

The output factor correction as function of the photon beam field size – direct measurement and calculation from the lateral dose response functions of gas-filled and solid detectors

Daniela Poppinga^{1,*}, Björn Delfs¹, Jutta Meyners², Dietrich Harder³, Björn Poppe¹, Hui Khee Looe¹

¹ University Clinic for Medical Radiation Physics, Medical Campus Pius-Hospital, Carl von Ossietzky University, Georgstraße 12, 26121 Oldenburg, Germany

² Radiotherapy Department, Imland Hospital, Lilienstraße 20-28, 24768 Rendsburg, Germany

³ Prof. em., Medical Physics and Biophysics, Georg August University, Wilhelmsplatz 1, 37073 Göttingen, Germany

Received 15 May 2017; accepted 17 July 2017

Abstract

The first aim of this study has been to extend the systematic experimental study of the field size dependence of the output factor correction for three micro-ionization chambers (PTW 31014, PTW 31022 and IBA Razor chamber), two silicon diodes (PTW 60017 and IBA Razor Diode) and the synthetic diamond detector microDiamond (PTW 60019) in a 6 MV photon beam down to an effective field side length of 2.6 mm, and to summarize the present knowledge of this factor by treating it as a function of the dosimetric field size. In order to vary the dosimetric field size over this large range, output factors measurements were performed at source-to-surface distances of 60 cm and 90 cm. Since the output factors obtained with the organic scintillation detector Exradin W1 (Standard Imaging, Middleton, USA) at all field sizes closely agreed with those measured by EBT3 radiochromic films (ISP Corp, Wayne, USA), the scintillation detector served as the reference detector. The measured output correction factors reflect the influences of the volume averaging and density effects upon the uncorrected output factor values. In case of the microDiamond detector these opposing influences result in output factor correction values less than 1 for moderately small field sizes and larger than 1 for very small field sizes. Our results agree with most of the published experimental as well as

Die Outputfaktor-Korrektur als Funktion der Feldgröße des Photonenstrahls – direkte Messung und Berechnung aus den lateralen Dosis-Ansprechfunktionen gasgefüllter und fester Detektoren

Zusammenfassung

Ziel dieser systematischen experimentellen Untersuchung war zum einen die Feldgrößenabhängigkeit der Outputfaktor-Korrektur für drei Mikro-Ionisationskammern (PTW 31014, PTW 31022, IBA Razor chamber), zwei Silizium-Dioden (PTW 60017, IBA Razor Diode) sowie den synthetischen Diamant-Detektor microDiamond (PTW 60019) in einem 6 MV Photonenstrahl bei effektiven Feldgrößen bis herunter zu 2.6 mm, und die systematische Darstellung aller bisherigen Kenntnisse dieses Faktors als Funktion der dosimetrischen Feldgröße. Um die Feldgröße in weiten Grenzen zu variieren, wurden SSD-Werte von 60 cm und 90 cm verwendet. Da die mit dem Szintillationsdetektor Exradin W1 (Standard Imaging, Middleton, USA) gemessenen Outputfaktoren bei allen Feldgrößen den mit EBT3 Radiochromfilmen (ISP Corp, Wayne, USA) gemessenen sehr nahe kamen, wurde dieser organische Szintillationsdetektor

* Corresponding author: Daniela Poppinga, University Clinic for Medical Radiation Physics, Medical Campus Pius-Hospital, Carl von Ossietzky University, Georgstraße 12, 26121 Oldenburg, Germany.

E-mail: daniela.poppinga@uni-oldenburg.de (D. Poppinga).

Monte-Carlo simulated data within detector-specific limits of uncertainty. The dosimetric field side length has been identified as a reliable determinant of the output factor correction, and typical functional curve shapes of the field-size dependent output factor correction vs. dosimetric field side length have been associated with gas-filled, silicon diode and synthetic diamond detectors.

The second aim of this study has been a novel, semi-empirical approach to calculate the field-size dependent output correction factors of small photon detectors by convolving film measured true dose profile data with measured lateral response functions of the detectors. To achieve this, the set of previously published 2D lateral dose response functions was complemented by those of the novel detectors PTW PinPoint chamber 31022 (PTW Freiburg, Freiburg, Germany), Razor chamber and Razor Diode (IBA Dosimetry, Schwarzenbruck, Germany). The output correction factors calculated from the lateral dose response functions closely fit with the directly measured output correction factors, thus supporting the latter by an independent method.

Keywords: Photon-beam dosimetry, Gas-filled and solid detectors, Output factor correction, Lateral dose response function

im Folgenden als Referenzdetektor eingesetzt. Die gemessenen Werte der Outputfaktor-Korrektion lassen die Einflüsse des Volumenmittelungs- und des Dichteeffekts auf die unkorrigierten Werte des Outputfaktors erkennen. Beim microDiamond Detektor ergeben diese gegenläufigen Einflüsse Werte der Outputfaktor-Korrektion unter 1 für mäßig kleine Feldgrößen, aber Werte oberhalb 1 für sehr kleine Felder. Die eigenen Ergebnisse stimmen im Rahmen der detektorspezifischen Messunsicherheit mit den übrigen publizierten experimentellen und Monte-Carlo Resultaten überein. Die dosimetrische Feldseitenlänge erweist sich als zuverlässige Determinante der Outputfaktor-Korrektion, und für gasgefüllte Detektoren sowie Siliziumdioden und synthetische Diamantdetektoren gelten typische Kurvenverläufe der Feldgrößenabhängigkeit.

Zweites Ziel dieser Studie war der neue, halbempirische Ansatz zur Berechnung der feldgrößenabhängigen Outputfaktor-Korrektionen kleiner Detektoren durch Faltung filmdosimetrisch gemessener wahrere Dosisprofile mit den lateralen Dosis-Ansprechfunktionen dieser Detektoren. Hierzu wurden die zweidimensionalen lateralen Dosis-Ansprechfunktionen auch für die neuen Detektoren PTW PinPoint 31022 (PTW Freiburg, Freiburg, Germany), Razor chamber und Razor Diode (IBA Dosimetry, Schwarzenbruck, Germany) gemessen und in die bereits früher publizierte Sammlung dieser Faltungskerne aufgenommen. Die mit Hilfe der lateralen Dosis-Ansprechfunktionen berechneten Outputfaktor-Korrektionen stimmen mit den direkt gemessenen sehr gut überein und unterstützen deren Werte somit durch eine unabhängige Methode.

Schlüsselwörter: Photonenstrahl-Dosimetrie, gasgefüllte und feste Detektoren, Outputfaktor-Korrektion, laterale Dosis-Ansprechfunktion

1 Introduction

In recent years, the use of small photon radiation fields has become possible by modern linear accelerators, and the widths of radiation fields have been varied down to a few millimeters using high-resolution multi-leaf collimators. By superposition of these small radiation fields, high dose conformity can be achieved even for small and complex target volumes, while sparing of the surrounding organs at risk is achieved [1]. Therefore, there is increasing interest in performing accurate dose measurements at small photon field sizes. In particular, output correction factors for clinical detectors at these small field sizes have been investigated in the past. Output correction factors have been determined either by comparison between the uncorrected output factors measured with the investigated detectors and the true output factors measured with a

reference detector [2–10], by Monte-Carlo simulations of this comparison [11–18] and by semi-empirical methods comparing measured uncorrected output factors against Monte-Carlo simulated true output factors [19,20].

The first aim of this complementing study was to extend the field-size range of measured output correction factors into the region below 5 mm. An organic scintillator detector served as the reference detector, and we examined its suitability by comparing its output factor values against those determined by EBT3 radiochromic film (Ashland Dosimetry, USA) dosimetry. The second aim of this study was a new approach to determine the output correction factors for various detectors based on the convolution of film-measured true dose profiles with the detector specific lateral dose response functions. This was achieved using the experimentally determined two-dimensional lateral dose response functions of

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8253137>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8253137>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)