



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Abstract einer Präsentation auf der 50. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik, 18. – 21. September 2019, Stuttgart. Erschienen in: Christian Gromoll und Nils Wegner (eds.), *50. Jahrestagung Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik - Abstractband*. Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik, Stuttgart. ISBN 978-3-948023-08-9

Untersuchung des ionoakustischen Effektes in heterogenen Medien zur Minimierung der Reichweitenunsicherheit in der Partikeltherapie

Hans-Peter Wieser¹, Julie Lascaud¹, Sebastian Le rack¹, Ronaldo Kalunga¹, Matthias Wür l¹, Walter Assmann¹, Katia Parodi¹

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

Einleitung

Die Partikeltherapie ist aufgrund ihrer charakteristischen Dosisdeposition, im Vergleich zur Photonentherapie, anfälliger gegenüber geometrischen Veränderungen im Patienten. Um die Vorteile der Partikeltherapie in vollem Umfang nutzen zu können, ist es nötig eine in-vivo Reichweitenquantifizierung im Patienten vorzunehmen. Durch das Stoppen von Partikeln wird das Gewebe lokal erhitzt, was in Folge zur Emission einer Druckwelle führt. Die Ionoakustik basiert auf der Detektion dieser Ultraschallwelle und ermöglicht eine Rekonstruktion der Partikelreichweite. Bis dato wurde der ionoakustische Effekt jedoch meist an homogenen Medien untersucht, weshalb sich diese Studie, mit der Anwendung des ionoakustischen Effektes in heterogenen Kompositionen, befasst, um ein besseres Verständnis für reale Patientenfällen zu entwickeln.

Methode

Die Dosisdeposition von 20 MeV Protonen wurde durch FLUKA Monte Carlo Simulationen in heterogenen Medien berechnet. Die Ausbreitung der induzierten Druckwelle wurde angesichts verschiedener temporaler Protonenpulse mit Hilfe von k-Wave, einer pseudo-spektralen Methode zur Simulation von akustischen Wellen, berechnet. Die simulierte Schwingungsenergie wurden anschließend erfasst und in weiterer Folge mittels der Time-of-Flight Methode zur Rekonstruktion der Protonenreichweiten verwendet und mit experimentellen Messdaten verglichen.

Ergebnisse

Die Ausbreitung ionoakustischer Signale konnte erfolgreich in verschiedenen heterogenen Medien simuliert und gemessen werden. Die Genauigkeit der Reichweitenabschätzung aus Simulationen wird aktuell evaluiert und mit experimentellen Messergebnissen am Tandembeschleuniger des Maier-Leibnitz Laboratorium verifiziert.

Zusammenfassung

Neue Einsichten hinsichtlich einer zukünftigen Anwendung der Ionoakustik, zur Minimierung der Reichweitenunsicherheit in inhomogenen Geometrien, konnten gewonnen werden. Dabei stellt das geringe Signal-Rausch Verhältnis sowie der niedrige Frequenzbereich des ionoakustischen Signals besondere Herausforderungen an die Ultraschalldetektorentwicklung dar. Ein Weg diese Hürden vielleicht zu überwinden, ist es sich die Beschleunigereigenschaften zunutze zu machen um den Protonenstrahl zeitlich und räumlich zu manipulieren. Im nächsten Schritt werden Simulationen an CT Datensätzen von Patienten durchgeführt um weitere Erkenntnisse für eine klinische Anwendung zu gewinnen.

Anerkennung: ERC (Grant 72553), DFG (Grants 403225886 & 24819222)