halbleiterdetektoren, mit denen durch eine einstellbare Energieschwelle rauschfreie Bilder aufgenommen werden können. Deponiert ein Röntgenphoton Energie in einem Pixel, wird in der Pixelelektronik ein Spannungspuls erzeugt, dessen Höhe und Länge proportional zur deponierten Energie sind. Im Time-over-Threshold(TOT)-Betriebsmodus wird die Zeit registriert, in der dieser Puls oberhalb der eingestellten Schwelle liegt. Durch die Proportionalität von deponierter Energie und Pulslänge ist die im TOT-Modus gemessene Zeit mit der Energie korreliert. Dies ermöglicht die Energiekalibrierung des TOT-Modus. Wir haben die Kalibrierung mit zwei verschiedenen Methoden durchgeführt: Zum einen können interne Testpulse verwendet werden, die jedem Pixel die gleiche Anzahl an Ladungen appliziert, zum anderen können Röntgen-Fluoreszenzstrahlungen verschiedener Materialien gemessen werden. Somit ist eine Zuordnung zwischen deponierter Energie und gemessener Zeit im TOT-Modus möglich. In diesem Vortrag werden die beiden Methoden zur Kalibrierung des TOT-Modus vorgestellt und Messungen und Ergebnisse hierzu gezeigt.

ST 3.8 Mon 16:10 H 2033

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

Phasenkontrastbildung mit Röntgenstrahlung nutzt den Realteil des Brechungsindex des untersuchten Objekts aus. Dieser führt unter der Voraussetzung einer räumlich kohärenten Röntgenquelle in genügend grossen Abstand hinter dem Objekt zu einem Intensitätsmuster, das mit der lokalen Änderung des Brechungsindex zusammenhängt. Eine graduelle Änderung des Brechungsindex führt zu einer Streuung aus der Vorwärtstrichtung. Der Streuwinkel wird mit abnehmender Energie grösser. Für polychromatische Strahlung kann man daher bei geeigneter Geometrie mit einem Phasenobjekt eine Verteilung der Energien des Spektrums über mehrere Detektorpixel erreichen.

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

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

ST 4: Poster Session Radiation and Medical Physics

Time: Monday 16:30–17:00

Location: H 2033

ST 4.1 Mon 16:30 H 2033

Spatially resolved characterization of heavy ion irradiated LiF using static field gradient NMR — HOLGER STORK¹, ANNIKA HAMBURGER^{1,2}, KURT SCHWARTZ³, FRANZ FUJARA¹, and ●ACHIM GÄDKE¹ — ¹Technische Universität Darmstadt, Germany — ²Johann-Wolfgang-Goethe Universität, Frankfurt a. M., Germany — ³Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germany

Nuclear Magnetic Resonance (NMR) has been proven to be a valuable tool for investigating radiation damages in crystals. A relationship between the spin-lattice relaxation rate and the defect density has been derived and experimentally tested [1] and the dynamical properties of the defects have been investigated temperature- and field-dependent [2]. But up to now none of the NMR measurements was spatially resolved. This does not matter for homogeneously irradiated samples, but for heavy ions the defect creation is typically depth-dependent. In this contribution depth-dependent NMR relaxation measurements on heavy ion irradiated crystals are presented for the first time. The perturbation depth of the Xe and U ions we used in the LiF crystals was between 80 and 100 μm . In the irradiated area a clear increase of the relaxation rate could be observed. But we observed also a transition range outside the ion irradiated area where the relaxation rate is raised compared to the unirradiated sample. This effect might be

due to secondary radiation. 1. phys.stat.sol. (b) 236, No. 1, 151-165
2.Rad. Eff. & Defects in Sol. Vol 155, 159-163

ST 4.2 Mon 16:30 H 2033

Determination of liver function capacity by time-resolved breath tests — ●RUBIN TOM¹, AUGUSTIN SVEN¹, HEYNE KARSTEN¹, and STOCKMANN MARTIN² — ¹Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik, Arnimallee 14, 14195 Berlin — ²Charité Berlin, Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin

In hepatology, a noninvasive and direct method for assessment of the liver function is not available. Breath tests in combination with isotopically labelled compounds are often used to determine the liver function, by measuring the $^{13}\text{CO}_2/^{12}\text{CO}_2$ ratios in exhaled air on a time scale of tens of minutes. Before exhalation the $^{13}\text{CO}_2$ generated in the liver, is dissolved as ^{13}C bicarbonate in the blood. Decay kinetics of the ^{13}C bicarbonate does therefore not typically reflect its instant generation, especially for longer times. This makes it difficult to derive meaningful information on the functioning of the liver from the $^{13}\text{CO}_2$ kinetics. Here, we report a new experimental approach for measuring the $^{13}\text{CO}_2$ content in exhaled air within seconds, by infrared spectroscopy, which allows monitoring the liver capacity in

real-time.

ST 4.3 Mon 16:30 H 2033

Atmospheric plasma jet for medical application — ANTJE LEHMANN¹, ULRICH DUSSA², THOMAS ARNOLD¹, ●GEORG BOEHM¹, AXEL SCHINDLER¹, and STEFAN RUPF² — ¹Institut für Oberflächenmodifizierung e.V., Permoserstrasse 15, 04318 Leipzig, Germany — ²Universitätsklinikum des Saarlandes, Klinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Präventive Zahnheilkunde, 66421 Homburg/Saar

During the last decade non-thermal plasma jets have been emerged as a versatile technology for surface processing like local etching, deposition, surface cleaning and surface activation. We have developed atmospheric plasma jets on the basis of 2,45 GHz microwave discharges for medical and for dentistry applications. The present investigation is aimed to operate the jet to deactivate bacteria. A mixture of He, N₂ and O₂ (1000 sccm : 500 sccm : 4 sccm) was used for driving the jet and to produce oxygen radicals and/or ozone. The average microwave power of 1.6 W has been adjusted to avoid jet temperatures above 40°C. Thus, thermal effects to the bacteria should be excluded. In the first experiments to treat bacteria films a glass object holder was coated with sterilized Escherichia coli film of about 100 μm thickness. After an exposure time of 30 s a destruction of the cell layer has been observed at a spot size of about 2 mm in diameter. The results demonstrate the non-thermal effect of the destruction of the bacteria by the

plasma jet which is potentially applicable to human bodies. Further experiments utilizing living cells in vitro are under way to confirm these results. Here the influence of different treatment parameters is regarded.

ST 4.4 Mon 16:30 H 2033

Technique for a Sense of Touch inside the Head — ●OLE OEHMS¹, MARCUS RADICKE¹, MEINERT LEWERENZ¹, SARAH WREDE¹, BERND HABENSTEIN¹, PETER TRAUTNER², BERND WEBER², and KARL MAIER¹ — ¹Helmholtz Institut für Strahlen- und Kernphysik, Universität Bonn — ²Life & Brain Research Center, Bonn

If a 30ms long Ultrasound (US) pulse is irradiated into a sample during a diffusion sensitive Magnetic Resonance Imaging (MRI) sequence, the US can generate contrasts in the image between tissues or liquids with different viscoelastic properties. If the US could be coupled through the cranium into the brain, this effect could possibly be used to visualize brain tumors or Alzheimer plaques. First measurements will be presented, which demonstrate the effect of the US on the MR image and the feasibility of a coupling of the US through a model of a bone. The US frequency is tuned in such a way, that a resonance condition inside the bone occurs. In this case, the US amplitude behind the bone rises enormously and the US effects on the sample can be visualized with the MRI scanner.

ST 5: Heavy Ion Therapy and Related Basic Research I

Time: Tuesday 9:30–11:00

Location: H 2033

ST 5.1 Tue 9:30 H 2033

Status of the Heidelberg Ion-Beam Therapy Center — ●MALTE ELLERBROCK, OLIVER JÄKEL, PETER HEEG, BENJAMIN ACKERMANN, and MARCUS WINTER — Heidelberg Ion-Beam Therapy Center, Heidelberg, Germany

The Heidelberg Ion-Beam Therapy Center will start clinical operation in spring 2008. Two horizontal beam lines and one isocentric ion gantry will allow for treating patients with ions ranging from protons to oxygen. While the building construction has been completed and beam is already supplied to the horizontal beam lines, currently the raster scanning system is implemented and the beam delivery system is commissioned. The status of the facility will be presented including current medical physics aspects.

ST 5.2 Tue 9:45 H 2033

Schwerionentherapie von Prostatakarzinomen — ●CLÄRE VON NEUBECK, GHEORGHE IANCU, THILO ELSÄSSER und WILMA K. WEYRATHER — GSI, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt, Deutschland

Das Risiko an Prostatakrebs zu erkranken ist ab dem 60. Lebensjahr erhöht. Die Kohlenstofftherapie bietet eine effektive Alternative zur konventionellen Strahlentherapie bei der Behandlung von Prostatakrebs. Diese Studie hat die Etablierung eines in vitro Modells für Prostatakrebs und das umliegende Gewebe zum Ziel. Das Tumorgewebe wurde mit der Ratten-Prostatakrebszelllinie R 3327 AT-1 simuliert. Zur Simulation des mitbestrahlten umliegenden Gewebes, wurde die Normalgewebezelllinie IEC-6 aus dem Dünndarmepithel der Ratten eingesetzt. Die Strahlenempfindlichkeit der beiden Zelllinien gegenüber 250 kV Röntgenstrahlen sowie Kohlenstoffionen von UNILAC (11.4 MeV/u) und SIS (100 MeV/u und 270 MeV/u) wurden bestimmt. Die Kurven wurden mit den Voraussagen des Local Effect Models (LEM) verglichen und die RBW α und RBW10 ermittelt. In vielen Prostatatumoren entstehen hypoxische Areale. Um die LET-Abhängigkeit der OER zu untersuchen, wurde eine Hypoxiebestrahlungskammer entwickelt und mit R 3327 AT-1-Zellen in Verbindung mit 250 kV Röntgenstrahlen und Kohlenstoffionen getestet. Für eine Co-Kultur aus R 3327 AT-1 und IEC-6 wurden erste Tests mit Bestrahlung durchgeführt. Um Zellaralterungseffekte von Effekten der Bestrahlung und der Co-Kultur zu unterscheiden, lag der analytische Fokus parallel zu den Bestrahlungen auf numerischen chromosomalen Aberrationen in Langzeitkulturen und dem Zellzyklusverhalten.

ST 5.3 Tue 10:00 H 2033

Tracking, gating, and rescanning as motion mitigation techniques in carbon ion therapy — ●CHRISTOPH BERT¹, ALEXANDER SCHMIDT¹, NAMI SAITO¹, NAVED CHAUDHRI¹, DIETER SCHARDT¹, and

EIKE RIETZEL^{1,2} — ¹GSI, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt — ²Siemens Medical Solutions, Hofmannstr. 26, 91052 Erlangen

Target motion in tumor therapy with scanned ion beams causes dose deterioration if no mitigation techniques are used. At Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) raster scanned carbon beams are used for tumor therapy. Currently treatment is limited to sites in the head, neck, and pelvis but we are investigating rescanning, gating, and tracking as mitigation techniques for moving targets.

Rescanning mitigates the influence of motion because the treatment plan is applied multiple times. On average this leads to homogeneous coverage of the target if margins cover the motion amplitude. With gating the irradiation is restricted to parts of the motion cycle. The reduced motion amplitude results in less interplay and reduced margins. Target coverage can be achieved if the overlap of pencil beam positions is aligned to the residual motion amplitude. For tracking target motion is compensated by adapting the Bragg peak position laterally as well as longitudinally in depth. In principle, no margins or increased pencil beam overlap are necessary.

At GSI we focus on tracking because this technique results in minimum dose to normal tissue. Nevertheless, we implemented all mitigation techniques to allow comparisons. An overview of experimental results will be presented.

ST 5.4 Tue 10:15 H 2033

Fast range adaptation for radiotherapy of moving targets with scanned ion beams. — ●NAVED CHAUDHRI¹, RADEK PLESKAC¹, NAMI SAITO¹, CHRISTOPH BERT¹, BERNHARD FRANZAK¹, ALEXANDER SCHMIDT¹, EIKE RIETZEL^{1,2}, and DIETER SCHARDT¹ — ¹GSI, Darmstadt, Germany — ²Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany

A 3D online motion compensation system [1] for treating moving targets in radiotherapy is currently being developed at GSI Darmstadt. The system includes both lateral and range adaptation of the scanned ion beam. The range adaptation is currently achieved by a mechanical double-wedge system mounted on a high-speed linear axis located directly proximal to the target. One problem of this solution is the large size of the wedges which limits the response time to ≈ 25 ms.

Two alternative solutions will be presented: (1) Placing the double-wedge system upstream of the scanning magnets leads to a substantial reduction of both size and time delay but requires modifications in the ion optics of the beam transport system. (2) Much faster range adaptation can be achieved without mechanical devices by deflecting the ion beam to different positions on a static wedge-shaped absorber in the beam line.

Initial studies of the wedge design and ion-optics of such a beam

delivery system were performed with the simulation code MOCADI [2].

- [1] C. Bert et al, Medical Physics, in print.
 [2] T. Schwab, PhD Thesis, Universität Giessen, GSI Report 91–10.

ST 5.5 Tue 10:30 H 2033

Accuracy of a 3D online motion compensation system for tumor therapy with scanned ion beams — ●NAMI SAITO¹, CHRISTOPH BERT¹, NAVED CHAUDHRI¹, ALEXANDER SCHMIDT¹, DIETER SCHARDT¹, and EIKE RIETZEL^{1,2} — ¹GSI, Darmstadt, Germany — ²Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany

An integrated three-dimensional online motion compensation (3DOMC) system is being developed at GSI to treat tumors in moving organs with scanned ion beams. Target motion is detected by a laser distance sensor, and the motion compensation parameters are calculated in a dedicated module of the treatment control system (TCS). The lateral compensation parameters are sent to the TCS controller of the scanning magnets to adapt the beam laterally. The longitudinal compensation parameters are sent to a range shifter which consists of two sets of PMMA wedges mounted on linear motors. The wedges are placed symmetrically to form a double wedge with a homogeneous thickness in the overlapped area. By moving the wedges apart or together with the linear motors the range of the traversing ion beams can be modulated.

The system response time has been optimized to ≈ 1 ms for lateral compensation and to ≈ 25 ms for 5 mm water equivalent depth compensation. In experiments with a position detector deviations of 0.3

mm RMS were measured for lateral motion compensation by comparing measured and nominal beam positions. For longitudinal compensation an accuracy of 0.2(2) mm was obtained by comparing stationary depth dose profiles to those with motion compensation.

ST 5.6 Tue 10:45 H 2033

Mathematische Betrachtung der Mehrfelderoptimierung für die biologisch effektive Dosis in der Ionentherapie — ●MICHAEL HORCICKA, MICHAEL KRAEMER und ALEXANDER SCHMIDT — GSI-Biophysik, Darmstadt, Germany

Seit 1997 werden an der Gesellschaft für Schwerionenforschung Tumorpatienten mit Ionenstrahlen behandelt. Ein wesentlicher Bestandteil der Bestrahlungsplanung ist die Optimierung der Teilchenzahlen von mehreren zehntausend Einzelstrahlen pro Strahlrichtung (Feld) mit dem Ziel eine homogene Dosisverteilung im Tumor zu erhalten bei hoher Schonung des umliegenden gesunden Gewebes. Mit der Mehrfelderoptimierung, bei der die Teilchenzahloptimierung für alle Felder gleichzeitig stattfindet, kann eine bessere Targetkonformität bei einer signifikanten Reduzierung der Dosis in kritischen Organen erreicht werden. Die biologisch effektive Dosis hängt nichtlinear von den Teilchenzahlen ab, daher kann das Optimierungsproblem nur numerisch bzw. iterativ gelöst werden. Die große Anzahl der Variablen in der Optimierungsfunktion verursacht einen hohen Speicherbedarf und die hohe Zahl von Iterationen führt zu langen Rechenzeiten. Verschiedene Lösungsalgorithmen werden vorgestellt und ihre Vor- und Nachteile diskutiert.

ST 6: Heavy Ion Therapy and Related Basic Research II

Time: Tuesday 11:30–12:45

Location: H 2033

ST 6.1 Tue 11:30 H 2033

Particle-induced visual sensations in heavy-ion tumor therapy — ●OKSANA KAVATSYUK^{1,2}, DIETER SCHARDT¹, and MICHAEL KRÄMER¹ — ¹Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), Darmstadt, Germany — ²National T. Shevchenko University of Kyiv, Ukraine

Many patients with tumours located in the skull base reported visual sensations (“phosphenes”) during radiation therapy with ¹²C ions at GSI Darmstadt. These effects, mostly described as streaks moving through the field of vision, occur only during well-defined time-phases of the raster-scan irradiation and they are related to the actual position and stopping range of the pencil-like ion beam. An attempt was made to correlate the phosphene observations with temporary local dose deposition near the eyes or sensitive structures of the visual system. First results based on a pushbutton study with a total of 39 patients indicate that phosphenes are mainly stimulated by local dose deposition in the eye or substructures in the eye (presumably the retina). No phosphenes were observed in a number of cases, where the optic nerves were located partly in the treatment volume but the eyes were clearly outside the radiation field.

ST 6.2 Tue 11:45 H 2033

Evaluation of motion tracking by cell survival measurements — ●ALEXANDER SCHMIDT¹, CHRISTOPH BERT¹, NAMI SAITO¹, NAVED CHAUDHRI¹, CLÄRE VON NEUBECK¹, GHEORGHE IANCU¹, DIETER SCHARDT¹, and EIKE RIETZEL^{1,2} — ¹GSI, Abt. Biophysik, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt, Germany — ²Siemens Medical Solutions, Particle Therapy, Hofmannstr. 26, 91052 Erlangen, Germany

At GSI patients with stationary tumors are treated with a raster-scanned carbon ion beam. For moving targets interplay possibly deteriorates the dose distribution because target motion and scanner motion interfere. Several motion mitigation techniques are proposed to solve this problem (see Bert et al., this conference). We use a fully integrated 3D online motion compensation system (see Saito et al., this conference) to track target motion of phantoms which includes adaptation of the Bragg peak position.

To validate motion tracking with biological systems we conducted a series of repetitive experiments with hamster cells grown in wellplates. The wellplates were placed on a sliding table to induce lateral as well as longitudinal motion. Irradiations were performed with stationary wellplates and by tracking moving wellplates. Multiple samples were irradiated to gain statistics.

As a result, we observed no significant difference in cell survival between the motion compensated measurements in comparison to a stationary reference irradiation. We conclude that our motion compensation system allows correct delivery of the biologically effective dose to moving phantoms.

ST 6.3 Tue 12:00 H 2033

Precision measurements of Bragg curves of light-ion beams in water — ●PETER STEIDL¹, DIETER SCHARDT¹, ULI WEBER^{1,2}, GHEORGHE IANCU¹, and MICHAEL KRÄMER¹ — ¹Gesellschaft für Schwerionenforschung, Planckstr. 1, D-64291 Darmstadt, Germany — ²Rhön-Klinikum AG, Baldingerstraße, D-35043 Marburg, Germany

Depth-dose distributions in water (Bragg curves) are of key importance for validation of the physical models used for treatment planning in tumor therapy with high-energy light-ion beams. A new series of precision measurements of pristine (unmodified) Bragg curves was carried out for protons, ³He, ⁷Li, ¹²C and ¹⁶O beams at energies from 100 to 400 MeV/u delivered by the heavy-ion synchrotron SIS18 at GSI Darmstadt. The relative ionization was measured as a function of water depth using two parallel-plate ionization chambers placed upstream (for normalization) and downstream of a computer-controlled water absorber of variable thickness. The experimental Bragg curves are compared to calculations performed with the treatment planning code TRiP [1, 2]. The stopping power calculations used in TRiP are based on the code by Salamon [3]. Slight modifications were applied in order to improve the agreement with the measured absolute positions and widths of the Bragg peaks for ¹²C therapy beams which are used for patient treatments at GSI.

- [1] M. Krämer et al., Phys Med Biol. 45(11):3299-3317 (2000)
 [2] M. Krämer et al., Phys Med Biol. 45(11):3319-3330 (2000)
 [3] M.H. Salamon, LBL Report 10446 (1980)

ST 6.4 Tue 12:15 H 2033

Fragment distributions of plasmid DNA analyzed by AFM - Local Effect Model for a freely jointed chain of monomers — ●THILO ELSÄSSER¹, KATARZYNA PSONKA², MICHAEL SCHOLZ¹, EWA GUDOWSKA-NOWAK², and GISELA TAUCHER-SCHOLZ¹ — ¹Gesellschaft für Schwerionenforschung, Biophysics, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt — ²Marian Smoluchowski Institute of Physics, Jagiellonian University, The investigation of fragment length distributions of plasmid DNA gives insight into the influence of localized energy distribution on the

induction of DNA damage, particularly the clustering of double strand breaks. We present an approach that determines fragment length distributions of plasmid DNA by using the Local Effect Model applied to a freely jointed chain of monomers as the target model. We find a good agreement of our simulations with experimental fragment distributions derived from Atomic Force Microscopy (AFM) studies by including experimental constraints typical for AFM into the model calculations. The results of the model calculations can be used to determine the optimal parameters for future experiments. Additionally, we compare the results of our model for two different plasmid geometries.

ST 6.5 Tue 12:30 H 2033

Development of new techniques to arrange and recognise cells for radiobiological ion micro beam experiments — •TORSTEN KOAL, MARCUS HOHLWEG, TILO REINHARD, and TILMAN BUTZ — Universität Leipzig, Inst. Exp. Phys. II, Linnéstr. 5, 04103 Leipzig, Germany,

Up to a few references the signal ways of the cell-cell-communication (Bystander effects) in micro beam experiments are still unknown. There exist possibilities for both, direct cell-cell-communication via gap junctions as well as a media-provided cell-cell-communication. A promising beginning for the investigation of the communication ways is the compartmentalization of Petri dishes. The compartmentalization allows spatially separated cell-subpopulations to communicate indirectly via medium born factors only. Therefore, Agar, a polysaccharide, was spin coated on Mylar or silicon nitride (Si_3N_4) irradiation windows. The compartmentalization was realized by proton beam writing on the cell repellent substrate Agar. Then the irradiated areas are soluble in water. It could be shown that cells exclusively grow in the Agar depleted areas.

For future targeted irradiation of defined grown cells, a recognition software named Cellcognition is being developed and will be tested in the next time.

ST 7: Radiation Transport and Measurements

Time: Tuesday 14:00–15:00

Location: H 2033

ST 7.1 Tue 14:00 H 2033

Messungen mit einem neu entwickelten Personenexposimeter für Radon — •F. KARINDA, B. HAIDER, W. RUEHM und H.G. PARETZKE — HelmholtzZentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg

Das am Institut für Strahlenschutz entwickelte elektronische Exposimeter für Radongas, das auf einer Diffusionskammer mit Si-Detektoren basiert, wurde verwendet, um individuelle Radonexpositionen und deren zeitlichen Verlauf sowohl in Kurzzeit- wie in Langzeitmessungen zu bestimmen. Es wurde bei typischen Innenraumkonzentrationen ($< 100 \text{ Bq/m}^3$) und bei hohen Konzentrationen ($> \text{kBq/m}^3$) eingesetzt. Vergleichsmessungen mit passiven Ätzzitrosindosimetern wurden ebenfalls durchgeführt. Es werden u.a. Messreihen von Personen, die sich im Laufe eines Tages in Räumen mit stark unterschiedlichen Radonkonzentrationen aufhielten, gezeigt. Damit wurde erstmals mit dem entwickelten Exposimeter der zeitliche Verlauf einer normalen individuellen Radon-Exposition gemessen.

ST 7.2 Tue 14:15 H 2033

Messungen der Neutronen der sekundären kosmischen Strahlung auf 79 Grad N (Koldewey-Station, Spitzbergen) — •WERNER RUEHM¹, G. LEUTHOLD¹, V. MARES¹, C. PIOCH¹, G. SIMMER¹, W. WEITZENEGGER¹, R. VOCKENROTH², R. NEUBER² und H.G. PARETZKE¹ — ¹Institut für Strahlenschutz, HelmholtzZentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Neuherberg — ²Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven

Im Sommer 2007 wurde auf der Koldewey-Station auf Spitzbergen ein Bonner-Vielkugelspektrometer installiert. Das Spektrometer ist in der Lage, energieaufgelöst Neutronen der sekundären kosmischen Strahlung nachzuweisen. Zusammen mit einem ähnlichen Gerät, das bereits auf der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus auf der Zugspitze (Höhe 2660 m) betrieben wird, können nun die Neutronen sowohl bei geringer atmosphärischer Abschirmung, als auch bei geringer geomagnetischer Abschirmung gemessen werden. In Zukunft sollen auf Spitzbergen Neutronenspektren nachgewiesen werden, die während kurzfristiger Erhöhungen der Intensität der kosmischen Strahlung bei erhöhter Sonnenaktivität auftreten. Es werden erste Messergebnisse, die während Zeiten normaler Sonnenaktivität erzielt wurden, präsentiert.

ST 7.3 Tue 14:30 H 2033

GEANT4 - Neutronentransportrechnungen und Vergleich mit MCNP-Ergebnissen — •G. SIMMER, S. STUDENY, G. LEUTHOLD, V. MARES, C. PIOCH, W. RÜHM und H.G. PARETZKE — Institut für Strahlenschutz, HelmholtzZentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Neuherberg

Das am CERN entwickelte Monte-Carlo-Programm Geant4 wird verwendet bei der Simulation der Wechselwirkung verschiedenster Teilchenarten mit Materie, insbesondere bei hohen Energien. Daher ist es auch geeignet, den Transport von Teilchen der sekundären kosmischen Strahlung (z.B. Elektronen, Müonen, Photonen, Protonen, Neutronen, etc.) zu simulieren und z.B. die Dosis von fliegendem Personal zu berechnen. Allerdings wird Geant4 für Neutronen noch nicht routinemäßig eingesetzt. Daher wurden Neutronen-Transportrechnungen mit Geant4 für definierte Bestrahlungsgeometrien und Neutronenergien (von thermischen Energien bis mehreren 100 MeV) durchgeführt, und die Ergebnisse mit MCNP verglichen. Beispiele von berechneten Antwortfunktionen eines Bonner-Vielkugelspektrometers mit verschiedenen Nachweisverfahren (aktive ^3He -Detektoren bzw. passive Goldfolien) werden gezeigt.

ST 7.4 Tue 14:45 H 2033

Entwicklung und Testung eines elektronischen Dosimeters für gemischte Strahlenfelder — •W. WIELUNSKI, W. WAHL, W. RUEHM und H.G. PARETZKE — HelmholtzZentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Neuherberg

Seit einigen Jahren wird am Institut für Strahlenschutz der GSF ein elektronisches Dosimeter entwickelt, das in Echtzeit Informationen über die Exposition einer Person in einem gemischten Neutronen-Photonen-Strahlenfeld liefern soll. Das Dosimeter basiert auf mehreren Si-Detektoren, die mit verschiedenen Konverter-/Filtermaterialien bedeckt sind, um das Ansprechvermögen an verschiedene Neutronen- und Gammastrahlungsenergien anzupassen. Mit dem Neutronenkanal wurden bereits Messungen in verschiedenen realistischen Neutronenfeldern (FRMII, GSI, PTB) durchgeführt. Der Gammakanal wurde am Kalibrierfeld des IAEA/WHO-Sekundärstandard-Laboratoriums für Dosimetrie unseres Instituts getestet. Wichtige Ergebnisse der Neutronen- und Gammastrahlungsmessungen werden gezeigt.