

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

Franz Pfeiffer
Physics Department (E17) & Institute of
Medical Engineering (IMETUM)
Technische Universität München
James-Franck-Straße
85748 Garching
franz.pfeiffer@ph.tum.de

Thilo Michel
Lehrstuhl für Teilchen- und Astroteilchenphysik
Physikalisches Institut 4
Friedrich-Alexander-Universität
91058 Erlangen
thilo.michel@physik.uni-erlangen.de

Overview of Invited Talks and Sessions

(Lecture Room H41; Poster B2)

Invited talks of the joint symposium SYBD

See SYBD for the full program of the symposium.

SYBD 1.1	Mon	15:00–15:30	H1	Functionalization and Pharmaceutical Aspects of Magnetic Nanoparticles (Magnetic Carriers) — ●URS O. HÄFELI
SYBD 1.2	Mon	15:30–16:00	H1	Fluid mechanical aspects of therapeutic application of suspensions of magnetic nanoparticles — ●STEFAN ODENBACH
SYBD 1.3	Mon	16:00–16:30	H1	Magnetic Particle Imaging: A new Medical Imaging Modality — ●THORSTEN BUZUG
SYBD 1.4	Mon	16:30–17:00	H1	Superparamagnetic iron oxide nanoparticles for MR-visible mesh implants and novel drug targeting models — ●IOANA SLABU, ANJALI ROETH, CHRISTIANE KUHL, THOMAS SCHMITZ-RODE, MARTIN BAUMANN
SYBD 1.5	Mon	17:00–17:30	H1	Magnetic measurement techniques assisting biomedical applications of magnetic nanoparticles — ●LUTZ TRAHMS

Sessions

ST 1.1–1.8	Wed	11:00–13:00	Poster B2	Poster
ST 2.1–2.4	Wed	15:00–16:20	H41	Advances in X-Ray Imaging I
ST 3.1–3.4	Wed	16:40–18:00	H41	Advances in X-Ray Imaging II
ST 4.1–4.5	Thu	9:30–11:10	H41	Advances in MR Imaging I
ST 5.1–5.4	Thu	11:30–12:50	H41	Advances in MR Imaging II
ST 6.1–6.4	Thu	15:00–16:20	H41	Advances in Radiation Therapy I
ST 7.1–7.3	Thu	16:40–17:40	H41	Advances in Radiation Therapy II

Annual General Meeting of the Radiation and Medical Physics Division

Donnerstag 17:40–18:00 H41

ST 1: Poster

Time: Wednesday 11:00–13:00

Location: Poster B2

ST 1.1 Wed 11:00 Poster B2

Detector Characterization for Ultra-high Resolution X-ray Laminography — ●THOMAS EBENSBERGER^{1,2}, CHARLOTTE RIMBACH¹, SIMON ZABLER¹, and RANDOLF HANKE^{1,2} — ¹Lehrstuhl für Röntgenmikroskopie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Josef-Martin-Weg 63, 97074 Würzburg — ²Fraunhofer Entwicklungszentrum Röntgentechnik (EZRT), Dr.-Mack-Str. 81, 90762 Fürth

3D X-ray imaging is a very important tool in both medicine and materials characterization. We present an ultra-high resolution X-ray laminography system based on a thin-film X-ray transmission target which is coupled to an electron probe micro analyzer. Unlike in axial tomography 3D imaging is realized through a linear translation of both detector and object with respect to the source.

A characterization of the spatial resolution of the detector has to be performed both under direct and under oblique illumination (i.e., at large laminography angles). This characterization comprises imaging of resolution test structures, determination of modulation transfer function and sensitivity and the simulation of the detector response using the Monte Carlo X-ray simulation tool ROSI.

Based on these measurements and simulations we develop possibilities and algorithms to approach the position-dependent behavior of the detector in order to achieve the highest image quality.

ST 1.2 Wed 11:00 Poster B2

Minkowski maps: detection of diffuse signals with strong background noise — ●MICHAEL A. KLATT^{1,2}, DANIEL GÖRING², CHRISTIAN STEGMANN^{3,4}, and KLAUS MECKE^{1,2} — ¹Institut für Theoretische Physik, Universität Erlangen — ²ECAP, Universität Erlangen — ³DESY — ⁴Universität Potsdam

A new technique based on the morphology of random fields is developed to detect non-Poisson features via structural deviations; for example for detection of spatially extended signals in count maps with high background noise. The morphometric analysis quantifies the structure of random fields by Minkowski functionals, which are powerful shape measures. Hadwiger's completeness theorem ensures that Minkowski functionals provide robust and comprehensive shape information and have short computation times. The joint probability distribution of all three Minkowski functionals is determined by a Monte-Carlo-algorithm for a Poisson random field.

Common likelihood ratio methods are exclusively based on the number of excess counts and discard all further structure information. The analysis based on Minkowski functionals incorporates this additional geometric information in an unbiased analysis, i.e. not looking for an explicit shape but detecting any structural deviation [1]. The non-Poisson features, e.g. sources, are visualized with Minkowski maps.

The technique is designed to detect extended sources in γ -ray astronomy and is successfully applied to data of the H.E.S.S. experiment.

[1] D. Göring, M. A. Klatt et al., *A&A submitted* (2012).

ST 1.3 Wed 11:00 Poster B2

MR-Rheologie - Ortsabhängige Darstellung elastischer Eigenschaften des Gehirns — ●SEBASTIAN THEILENBERG¹, DENIZ ULUCAY¹, ANNA-LISA KOFAHL¹, JAKOB BINDL¹, JÜRGEN FINSTERBUSCH², BERND WEBER³, CARSTEN URBACH¹ und KARL MAIER¹ — ¹HISKP, Universität Bonn — ²Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf — ³Life&Brain GmbH, Bonn

MR-Rheologie ist eine neuartige Methode zur in-vivo Messung elastischer Eigenschaften des menschlichen Gehirns. Diverse krankhafte Veränderungen des Gehirns (zum Beispiel Alzheimer und Multiple Sklerose) beeinflussen diese Eigenschaften. Die Kenntnis dieser könnte daher zu diagnostischen Zwecken genutzt werden.

Zur Messung wird der Patient in einem MRT in Rückenlage positioniert. Der Kopf wird pneumatisch um etwa einen Millimeter angehoben und dann kontrolliert fallen gelassen. Der Schädelknochen kommt nach dieser abrupten Bewegung sehr schnell zur Ruhe, während das weiche Gewebe des Gehirns verzögert in die Ruhelage zurückkehrt. Diese Relaxationsbewegung ist ortsabhängig und wird vor allem von den lokalen viskoelastischen Eigenschaften des Gewebes bestimmt. Mit einer bewegungssensitiven Sequenz kann sie zu definierten Zeitpunkten gemessen und als Grauwert im Phasenbild kodiert werden. Das so gewonnene Bild, das damit Informationen über die relative lokale Elastizität des Gewebes enthält, lässt verschiedene Strukturen erkennen. Um die Aus-

sagekraft der Messung zu erhöhen und um eine Vergleichbarkeit der Bilder verschiedener Aufnahmen zu gewährleisten, müssen die Bilder statistisch ausgewertet und normiert werden.

ST 1.4 Wed 11:00 Poster B2

Darkfieldsignalabhängiges Verhalten eines auf Entfaltung basierenden Bildrekonstruktionsprozesses — ●FLORIAN HORN, FLORIAN BAYER, CHRISTOPH HERTLE, GEORG PELZER, JENS RIEGER, ANDRÉ RITTER, THOMAS WEBER, ANDREA ZANG, JÜRGEN DURST, THILO MICHEL und GISELA ANTON — ECAP - Erlangen Centre for Astroparticle Physics, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Straße 1, 91058 Erlangen

Als Alternative zum bereits von Weitkamp et al. etablierten auf Fourierkomponentenanalyse (FCA) beruhenden Rekonstruktionsprozess stellten Modregger et al. ein Verfahren vor, das mittels Entfaltung die Kleinwinkelstreuverteilung (USAXS) bestimmt [1].

Während dabei Synchrotronstrahlung bei der Messung verwendet wurde, zeigte unsere Gruppe, dass die auf Entfaltung basierende Bildrekonstruktion auch in einem Aufbau mit einer polychromatischen Röntgenquelle anwendbar ist und dabei im Vergleich zur FCA ein höheres Kontrast-Rausch-Verhältnis (CNR) für das Darkfeldbild besitzt. Um die Eigenschaften der USAXS-Rekonstruktion weiter zu untersuchen, haben wir die Beziehung zwischen der Anzahl der ausgeführten Iterationen des zugrunde liegenden Lucy-Richardson-Algorithmus und dem erhaltenen CNR gemessen. Dabei zeigt sich ein Darkfieldsignalabhängiges Verhalten.

[1] P. Modregger, F. Scattarella, B.R. Pinzer, C. David, R. Bellotti and M. Stampanoni (2012): Imaging the Ultrasmall-Angle X-Ray Scattering Distribution with Grating Interferometry, *Physical Review Letters*

ST 1.5 Wed 11:00 Poster B2

Leuchtdioden als Applikator-Positionierungshilfe in der Brachytherapie okularer Tumore — ●SANDRA KUCH¹, MARION EICHMANN¹, DIRK FLÜHS² und BERNHARD SPAAN¹ — ¹Technische Universität Dortmund, Dortmund, Deutschland — ²Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

In Deutschland erkranken jährlich ca. 1000 Personen an Augentumoren. Eine mögliche Behandlungsmethode ist die Bestrahlung mittels radioaktiv belegter Applikatoren, die auf die Lederhaut hinter dem Tumor aufgenäht werden. Für eine erfolgreiche Therapie ist die genaue Positionierung des Applikators maßgeblich.

Mit Hilfe von Leuchtdioden, die mit dem Applikator an das Auge genäht werden, soll die Applikator Platzierung optimiert werden.

Für eine Umsetzung wurden unterschiedliche Leuchtdioden ausgewählt und auf ihre Tauglichkeit untersucht. Eine Leuchtdiode geeigneter Größe, Leuchtkraft und Farbe wurde dann mit einer eigens dafür konstruierten Vorrichtung während einer Operation getestet.

Des Weiteren wurde der Einfluss einer Blutschicht zwischen Auge und Applikator auf die Strahlung bzw. auf die Helligkeit der Leuchtdioden bestimmt.

ST 1.6 Wed 11:00 Poster B2

Analyse der zweidimensionalen Dosisverteilung bewegter Targets beim Respiratory Gating in Abhängigkeit von der Positionierung des Gatingfensters — ●ANDREAS BLOCK¹, ELENA BECKER², JULIANE LENZ³, ULRICH STOEBER² und BERNHARD SPAAN³ — ¹Medizinische Strahlenphysik, Klinikum Dortmund — ²Physikalische Technik, Fachhochschule Münster — ³Experimentelle Physik V, TU Dortmund

Bei der Respiratory Gating Technik wird nur während eines definierten Amplitudenintervalls die Strahlung am Linearbeschleuniger eingeschaltet. Zur Untersuchung des Einflusses der Gatingfensterlage und -größe auf die 2D-Dosisverteilung wurden reale Patientenkurven (mittlere Amplituden 7,8 - 12,12 mm, Periodendauern 2,8 - 4,0 s) in eine periodische Sinuskurve umgewandelt. Diese Sinuskurven wurden von einem motorisierten Messtisch mit einem 2D-Array nachgefahren. Die Untersuchungen wurden an einem Linac bei 15 MV durchgeführt. Während die 50%-Isodosenlinie sich in ihrer Ausdehnung nicht veränderte, verschmälerte sich der Bereich der 90%-Isodose und verbreiterte sich der der 10%-Isodose. Das Setzen von Gatingfenstern reduziert diese Effekte, ein Fenster von 1 mm kommt dem Ruhefall am nächsten. Allerdings

wird erst ab einer Fensterbreite von 2 mm die korrekte Absolutdosis appliziert. Aber auch die 50%-Isodosenlinien verschieben sich asymmetrisch mit kleiner werdenden Amplitudenfenstern, was bei der Planung einer realen Bestrahlung durch einen 4D CT Datensatz zwingend korrigiert werden muss.

ST 1.7 Wed 11:00 Poster B2

Optimierter Justageprozess für Gitter-basierte Talbot-Lau-Röntgenbildung — ●JENS RIEGER¹, FLORIAN BAYER¹, JÜRGEN DURST¹, WILHELM HAAS^{1,2}, FLORIAN HORN¹, THILO MICHEL¹, GEORG PELZER¹, JENS RIEGER¹, ANDRÉ RITTER¹, THOMAS WEBER¹, ANDREA ZANG¹ und GISELA ANTON¹ — ¹ECAP - Erlangen Centre for Astroparticle Physics, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Straße 1, 91058 Erlangen — ²Lehrstuhl für Mustererkennung, Universität Erlangen-Nürnberg, Martensstraße 3, 91058 Erlangen

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Prozess entwickelt, der die automatisierte Justage eines Talbot-Lau-Interferometers für die Röntgenbildung ermöglicht. Die Verwendung eines laborbasierten Röntgeninterferometers zur Erzeugung von Phasenkontrast- bzw. Dunkelfeldaufnahmen, gewann in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung. Um so wichtiger ist die optimierte Justage des Aufbaus. Ein Qualitätsparameter zur Beurteilung der Güte eines Aufbaus ist die sogenannte Visibilität die die Modulationsstärke der Talbot-Intensitäts-Modulation beschreibt. Hohe erreichbare Visibilitäten sind direkt mit hochqualitativen Phasenkontrast- bzw. Dunkelfeldbildern korreliert. Zur Optimierung des Aufbaus wird die Verkipfung, die Rotation und die Bewegung der Gitter in Strahlrichtung automatisiert durchgeführt. Ein Effekt der dabei ausgenutzt wird ist der sogenannte Moiré-Effekt. Der Justageprozess wird beispielhaft für eine Designenergie von 25 keV

in der 3. und 5. Talbot-Ordnung dargestellt.

ST 1.8 Wed 11:00 Poster B2

Führen die Änderungen der Gewebewichtungsfaktoren im neuen ICRP-Bericht 103 zu einer Neubewertung des Strahlenrisikos bei Röntgenuntersuchungen des Kopfes? — ●ANDREAS BLOCK¹, SASCHA HAUMANN², STEFAN WEIHE³, LARS BONITZ², FRANK BUSCH⁴ und STEFAN HASSFELD² — ¹Medizinische Strahlenphysik, Klinikum Dortmund — ²Klinik für Mund, Kiefer und Gesichtschirurgie, Klinikum Dortmund — ³Institut für Medizintechnik GmbH, Dortmund — ⁴Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen, Dortmund

Die effektive Äquivalentdosis HE repräsentiert die gewichtete Summe der stochastischen Strahlenrisiken, die bei der ungleichmäßigen Exposition der Organe eines Körpers bei Strahleneinwirkung entstehen. Die Wichtungsfaktoren berücksichtigen die unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit der einzelnen Gewebe und sind in den Berichten der International Commission on Radiological Protection (ICRP) festgelegt. Zwischen der ICRP 60 (1990) und 103 (2007) hat es einige Änderungen hinsichtlich der Zahlenwerte der Wichtungsfaktoren als auch der zu berücksichtigenden Gewebe gegeben. An einem anthropomorphen Alderson-Phantom, mit eindeutig zugeordneten TLD*s (24) in der Kopf- und Nackenregion wurden mit drei verschiedenen Geräten Dentale Volumentomographien durchgeführt. Die ermittelten Werte für die effektive Dosis lagen mit den neuen Gewebewichtungsfaktoren der ICRP 103 um 66 % bis 185 % deutlich über denen des ICRP Berichts 60. Der Kopf erweist sich als deutlich strahlensensibler als bisher angenommen.

ST 2: Advances in X-Ray Imaging I

Time: Wednesday 15:00–16:20

Location: H41

ST 2.1 Wed 15:00 H41

Pulmonary Emphysema Diagnosis using a preclinical small-animal x-ray Dark-Field Scanner — ●ANDRE YAROSHENKO¹, FELIX MEINEL², MARTIN BECH¹, ARNE TAPFER¹, ASTRID VELROYEN¹, KONSTANTIN NIKOLAOU², ALEXANDER BOHLA³, ALI ÖNDER YILDIRIM³, OLIVER EICKELBERG³, MAXIMILIAN REISER², and FRANZ PFEIFFER¹ — ¹Department of Physics Technische Universität München, Germany — ²Institute of Clinical Radiology, Ludwig-Maximilians-University Hospital Munich, Germany — ³Institute of Lung Biology and Disease, Helmholtz Zentrum Munich, Germany

Pulmonary emphysema is one of the leading causes of morbidity and mortality worldwide that is difficult to detect using conventional x-ray radiographic methods. For emphysematous lungs with enlarged distal airspaces, x-ray scattering decreases and transmission increases, as has been demonstrated by the proof-of-principle experiments with brilliant x-rays from a synchrotron source. Therefore, combination of the transmission and dark-field signals leads to a novel diagnostic approach for pulmonary emphysema.

In this study, images of excised murine lungs with pulmonary emphysema and control lungs were acquired using a compact phase- and dark-field scanner with a polychromatic source and a cone-beam geometry. The data analysis revealed a clear distinction between the two groups in the per-pixel scatter plot. The main difference was observed in the angle of the distribution to the vertical.

The presented study reveals the high potential of the approach for the pulmonary emphysema diagnosis.

ST 2.2 Wed 15:20 H41

Characterization of filters applied in Filtered Back-Projection Reconstruction for absorption and differential phase-contrast imaging — ●KARIN BURGER, MICHAEL CHABIOR, and FRANZ PFEIFFER — TUM, München, Deutschland

In computed X-ray tomography, window functions like "Ram-Lak" and "Hamming" (absorption) or the "Hilbert filter" (phase-contrast) are commonly used for correct tomographic reconstruction and improvement of image quality in the back-projection process. Choosing the appropriate filter, i.e. the adequate weight of the spatial frequencies, is not obvious. For instance, the noise spectrum of phase-contrast tomography differs considerably from absorption tomography. Existing literature does not provide a clear comparison and characterization,

neither of absorption nor of differential phase-contrast (DPC) filters corresponding to the target application. In this study, we examine the modulation transfer function (MTF) of a simulated phantom in contrast to its tomographic reconstructions, obtained by forward- and filtered back-projection with different filters. We thereby optimize the reconstruction with respect to sharpness of edges as well as to remaining noise. Those parameters are especially studied using the "Hilbert filter" in order to improve frequency weighting, considering amongst others the half-pixel shift method introduced in earlier studies. As a result, we provide a set of rules to facilitate the choice of the appropriate filter for both, absorption and DPC tomography. In biomedical imaging, this filter selection allows for individual contrast enhancement depending on the structure of interest (e.g. bones, soft tissue).

ST 2.3 Wed 15:40 H41

Influence of image processing on noise, sharpness and quantitiveness in grating-based phase-contrast imaging — ●MATHIAS MARSCHNER¹, MARIAN WILLNER¹, DIETER HAHN¹, ALEXANDER HIPPEL¹, JULIA HERZEN³, MICHAEL CHABIOR^{1,2}, and FRANZ PFEIFFER^{1,2} — ¹Physik Department, Technische Universität München, 85748 Garching, Germany — ²Institute of Medical Engineering, Technische Universität München, 85748 Garching, Germany — ³Institute of Materials Research, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Max-Planck-Str.1, 21502 Geesthacht, Germany

Grating-based phase-contrast x-ray imaging provides additional contrast compared to regular absorption based x-ray imaging. The technique has been adapted to work with conventional x-ray tube sources and allows for quantitative imaging.

The choice of processing and tomographic reconstruction algorithms influences the image quality and quantitiveness of the computed tomography. We will present an overview of different methods for processing and CT-reconstruction (conventional and iterative) as well as subsequent filtering. The comparison focuses on noise, sharpness and quantitiveness using simple phantoms and biomedical samples measured at a grating interferometer equipped with a polychromatic x-ray tube and a photon counting detector.

ST 2.4 Wed 16:00 H41

Simulation des Dunkelfeldes in der Röntgen-Talbot-Lau-Interferometrie: Vergleich mit Messungen und mögliche Näherungen — ●ANDRÉ RITTER, FLORIAN BAYER, JÜRGEN DURST,

CHRISTOPH HERTLE, FLORIAN HORN, THILO MICHEL, GEORG PELZER, JENS RIEGER, ANDREA ZANG, THOMAS WEBER und GISELA ANTON — Erlangen Centre for Astroparticle Physics, FAU Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen

Das Dunkelfeldbild in der Röntgen-Talbot-Lau-Interferometrie ermöglicht es Strukturen unterhalb der Auflösungsgrenze in Proben zu detektieren. Das Dunkelfeldsignal kann mit skalarer Beugungstheorie simuliert werden. Dies wird in Vergleichen mit Messungen gezeigt.

Die Propagation eines Wellenfeldes durch eine Probe kann mit der Projektionsnäherung erfolgen. Diese Näherung ist jedoch nicht für alle Proben geeignet. Eine mögliche Verbesserung wird mit dem

Mehrschicht-Verfahren erreicht. Bei diesem wird die Probe in mehrere in Propagationsrichtung aufeinanderfolgende Schichten eingeteilt und die Wellenfeldpropagation erfolgt schrittweise von Schicht zu Schicht.

Als zusätzliche Näherung kann die dreidimensionale Simulation in Schichten entlang der Propagationsrichtung senkrecht zu den Gitterstegen eingeteilt werden. Diese Schichten können wegen der geringen räumlichen Kohärenz in Richtung der Gitterstege in zweidimensionalen Simulationen unabhängig behandelt werden. Die Ergebnisse werden im Anschluss wieder zu einem Gesamtergebnis zusammengesetzt.

Es werden Rechenaufwand, Ergebnisse und Voraussetzungen der genannten Verfahren untersucht.

ST 3: Advances in X-Ray Imaging II

Time: Wednesday 16:40–18:00

Location: H41

ST 3.1 Wed 16:40 H41

Spectral phase-contrast CT using the LAMBDA detector — SEBASTIAN EHN¹, MICHAEL EPPLE¹, GUILLAUME POTDEVIN¹, DAVID PENNICARD², SERGEJ SMOLJANIN², SABINE LANGE², DIETER RENKER¹, HEINZ GRAAFSMA², and FRANZ PFEIFFER¹ — ¹Chair of Biomedical physics, TU München — ²DESY, Hamburg

X-ray phase-contrast techniques offer significantly improved soft-tissue contrast compared to absorption-based measurements commonly used in clinical radiology. Grating-based phase contrast methods have proven to be fully compatible to standard laboratory X-ray sources and are currently being used in preclinical research.

However, the imaging quality in this method is strongly energy-dependent, which may result in poor signal to noise ratios when using beams with broad energy spectra.

One can overcome this disadvantage using energy sensitive detectors like the Medipix3, only taking into account the energies where the SNR is at a maximum. Thereby, an improvement to image quality and a reduction in radiation dose may be reached.

This presentation will give an overview over the new Medipix3-based LAMBDA detector, which is currently being developed at DESY, used in grating-based spectral phase-contrast tomography.

ST 3.2 Wed 17:00 H41

Der Dosepix-Detektor und seine Eigenschaften — INA RITTER¹, THOMAS GABOR¹, THILO MICHEL¹, PETER SIEVERS¹, STEFAN WÖLFEL², WINNIE WONG³ und GISELA ANTON¹ — ¹Erlangen Centre for Astroparticle Physics, FAU Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen, Germany — ²IBA Dosimetry GmbH, Bahnhofstrasse 5, 90592 Schwarzenbruck, Germany — ³Medipix Team, PH-ESE-ME, CERN, Geneva, Switzerland

Der Dosepix-Detektor ist ein photonenzählender pixelierter Halbleiterdetektor. Er stellt eine Neuentwicklung in der Medipix-Familie dar und ist gleichermaßen hybrid aufgebaut wie die Medipix- und Timepix-Detektoren. Er bietet 256 Pixel, wobei der Pixelpitch 220 μm beträgt. Der Dosepix-Detektor ist damit auch für kleine Photonenflüsse geeignet. Das Hauptaugenmerk des Dosepix-Detektors liegt auf spektroskopischen Messungen im sogenannten Time-over-Threshold-Modus. Seine verschiedenen Arbeitsmodi eröffnen ihm einen weiten Einsatzbereich im Bereich der Medizinphysik, dazu zählen insbesondere Dosimetrie und energieabhängige Untersuchungen in der Bildgebung.

In diesem Beitrag werden die Eigenschaften des Detektors hinsichtlich seiner spektroskopischen Fähigkeiten vorgestellt.

ST 3.3 Wed 17:20 H41

Energy-dependence of visibility contrast in Talbot-Lau X-ray imaging — GEORG PELZER, FLORIAN BAYER, FLORIAN HORN,

JENS RIEGER, ANDRÉ RITTER, PETER SIEVERS, THOMAS WEBER, ANDREA ZANG, JÜRGEN DURST, THILO MICHEL, and GISELA ANTON — ECAP - Erlangen Centre for Astroparticle Physics, Universität Erlangen-Nürnberg, Erwin-Rommel-Straße 1, 91058 Erlangen

A Talbot-Lau interferometer is a compact laboratory setup for phase-contrast imaging that can be used with a usual polychromatic X-ray source. Operating this setup with a broad spectrum is followed by a cutback in performance in comparison to monochromatic illumination. By evaluating the interferometer's complex energy-dependent response and using the information obtained by an energy-resolving detector, the performance might be increased again. Therefore, the energetic behaviour of the dark-field image was investigated. In simulations the energy dependence of the dark-field signal generated by small glass spheres was calculated and in order to verify these simulations, measurements using a Timepix detector were done. The results of the measurements show a good agreement with the simulations. In this contribution these results will be presented and the behaviour of the dark-field contrast will be discussed.

ST 3.4 Wed 17:40 H41

X-ray detection with GaN thin films — MARKUS HOFSTETTER¹, JOHN HOWGATE², MARTIN SCHMID¹, MARTIN STUTZMANN², and STEFAN THALHAMMER¹ — ¹Helmholtz Zentrum München, Institute for Radiation Protection, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 Neuherberg — ²Walter Schottky Institut, Technische Universität München, Am Coulombwall 3, D-85748 Garching

In recent years precise miniature-dosimeters for real-time detection of x-rays in medicine have been developed with two aspects to monitor radiation in the region of interest and to improve therapeutic methods. Sensors include Germanium or Silicon photoconductive detectors, MOSFETs, and PIN-diodes. While miniaturization of these systems for spatial resolved detection is possible, they suffer from disadvantages. Sensor properties like material degradation, poor measurement stability and a limited detection range circumvent routine clinical applications. Here we show the development and evaluation of radiation detectors based on gallium nitride (GaN) thin films. While previous publications revealed relative low energy absorption of GaN, it is possible to achieve very high signal amplification factors inside the material due to an appropriate sensor configuration, which, in turn, compensates the low energy absorption. Our devices, which have detection volumes smaller than 10^{-6} cm^3 , show a high sensitivity to x-ray intensity and can record the air kerma rate (free-in-air) range of 1 microgray/s to 10 mGy/s with a signal stability of 1% and a linear total dose response over time. The presented results show the potential of GaN-based thin films for dosimetry and imaging applications.

ST 4: Advances in MR Imaging I

Time: Thursday 9:30–11:10

Location: H41

ST 4.1 Thu 9:30 H41

Mikroskopische MR-Flussbildgebung in Herz-Kreislauf Modellsystemen — DANIEL EDELHOFF¹, LARS WALCZAK², FRANK WEICHERT² und DIETER SUTER¹ — ¹Experimentelle Physik III, TU Dortmund, Deutschland — ²Informatik VII, TU Dortmund, Deutsch-

land

Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems wie z.B. die Arteriosklerose, welche sich in Form von Aneurysmen oder Stenosen äußern können, sind häufig die Ursache für lebensbedrohliche oder tödliche Krankheitsverläufe. Veränderte Strömungsverhältnisse innerhalb der betroffenen

Blutgefäße können abnormale Wandbelastungen und somit Gefäßrupturen auslösen. Außerdem kann es zu der Bildung von Thrombosen führen, wenn der Blutfluss zu langsam ist. Das Wissen über das genaue Strömungsverhalten des Blutflusses kann somit Informationen über das Risiko der Erkrankung und ebenso Hilfen bei der Therapie liefern. Wir beschäftigen uns mit der Untersuchung von Strömungen blutsimulierender Flüssigkeiten durch unterschiedliche Modell-Geometrien auf mikroskopischer Ebene mittels der bildgebenden Kernspinresonanz. Hierfür verwenden wir Time of Flight Techniken ebenso wie die Phasenkontrastbildgebung um Aufschlüsse über die Strömungsprofile zu erhalten. Anhand dieser ist es uns möglich die Scherspannungen und somit die Belastungen der Modellwände zu bestimmen und daraus das Risiko für Gefäßrupturen abzuschätzen. Ebenso vergleichen wir die experimentell ermittelten Geschwindigkeiten mit numerischen Simulationen in Hinblick auf die Ermittlung der optimalen Simulationsparameter.

ST 4.2 Thu 9:50 H41

MR Microscopy of Human Skin Using Phased-Array of Microcoils at 9.4 T — ●KATHARINA GÖBEL¹, OLIVER G. GRUSCHKE², JOCHEN LEUPOLD¹, PIERRE LEVAN¹, JOHANNES S. KERN³, JAN G. KORVINK^{2,4}, JÜRGEN HENNIG¹, DOMINIK VON ELVERFELDT¹, and NICOLETA BAXAN^{1,5} — ¹Dept. of Radiology, Medical Physics, University Medical Center Freiburg, Germany — ²Lab. of Simulation, University of Freiburg - IMTEK, Germany — ³Dept. of Dermatology, University Medical Center Freiburg, Germany — ⁴Freiburg Institute for Advanced Studies, University of Freiburg, Germany — ⁵Bruker BioSpin MRI GmbH, Ettlingen, Germany

MRI of the skin as non-invasive alternative to histopathology requires dedicated approaches to overcome both the low sensitivity and low contrast of standard MR investigations applied at microscale. The geometry of the skin with layers of large lateral dimensions and a few μm thickness demands exceptionally high resolution combined with large imaging matrix size. A home-made microcoil-based MR detector in planar phased-array geometry (diameter = 5.5 mm) was developed to alleviate such limitations by combining the advantages of a large field-of-view and high signal-to-noise ratio. The detector was first characterized in terms of influence on B_0 homogeneity and SNR. Trials on healthy and Acne inversa diseased human skin biopsies allowed the acquisition of high resolution images ($30 \times 30 \times 100 \mu\text{m}^3$) in reasonable scan time. Histology was subsequently performed to validate the MRI results, demonstrating the suitability of this methodological approach for the characterization and early detection of structural skin changes.

ST 4.3 Thu 10:10 H41

Hochaufgelöste Spiral-Magnetresonanztomographie — ●STEFAN HENNING und DIETER SUTER — TU Dortmund, Exp. Physik III

Eine der größten Herausforderungen in der Magnetresonanztomographie (MRT) ist die Verringerung der Messzeit, welche zur Aufnahme eines vollständigen Datensatzes nötig ist. Im klinischen Einsatz der MRT wurden daher in der Vergangenheit viele Verfahren dazu entwickelt. Wir nutzen ein Microimaging-Gerät an einem Hochfeld (14T) NMR-Spektrometer, wodurch wir im Vergleich zu klinischen Geräten eine sehr viel höhere räumliche Auflösung in der Größenordnung von

10 Mikrometer erhalten. Da NMR-Spektrometer in der Regel nicht für bildgebende Experimente optimiert sind, ergeben sich bei der Implementierung von etablierten schnellen Bildgebungstechniken besondere Hürden. Wie wir hier zeigen, gelingt es uns dennoch, Magnetresonanztomographie mit mikroskopischer räumlicher Auflösung bei gleichzeitig sehr hoher zeitlicher Auflösung durchzuführen. Dazu nutzen wir eine spiralförmige Abtastung des k -Raums. Diese Technik soll in Zukunft für eine stroboskopische Bildgebung von turbulenten Flüssigkeitsströmungen verwendet werden.

ST 4.4 Thu 10:30 H41

Ortsaufgelöste Messung von Blutfluss mit stroboskopischer MR-Bildgebung — ●MARVIN HEIL, DANIEL EDELHOFF, STEFAN HENNING und DIETER SUTER — Experimentelle Physik III, TU Dortmund, Deutschland

Zur Aufklärung der Ursachen von Erkrankungen des Herzkreislaufsystems sowie für die Prognose der Effektivität von möglichen Behandlungsmethoden ist es nötig, das Strömungsverhalten von Blut innerhalb der Blutgefäße möglichst exakt zu bestimmen. Hierzu untersuchen wir die Flusseigenschaften von Flüssigkeiten, welche als Modell für Blut dienen können, mittels unterschiedlicher Methoden der bildgebenden Kernspinresonanz. Hinsichtlich einer ausführlichen Untersuchung von Gefäßrupturen bei kardiovaskulären Erkrankungen soll ein konstanter Fluss eingestellt werden. Dies wird über ein Regelungssystem realisiert, in dem wir unter anderem mit einem Proportionalventil den benötigten Volumenstrom einstellen können. Eine weitere Herausforderung stellt der pulsierende Fluss dar, welcher in der herkömmlichen MR-Bildgebung Artefakte erzeugen kann. Um diese zu vermeiden, verwenden wir eine stroboskopische Messtechnik, die es uns ermöglicht, Messungen mit dem Druckpuls zu synchronisieren.

ST 4.5 Thu 10:50 H41

Charakterisierung von Flüssigkeitsaustausch in einfachen Aneurysma Modellen mittels MRI — ●FRAUKE FRANK, DANIEL EDELHOFF, STEFAN HENNING und DIETER SUTER — Experimentelle Physik III, TU Dortmund, Deutschland

Ein Aneurysma ist eine Gefäßerweiterung, die als Folge der Volkskrankheit Arteriosklerose auftreten kann. Eine Behandlung ist meist schwierig und risikoreich. Veränderungen der Geschwindigkeiten des Blutes können in der Gefäßerweiterung zu einer Ruptur oder zur Bildung von Thrombosen führen. Daher ist die Kenntnis des Fließverhaltens in einem Aneurysma, insbesondere innerhalb der Erweiterung, wichtig, um den Grad der Erkrankung einschätzen zu können und die richtige Therapiemethode zu wählen. Zur Untersuchung des Fließverhaltens innerhalb verschiedener Aneurysma Modelle verwenden wir die bildgebende Kernspinresonanz. Wir haben eine Pulssequenz entwickelt, die es ermöglicht, den Flüssigkeitsaustausch zwischen der Erweiterung und dem normalen Gefäß zu charakterisieren. Für realistische Untersuchungen des Fließverhaltens ist es wichtig eine Probenflüssigkeit zu verwenden, welche die gleiche Viskosität wie Blut besitzt. Es bietet sich eine Glycerin-Wasser Mischung an, die bei einem bestimmten Mischungsverhältnis in Abhängigkeit von der Temperatur eine blutähnliche Viskosität aufweist.

ST 5: Advances in MR Imaging II

Time: Thursday 11:30–12:50

Location: H41

ST 5.1 Thu 11:30 H41

Untersuchung der fallinduzierten Relaxationsbewegung des Gehirns mit MR-Rheologie — ●DENIZ ULUCAY¹, SEBASTIAN THEILENBERG¹, ANNA-LISA KOFAHL¹, JAKOB BINDL¹, JÜRGEN FINSTERBUSCH², BERND WEBER³, CARSTEN URBACH¹ und KARL MAIER¹ — ¹HISKP, Universität Bonn — ²Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf — ³Life&Brain GmbH, Bonn

Die Kenntnis viskoelastischer Eigenschaften des Gehirns ist für die medizinische Diagnostik von großer Bedeutung, da auch neurodegenerative Krankheiten diese Eigenschaften ändern. In der Rheologie wird zur Beschreibung viskoelastischer Eigenschaften das zu untersuchende System zunächst gestört und anschließend die Relaxationsbewegung analysiert. Wir übertragen dieses Messprinzip und stören die Gleichgewichtslage des Gehirns durch einen Fall des Kopfes aus ca. 1 mm Höhe. Das Gehirn folgt der Bewegung des Schädelknochens nicht in-

stantan, sondern verzögert. Diese ortsabhängige Relaxationsbewegung wird mit Hilfe eines MRT aufgezeichnet und ist bestimmt durch die lokale viskoelastische Kopplung. Durch eine sehr genaue Synchronisation zwischen Bewegung und Aufnahmezeitpunkt ist es möglich sowohl den Start als auch das Ende der Bewegung detailliert zu untersuchen.

ST 5.2 Thu 11:50 H41

Herstellung MR-tauglicher PVA-Phantome zur Simulation rheologischer Eigenschaften des Gehirns — ●JAKOB BINDL¹, ANNA-LISA KOFAHL¹, SEBASTIAN THEILENBERG¹, DENIZ ULUCAY¹, JÜRGEN FINSTERBUSCH², BERND WEBER³, CARSTEN URBACH¹ und KARL MAIER¹ — ¹HISKP, Universität Bonn — ²Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf — ³Life&Brain GmbH, Bonn

Das Gehirn bildet ein sensibles System, dessen viskoelastische Eigenschaften von vielen Faktoren, z.B. Krankheiten beeinflusst werden. Wir benutzen rheologische Methoden, um Zugang zu diesen Eigenschaften

zu erlangen. Dabei wird der Kopf um einen Millimeter angehoben und anschließend fallen gelassen, wodurch das Gehirn in seiner Gleichgewichtslage gestört wird. Die Relaxation zurück in den Gleichgewichtszustand ist dabei lokal abhängig von den elastischen Eigenschaften und wird mittels einer bewegungssensitiven MRT-Sequenz abgebildet. Um die Ergebnisse besser verstehen zu können, bietet sich ein Vergleich mit Gewebephantom an, deren elastische Eigenschaften bekannt sind. Die Herausforderung bei der Herstellung eines geeigneten Phantoms liegt darin, das Gesamtsystem aus Gehirn, Schädel und Hirnflüssigkeit zu imitieren.

ST 5.3 Thu 12:10 H41

Robuste selektive Anregung von Metaboliten-Signalen in der MR-Spektroskopie — ●MIRJAM HOLBACH¹, JOERG LAMBERT² und DIETER SUTER¹ — ¹Experimentelle Physik III, TU Dortmund, Deutschland — ²ISAS, Dortmund, Deutschland

Mit der MR-Spektroskopie können die Signale von Stoffwechselprodukten (Metabolite) und damit ihre Konzentration im lebenden Gewebe nicht-invasiv bestimmt werden. Aus diesen Daten lassen sich wichtige Informationen über das Gewebe oder eventuelle pathologische Zustände ableiten. Eine selektive Anregungstechnik ist in vielen Fällen nötig, um die oft überlappenden ¹H-MRS-Signale eines bestimmten Stoffes selektiv detektieren und quantifizieren zu können. Hierfür können Multiquantenfilter eingesetzt werden, die gezielt die Signale von Spinsystemen mit bestimmten Kopplungseigenschaften herausfiltern und diese von unerwünschten Signalen trennen. Problematisch ist jedoch, dass die genannten Filtertechniken sehr sensibel auf Abweichungen in den experimentellen Parametern reagieren. Besonders bei in-vivo Anwen-

dungen in der Hochfeld-MRI (z. B. bei 7T-MRI-Systemen) sind aber Inhomogenitäten in den Magnetfeldern B_0 und B_1 nicht vernachlässigbar. Um eine robuste Anwendung der Multiquantenfilter zu ermöglichen, kombinieren wir diese Technik mit optimierten RF-Pulsformen. Durch eine numerische Optimierung der Pulse nach der Optimal Control Theorie erhalten wir robuste Multiquantenfilter. Mit ihnen ist einerseits eine effiziente Anregung des erwünschten Signals sowie gleichzeitig eine effiziente Unterdrückung unerwünschter Signale auch in Gegenwart der oben genannten Feldinhomogenitäten möglich.

ST 5.4 Thu 12:30 H41

Phantommaterial für Schallstrahlungskraft induzierte Kontraste in Magnetresonanzaufnahmen — ●ANNA-LISA KOFÄHL, SEBASTIAN THEILENBERG, DENIZ ULUCAY, JUDITH WILD, JAKOB BINDL, BERND HABENSTEIN, CARSTEN URBACH und KARL MAIER — HISKP, Universität Bonn

Krankhafte Gewebeeränderungen gehen mit einer Änderung der viskoelastischen Eigenschaften einher. Die Kontrasterzeugung durch Ultraschall-induzierte Schallstrahlungskraft in Magnetresonanz-Phasenbildern ermöglicht die nicht-invasive Darstellung dieser Eigenschaften in Gewebe. Zur Validierung und zum besseren Verständnis dieser Methode werden Gewebephantome aus eigener Herstellung genutzt. Dabei haben sich Phantome auf Basis von Polyvinylalkohol bewährt. Durch verschiedene Herstellungsparameter können sowohl die viskoelastischen als auch die akustischen Eigenschaften prinzipiell variiert werden. Für die Schallstrahlungskraft ist dabei besonders die Variation des Absorptionskoeffizienten interessant. Um die Materialparameter zu überprüfen, werden verschiedene Techniken angewendet.

ST 6: Advances in Radiation Therapy I

Time: Thursday 15:00–16:20

Location: H41

ST 6.1 Thu 15:00 H41

Konzept einer Strahlführung für Laser basierte Protonentherapien — ●LEONHARD KARSCH¹, MICHAEL BUSSMANN², WOLFGANG ENGHARDT^{1,2}, FLORIAN KROLL², UMAR MASOOD¹ und JÖRG PAWELKE¹ — ¹National Center for Radiation Oncology - OncoRay, Dresden — ²Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Die Teilchenbeschleunigung mit Hochintensitätslasern lässt eine effektive Alternative zu konventionellen Protonentherapien erhoffen. Die Laserbeschleuniger liefern anders als konventionelle Anlagen Strahlungspulse mit einer geringen Wiederholrate von ca. 10 Hz und breitem Energiespektrum. Im Beitrag wird eine Strategie zur Erzeugung eines Spread-Out-Bragg-Peaks (SOBP) unter diesen Bedingungen vorgestellt und die daraus folgenden Anforderungen in eine Strahlführung (Gantry) umgesetzt.

Die geringe Wiederholrate der Pulse zusammen mit einer zumutbaren Bestrahlungszeit erfordern Strahlungspulse mit möglichst hoher Teilchenzahl. Zur Bildung des SOBPs mit wenigen Pulsen ist es deshalb notwendig, Pulse mit verschiedenen, auch großen Energiespannweiten (von 2 bis 25 %) zu benutzen. Die Strahlführung muss also eine schnell wechselbare Energieselektion ermöglichen und dazu eine maximale Transporteffizienz aufweisen.

Durch die Benutzung von gepulsten Magneten können mit der vorgestellten Strahlführung wesentlich kompaktere Gantries als an konventionellen Protonentherapien erreicht werden. Diese Entwicklung ermöglicht weitere Schritte zur Laser basierten Protonentherapie, wie beispielsweise die Optimierung der Bestrahlungsstrategien.

ST 6.2 Thu 15:20 H41

Gezielte Ionenbestrahlung von Zellen an SNAKE — ●CHRISTIAN SIEBENWIRTH und GÜNTHER DOLLINGER — Universität der Bundeswehr München, Neubiberg, Deutschland

Zur Untersuchung von Zellreaktionen nach Bestrahlung subzellularer oder sogar Subzellkern-Strukturen, wird eine hochauflösende Zielbestrahlung am Ionenmikrostrahl SNAKE entwickelt. Das Lebendzellsetup an SNAKE kombiniert hochauflösende optische Mikroskopie mit einer Ionenbestrahlung im sub- μ m Bereich. Auf einem Szintillator wachsende Zellen ermöglichen eine online Strahlortbestimmung, dessen Positionskalibrierung und die Bestimmung der Zielkoordinaten bei der Nutzung desselben Lichtweges während der online Mikroskopie. Ein selbstentwickeltes Programm steuert die optische Mikroskopie und die Stahlablenkung und integriert optional die CellProfiler-Software zur

zukünftig geplanten automatischen Zielerkennung. Die Zeit zwischen Zieldefinition und Bestrahlung kann bis auf 1 min reduziert werden, um den Einfluss der Zellbewegung auf die Zielpräzision auf 0,5 μ m zu beschränken.

Mit Kernspurdetektoren, sowie scratch gelabelten Zellen mit GFP markierten MDC1-Proteinen, wurde die Zielgenauigkeit bei 55 MeV C12-Ionen bestimmt. Die unterschiedlichen Proben zeigen Verteilungen der Trefferpositionen relativ zum Ziel mit einer maximalen systematischen Verschiebung von 1,6 μ m. Zusätzlich besitzen die bestrahlten Punkte eine zufällige Verteilung bezüglich des Mittelwerts von etwa 2 μ m FWHM. Die präsentierten Eigenschaften ermöglichen erste gezielt bestrahlte, biologische Experimente an SNAKE.

ST 6.3 Thu 15:40 H41

Characterization of the interaction between therapeutic carbon ions and bone-like materials and related impact on treatment planning — ●ANNA EICHHORN^{1,2}, ANTONIO CARLINO³, ROBERT KADERKA¹, MICHAEL KRÄMER¹, CHIARA LA TESSA¹, EMANUELE SCIFONI¹, and MARCO DURANTE^{1,2} — ¹GSI Helmholtzzentrum für Schwerionen, Darmstadt, Germany — ²TU Darmstadt, Germany — ³University of Palermo, Italy

Radiotherapy is one of the most common and effective therapies for cancer. The treatment planning system for ions TRiP98 was developed at GSI, Darmstadt. In TRiP98, the interaction between primary radiation and tissue is modeled from experimental data measured in water and rescaled to other tissue. This approximation is not accurate enough for biological materials whose elemental composition besides density deviates significantly from water. The nuclear attenuation of carbon beams in bone-like materials was measured and an estimation of the fragmentation cross section was done. In parallel, the dose profile inhomogeneity predicted by TRiP98 at the interface between water and bones was investigated and measured at HIT (Heidelberg). A 3D treatment plan was delivered in a water phantom equipped with bone targets. Pin-point ionization chambers and X-ray dosimetric films were used for measuring the dose at different positions.

As a further step, the measured cross sections of carbon ions in bone have been implemented in TRiP98. The comparison of the dose profiles calculated with the standard and benchmarked versions of the treatment planning will give an estimate of the improvement.

ST 6.4 Thu 16:00 H41

New approaches for a time- and position-resolved detector

for positron annihilation spectroscopy at PLEPS — ●ULRICH ACKERMANN¹, WERNER EGGER¹, PETER SPERR¹, BENJAMIN LÖWE¹, LUCA RAVELLI¹, GOTTFRIED KÖGEL¹, GÜNTHER DOLLINGER¹, and OTTMAR JAGUTZKI² — ¹Universität der Bundeswehr München, LRT2 — ²Universität Frankfurt, RoentDek GmbH

The pulsed low energy positron system PLEPS at NEPOMUC at the FRM II is a tool for depth resolved positron lifetime measurements. Besides positron lifetime measurements 2D-AMOC (two dimensional age momentum correlation) experiments are also possible. 2D-AMOC provides in coincidence the lifetime of the positron and the longitudinal momentum distribution of the annihilating electron.

It would be of great scientific concern to measure simultaneously the

entire 3D-momentum distribution of the annihilating electron and the corresponding lifetime of the positron (4D-AMOC).

To perform 4D-AMOC measurements, a time and spatially resolving detector with a time resolution of about 100 ps (FWHM) and a spatial resolution of circa 2 mm over an area of about 12 cm² is required in coincidence with a pixelated Ge-detector and currently under development at our institute. It is intended to use a MCP-based UV-light detector with two MCP-stages coupled to a BaF₂ scintillator. To achieve the spatial resolution the centroid information of the photoelectron-cloud is detected with a position sensitive anode installed outside the housing of the MCP detector. As an alternative to a MCP-based detector, silicon photomultipliers are also envisaged.

ST 7: Advances in Radiation Therapy II

Time: Thursday 16:40–17:40

Location: H41

ST 7.1 Thu 16:40 H41

Ein Flugzeitspektrometer zur Messung nuklearer Wirkungsquerschnitte für die Strahlentherapie mit Protonen und Ionen — ●RONJA LEWKE¹, CAROLIN BORNEMANN², MICHAEL EBLE², MAX EMDE¹, NURIA ESCOBAR CORRAL², JAN HERMES¹, GISELA HÜRTGEN², BENJAMIN KOSKA¹, SVEN LOTZE² und ACHIM STAHL¹ — ¹III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, Aachen, Deutschland — ²Klinik für Strahlentherapie, Universitätsklinikum Aachen, Aachen, Deutschland

In der Strahlentherapie ist eine möglichst genaue Planung der eingestrahnten Energiedeposition im Gewebe des Patienten unabdingbar. Im Falle der Therapie mit schweren geladenen Teilchen treten neben den gut verstandenen elektromagnetischen Prozessen zusätzlich Kernreaktionen auf. Bisher sind sie allerdings nicht ausreichend vermessen, um die hohen Anforderungen der Bestrahlungsplanung zu erfüllen. Aus diesem Grund entwickelt unsere Arbeitsgruppe ein Flugzeitspektrometer, um die wichtigsten Reaktionen von Protonen und Kohlenstoffionen zu vermessen und mit Monte Carlo Simulationen zu vergleichen. Dazu wird ein Polyethylentarget mit Kohlenstoffionen beschossen und die Reaktionsprodukte werden analysiert. In diesem Vortrag wird der Aufbau des Flugzeitspektrometers vorgestellt und die verschiedenen Detektoren präsentiert, mit denen die Targetfragmente identifiziert werden. Daraus kann auf die ursprüngliche Reaktion geschlossen und so die Wirkungsquerschnitte berechnet werden.

ST 7.2 Thu 17:00 H41

Simulation eines Flugzeitspektrometers zur Messung nuklearer Wirkungsquerschnitte für die Teilchentherapie und Analyse der für die Teilchenidentifikation relevanten Größen — ●JAN HERMES¹, CAROLIN BORNEMANN², MICHAEL EBLE², MAX EMDE¹, NURIA ESCOBAR CORRAL², GISELA HÜRTGEN², BENJAMIN KOSKA¹, RONJA LEWKE¹, SVEN LOTZE² und ACHIM STAHL¹ — ¹III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, Aachen, Deutschland — ²Klinik für Strahlentherapie, Universitätsklinikum Aachen, Aachen, Deutschland

In der Strahlentherapie ist eine genaue Berechnung der eingestrahnten Energiedosis im Gewebe durch ein Behandlungsplanungsprogramm unabdingbar, um eine präzise Bestrahlung zu gewährleisten. Höchste Ge-

naugigkeit wird durch den Einsatz von Monte-Carlo-Methoden erreicht, die auch nukleare Kernwechselwirkungen berücksichtigen.

Das Simulations-Toolkit Geant4 ist eine vielversprechende MC-Plattform, da es alle physikalischen Prozesse berücksichtigt. Für den in der Mediziphysik relevanten Energiebereich sind wichtige Parameter jedoch noch unzureichend bekannt.

Ziel unseres Experimentes ist es daher, durch den Beschuss eines Polyethylentargets mit Kohlenstoffionen und dem Nachweis der dabei entstehenden Targetfragmente, nukleare Wechselwirkungsquerschnitte zu bestimmen. Wir möchten in diesem Vortrag die Evaluierung des mit Geant4 simulierten Detektors und die Ergebnisse der darauf aufbauenden Analyse vorstellen.

ST 7.3 Thu 17:20 H41

Validierung einer 4D-Monte Carlo Simulation mit einem neuen beweglichen Phantom in der Strahlentherapie — NURIA ESCOBAR-CORRAL^{1,2}, CAROLIN BORNEMANN^{1,2}, HENRY ARENBECK³, ●SVEN LOTZE^{1,2}, AXEL SCHMACHTENBERG¹, ACHIM STAHL² und MICHAEL J. EBLE¹ — ¹Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie, Universitätsklinikum Aachen — ²III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen — ³Institut für Regelungstechnik, RWTH Aachen

Für eine exakte Therapieplanung in der Strahlentherapie ist es wichtig, die Energiedeposition auch im Gewebe mit verschiedener Dichte (Tumor-Lunge) sowie bei Anwesenheit von Bewegungen genau berechnen zu können. Die größte Genauigkeit erreicht die Monte-Carlo-Methode, die jedoch aufgrund der notwendigen Rechenkapazität und -zeit bis heute noch nicht standardmäßig in klinische Therapieplanungssysteme integriert werden konnte. Mit dem Ziel, genauere Berechnungen der Dosisverteilungen durchführen zu können, wird in unsere Gruppe eine auf Geant4 basierte Monte Carlo Software entwickelt.

Zur Validierung der Software wurde im Rahmen einer Kooperation ein bewegliches Phantom entwickelt, das erlaubt, die Atembewegung des Patienten während der Bestrahlung zu simulieren und die dabei deponierte Energie in der beweglichen Geometrie zu messen.

Ziel des vorgestellten Projektes ist die systematische Untersuchung des Bewegungseinflusses auf die Dosisapplikation während der Bestrahlung. In diesem Vortrag möchten wir die ersten Ergebnisse der 4D-Simulation und die entsprechenden Messungen mit dem o.g. in-house Phantom präsentieren