



**Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**  
**Medizinische Fakultät Mannheim**  
**Dissertations-Kurzfassung**

**Vergleich der anisotropen aperturbasierten Intensitätsmodulation  
mit 3D-konformalen Bestrahlung für die Therapie großer  
Lungentumoren**

Autor: Anna Simeonova  
Institut / Klinik: Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie  
Doktorvater: Prof. Dr. F. Wenz

Die vorliegende Arbeit vergleicht konventionelle Methoden der Radiotherapie des Lungenkarzinoms (3-D-Bestrahlungspläne) mit verschiedenen modernen Techniken der intensitätsmodulierten Strahlentherapie (IMRT). Für die Studie wurden die Daten von 20 Patienten benutzt, die wegen eines lokal fortgeschrittenen Lungenkarzinoms an unserer Klinik behandelt wurden. Es wurden Patienten mit großen Zielvolumina gewählt, bei denen konventionelle Techniken mit einer hohen Lungenbelastung einhergingen. Die Bestrahlungsplanung erfolgte mit dem Planungssystem PrecisePlan®, Version 2.03, Elekta Oncology Systems, Crawley, UK mittels der anisotropen aperturbasierten IMRT-Technik. Bei der 3D-Planung wurden mind. 2 und max. 6 Felder benutzt. Bei der IMRT Planung wurden für alle Patienten Pläne mit 13 (ausschließlich koplanaren) und 17 (koplanaren und non-koplanaren) Feldern erstellt. Für alle Pläne/Strahlenergien wurden zwei unterschiedliche Dosisstufen im Plan verschrieben und zwei Dosisniveaus untersucht. Die konventionellen Pläne wurden als erstes mit einer Verschreibungsdosis auf das PTV-LAW von 54Gy und anschließend in einem 2. Plan mit einer Verschreibungsdosis von 60Gy berechnet, wobei diese Verschreibungsdosis als mediane Dosis im jeweiligen Zielvolumen erreicht werden sollte. Für den Boost war die Verschreibungsdosis 60Gy bzw. 70Gy. Die Normierung des Gesamtplans erfolgte jeweils hinsichtlich der PTV-Verschreibungsdosis, die Pläne wurden also so normiert, dass jeweils 54Gy bzw. 60Gy als mediane Dosis im PTV appliziert wurden. Dabei wurde für die konventionellen Pläne durchgängig eine Beschleunigungsspannung von 18 MV verwendet. Bei der intensitätsmodulierten Bestrahlung wurde für eine Beschleunigungsspannung von 6 MV und 18 MV geplant.

Die Homogenität im Zielvolumen ist allgemein bei IMRT-Plänen geringer als bei konventionellen Plänen, was klinisch jedoch nicht relevant ist. Aus den Ergebnissen ist es aber ersichtlich, dass das Volumen, das mit mehr als 110% der Verschreibungsdosis belastet wird („relevante Ausdehnung“ der Maximaldosis) in den 3D-Plänen im Vergleich zu den IMRT Plänen höhere Werte aufweist. Die Dosis, die 95% des Zielvolumens umschließt („relevante“ Minimaldosis), weist bei den 3D-Plänen entsprechend niedrigere Werte als in den IMRT-Plänen auf. Zusätzlich wird eine deutlich verbesserte Schonung der Risikoorgane erreicht, insbesondere eine Reduktion der Rückenmarksmaximaldosis im Mittel um 5% und des Volumens, das mit mehr als 20 Gy belastet wird. Die 20Gy Toleranzdosis für die Lunge wurde bei den konventionellen Plänen bei 92% der Patienten überschritten, bei den IMRT Fällen war das in 50% der Fall. Bei den 3D Plänen mit 60Gy Verschreibungsdosis lagen bei 80% der Patienten die Werte über 20Gy, bei den intensitätsmodulierten Plänen war das bei 55% der Patienten der Fall. Die Strahlenergie war dabei für die IMRT-Pläne vernachlässigbar. Die V20 der gesamten Lunge überschreitet die 20% Grenze fast immer, wobei die niedrigsten Werte die IMRT Pläne mit 17 Beams aufwiesen (31,8-33,5%), gefolgt von den 13 Felder Plänen (33,6-36,3%) und den schlechtesten Ergebnissen für 3DPläne (35,2-38,8%). Die Toleranzdosis von 50Gy für das Rückenmark wurde in keinem der IMRT Pläne überschritten, bei den 3D Plänen mit 54Gy Verschreibungsdosis war das in 10% (2 Patienten) der Fall, bei den Plänen mit 60Gy Verschreibungsdosis bei 15 % (3 Patienten). Zur Überprüfung der Robustheit des Verfahrens bezüglich Lungenbewegung wurde ein Beispielplan mit dem sehr genauen Collapsed Cone Algorithmus nachgerechnet und dann so modifiziert, dass eine Lungenbewegung während der Bestrahlung simuliert wurde. Die unter diesen Bedingungen durchgeführte erneute Berechnung ergab nur minimale Unterschiede zur statischen Situation, das Verfahren ist also auch bei Spontanatmung zuverlässig durchzuführen.

Mit dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass mit den modernen Techniken der IMRT eine effiziente Dosisverteilung auch für die Behandlung großer Zielvolumina möglich ist. Auch wenn die biologische Wertigkeit der mittels IMRT erzeugten Dosisverteilungen bisher nicht genau abgeschätzt werden kann, so ist dennoch aufgrund der geringeren Gesamt- und Einzeldosisbelastung zu erwarten, dass durch Anwendung der IMRT Risikoorgane besser als bei den konventionellen Verfahren geschützt werden können und damit eine weitere Dosisescalation auch bei fortgeschrittenen Tumoren möglich wird. Auf Basis der Ergebnisse dieser Arbeit wurde die IMRT zwischenzeitlich erstmalig in Rahmen internationaler Studien zur dosisescalierten Radiochemotherapie des Lungenkarzinoms eingesetzt.