

Dosimetrie Protokoll

25.11.16

Anna Hustedt

Inhaltsverzeichnis

1. DIN 6800-1	1
1.1 Umrechnung Luft-Energiedosis in Wasser-Energiedosis	1
1.2 Effektiver Messpunkt	3
2. TPR Messungen	4
2.1 Center Check	4
2.2 PDD	5
3. Hausaufgabe „Umrechnung PDD in TPR“	6

1. DIN 6800-1

Die DIN 6800-1, eine Übersichtsnorm der Sondenmethode, wurde im Rahmen eines Vortrags besprochen. Im Folgenden werden zusätzliche Anmerkungen aus dem Seminar zusammengefasst.

Normative Verweise

Bei **undatierten normativen Verweisen** gelten die aktuellen Normen.

Datierte normative Verweise beziehen sich auf jeweilige zum Zeitpunkt gültige Normen.

Korrektionsfaktor = Faktor zur Berücksichtigung der Abweichung zwischen Bezugsbedingungen und Messbedingungen

- Bezugsbedingungen bei der Kalibrierung
- Messbedingungen bei eigenen Dosismessungen

Bezugspunkt

- vom Hersteller angegeben
- in Zylinderkammer auf Kammerachse im Schwerpunkt des Luftvolumens
- in Flachkammer auf der Innenseite des Eintrittsfensters im Mittelpunkt

Kammern werden bei Kalibrierung mit Bezugspunkt an Ort einer bekannten Dosis gebracht (Co60; 5cm Tiefe im Zentralstrahl). Dabei ist der Verdrängungseffekt nicht berücksichtigt. Wenn anstatt einer kalorimetrischen Messung ein Detektor verwendet wird, muss eine Umrechnung der vom Detektor absorbierten Energie in die von Wasser absorbierte Energie erfolgen.

Weitere Korrekturfaktoren berücksichtigen zudem die Ausdehnung der Kammer, um die Flusssichte der Strahlung bei Abwesenheit der Sonde zu berechnen.

1.1 Umrechnung Luft-Energiedosis in Wasser-Energiedosis

Bei der Umrechnung der in der Sonde gemessenen Luft-Energiedosis in die Wasser-Energiedosis wird zwischen zwei Energiebereichen unterschieden:

- Niederenergetischer Bereich (Röntgen)
- Hochenergetischer Bereich (Strahlentherapie)

Niederenergetischer Bereich

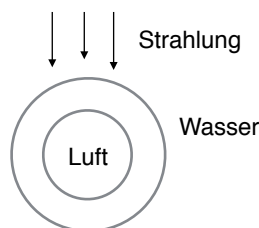


Abbildung 1: Luftgefüllte Ionisationskammer

Eine Ionisationskammer mit Messvolumen aus Luft befindet sich in Wasser (Abb.1). Das Wandmaterial der Kammer besteht dabei aus luftäquivalentem Material (Z gleich, Dichte höher). Sekundärelektronen aus dem Wasser kommen aufgrund ihrer geringen Reichweite nicht im Messvolumen an. Es werden daher nur die Elektronen aus Wechselwirkungen der Photonen mit der Wand gemessen. Man geht hier vom **Sekundärelektronen-Gleichgewicht** aus, d.h. es treten gleich viele Sekundärelektronen ins Messvolumen ein, wie wieder austreten. Bei der gemessenen Dosis in der Sonde handelt es sich um die Luft-Energiedosis. Die erforderliche Umrechnung in die **Wasser-Energiedosis** erfolgt über den Massenschwächungskoeffizienten der Materialien. Es werden nur die Photonenwechselwirkungen betrachtet.

$$D_w = \frac{\mu_w}{\mu_{air}} \cdot D_{air}$$

Hochenergetischer Bereich

Im hochenergetischen Bereich steigt die Reichweite der Sekundärelektronen an und sie sind in der Lage, die Kammer zu durchfliegen. Dementsprechend müssen die Wechselwirkungen der Elektronen in der Umrechnung einbezogen werden. Hierzu wird das **Bragg-Gray-Prinzip** angewendet.

Brag-Gray-Prinzip

Die luftgefüllte Sonde befindet sich für die Messung ebenfalls in Wasser. Das Kammermaterial ist in diesem Fall wasseräquivalent.

Es müssen die drei Bragg-Gray-Bedingungen erfüllt sein:

1. Die Fluenz (Flussdichte) der Strahlung darf durch die luftgefüllte Sonde nicht verändert werden.
2. Photonen dürfen in Luft nicht wechselwirken, sonst müsste Materialunterschied bezüglich der Photonenwechselwirkung wieder ausgeglichen werden. Da die Luftdichte um etwa einen Faktor 1000 geringer ist als die Dichte von Wasser, kann die Wechselwirkungswahrscheinlichkeit vernachlässigt werden.
3. δ -Elektronen Gleichgewicht (Gleiche Anzahl treten in Luftvolumen ein und aus)

Vorsicht: δ -Elektronen Gleichgewicht praktisch nicht zu erfüllen! Es treten deutlich mehr ein als aus.

Die Umrechnung in die Wasser-Energiedosis erfolgt über die Massenstoßbremsvermögen der Materialien und betrachtet somit nur die Elektronenwechselwirkungen.

$$D_w = \frac{S_w}{S_{air}} \cdot D_{air}$$

Beschränktes Bremsvermögen

- niederenergetische Elektronen geben gesamte Energie im Luftvolumen ab (geringe Reichweite)
- berücksichtigt δ -Elektronen (delta-Elektronen) nicht (Energien > 10 keV)

1.2 Effektiver Messpunkt

Der Messort bezeichnet den Ort, an dem die Dosis „ohne“ Vorhandensein der Kammer gemessen wird. Wird nun mithilfe einer Sonde gemessen, kommt es zur Störung des Strahlenfeldes und der Kammerort stimmt nicht mit dem Messort überein. Der **effektive Messort** ist dementsprechend der Kammerort, an dem die Dosis des gewünschten Messorts gemessen werden kann.

Die Ausdehnung der Kammer, die nicht unendlich klein sein kann, muss also berücksichtigt werden. Dies erfolgt über:

a) Messortverschiebung

- um $r/2$ in Richtung Strahlenquelle
- vor und nach Dosismaximum mit richtigem Ergebnis

Vorsicht: Messort nicht immer genau bei $r/2$! (Bereich von $0,2r$ bis $0,8r$)

Trufix-System positioniert effektiven Messort der jeweiligen Kammer an der Wasseroberfläche!

b) Gradientenkorrektur

- Messung auf Kammermittelpunkt in gewisse Tiefe $\gg$ Umrechnung auf die geringere Tiefe des effektiven Messortes
- Vorzeichenänderung im Aufbaubereich

Vorsicht: Bei Rotationsbestrahlungen ist der effektive Messpunkt je nach Einstrahlwinkel in Strahlrichtung verschoben $>$ nicht nur ein effektiver Messpunkt!

Beispiel: Wasserphantom ($\varnothing 30$ cm) hat effektiven Messpunkt in 14,8 cm Tiefe! Wird Durchmesser des Phantoms auf 30,4 cm vergrößert, befindet sich der effektive Messpunkt immer in einer Tiefe von 15 cm.

Zusatzbemerkung Dosis

Die Absorption von Energie ist eine stochastische Größe, aber die Energiedosis D (mittlere Energie) ist eine nicht stochastische Größe!

2. TPR Messungen

Der Tissue-Phantom-Ratio beschreibt das Verhältnis von 2 gemessenen Dosiswerten in unterschiedlichen Tiefen mit gleichem Fokus-Detektor-Abstand. Für die Messung wird der Fokus-Messort-Abstand auf 100cm gesetzt und die Wasserschicht soll abgelassen werden, um die Wassertiefe der Messkammer zu verringern. Der Detektor befindet sich im Isozentrum.

Vorsicht: Beim Ablaufen des Wassers darf der Schlauch nicht geknickt sein, um Turbulenzen zu verhindern!

Im Unterschied zu einem Tiefendosisverlauf findet die TPR-Messung aufgrund des konstanten Fokusabstandes unter einer festen Feldgröße am Messort statt, während sich bei einem Tiefendosisverlauf die Divergenz des Strahlenfeldes auf die Feldgröße am Messort auswirkt.

Die TPR-Messung ist nur abhängig vom Absorbermaterial! Und nicht vom Abstandsquadratgesetz!

2.1 Center Check

Zuerst erfolgt ein Check of Beam Center mit einem SSD von 85 cm. Nach kurzem Warmstrahlen des Linac werden die Querprofile in inplane und crossplane Richtung aufgenommen. Die Abweichungen liegen im Toleranzbereich und der neue Nullpunkt wird gesetzt. Die Messung wird mit 2 Kompaktkammern (Feldkammer und Referenzkammer) im Wasserphantom (PTW, Freiburg) durchgeführt. Abbildung 2 zeigt den Aufbau.

Vorsicht: Die richtige Kammer muss im Bedienprogramm eingestellt sein!

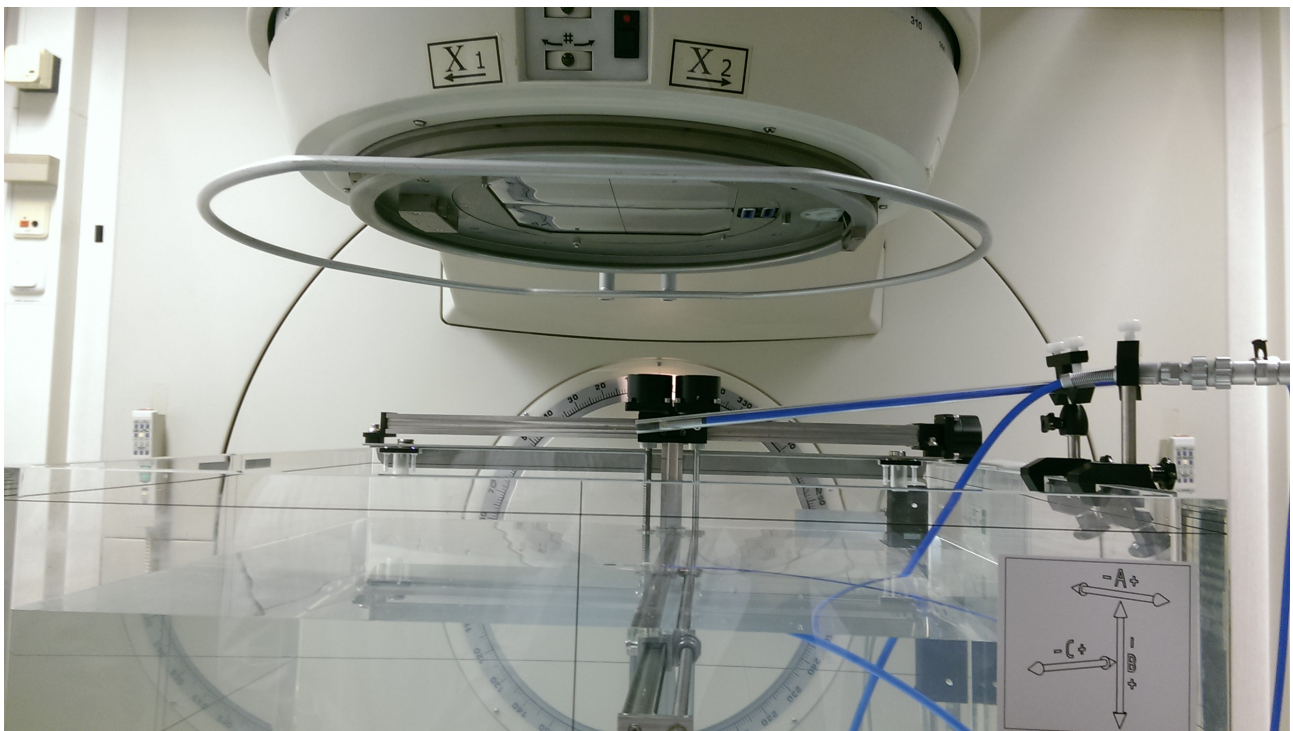


Abbildung 2: Aufbau Wasserphantom mit 2 Kompaktkammern

2.2 PDD

Es soll ein Tiefendosisverlauf aufgenommen werden. Für die Messung wird eine Flachkammer (Rooskammer) verwendet. Der Aufbau des Wasserphantoms bleibt bestehen.

Vorsicht: Die Rooskammer sollte beim Einbauen unter Wasser gedreht werden, um Luftblasen (Rückstreuung) zu vermeiden!

Tiefendosisverläufe, welche mit Rooskammern oder Kompaktkammern aufgenommen werden, sind ab dem Dosismaximum annähernd gleich!

Die Messung ist aufgrund wiederholter Fehlermeldungen, bezüglich zu hoher Signalintensitäten in der Messkammer abgebrochen wurden. Auch eine TPR-Messung findet nicht mehr statt.

3. Hausaufgabe „Umrechnung PDD in TPR“

Der am 28.10.16 aufgenommene Tiefendosisverlauf (FHA =100 cm) soll über das Abstandsquadratgesetz in eine Tissue-Phantom-Ratio Messung umgerechnet werden. Hierbei bleibt der Fokus-Detektor-Abstand der TPR-Messung konstant, in diesem Fall wird angenommen SDD=100cm. Dabei werden die jeweiligen Messpunkte in einer bestimmten Tiefe auf die Referenztiefe der TPR-Messung (SDD=100cm) umgerechnet. Es wird dementsprechend nur die Schwächung der Strahlung betrachtet während die Divergenz des Strahlenfeldes konstant sind und somit vernachlässigt werden kann.

Abstandsquadratgesetz :

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{(r_2)^2}{(r_1)^2}$$

Damit gilt für die gesuchte Dosis mit SDD=100cm:

$$D_2 = D_1 \cdot \frac{(r_1)^2}{(r_2)^2} = D_1 \cdot \frac{(FHA+Tiefe)^2}{(RefTiefe)^2} = D_1 \cdot \frac{(100cm+t)^2}{(100cm)^2}$$

Abbildung 3 zeigt den Vergleich des Tiefendosisverlaufes mit der berechneten TPR-Messung. Beide Kurven sind auf das Dosismaximum normiert. Die TPR-Messung zeigt dabei deutlich höhere Dosiswerte. Die Schwächung eines jeden Messpunktes wird auf einen konstanten Fokus-Detektor-Abstand umgerechnet. Diese Referenztiefe liegt dabei näher an der Strahlenquelle als der Detektor beim Tiefendosisverlauf und erklärt somit die höheren Dosiswerte. Es wird ausschließlich die Schwächung betrachtet.

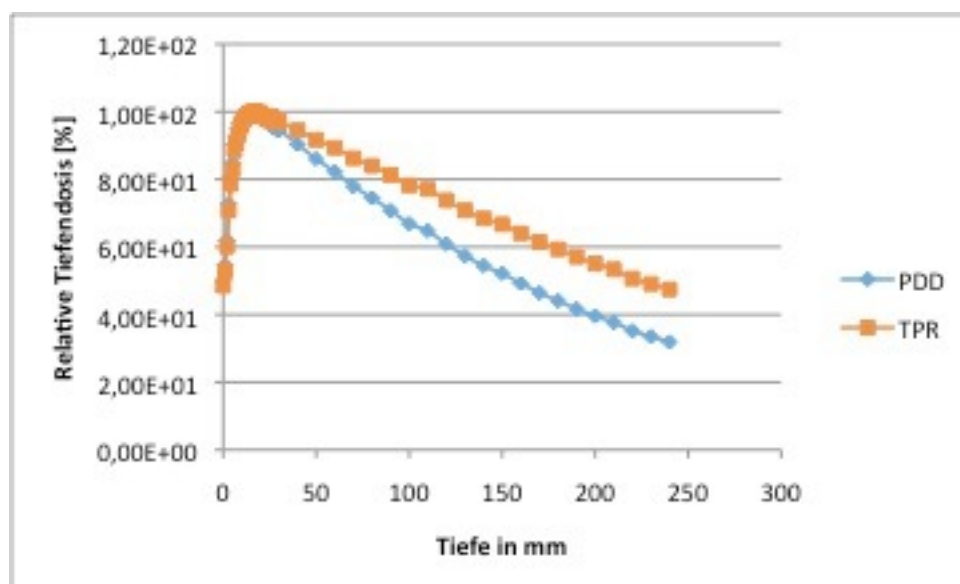


Abbildung 3: Tiefendosisverlauf und berechnete TPR-Messung