



Konstanzprüfung nach DIN 6847-5

Versuch vom 21.12.2018

Christina Winter
31.12.2018

Inhalt

1. Theorie	2
1.1Advanced Markus Kammer	2
1.2Phantome in der Radioonkologie	2
2. Zielsetzung	3
3. Material und Methode	4
3.1Aufnahme einer Tiefendosiskurve in RW3-Platten	4
3.2Messung zur Bestimmung des Strahlerkopfstreufaktors	4
3.3Dosismonitorkammerprüfung	5
3.4Demonstration mit dem PTW Octavius Flächendetektor	5
4. Ergebnisse und Diskussion	6
4.1Aufnahme einer Tiefendosiskurve in RW3-Platten	6
4.2Messung zur Bestimmung des Strahlerkopfstreufaktors	7
4.3Dosismonitorkammerprüfung	8

1. Theorie

1.1 Advanced Markus Kammer

Die Advanced Markus Kammer ist eine Flachkammer bzw. Parallelplattenkammer die den Anforderungen der DIN EN 60731 entspricht und somit, im Gegensatz zur Markus Kammer, für die Verwendung in der Strahlentherapie zugelassen.

Dabei müssen laut DIN EN 60731 folgende Abmessungen bei Parallelplattenkammern für Elektronenstrahlung erfüllt sein:

- ⇒ Dicke des Eintrittsfenster bis zu 1mm
- ⇒ Abstand zwischen der inneren und äußeren Elektrode bis zu 2mm
- ⇒ Durchmesser der inneren Elektrode (Sammelelektrode) bis zu 20mm
- ⇒ Schutzring um Sammelelektrode mit Mindestbreite vom 1,5fachen der Höhe des Hohlraumes (Verhältnis Breite des Schutzringes zum Plattenabstand)



Abb. 1 Advanced Markus Kammer von PTW Freiburg
(https://www.ptw.de/uploads/pics/adv_markus_04.jpg)

Die Betriebsspannung der Advanced Markus Kammer liegt bei 300V.

1.2 Phantome in der Radioonkologie

Um ein geeignetes Material für ein Phantom in der Radioonkologie zu finden, muss man sich zuerst im Klaren darüber sein, welche Eigenschaften dieses aufweisen muss. Allgemein sollte das Material in seiner Wirkung auf die Strahlung und Energieabsorption äquivalent zum menschlichen Gewebe sein. Es sollte in etwa die gleiche Massendichte aufweisen.

Die Dichte von Muskelgewebe mit $\rho=1,05\text{g/cm}^3$ und Fettgewebe mit $\rho=0,95\text{g/cm}^3$ liegt in etwa in dem Bereich von Wasser mit $\rho=0,9982\text{g/cm}^3$. Daher kann Wasser als Gewebeäquivalent angesehen werden. Es weist die gleiche Durchgängigkeit von ionisierender Strahlung auf wie menschliches Gewebe und wird daher in vielen Bereichen eingesetzt. Unter anderem zur Überprüfung des Tiefendosisverlaufs bei Linearbeschleunigern. In der Regel besteht ein Wasserphantom aus einem mit Wasser gefüllten Plexiglasbehälter.

Weitere weit verbreitete und geeignete Materialien sind PMMA (Polymethylmethacrylat) und RW3, welches auch „Goettingen White Water“ genannt wird. PMMA ist ein Acrylglas mit einer Dichte von $\rho=1,19\text{g/cm}^3$ und liegt damit etwas über der Dichte von menschlichem Weichteilgewebe. RW3 ist eine Mischung aus 98% Polystyrol und 2% Titanoxid mit einer Dichte von $\rho=1,045\text{g/cm}^3$ und damit gewebeäquivalenter als PMMA. Jedoch



Abb. 2 RW3-Plattenphantom von PTW Freiburg
(https://www.ptw.de/uploads/pics/slabphantoms_04.jpg)

werden beide gleichermaßen verwendet. Phantome aus PMMA oder RW3 werden in der Regel aus unterschiedlichen dicken Platten individuell zusammengesetzt. Es gibt aber auch bereits kompakte Phantome, beispielsweise zur CTDI-Messung am CT oder das Octavius-Phantom von PTW für Messungen bei Rotationsbestrahlungen (z.B. Tomotherapie, VMAT).

Für die verschiedenen Messungen gibt es für alle Phantome unterschiedliche Ausführungen und Messeinschübe, meist in Form eines 2D-Array.



Abb. 3 Octavius 4D von PTW Freiburg
(<https://www.ptw.de/typo3temp/pics/e9e3daca90.jpg>)

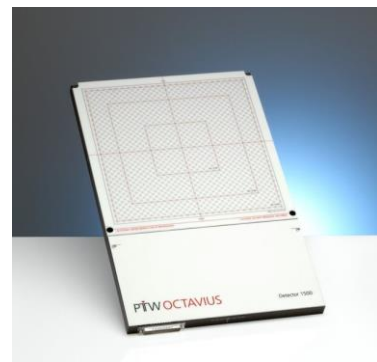


Abb. 4 PTW Octavius 1500 2D-Array
(<https://www.ptw.de/typo3temp/pics/f817e5024d.jpg>)

2. Zielsetzung

In diesem Praktikum sollen einige, der laut DIN 6847-5, vorgeschriebenen jährlichen Konstanzprüfungen näher erläutert und durchgeführt werden. Dazu werden folgende Messungen vorgenommen:

- Aufnahme einer Tiefendosiskurve in einem RW3-Plattenphantom mit der Advanced Markus Kammer von 0mm bis 18mm, um die Oberflächen- und oberflächennahe Dosis bis zum Erreichen des $D_{\max}$ zu bestimmen.
- Messung zur Ermittlung des Strahlerkopfstreufaktors, um die Phantomstreuung und den gesamten Streufaktor zu ermitteln.
- Messung zur Überprüfung der Konstanz der Dosismonitorkammer
- Demonstration der Messungen mit einem Flächendetektor der Fa. PTW Freiburg

3. Material und Methode

3.1 Aufnahme einer Tiefendosiskurve in RW3-Platten

Da die Bestimmung der Oberflächendosis im Wasserphantom aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit nicht genau genug möglich ist, wird diese mittels eines RW3-Plattenphantom ermittelt. Dazu wird die Advanced Markus Kammer ohne Schutzkappe in eine dafür vorgesehene Vertiefung in der RW3-Platte positioniert und eine Betriebsspannung von 300V eingestellt.

Bestrahlungsparameter:

FOA =>	100cm
Feldgröße =>	10cm x 10cm
Energie =>	6 MV
MU =>	100
Messtiefe =>	0-18mm (siehe Excel Tabelle)



Abb. 5 Aufbau Plattenphantom mit Advanced Markus Kammer

Für die einzelnen Messtiefen werden dünne RW3-Platten (1, 2, 5, 10mm) je nach gewünschter Tiefe unterhalb der Messkammer entfernt und oben aufgelegt, so dass der FOA immer bei 100cm liegt. Die Messwerte werden in einer Excel Tabelle gesammelt und für die Auswertung mit der Tiefendosiskurve (gemessen im Wasserphantom) vom ersten Praktikumstermin verglichen.

3.2 Messung zur Bestimmung des Strahlerkopfstreu factors

Für die Messung zur Bestimmung des Strahlerkopfstreu factors wird das Wasserphantom ohne Wasser nach den Lasern ausgerichtet. Es dient in diesem Fall lediglich als Kammerhalterung.

Die Messung findet mit der Kompaktkammer Semiflex 0,3cm³ von PTW frei Luft statt, um die Phantomstreuung zu minimieren. Um die Elektronenstrahlung heraus zu filtern wird ein Miniphantom in Form einer Aufbaukappe verwendet. Laut Norm muss das Plexiglasminiphantom so gewählt werden, dass es in seinen Eigenschaften einer Wassertiefe von mindestens 10cm entspricht. In unserem Fall hat die Kappe eine Wandstärke von 14mm, welches einer Wassertiefe von 16mm entspricht, und damit der Lage des D_{max} . Der Strahlerkopfstreu factor gilt nur für Felder, die größer sind

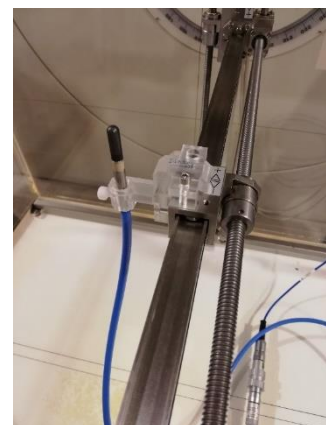


Abb. 6 Wasserphantom als Kammerhalterung

als die Ausmaße des Miniphantoms, da ansonsten der Einfluss der Phantomstreuung mit gemessen wird.



Abb. 7 Aufbaukappe

Bestrahlungsparameter:

FOA => Isozentrische Bestrahlung

Feldgröße => siehe Excel Tabelle

Energie => 6 MV

MU => 100

Messtiefe => Isozentrische Bestrahlung

Gemessen wird bei verschiedenen Feldgrößen.

3.3 Dosismonitorkammerprüfung

Zur Überprüfung der Monitorunits, wird die Konstanz der Dosis bei verschiedenen Monitorvorwahlen ermittelt. Dazu wurde die Kompaktkammer Semiflex 0,3 cm³ mit einer Betriebsspannung von 400 V verwendet. Als Phantom diente das RW3-Plattenphantom. Die Kammer wurde in 10 cm Tiefe platziert.

Bestrahlungsparameter:

FOA => 100cm

Feldgröße => 10cm x 10cm

Messtiefe => 10cm

MU => siehe Excel Tabelle

Energie => 6 MV

Laut DIN 8647-5 werden die MU von 1 bis 400 überprüft. Im Praktikum werden aus Zeitgründen nur Messungen bis 100 MU durchgeführt.

Die Ergebnisse werden in einer Excel Tabelle zusammen getragen und die Dosis pro MU berechnet.



Abb. 8 Messaufbau zur Dosiskammerprüfung

3.4 Demonstration mit dem PTW Octavius Flächendetektor

Zur Demonstration wurde die aus Versuch 3.3 verwendete Kompaktkammer gegen den Octavius Flächendetektor von PTW Freiburg ausgetauscht. Der Flächendetektor besitzt 1500 kleine Messkammern über die Fläche verteilt. Aufgenommen wurde ein Querprofil bei einer Feldgröße von 20cm x 20cm in 10 cm Tiefe. Mit dem Flächenphantom konnten die Messungen der Inplane,

Crossplane und beider Diagonalen parallel aufgenommen werden. Ebenso besteht die Möglichkeit der Dosis- oder Dosisleistungsmessung. Bei der Messung der Dosisleistung wurden starke Schwankungen während des Dosisaufbaus und des Dosisabfalls festgestellt, welches wiederum mit dem Einschwingverhalten des Beschleunigers zusammen hängt. Zur genaueren Beurteilung wurde das Start-Up-Verhalten mittels der zentralen Kammer aufgenommen.

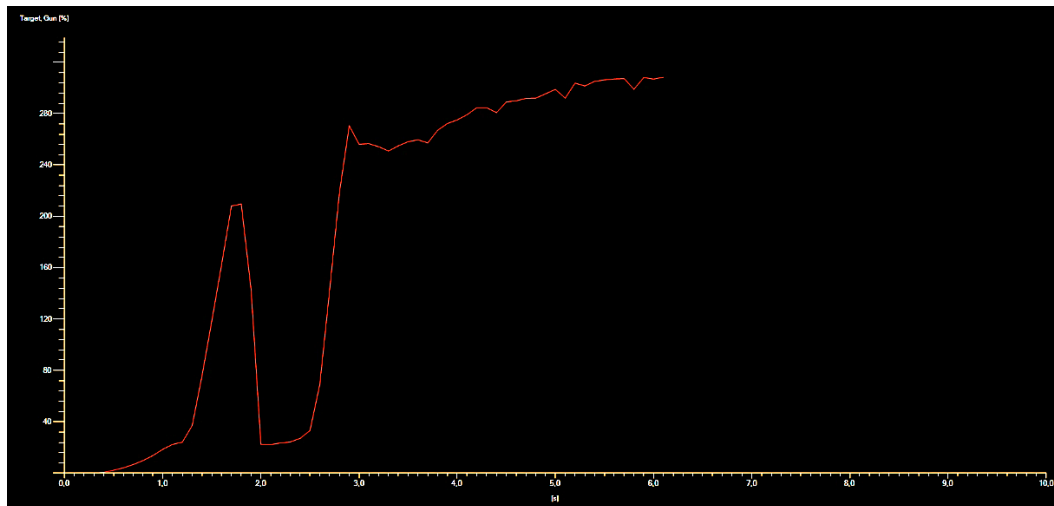


Abb. 9 Start Up Verhalten des Beschleunigers

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Aufnahme einer Tiefendosiskurve in RW3-Platten

Beim Vergleich der beiden Tiefendosisverläufe in Wasser und RW3-Platten gemessen, fällt auf das die Oberflächendosis bei 0mm deutlich voneinander abweicht. Liegt sie in Wasser gemessen bei ca. 50%, ist sie in den RW3-Platten deutlich geringer mit gerade mal 19%. Ab einer Tiefe von etwa 4mm bis 5mm gleichen sich beide Kurve an und erreichen bei etwa 15mm Tiefe ihr Dosismaximum. Der Unterschied ist damit zu begründen, dass in den RW3-Platten die tatsächliche Oberflächendosis von 0mm gemessen wird. In Wasser ist dies nicht möglich, da zum einen eine dünne Wasserschicht über der Kammer ist und man die Schutzkappe nicht entfernen kann, da die Kammer sonst nicht mehr wasserdicht ist. Dadurch ist die Oberflächendosis in Wasser erhöht.

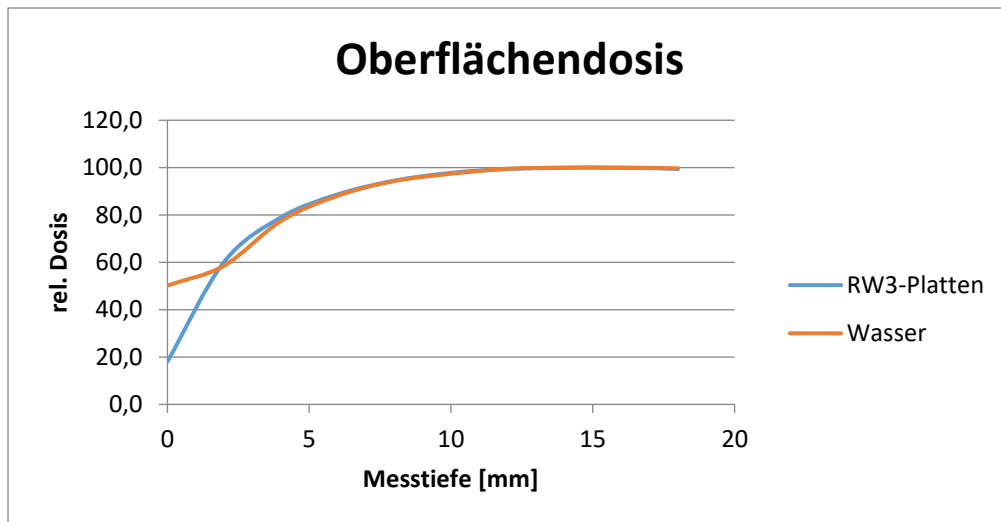


Abb. 10 Vergleich der Oberflächendosis gemessen in Wasser und RW3-Platten

4.2 Messung zur Bestimmung des Strahlerkopfstreufaktors

Aus dem gemessenen Strahlerkopf Streufaktor S_C und dem im vorherigen Praktikum ermittelten totalen Streufaktor S_{CP} lässt sich der Phantom Streufaktor S_P ermitteln mittels:

$$S_{CP} = S_C S_P \Rightarrow S_P = S_{CP} / S_C$$

Der Phantom Streufaktor lässt sich allerdings auch über Monte Carlo ermitteln und man erhält daraus den Strahlerkopf Streufaktor und kann sich die hier durchgeführte Messung ersparen.

Vergleicht man alle Streufaktoren miteinander fällt auf, dass der Strahlerkopf Streufaktor ab einer Feldgröße von 4cm x 4cm nahezu konstant bleibt. Dies ist damit zu erklären, dass die kleineren Felder nicht größer sind als die Aufbaukappe und die Phantomstreuung nicht unterdrückt wird. Der totale Streufaktor und Phantom Streufaktor weisen eine leichte Zunahme mit der Feldgröße auf. Bei einer Feldgröße von 10cm x 10cm liegen alle Streufaktoren bei 1. Diese Feldgröße entspricht den Bezugsbedingungen die in DIN 6800-2 genannt sind. Allgemein gilt, dass der Hauptbestandteil der Strahlerkopfstreuung am gesamten Blendensystem entsteht, da sich dieses am nächsten an der Messkammer befindet.

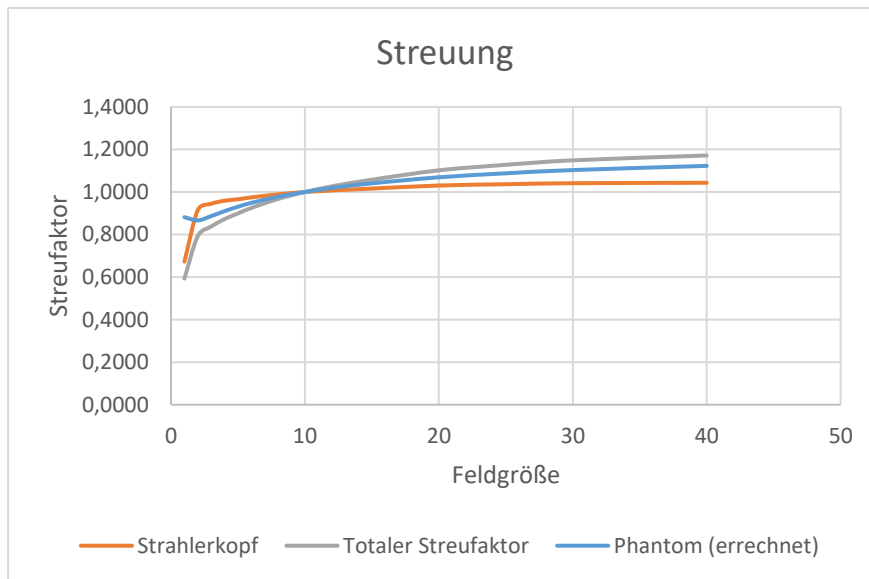


Abb. 11 Bestimmung der Streufaktoren

4.3 Dosismonitorkammerprüfung

Betrachtet man die beiden unten stehenden Grafiken, so fällt auf, dass sich erst bei etwa 20 MU eine Konstanz im Bereich des Sollwertes von 0,172 der D/MU einstellt. Davor erkennt man starke Schwankungen aufgrund des Einschwingverhaltens des Beschleunigers. D.h., dass der Beschleuniger eine gewisse Anlaufzeit benötigt durch welche die Dosis bei geringen MU's erhöht ist. Gerade für die Durchführung einer IMRT ist es wichtig dies zu berücksichtigen, da dort zum Teil Felder mit weniger als 10 MU bestrahlt werden.

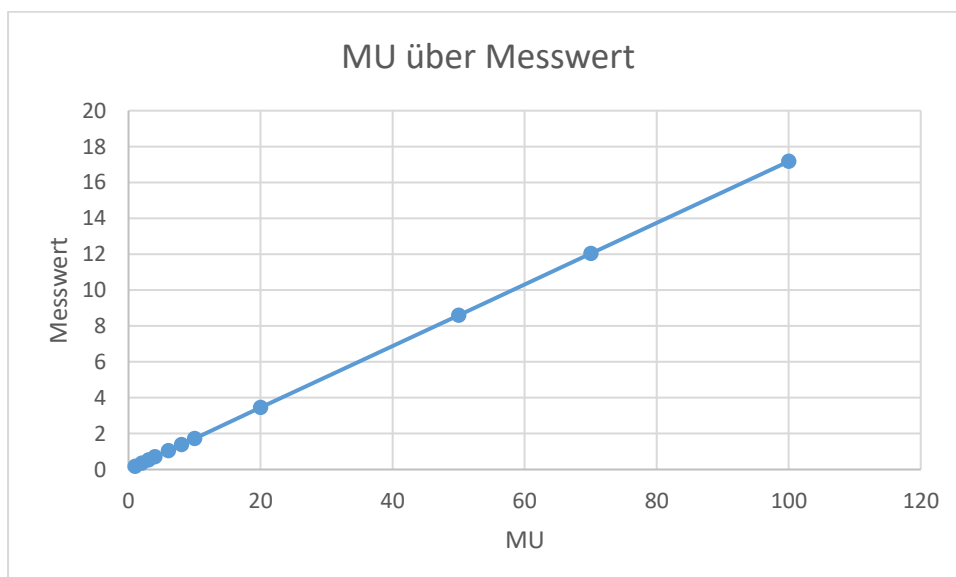


Abb. 12 MU über Messwert aufgetragen

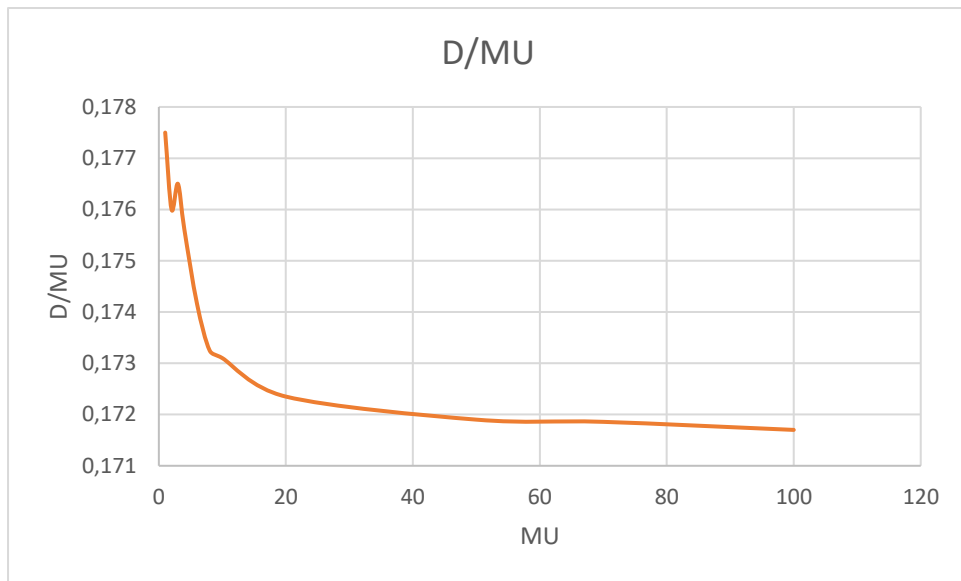


Abb. 13 Dosis pro Monitor Unit