

Konstanzprüfung nach DIN 6847-5

DOSIMETRIE PRAKTIKUM 13.12.2019

Protokollant: Jannis Herkommer
DOZENT | DR. OLIVER DOHM

1. Messung der Oberflächendosis

Bei der Photonenstrahlung ist wichtig, dass der Aufbaueffekt und die damit verbundene Oberflächendosis genau untersucht und bestimmt werden können. In der DIN 6847-5 wird die Konstanzprüfung bei therapeutischen Elektronenbeschleunigern beschrieben. Im ersten Versuch des Praktikums soll die Oberflächendosis gemessen werden. Jedoch wird hierzu ein anderer Aufbau, im Vergleich zu den vorherigen Praktika gewählt. Mit der Advanced Markus-Kammer und den RW3-Platten (Polystyrol und 2% Titanoxid) soll die Oberflächendosis präziser als im Wasserphantom bestimmt werden. Der Vorteil bei der Messung mit der Advanced Markus-Kammer liegt in ihrem kleinen Volumen und vor allem im abnehmbaren Eintrittsfenster. Dadurch ist eine präzise Messung in einer Tiefe d möglich und bei uns somit die Oberflächendosis, da der effektive Messort direkt an der Oberfläche der Kammer liegt. Da ohne Schutzkappe die Messung im Wasserphantom nicht möglich ist werden hier die RW3-Platten gewählt. Wir messen den Tiefendosisverlauf von 20mm Tiefe bis zur Oberfläche bei $SSD=100\text{cm}$, Feld: $10\text{cm} \times 10\text{cm}$, 6MV, Photonen und 100MU. Die Betriebsspannung der Advanced-Markus Kammer wurde auf 300 V eingestellt. Hierbei ist noch wichtig zu erwähnen, dass unter der Sonde ein Rückstreumaterial von mindestens 5cm gewählt werden muss (hier RW3-Platten) um ein zum klinischen Betrieb möglichst ähnliches Umfeld zu schaffen.

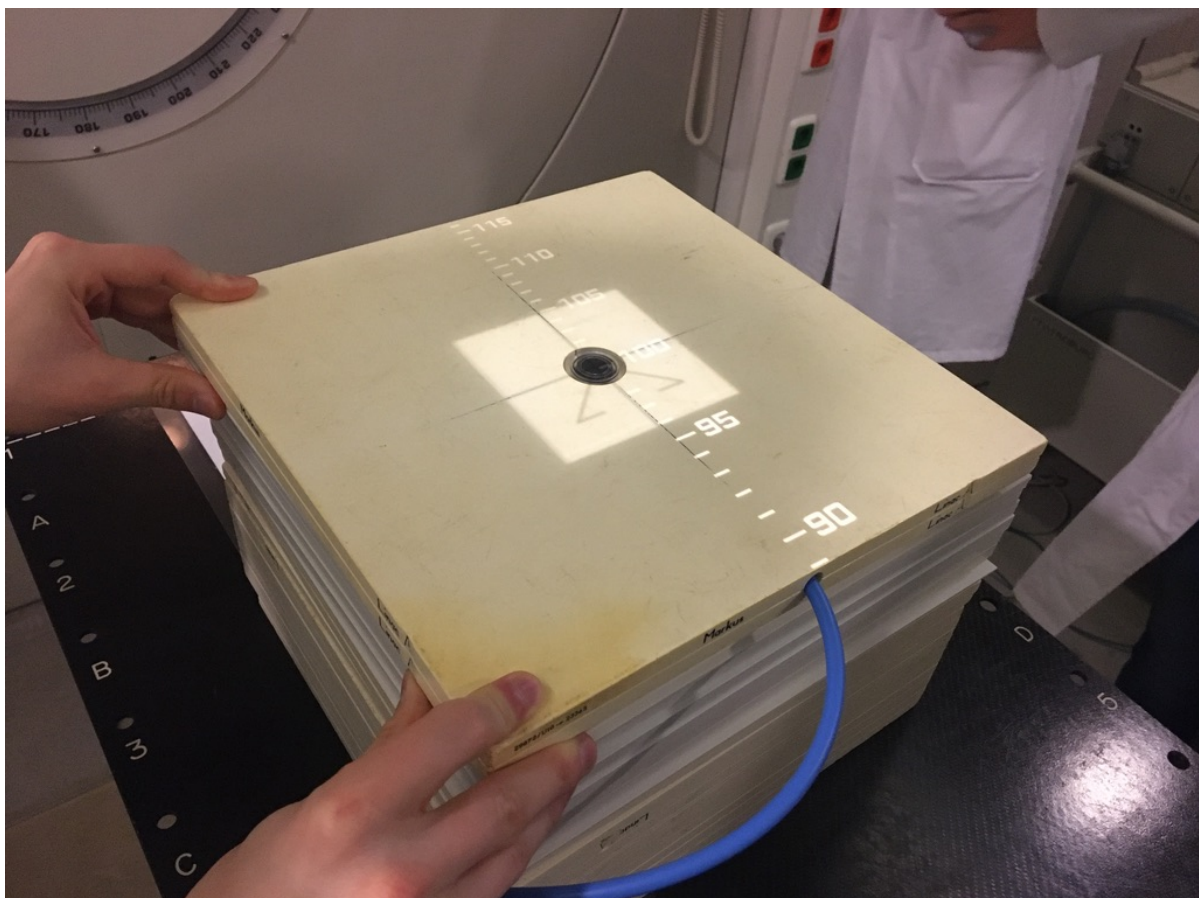


Abb.1: Messaufbau für die Messung der Oberflächendosis mit der Advanced-Markus Kammer und RW3-Platten

Gemessen wird die Ladung in pC mit der Messeinheit UNIDOS von PTW.

Tiefe [mm]	MW [pC]	MW norm
0	181.5	17.8
2	610.5	60.0
4	795.5	78.2
6	898.5	88.3
8	960.5	94.4
10	992	97.5
12	1010	99.3
14	1017	100.0
15	1017	100.0
16	1015	99.8
17	1015	99.8
18	1014	99.7

Tab. 1: Messwerte der Oberflächendosis mit der Advanced-Markus Kammer

Nachfolgend sollen die gemessenen Werte mit Tiefendosismessungen aus vorherigen Praktika verglichen werden. Hierzu wird die Messung vom 29.11.2019 gewählt.

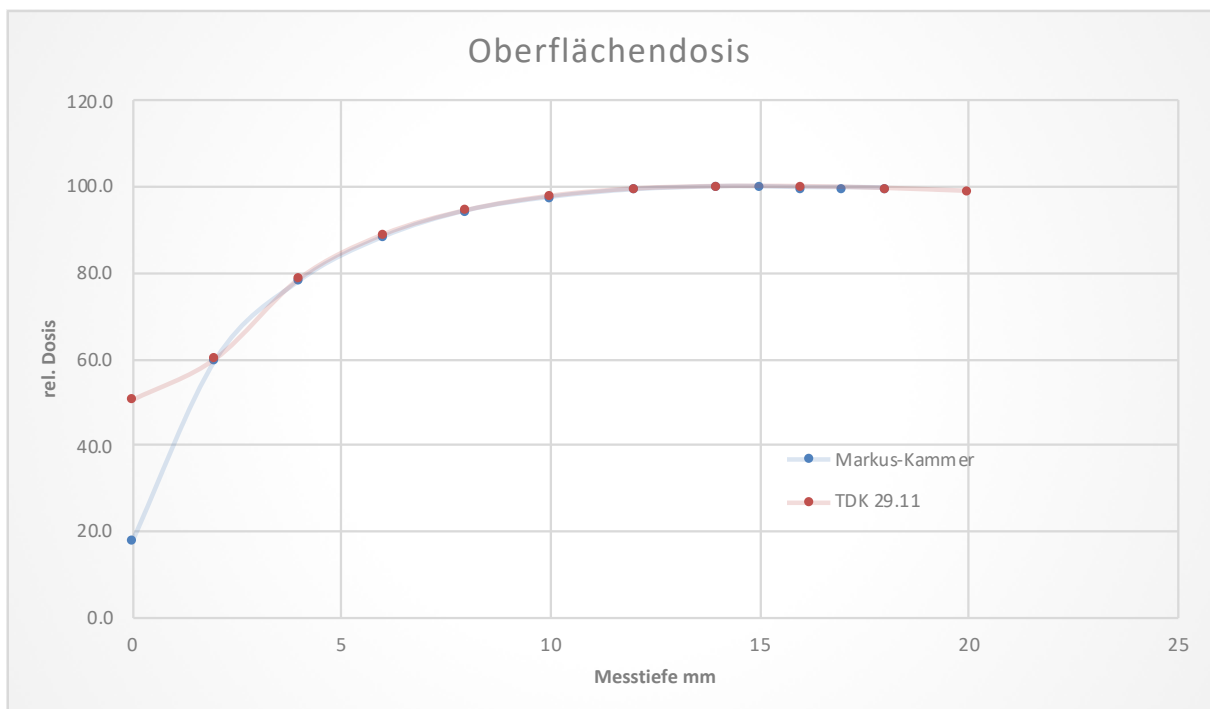


Abb. 2: Vergleich gemessener Oberflächendosen

Wie Abb.2 verdeutlicht können in geringen Tiefen erhebliche Unterschiede der gemessenen Dosen beobachtet werden. Erst ab einer Messtiefe von ca. 4mm gleichen sich die beiden Kurven an. Die deutlichen Unterschiede sind auf die Wahl der verschiedenen Kammern zurückzuführen. Bei der TDK vom 29.11.2019 wurde mit einer Kompaktkammer im Wasserphantom gemessen. Hierdurch kann in geringen Tiefen die Wellenbildung zu erheblichen Veränderungen bei den Messwerten führen. Außerdem ist das Auflösungsvermögen für diese Tiefen nicht ausreichend, wohingegen die Advanced-Markus Kammer (Flachkammer) deutlich besser geeignet ist. Durch die entfernte Schutzkappe wird der effektive Messort

sehr nah an den gewünschten Messort angenähert. Somit wird deutlich, dass die Messung der Oberflächendosis im Rahmen einer Konstanzprüfung unausweichlich mit der richtigen Methode bestimmt werden muss, um somit Fehler bei der Einstellung der therapeutischen Röntgenanlage zu verhindern. Sollte dies nicht berücksichtigt werden, kann es zur Gefährdung des Patienten kommen.

2. Strahlerkopfstreufaktor

Im nächsten Versuch soll der Strahlerkopfstreufaktor bestimmt werden. Das Wasserphantom wird unter dem LINAC aufgestellt, da es als Halterung für unsere Messkammer fungiert. Es wird mit einer $0,3\text{cm}^3$ -Kammer gemessen, die an einer axialen Befestigung am Wasserphantom angebracht wird. Somit kann frei in Luft gemessen werden. Außerdem wird eine Aufbaukappe mit konstanter Wandstärke (14mm) über der Messkammer angebracht. Hierdurch wird gewährleistet, dass im Dosismaximum gemessen wird und somit keine Kontaminationselektronen vorhanden sind. Außerdem erhalten wird durch die seitliche Abschirmung ein Sekundärelektronengleichgewicht. Jedoch ergibt sich durch die Aufbaukappe eine Limitierung für die Wahl der Feldgröße. Es kann demnach kein Feld kleiner als $3,5\text{cm} \times 3,5\text{cm}$ bestrahlt werden, da sonst die Aufbaukappe als Phantom funktionieren würde und die Strahlerkopfstreufaktoren nicht mehr bestimmt werden können. Für kleinere Felder müsste daher auf ein anderes Phantom (Messing) ausgewichen werden, da hier eine kleinere Wandstärke und somit kleinere Felder gewählt werden können. Bei $\text{SDD}=110\text{cm}$, $\text{SSD}=100\text{cm}$, 6MV werden nun verschiedene Feldgrößen mit 100MU abgestrahlt.

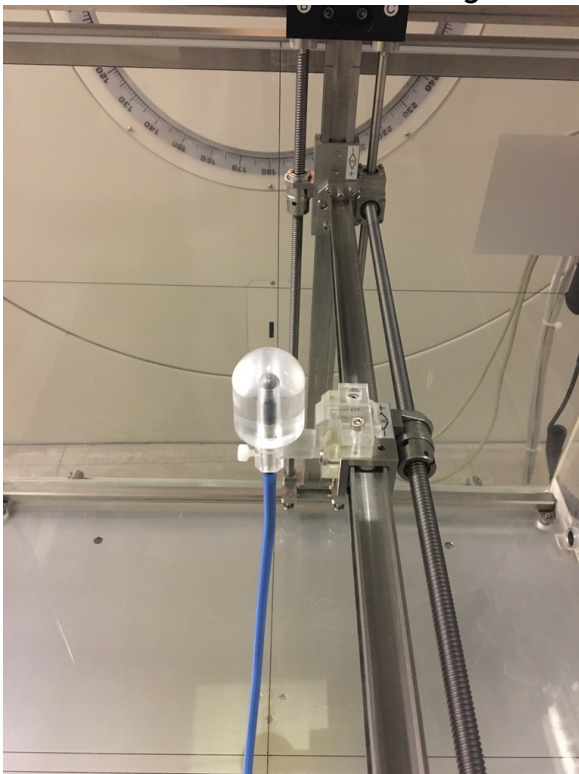


Abb. 3: Messaufbau zur Messung des Strahlerkopfstreufaktors

Feldgröße [cm]	MW [nC]	Strahlerkopfstreufaktor
1	9.379	0.65358885
2	13.13	0.914982578
3	13.59	0.947038328
4	13.79	0.96097561
5	13.9	0.968641115
6	14.03	0.977700348
8	14.21	0.990243902
10	14.35	1
12	14.48	1.009059233
15	14.62	1.018815331
20	14.83	1.033449477
25	14.89	1.037630662
30	14.98	1.043902439
40	15.02	1.046689895

Tab. 2: Messwerte zur Messung des Strahlerkopfstreufaktors (normiert auf 10cm x 10cm Feld)

Im Praktikum vom 29.11.2019 wurden die Outputfaktoren für den Linearbeschleuniger bestimmt. Diese werden nun herangezogen um die Phantomstreufaktoren zu bestimmen und die gemessenen Werte zu vergleichen. Mit Hilfe der Formel $S_{Output} = S_{Phantom} \times S_{Strahlerkopf}$ kann dies durchgeführt werden. Hier beschreib S_{Output} den Output-Faktor, $S_{Phantom}$ den Phantomstreufaktor und $S_{Strahlerkopf}$ den Strahlerkopfstreufaktor.

Nachfolgend wurden die verschiedenen Werte für die drei Faktoren bestimmt und in einem Diagramm aufgetragen.

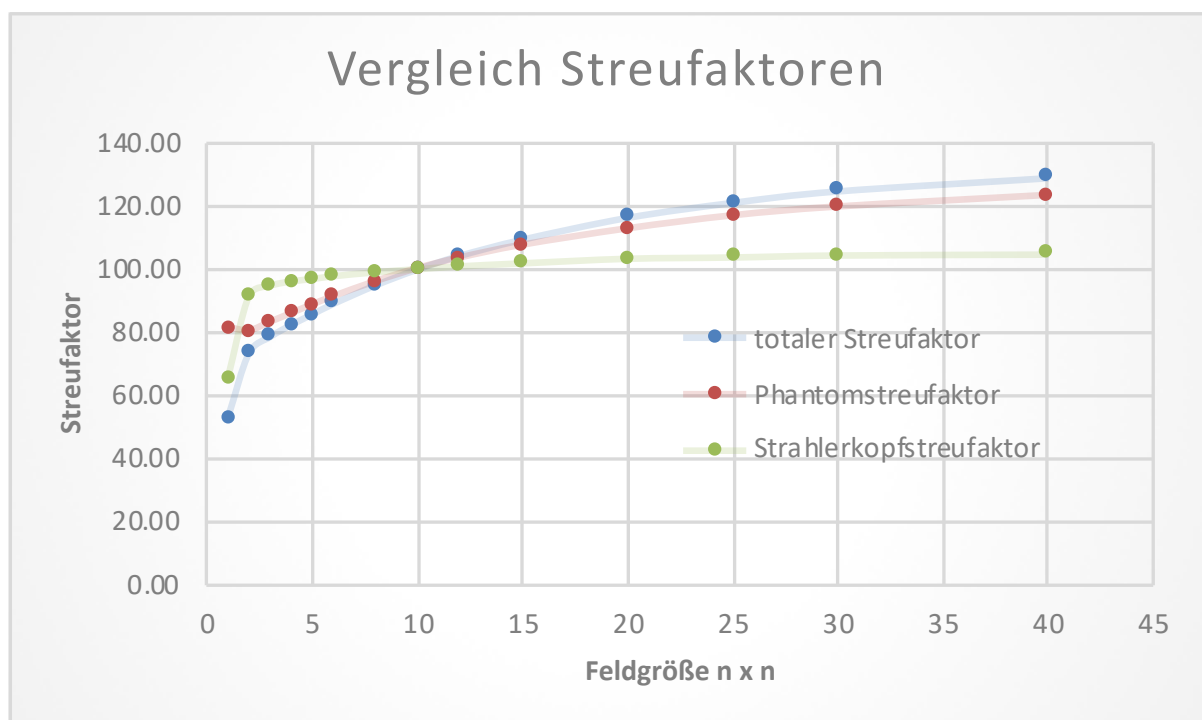


Abb. 4: Vergleich der Streufaktoren; totaler Streufaktor vom Praktikum vom 29.11.2019; Phantomstreufaktor wurde mit obiger Formel berechnet; Strahlerkopfstreufaktor aus heutigem Praktikum;

Der Strahlerkopfstreufaktor zeigt bei geringen Feldgrößen große Unterschiede, wohingegen bei großen Feldern der Faktor annähernd konstant bleibt. Dies ist

durch die Stellung der Blenden und Kollimatoren bei kleinen Feldgrößen zu erklären. Hier kann es zur Verdeckung des Fokus durch die Blenden kommen, wodurch die Dosis enorm sinkt. Zusätzlich kann bei Feldern kleiner als der Durchmesser des Miniphantoms die Phantomstreuung nicht verhindert. Außerdem kann aus Abb.3 die Erkenntnis gewonnen werden, dass der Phantomstreu faktor einen deutlichen größeren Einfluss auf den Output-Faktor hat, da im Bereich von großen Feldern der Strahlerkopfstreufaktor annähernd konstant bleibt. Der Anstieg des Phantomstreufaktors mit der Feldgröße lässt sich durch die steigende Streuung im Phantom, aufgrund des nun größeren, bestrahlten Volumens, erklären.

3. Abhängigkeit der Kalibrierfaktoren vom Dosismonitorwert

Nachfolgend soll die Dosis für variierende, abgestrahlte MU bestimmt werden. Hiermit kann die Dosis für 1 MU berechnet werden und die Konstanz bei verschiedenen abgestrahlten MU bestimmt werden. Hierzu wird die Wochencheckaufbau gewählt und mit einer Kompaktkammer ($0,3\text{cm}^3$) bei einem $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ Feld bei $\text{SSD}=100\text{cm}$ und $\text{SDD}=110\text{cm}$ gemessen. Es werden verschiedene MU zwischen 1 und 100 gewählt. Nachfolgend sind die gemessenen Werte in einer Tabelle dargestellt, sowie der jeweilige Dosiswert für 1 MU.

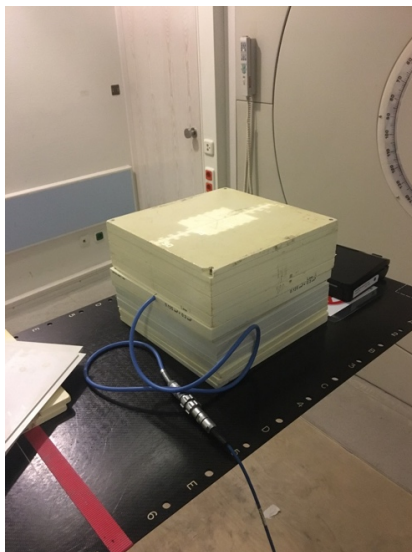


Abb. 5: Wochencheckaufbau

MU	MW [pC]	MW pro MU in pC
1	100	100
2	201.5	100.75
3	300.5	100.1666667
4	399.5	99.875
6	596	99.33333333
8	792.5	99.0625
10	989	98.9
20	1974	98.7
50	4925	98.5
70	6894	98.48571429
100	9850	98.5

Tab. 3: Werte zur Messung bezüglich der gemessenen Ladung pro MU

Im folgenden Diagramm werden die berechneten Werte pro MU abhängig von den gewählten Monitoreinheiten aufgetragen.

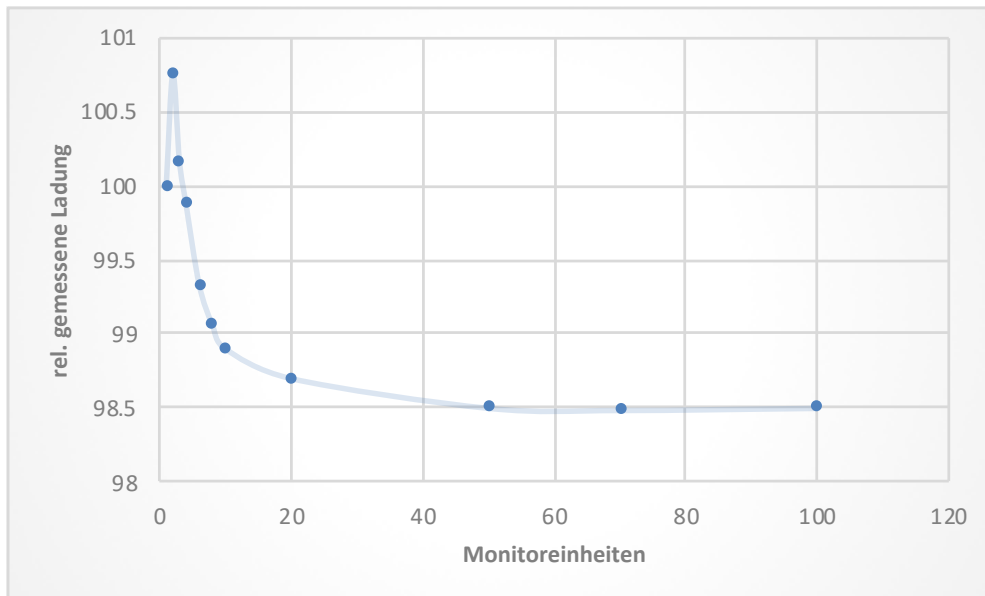


Abb. 6: Ladung pro MU abhängig von den gewählten Monitoreinheiten

In Abb.4 wird deutlich, dass erst ab ca. 10 abgestrahlten Monitoreinheiten eine konstante Dosis pro 1 MU vorhanden ist. Dies lässt sich durch das Einschwingverhalten des Linearbeschleunigers erklären. Der entstehende Strahl aus der Gun muss durch die Steuerelektronik erst geregelt und gebündelt werden. Üblicherweise sollte dies nach 1-3 MU abgeschlossen sein. Hierbei wird deutlich, dass die Berücksichtigung dieses Verhaltens bei Bestrahlung mit sehr geringen MU wichtig ist. Der Abweichung bei unsere Messung kann zugrunde liegen, dass der Linearbeschleuniger in unserem Praktikum nicht mehr im klinischen Betrieb ist und somit nicht regelmäßig geprüft wird und nicht mehr dem klinischen Standard entspricht. Hier kann eine Abweichung von ca. 1,5% beobachtet werden. Bis 5% Abweichung bei einer Konstanzprüfung wäre zulässig.

4. Messung mit dem Flächendetektor des Octavius-Phantoms

Im letzten Teil des Praktikums wurde mit dem 1500 Array von PTW die Messung von Querprofilen aufgezeigt. In der Platte sind 1500 kleinen Ionisationskammern vorhanden, welche einzeln ausgelesen werden können. Nachfolgend werden mithilfe des dazugehörigen Programms die Querprofile gemessen und überprüft ob sie innerhalb der Toleranzen liegen. Es wird deutlich das hiermit die Überprüfung des Linearbeschleunigers und seiner Querprofile deutlich schneller und einfacher als mit dem Wasserphantom durchgeführt werden kann.

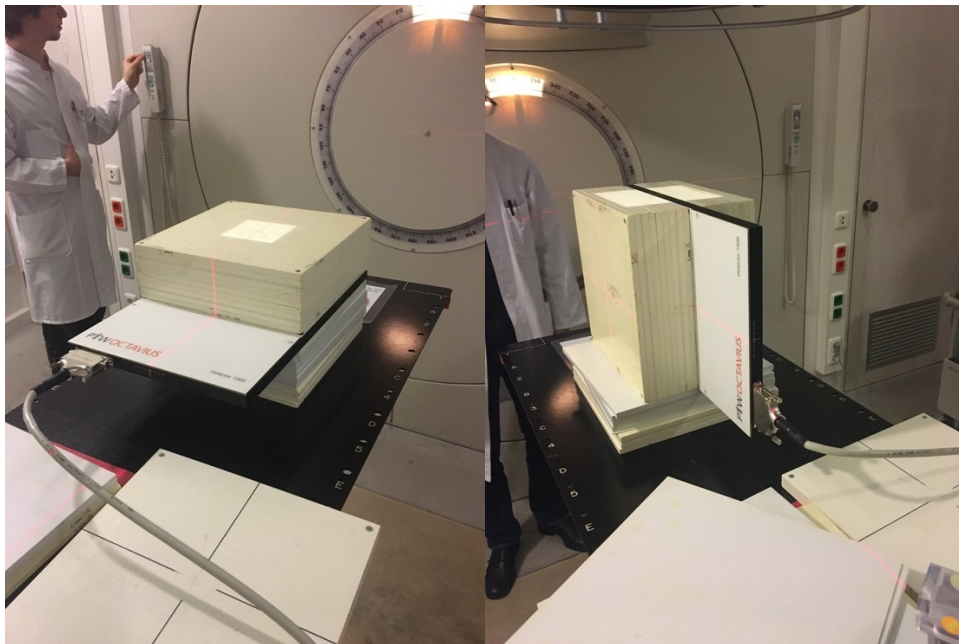


Abb. 7: Messaufbau mit dem 1500 Array; links bei Gantrywinkel 0° und recht bei Gantrywinkel 90°