

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 Normalgewebeszelllinie 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 Zellarisierungseffekte 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 FRANCAZAK¹,

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.