



Dosimetrie Protokoll

PRAKTIKUM 04.11.16

MARIO HOFMAIER

Inhaltsverzeichnis

1. Zusatz Hausaufgabe	2
2. Praktikum	2
2.1 Elektronen-Gun Austausch	2
2.1.1 Ersetzen der Elektronenkanone.....	2
2.1.2 Wasserphantom und Raumverhältnisse.....	3
2.1.3 Kalibrierung.....	3
2.1.4 Photonenspektrum	4
2.2 Linearbeschleuniger Software	4
2.2.1 Interlock	5
2.2.2 Parameter Überprüfung	5
2.2.3 Wochendosis.....	6
2.3 Messungen	6
2.3.1 Streustrahlenkammer	6
2.3.2 Messung.....	7
3.3.3 Auswertung.....	9

1. Zusatz Hausaufgabe

Gute Geometrie für saubere Berechnung des Schwächungskoeffizienten μ . Hierzu wird idealerweise eine punktförmige Strahlenquelle (oder mit einer Blende mit geringer Öffnung) verwendet, so dass man einen feinen Nadelstrahl erhält. Zusätzlich ist ein Absorber und eine weitere Blende mit geringer Öffnung in großem Abstand angebracht und direkt dahinter der Detektor. So werden nur Photonen gemessen, die keine Wechselwirkung gemacht haben.

2. Praktikum

2.1 Elektronen-Gun Austausch

2.1.1 Ersetzen der Elektronenkanone

Die Ersatzteile einer Elektronenkanone werden frisch geliefert, weil die Vakuumteile auch im Nichtbetrieb altern. Da sich bei einem Kanonenwechsel die Einstrahlrichtung der Elektronen ändern kann, muss die Energie des Photonenspektrums sowie die Homogenität des Strahlenfeldes überprüft und gegebenenfalls nachjustiert werden. Dies wird mit einem Wasserphantom und die Messung von Tiefendosisverteilung und Dosisquerprofilen gemacht.



Abbildung 1: Elektronenkanone

2.1.2 Wasserphantom und Raumverhältnisse

Das Wasserphantom wurde wie im Protokoll vom 28.10.16 aufgebaut und der Schlauch abgezogen, um Wasserrücklauf zu vermeiden. Hierbei ist auch zu beachten, dass bei Messungen von mehreren Stunden Wasser verdunstet und sich die Füllhöhe ändert ($\frac{1}{10}$ bis $\frac{2}{10} \frac{mm}{h}$).

Um dies zu beachten, ist zu Beginn die Spitze $\frac{2}{10} mm$ unter Wasser, so hat man im Falle von längeren Messungen eine Genauigkeit von $\pm \frac{2}{10} mm$. Zusätzlich werden um eine konstante Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit (besonders im Technikraum) zu gewährleisten sind Luftkanäle eingebaut.



Abbildung 2: Wasserphantom

2.1.3 Kalibrierung

Für die Messung ist zu beachten, dass die richtige Spannung an den Kammern eingestellt ist, was bei einer Kompaktkammer 400V entspricht.

Für die Einstellung der Gun wird mit drei Feldern bestrahlt (5x5cm, 10x10cm und 30x30cm), eine Überprüfung des Querprofils und eine Tiefendosismessung ({1; 16; 100; 200; 300}mm) durchgeführt und deren Werte mit Sollwerten aus einer Tabelle verglichen.

Das Inplane-Profil bezieht sich auf die Richtung von Gun zu Target und das Crossplane-Profil (AB-Profil) quer dazu. Bei einer Abweichung des Inplane-Profils werden die Photonen schräg ausgestrahlt und es kommt zu einem Dosisgradienten. Eingestellt werden die Planes durch Variation der Stromstärken folgender Ablenkmagnete:

- 1R: Grobeinstellung inplane (R = radial)
- 2R: Feineinstellung inplane
- 1T: Grobeinstellung crossplane (T = transversal)
- 2T: Feineinstellung crossplane

Die Grobeinstellung wird aber meist von einem Werkshandwerker am Gerät selbst eingestellt. Nach Korrigieren der Energie kann sich auch das Querprofil verändern, was erneut überprüft werden muss. Wenn alles seine Richtigkeit hat, müssen auch noch weitere Maschinenparameter nachjustiert werden, was in der Regel von einem Techniker der Herstellerfirma durchgeführt wird.

2.1.4 Photonenspektrum

Dem Photonenspektrum widerfahren zwei entgegengesetzte Ereignisse, die feldgrößenabhängig sind:

- Aufhärtung: Durch Photonenabsorption fallen niederenergetische Photonen stärker weg als hochenergetische
- Aufweichung: Durch Compton-Effekt verringert sich die Energie der Photonen, was zu einer Aufweichung des Spektrums führt (nicht in kleinen Feldern, da hier die Comptonstreustrahlung größtenteils nach außen verläuft, jedoch von außen keine Comptonstreustrahlung eingestreut werden kann.)

=> Näherung: Spektrum bleibt gleich

2.2 Linearbeschleuniger Software

Die Software des Linacs hat zwei Betriebsmodi: Klinisch und technisch, in denen man die Art der Bestrahlung einstellen kann: Elektronen- oder Photonenstrahlung, Energie, Monitorwerte. Typisch für die Monitoreinheiten ist $100\text{ME} = 1\text{Gy}$

2.2.1 Interlock

Um eine Bestrahlung durchführen zu können **MUSS** der Interlockkreis geschlossen sein. Hierzu werden verschiedene Parameter überprüft: • Türe

- Lüftung
- Monitoreinheiten
- Ionengetterpumpen (Vakuum)
- konstante Dosisleistung

Es gibt verschiedene Interlockgruppen für unterschiedliche Bestrahlungen (klinisch(all interlock on) oder experimentell), um Interlocks z.B. maximale Monitoreinheiten zu umgehen.

2.2.2 Parameter Überprüfung

Zur Parameterüberprüfung bietet die Software viele „Service Pages“ mit verschiedenen Rastern:

AFC: 1R, 2R, 1T, 2T, Gun Strom

Gun Servo: Gun Energie, Inplane, Crossplane

Steering: Ausrichtung

LV SPU: Elektronen Parameter

ASU: Blenden, Gantry Stellung

Mechanisms: Targetposition, Ausgleichskörper

Dose Cal: Dosiskalibrierung , Empfindlichkeit der Monitorwerte

MLC: Darstellung Leaves

MLC Items: Blenden Einstellung

Blenden werden über Schrittmotoren gefahren, die Steuerung erfolgt aber durch Reflektoren und einer Kamera, die die Position ausgibt. Die Genauigkeit wird mit einem Paralleltest überprüft.

2.2.3 Wochendosis

Die Wochendosis eines Gerätes wird bei der Behörde beantragt und liegt bei 1000Gy bis 2500Gy. Die 1000Gy sind bei regulärem Patientenbetrieb knapp gesetzt und sind durch die Streustrahlung aus dem Kopf unzureichend. Die Wochendosis pro Gerät kann erhöht werden, indem man das Gerät im Mehrschicht-Betrieb hat.

ACHTUNG: Personenwechsel erforderlich!

Es muss zusätzlich die abgestrahlte Zeit in einem Betriebstagebuch dokumentiert werden. Es wird zwischen Low-Time L_T und High-Time H_T unterschieden:

L_T : Zeit die das Gerät an ist (Eingesteckt)

H_T : Zeit wenn das Gerät strahlt

2.3 Messungen

2.3.1 Streustrahlenkammer

In jedem Raum mit Beschleuniger befindet sich eine Streustrahlenkammer ($V = 1L$), um bei Unfällen sicherzustellen, ob Dosis abgestrahlt wurde. Sie funktioniert mit Photonen- und Elektronenstrahlung ist aber keine behördliche Vorschrift.



Abbildung 3: Streustrahlenkammer

2.3.2 Messung

1) Bekannter Wasserphantomaufbau

2) Center Check bei 50mm und 200mm Tiefe

Tiefendosismessungen wurden an drei Feldern (5x5cm, 10x10cm und 30x30cm) jeweils in der Feldmitte und am Feldrand durchgeführt. Es ist bekannt, dass die Dosisleistung mit der Feldgröße bis zur Sättigung ansteigt. Sättigung ist erreicht, wenn eine weitere Vergrößerung des Strahlenfeldes nicht mehr zu einer Zunahme der Dosis im Zentralstrahl führt. Grund hierfür ist die zusätzliche Streustrahlung des Compton-Effekts, die Primärphotonen bleiben bei allen Feldern gleich.

! Es gilt zu beachten, dass bei Verändern der Feldgröße die Referenzsonde neu positioniert werden muss.

5x5cm Feld

Randstrahlmessung: Verschiebung der Messsonde um 1,5cm in A+ Richtung.

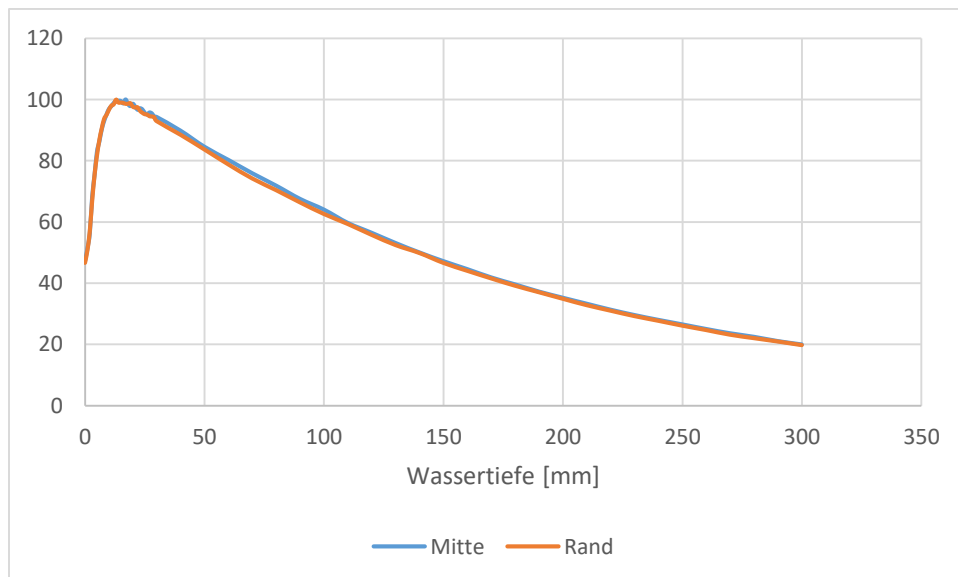


Abbildung 4: Tiefendosisverlauf 5x5cm Feld

10x10cm Feld

Randstrahlmessung: Verschiebung der Messsonde um 4cm in A+ Richtung.

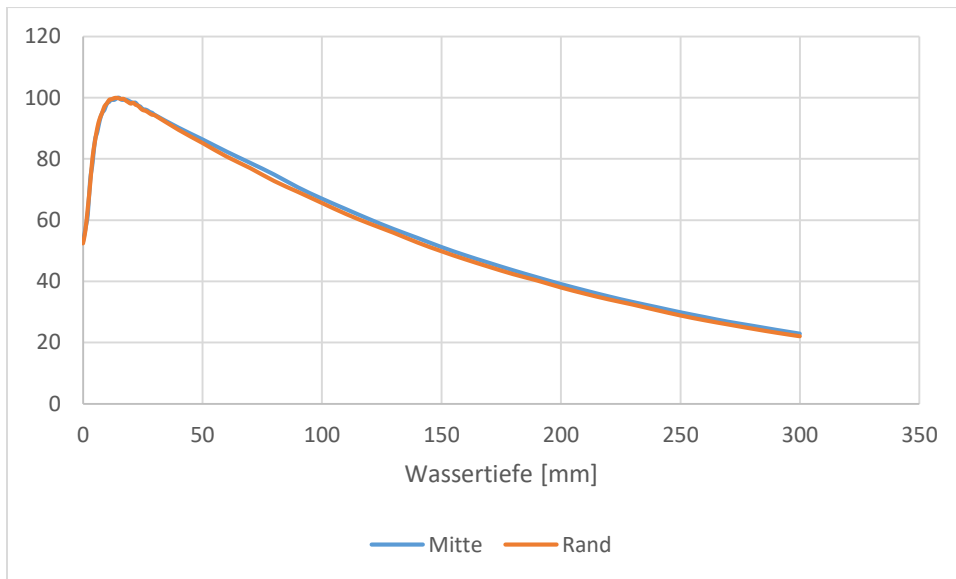


Abbildung 5: Tiefendosisverlauf 10x10cm Feld

30x30cm Feld

Randstrahlmessung: Verschiebung der Messsonde um 14cm in A+ Richtung.

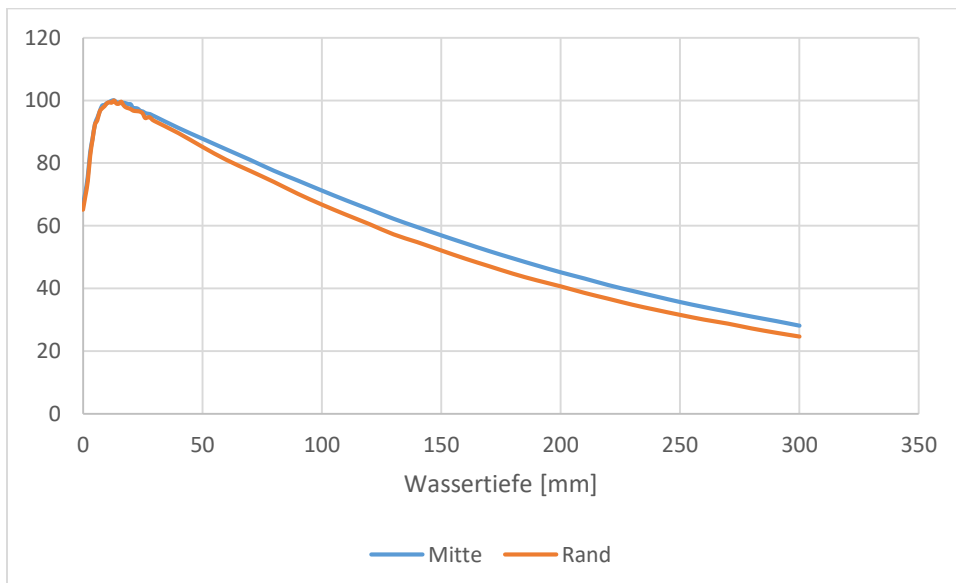


Abbildung 6: Tiefendosisverlauf 30x30cm Feld

Vergleich Tiefendosisverlauf

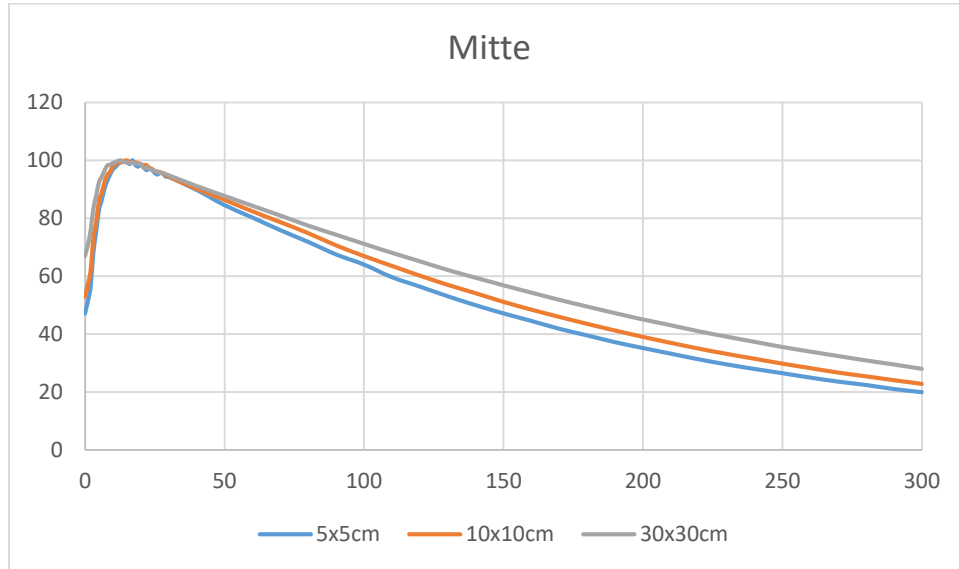


Abbildung 7: Vergleich Tiefendosisverlauf Zentralstrahls

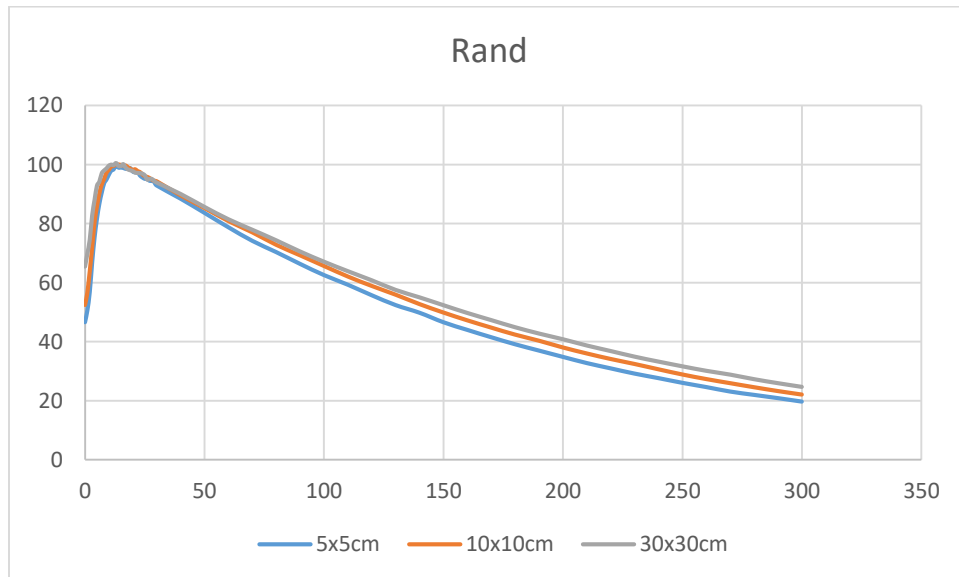


Abbildung 8: Vergleich Tiefendosisverlauf Randstrahls

3.3.3 Auswertung

Es können folgende Aussagen getroffen werden:

- Die Tiefendosis nimmt bei einem großen Feld langsamer ab als bei kleinen Feldern. Das kommt durch die erhöhte Streustrahlung am großen Feld und Überlappung deren Kegel in zunehmender Wassertiefe.
- Das Dosismaximum verschiebt sich mit der Feldgröße mehr an die Wasseroberfläche. Ursache dafür ist die vermehrte Streu- und Elektronenstrahlung aus dem Strahlerkopf, die eine geringere Reichweite als Photonen haben und somit das Maximum näher zur Wasseroberfläche verschieben. Das ist auch der Grund weshalb direkt an der Wasseroberfläche bei größeren Feldern mehr Dosis gemessen wird als bei kleinen Feldern.
- Die Tiefendosis der Randstrahlung fällt schneller ab als die in der Mitte. Das kommt durch energieärmere Photonen am Rand als im Zentralstrahl und ist auf zwei bestimmte Effekte zurückzuführen:
 - 1) Aufhärtung der Primärstrahlung durch den Ausgleichskörper, wegen dickerem Material in der Mitte als am Rand
 - 2) Photonen nach außen kommen hauptsächlich nur durch Compton-Effekt zustande, was energieärmere Photonen bedeutet.

Zusätzlich ist zu betrachten, dass die Photonen am Rand einen größeren Weg hinterlegen und dadurch mehr abgeschwächt werden. Das hat aber nur einen geringen Einfluss.