

Dosimetrieprotokoll

von Andreas Michael Wagner

09. Dezember 2016

Inhalt

A Vorträge.....	2
B Dosimetriepraktikum	3
1. TPR-Messung.....	3
1.1 Center-Check	4
1.2 Flow-Speed-Calibration	4
1.3 TPR-Messung und Fehlerbehebung	4
2. Output-Faktoren.....	5
2.1 Begriffsdefinitionen	5
2.2 Messung der relativen Outputfaktoren (Total-Scatter-Factor).....	6
2.3 Messung der relativen Strahlerkopffaktoren (Head-Scatter)	7
2.4 Ergebnisse.....	8
C Quellen.....	9

A Vorträge

Der Vortrag über die DIN6814-3 (Begriffe in der radiologischen Technik – Teil 3: Dosimetrie) wurde von Andreas Wagner gehalten. Das Estro-Booklet No.3 [1] stellte Prof. Gunter Christ vor.

B Dosimetriepraktikum

1. TPR-Messung

Bei der TPR-Messung (Tissue-Phantom-Ratio) wird ein Tiefendosisverlauf gemessen, der nur von der Schwächung durch das Wasser abhängt. Eine reguläre PDD-Kurve (Percentage-Depth-Dose) ist von der Schwächung und dem Abstandsquadratgesetz abhängig.

Um einen TPR-Dosisverlauf aufzunehmen, wird der Wasserstand im Phantom variiert. Der Fokus-Detektor-Abstand (SDD) bleibt konstant bei 110 cm. Um Schwankungen der Dosisleistung des Linacs zu korrigieren, wird eine Referenzkammer (PTW Semi-Flex 0,3 cm³, Abb. 1, Nr. 1) unter den Strahlerkopf am Feldrand positioniert. Die Messungen im Wasser werden mit einer PTW Semi-Flex Kammer (0,125 cm³ Messvolumen, Abb. 1, Nr. 3) durchgeführt. Über einen Schwimmer (Abb. 1, Nr. 2) wird der Wasserstand detektiert. Der Schwimmer sowie ein weiteres Kabel, das zum Wasserreservoir führt, sind mit der Steuereinheit des Wasserphantoms verbunden.

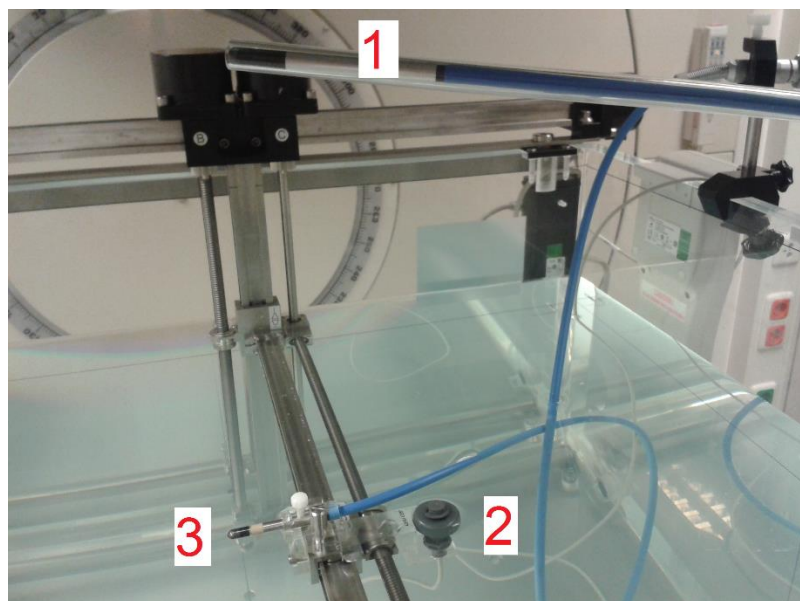


Abbildung 1 Wasserphantom mit Referenzkammer (1), Schwimmer (2) und Messkammer im Wasser (3)

1.1 Center-Check

Der Center-Check zur Überprüfung und ggf. Korrektur des Strahlenfelds gehört zum Standardprogramm jeder Messung. Bei der durchgeführten Messung sind nur geringe Abweichungen festgestellt worden, die für den Versuchsaufbau akzeptabel sind.

1.2 Flow-Speed-Calibration

Bei der Flow-Speed-Calibration wird automatisiert Wasser zwischen Reservoir und Phantom ein- und ausgepumpt und der Detektor-Sensor-Abstand (DSD) gemessen. Der DSD betrug für den Messaufbau 7,1 mm.

1.3 TPR-Messung und Fehlerbehebung

Bei der Messung der TPR sind Fehler aufgetreten. Eine Fehlermeldung lautete: „Sensor must be wet“. Daraus wurde geschlossen, dass sich der Sensor kurz nicht im Wasser befunden haben musste. Die Messungen wurden wiederholt und dabei genau auf den Wasserstand geachtet. Es wurde ersichtlich, dass der SSD auf weniger als 110 cm eingestellt worden war. Zur Messung werden mindestens 20 cm Differenz zwischen SSD und SDD benötigt (entspricht t_w in Abb. 2). Ist dieser nicht exakt eingehalten und zu viel Wasser wird abgelassen, befindet sich der Sensor oberhalb der Wasseroberfläche und erzeugt oben genannten Fehler.

Für die erste TPR-Messung war die Strahldauer zu lange und der Linearbeschleuniger überhitzte. Im zweiten Anlauf erzeugt die Messeinheit einen fehlerhaften Dosisverlauf mit Sprüngen. Die Fehlerquelle liegt hierbei wahrscheinlich auf eine defekte Kammer oder eines Kabels. Aus Zeitgründen wurde die Messung nicht wiederholt.

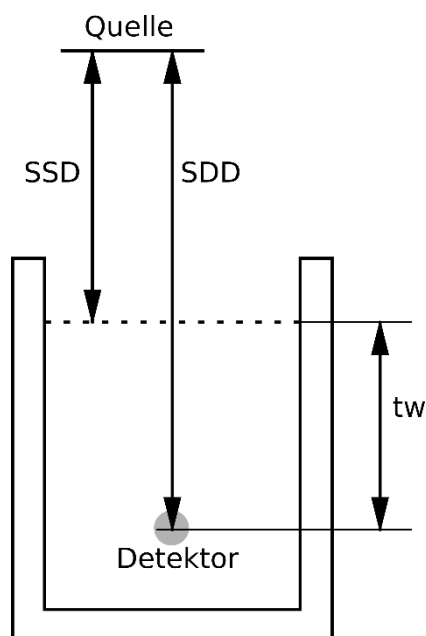


Abbildung 2: Kurzübersicht über den Messaufbau der TPR-Messung

2. Output-Faktoren

2.1 Begriffsdefinitionen

Die Outputfaktoren (oder totale Streufaktoren) beschreiben die Abhängigkeit der Wasser-Energiedosis von der Feldgröße unter Referenzbedingungen und werden auf den Wert bei der Referenzfeldgröße 10 x 10 cm normiert. Sie hängen von der Phantomstreuung sowie von der Strahlerkopfstreuung ab. Letztere ergibt sich aus der Streustrahlung aus dem Strahlerkopf, die mit zunehmender Feldgröße ansteigt. Weitere Einflüsse sind die Rückstreuung von den Blendsystemen in die Monitorkammer sowie vor allem bei kleinen Feldern die Abschattung des nicht wirklich punktförmigen Strahlenfokus durch die Blenden. Zum einen besitzt bereits der Elektronenstrahl eine Ausdehnung von 1 bis 2 mm und eine weitere Aufstreuung ergibt sich durch Streuprozesse der Elektronen im Target sowie durch Comptonstreuprozesse der Röntgenbremsquanten im Target und im Kühlkörper (Cu). Die zurückgestreuten Photonen lassen die Monitorkammer früher abschalten.

Dieser „totale Streufaktor“ ist in 10 cm Tiefe auf eine Feldgröße 10x10 cm normiert und ist wie in Formel 1 beschreiben. Messungen in anderen Tiefen wären möglich, jedoch geht man davon aus, dass dieser in Tiefen hinter dem Dosismaximum weitgehend tiefenunabhängig ist.

$$TotalScatterFactor = \frac{PhantomScatter}{HeadScatter}$$

Formel 1: Mathematische Beziehung zwischen Total-Scatter-Factor, Phantom-Scatter und Head-Scatter.

Zum Phantom-Scatter gehört die Streuung im Phantom. Der Head-Scatter setzt sich aus Streustrahlung aus dem Strahlerkopf, der Abschattung und der Rückstreuung von den Blenden zusammen.

Ziel der Messung ist die Ermittlung der Phantom-Streuung. Diese kann nicht separat gemessen werden, da eine Variation der Feldgröße sowohl die Phantomstreuung als auch die Strahlerkopfstreuung verändert. Dieser wird über oben genannte Formel 1 ermittelt.

2.2 Messung der relativen Outputfaktoren (Total-Scatter-Factor)

Messmedium: Wasser

Messkammer: PTW Semi-Flex 0,125 cm³

SSD: 100 cm

Messtiefe: 10 cm Wassertiefe (SDD = 110 cm)

Messgerät: Messung der Ladung mittels PTW Unidos

Linac: 100 MU / Messung

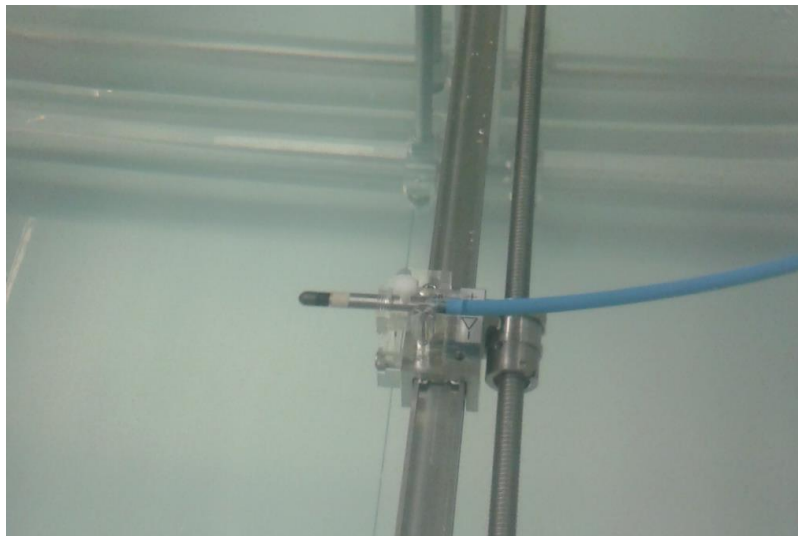


Abbildung 3 Messaufbau zur Bestimmung der relativen Output-Faktoren

Feldgröße / cm	Ladung / nC	Auf 10x10 cm Feld normierte relative Dosis
2x2	2,555	0,793
3x3	2,704	0,838
5x5	2,899	0,899
10x10	3,223	1
15x15	3,401	1,055
20x20	3,540	1,098
25x25	3,627	1,125
30x30	3,695	1,146
34x34	3,735	1,159
2x34	2,818	0,874
34x2	2,736	0,849

2.3 Messung der relativen Strahlerkopfstreu Faktoren (Head-Scatter)

Messmedium: frei Luft mit Aufbaukappe (Durchmesser ca. 2 cm). Die Kappe verhindert, dass Elektronen vom Strahlerkopf in der Kammer gemessen werden. Diese Messung entspricht die des Mini-Phantoms gemäß Estro-Booklet.

Messkammer: PTW Semi-Flex 0,125 cm³

SDD: 100 cm

Messgerät: Messung der Ladungen mittels PTW Unidose

Linac: 100 MU / Messung

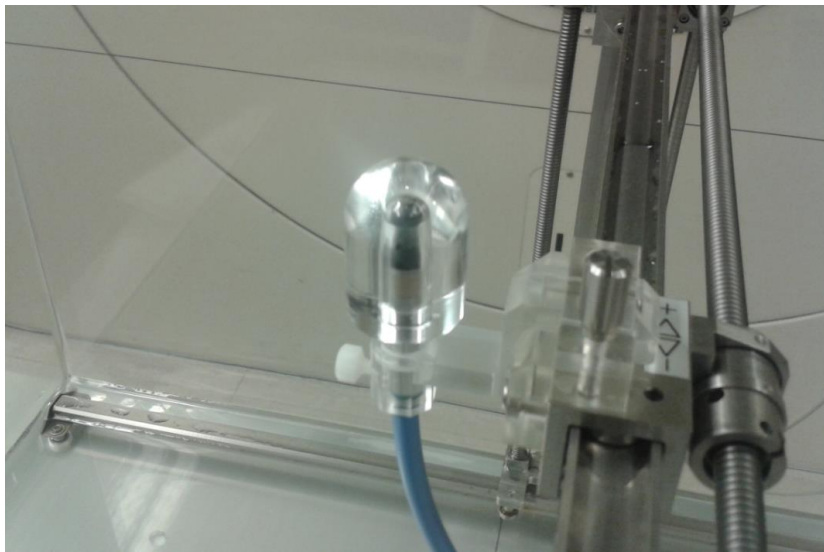


Abbildung 4 Messaufbau zur Bestimmung der relativen Strahlerkopf-Faktoren

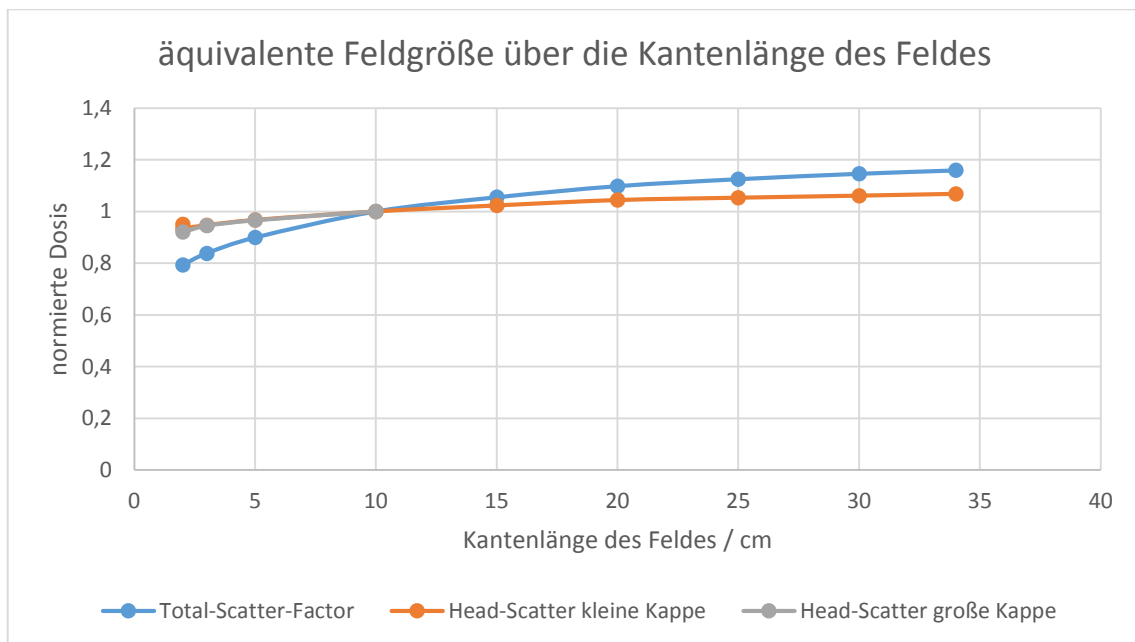
Feldgröße / cm	Ladung / nC	Auf 10x10 cm Feld normierte relative Dosis
2x2	4,346	0,933
3x3	4,414	0,947
5x5	4,506	0,967
10x10	4,657	1
15x15	4,765	1,023
20x20	4,861	1,044
25x25	4,906	1,053
30x30	4,941	1,061
34x34	4,973	1,068
2x34	4,425	0,950
34x2	4,516	0,970

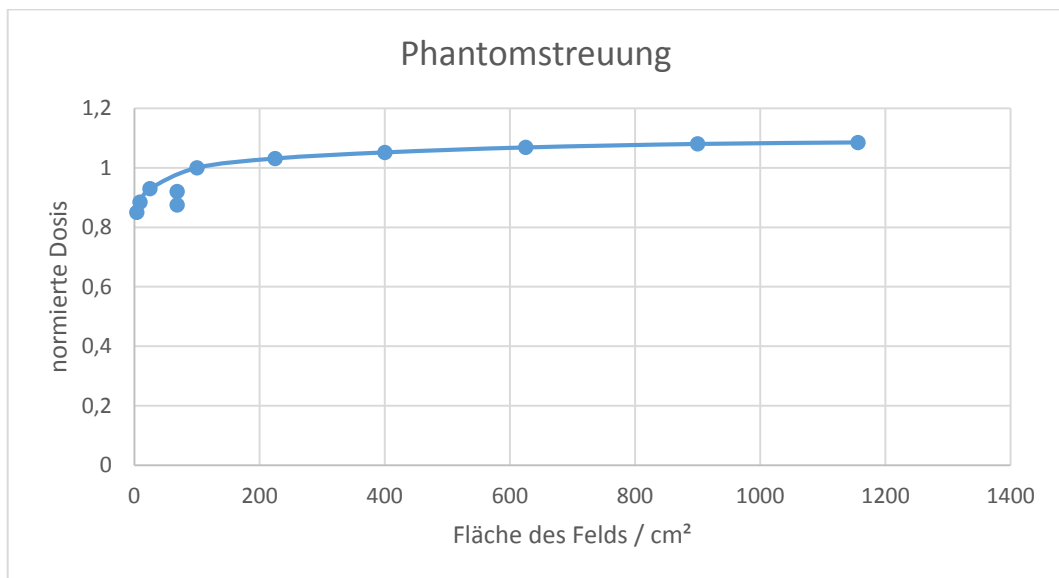
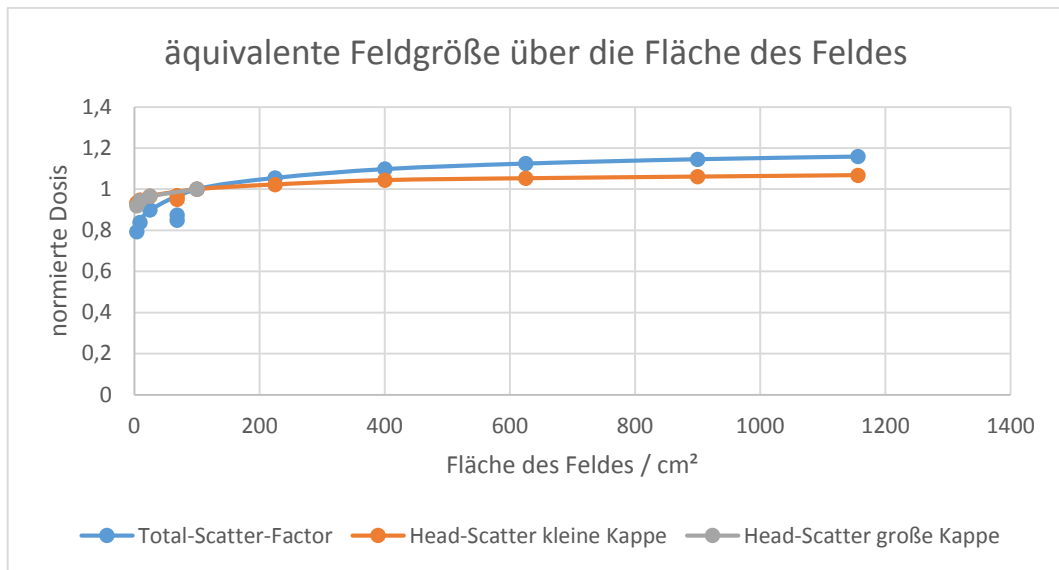
Für kleine Feldgrößen wurden die Messungen wiederholt. Jedoch wurde mit einer Kapsel von ca. 3 cm Durchmesser gemessen. Diese dickere Kapsel wird für das 2x2 cm Feld nicht vollständig bestrahlt, was dazu führt, dass beim Feld 2x2 cm auch die Phantomstreuung abnimmt und dadurch der Strahlerkopfstreufaktor verfälscht wird. Das Miniphantom bzw die Aufbaukappe muss immer vollständig von Strahlung erfasst sein.

Feldgröße / cm	Ladung / nC	Auf 10x10 cm Feld normierte relative Dosis
2x2	4,405	0,920
3x3	4,527	0,945
5x5	4,628	0,966
10x10	4,790	1

Für sehr kleine Fehler (z.B. Stereotaxie) lassen sich Radiochromfilme (Gafchromic™) einsetzen. Diese Filme entwickeln sich selbst. Man muss beachten, dass die Filme eine relativ lange Nachentwicklungszeit haben. Entweder wertet man alle Filme nach einer definierten Zeit nach der Belichtung aus oder man wartet, bis die Entwicklung vollständig abgeschlossen ist. Über einen hochwertigen Scanner lassen sich die Filme digitalisieren und auswerten.

2.4 Ergebnisse





Für das 2x34 bzw. 34x2 cm Feld liegt die äquivalente, quadratische Feldgröße zwischen 3x3 und 5x5 cm. Die „Ausreißer“ in den Diagrammen beschreiben die asymmetrischen Feldern.

Die Streufaktoren fallen mit abnehmender Fläche bzw. Kantenlänge des Strahlungsfeldes. Wie die obigen Diagramme zeigen, gilt dies für die Phantom- und Strahlerkopfstreuung, und damit auch für die Output-Faktoren. Bei ausreichend großen Feldern ab ca. 200 cm² bzw. ca. 14x14 cm äquivalente Feldgröße steigt die Dosis nur marginal an.

C Quellen

[1] A Dutreix et al, Monitor Unit Calculation For High Energy Photon Beams, Physics for clinical radiotherapie, Booklet No. 3

[2] Z Eroglu, Evaluierung der dosimetrischen Kenngrößen für die Konstanzprüfung eines intraoperativen Elektronenlinearbeschleunigers, 2010