

## ST 2: Radiation and Medical Physics Posters

Time: Monday 17:00–18:00

Location: P2

## ST 2.1 Mon 17:00 P2

**Untersuchungen zur Erzeugung von niedrig-Z-Ionen für die medizinische Teilchentherapie** — VLADIMIR P. OVSYANNIKOV<sup>2</sup>, ●ERIK RITTER<sup>1</sup>, ANDREAS SCHWAN<sup>2</sup>, FALK ULLMANN<sup>2</sup> und GÜNTER ZSCHORNACK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Festkörperphysik, Technische Universität Dresden, Germany — <sup>2</sup>DREEBIT GmbH, Dresden, Germany

Für die medizinische Teilchentherapie werden gegenwärtig vornehmlich ECR-Ionenquellen zur Erzeugung von Wasserstoff- und Kohlenstoffionenstrahlen verwendet. In diesem Beitrag wird ein alternativer Weg zur Erzeugung von leichten Ionen, hier speziell Kohlenstoff- und Wasserstoffionen, vorgestellt. Als Ionenquellen finden dabei Elektronenstrahlionenquellen (EBIS/T: engl. Electron Beam Ion Source/Trap) Einsatz. EBIS/T liefern Ionenstrahlen mit Emittanzen im Bereich von wenigen mm mrad, können Mikrosekunden-Ionenpulse erzeugen, liefern Dachionenpulse und zeichnen sich durch eine hohe Strahlreinheit aus. Möglich ist die effiziente Erzeugung medizinrelevanter Ionenstrahlen wie  $H^+$ ,  $H_2^+$ ,  $C^{4+}$  und  $C^{6+}$ , aber auch anderer Ionen für die medizinische Forschung. EBIS/T-Systeme wurden in den letzten 40 Jahren in der Grundlagenforschung vorwiegend für die Erzeugung schwerer hochgeladener Ionen verwendet. Im Gegensatz dazu ist die Erzeugung von Ionen leichter Elemente in EBIS/T bisher wenig untersucht. Wir präsentieren dazu experimentelle Untersuchungen und Modellrechnungen zur Erzeugung von Kohlenstoff- ( $C^{4+}$ ,  $C^{6+}$ ) und Wasserstoffionen ( $H^+$ ,  $H_2^+$ ) in EBIS/T-Ionenquellen.

## ST 2.2 Mon 17:00 P2

**Optimierungsuntersuchungen zur 3D-Dosimetrie von Augenapplikatoren** — ●MARION EICHMANN<sup>1</sup>, DIRK FLÜHS<sup>2</sup> und BERNHARD SPAAN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Experimentelle Physik 5, TU Dortmund — <sup>2</sup>Klinische Strahlenphysik, Universitätsklinikum Essen

Am Universitätsklinikum Essen werden pro Jahr ca. 400 Patienten mit diagnostiziertem Augentumor mit radioaktiv belegten Augenapplikatoren therapiert. Bei diesen handelt es sich um Kalotten aus Edelstahl, Silber oder Gold, die auf ihrer konkaven Seite mit einem radioaktiven Material belegt werden und auf dem befallenen Auge für eine Dauer von 1-12 Tagen fixiert werden. In 90% der Fälle werden  $\beta$ -Applikatoren (bis 7mm Tumordicke) und in 10%  $\beta/\gamma$ -Applikatoren (Binuklid-Applikator, 7-10mm Tumordicke) verwendet.

Problematisch ist bislang das Fehlen einer validierten 3D-Dosisverteilung, z.B. am Applikatorrand, welches oft zu Problemen bei der Dosismessung am Tumorrand und in Risikostrukturen führt. Ziel ist daher die Optimierung der Basisdosimetrie der Applikatoren.

Es wird ein Prototyp einer Apparatur zur präzisen Messung der 2D-Dosisverteilung an der Applikatoroberfläche präsentiert. Die gemessenen 2D-Dosisverteilung werden mit Monte Carlo Simulationen verglichen.

## ST 2.3 Mon 17:00 P2

**Messungen und Simulationen zur 3D-Dosimetrie spezieller Augenapplikatoren** — ●CHRISTIAN FRICKE<sup>1</sup>, MARION EICHMANN<sup>1</sup>, DIRK FLÜHS<sup>2</sup> und BERNHARD SPAAN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Experimentelle Physik 5, TU Dortmund — <sup>2</sup>Klinische Strahlenphysik, Universitätsklinikum Essen

Zur Behandlung bestimmter Augentumore wie Aderhautmelanome und Retinoblastome wird vielfach die Brachytherapie mit Beta-Strahlen angewandt. Hierzu werden spezielle Ruthenium-Applikatoren verwendet, die direkt am Augapfel platziert werden.

Je nach Ort des Tumors im Auge werden dazu bestimmte Applikortypen mit inhomogener Belegung und / oder einem Ausschnitt verwendet, was dazu dient, den Tumor bestrahlen zu können, aber Risikoorgane wie den Sehnerv oder die Iris zu schonen.

Gegenstand der Arbeit ist die Vermessung eines dreidimensionalen Dosisleistungsprofils dieser Applikatoren und der Vergleich mit Monte-Carlo-Simulationen. Zur Messung wird eine in Dortmund entwickelte Apparatur verwendet, die eine hochpräzise Vermessung des Dosisleistungsprofils ermöglicht.

Es sollen erste Messergebnisse und zugehörige Monte-Carlo-Simulationen gezeigt werden.

## ST 2.4 Mon 17:00 P2

**Detektion von Mikrokalk durch Schallstrahlungskraft in Magnetresonanztomografien** — ●JUDITH WILD<sup>1</sup>, DENIZ ULUCAY<sup>1</sup>,

JESSICA MENDE<sup>2</sup>, ANNA-LISA KOFAHL<sup>1</sup>, STEFANIE BLUM<sup>1</sup>, SEBASTIAN THEILENBERG<sup>1</sup>, SASKIA PAUL<sup>1</sup>, BERND HABENSTEIN<sup>1</sup>, BERND WEBER<sup>3</sup>, RITA SCHMUTZLER<sup>4</sup>, CARSTEN URBACH<sup>1</sup> und KARL MAIER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>HISKP, Uni Bonn — <sup>2</sup>Lavadoo Mobile, Bonn — <sup>3</sup>Life & Brain, Bonn — <sup>4</sup>Uniklinik Köln

Kontrasterzeugung durch Schallstrahlungskraft in Magnetresonanztomografien (MR) ermöglicht die Darstellung der elastischen Eigenschaften von Gewebe. Eine Anwendungsmöglichkeit ist die Detektion von Mikrokalk. Um im Brustphantom eine Schallstrahlungskraft in Ausbreitungsrichtung zu erzeugen, wurde ein MR-kompatibler piezoelektrischer Emittor benutzt. Die so hervorgerufene Bewegung wurde in Phasenbildern einer bewegungssensitiven Spin-Echo-Sequenz an einem 1,5 T Tomographen sichtbar gemacht. Um Mikrokalk zu simulieren, wurde ein Eierschalenstück (ESS) von  $0,8 \times 0,8 \times 0,4 \text{ mm}^3$  in das gelartige Phantom eingefügt. Das Phantom wurde mit verschiedenen Ultraschallintensitäten untersucht. Trifft der Schallstrahl auf das ESS, wird dieses aufgrund von Reflektion stärker verschoben und zieht das umliegende Gewebe mit. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Erhöhung der Intensität sowohl zu einer größeren maximalen Verschiebung an der Position des ESS als auch zu einer Vergrößerung des davon beeinflussten Bereiches führt. Im Rahmen der Grenzwerte des Ultraschalls ergibt sich damit die Möglichkeit Mikrokalk weit unterhalb der Auflösung des MR-Tomographen darzustellen.

## ST 2.5 Mon 17:00 P2

**Finite Elemente Modelle zur Schallstrahlungskraft in Magnetresonanztomografien** — ●ANNA-LISA KOFAHL<sup>1</sup>, JUDITH WILD<sup>1</sup>, DENIZ ULUCAY<sup>1</sup>, SEBASTIAN THEILENBERG<sup>1</sup>, STEFANIE BLUM<sup>1</sup>, SASKIA PAUL<sup>1</sup>, BERND HABENSTEIN<sup>1</sup>, CHRISTOPH BOURAUER<sup>2</sup>, RITA SCHMUTZLER<sup>3</sup>, CARSTEN URBACH<sup>1</sup> und KARL MAIER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>HISKP, Uni Bonn — <sup>2</sup>Uniklinik Bonn — <sup>3</sup>Uniklinik Köln

Mittels der Kontrasterzeugung durch die Schallstrahlungskraft in Magnetresonanztomografien (MR) können die viskoelastischen Eigenschaften von weichem Gewebe dargestellt werden. Dabei induziert die durch den Ultraschall hervorgerufene Schallstrahlungskraft Gewebeverschiebungen, welche durch eine verschiebungssensitive MR-Sequenz detektiert werden können. In Phantomen, die viskoelastische Eigenschaften von Brustgewebe simulieren, können Läsionen verschiedener Art qualitativ von dem umgebenden Medium unterschieden werden. Unter Verwendung der Finiten Elemente Methode wird ein Modell zur quantitativen Interpretation der Messergebnisse entwickelt. In einem ersten Ansatz wurde ein isotroper, homogener, linear elastischer Festkörper aus hexaedrischen Elementen mit acht Knoten moduliert. Die Schallstrahlungskraft wurde in einem definierten Gebiet mit longitudinalem Strahlprofil implementiert. Einschlüsse, die Läsionen repräsentieren, konnten eingefügt werden. Die zu variierenden Parameter schlossen die Stärke der Kraft, die unterschiedlichen Elastizitätsmodule sowie Größe und relative Position der Einschlüsse ein. Randbedingungen konnten ebenfalls modifiziert werden. Qualitativ konnten gute Übereinstimmungen zwischen Modell und Messungen erreicht werden.

## ST 2.6 Mon 17:00 P2

**Neuer Kontrast durch Ultraschall in MR-Phasenbildern: Darstellung elastischer Eigenschaften der weiblichen Brust** — ●DENIZ ULUCAY<sup>1</sup>, JUDITH WILD<sup>1</sup>, JESSICA MENDE<sup>2</sup>, MICHAEL DÖNNEBRINK<sup>3</sup>, STEFANIE BLUM<sup>1</sup>, BERND HABENSTEIN<sup>1</sup>, ANNA-LISA KOFAHL<sup>1</sup>, SASKIA PAUL<sup>1</sup>, SEBASTIAN THEILENBERG<sup>1</sup>, RITA SCHMUTZLER<sup>4</sup>, CARSTEN URBACH<sup>1</sup> und KARL MAIER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>HISKP, Universität Bonn — <sup>2</sup>Lavadoo Mobile, Bonn — <sup>3</sup>Medizin Center Bonn — <sup>4</sup>Universitätsklinikum Köln

Krankhafte Gewebeveränderungen führen häufig zu einer signifikanten Änderung der elastischen Eigenschaften. Die genaue Kenntnis dieser Eigenschaften ist für die medizinische Diagnostik von großem Wert. Die in der Arbeitsgruppe entwickelte Kombination aus Ultraschall (US) und Magnetresonanztomographie (MRT) bietet eine Möglichkeit die elastischen Eigenschaften darzustellen. Die Schallstrahlungskraft des US wirkt als maschineller Tastsinn (vgl. manuelle Abtastung) und führt zu Gewebeverschiebungen im  $\mu\text{m}$ -Bereich, welche mit einem MRT visualisiert werden. US wird mittels eines MR-tauglichen US-Emitters in die Brust eingekoppelt. Die Schallsignatur ist deutlich sichtbar und Gewebeveränderungen können aufgespürt werden. Eine sich im Schallstrahl befindende Verhärtung (z.B. Tumor) kann

bei gleicher Kraft nur weniger weit verschoben werden, als das umliegende Gewebe und wird somit sichtbar. Umgekehrt führt weiches Gewebe (z.B. Zysten) zu größeren Verschiebungen. Die an Phantomen erprobte, schmerz- und strahlungsfreie Methode wurde nun auch an ersten gesunden, freiwilligen Probanden erfolgreich getestet.

ST 2.7 Mon 17:00 P2

**Development of a mobile dynamic nuclear polarizer for continuous flow applications** — ●SANDRO EBERT<sup>1</sup>, BJÖRN DOLLMANN<sup>1</sup>, CHRISTIAN BAUER<sup>1</sup>, MICHAEL KÖLZER<sup>1</sup>, PETER BLÜMLER<sup>2</sup>, HANS W. SPIESS<sup>1</sup>, DARIUSH HINDERBERGER<sup>1</sup>, and KERSTIN MÜNNEMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Max Planck Institute for Polymer Research, Mainz, Germany — <sup>2</sup>Johannes Gutenberg University, Institute of Physics, Mainz, Germany

Despite its wide applicability in natural science, NMR still suffers from its inherently low sensitivity. This could be overcome by hyperpolarization of molecules via dynamic nuclear polarization (DNP). Here, we introduce a mobile DNP polarizer, based on an inexpensive Halbach magnet operating at 0.35 T. It shows an almost vanishing magnetic flux at its outer side and is not disturbing other instruments. It can be placed directly next to a superconducting magnet, thus limiting the transport time of the hyperpolarized sample. It will be shown, that the Halbach magnet has the same DNP performance like an electromagnet. Although DNP methods have found important applications in science, two problems remain: Firstly radicals are needed, which are mostly toxic. This problem becomes crucial with regard to medical applications. Secondly, the sample must be transported from the polarization magnet to the place of detection and polarization losses

due to T1 occur. We are currently implementing a flow system to the mobile DNP polarizer, which should overcome both obstacles. The radicals will be immobilized in a gel matrix and the hyperpolarized radical free fluid is pumped subsequently directly in the MRI scanner.

ST 2.8 Mon 17:00 P2

**Multiscale surface analysis of DLC-coated plastic materials of medicinal relevance** — ●CHRISTIAN B. FISCHER, SIMON ZENTGRAF, and STEFAN WEHNER — Universität Koblenz-Landau, Institut für Integrierte Naturwissenschaften - Physik, 56070 Koblenz, Germany

The application of synthetic material for medicinal purpose is accompanied by essential requirements. In addition to the basic performance of materials such as flexibility, elasticity, slippage, fracture strength and chemical resistance, further determinants for the choice of plastics suitable for medicine are long term stability, durability and biocompatibility. In particular surface properties of these materials have to be fitted to the intended use. To overcome mismatches of optimized parent material to suitable surface characteristics the corresponding surface has to be modified. The determining factor for such alterations is the preservation of basic material performance by the benefit of additional advantages like adhesive, repellent or antibacterial behavior. We show examples for such a surface optimization of medical relevant plastic devices. Materials are coated with films of diamond like carbon (DLC) on a nanometer scale achieving surfaces with improved properties. By a multiscale microscopic analysis of the respective surface structures of raw and carbon coated materials routes are shown to adjust the coating procedure for the material and its specific needs.