



Abstract einer Präsentation auf der 51. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik, 09.-11. September 2020, 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

Simulation und Validierung der Detektorantwort für eine verbesserte Ionoakustik-basierte Bragg Peak Lokalisation

H.-P. Wieser¹, P. Dash¹, M. Würfl¹, A.S. Stuart Savoia², W. Assmann¹, K. Parodi¹, J. Lascaud¹

¹Lehrstuhl für Medizinische Physik, Ludwig-Maximilians-Universität, München, 85748 Garching b. München, Deutschland,

²Abteilung für Ingenieurwesen, Università degli Studi Roma Tre, 00146 Rom, Italien

Einleitung: Die Partikeltherapie ist aufgrund ihrer charakteristischen Dosisdeposition anfällig auf geometrische Veränderungen im Patienten. Eine in-vivo Reichweitenverifikation im Patienten ließe eine präzisere Nutzung der Partikeltherapie zu. Durch das Stoppen von Partikeln im Gewebe wird dieses lokal erhitzt, was zur Emission einer Druckwelle führt. Die Ionoakustik basiert auf der Detektion dieser Schallwelle und ermöglicht eine Lokalisierung der Partikelreichweite. Hierfür benötigt man die Übertragungsfunktion des Detektors um die originale akustische Emission des Bragg Peaks zu rekonstruieren.

Methode: Wir untersuchten den Einfluss der Gesamtimpulsantwort (elektrische und räumliche Impulsantwort, EIR bzw. SIR) auf die Genauigkeit der ionoakustischen Reichweitenverifikation. Hierfür wurden ionoakustische Messungen in Wasser für gepulste 20-MeV-Protonenstrahlen durchgeführt. Durch die Verwendung von verschiedenen Sensortechnologien (PZT und CMUT) mit veränderten Geometrien und Positionen, wurde hierbei aktiv die EIR und SIR variiert. Die experimentellen Ergebnisse wurden mit Simulationsrechnungen, bestehend aus FLUKA Monte Carlo Simulationen und der k-Wave Toolbox, verglichen. Dabei wurden idealisierte Punktdetektoren und realistische Detektorgeometrien berücksichtigt. Für eine gegebene Konfiguration erhielten wir ein Triplet von Signalen (Experiment, Simulationen für ideale und realistische Detektoren), mit denen das räumlich abhängige Gesamtimpulsansprechvermögen eines Detektors bestimmt werden konnte.

Ergebnisse: Unterschiedliche räumliche Positionen verändern die relative Ausrichtung und den Abstand des Detektors zum Bragg-Peak und führten zu ionoakustischen Signalen unterschiedlicher Frequenz. Die ortsunabhängige EIR wurde durch Entfaltung der simulierten SIR aus den Messungen bestimmt. Eine gute Übereinstimmung zwischen den experimentellen und simulierten Daten wurde für andere räumliche Positionen erreicht, indem die EIR mit der simulierten ortsabhängigen SIR aktualisiert wurde um die Gesamtimpulsantwort abzubilden.

Zusammenfassung: Die EIR kann durch eine Kalibrierungsmessung und die SIR mit Hilfe von Simulationen charakterisiert werden. Dies ermöglicht eine Entfaltung der Gesamtimpulsantwort von gemessenen Signalen und führt zu einer genaueren Darstellung des ionoakustischen Signales. Dadurch können Nachverarbeitungsprozesse wie

Flugzeitberechnungen, Triangulations- oder Dosisrekonstruktionsalgorithmen verbessert werden.

Anerkennung: DFG-Förderung 403225886, ERC-Grant 725539