

Beschreibung der Halbschattenverbreiterung durch das endliche Volumen von Ionisationskammern mit Hilfe von Gaußschen Faltungskernen

T. S. Stelljes¹, H.K.Looe^{1,2}, D. Harder³, B. Poppe^{1,2}

¹Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

²Pius Krankenhaus Oldenburg – Klinik für Radiologie und internistische Onkologie

³Georg-August-Universität Göttingen

Dosisquerprofile hochenergetischer Photonenstrahlungen erfahren bei der Messung mit Ionisationskammern eine Verbreiterung ihrer Halbschattenregion. Die durch die endliche Größe eines Detektors verursachte Verbreiterung des gemessenen Dosisprofils $M(x)$ lässt sich mathematisch als Faltung des wahren, ungestörten Dosisprofils $D(x)$ mit der lateralen Ansprechfunktion $f(x)$ des zur Messung verwendeten Detektors beschreiben.

Die Messungen von $f(x)$ bei 6 und 15 MV in den Tiefen 5 cm und 15 cm wurden an einem Siemens Primus Beschleuniger 6/15 (Siemens Medical Solutions, Erlangen, Deutschland), in Kombination mit einem MP3-Wasserphantom (PTW-Freiburg), an zwei Semiflex Ionisationskammern (31013, 31010 – beide PTW-Freiburg), einer PinPoint Kammer (31014 – PTW-Freiburg) und einem Diodendetektor (60012 – PTW-Freiburg) durchgeführt. Es wurde angenommen, dass die Messwerte der Diode in guter Näherung das ungestörte Dosisprofil $D(x)$ darstellen [1], wobei die Diode bei vermehrter niederenergetischer Streustrahlung im peripheren Bereich die Dosis leicht überschätzt [2]. Die Ansprechfunktionen $f(x)$ werden durch eindimensionale Gaußfunktionen mit den Parametern σ_{lat} bzw. σ_{long} modelliert, welche für die Anordnung der Kammerachse senkrecht bzw. parallel zur Scanrichtung gelten. Die Parameterwerte werden schrittweise so lange verändert, bis die Faltung des Diodenprofils mit $f(x)$ mit dem durch die untersuchte Ionisationskammer gemessenen Profil $M(x)$ übereinstimmt. Die Bestimmung von σ_{lat} erfolgte an einem 1 mm breiten Schlitzstrahl, diejenige von σ_{long} an einem 4 cm breiten Rechteckfeld.

Die Messergebnisse sind in Tab. 1 und Tab. 2 dargestellt. Eine Tiefenabhängigkeit der Parameter σ_{lat} und σ_{long} wurde nicht gefunden. Der Fehler bei der Abschätzung der Parameter beträgt $\pm 0,1$ mm, abgeleitet aus der Beurteilungs-Unsicherheit des Anpassungs-Optimums bei ihrer schrittweisen Veränderung.

Um die Validität der Parameterwerte zu beweisen, wurden zusätzlich Messungen an quadratischen Feldern der Größe 2×2 cm² und 4×4 cm² vorgenommen. Es zeigte sich, dass auch hier die Faltung der Diode mit Gaußfunktionen, unter Verwendung der in Tabelle 1 aufgeführten σ -Werte, die Messung mit Ionisationskammern sehr gut wiedergibt (siehe Abbildung 1). Die Ansprechfunktionen von Ionisationskammern in lateraler und longitudinaler Richtung können also durch Gaußfunktionen sehr gut angenähert werden. Durch die Kenntnis der Faltungskerne $f(x)$ für verschiedene Bauarten von Ionisationskammern ist es möglich, die mit ihnen gemessene Dosisprofile $M(x)$ zu entfalten, um die ungestörten Dosisprofile $D(x)$ zu erhalten. Zusätzlich zu den hier bereits aufgeführten Kammern werden z. Zt. auch Ionisationskammern der Firma IBA Dosimetry vermessen.

[1] Djouguela A., Griessbach I., Harder D., Kollhoff R., Chofor N., Rühmann A., Willborn K., Poppe B. Dosimetric characteristics of an unshielded p-type Si diode: linearity, photon energy dependence and spatial resolution. Z Med Phys 2008; 18: 301–306.

[2] Schwedas M., Scheithauer M., Wiezorek T., Wendt T.G. Strahlenphysikalische Einflussgrößen bei der Dosimetrie mit verschiedenen Detektortypen. Z Med Phys 2007; 17: 172–179.

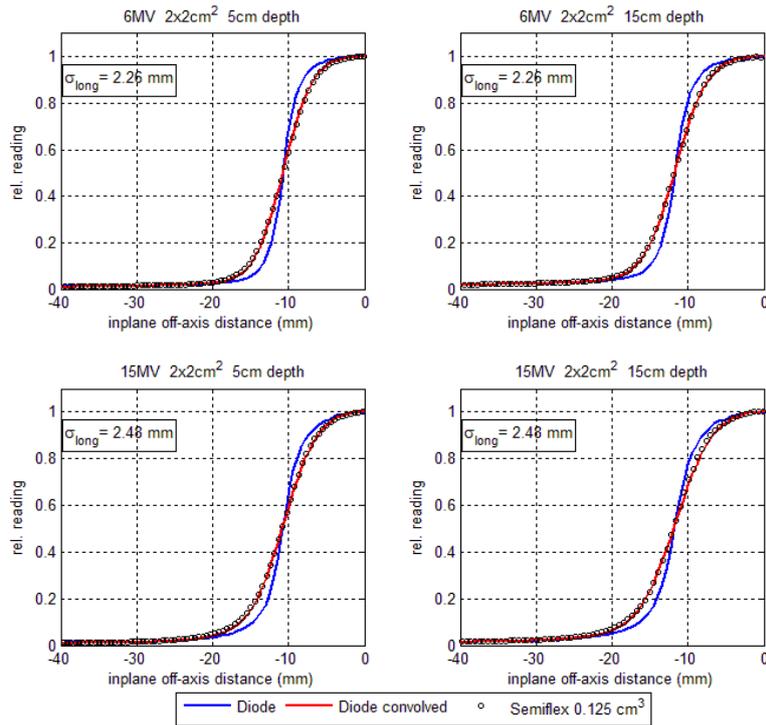


Abbildung 1: Beispiel für die Gültigkeit des Parameters σ_{long} der Semiflex 31010 Kammer bei 6 und 15 MV und in den Tiefen 5 und 15 cm in Wasser. Als Testfeld wurde hier ein kleines Quadratfeld verwendet.

		Semiflex 31013	Semiflex 31010	PinPoint
σ_{lat}/mm	6MV	$2,39 \pm 0,01mm$	$2,18 \pm 0,01mm$	$0,94 \pm 0,01mm$
σ_{lat}/mm	15MV	$2,42 \pm 0,01mm$	$2,28 \pm 0,01mm$	$0,90 \pm 0,01mm$

Tabelle 1: Sigawerte der lateralen Ansprechfunktion

		Semiflex 31013	Semiflex 31010	PinPoint
σ_{long}/mm	6MV	$4,86 \pm 0,01mm$	$2,26 \pm 0,01mm$	$1,96 \pm 0,01mm$
σ_{long}/mm	15MV	$5,04 \pm 0,01mm$	$2,48 \pm 0,01mm$	$2,00 \pm 0,01mm$

Tabelle 2: Sigawerte der longitudinalen Ansprechfunktion