



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

**Ein neues Verfahren zur intracavitären Bestrahlung mit einer schrittbewegten kV-Quelle – Bestrahlungsplanung und Dosimetrie**

Autor: Frank Schneider  
Institut / Klinik: Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie  
Doktorvater: Prof. Dr. F. Wenz

Das Endometriumkarzinom gehört zu den häufigsten malignen Tumoren des weiblichen Genitaltrakts. Zusätzlich geht diese Tumorentität je nach Tumorstadium mit einem relevanten Risiko eines vaginalen Rezidivs von 10% - 15% einher. Um dieses Risiko nebenwirkungsarm zu senken wird nach der operativen Entfernung der Gebärmutter häufig der Scheidenstumpf mit einer intracavitären Nah-Bestrahlung (Brachytherapie – BT) behandelt. Die zurzeit typischerweise durchgeführte Bestrahlung ist die HDR Afterloading BT mit <sup>192</sup>Ir Quellen (Energie: 300keV - 600keV). Dieser Ansatz erfordert jedoch einerseits aufgrund der hohen Strahlenergie des verwendeten Iridium-Isotops hohe Anforderungen an den baulichen Strahlenschutz und ist andererseits mit hohem laufendem Aufwand (Wechsel der radioaktiven Quellen) verbunden.

Es gibt jedoch ein System, das INTRABEAM<sup>®</sup> System der Fa. Carl-Zeiss Surgical GmbH, das in der Universitätsmedizin Mannheim seit 2002 für die intraoperative Radiotherapie (IORT) der weiblichen Brust verwendet wird, das keine radioaktiven Isotope verwendet, sondern Röntgenstrahlung im Kilovolt-Bereich (50kV) erzeugt und problemlos an- und abgeschaltet werden kann (sogenannte „elektronische Brachytherapie“). Die Ausdehnung dieses Ansatzes auch auf die BT der Scheide würde den infrastrukturellen Aufwand für diese Behandlungsart deutlich reduzieren.

Im Rahmen der IORT wird mit sphärischen Applikatoren gearbeitet. Für die Verwendung im Rahmen der Scheidenbestrahlung ist jedoch eine Kontaktfläche in zylindrischer Form zu behandeln. Um eine homogene Dosisverteilung entlang einer solchen Zylinderoberfläche zu erzeugen, muss die radial abstrahlende Röntgenquelle innerhalb eines zylinderförmigen Applikators axial verschoben werden. Die Idee dabei ist, an mehreren Haltepunkten, die sich in bestimmten Abständen auf dieser Achse befinden, radiale Dosisverteilungen zu erzeugen, die aufsummiert eine Zylinderform ergeben.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden zunächst die in unserer Klinik für dieses neue Einsatzgebiet konzipierten Gerätekomponenten (Bewegungsvorrichtung und dedizierter Vaginal-Applikator) in Zusammenarbeit mit Konstruktionsfirmen gebaut, optimiert und diese an bereits existierende Geräte (die Röntgenquelle selbst sowie ein bisher anderweitig verwendetes Stativ) adaptiert. Des Weiteren wurde eine Bestrahlungstechnik sowie ein Bestrahlungsplanungsverfahren entwickelt, welche eine möglichst homogene Dosisverteilung entlang des Applikators ermöglichen. Hierzu wurde mit der Quelle an 3-5 Positionen, die sich in definierten Abständen von 17mm-19,5mm innerhalb des Applikators befanden, definierte Zeiten bestrahlt. Es resultierten drei Dosisverteilungen mit unterschiedlichen Behandlungslängen (3,9cm-7,3cm), welche eine Homogenität in der Verschreibungstiefe (5mm ab Applikatoroberfläche) von <2% zeigten. Die Reproduzierbarkeit der Absolutdosis in der Verschreibungstiefe zeigte eine Varianz von ±7%, was, bei den hierfür ermittelten Dosisgradienten, einer geometrischen Unsicherheit von ca. 0,5mm entspricht.

Diese Ergebnisse wurden mittels Ionisationskammermessungen und Filmdosimetrie ermittelt. Zu diesem Zweck wurden die radiochromen Filme (Gafchromic<sup>®</sup> EBT) evaluiert und für dieses besondere Einsatzgebiet optimiert. Das Ergebnis war ein Gesamtfehler für das Film-Scanner-System von ca. 2%.

Abschließend wurden die entwickelten Behandlungsparadigmata hinsichtlich der erreichten Dosisverteilung (Homogenität, Tiefendosis) mit dem etablierten HDR-BT-Verfahren verglichen. Hierbei zeigte sich lediglich (aufgrund der Energieunterschiede) ein steilerer Dosisgradient (+9% in 1mm und -7% in 10mm Tiefe) bei vergleichbarer Homogenität (<4%) in den ermittelten Tiefen (1mm, 5mm und 10mm ab Applikatoroberfläche). Das entwickelte Verfahren eröffnet also die Möglichkeit, die intravaginale BT mit hervorragender Qualität (bessere Homogenität um Applikator, bessere Schonung des umliegenden Normalgewebes und bessere biologische Wirksamkeit als bei HDR-BT) und aufgrund des einfacheren Strahlenschutzes und der entfallenden Quellenwechsel mit geringerem Aufwand durchzuführen.