



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

**Eine neue dreidimensionale Online-Dosisverifikation in der intensitätsmodulierten Radiotherapie zur Steigerung der Patientensicherheit und Optimierung des Therapieverlaufs**

Autor: Johannes Andreas Thölking  
Institut / Klinik: Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie  
Doktorvater: Prof. Dr. F. Wenz

Um mögliche Fehlbestrahlungen in der intensitätsmodulierten Radiotherapie zu minimieren, werden meist vorklinische Verifikationsmessungen ohne Anwesenheit des Patienten in speziell dafür entwickelten Phantomen durchgeführt. Mögliche Bestrahlungsfehler, die während der Patientenbestrahlung auftreten könnten, werden mit der vorklinischen Methode jedoch nicht erkannt. Um die Sicherheitslücke zu schließen, wird mit dieser Arbeit eine neue Online-Verifikationsmethodik entwickelt und evaluiert. Die neue Methodik soll ein erhöhtes Maß an Patientensicherheit während der Bestrahlung gewährleisten und zur Optimierung der Bestrahlungsqualität beitragen. Darüber hinaus kann diese Methodik in der volladaptiven Radiotherapie eingesetzt werden, bei der eine vorklinische Planverifikation nicht mehr möglich sein wird. Die unabhängige Methodik basiert auf Transmissionsmessungen, welche während der Patientenbestrahlung durchgeführt werden. Für die Umsetzung des Gesamtkonzepts wird das Dolphin Online Treatment Monitoring System der Firma IBA Dosimetry verwendet. Das Gesamtkonzept dieser Arbeit lässt sich in drei große Bereiche gliedern. Im ersten Teil wurde der Einfluss des Transmissionsdetektors auf die Charakteristik des Therapiestrahls untersucht. Unter diesem Gesichtspunkt ist bei einem klinischen Einsatz des Transmissionsdetektors zur permanenten Online-Planverifikation eine Absorption von circa 10 % und der detektorbedingte Anstieg der Oberflächendosis von bis zu 11,3 %p (Prozentpunkte) zu berücksichtigen. Da der Transmissionsdetektor als zusätzlicher Streukörper fungiert und somit einen Einfluss auf laterale Profile mit einem Anstieg in der Peripheriedosis nimmt, ist es empfehlenswert, den Detektor in den Basisdaten für die Bestrahlungsplanung einzubeziehen. Im zweiten Teil wurde die Frage beantwortet, mit welcher Genauigkeit und Reproduzierbarkeit das System zur orts aufgelösten Dosisverifikation eingesetzt werden kann. Die Ergebnisse zeigen, dass die Eigenschaften bezüglich der Stabilität, Linearität und Dosisleistungsabhängigkeit des neuen Detektors vergleichbar mit herkömmlichen Systemen sind, welche bereits zur Verifikation von Bestrahlungsplänen zum Einsatz kommen. Lediglich Differenzen in den Outputfaktoren für kleine Bestrahlungsfelder müssen in der Dosisrekonstruktion berücksichtigt werden. Die Evaluation der 2D und der 3D Dosisverteilung zeigte für 18 klinische IMRT-Bestrahlungspläne eine sehr hohe Übereinstimmung. Im Vergleich zu einer vorklinischen 2D Verifikationsmethodik erfüllten alle Pläne das Gamma-Index Kriterium ( $(98,1 \pm 1,6) \%$  für  $\gamma(2\%, 2\text{mm})$ ). Gegenüber der Dosisberechnung in 3D stimmte die auf Transmissionsmessungen basierende Dosisrekonstruktion mit einem mittleren Gamma-Index von  $0,29 \pm 0,07$  im Vergleich zur Solldosisverteilung gut überein. Allerdings konnten Abweichungen bedingt durch den Einfluss des Detektors auf die Strahlcharakteristik mit einer leichten Dosisunterschätzung im Zielvolumen und einem Anstieg der Peripheriedosis nachgewiesen werden. Da diese Abweichungen innerhalb der klinischen Toleranzen lagen und relevante Fehler in der Strahlapplikation (MLC-Positionierungsungenauigkeiten von (1-2) mm sowie Abweichungen in der Absolutdosis ab -2 % beziehungsweise +3 %) detektiert werden konnten, ist die Genauigkeit der neuen Verifikationsmethodik für den klinischen Einsatz ausreichend. Im dritten Teil dieser Arbeit wurde durch eine Modifikation der Cone-beam CT-Daten in der Bildregistrierungsplattform Velocity (Varian Medical Systems) und der Integration dieser Daten in der Analyseplattform COMPASS ein Weg zur Dosisrekonstruktion unter Berücksichtigung der tagesaktuellen Patientenanatomie beschrieben. Im Rahmen einer Offline-Studie wurde der Therapieverlauf einer Prostatabehandlung mit der neuen bildgestützten Verifikationsmethodik quantitativ untersucht. Abweichungen von bis zu 12 % im Vergleich zur Solldosisverteilung konnten für stark bewegliche Organe (Blase, Rektum) nachgewiesen werden, während die Dosis im Zielvolumen für alle Fraktionen eine sehr hohe Übereinstimmung ( $0,5 \pm 0,4) \%$  aufwies.