

Eckhard Axel Wehrse  
Dr. med.

## **Evaluation eines Photonenzählenden Computertomographen**

Fach/Einrichtung: Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Doktorvater: Prof. Dr. Dr. Christian Herbert Ziener

Die Computertomographie stellt die am häufigsten eingesetzte Schnittbildgebung in beinahe allen europäischen Ländern an. Seit ihrer Einführung in den 1970ern wurde diese Bildgebungsmodalität fortwährend weiterentwickelt und hat sich so bspw. in Bezug auf Aufnahmegeschwindigkeit, dem räumlichen Auflösungsvermögen und Dosiseffizienz erheblich verbessert. Eine neue technisch-physikalisch vielversprechende Entwicklung stellen sogenannte photonenzählende Detektoren dar. Aus vorangehenden physikalischen Arbeiten sind mehrere Vorteile der photonenzählenden Detektoren gegenüber den bisherigen klinischen energieintegrierenden Detektoren bekannt, bspw. eine höhere räumliche Auflösung und ein niedrigeres Bildrauschen bei gleicher Strahlendosis. Am Deutschen Krebsforschungszentrum wurde 2018 einer von damals weltweit drei experimentellen photonenzählenden Ganzkörper-Computertomographen installiert. Im Rahmen einer prospektiven Studie, genehmigt durch das Bundesamt für Strahlenschutz, der Ethikkommission der Universität Heidelberg und vieler weitere Stellen, war an diesem Gerät erstmals die Messung von Probanden mit onkologischen und Lungengerüst-Erkrankungen möglich. Ziel dieser Arbeit war es, durch Phantom- und Kleintieruntersuchungen und der Aufnahme kleiner Patientenkollektive mit ausgewählten Krankheitsbildern Arbeitshypothesen für folgende Studien zu erarbeiten und das präklinische und klinische Potential dieser neuen Technik zu evaluieren. Es wurde gezeigt, dass die photonenzählende Ganzkörper-Computertomographie hochauflösende Bilder erzeugen kann, die auch zur Darstellung von Ratten und größeren Nagetieren geeignet sind. Hinreichend hohe Signal-zu-Rausch Verhältnisse lassen sich mit Strahlendosen erreichen, welche für Verlaufskontrollen zumindest einzelner Körperregionen der Versuchstiere geeignet sind. Durch Bildverarbeitungstechniken, welche die spektrale Auflösung der photonenzählenden Computertomographie ausnutzen, lassen sich Weichteilkontraste weiter erhöhen. Die Möglichkeiten eines photonenzählenden Ganzkörper-Computertomographen im Bereich der translationalen Forschung vom Kleintier hin zum Menschen wurden dargestellt und gezeigt, dass präklinische und klinische Forschung mit diesem einen Gerät einander näher gebracht werden können. Im Bereich der Lungenbildgebung wurden hochauflösende Aufnahmen von einem Patienten mit Lungenfibrose und Lungenemphysem demonstriert und mögliche Vorteile gegenüber Aufnahmen mit klinischen energieintegrierenden Computertomographen diskutiert. Um den möglichen Einsatz der photonenzählenden Ganzkörper-Computertomographie für Lungenkrebscreenings zu untersuchen, wurde ein Modell mit beinahe 300 Milchglasinfiltraten erstellt. In drei verschiedenen Sitzungen wurden Aufnahmen eines energieintegrierenden und eines photonenzählenden Detektors in identischer Position mit einander verglichen und drei Readern vorgelegt. Für Aufnahme- und Rekonstruktionsparameter aus einer deutschen Lungenkrebscreening-Studie konnte in dieser Arbeit für jeden Reader nachgewiesen werden, dass die Sensitivität für die Detektion von Milchglasinfiltraten auch dann signifikant nicht unterlegen ist, wenn gegenüber den Aufnahmen des energieintegrierenden Computertomographen 25 % Dosis eingespart wird. Für gleiche Strahlendosen weisen alle Reader eine höhere Sensitivität bei der Detektion der Infiltrate auf.

Die Bildgebung von osteoblastischen und osteolytischen Metastasen sowie von Myelom-Infiltraten mit ultrahochauflösender photonenzählender Computertomographie wurde demonstriert und in einzelnen Fällen mit magnetresonanztomographischen und nuklearmedizinischen Aufnahmen korreliert. Ein wichtiges Ergebnis dieser Aufnahmen ist, dass Bewegungsartefakte in der Lendenwirbelsäule und im Becken so gering sind, dass die im Phantom gemessene Ortsauflösung von 300 µm auch in Probandenaufnahmen erreicht wird. Gemeinsam mit den gezeigten Möglichkeiten zur Dosisreduktion durch die photonenzählende Detektoren, eröffnet dies neben einer besseren Charakterisierung der Läsionen auch die Perspektive auf onkologischen Verlaufskontrollen in deutlich kürzeren Zeitabständen.