

Protokoll zum Dosimetriepraktikum

Datum: 9.12.2016

Ort: Strahlentherapie Uniklinik Tübingen

Dozent: Dr. Gunter Christ

Protokollführer: Felix Rogge

Chronologischer Ablauf:

1. Vorträge

Vortrag über DIN 6814-3 (Dosisbegriffe) von Andreas Wagner:

-Der Dozent weist auf den Unterschied zwischen Kerma und Dosis hin, der nur im Hochenergiebereich besteht. Im Niederenergiebereich (Röntgen) entspricht das Kerma in guter Näherung der Energiedosis, da hier die Bremsstrahlungserzeugung durch Elektronen vernachlässigbar ist.

-Neutronenwirkung bzgl. Strahlenschutz: Sie ist maximal bei 1MeV durch Folgeprodukte (Rückstoßprotonen), wobei die Argumentation nicht rein physikalisch sondern auch biologisch geführt wird.

-ICRP-Daten: Erkenntnisse hauptsächlich aus Hiroshima, wobei durch Langzeiteffekte immer noch neue Erkenntnisse hinzukommen und Grenzwerte daraufhin regelmäßig angepasst werden.

-Linearer Energie Transfer (LET): Energie pro Wegstrecke - ist der LET hoch, so wird pro Zelle viel Energie deponiert und es kommt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Gewebsschäden. Niederenergetische Elektronen führen durch vermehrtes Stoßbremsen zu einem hohen LET.

-ICRU-Kugel: Rein theoretisches Modell einer gewebeäquivalenten Kugel für Monte-Carlo-Rechnungen

-Spezifische Dosistiefen: 0,07mm für Haut, 3mm für Auge, 10mm allgemeine Tiefenpersonendosis für Röntgen und Hochenergiebereich

-Schutzgrößen: nicht messbar, sie sind Grenzwerte für Organe

-Nomenklatur: H' : Strahlung aus einer Richtung, H^* : Umgebungsstrahlung (alle Richtungen)

Vortrag über Estro Booklet No. 3 von Gunter Christ:

-Berechnung der MUs für eine Dosis in 10cm Tiefe eines 10cm x 10cm Photonenstehfeldes

-Hinweis: von kleinen zu großen Feldern steigt Streubeitrag stark an (durch (Wasser-)Phantom und Strahlerkopf)

-Mini-Phantom: Ermöglicht die Ermittlung des relativen Dosisbeitrags durch das (Wasser-)Phantom, da es aufgrund seines geringen Volumens und Materials (Plexiglas) kaum Streustrahlung verursacht (Feld > Mini-Phantom). Dadurch wird lediglich die Streustrahlung des

Linac-Kopfes gemessen. Der konstante Phantomstreuenanteil kürzt sich bei Normierung auf das 10x10 cm - Feld heraus.

2. Praktikum

TPR-Messung

Die Messung konnte nicht vollständig durchgeführt werden. Es wurde vermutet, dass ein Knick im Zulaufschlauch des Wasserreservoirs den automatisierten Messablauf gestört hat. Der Aufbau wird im folgenden beschrieben.

Das Wasserphantom wurde wie üblich platziert und gefüllt. Zusätzlich wurde neben die Messkammer im Phantom ein Wasserhöhendetektor (Schwimmer mit Sensor) angeschlossen.



Bild 1: Wasserhöhendetektor

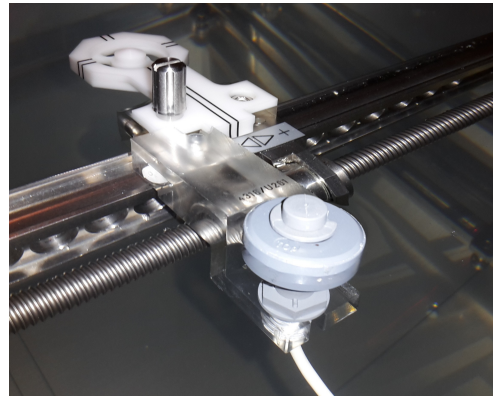


Bild 2: Anschluss im Wasserphantom



Bild 3: Steuerungselektronik



Bild 4: Wasserreservoir

Der Wasserhöhendetektor wurde an der Steuerungselektronik an "Probe" angeschlossen. Das Wasserreservoir wurde über ein Verbindungskabel mit der Steuerungselektronik verbunden ("Reservoir"). Dadurch lässt sich die Pumpe im Reservoir steuern.

Die Wasseroberfläche wurde auf ein SSD=90cm mittels Wagenpneumatik hochgefahren.

Als Messkammer wurde eine Semiflexkammer mit 0,125cm³ und als Referenzkammer eine Semiflexkammer mit 0,3cm³ Messvolumen verwendet (Bild 5). Da die Positionierungskappe für die Semiflexkammer mit 0,125cm³ nicht auffindbar war, wurde die Kappe der 0,3cm³ Semiflexkammer verwendet. Nach Positionierung wurde die 0,125er Kammer geschätzt um ca. 4mm zurückgezogen.

Über das Central Check Programm konnte bestätigt werden, dass die Positionierung den Ansprüchen genügt.

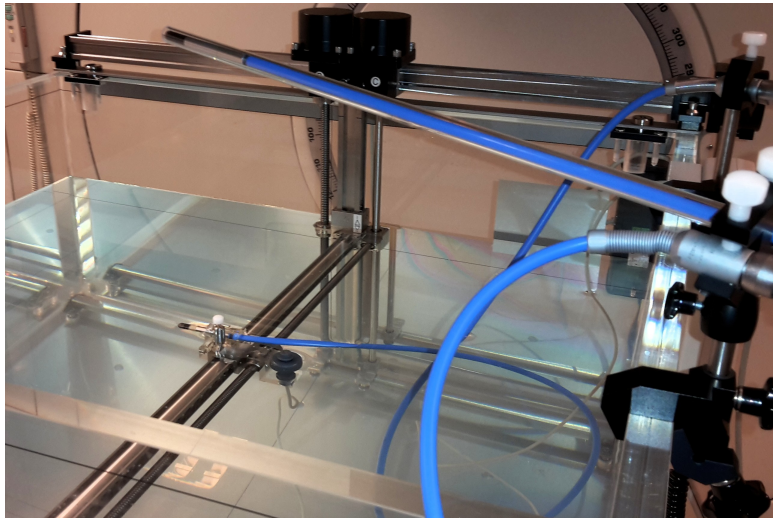


Bild 5: TPR-Versuchsaufbau

Der Abstand zwischen dem Sensor des Wasserhöhendetektors und der Wasseroberfläche wurde automatisch zu 7,9mm bestimmt.

Über das Programm Flow Speed Calibration wird die Abflussgeschwindigkeit des Wassers gemessen. Dazu wurde zunächst die Messkammer auf SDD=110cm gefahren. Durch die Geschwindigkeitsbestimmung ist das Programm zur TPR-Messung in der Lage, den Abstand zwischen Wasseroberfläche und Messkammer (effektiver Messpunkt in SDD=110cm) zu ermitteln.

Die Messung wurde daraufhin gestartet und das eingangs erwähnte Problem trat auf.

Messung der Streufaktoren

Zunächst sollte der Gesamtstreufaktor f_{Gesamt} ermittelt werden, d.h. im wesentlichen die Streubeiträge aus dem Wasserphantom und dem Strahlerkopf, die einen additiven Einfluss auf die relative Dosis haben. Dieser ist so festgelegt, dass er in der Tiefe $z=10\text{cm}$ eines $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ Feldes bei SSD=100cm gleich eins ist, da dort der Referenzpunkt liegt.

Im folgenden sollten verschiedene Felder bei fester Monitorzahl (100MU) bei konstanter Tiefe $z=10\text{cm}$ gemessen werden.

Dazu wurde die $0,125\text{cm}^3$ Semiflexkammer bei einem SSD=100cm in genannter Tiefe verwendet.

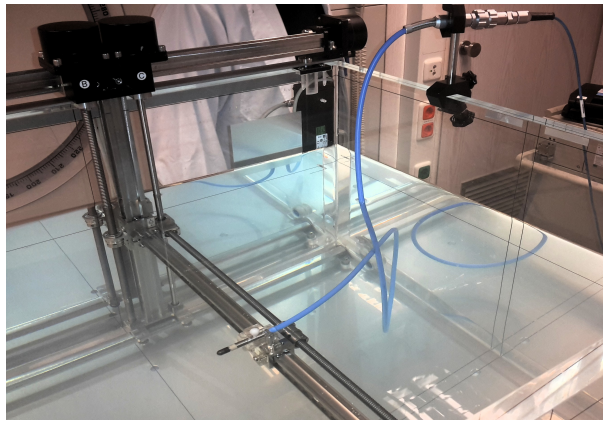


Bild 6: Aufbau zur Gesamtstreufaktormessung

Der Streufaktor wird in der Regel mit quadratischen Feldern gemessen, daher wurden vornehmlich solche abgestrahlt. Durch Normierung der gemessenen Ladung auf den Referenzwert (10 x 10 Feld) ergaben sich folgende Werte:

Feldkantenlängen in cm	Ladung in nC	Gesamtstreufaktor
2 x 2	2,555	0,793
3 x 3	2,704	0,839
5 x 5	2,899	0,899
10 x 10	3,223	1,000
15 x 15	3,401	1,055
20 x 20	3,540	1,098
25 x 25	3,627	1,125
30 x 30	3,695	1,146
34 x 34	3,735	1,159
2 x 34	2,818	0,874
34 x 2	2,736	0,849

Tabelle 1: Messergebnisse Gesamtstreufaktor

Die unterschiedlichen Werte des 2 x 34 und des 34 x 2 Feldes lassen sich dadurch erklären, dass durch die Blockblendenkonstellation im Linac eine Rückstreuung in die Ionisationskammer auftritt. Das führt dazu, dass der Dosismonitor des Linacs mehr misst als er tatsächlich abstrahlt. Daher beendet der Linac die Bestrahlung vorzeitig und es wird weniger Dosis im Messpunkt gemessen. Dies ist bei dem 34 x 2 Feld der Fall. Folglich ist die Blende, die auf 2cm geöffnet wurde auch näher an der Ionisationskammer des Linacs.

Anhand des Gesamtstreufaktors für die rechteckigen Felder lässt sich abschätzen welche quadratische Feldkonstellation äquivalent ist. Diese lag zwischen 3 x 3 und 5 x 5, also bei etwa 4 x 4.

Nun sollen die Strahlerkopfstreufaktoren bestimmt werden. Dazu wird das Wasser abgelassen, um eine Messung mit einer Plexiglaskappe (Miniphantom) "frei in Luft" zu ermöglichen. Wie bereits oben erwähnt, ist die Plexiglaskappe sehr klein (Durchmesser ca. 2cm). Dadurch ist die Forderung, dass das Mini-Phantom immer ganz von Strahlung erfüllt sein muss, erreicht (Streuung durch Mini-Phantom konstant).

Es ergeben sich folgende Werte:

Feldkantenlängen in cm	Ladung in nC	Strahlerkopfstreufaktor	Phantomstreufaktor
2 x 2	4,346	0,933	0,849
3 x 3	4,414	0,948	0,885
5 x 5	4,506	0,968	0,930
10 x 10	4,657	1,000	1,000
15 x 15	4,765	1,023	1,031
20 x 20	4,861	1,044	1,052
25 x 25	4,906	1,053	1,068
30 x 30	4,941	1,061	1,081
34 x 34	4,973	1,068	1,085
2 x 34	4,516	0,970	0,902
34 x 2	4,425	0,950	0,893

Tabelle 2: Strahlerkopfstreufaktor und Phantomstreufaktor

Die Werte des Phantomstreufaktors ergeben sich aus der Formel:

$$f_{\text{Phantom}} = f_{\text{Gesamt}} / f_{\text{Strahlerkopf}}$$

Um die Werte miteinander zu vergleichen, wird eine grafische Auftragung vorgenommen:

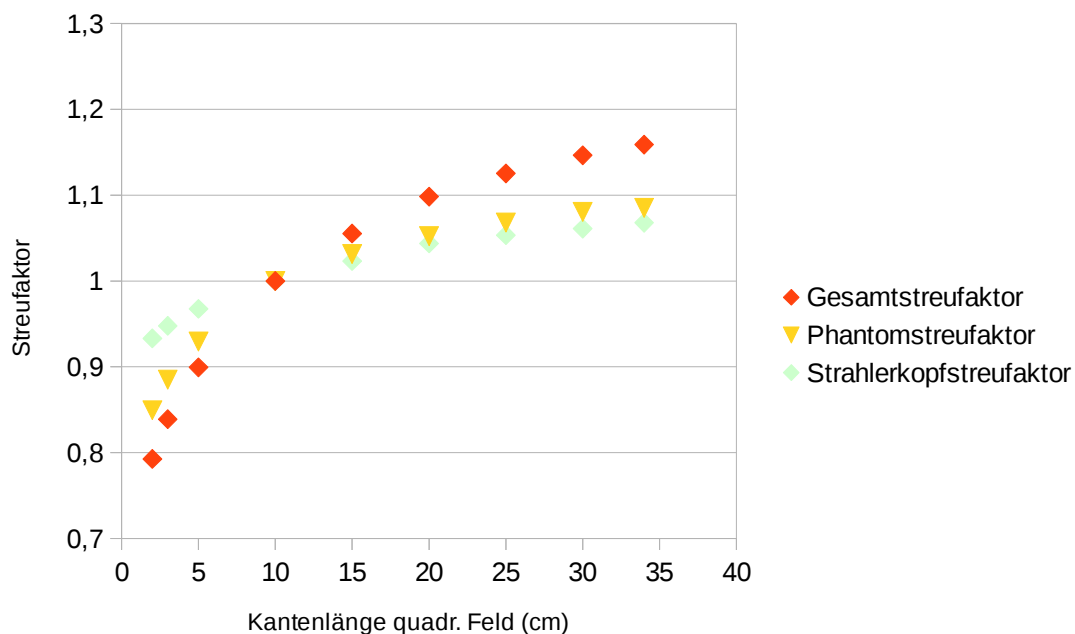


Diagramm 1: Auftragung der ermittelten Größen (aus Übersichtsgründen wurde auf die rechteckigen Feldwerte verzichtet)

Aus der Auftragung geht hervor, dass der Phantomstreufaktor in Feldern kleiner 10 x10 eine signifikant höhere Änderung aufweist als der Strahlerkopfstreufaktor.

Eine weitere kurze Messung der Ladung mit einem geringfügig größeren Mini-Phantom ergab folgende Werte:

Feldkantenlängen in cm	Mini-Phantom klein	Strahlerkopfstreufaktor	Mini-Phantom groß	Strahlerkopfstreufaktor
	Ladung in nC		Ladung in nC	
2 x 2	4,346	0,933	4,405	0,920
3 x 3	4,414	0,948	4,527	0,945
5 x 5	4,506	0,968	4,628	0,966
10 x 10	4,657	1,000	4,790	1,000

Tabelle 3: Unterschied von Mini-Phantom-Größe

Der Tabelle lässt sich entnehmen, dass die Werte für das 3er und das 5er Feld in guter Näherung übereinstimmen. Der Wert des größeren Mini-Phantoms für das 2er Feld ist jedoch nicht repräsentativ, da die Bedingung der konstanten Streuung durch das Mini-Phantom nicht mehr eingehalten werden kann (Feld < Phantom).

Auch lässt sich daraus ableiten, dass aufgrund von höherer Streuung im größeren Mini-Phantom ebenfalls die Dosis steigt.

Anmerkungen

Der Dozent weist noch einmal auf die selbstentwickelnden Radiochromfilme hin. Diese werden unter dem Namen Gafchromix vertrieben. Schwierigkeiten bei der Auswertung macht besonders die lange (Selbst-)Entwicklungszeit.