

ST 8: Strahlentherapie

Time: Tuesday 14:00–15:15

Location: Ch 12.0.16

ST 8.1 Tue 14:00 Ch 12.0.16

Intensity-modulated radiation therapy — ●CHRISTIAN THIEKE — Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg — Universitätsklinik Heidelberg

Over the last decades, constant development of radiotherapy techniques led to more and more conformal dose distributions for better restricting the high dose area inside the patient to the tumor target volume and sparing adjacent critical organs at risk. For external photon beams, the most frequently used modality in radiotherapy by far, the most advanced technique currently available is intensity-modulated radiation therapy (IMRT). As the name implies, the intensity of each beam is no longer constant over the whole aperture, but can be varied to a great extent. Due to the large number of degrees of freedom, IMRT planning must be modelled as an optimization problem where the computer varies the intensities with respect to an objective function based on predefined dose prescriptions. While the plan quality and also the clinical outcome could be improved, even IMRT cannot achieve the ideal dose distribution of 100% dose to the tumor and 0% everywhere else, so often compromises still have to be made. One field of current research is multicriteria optimization where all relevant compromises for a specific patient are calculated and explored interactively. Also biologically motivated objective functions that are more relevant for the clinical outcome than the pure physical dose are being investigated. Potentially these are major next steps towards a radiotherapy that further maximizes the benefit and minimizes the risk of the treatment for a large number of cancer patients.

ST 8.2 Tue 14:15 Ch 12.0.16

4D-Strahlentherapie — ●MARKUS ALBER — Sektion für Biomedizinische Physik, Uniklinik Tübingen

Die Entwicklungen der Strahlentherapie zu immer höherer Präzision wurden wesentlich durch die steigende Verfügbarkeit von medizinischer Bildgebung getrieben. In den letzten Jahren wurden die Möglichkeiten geschaffen, für die Bestrahlungsplanung zeitaufgelöste Bilddaten zu generieren, sowie den Patienten vor der Behandlung am Bestrahlungsgerät abzubilden. Hierdurch eröffnen sich vielfältige Wege, der unausweichlichen zeitlichen Variation des Patienten durch Atmung, Organbewegungen, Lagerung oder auch das Ansprechen des Tumors auf die Behandlung Rechnung zu tragen. Die 4D-Strahlentherapie fasst diese Möglichkeiten, eine zeitlich veränderliche, an den Patienten adaptierte Therapie zu optimieren, zusammen.

Das zentrale Element ist hierbei ein leistungsfähiger Optimierungsalgorithmus, welcher die biologische Wirksamkeit der Strahlung, den Strahlungstransport im Gewebe und im Bestrahlungsgerät sowie die zeitlichen Veränderungen des Patienten berücksichtigt. Neben deformierbaren biomechanischen Modellen kommen hier vor allem auch Monte Carlo Methoden zum Einsatz.

Die 4D-Strahlentherapie erlaubt durch die Einbeziehung erheblicher Datenmengen die Strahlendosis präzise an einen veränderlichen Tumor anzupassen und setzt somit die langjährige Entwicklung hin zu weniger Nebenwirkungen und besseren Heilungschancen fort.

ST 8.3 Tue 14:30 Ch 12.0.16

Tumorverfolgung und Nachsteuerung während der Bestrahlung — ●KURT BAIER, ANNE RICHTER und JÜRGEN WILBERT — Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie, Würzburg, Deutschland

Die Beweglichkeit des Tumors während und zwischen den Behandlungssitzungen stellt einen limitierenden Faktor in der Hochpräzisions-Strahlentherapie dar. Dementsprechend müssen Sicherheitssäume hinzugefügt werden um den Tumor wirkungsvoll bestrahlen zu können. Abhängig von der Tumorbeweglichkeit können diese Sicherheitssäume beachtlich groß werden und zu einer erheblichen Strahlenbelastung des gesunden, umgebenden Gewebes führen. Das Ziel dieser Arbeit ist es,

im Bereich des Thorax, die Tumorbewegung während der Bestrahlung zu erfassen und in Echtzeit mithilfe eines robotischen Tisches (6 Freiheitsgrade: 3 translatorische und 3 rotatorische) gegenzusteuern. Hierzu wird mittels direkter Bildgebung durch den Therapiestrahler die aktuelle Tumorposition erfasst. Für den Fall, dass diese Informationen unvollständig, fehlerhaft oder nicht eindeutig sind wird zusätzlich mit einer Stereo-Infrarotkamera die oberflächliche Atembewegung des Patienten erfasst und mittels eines Bewegungsmodells berücksichtigt. Durch dieses Vorgehen erscheint der Tumor gewissermaßen im Raum fixiert. Das erlaubt eine Reduktion der Sicherheitssäume und damit eine geringere Belastung des gesunden Gewebes.

ST 8.4 Tue 14:45 Ch 12.0.16

Gated irradiation of moving targets with scanned particle beams — ●CHRISTOPH BERT¹, EIKE RIETZEL¹, ALEXANDER SCHMIDT¹, STEPHAN BRONS², NAMI SAITO¹, THOMAS HABERER², and GERHARD KRAFT¹ — ¹GSI-Biophysics, Darmstadt, Germany — ²HIT Heidelberg, Germany

The treatment of moving targets with scanned particle beams results in interplay effects between motion and scanning progress. Interplay can lead to severe mis-dosage. GSI plans to treat moving targets with motion compensation by active beam adaptation [1].

Another possibility to treat targets in the presence of respiratory motion is gating [2]. For gating, particle extraction and organ motion are synchronized such that irradiation is typically applied during end-exhale breathing phases only. Simulations showed that gating can produce appropriate dose distributions but that it prolongs the irradiation time.

With a synchrotron, knock-out extraction is required to gate irradiations [3]. Within one beam pulse, knock-out extraction allows to pause and resume irradiations based on a signal from the motion detection unit. Knock-out extraction and gating were implemented at GSI for research and further developments. Experimental studies with moving radio-sensitive films showed that gating can effectively mitigate target motion.

[1] Grözinger et al, *Phys.Med.Biol.*, **51**(14), 2006[2] Minohara et al., *Int.J.Radiat.Oncol.Biol.Phys.*, **47**(4), 2000[3] Noda et al, *Nucl.Instr.Meth.* **A374**, 1996

ST 8.5 Tue 15:00 Ch 12.0.16

Entwicklung eines neuartigen Beschleunigers zur Tomotherapie TOM5 — ●REINHOLD GEORG MÜLLER^{1,2} und NILS ACHTERBERG¹ — ¹Strahlenklinik Universitätsstraße 27 91054 Erlangen — ²Institut für Medizinische Physik Universität Erlangen

Die sogenannte Tomotherapie eröffnet neue Möglichkeiten in der Krebsbehandlung. Wir haben versucht an die neueste Technologie anzuschließen und einige ihrer Schwächen zu überwinden.

Als Tomotherapie wird die schichtweise Behandlung des Patienten bezeichnet. Dies kann kontinuierlich mit rotierendem Beschleuniger erfolgen oder auch schrittweise in einzelnen Abschnitten. Wir leiten den Elektronenstrahl aus einem kommerziellen Linac in eine Ringstruktur ein und lenken ihn an 5 Knotenpunkten auf 5 einzelne Targets ab. Über die 5 starr miteinander verbundene Strahlrichtungen kann der Patient unter Nutzung sogenannter MLCs in gewohnter Weise bestrahlt werden. Die Apertur entlang der Körperlängsachse beträgt 70 mm, die in 2 Bänke mit jeweils 14 Lamellen aufgeteilt ist. Um 360° abzudecken, kann die Struktur um 72° gedreht werden.

Die Strahleigenschaften wurden in Messungen und Monte Carlo-Simulationen untersucht. Das Design wurde unter den Kriterien optimaler clearance und minimaler Bestrahlungszeit optimiert. Die Ergebnisse der Bestrahlungsplanung sind ausgezeichnet und die Strahlzeiten sind gegenüber der bestehenden Tomotherapie um wenigstens einen Faktor 5 reduziert und unterschreiten auch noch die Zeiten der einfachen konformalen Therapie.