



# Vergleich von Tiefendosiskurven bei unterschiedlichen Messbedingungen

Versuch vom 09.11.2018

Christina Winter  
16.11.2018

# Inhalt

|                                              |   |
|----------------------------------------------|---|
| <b>1. Theorie</b>                            | 2 |
| 1.1 Abstandsquadratgesetz                    | 2 |
| <b>2. Zielsetzung</b>                        | 3 |
| <b>3. Material und Methode</b>               | 3 |
| 3.1 Messung mit verschiedenen SSD            | 3 |
| 3.2 Messung mit verschiedenen Feldgrößen     | 4 |
| 3.3 Messung im Zentralstrahl und am Feldrand | 4 |
| 3.4 Messung mit verschiedenen Messkammern    | 5 |
| <b>4. Ergebnisse und Diskussion</b>          | 5 |
| 4.1 Messung mit verschiedenen SSD            | 5 |
| 4.2 Messung mit verschiedenen Feldgrößen     | 7 |
| 4.3 Messung im Zentralstrahl und am Feldrand | 7 |
| 4.4 Messung mit verschiedenen Messkammern    | 8 |

# 1. Theorie

## 1.1 Abstandsquadratgesetz

Bei punktförmigen Strahlenquellen, von denen sich die Strahlung geradlinig und ohne Streuung oder Absorption bis zum Abstand  $r$  ausbreitet, kann folgendes Gesetz zu Grunde gelegt werden:

$$I(r) = \frac{I_0}{4\pi r^2}$$

Das bedeutet, dass die Intensität der Strahlung mit doppeltem Abstand auf  $\frac{1}{4}$  reduziert wird, da sich die Strahlung „kugelförmig“ ausbreitet und ihre Intensität über die gesamte Oberfläche verteilt. Mathematisch wird dieses Verhältnis zwischen Strahlungsintensität und Abstand  $r$  wie folgt beschrieben:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

Dieses Gesetz gilt nur für Photonen und ihre Quelle kann erst dann als punktförmig angesehen werden, wenn  $r \gg d_{\text{Quelle}}$ .

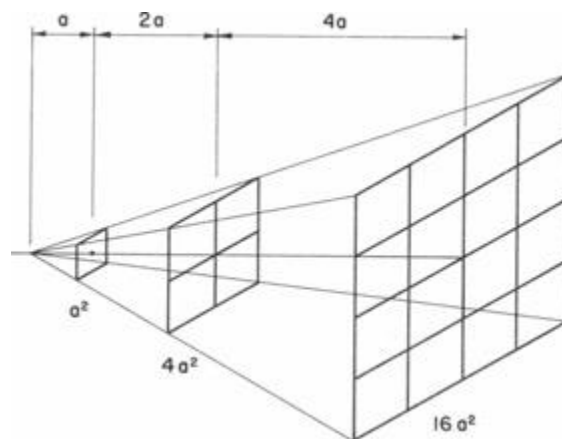


Abb. 1 Abstandsquadratgesetz

## 2. Zielsetzung

Im Rahmen dieses Praktikum wurden Tiefendosiskurven unter verschiedenen Bedingungen aufgenommen und miteinander verglichen um folgendes zu untersuchen:

- a) Vergleich von Tiefendosiskurven bei unterschiedlichen SSD zur Untersuchung des Abstandquadratgesetzes
- b) Vergleich der Tiefendosiskurven bei unterschiedlichen Feldgrößen um den Einfluss der Streustrahlung zu untersuchen
- c) Vergleich der Tiefendosiskurven gemessen im Zentralstrahl und am Feldrand um den Einfluss der Streustrahlung zu untersuchen
- d) Vergleich der Tiefendosiskurven gemessen mit unterschiedlichen Messkammern um den Einfluss der Tiefenausdehnung der Messkammern zu überprüfen

## 3. Material und Methode

Die Messungen wurden allesamt am LINAC G (Fa. Philips) des Universitätsklinikum Tübingen durchgeführt. Als Phantom diente ein Wasserphantom der Firma PTW Freiburg. Die verwendeten Messkammern waren ebenfalls von PTW Freiburg. Als Messkammern dienten die Semiflex 0,3 cm<sup>3</sup> (Referenzkammer), die Semiflex 0,125cm<sup>3</sup> (Messkammer) und die Roos-Kammer (Flachkammer) im Vergleich zur Semiflex 0,125cm<sup>3</sup> in Bezug auf die Tiefenausdehnung. Die Spannung der verwendeten Messkammern muss für die Semiflex auf 400V und für die Roos-Kammer auf 200V eingestellt werden. Das Wasserphantom wurde wie im Protokoll vom 26.10.2018 aufgebaut und ausgerichtet, inklusive der Einstellung des Referenzpunktes, Limitpunkte und Nullpunkt auf allen Achsen. Gantry- sowie Kollimatorwinkel wurden auf 0° eingestellt um zu gewährleisten, dass der Photonenstrahl senkrecht auf die Wasseroberfläche trifft.

Vor Beginn der Messungen wurde die HT-Zeit in das Betriebstagebuch eingetragen und das Programm „Mephysto“ zur Aufnahme und Auswertung der Messungen geöffnet. Damit wurde zuerst ein „Check of Beam Center“ durchgeführt, um mittels der Aufnahme von Querprofilen in 5cm und 25cm Tiefe entlang der beiden Hauptachsen (Crossplane und Inplane) den Nullpunkt der Messsonde zu bestimmen und einzustellen.

### 3.1 Messung mit verschiedenen SSD

Gemessen wurden Tiefendosiskurven bei unterschiedlichen SSD (Source-Surface-Distance). Dazu dienten die Abstände 85cm, 100cm und 115cm. Um die Kurven besser vergleichen zu können, mussten die zu erwartenden Messfehler so gering wie möglich gehalten werden (unter anderem die sich verändernden Streuanteile).

Dazu wurde für alle Messungen eine Feldgröße von 11cmx11cm in 10cm Tiefe zu Grunde gelegt. Auf Grund der Divergenz der Strahlung musste daher für jeden SSD die einzustellende Feldgröße in der SID (Source-Isocenter-Distance) errechnet werden. Dies erfolgte mittels des Strahlensatzes.

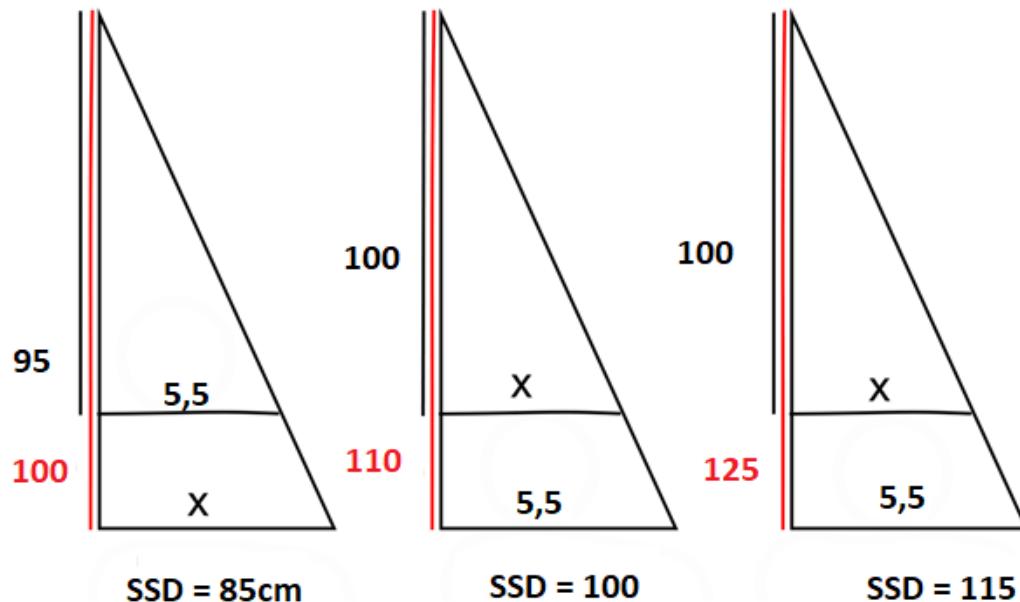


Abb. 2 Berechnung der Feldgrößen in 100cm Abstand vom Fokus mit Hilfe des Strahlensatzes

Daraus ergibt sich:

$$\begin{aligned} \text{SSD} = 85\text{cm:} \quad \frac{x}{5,5} &= \frac{100}{95} \rightarrow x = 5,8\text{cm} \\ \text{SSD} = 100\text{cm:} \quad \frac{x}{5,5} &= \frac{100}{110} \rightarrow x = 5\text{cm} \\ \text{SSD} = 115\text{cm:} \quad \frac{x}{5,5} &= \frac{100}{125} \rightarrow x = 4,4\text{cm} \end{aligned}$$

### 3.2 Messung mit verschiedenen Feldgrößen

Gemessen wurden Tiefendosiskurven bei einem SSD von 100cm und unterschiedlichen Feldgrößen (10cmx10cm, 5cmx5cm und 30cmx30cm) um den Einfluss der Streustrahlung zu untersuchen

### 3.3 Messung im Zentralstrahl und am Feldrand

Hierbei wurde das aus der letzten Messung eingestellte 30cmx30cm Feld als Referenz verwendet. Dabei befand sich die Messkammer im Zentralstrahl. Jetzt wurde die Messkammer um 13cm entlang der A-Achse zum Feldrand hin verschoben und eine Tiefendosiskurve aufgenommen. Da diese jedoch parallel zum Zentralstrahl gemessen wurde, wurde für eine weitere Messung der

Divergenzwinkel der Strahlung berechnet. Dieser wurde dem Programm dann als Gantrywinkel vorgegeben (Achtung: Nur den Gantrywinkel im Programm ändern. Nicht an der Gantry selbst). Der Winkel lässt sich wie folgt berechnen:

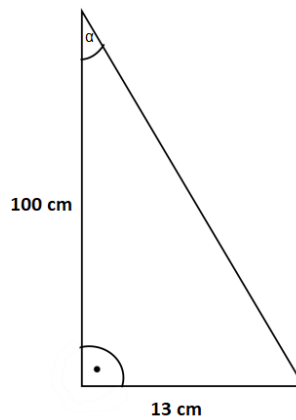


Abb. 3 Berechnung des Gantrywinkels

$$\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{13 \text{ cm}}{100 \text{ cm}} \rightarrow \alpha = 7,4^\circ$$

### 3.4 Messung mit verschiedenen Messkammern

Um den Einfluss der Kammerart auf den Verlauf einer Tiefendosiskurve zu untersuchen (insbesondere in Bezug auf die Tiefenausdehnung der Kammer) wurde das ganz zu Beginn des Praktikums eingestellte Feld von 10cmx10cm und einem SSD von 100cm erneut eingestellt. Jedoch wurde jetzt nicht mit der Kompaktkammer (Semiflex 0,125cm<sup>3</sup>), sondern mit der Roos-Kammer gemessen. Die Roos-Kammer (0,35cm<sup>3</sup>) ist eine Flachklammer mit einer Tiefenausdehnung von 2mm, wohingegen die Kompaktkammer eine Tiefenausdehnung von 5mm besitzt.

## 4. Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Messung mit verschiedenen SSD

Es fällt auf, dass die Tiefendosiskurve bei einem SSD von 85cm einen steileren exponentiellen Abfall hat und in diesem Bereich unterhalb der Kurven von 100cm und 115cm SSD verläuft. Dies liegt daran, dass je geringer der SSD, desto höher der Einfluss des Abstandsquadratgesetz.

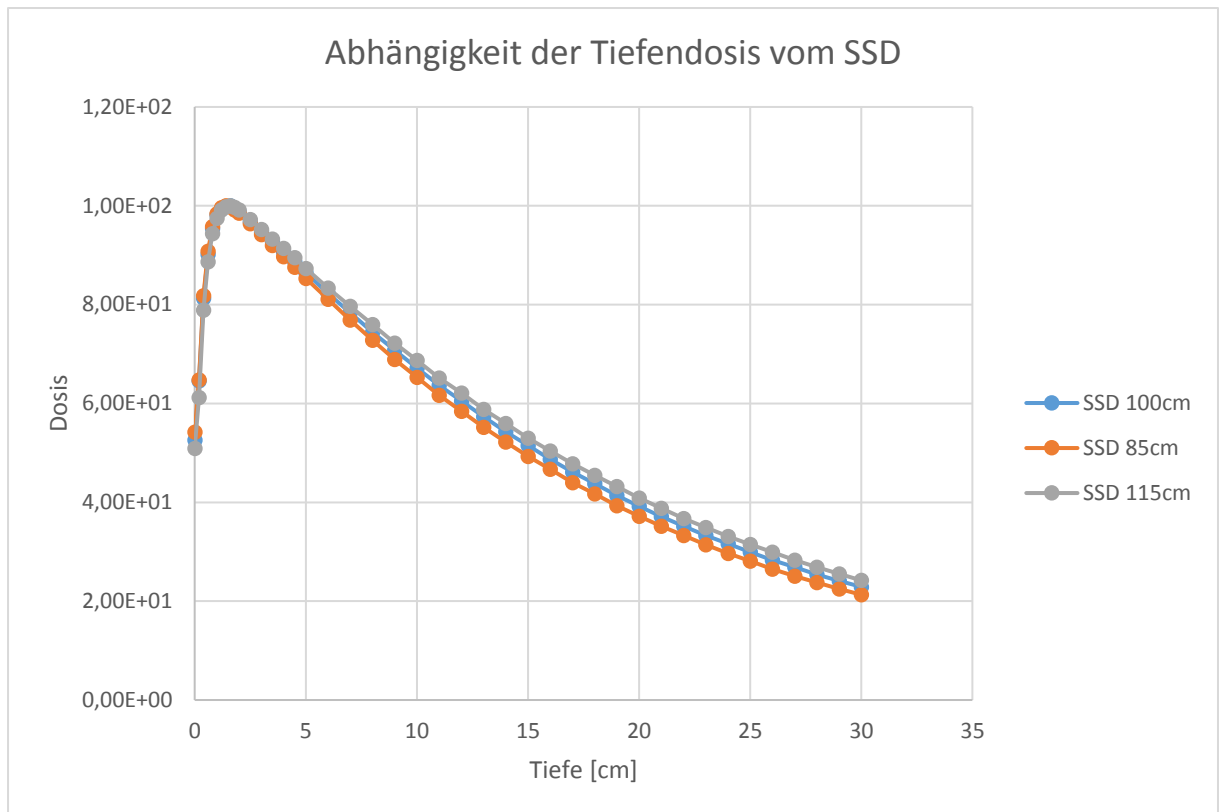


Abb. 4 Tiefendosisverlauf bei unterschiedlichen SSD

Das heißt, dass der Dosisabfall zur Tiefe umso steiler ist, je kleiner der SSD. Des Weiteren sieht man, dass das Dosismaximum bei kleinerem SSD höher ist. Dies ist ebenso auf das Abstandsquadratgesetz zurück zu führen. Mit zunehmenden Abstand nimmt die Dosis ab.

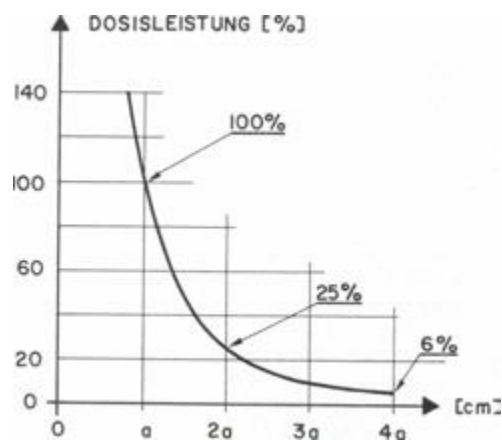


Abb. 5 Graphische Darstellung des Abstandsquadratgesetz

## 4.2 Messung mit verschiedenen Feldgrößen

Hier fällt auf, dass je größer das Feld, umso geringer ist der Dosisabfall im exponentiellen Bereich. Dies liegt daran, dass mehr Streustrahlung durch das Phantom entsteht (Phantomstreuung).

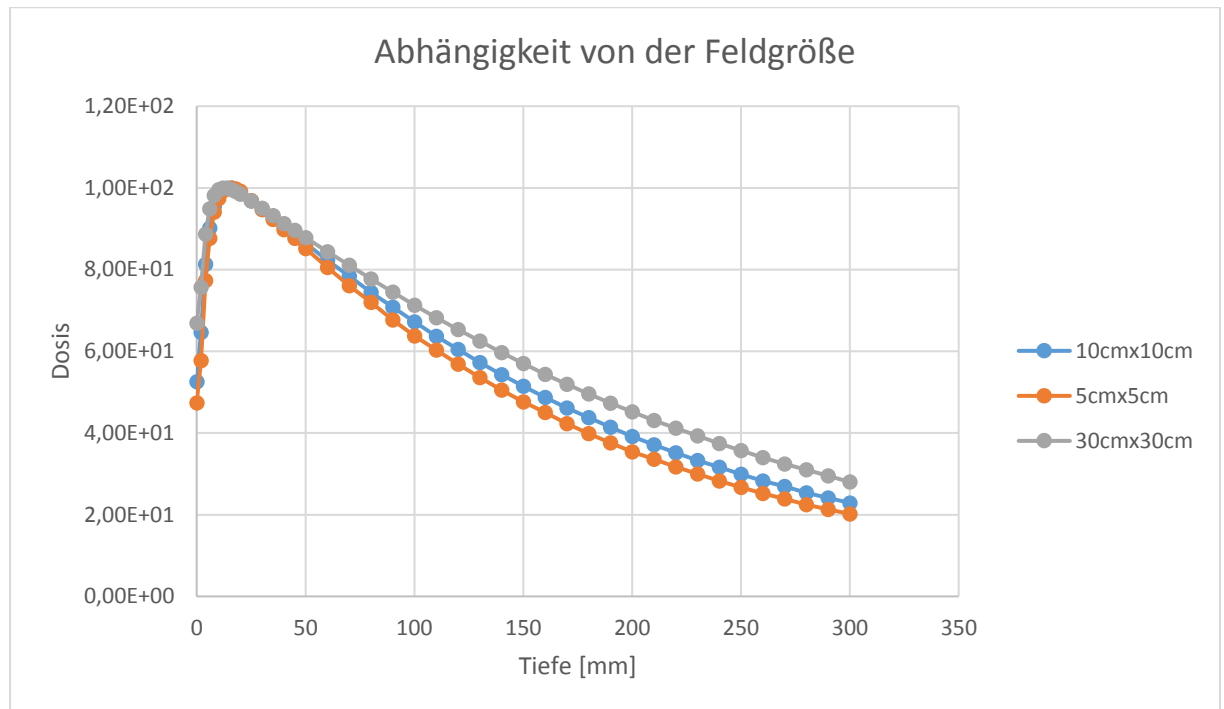


Abb. 6 Tiefendosisverlauf bei unterschiedlichen Feldgrößen

## 4.3 Messung im Zentralstrahl und am Feldrand

Die Tiefendosiskurve, die im Zentralstrahl gemessen wurde, liegt über denen die am Feldrand gemessen wurden. Dies liegt daran, dass am Feldrand ein höherer Anteil an niederenergetischer Comptonstreuung vorhanden ist. Des Weiteren werden die niederenergetischen Photonen im Zentralstrahl durch den Ausgleichsfilter im Strahlerkopf stärker herausgefiltert als am Feldrand. Sie erfahren eine deutlich stärkere Aufhärtung. Das heißt, dass die mittlere Energie der Photonen mit zunehmender Entfernung zum Zentralstrahl geringer wird. Die beiden am Feldrand aufgenommenen Kurven weichen mit zunehmender Tiefe voneinander ab. Dies liegt daran, dass der Schlitten beim „schräg“ fahren eine größere Wegstrecke zurück legen muss, als beim senkrecht nach oben fahren.

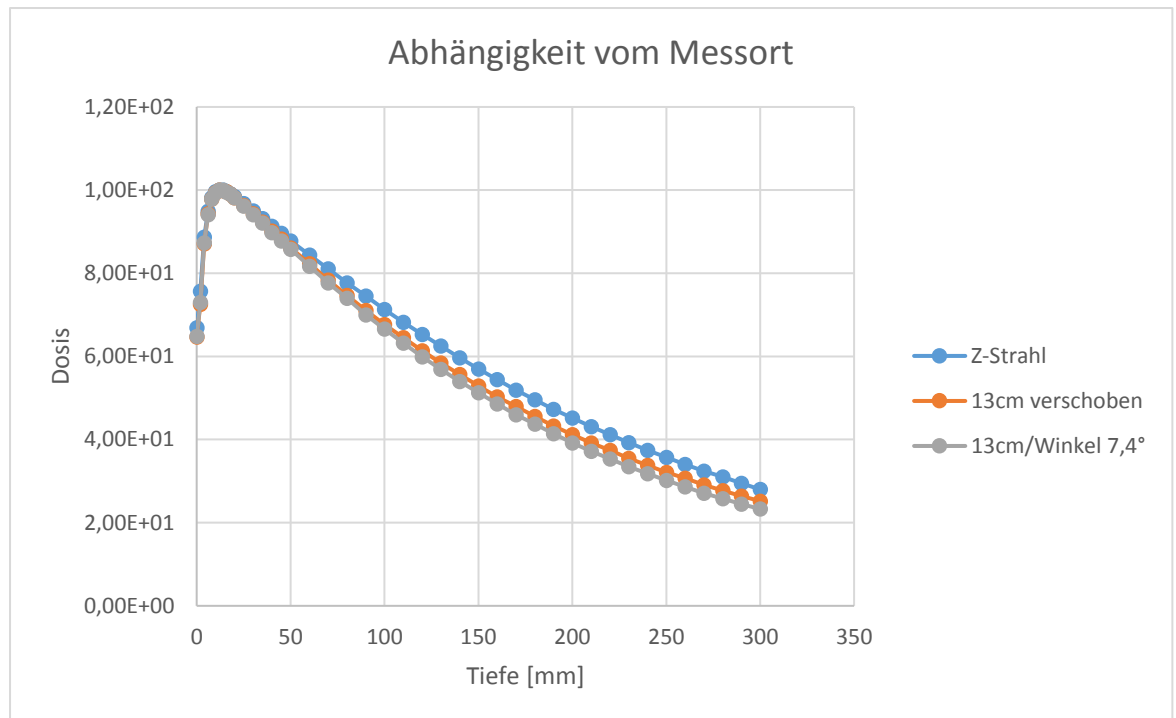


Abb. 7 Tiefendosisverlauf an unterschiedlichen Messorten

#### 4.4 Messung mit verschiedenen Messkammern

Die Messkurven der beiden Messkammern verlaufen im exponentiellen Bereich nahezu deckungsgleich. Lediglich im Aufbaubereich weisen sie minimale Unterschiede auf. Demnach ist es möglich Flachkammern für die Messung von Tiefendosiscurven bei Photonen zu verwenden, jedoch nicht für die Aufnahme von Querprofilen.

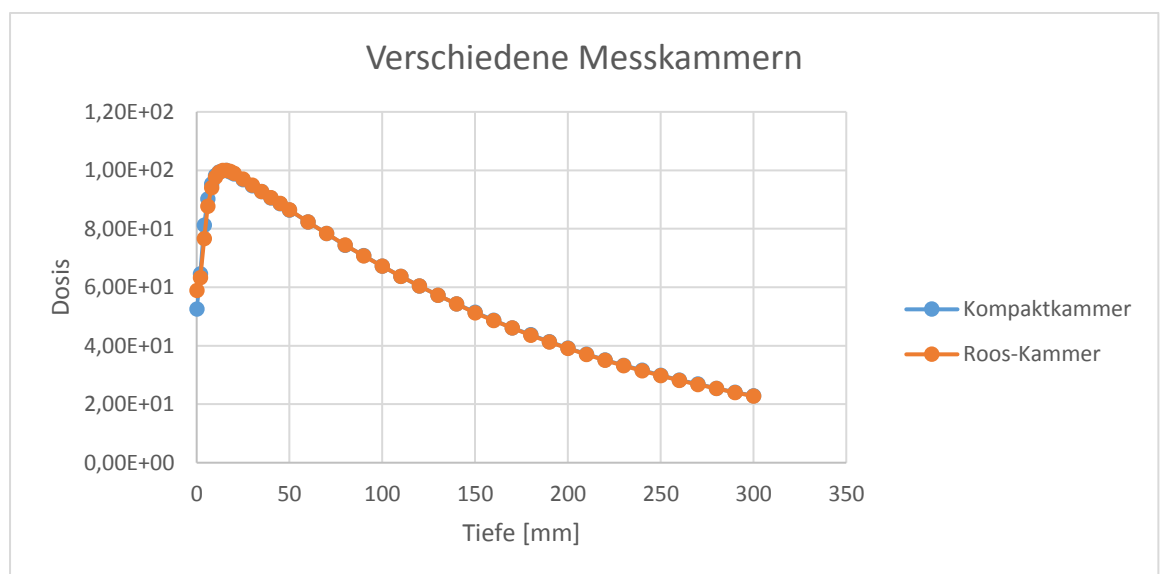


Abb. 8 Tiefendosisverlauf bei verschiedenen Messkammern

