



Vergleich von relativen Tiefendosiskurven unter verschiedenen Messbedingungen

Stephan Frick

Protokoll des BM6-Praktikums am 09.11.2018

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis.....	ii
Abbildungsverzeichnis.....	ii
1 Zielsetzung.....	1
2 Material und Methoden.....	1
2.1 Material.....	1
2.2 Methoden.....	2
2.2.1 Messung mit unterschiedlichen FOA.....	2
2.2.2 Messung mit unterschiedliche Feldgrößen.....	4
2.2.3 Messung entlang des Zentralstrahls und am Feldrand.....	4
2.2.4 Messung mit unterschiedlichen Messkammern.....	5
3 Ergebnisse und Diskussion.....	6
3.1.1 Messung mit unterschiedlichen FOA.....	6
3.1.2 Messung mit unterschiedliche Feldgrößen.....	9
3.1.3 Messung entlang des Zentralstrahls und am Feldrand.....	10
3.1.4 Messung mit unterschiedlichen Messkammern.....	11

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1.: Veranschaulichte Darstellung des Messaufbaus.....	2
Abbildung 2.: Einstellungen in Mephysto für einen FOA von 85 cm.....	3
Abbildung 3.: Veranschaulichung der senkrechten und schrägen/verschobenen Messung.....	4
Abbildung 4.: Tiefendosiskurven mit verschiedenen SSD bei gleichbleibender Feldgröße in 10 cm Tiefe.....	6
Abbildung 5.: Vergleich der Tiefendosiskurven zwischen gemessenen und von anderen FOA umgerechneten.....	7
Abbildung 6.: Abfall der Dosisleistung aufgrund des Abstandquadratgesetzes.....	8
Abbildung 7.: TDK mit unterschiedlichen Feldgrößen (FOA 100).....	9
Abbildung 8.: TDK entlang des Zentralstrahls und am Feldrand (senkrecht und schief).....	10
Abbildung 9.: Tiefendosiskurve gemessen mit einer Kompaktkammer (blau) und einer Flachkammer (orange).....	11

1 ZIELSETZUNG

Im Praktikum wurden relative Tiefendosiskurven (TDK¹) bezüglich folgender Messbedingen gemessen und untersucht:

- I. unterschiedliche Fokus-Oberflächen-Abstände (FOA); zur Untersuchung des Einflusses des Abstandquadratgesetzes (ABQ)
- II. unterschiedliche Feldgrößen; zur Untersuchung des Einflusses der Streustrahlung
- III. entlang des Zentralstrahls und am Feldrand; zur Untersuchung des Einflusses des Ausgleichfilters und der Streustrahlung
- IV. unterschiedlichen Messkammern; zur Untersuchung der Eignung von Flachkammern bzgl. TDK-Messungen gegenüber Kompaktkammern

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 MATERIAL

Alle Messungen der Tiefendosiskurven fanden am LINAC G (Fa. Philips) des Universitätsklinikum Tübingen statt. Dabei stand eine Photonenenergie von 6 MV zur Verfügung. Es wurden folgende Messmittel der Firma Physikalisch Technischen Werkstätten Freiburg verwendet²:

- Wasserphantom mit Truefix-System zur Messkammerpositionierung
- Unidos-System & Software Mephysto zur Wasserphantomsteuerung, Datenaufzeichnung und Datenanalyse
- Semiflex 0,3 cm³ (Kompaktkammer) als Referenzkammer; 400V Kammerspannung
- Semiflex 0,125cm³ (Kompaktkammer) als Messkammer; 400V Kammerspannung
- Roos-Kammer (Flachkammer; 0,35cm³ sensitives Messvolumen) als Messkammer zum Vergleich zu der 0,125cm³-Kammer; 200V Kammerspannung

Der genaue Aufbau und Positionierung ist identisch mit dem des Praktikums vom 26.10.2018 und lässt sich ausführlich im vorherigen Protokoll nachschlagen.

¹ Im englischen "Source to Surface-Distance" (SSD)

² Die genauen Daten der Messmittel lassen sich kostenlos im digitalen Blätterkatalog von PTW nachschlagen: http://www.ptw.de/fileadmin/data/download/catalogviewer/DETECTORS_Cat_en_16522900_11/blaetterkatalog/index.html?startpage=1#page_14

2.2 METHODEN

2.2.1 Messung mit unterschiedlichen FOA

Mit zunehmenden FOA nimmt aufgrund der Divergenz des Strahlenbündels auch dessen Feldgröße zu. Dies resultiert in einen höheren Streustrahlenanteil, da dadurch mehr Masse bestrahlt wird. Um den Einfluss des ABQ zu möglichst zu isolieren, wurde deshalb die Feldeinstellung bei allen verwendeten FOA so gewählt, dass in 10 cm Tiefe eine die Feldgröße von $11 \times 11 \text{ cm}^2$ vorherrschte (siehe Abbildung 1).

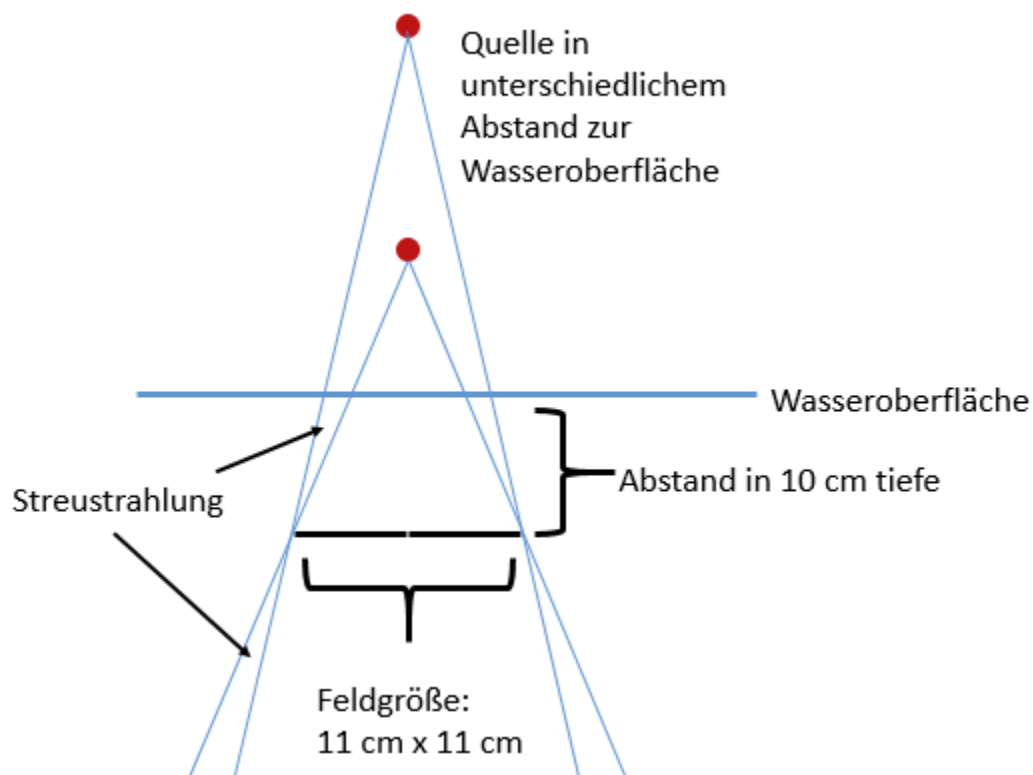


Abbildung 1.: Veranschaulichte Darstellung des Messaufbaus

Die Feldeinstellung wurde so gewählt, dass bei den jeweilig gewählten FOA in 10 cm Messtiefe eine Feldgröße von $11 \times 11 \text{ cm}^2$ vorherrscht. Dies sollte die verschiedenen relativen Streustrahlanteile reduzieren. Kürzere FOA hatten mit diesem Messaufbau bis 10 cm Tiefe einen niedrigeren relativen Streustrahlanteil, danach einen höheren. Dies wird in der Abbildung ersichtlich.

Die Feldeinstellungen, welche man in der Beschleunigerkonsole eingibt, beziehen sich auf einen Abstand von 100 cm (Isozentrum des Beschleunigers). D.h. eine Eingabe von 10x10cm² in der Konsole resultiert in ein 10x10 cm²-Feld in 100°cm Abstand. Mithilfe des Strahlensatzes wurde die Eingabe für die jeweiligen FOA so angepasst, dass eine Feldgröße von 11x11 cm² in 10 cm Tiefe erreicht wurde:

- FOA = 85cm: $\frac{F1}{11 \text{ cm}} = \frac{100 \text{ cm}}{95 \text{ cm}}$ → Feldgröße 10,6x10,6 cm²
- FOA = 100 cm: $\frac{F2}{11 \text{ cm}} = \frac{100 \text{ cm}}{110 \text{ cm}}$ → Feldgröße 10x10 cm²
- FOA = 115 cm: $\frac{F3}{11 \text{ cm}} = \frac{100 \text{ cm}}{125 \text{ cm}}$ → Feldgröße 8,8x8,8 cm²

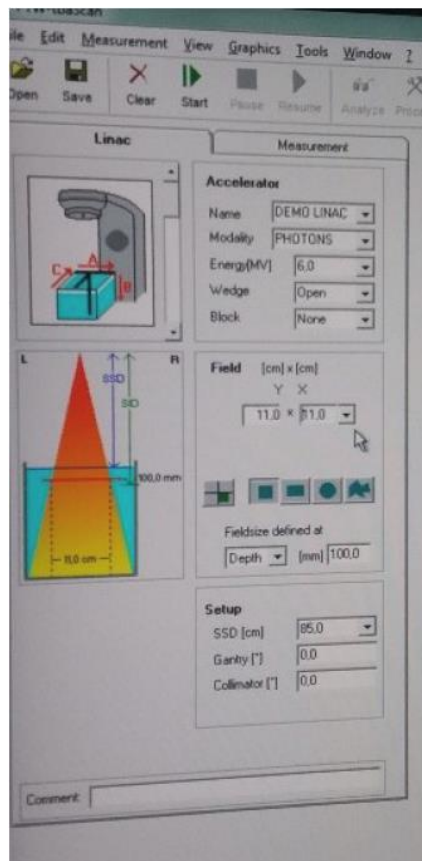


Abbildung 2.: Einstellungen in Mephysto für einen FOA von 85 cm

2.2.2 Messung mit unterschiedliche Feldgrößen

Zur Untersuchung des Einflusses des Streustrahlenanteils auf die TDK mit verschiedenen Feldgrößen wurde ein FOA von 100 cm gewählt und drei Messungen mit einer Feldgröße von $5 \times 5 \text{ cm}^2$, $10 \times 10 \text{ cm}^2$ sowie $30 \times 30 \text{ cm}^2$ durchgeführt.

2.2.3 Messung entlang des Zentralstrahls und am Feldrand

Zur Untersuchung des unterschiedlichen Einflusses der Streustrahlung am Feldrand und am Zentralstrahl wurden drei Messungen mit jeweils FOA 100 cm und einer Feldgröße von $30 \times 30 \text{ cm}^2$ durchgeführt:

- *Messung entlang des Zentralstrahls (siehe Abbildung 3, rot)*
- *senkrechte Messung am Feldrand (gelb):* Die Kammer wurde um 13 cm bzgl. des Isozentrums verschoben (crossplane)
- *schräge Messung am Feldrand (grün):* Auch hier wurde wie bei der senkrechten Messung die Kammer um 13 cm verschoben. Allerdings wurde unter Berücksichtigung der Divergenz des Strahlenfeldes schräg mit einem Winkel von $7,4^\circ$ gemessen. Damit betrug der Abstand zwischen Kammer und Feldrand konstant 2 cm.

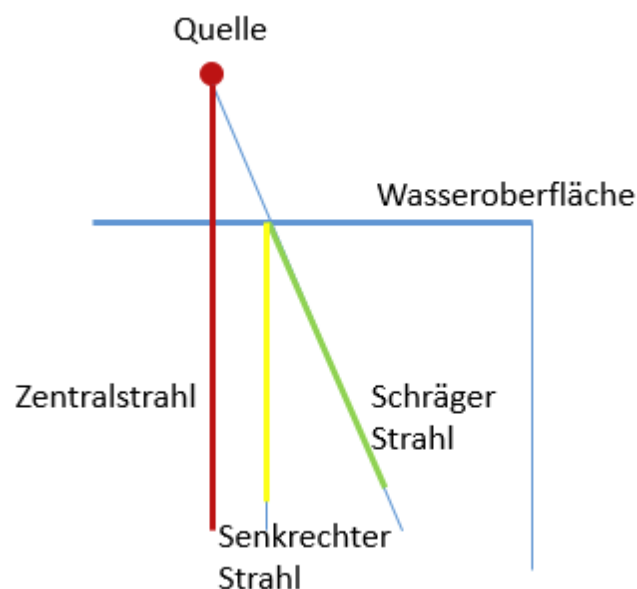


Abbildung 3.: Veranschaulichung der senkrechten und schrägen/verschobenen Messung

Der Winkel für die schräge Messung resultiert aus einfachen geometrischen Überlegungen:

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

Dieser Winkel wurde in Mephysto als virtueller Gantrywinkel eingegeben (in Abbildung 2 als „Gantry [°]“ zu sehen), um die schräge Messung zu ermöglichen.

2.2.4 Messung mit unterschiedlichen Messkammern

Zur Untersuchung der Eignung von Flachkammern bzgl. TDK-Messungen gegenüber Kompaktkammern wurden die in Abschnitt 2.1. genannten Kammern sowie ein FOA von 100 cm und eine Feldgröße von 10x10 cm² verwendet.

Hintergrund ist, dass Flachkammern eine sehr kurze Tiefenausdehnung besitzen. Dies ist von Vorteil bei Elektronen, da der Messort sehr nahe an der Oberfläche ist und somit die Änderung der Elektronenenergie mit zunehmender Tiefe innerhalb der Messkammer vernachlässigt werden kann (vgl. DIN 6800-2).

Durch eine größere Tiefenausdehnung wie bei Kompaktkammern ist das Messsignal größer und somit stabiler.

3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Alle Tiefendosiskurven sind in diesem Abschnitt jeweils auf ihr Dosismaximum normiert.

3.1.1 Messung mit unterschiedlichen FOA

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Messung abgebildet.

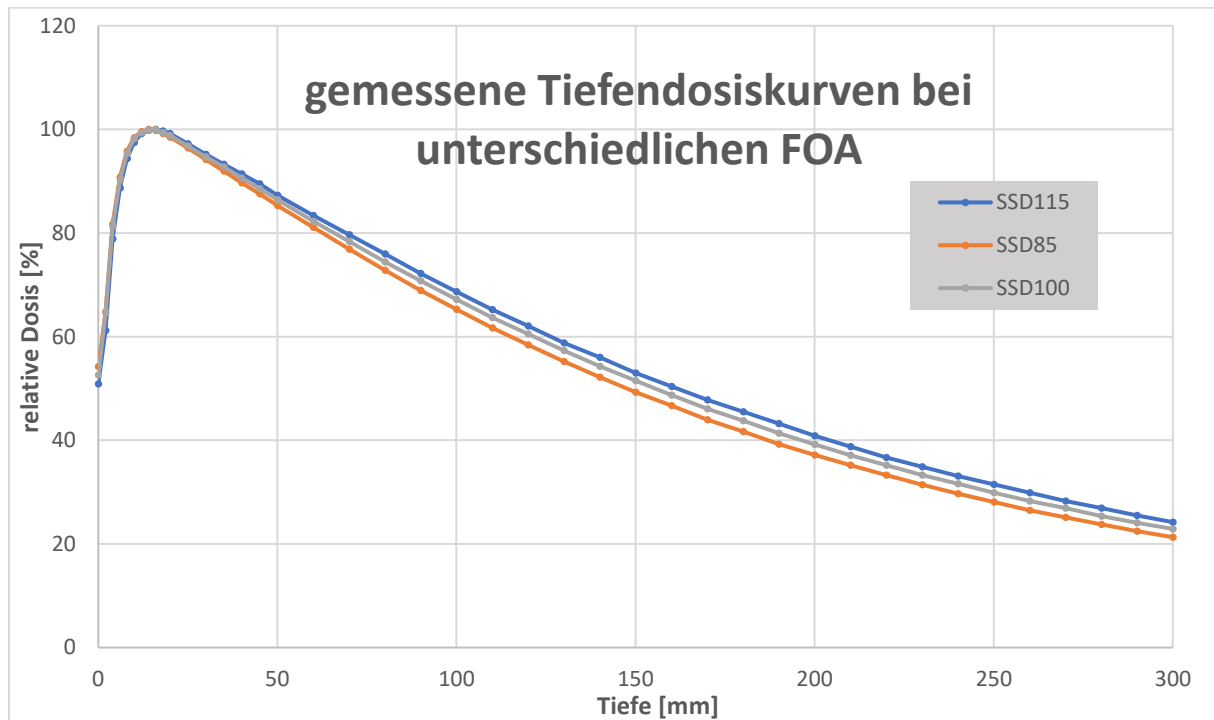


Abbildung 4.: Tiefendosiskurven mit verschiedenen SSD bei gleichbleibender Feldgröße in 10 cm Tiefe

Es ist zu sehen, dass bei größeren FOA die TDK langsamer abfällt als bei kürzeren FOA.

In den folgenden Abbildungen wurden die TDK mit dem ABQ auf die anderen FOA umgerechnet. Auf der rechten Ordinatenachse ist bei diesen die Differenz zu sehen (z.B. rel. D100 minus rel. D115-->100 etc.).

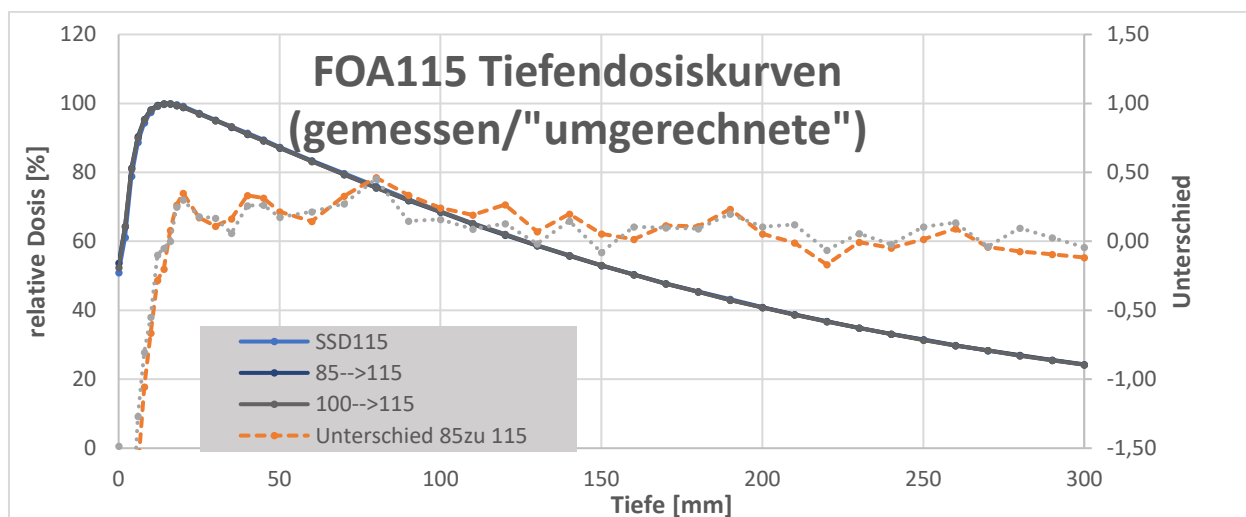
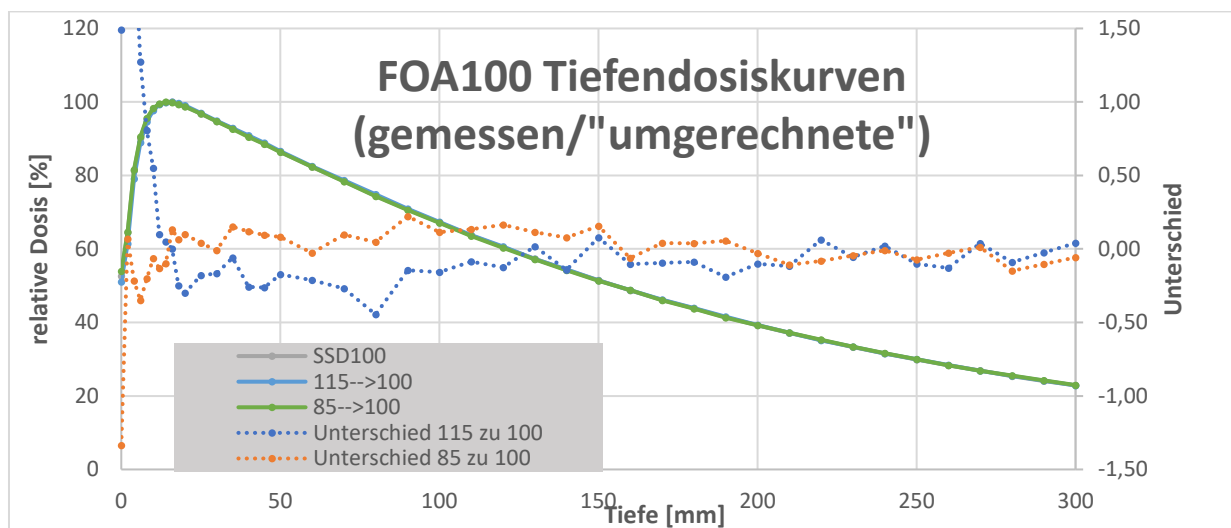
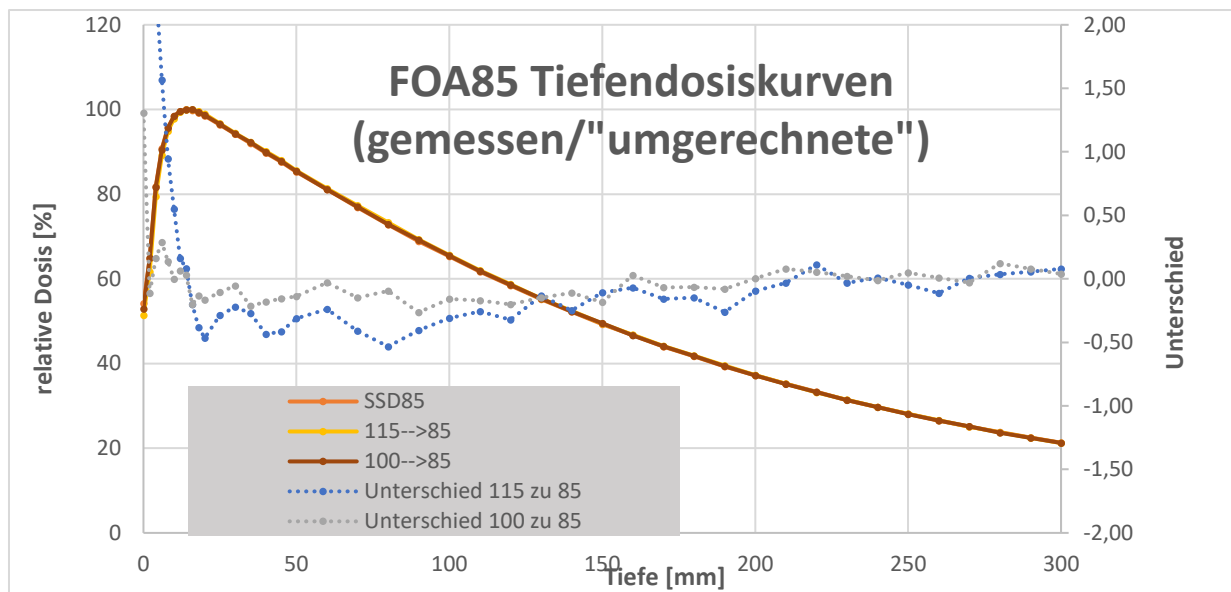


Abbildung 5.: Vergleich der Tiefendosiskurven zwischen gemessenen und von anderen FOA umgerechneten

Es fällt auf, dass unter Vernachlässigung des Anfangsbereichs die gemessenen und umgerechneten Kurven nahezu identisch sind.

Aus den Ergebnissen kann man somit folgern, dass der verschieden starke Abfall der TDK mit dem ABQ begründet ist. Mit größerem Abstand wird der ABQ-Faktor kleiner (siehe Abbildung 6).

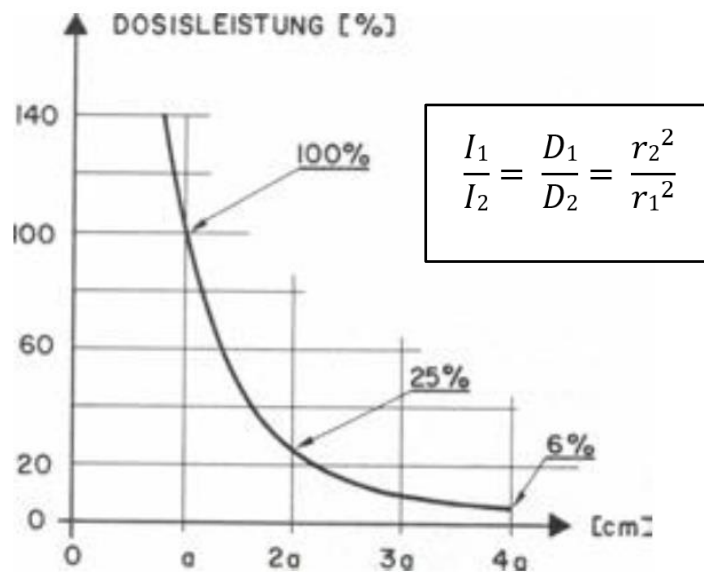


Abbildung 6.: Abfall der Dosisleistung aufgrund des Abstandquadratgesetzes

3.1.2 Messung mit unterschiedliche Feldgrößen

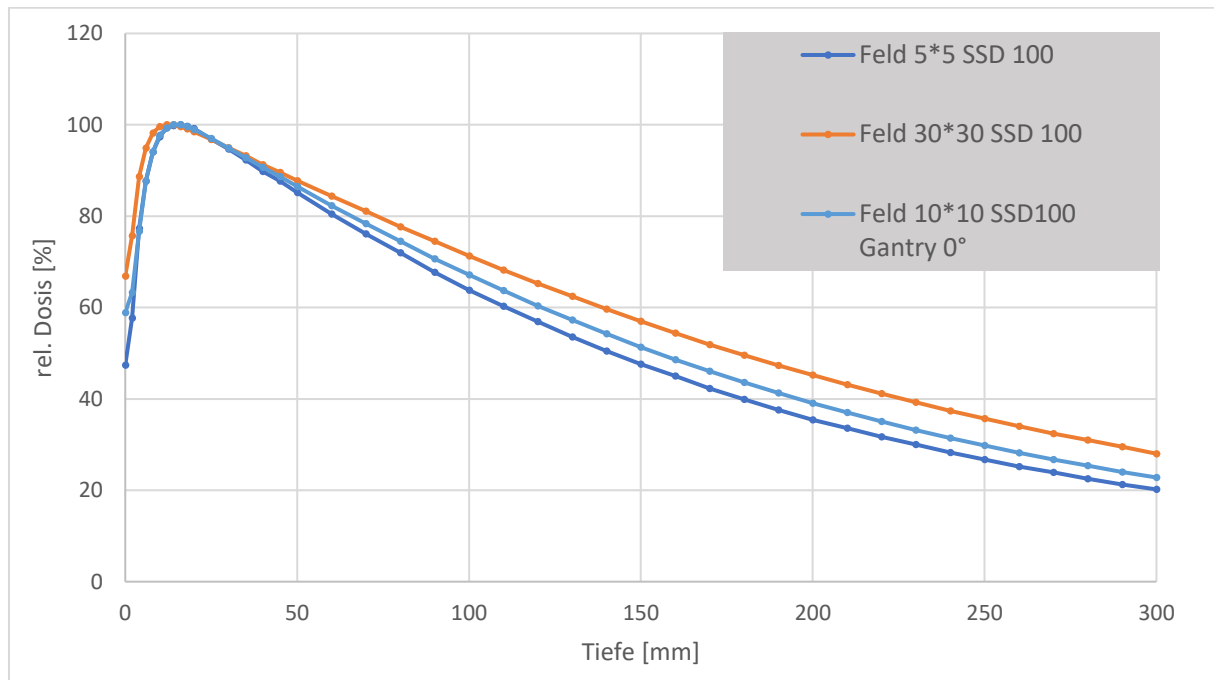


Abbildung 7.: TDK mit unterschiedlichen Feldgrößen (FOA 100)

In Abbildung 7 fällt auf, dass Tiefendosiscurven bei gleichem FOA mit größerer Feldgrößen langsamer abfallen als kleinere.

Dies ist damit begründet, dass mit zunehmender Feldgröße mehr Masse bestrahlt wird, wodurch mehr Streustrahlung entsteht. Dadurch werden mehr Photonen zum Zentralstrahl gestreut (vgl. Krieger Band 2).

3.1.3 Messung entlang des Zentralstrahls und am Feldrand

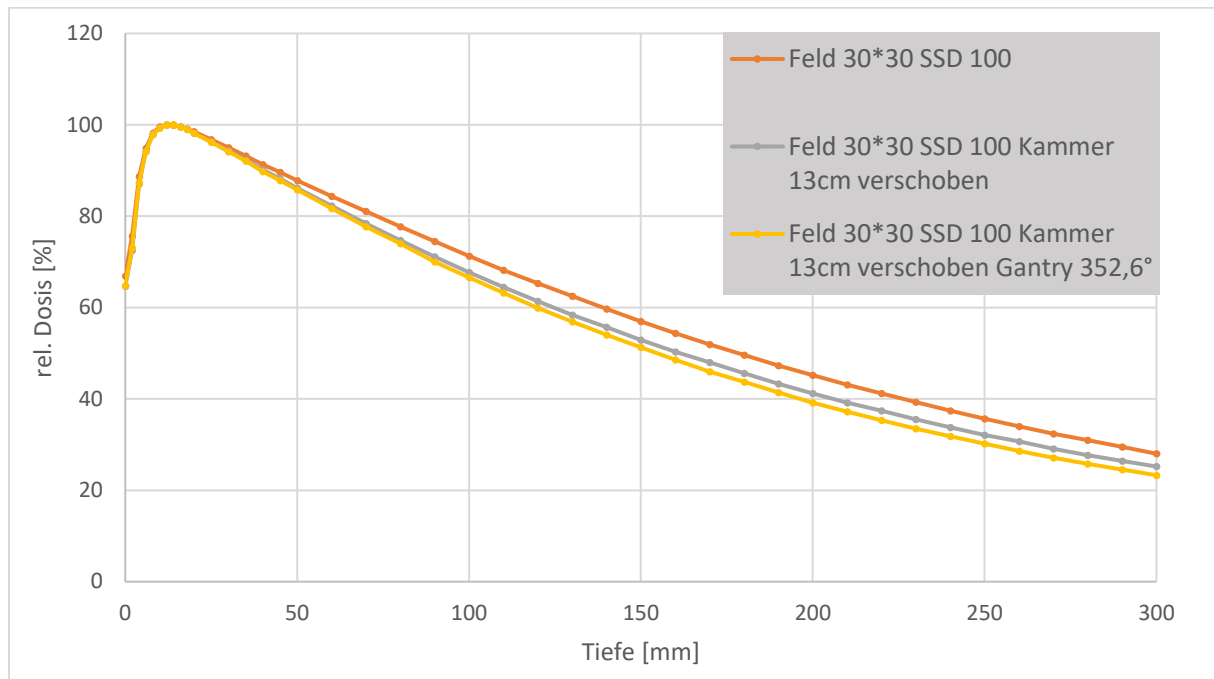


Abbildung 8.: TDK entlang des Zentralstrahls und am Feldrand (senkrecht und schief)

In Abbildung 8 ist festzustellen, dass die TDK entlang des Zentralstrahls am langsamsten abfällt, gefolgt von der senkrechten am Feldrand gemessenen TDK.

Aufgrund der Bauweise des kegelförmigen Ausgleichfilters ist am Zentralstrahl mehr hochenergetische Strahlung als am Rand, da der Strahl durch diesen Filter mittig stärker aufgehärtet wird. Die Dosisleistung von hochenergetischer Strahlung fällt langsamer ab als niederenergetische. Dieser Effekt erklärt den langsameren Abfall der TDK entlang des Zentralstrahls gegenüber der TDK an den Rändern weiter.

Des Weiteren erhält die Ionisationskammer entlang des Zentralstrahls von allen Richtungen Streubeiträge. Am Rand hingegen fehlt der Streustrahlanteil „einseitig“ bzgl. der Messkammer. Bei der senkrechten Messung nimmt die bestrahlte Masse und somit der Streubeitrag dieser „Seite“ mit zunehmender Tiefe kontinuierlich zu. Bei der schrägen Messung fehlt er jedoch konstant, da sich der Abstand zum Rand nicht ändert (vgl. Abbildung 3). Dies hat zur Folge, dass die TDK der senkrechten Messung langsamer abfällt als die schräge.

3.1.4 Messung mit unterschiedlichen Messkammern

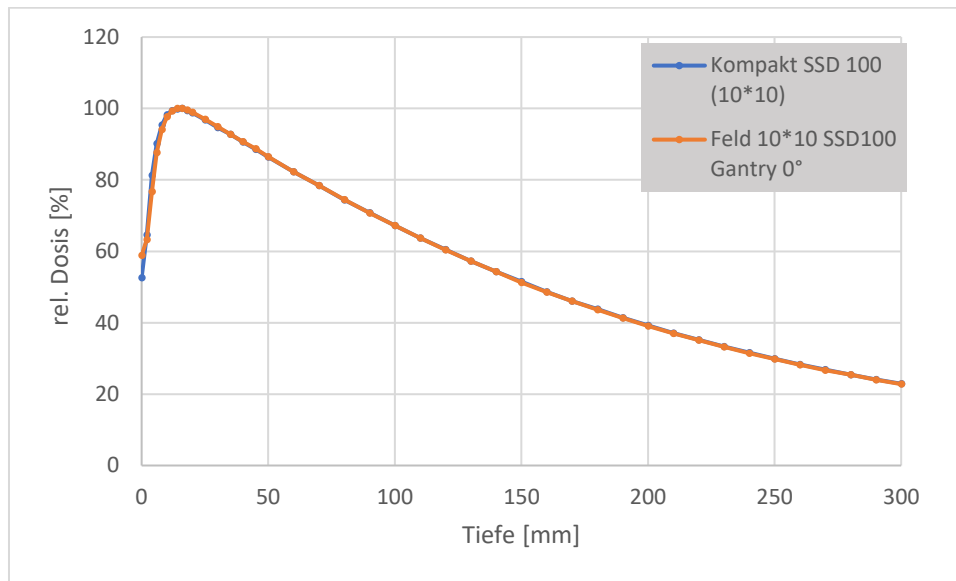


Abbildung 9.: Tiefendosiskurve gemessen mit einer Kompaktkammer (blau) und einer Flachkammer (orange)

In Abbildung 9 ist festzustellen, dass die gemessenen TDK der Kompaktkammer mit der TDK der Flachkammer nahezu identisch sind.

Die verwendete Flachkammer ist somit für Messungen von TDK mit 6MV Photonen (FOA 100 cm) geeignet.