Estro Booklet No. 3

Masterstudiengang Medizinische Strahlenphysik

Aufgabenstellung

- Sinn und Zweck dieser Publikation ist die Berechnung von Monitoreinheiten für Photonenstrahlung unter Stehfeldbedingungen
- Dies benötigt man für die Erstellung von Monitortabellen bzw. für ein einfaches Zentralstrahlbestrahlungs-Planungsprogramm
- Monitortabellen und Zentralstrahlprogramm werden für Stehfeldbestrahlungen und für Notfallbestrahlungen, aber auch zur manuellen Kontrolle von komplexeren Bestrahlungsplänen herangezogen.

Basisdaten

- Relative Tiefendosiswerte (PDD) in Wasser bei SSD 100 cm für mehrere quadratische Feldgrößen normiert in 10 cm Wassertiefe (dichter bei kleinen Feldgrößen, da hier die Änderungen mit der Feldgröße größer ausfallen.
- Relative Outputfaktoren (Total scatter factor) in 10 cm Tiefe bei den gleichen Feldgrößen wie zuvor, normiert auf die Feldgröße 10 cm x 10 cm.
- Absoluter Output in Gy/ME für die Referenzbedingungen (SSD 100 cm, Feldgröße 10 cm x 10 cm und Tiefe in Wasser 10 cm)
- Relative Strahlerkopfstreufaktoren (Head scatter factor) für die Feldgrößen wie oben
- Eine Tabelle oder eine Rechenvorschrift zur Umrechnung von rechteckigen Feldgrößen auf quadratische Feldgrößen für die Tiefendosisverteilungen, für die relativen Outputfaktoren sowie für die relativen Strahlerkopfstreufaktoren

Ausschlusskriterien

- Asymmetrische Felder
- Keilfilterfelder
- IMRT-Felder
- Geblockte Felder
- 3-D Information der Dosis ist erforderlich

In diesem Booklet werden zwar auch geblockte und Keilfilterfelder behandelt, aber man muss sich darüber im Klaren sein, dass für diese Felder eine dreidimensionale Dosisverteilung vorliegen sollte.

Umrechnung rechteckiger Felder

Aequivalente quadr. Feldgroesse [cm] fuer rechteckige Felder bis maximal 40x40cm,
Tabelle entnommen aus "British Journal of Radiology" (Suppl.No.11), 1972
LinacB
..1972

Long axis \ Short axis	0	0.5	1.0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
0		0.5	1.0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
0.5	0.5	0.7																														
1	0.7	1.0	1.4																													
2	0.9	1.4	2.0	2.4																												
3	1.0	1.6	2.4	3.0	3.4																											
4	1.1	1.7	2.7	3.4	4.0	4.5																										
5	1.1	1.8	2.9	3.8	4.5	5.0	5.5																									
6	1.2	1.9	3.1	4.1	4.8	5.5	6.0	6.5																								
7	1.2	2.0	3.3	4.3	5.1	5.8	6.5	7.0	7.5																							
8	1.2	2.1	3.4	4.5	5.4	6.2	6.9	7.5	8.0	8.5																						
9	1.2	2.1	3.5	4.6	5.6	6.5	7.2	7.9	8.5	9.0	9.5																					
10	1.3	2.2	3.6	4.8	5.8	6.7	7.5	8.2	8.9	9.5	10.0	10.5																				
11	1.3	2.2	3.7	4.9	6.0	6.9	7.8	8.5	9.3	9.9	10.5	11.0	11.5																			
12	1.3	2.2	3.7	5.0	6.1	7.1	8.0	8.8	9.6	10.3	10.9	11.5	12.0	12.5																		
13	1.3	2.2	3.8	5.1	6.2	7.2	8.2	9.1	9.9	10.6	11.3	11.9	12.5	13.0	13.5																	
14	1.3	2.3	3.8	5.1	6.3	7.4	8.4	9.3	10.1	10.9	11.6	12.3	12.9	13.5	14.0	14.5																
15	1.3	2.3	3.9	5.2	6.4	7.5	8.5	9.5	10.3	11.2	11.9	12.6	13.3	13.9	14.5	15.0	15.5															
16	1.3	2.3	3.9	5.3	6.5	7.6	8.6	9.6	10.5	11.4	12.2	12.9	13.7	14.3	14.9	15.5	16.0	16.5														
17	1.3	2.3	3.9	5.3	6.5	7.7	8.8	9.8	10.7	11.6	12.4	13.2	14.0	14.7	15.3	15.9	16.5	17.0	17.5													
18	1.3	2.3	3.9	5.3	6.6	7.8	8.9	9.9	10.9	11.8	12.6	13.5	14.3	15.0	15.7	16.3	16.9	17.5	18.0	18.5												
19	1.4	2.3	4.0	5.4	6.6	7.8	8.9	10.0	11.0	11.9	12.8	13.7	14.5	15.3	16.0	16.7	17.3	17.9	18.5	19.0	19.5											
20	1.4	2.3	4.0	5.4	6.7	7.9	9.0	10.1	11.1	12.1	13.0	13.9	14.7	15.5	16.3	17.0	17.7	18.3	18.9	19.5	20.0	20.9										
22	1.4	2.4	4.0	5.5	6.8	8.0	9.1	10.2	11.3	12.3	13.3	14.2	15.1	16.0	16.8	17.6	18.3	19.0	19.7	20.3	20.9	22.0	22.9									
24	1.4	2.4	4.0	5.5	6.8	8.1	9.2	10.4	11.4	12.5	13.5	14.5	15.4	16.3	17.2	18.0	18.8	19.6	20.3	21.0	21.7	22.9	24.0	24.9								
26	1.4	2.4	4.1	5.5	6.9	8.1	9.3	10.5	11.6	12.6	13.7	14.7	15.7	16.6	17.5	18.4	19.3	20.1	20.9	21.6	22.4	23.7	24.9	26.0	26.9							
28	1.4	2.4	4.1	5.5	6.9	8.2	9.4	10.5	11.7	12.7	13.8	14.8	15.8	16.8	17.8	18.7	19.6	20.5	21.3	22.1	22.9	24.4	25.7	26.9	28.0	28.9						
30	1.4	2.4	4.1	5.6	6.9	8.2	9.4	10.6	11.7	12.8	13.9	15.0	16.0	17.0	18.0	18.9	19.9	20.8	21.6	22.5	23.3	24.9	26.4	27.7	28.9	30.0	30.9					
32	1.4	2.4	4.1	5.6	6.9	8.2	9.4	10.6	11.8	12.9	14.0	15.0	16.1	17.1	18.1	19.1	20.1	21.0	21.9	22.8	23.7	25.4	26.9	28.4	29.7	30.9	32.0	32.9				
34	1.4	2.4	4.1	5.6	6.9	8.2	9.5	10.7	11.8	12.9	14.0	15.1	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.1	23.1	24.0	25.7	27.4	29.0	30.4	31.7	32.9	34.0	34.9			
36	1.4	2.4	4.1	5.6	7.0	8.2	9.5	10.7	11.8	13.0	14.1	15.2	16.2	17.3	18.3	19.3	20.4	21.3	22.3	23.3	24.2	26.0	27.8	29.4	31.0	32.4	33.7	34.9	36.0	36.9		
38	1.4	2.4	4.1	5.6	7.0	8.3	9.5	10.7	11.9	13.0	14.1	15.2	16.3	17.4	18.4	19.4	20.5	21.5	22.4	23.4	24.4	26.3	28.1	29.8	31.4	33.0	34.4	35.7	36.9	38.0	38.9	
40	1.4	2.4	4.1	5.6	7.0	8.3	9.5	10.7	11.9	13.0	14.1	15.2	16.3	17.4	18.5	19.5	20.5	21.5	22.6	23.5	24.5	26.4	28.3	30.1	31.8	33.5	35.0	36.4	37.0	38.9	40.0	

Quadratische Kantenlänge $l = 2(x \cdot y)/(x+y)$

Strahlerkopfstreufaktoren isozentrisch

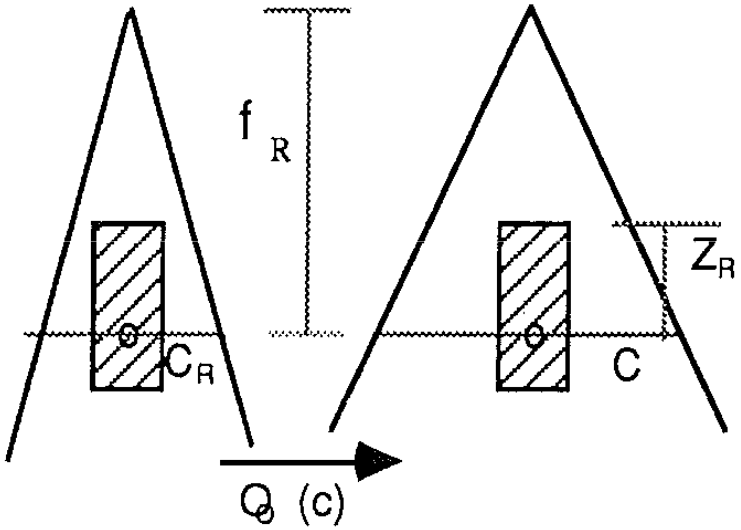


Figure 5-2 : Conditions of measurement of the output ratio $O_0(c)$ in isocentric conditions, as the ratio of the dose for a collimator setting **c** and a collimator setting c_R, in a mini-phantom.

Outputfaktoren isozentrisch

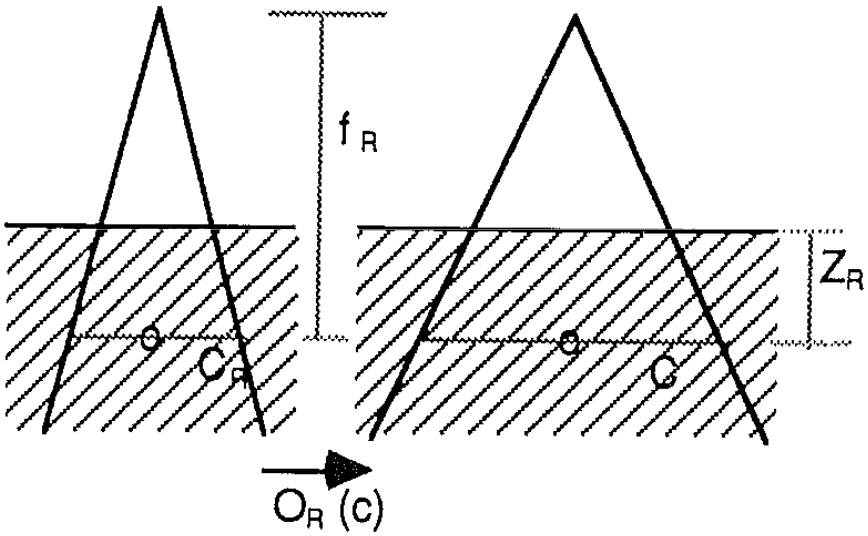
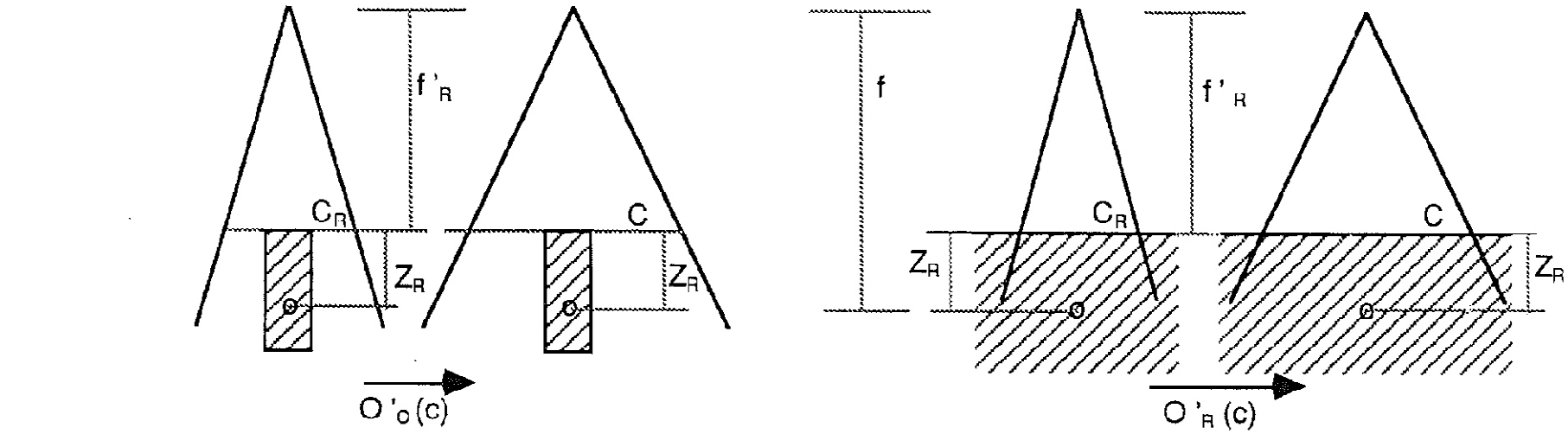


Figure 5-1 : Conditions of measurement of the output ratio $O_R(c)$ in isocentric conditions, as the ratio of the dose for a collimator setting c and a collimator setting c_R, in full scatter conditions.

Output- und head-scatter-Faktoren nicht-isozentrisch



Dosisberechnung SSD

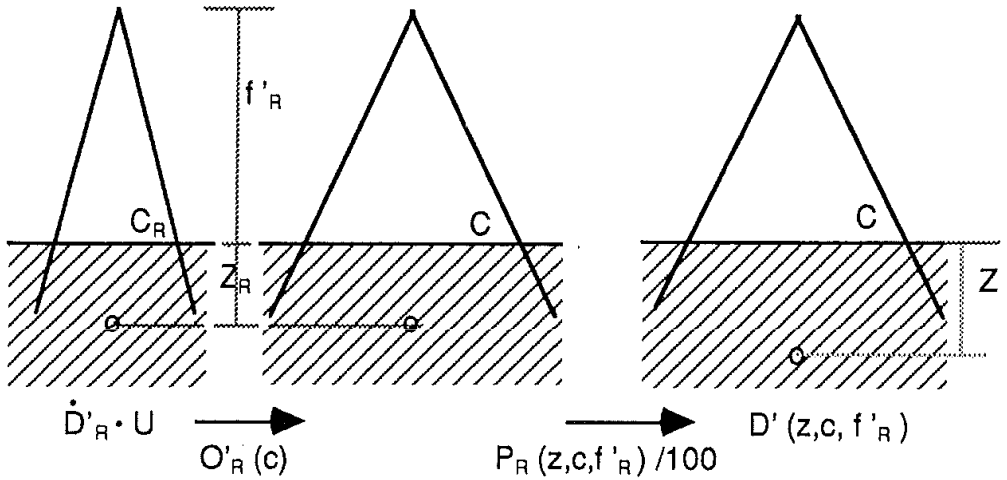


Figure 5-6 : Conditions of measurement for the derivation of the dose $\mathbf{D'(z,c,f'_R)}$, at a fixed source-skin distance, from the dose per monitor unit or per unit of time $\dot{\mathbf{D}}'_{\mathbf{R}}$ in reference conditions, and the output ratio $\mathbf{O'_R(c)}$ in full scatter conditions.

$$\mathbf{D'(z,c,f'_R) = \dot{D}'_R \bullet U \bullet O'_R(c) \bullet P_R(z,c,f'_R) / 100}$$

Dosisberechnung mit Mini-Phantom

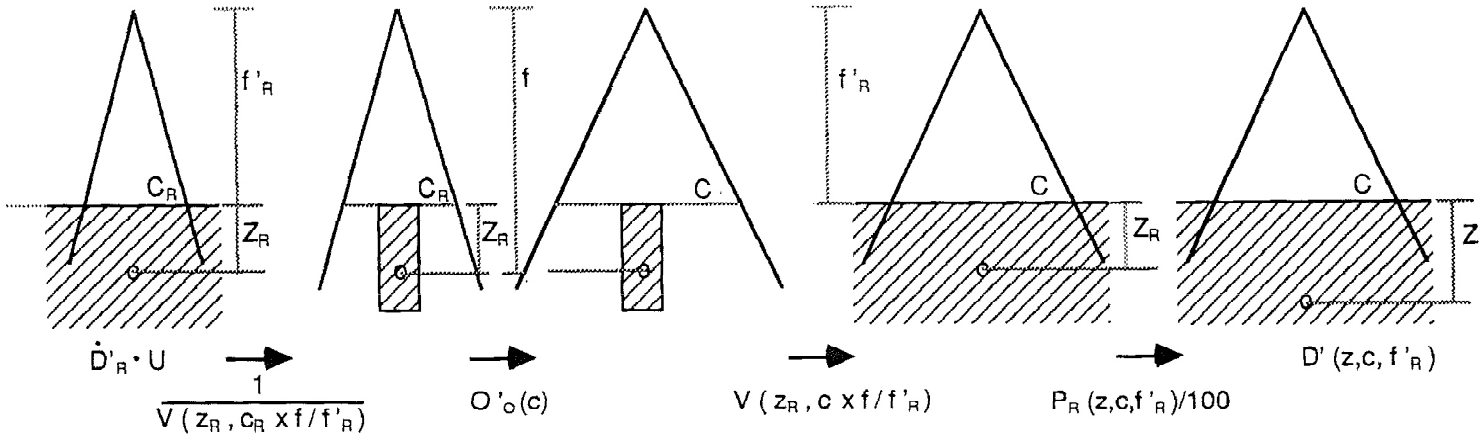


Figure 5-7 : Conditions of measurement for the derivation of the dose $D'(z,c,f'_R)$, at a fixed source-skin distance, from the dose per monitor unit or per unit of time $\dot{D}'_R$ in reference conditions, and the output ratio $O'_0(c)$ in a mini-phantom.

$$D'(z,c,f'_R) = \dot{D}'_R \bullet U \bullet O'_0(c) \bullet \frac{V(z_R, c \times f / f'_R)}{V(z_R, c_R \times f / f'_R)} \bullet P_R(z,c,f'_R) / 100$$

Monitorberechnung für anderen SSD

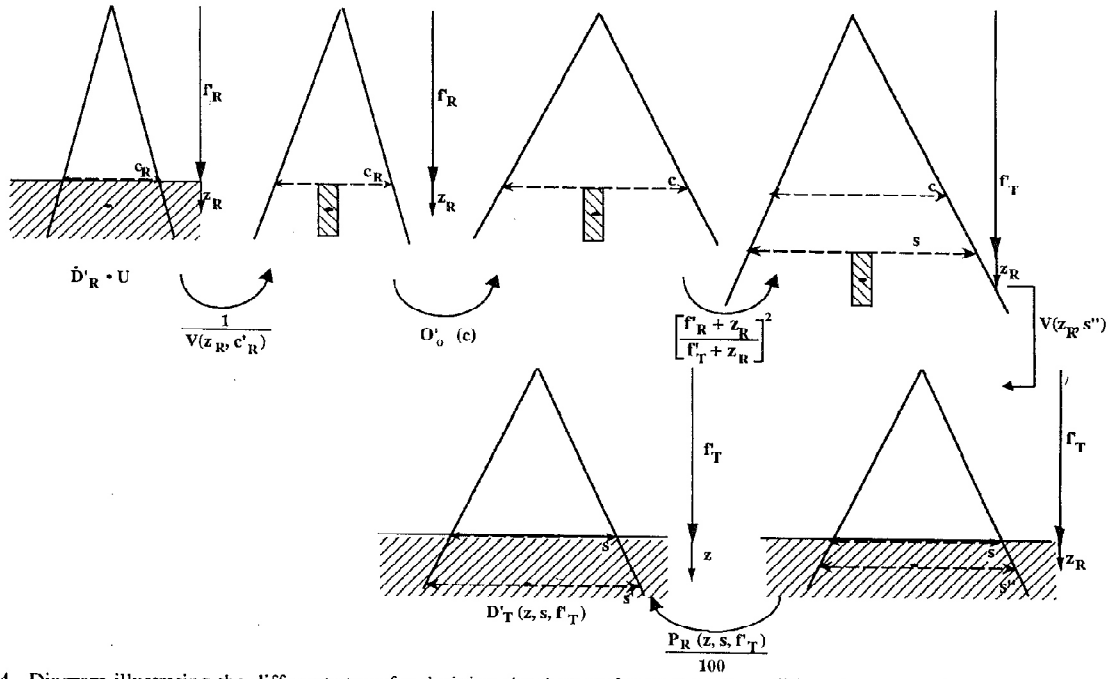
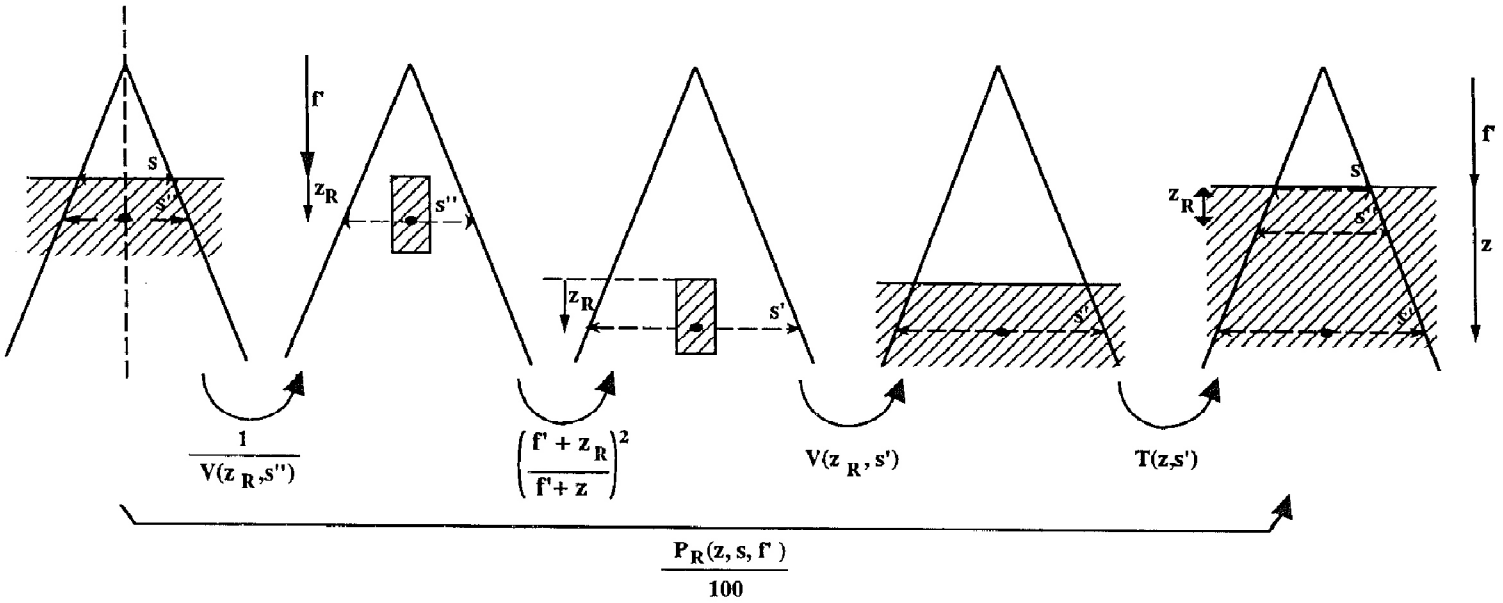


Figure 7-4. Diagram illustrating the different steps for deriving the dose under treatment conditions in an open beam at a source-skin distance f'_T from the dose per monitor unit under reference conditions $\dot{D}'_R$ measured at the reference source-skin distance f'_R.

$$D'_T(z,s,f'_T) = \dot{D}_R \bullet U \bullet O'_0(c) \bullet \left[\frac{f'_R + z_R}{f'_T + z_R}\right]^2 \bullet \frac{V(z_R,s'')}{V(z_R,c'_R)} \bullet \frac{P_R(z,s,f'_T)}{100} \qquad (7.12)$$

Umrechnung TPR in PDD



f in (A1.3) muss f´ sein

Fig. A.1.1 : Diagram illustrating the relationship between the reference percentage depth dose $P_R/100$ and the tissue-phantom ratio T.

$$P_R(z,s,f') = 100 \cdot T(z,s') \cdot \frac{V(z_R,s')}{V(z_R,s'')} \cdot \left(\frac{f+z_R}{f+z}\right)^2 \qquad (A1.3)$$

PDD auf anderen Abstand umrechnen

$$P_R(z,s,f'_T) = P_R(z,s,f'_R) \cdot \frac{T(z,\, s'_T)}{T(z,\, s'_R)} \cdot \frac{V(z_R,s'_{T)}}{V(z_R,s'_R)} \cdot \frac{V(z_R,s''_{R)}}{V(z_R,s''_T)} \cdot \left[\left(\frac{f'_T + z_R}{f'_T + z}\right) \cdot \left(\frac{f'_R + z}{f'_R + z_R}\right)\right]^2 \qquad \text{(A.1.4)}$$

In Näherung, dass TPR und V unabhängig vom SSD und damit unabhängig von der Strahldivergenz sind, gilt:

$$P_R(z,s,f'_T) = P_R(z,s,f'_R) \cdot \left[\left(\frac{f'_T + z_R}{f'_T + z}\right) \cdot \left(\frac{f'_R + z}{f'_R + z_R}\right)\right]^2 \qquad \text{(A.1.5)}$$

Abhängigkeiten

- Bei gleicher Feldgröße am Messort sind das Gewebe-Phantom-Verhältnis (TPR), der totale Streufaktor (Outputfaktor), der Strahlerkopfstreufaktor (HSF) sowie der Phantomstreufaktor (PSF) in guter (klinischer) Näherung unabhängig vom Fokus-Messort-Abstand

- In Tiefen ab dem Dosismaximum ist der Strahlerkopfstreufaktor weitgehend unabhängig von der Tiefe

Phantomstreufaktor

- Der Phantomstreufaktor (PSF) kann nicht direkt gemessen werden, da die Phantomstreuung nicht unabhängig von der Strahlerkopfstreuung variiert werden kann. Aber er kann aus dem Quotienten Outputfaktor (TSF) und Head-Scatter Factor (HSF) berechnet werden:

$$PSF(z_R, s) = \frac{TSF(z_R, s)}{HSF(z_R, s)}$$

- Bei näherer Betrachtung müsste es heißen:

$$PSF(z_R, s_{p,äq}) = \frac{TSF(z_R, s_{p,äq}, s_{k,äq})}{HSF(z_R, s_{k,äq})}$$

dabei sind $s_{p,äq}$ die auf die Phantomstreuung bezogene äquivalente Feldgröße und $s_{k,äq}$ die auf die Strahlerkopfstreuung bezogene äquivalente Feldgröße. Beide können geringfügig unterschiedlich sein, was man aber in der Praxis kaum beachtet

Ende

… und danke für eure Aufmerksamkeit,