



Dosimetrie
Protokoll vom 08.11.2019

Einfluss verschiedener Messbedingungen auf den Verlauf der Tiefendosiskurve

Dozent: Dr. Oliver Dohm
Protokollantin: Carina Hinterkopf

Inhaltsverzeichnis

1	VORBEREITUNGEN	3
1.1	AUFBAU VON WASSERPHANTOM UND MESSVORRICHTUNG.....	3
1.2	EINSTELLUNGEN AM PC	3
2	EINFLUSS VERSCHIEDENER FAKTOREN AUF DEN VERLAUF DER TIEFENDOSISKURVE	3
2.1	ABSTANDSQUADRATGESETZ: EINFLUSS DES SSD AUF DIE DOSIS	4
2.2	EINFLUSS DER FELDGROSSE AUF DIE DOSISVERTEILUNG	5
2.3	EINFLUSS DER MESSKAMMER AUF DIE TIEFENDOSISKURVE	8
3	FAZIT UND ARBEITSANWEISUNG.....	8
4	LITERATUR.....	9

1 Vorbereitungen

1.1 Aufbau von Wasserphantom und Messvorrichtung

Das Wasserphantom der Firma PTW Freiburg wird am LINAC G (Elekta, 6 MeV) des Universitätsklinikums Tübingen gemeinsam aufgebaut. Dies erfolgt wie im Protokoll zum 25.10.19 erläutert. Es findet eine exakte Ausrichtung des Phantoms statt, sowie die präzise Einstellung der Referenz- und Nullpunkte. Zuletzt wird die Gantrykipfung geprüft, wozu die Wasserwaage am äußeren Gantring angesetzt werden muss. Die Ausrichtung der Gantry kann entweder mittels Handsteuerung erfolgen oder mechanisch im Technikraum.

Als Referenzkammer wird die $0,3\text{cm}^3$ Fingerhutkammer der Firma PTW, als Messkammer die $0,125\text{cm}^3$ vom gleichen Typ gewählt. Die eingestellte Spannung beträgt 400V, wobei im weiteren Verlauf des Praktikums beim Einsatz der Rooskammer die Spannung auf 200V angepasst wird.

1.2 Einstellungen am PC

Am linken Computer werden unter anderem die Feldgröße und die Bestrahlungszeit eingestellt. Für ein „dauerhaftes“ Strahlen muss die Zeitabhängigkeit angewählt werden, wobei keine Bestrahlungszeit eingetragen wird. Die gelbe Taste der Konsole dient daher zur Unterbrechung zwischen den Messungen.

Am rechten Arbeitsplatz wird nach der Anmeldung das Bestrahlungsbuch aufgerufen zur Eintragung der heutigen Messdaten. Die Angaben müssen nach Abschluss aller Messungen vervollständigt werden.

Im Messprogramm „Mephysto“ wird erst der „Check of Beam Center“ durchgeführt, bevor anschließend unter „relativer Dosimetrie“ die einzelnen Messungen gestartet werden können. Die Messergebnisse und Kurven werden in einem neuen Ordner abgelegt, welcher mit dem Datum des heutigen Tages benannt ist.

2 Einfluss verschiedener Faktoren auf den Verlauf der Tiefendosiskurve

Im heutigen Praktikum wird der Einfluss verschiedener Messbedingungen auf den Verlauf der Tiefendosiskurve überprüft, beginnend mit dem Abstandsquadratgesetz.

2.1 Abstandsquadratgesetz: Einfluss des SSD auf die Dosis

Gemäß Abstandsquadratgesetz nimmt die Strahlenintensität einer punktförmigen Quelle proportional zum Quadrat des Abstandes zur Strahlenquelle ab. Das Dosisflächenprodukt ist allerdings gleichbleibend. In Abbildung 1 ist das Abstandsquadratgesetz bildlich dargestellt.

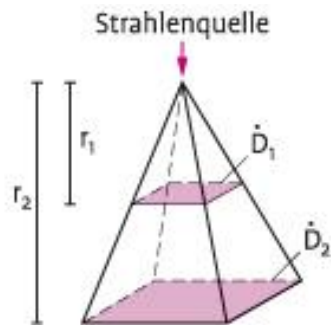


Abb. 1: Abstandsquadratgesetz

Wir nehmen an, dass bei Reduzieren des SSD (Source-Surface-Distance, Fokus-Oberflächen-Abstand FOA), wenn die Strahlenquelle also näher am Objekt ist, weniger Streustrahlung auftritt.

Zur Überprüfung des Abstandsquadratgesetzes werden mehrere Felder gemessen unter Veränderung des SSD, wobei die Feldgröße angepasst wird, sodass das bestrahlte Volumen in etwa gleich ist. In diesem Fall Feldgröße 11x11cm in 10cm Tiefe. Die Messungen erfolgen bei SSD=85cm, SSD=100cm und SSD=120cm. Aufgrund der Divergenz der Strahlung wurde die einzustellende Feldgröße mittels Strahlensatz wie folgt berechnet.

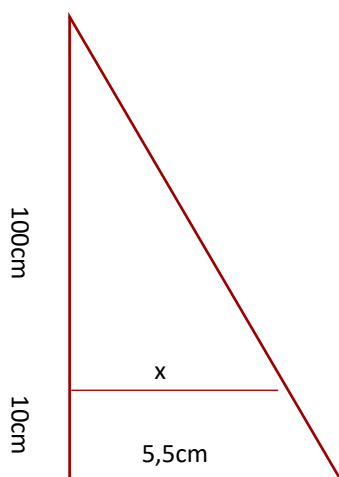


Abb. 2: Skizze zur Berechnung der Feldgröße

Feldgröße 10x10cm bei SSD=100cm

$$\frac{x}{5,5\text{cm}} = \frac{100\text{cm}}{110\text{cm}} \text{ für SSD=100cm (} x_1=x_2=y_1=y_2=5\text{cm)}$$

analog dazu:

$$\frac{x}{5,5\text{cm}} = \frac{100\text{cm}}{95\text{cm}} \text{ für SSD=85cm (} x_1=x_2=y_1=y_2=5,8\text{cm)}$$

$$\frac{x}{5,5\text{cm}} = \frac{100\text{cm}}{130\text{cm}} \text{ für SSD=120cm (} x_1=x_2=y_1=y_2=4,25\text{cm)}$$

Die Einstellung der Feldgröße am Computer muss manuell erfolgen.

Für den SSD von 120cm muss etwas Wasser aus dem Wasserphantom abgelassen werden.

Die drei gemessenen Tiefendosiskurven sind in Abbildung 3 dargestellt.

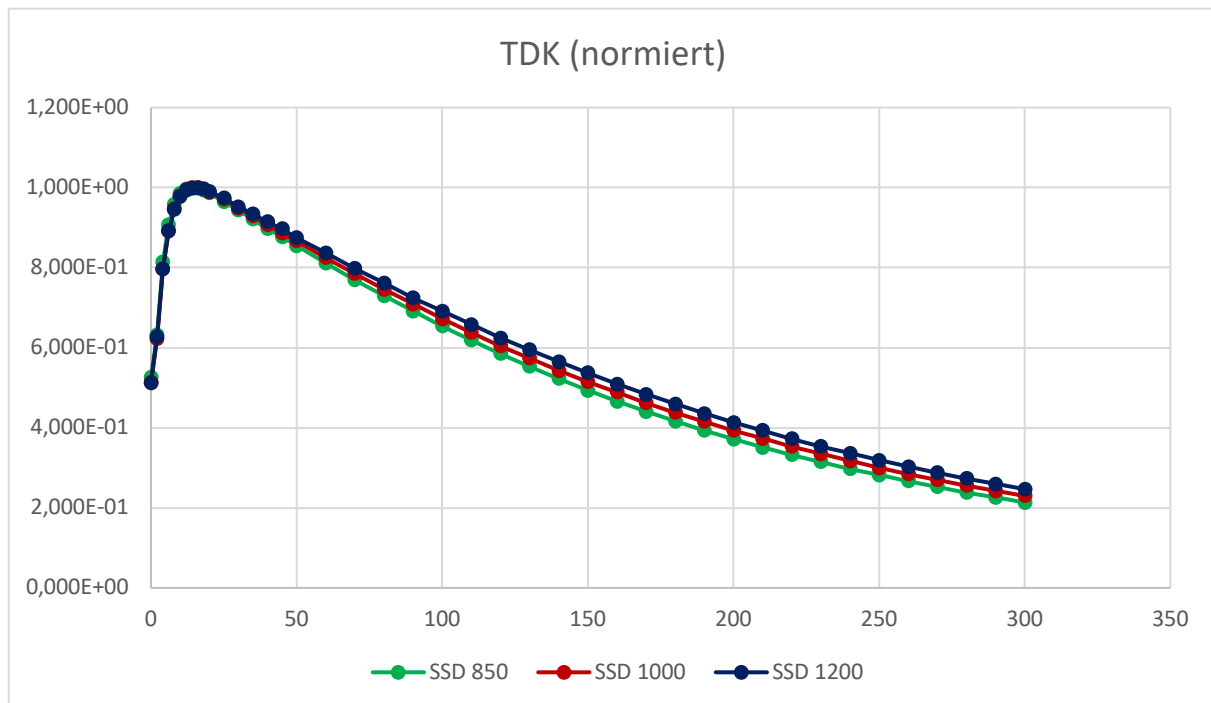


Abbildung 3: Tiefendosiskurven bei verändertem SSD

Auffällig ist hierbei, dass die Messwerte bei SSD=85cm schneller abnehmen, als bei den anderen beiden Kurven. Diese Tatsache ist mit dem stärkeren Einfluss des Abstandsquadratgesetzes bei kleinerer Entfernung zur Strahlenquelle begründbar. Des Weiteren wurde ein höheres Dosismaximum bei kleinem Abstand zur Strahlenquelle erwartet.

2.2 Einfluss der Feldgröße auf die Dosisverteilung

Als weiterer Punkt soll die Größe des Bestrahlungsfeldes als Einflussfaktor geprüft werden. Hierfür werden verschiedene Feldgrößen eingestellt bei gleichbleibendem SSD von 100cm. Es werden ein 5x5cm Feld mit einem 10x10cm und einem 30x30cm Feld verglichen. Hierbei zeigt sich ein steilerer Abfall der Tiefendosiskurve bei kleineren Feldern (Abb. 4).

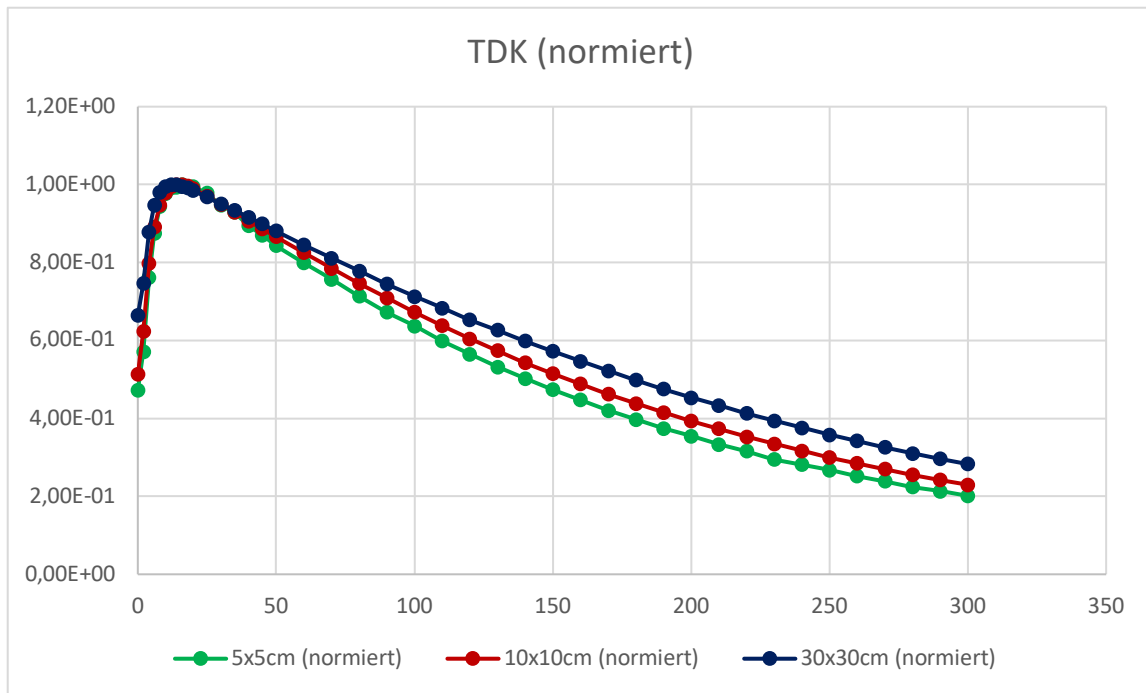


Abb. 4: TDK bei verschiedenen Feldgrößen

Außerdem fällt auf, dass bei größeren Feldern der niederenergetische Strahlenanteil größer ist. Als Ursache kann die Streustrahlung genannt werden, da bei großen Feldern nicht nur Streustrahlung aus dem Feld austritt, sondern auch eine Rückstreuung ins Feld erfolgt (siehe Abbildung 5).

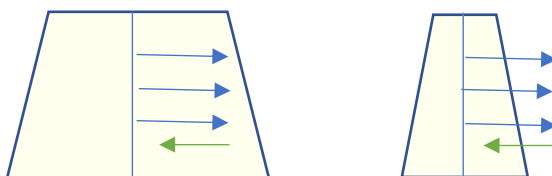
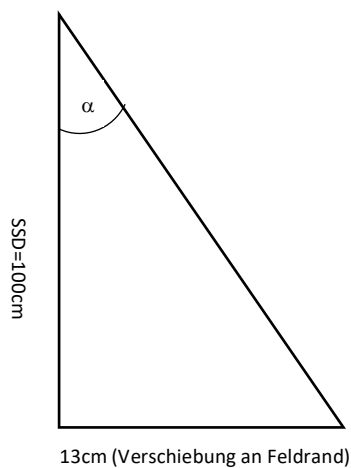


Abb. 5: Rückstreuung in großen und kleinen Feldern

Die bisherigen Messungen wurden entlang des Zentralstrahls (ZS) durchgeführt. Im Anschluss wird der Verlauf der bisherigen Tiefendosiskurve des 30x30cm Feldes mit zwei weiteren Kurven verglichen. Eine Messung erfolgt im 30x30cm Feld am Feldrand, d.h. Verschiebung entlang der A-Achse um 13cm. Beim dritten 30x30cm Feld wird eine Gantrykipfung simuliert um somit den Weg der Sonde zu beeinflussen. Die Berechnung des Gantrywinkels α erfolgt wie in Abbildung 5 dargestellt. Der tatsächliche Gantrywinkel bleibt jedoch 0° , lediglich dem Messsystem wird eine Kippung auf $352,6^\circ$ vorgetäuscht.



$$\alpha = 7,4^\circ$$

$$(\text{Berechnung mittels } \tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{13\text{cm}}{100\text{cm}})$$

Abb. 5: Berechnung des Gantrywinkels

Im abfallenden Bereich der Tiefendosiskurve verlaufen die beiden Messungen abseits des Zentralstrahls (off-axis) unterhalb der Tiefendosiskurve im ZS. Dies hängt mit dem Ausgleichskörper des Systems zusammen, welcher mittig etwas stärker ist als seitlich. Der Ausgleichskörper bewirkt allgemein eine Aufhärtung der Strahlung, wobei der niederenergetische Anteil der Strahlung mittig stärker absorbiert wird. Einen noch bedeutenderen Einfluss hat jedoch der Compton-Effekt: niederenergetische Strahlung wird stärker zur Seite gestreut, wohingegen die höherenergetischen Elektronen und Photonen eine stärkere Vorwärtsstreuung erfahren. Am Feldrand ist der Anteil an niederenergetischer Streustrahlung somit höher. Die gemessenen Kurven hierzu sind in Abbildung 6 dargestellt.

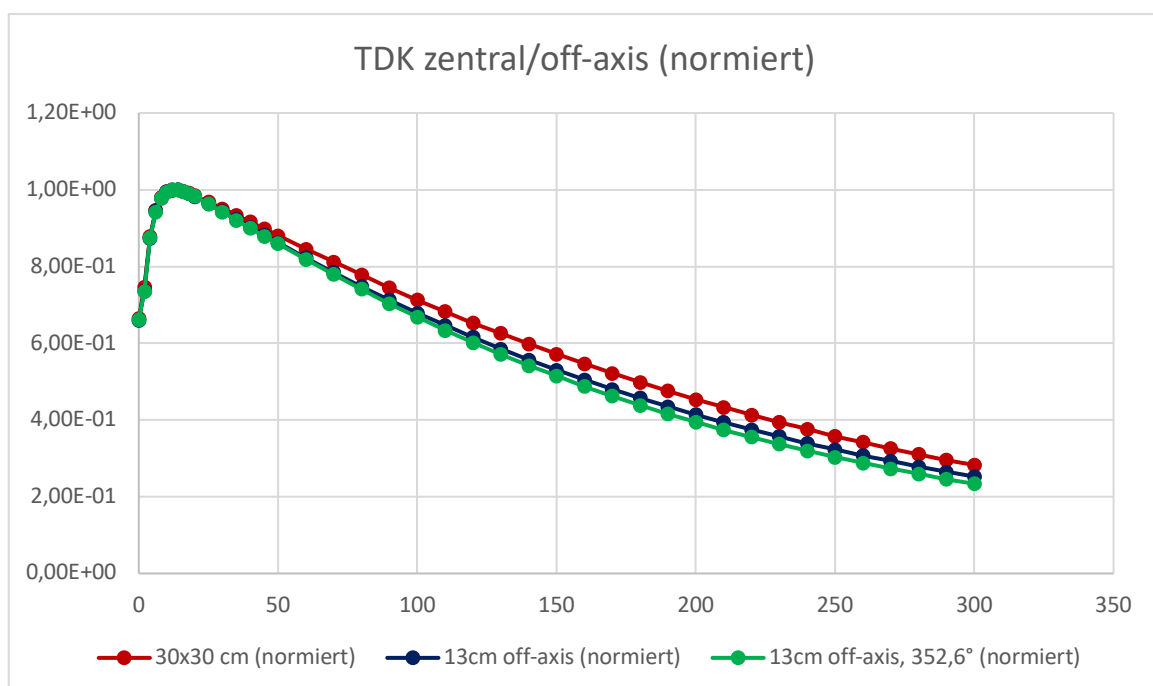


Abb. 6: Tiefendosiskurven im ZS und abseits des ZS

2.3 Einfluss der Messkammer auf die Tiefendosiskurve

Die bisherigen Werte wurden mit einer zylindrischen Fingerhut-/Kompaktkammer der Firma PTW Freiburg (Semiflex 0,125cm³) und der Referenzkammer Semiflex 0,3cm³ gemessen. Die Fingerhutkammer ist hier der Standard für die Messung von Photonenstrahlung. Bei Elektronenstrahlung oder bei Fokus auf die Oberflächendosis wird in der Abteilung eine Flachkammer der Firma PTW Freiburg eingesetzt. Diese ist in der bisherigen DIN 6800-2 allerdings nicht für Absolutmessungen bei Photonenstrahlung zugelassen.

Um bei den Messreihen den Einfluss der Messkammer auf den Verlauf der Tiefendosiskurve zu überprüfen wird die bisher verwendete Kompaktkammer durch eine Flachkammer (Roos-Kammer, Plattenkondensator mit 2mm Plattenabstand) ersetzt. Es ist darauf zu achten, dass sich beim Einsetzen unter der Messkammer keine Luftblase bildet.

Die Breite der Messkammer spielt insbesondere bei kleinen Feldern eine Rolle, wenn die Kammer im Halbschatten misst. Ob die Art der Messkammer einen Einfluss hat wird mittig im 10x10cm Feld ermittelt. Hier kann beobachtet werden, dass bei einer Fahrtrichtung der Messkammer von oben nach unten im Wasserphantom Stufen im Messprofil sichtbar sind. Als Ursache hierfür können die Oberflächenspannung des Wassers und die Wellenbildung durch die Bewegungsrichtung genannt werden. Daher ist es wichtig bei Verwendung der Flachkammer die Fahrtrichtung von unten nach oben einzustellen.

Bei korrekter Durchführung sind die beiden Messkurven nahezu deckungsgleich, lediglich im Aufbaubereich weichen die Messergebnisse der beiden Messkammern voneinander ab.

3 Fazit und Arbeitsanweisung

Abschließend kann festgehalten werden, dass sowohl der SSD und die Feldgröße, als auch die eingesetzte Messkammer Einfluss auf den Verlauf der Tiefendosiskurve haben.

Folglich müssen Vergleichs- und Kontrollmessungen am Linearbeschleuniger stets bei identischen Einstellungen mit derselben Messvorrichtung erfolgen um eine Aussage über die Energie treffen zu können.

Als Hausaufgabe sollen die Studenten die gemessenen Werte bei verändertem SSD mittels Abstandsquadratgesetz errechnen und die Graphen mit den tatsächlich gemessenen Graphen vergleichen.

4 Literatur

<https://www.pschyrembel.de/Abstandsquadratgesetz/K01H5> (28.11.2019)