



Elektronenfelder ohne Tubus

Protokoll 12.01.2018

BM 6 Dosimetrie

Dozent: Prof. Dr. Gunter Christ

Von Isabella Strobel

1 Allgemein

Zur Anwendung von Ganzhautbestrahlungen werden in der Regel Elektronen verwendet. Um solche Ganzhautbestrahlungen durchzuführen, werden Elektronenfelder ohne Tubusse in einem großen Feldmaßstab appliziert. Teilweise werden diese Felder „aneinandergelegt“ und „rotationsförmig“ um den Patienten appliziert. Dadurch kann die gesamte Haut bestrahlt werden. Ziel dieser Behandlungen ist eine konstante und gleichmäßige Dosis über die komplette Hautoberfläche des Patienten zu erlangen.

Zum Verständnis der Wirkungsweise von Elektronenstrahlung ohne Tubus wurden die folgenden Messungen durchgeführt. Dabei sollte mithilfe der Tiefendosisverläufe und Querprofile von 6 MeV und 15 MeV der Verlauf der Dosis verdeutlicht werden. Außerdem wurde die Dosisverteilung durch Überlagerung von mehreren Elektronenfeldern dargestellt. Zu guter Letzt wurden Elektronenfelder mit einem Gantrywinkel von 0° und 60° miteinander verglichen.

2 Check of Beamcenter

Bevor mit den Messungen begonnen werden konnte, wurde zunächst wie üblich das Wasserphantom aufgebaut und „der Check of Beamcenter“ durchgeführt.

Dabei sollte dieser entweder für Elektronen durchgeführt werden oder es muss davon ausgegangen werden, dass das Querprofil für Photonen und Elektronen ungefähr gleich verläuft.

Dabei muss beachtet werden, dass Elektronen eine geringere Eindringtiefe besitzen wie Photonen. Somit kann bei einer Energie von 6 MeV mit einer Reichweite von ca. 30 mm gerechnet werden. Für die Bestimmung der Querprofile wurden Tiefen von 2 mm und 20 mm eingestellt. Außerdem muss in diesem Fall darauf geachtet werden, dass während „des Check of Beamcenter“ kein Elektronentubus installiert ist.

3 Messung des Querprofiles

In diesem Abschnitt werden die Querprofile für Energien von 6 MeV und 15 MeV gemessen. Anhand der ersten Tiefendosisverläufe der verschiedenen Energien konnten die Tiefen für die Querprofile bestimmt werden. Dabei wurde ungefähr das Dosismaximum (6 MeV: in 10 mm Tiefe, 15 MeV: in 30 mm Tiefe) und bei 30 % (6 MeV: in 23 mm Tiefe, 15 MeV: in 65 mm Tiefe) gewählt.

3.1 Versuchsaufbau und – ablauf

Bei den Querprofilen wurde ein SSD von 100 cm und ein 40 cm x 40 cm Feld eingestellt. Da das Wasserphantom für ein komplettes Querprofil eines 40 cm x 40 cm Feld zu klein ist, wurden Halbprofile aufgenommen.

Zur Aufnahme eines Halbprofils musste zunächst das Wasserphantom verschoben werden. Es wurde dabei so positioniert, dass der Zentralstrahl des Linearbeschleunigers in einer der Ecken lag.

Zusätzlich mussten die Ionisationskammer in Zentralstrahl und die Referenzkammer am Feldrand nach positioniert werden (siehe Abbildung 1).

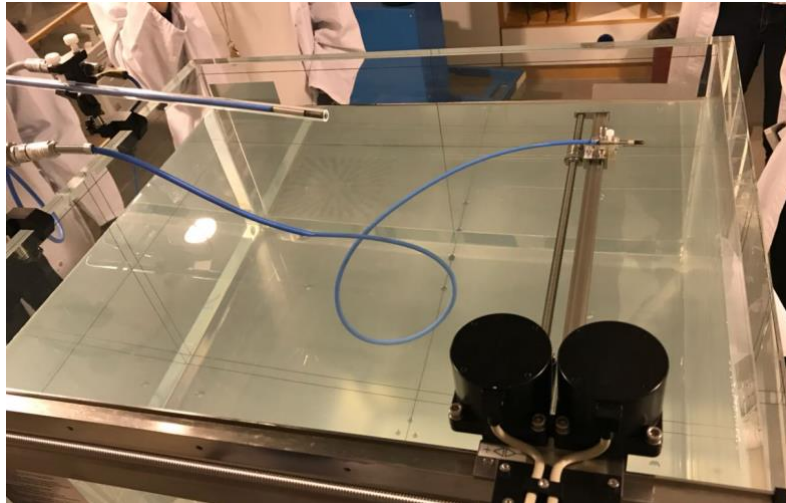
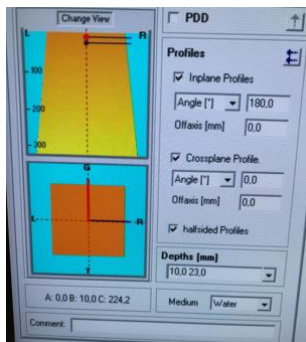


Abbildung 1: Position der Ionisationskammer im Wasserphantom

Um die Querprofile messen zu können, müssen in der Software Mephysto die folgenden Einstellungen getroffen werden:



Dabei ist es wichtig, die richtigen Richtungen der Fahrwege der Ionisationskammer einzustellen. Diese müssen mit dem Winkel der Profile eingestellt werden (in unserem Fall 180°).

3.2 Ergebnisse und Auswertung

Mit den Querprofilen konnte festgestellt werden, dass die Dosisverteilung nicht komplett plateauartig ist. Somit entspricht das Lichtfeld des Linearbeschleunigers nicht exakt der Dosisverteilung, die eigentlich appliziert wird. Es sollte bei der Bestrahlung von Elektronenstrahlung ohne Elektronentubus darauf geachtet werden, dass ungefähr 10 % bis 20 % der Dosis über das Feld hinaus appliziert werden. Am Rand des Querprofils fällt die Dosis flacher ab im Vergleich zu Querprofilen mit Elektronentubussen. Das Querprofil in 23 mm Tiefe fällt am Rand flacher ab, wie in 10 mm Tiefe (siehe Abbildung 2). Dieser schwächere Abfall liegt an der größeren Aufstreuung der Elektronen im Wasser.

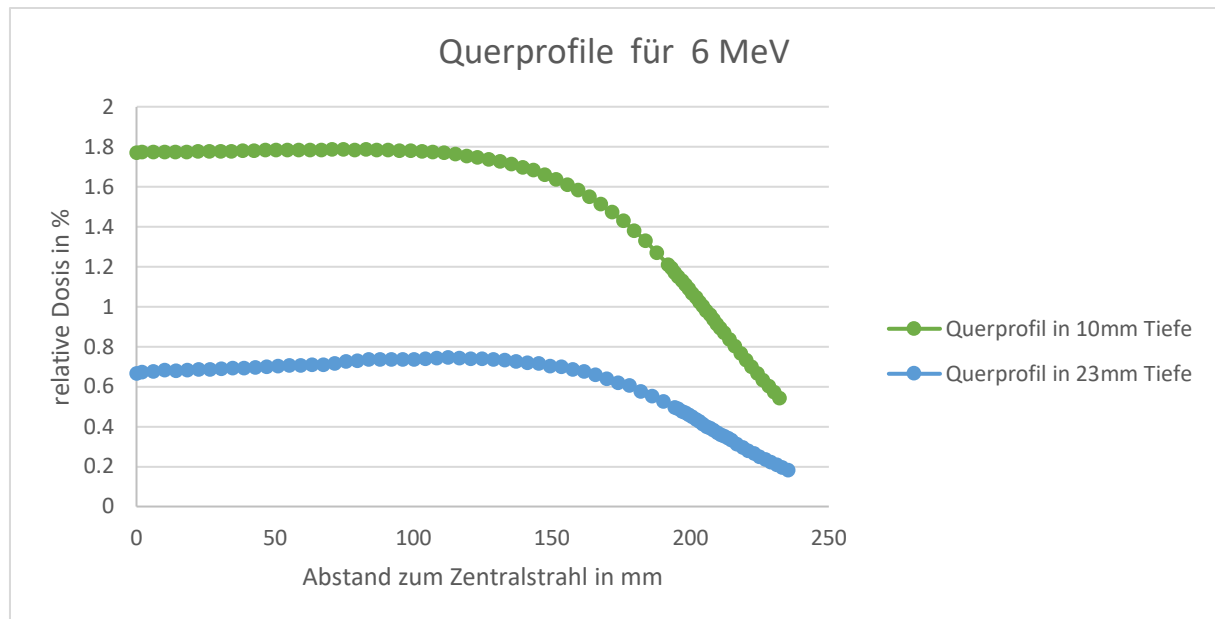


Abbildung 2: Querprofil für 6 MeV

Zusätzlich ist bei der Energie von 6 MeV in 23 mm Tiefe eine höhere Dosis am Rand, als in der Mitte des Querprofiles zu sehen. Dieser Anstieg basiert auf den verschiedenen Dichten und Dicken der Materialien in den Streufohlen. Dieser Aufbau soll eine homogene Verteilung bei den Feldern mit Elektronentubus hervorrufen.

Vergleich 6 MeV und 15 MeV (siehe Abbildung 3):

Der Abfall am Rand der Querprofile verläuft bei der Energie 15 MeV im Vergleich zu 6 MeV deutlich flacher. Dies hat die Ursache, dass bei höheren Energien weniger Aufstreuungen der Elektronen stattfinden. Dadurch fällt das Querprofil am Rand bei 15 MeV später ab.

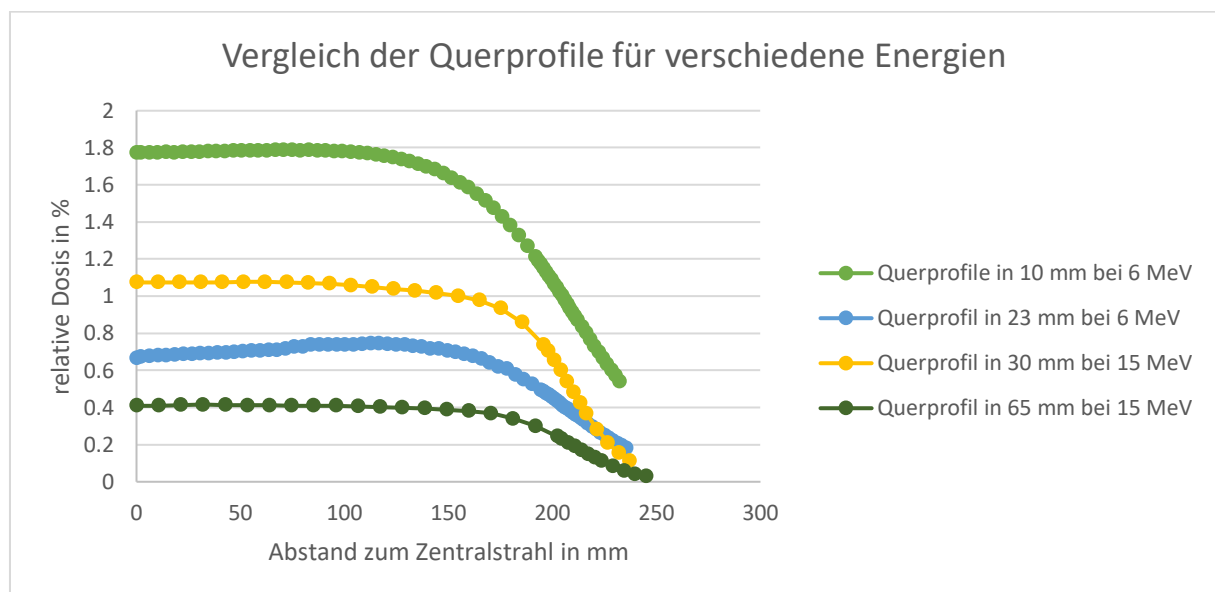


Abbildung 3: Vergleich der Querprofile für verschiedene Energien

Überlagerung von Elektronenfeldern:

Bei einer Ganzhautbestrahlung werden mehrere Elektronenfelder aneinandergereiht. Um überall gleichmäßig die gleiche Dosis zu erhalten, muss bestimmt werden, wie weit die Felder überlagert werden müssen.

Anhand der Querprofile bei 15 MeV wurde eine Überlagerung der Querprofile durchgeführt. Dazu wurde die Tiefe des 50%-Dosispunktes (D_{50} = 207 mm) bestimmt und anschließend um 207 mm nach links verschoben. Der D_{50} -Wert liegt nun auf der Y-Achse und kann nun gespiegelt werden. An der überlappenden Stelle werden die Werte addiert und das addierte Querprofil kann normiert werden (siehe Abbildung 4 und Abbildung 5). In Abbildung 5 sieht man die nahezu homogene Dosisverteilung nach Überlagerung der Felder.

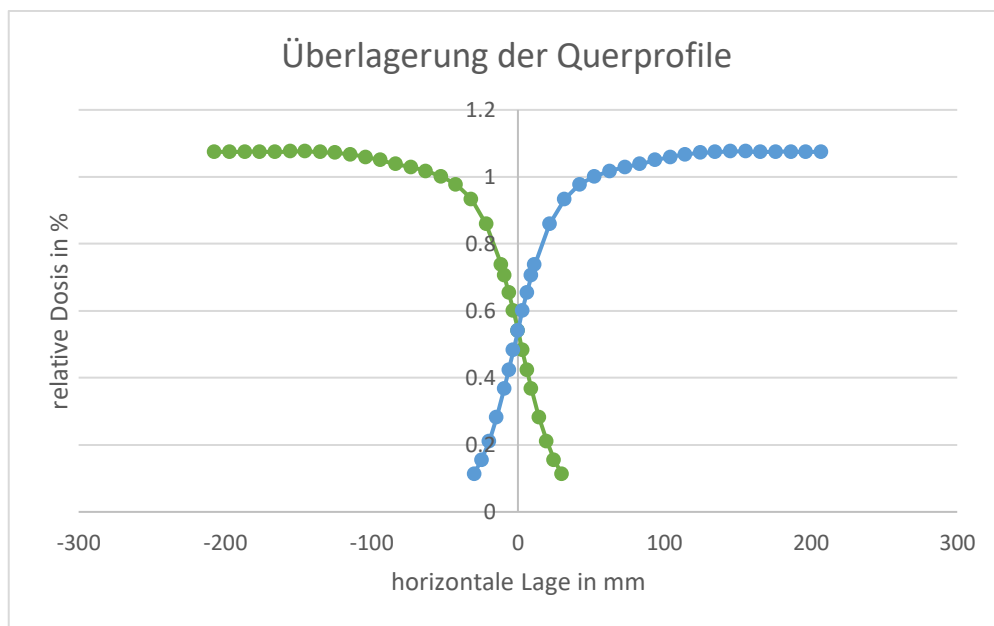


Abbildung 4: Überlagerung der Querprofile

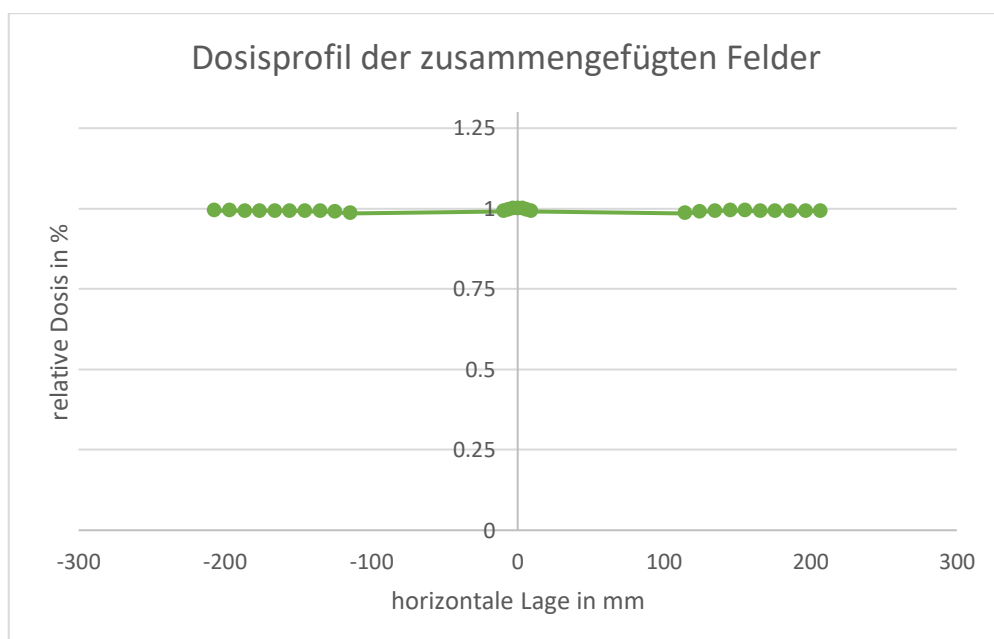


Abbildung 5: Dosisprofil der zusammengefügtten Felder

4 Messung des Tiefendosisverlaufes

In diesem Abschnitt wurden die Tiefendosisverläufe von 6 MeV und 15 MeV gemessen.

4.1 Versuchsaufbau und –ablauf

Zur Aufnahme des Tiefendosisverlaufes wurde ebenfalls die Semiflex-Kammer verwendet. Dabei wurden ein SSD von 100 cm und ein 40 cm x 40 cm Feld eingestellt. Anhand des Tiefendosisverlaufes konnten die Tiefen für die Querprofile bestimmt werden. Dabei wurde für 6 MeV das Dosismaximum in 10 mm Tiefe und 30% des Dosismaximums in 23 mm Tiefe gewählt. Für 15 MeV wurde das Dosismaximum in 30 mm Tiefe und 30% des Dosismaximums in 65 mm Tiefe gewählt.

Es wurde zunächst ein Tiefendosisverlauf in Zentralstrahl mit dem verschobenen Wasserphantom und Ionisationskammer aufgenommen. Zusätzlich wurde auf Grundlage des Querprofils bei 6 MeV in 23 mm Tiefe die Ionisationskammer in A-Richtung und C-Richtung um jeweils 140 mm verschoben und erneut ein Tiefendosisverlauf aufgenommen.

4.2 Ergebnisse und Auswertung

Aus den Tiefendosisverläufen konnte bestimmt werden, dass die Energie bei 6 MeV am Rand des Feldes (140 mm x 140 mm verschoben) höher ist. Dies ist auf die Inhomogenität der Streufohlen zurückzuführen.

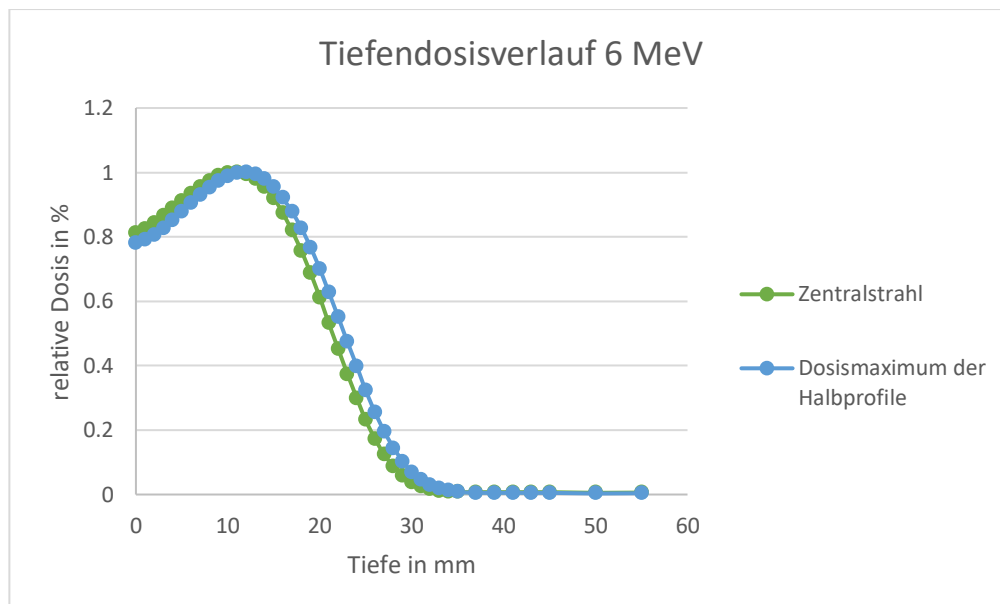


Abbildung 6: Tiefendosisverlauf 6 MeV

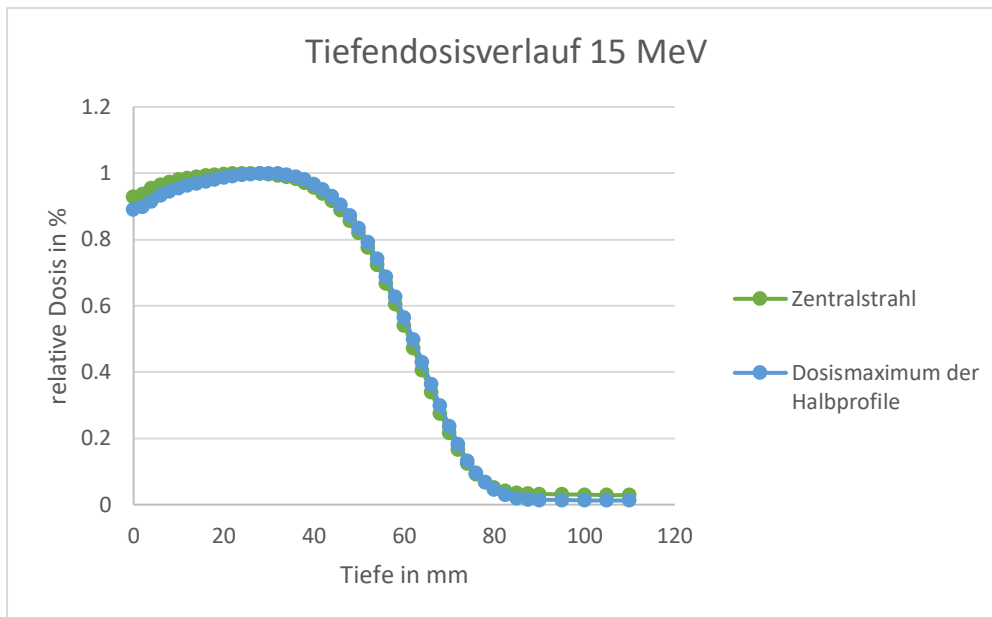


Abbildung 7: Tiefendosisverlauf 15 MeV

5 Elektronenfelder mit Gantrywinkel

In diesem Abschnitt werden verschiedene Energien mit 0° und 60° Winkel eingestrahlt.

5.1 Versuchsaufbau und –ablauf

Im letzten Teil des Praktikums wurde das Wasserphantom wie gehabt mittig unterhalb des Linearbeschleunigers positioniert. Es wurden die Energien 4 MeV, 6 MeV, 8 MeV, 10 MeV, 12 MeV und 15 MeV mit Gantrywinkel 0° und 60° eingestrahlt. Währenddessen wurden Tiefendosisverläufe im Zentralstrahl gemessen. Die Ionisationskammer ist dabei immer parallel zur Strahlrichtung gefahren (bei 0° senkrecht und bei 60° schräg).

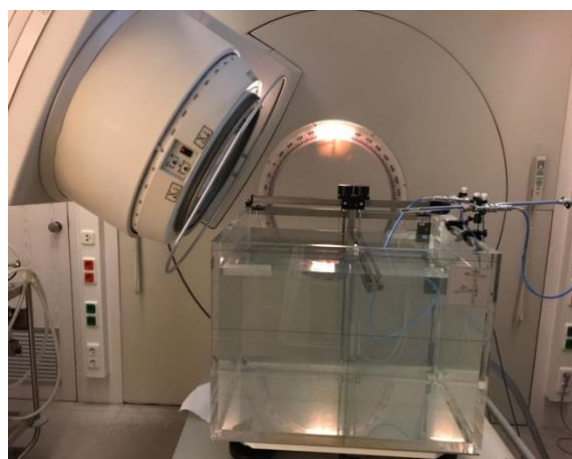


Abbildung 8: Gantrywinkel 60°- Versuchsaufbau

Anschließend wurde die Ladung an dem Ort des Dosismaximums mit Gantrywinkel 60° und im äquivalenten Ort des Dosismaximums bei senkrechtem Strahlengang gemessen.

5.2 Ergebnisse und Auswertung

Anhand der Tiefendosisverläufe kann ersichtlich gemacht werden, dass bei schrägem Einstrahlen in das Wasserphantom das Dosismaximum weiter Richtung Oberfläche rutscht (siehe Abbildung 9 und Abbildung 10).

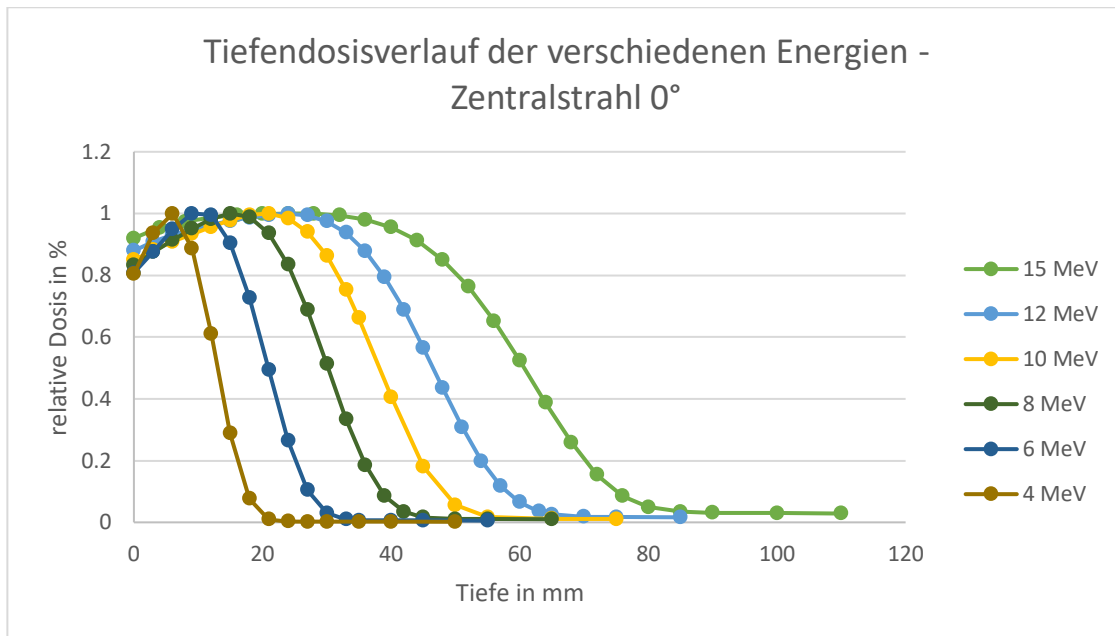


Abbildung 9: Tiefendosisverlauf 0°

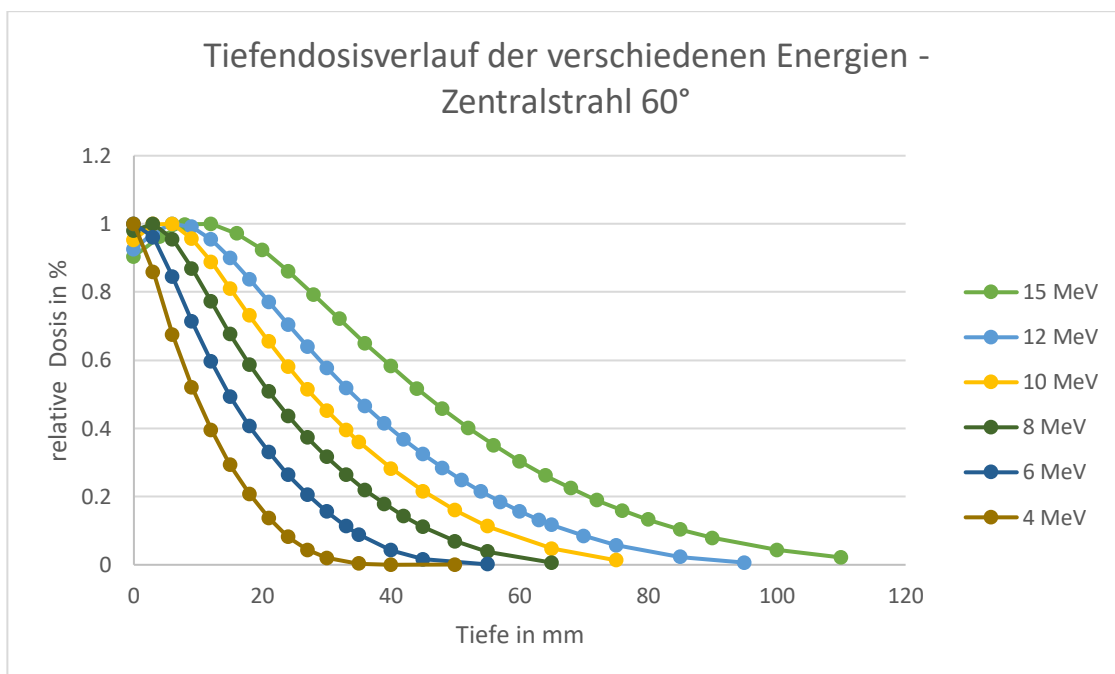


Abbildung 10: Tiefendosisverlauf 60°

Die Begründung hierfür ist, dass bei schrägem Strahlengang „die Keulen“ der aufgestreuten Elektronen sich früher überschneiden und sich somit das Dosismaximum in Richtung Oberfläche verschiebt (siehe Abbildung 11).

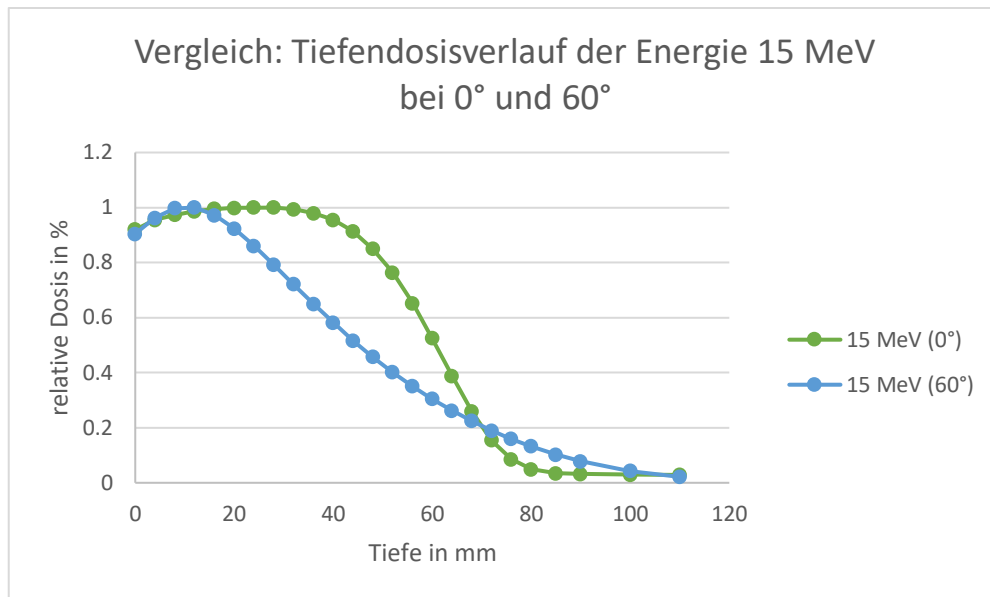


Abbildung 11: Unterschied: 0° und 60° bei 15 MeV

In den Messungen der Ladungen mit dem Unidos- Messgerät bestätigte sich die Beobachtung aus den Tiefendosisverläufen. Die Tabelle 1 zeigt, dass die Ladung im Ort des Dosismaximums bei schrägem Strahlengang (also näher an der Oberfläche) höher ist, als im Ort des Dosismaximums bei senkrechtem Strahlengang.

Tabelle 1: Ladungen im Dosismaximum

MeV	Ladung im Ort des Dosismaximums bei schrägem Strahlengang [nC]	Ladung im Ort des Dosismaximums bei senkrechtem Strahlengang [nC]
15	3,669	2,034
12	3,667	1,532
10	2,762	1,352
8	2,497	1,412
6	1,506	3,159
4	2,706	1,301

Die Werte von 6 MeV passen nicht zu den anderen, ich weiß nicht warum.