



Abstract einer Präsentation auf der 51. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik, 09.-11. September 2020, virtuelle Konferenz
Erschienen in: Ulrich Wolf und Bernhard Sattler (eds.), *51. Jahrestagung Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik - Abstractband*. Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik, Stuttgart. ISBN 978-3-948023-10-2

Entwicklung von Protonenbildgebung mit einem einzelnen integrierenden CMOS-Detektor für eine Kleintierbestrahlungsanlage

K. Schnürle¹, J. Bortfeldt¹, F. S. Englbrecht¹, C. Gianoli¹, J. Hartmann¹, S. Meyer^{1,2}, K. Niepel¹, G. Landry^{3,1}, I. Yohannes⁴, J. Schreiber¹, K. Parodi¹ und M. Würfl¹

¹ Lehrstuhl für Medizinische Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Garching b. München, Deutschland

² Aktuell: University of Pennsylvania, United States of America

³ Klinikum der Universität München, Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie und Radioonkologie, München, Deutschland

⁴ Krankenhaus Barmherzige Brüder Regensburg, Deutschland

Einleitung

Durch Protonenbildgebung kann das Protonenbremsvermögen (RSP) in Gewebe (relativ zu Wasser), direkt bestimmt werden, womit eine präzisere Bestrahlungsplanung für die Protonentherapie möglich ist. Aufnahmen mittels Einzelteilchendetektion sind an Synchro-Zyklotron-basierten Therapiezentren nicht möglich, da die Teilchenanzahl während eines im Mittel 7 μ s dauernden Pulses das zeitliche Auflösungsvermögen der verwendeten Detektorsysteme übersteigt. Eine Alternative hierzu sind Protonenradiographien mithilfe eines einzelnen CMOS-Sensors hinter dem abgebildeten Objekt, der die akkumulierte Energiedeposition der Protonen nach Durchgang durch das Objekt aufnimmt. Durch Variation der Strahlenergie kann die wasseräquivalente Dicke (WET) des Objekts bestimmt werden.

Es wird eine experimentelle Studie vorgestellt, welche die Machbarkeit dieser Bildgebungsmodalität für präklinische Kleintierstudien zeigt.

Material & Methoden

An einem Varian ProBeam System wurde mit einem kommerziell verfügbaren, planaren CMOS-Detektor (49.5 μ m Pixelgröße) eine Radiographie eines Micro-CT Kalibrierphantoms mit Zylindern aus zehn verschiedenen gewebeäquivalenten Materialien aufgenommen. Mit einem Detektor-Sensor-Abstand von 1.1cm und Energiedegradierung des klinischen Strahls auf 24 bis 80MeV, ist der Messaufbau ein realistisches präklinisches Szenario.

Es werden detaillierte FLUKA Monte Carlo Simulationen der klinischen Strahlführung genutzt um durch Signalentfaltung [1] die WET zu bestimmen. Die gemessenen WET-Werte werden durch die geometrische Dicke der Zylinder geteilt, um sie mit der aus Dual-Energy CT-Messungen (DECT) berechneten RSP zu vergleichen.

Ergebnisse

Im Mittel ist die Abweichung der RSP-Werte bestimmt aus Protonenradiographie und DECT-Messungen kleiner als 3%. Der Algorithmus zur Bestimmung der WET wird derzeit optimiert und die erreichbare absolute Genauigkeit wird präsentiert. Die Bildgebungszeit beträgt 95s, von denen 82s auf die Energiewechselzeit des Bestrahlungssystems zurückzuführen sind. Diese ist in neueren Therapieanlagen stark verkürzt.

Zusammenfassung

Mithilfe eines einzelnen CMOS-Detektors können Protonenradiographien von Kleintieren mit einem kompakten Aufbau innerhalb kurzer Zeit realisiert werden. Durch den signalintegrierenden Detektor hinter dem abzubildenden Objekt ist Protonenbildgebung bei hoher Teilchenrate möglich.

Unterstützt durch ERC-Förderung 725539.

Anhang

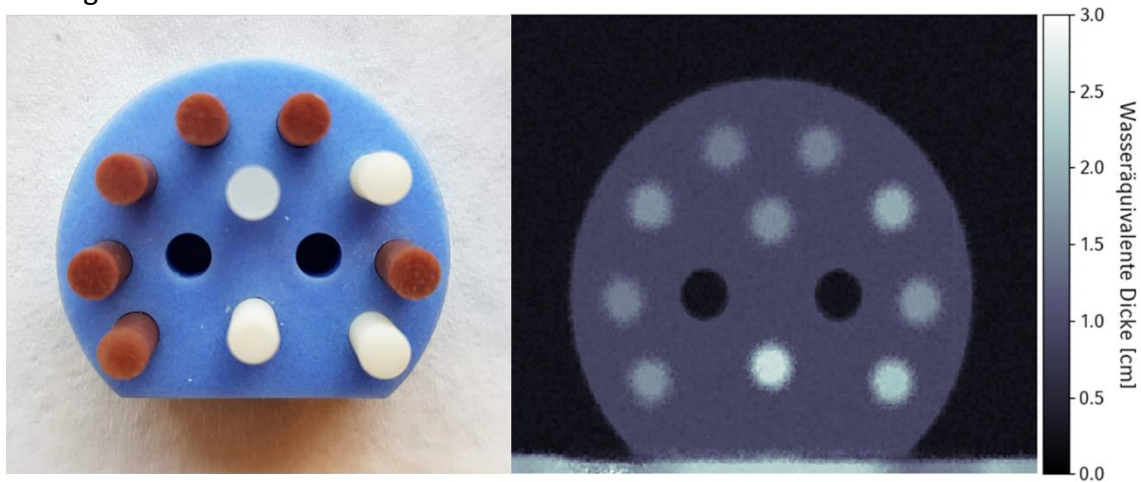


Abb.1: (l.) Kalibrierphantom, (r.) Protonenradiographie

Literatur

[1] Meyer et al.: PMB62(2017), 1096-1112