

## ST 7: Radiation Therapy and Detector Physics

Time: Thursday 14:00–15:30

Location: H-HS II

ST 7.1 Thu 14:00 H-HS II

**Intraokulare Anpassung des Dosisprofils in der Brachytherapie** — NORA MARLOG<sup>1</sup>, CORINNA PASS<sup>1</sup>, ●HENNING MANKE<sup>2,3</sup> und DIRK FLÜHS<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Elektrotechnik und angewandte Naturwissenschaften, Westfälische Hochschule — <sup>2</sup>Experimentelle Physik 5, TU Dortmund — <sup>3</sup>Strahlenklinik, Universitätsklinikum Essen

Die Brachytherapie intraokularer Tumoren mittels Ruthenium- und Iod-Applikatoren ist hinsichtlich der Schonung von gesundem Gewebe durch die Form der Strahlenquellen und der Reichweite der Strahlung limitiert. Individuelle Abschirmungen ermöglichen die Anpassung des Strahlenfeldes an das Zielvolumen. Für die klinische Routine eignen sich diesbezüglich insbesondere Formgussteile aus Silikonen, die für die Implantation freigegeben sind, und Metallpulver, welches ebenfalls als physiologisch verträglich gilt. Mit Hilfe von dosimetrischen Messungen und Simulationen wird untersucht, inwieweit speziell gefertigte Abschirmungen, die ins Auge eingebracht werden können, die Dosisprofile der Strahlungsquellen beeinflussen, um die Therapie zu optimieren.

ST 7.2 Thu 14:15 H-HS II

**Comparative measurement of  $^{12}\text{C}(\text{p,pn})^{11}\text{C}$ -cross section for particle therapy** — ●CLAUS MAXIMILIAN BÄCKER<sup>1,2,3,4</sup>, WIHAN ADI<sup>5</sup>, CHRISTIAN BÄUMER<sup>2,3,4</sup>, MARCEL GERHARDT<sup>1</sup>, FELIX HORST<sup>6,7</sup>, KEVIN KRÖNINGER<sup>1</sup>, CHRISTOPH SCHUY<sup>7</sup>, BEATE TIMMERMANN<sup>2,3,4,8</sup>, NICO VERBEEK<sup>2,3,4</sup>, JENS WEINGARTEN<sup>1</sup>, and JÖRG WULFF<sup>2,3,4,6</sup> — <sup>1</sup>TU Dortmund, Experimentelle Physik IV, 44227 Dortmund — <sup>2</sup>Westdeutsches Protonentherapiezentrum Essen, 45122 Essen — <sup>3</sup>Westdeutsches Tumorzentrum, 45122 Essen — <sup>4</sup>Universitätsklinikum Essen, 45122 Essen — <sup>5</sup>II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität, 35392 Giessen — <sup>6</sup>Institut für Medizinische Physik und Strahlenschutz, Technische Hochschule Mittelhessen, 35390 Gießen — <sup>7</sup>GSF Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, 64291 Darmstadt — <sup>8</sup>Universitätsklinikum Essen, Klinik für Partikeltherapie, 45122 Essen

For PET imaging as a range verification method in proton therapy, an accurate knowledge of the activation cross sections is required to determine the expected  $\beta^+$  activity distribution.

For the  $^{12}\text{C}(\text{p,pn})^{11}\text{C}$ -reaction, the measured cross sections accumulate around two excitation functions, which are about 15% apart. This difference exists also in the recent measurements from Essen / Dortmund and Giessen / Darmstadt. By comparison of both experimental studies and cross check of parameters, like irradiation technique or target size and material, the reason for the difference is investigated and several parameters have already been successfully excluded as a reason for this difference. In this talk, the current results will be presented.

ST 7.3 Thu 14:30 H-HS II

**Simulation zeitabhängiger Energiespektren für die Messung prompter Gammastrahlung in der Protonentherapie** — ●MAX KÜCHLER<sup>1</sup>, ARNO STRAESSNER<sup>1</sup>, OLGA NOVGORODOVA<sup>1</sup>, MARÍA GONZÁLEZ TORRES<sup>1</sup>, GUNTRAM PAUSCH<sup>2,3</sup>, TONI KÖGLER<sup>2,3</sup> und MARIUS WALTHER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität Dresden — <sup>2</sup>OncoRay Dresden — <sup>3</sup>Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

In der Protonentherapie stellt die Verifikation der errechneten Reichweite der Protonen im Gewebe während der Behandlung eine Herausforderung dar, da sich z.B. Schwellungen oder Hohlräume bilden können. Diese Arbeit analysiert eine Methode, die das Energiespektrum der entstehenden prompten Gammastrahlung in Abhängigkeit von der Eindringtiefe der Protonen aufnimmt und mit Referenzspektren vergleicht. Auf diese Weise lässt sich ein Maß für die Abweichung der gemessenen Energiespektren vom erwarteten Spektrum ermitteln, und somit auch die Übereinstimmung der aktuellen Materialzusammensetzung im Gewebe mit den zuvor bestimmten Werten. Es wird untersucht, inwiefern diese unter Idealbedingungen funktionierende Methode auch in Simulationen unter Realbedingungen Anwendung finden kann. Limitiert wird diese Methode hierbei zum einen durch die Anzahl der Photonen, welche pro Behandlungspunkt entstehen, da diese die Statistik der Energiespektren bestimmen. Zum anderen besitzen die Protonen eine bunch-interne Zeitstruktur, sodass eine korrekte Zuordnung der Energiespektren zur Eindringtiefe erschwert wird. Ob diese Methode trotz Limitierungen in der Realität Einsatz finden kann und wenn ja, wo ihre Grenzen liegen, soll im Vortrag diskutiert werden.

ST 7.4 Thu 14:45 H-HS II

**Shielding Design for a Small Animal Proton Irradiation Platform** — ●FRANCESCA NERI<sup>1</sup>, TIM BINDER<sup>1</sup>, JONATHAN BORTFELDT<sup>1</sup>, DANIEL KÖPL<sup>2</sup>, NEERAJ KURICHIYANIL<sup>1</sup>, MARCO SCHIPPERS<sup>3</sup>, PETER G. THIROLF<sup>1</sup>, MATTHIAS WÜRL<sup>1</sup>, INDRA YOHANNES<sup>2</sup>, MARCO PINTO<sup>1</sup>, and KATIA PARODI<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Ludwig-Maximilians-Universität, Munich, Germany — <sup>2</sup>Rinecker Proton Therapy Center, Munich, Germany — <sup>3</sup>Paul Scherrer Institute, Villigen, Switzerland

The SIRMIO project aims to realize an innovative, portable system for precision image-guided treatment, suitable for installation at existing proton therapy facilities and able to degrade and refocus clinical beams for adaptation to small animal irradiation. The about 1 m long beamline design is adaptable to deliver proton beams with energies from 20 to 50 MeV and includes permanent quadrupole magnets, dynamic collimators and a degrader. The transport of a clinical proton beam implies the activation of certain beamline elements, necessitating the employment of proper shielding to protect the users and to minimize the exposure of small animals to secondary radiation. Gamma spectroscopy experiments using material samples of the beamline elements have been carried out for an assessment of the shielding needs. The results show that gamma emission up to about 4 MeV is observed, primarily from the collimator material. The time-dependent energy spectra, subsequent radionuclide identification and decay analysis are used for a comprehensive validation of the simulation tools used for the shielding design of the full-scale platform. This work is supported by the European Research Council (grant agreement 725539).

ST 7.5 Thu 15:00 H-HS II

**Energy Resolution of a Compton Camera Absorber Detector with SiPM Readout for up to 6.13 MeV** — ●TIM BINDER<sup>1,2</sup>, KATIA PARODI<sup>1</sup>, FLORIAN SCHNEIDER<sup>2</sup>, and PETER G. THIROLF<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Ludwig-Maximilians Universität, Munich, Germany — <sup>2</sup>KETEK GmbH, Munich, Germany

The capability of spatially resolved  $\gamma$  detection is required in many applications in modern physics. A Compton camera (CC) allows to spatially resolve the  $\gamma$ -ray origin while still providing an acceptable efficiency compared to other detection setups. In medical physics a CC can be used to detect prompt  $\gamma$ rays to verify the range of a hadron beam in the body during a patient's tumor treatment or to detect a higher energetic  $\gamma$  ( $\sim 1.5$  MeV) which is coincidentally emitted by a  $\beta^+$  emitter (e.g.  $^{44}\text{Sr}$ ) in a so-called Gamma-PET scanner. The  $\gamma$  origin is obtained, by using the kinematics of Compton scattering, where the energy and interaction position of the primary and the scattered  $\gamma$  is of major interest. Consequently, the energy resolution of the CC, consisting of a scatter and an absorber detector, is a key parameter. In this work, the energy resolution over a wide energy range (100 - 6130 keV) of a monolithic ( $50 \times 50 \times 30 \text{ mm}^3$ )  $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$  and a  $\text{CeBr}_3$  scintillator, respectively, with KETEK SiPM array readout and the PETsys TOF-PET2 ASIC data acquisition system will be presented. Furthermore, a comparison study between SIPM with  $25 \mu\text{m}$  and  $50 \mu\text{m}$  microcell sizes will be shown and compared to a PMT readout. This work was supported by the DFG Cluster of Excellence MAP (Munich-Centre for Advanced Photonics) and the Bayerische Forschungsstiftung.

ST 7.6 Thu 15:15 H-HS II

**Detection of Compton Electrons for Medical Applications Using Cherenkov Light** — ●REIMUND BAYERLEIN, HEDIA BÄCKER, IVOR FLECK, and JONA BENSBERG — Universität Siegen, Deutschland

A novel principle for the electron measurement in a Compton Camera - used for the detection of higher energetic photons ( $\geq 1$  MeV) in medical applications - is presented. Using coincident detection of Cherenkov photons generated by the electron in an optically transparent radiator material an estimation of the scattering vertex, the electron energy and momentum is possible. Requirements and challenges of this concept will be discussed. A proof of principle is presented showing the coincident detection of Cherenkov photons created by electrons in PMMA on a  $8 \times 8$  Silicon-Photomultiplier array. The single photon timing resolution (SPTR) is on the order of 485 ps. The number of detected Cherenkov photons can be counted using the signal's Time over Threshold information. Spatial sensitivity for the electron source location from accumulated and single coincident events will be presented

and compared to extensive simulations using Geant4. The ability to detect actual Compton scattered and photo electrons using Cherenkov light will be demonstrated using 511 keV photons from a  $^{22}\text{Na}$  source.

The efficiency for the detection of higher energetic photons with this new concept as well as the resolution of the electron energy and the applicability in a Compton Camera will be discussed.