

ST 5 Medizinphysik: Strahlentherapie mit Ionen II

Zeit: Dienstag 11:15–15:15

Raum: TU HL1

Fachvortrag

ST 5.1 Di 11:15 TU HL1

Flüssigkeitsionisationskammern für die Strahlentherapie — ●THOMAS BERGHÖFER¹, JOACHIM ENGLER¹, GÜNTER HARTMANN² und JÖRG R. HÖRANDEL³ — ¹Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Kernphysik, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Leopoldshafen — ²Deutsches Krebsforschungszentrum, Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg — ³Universität Karlsruhe, Institut für Experimentelle Kernphysik, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Leopoldshafen

Es werden Flüssigkeitsionisationskammern zum Einsatz als Monitor in der intensitätsmodulierten Strahlentherapie vorgestellt. Ziel ist die Echtzeitüberwachung der Lamellenpositionen eines Multi-Leaf-Kollimators und somit die Verifikation der vom Bestrahlungsplan vorgegebenen Dosisverteilung. Die bei Raumtemperatur flüssigen Medien Isooktan, Isononan (Tetramethylpentan, TMP) und Tetramethylsilan (TMS) werden mit hoher Reinheit benutzt, um hohe Ströme für eine parallele Auslese mit Wiederholungsraten von mehr als 10 Hz zu erzielen. Erste Ergebnisse von Messungen mit Prototypkammern werden vorgestellt.

Fachvortrag

ST 5.2 Di 11:30 TU HL1

Einfluss der Atembewegung auf die Dosisinhomogenität bei einem gescanntem Strahl bei Lungentumoren — ●CHRISTOPH BERT, EIKE RIETZEL, SVEN O. GRÖZINGER, THOMAS HABERER und GERHARD KRAFT — Biophysik, GSI Darmstadt

Die an der GSI durchgeführte Therapie mit ¹²C-Ionen ist derzeit auf Tumoren beschränkt, deren Lage im Körper durch die äußere Fixierung festgelegt wird. Dies sind Tumoren im Kopf-Hals-Bereich und längs der Wirbelsäule. Da die Dosisapplikation mit einem gescanntem Nadelstrahl erfolgt, können Wechselwirkungen zwischen Bewegungen im Zielgebiet und der Strahlbewegung zu inneren Dosisinhomogenitäten führen, die nicht durch ein vergrößertes bestrahltes Volumen (PTV) kompensierbar sind.

Das GSI-Bestrahlungsplanungssystem wurde um die Berechnung von Dosisverteilungen in bewegten Objekten erweitert. Berechnungsbasis ist die Information von zeitlich aufgelösten Computertomogrammen. Am Beispiel eines Lungentumors wurde der Einfluss der Atmung auf die Dosisverteilung untersucht. In diesem Fall führte die Bewegung zu Dosisinhomogenitäten von bis zu ±15% der Solldosis innerhalb des klinischen Zielvolumens, sowie zu erhöhten Dosisbeiträgen im gesunden Gewebe distal des PTV.

Fachvortrag

ST 5.3 Di 11:45 TU HL1

Measurement and calculation of energy spectra of nuclear fragments from 200 MeV/u ³He stopping in a thick water target — ●HIROSHI IWASE and DIETER SCHARDT — Biophysik, Gesellschaft fuer Schwerionenforschung, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt

The new clinical ion-therapy unit HIT presently under construction at the Radiological University Clinics in Heidelberg will provide beams of protons, helium-, carbon- and oxygen-ions for the treatment of deep-seated tumours. For an unambiguous discrimination of these different ions in the low-energy section of the accelerator the isotope ³He is preferred over ⁴He because of its unique charge/mass ratio. For the physical characterisation of ³He as a therapy beam the nuclear fragmentation in water (used as tissue-equivalent) was investigated experimentally. The measurements were performed in the biophysics cave at GSI Darmstadt using 200 MeV/u ³He beams delivered by the synchrotron SIS-18 which were stopped in a 12.78 cm thick water target. Secondary fragments were identified by a telescope detector consisting of a plastic scintillator and a 14 cm thick BaF₂ crystal which was placed at angles from 0 to 30 degrees with respect to the beam axis. Another thin plastic scintillator located in front of the target provided the counting of primary ions and the start signal for time-of-flight measurements. The data include energy spectra of neutrons, protons, and deuterons which are produced in nuclear interactions and emerge from the thick water target in forward direction. The results are compared with a calculation by the PHITS code[1], a general-use Monte Carlo transport calculation for particles/heavy ions. [1] K. Niita et al., JAERI-Conf2004-005, 33, 2004

Fachvortrag

ST 5.4 Di 12:00 TU HL1

Multiple field optimization of biologically effective dose — ●ALEXANDER SCHMIDT — GSI-Biophysik, Darmstadt

The GSI pilot project for cancer treatment uses a raster scan system which provides three-dimensional active dose shaping with ions. The scanner is controlled by a software (TRiP) which is capable to generate intensity modulated fields with several ten thousand raster points, each point corresponding to a specific beam position, energy and particle fluence. So far, it allows single-field optimization of physical and biological dose taking advantage of the local effect model (LEM). Optimization can be done using either the Newton algorithm or the method of conjugated gradients and requires calculation of the gradient of dose with respect to particle fluence of each raster point. Using a numerical method to obtain the total gradient we found out that the biological contribution is not negligible. It turned out that the calculation of biological dose and its gradient is vastly facilitated by a newly developed approximation of the LEM for low doses used in therapeutic fractions. Therefore multiple field optimization of biologically effective dose will soon be available for clinical usage.

Fachvortrag

ST 5.5 Di 14:00 TU HL1

Synchrotron Stereotactic Radiotherapy for the treatment of brain tumors: dosimetric aspects for clinical trials — ●CAROLINE BOUDOU¹, MARIE-CLAUDE BISTON¹, AURÉLIE JOUBERT¹, JEAN-FRANÇOIS ADAM¹, ANNE-MARIE CHARVET¹, CLAUDIO FERRERO², FRANÇOIS ESTÈVE^{1,3}, and HÉLÈNE ELLEAUME¹ — ¹INSERM-U647 "Rayonnement synchrotron et recherche médicale", Grenoble, France — ²European Synchrotron Radiation Facility ESRF, Grenoble, France — ³Unité IRM, Centre Hospitalier Universitaire, Grenoble, France

In synchrotron stereotactic radiotherapy (SSR) the tumor is loaded with atoms of high atomic number (Z), prior to a sliced irradiation performed with a fitted monochromatic low energy x-ray beam from a synchrotron source. This method is under investigation at the European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) for the treatment of brain tumors. Very encouraging results obtained on a rat's model disclose new perspectives for clinical trials.

Commercial treatment planning systems are not suitable for this new technique since the beam energy, the irradiation geometry and the potential presence of high Z elements differ from conventional systems. We designed an interface for dose computation based on a Monte Carlo code (MCNPX); and studied the use of various radiosensitive gels for experimental dosimetry using the synchrotron radiation. The communication will describe these dosimetry methods.

Fachvortrag

ST 5.6 Di 14:15 TU HL1

Ein Verfahren zur automatischen Optimierung der Lagerung in der Protonentherapie von Aderhautmelanomen — ●DINO CORDINI¹, MICHAEL FROMME², JENS HEUFELDER¹, IOANNIS SIMIANTONAKIS¹, ROLAND STARK¹, ANDREAS WEBER¹ und HEINZ KLUGE¹ — ¹Hahn-Meitner-Institut Berlin, Augentumorthérapie — ²Hahn-Meitner-Institut Berlin, DV-Systeme und Netze

In der Protonentherapie von Aderhautmelanomen ist eine exakte Lagerung des Auges im Submillimeterbereich erforderlich. Als Lagerungshilfen dienen vier bis fünf Tantalplättchen (Clips), die dem Patienten operativ auf die Lederhaut des Auges genäht werden. Mit Hilfe eines orthogonalen Zweistrahl-Röntgensystems, das in den Behandlungsplatz integriert ist, können die Clippositionen und somit die Lage des Auges mit einer Genauigkeit von bis zu 0,1 mm bestimmt werden.

Bei der Bestrahlungsplanung werden die Sollpositionen der Clips festgelegt, so dass bei der Patientenlagerung die Röntgenprojektionen der Tantalplättchen im Auge durch Überlagerung mit der Sollanordnung angepasst werden können. Die Anpassung hat sechs Freiheitsgrade: drei Translationen (Koordinaten des Behandlungsstuhls) und drei Rotationen (Drehung des Auges).

Es wird ein Verfahren präsentiert, das innerhalb der Bildverarbeitungssoftware eine automatische Korrektur der Lagerung vornimmt.

Fachvortrag

ST 5.7 Di 14:30 TU HL1

Einfluss von Tantalclips auf die Dosisverteilung eines 68 MeV Protonenstrahls — ●JENS HEUFELDER, DINO CORDINI, IOANNIS SIMIANTONAKIS, ROLAND STARK, ANDREAS WEBER und HEINZ KLUGE — Hahn-Meitner-Institut Berlin, Augentumorthérapie

Für die Markierung von Augentumoren in der Protonentherapie werden Tantalclips (Durchmesser 2,5 mm, Dicke 0,25 mm, Dichte 8,3 g/cm³)

operativ auf der Lederhaut des Auges befestigt. Durch orthogonale Röntgenaufnahmen (axiales und laterales Bild) kann mit Hilfe der Clips eine genaue Lagerung bei der Bestrahlung vorgenommen werden.

Bei großen Tumoren ist es gegebenenfalls unvermeidbar, dass einer der Clips sich im Strahlenfeld vor dem Tumor befindet. Dies führt zu einer lokalen Aufstreuung des Protonenstrahls und zur Verminderung der Reichweite im Clipschatten.

Für experimentelle Messungen wurde ein spezielles Plexiglasphantom mit integrierten Modellclips gefertigt. Mit einem zweidimensionalen Dosimetriesystem, bestehend aus Röntgenkonverterfolie und CCD-Kamera, wurden Lateralprofile eines 68-MeV-Protonenstrahls in verschiedenen Tiefen erstellt.

Es wurde eine Dosisverminderung um bis zu 15 % im Clipschatten gemessen. Die Messergebnisse werden vorgestellt, und der Einfluss auf die Therapie wird diskutiert.

Fachvortrag

ST 5.8 Di 14:45 TU HL1

Polymergeldosimetrie in der Protonentherapie von Augentumoren — •JENS HEUFELDER¹, ISABELL NAUMANN^{1,2}, CHRISTIAN BAYEREDER³, ANDREAS BERG³, GERHARD GREBE⁴, LUTZ LÜDEMANN⁵ und MATHIAS PFAENDER⁵ — ¹Hahn-Meitner-Institut Berlin, Augentumorthherapie (HMI) — ²Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Physik — ³Universität Wien, Zentrum für Biomedizinische Technik und Physik — ⁴Technische Fachhochschule Berlin, Medizinphysik — ⁵Charité, Universitätsmedizin Berlin, Klinik für Strahlenheilkunde

In der intensitätsmodulierten Strahlentherapie ist die Polymergeldosimetrie ein geeignetes Verfahren zur Messung dreidimensionaler Dosisverteilungen. Dieses Verfahren wurde von uns auf die Protonentherapie unter Verwendung von BANG-Gelen erfolgreich ausgeweitet.

Die Bestrahlungen wurden am 68-MeV-Protonenstrahl des HMI durchgeführt. Die Dosisverteilungen im Gel wurden an einem 1,5-T-Magnetresonanztomographen ausgelesen. Damit wurden Keilfilterneigung und irreguläre Feldformen verifiziert.

Da die BANG-Gele empfindlich auf Sauerstoff reagieren, verwenden wir neuerdings normoxische Gele. Wir haben ebenfalls seit kurzem die Möglichkeit, bestrahlte Gele an 3-T-Hochfeld-MR-Systemen mit höherer räumlicher Auflösung (ca. 0,2mm/Pixel) zu vermessen. Es werden Linearität der Dosisantwort und die LET-Abhängigkeit der Gele diskutiert.

Fachvortrag

ST 5.9 Di 15:00 TU HL1

Biophysikalische Bestrahlungsplanung für die FRM II Neutronenquelle — •SYLVIA STUDENY und HERWIG G. PARETZKE — GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, 85758 Neuherberg

Die Garching Neutronenquelle FRMII kann auch zur therapeutischen Bestrahlung von Tumoren benutzt werden. Zur Optimierung der Bestrahlungsplanung mit dem dort vorhandenen Mischstrahlenfeld wurde mit Hilfe von J. Stepanek das bei CERN entwickelte Monte-Carlo Strahlentransportprogramm GEANT weiterentwickelt und an individuelle Voxelpantomdarstellung von Patienten adaptiert. Mit einer Ortsauflösung im Millimeterbereich können Dosis- und LET-Verteilungen für die unterschiedlichen Primär- und Sekundärstrahlenfelder berechnet werden und mit gleicher Auflösung auch die Wahrscheinlichkeiten für Tumorzell-Inaktivierung, Komplikationen im gesunden Gewebe und für Sekundärtumoren unter Berücksichtigung von RBW- und OER-Effekten. In diesem Beitrag werden beispielhafte Ergebnisse dieser Arbeiten gezeigt und diskutiert.