Ein Phantom mit körperähnlicher Kontur zur System- und Einzelüberprüfung der Komponeten des strahlentherapeutischen Prozesses

M. Schero[1], R. Bauer[2], U. Stöber[1], O. Waletzko[3], R. Rohn[3], A. Block[2]

[1] Fachhochschule Münster, Münster
[2] Klinikum Dortmund, Institut für Medizinische Strahlenphysik, Dortmund
[3] Praxis für Strahlentherapie am Klinikum Dortmund , Dortmund

Einleitung

Die Strahlenschutzkommission hat in ihrem Bericht 103 von 2010 eine Überprüfung der gesamten Kette des strahlentherapeutischen Prozesses gefordert. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist aber die Verwendung einer geeigneten Phantoms. Zusammen mit der Fa. Positronic Beam Service wurde für diese Überprüfung ein Phantom entwickelt und im praktischen Einsatz in der Strahlentherapie getestet.

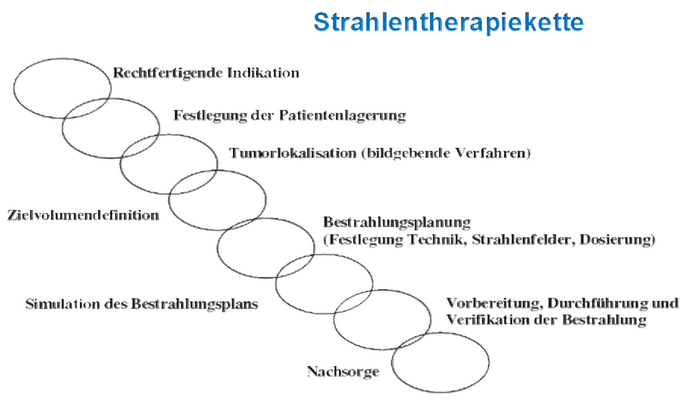

Abbildung 1: *Strahlentherapiekette entsprechend SSK Bericht 103*

Material und Methode

Für das Phantom „Bodyshape" (Fa. Positronic) wird als Grundmaterial RW3 verwendet. Es besteht aus einem 57 cm langen Sockel, auf dem ein Elipsoid der gleichen Länge und eine Höhe von 42 cm aufgebracht ist. Für eine starre Ionisationskammer sind 6 Ausbohrungen vorhanden (eine im geometrischen Zentrum) und 5 Ausbohrungen (Durchmesser 6 cm) für Blindstopfen unterschiedlichen Materials (Wasser, Luft, Styrodur, Polyoxymethylen, Aluminium). Längs-, Quer- und Höhenmarkierungen sind aufgezeichnet. Geometrische Analysen wurden mit der freien Software ImageJ durchgeführt.

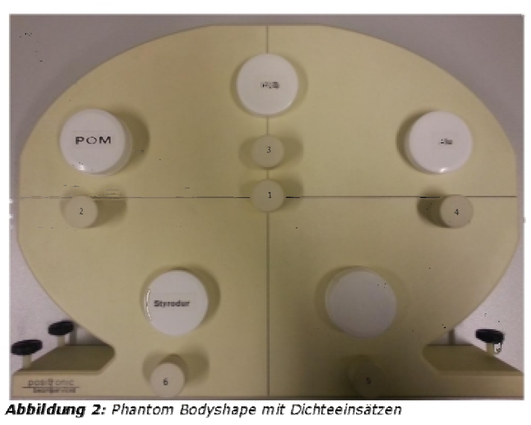

Abbildung 2: *Phantom Bodyshape mit Dichteeinsätzen*

Probenmaterial	Dichte in g/cm³	Gewebeäquivalenz
Wasser	1	Wasser
Luft	0,0013	Luft
POM (Polyoxymethylen)	1,4149	Knochen
Aluminium	2,8066	Prothetik
Styrodur	0,0425	Lungengewebe

Ergebnisse

Folgende Einzelkomponenten und Datenübertragungen der Strahlentherapiekette wurden mit dem Phantom getestet:

1. Überprüfung des CT: Hounsfield Units (HU) werden als richtig angesehen, geometrische Strukturen an der CT-Konsole vermessen.

2. Datenübertragung an das Therapieplanungssystem (TPS): Überprüfung der richtigen Interpretation der übertragenen Daten (HU und geometrische Strukturen)an das TPS. Dafür wurden im TPS um die Dichteeinsätze ROI's gelegt und die Geometrie und HU's ausgemessen.

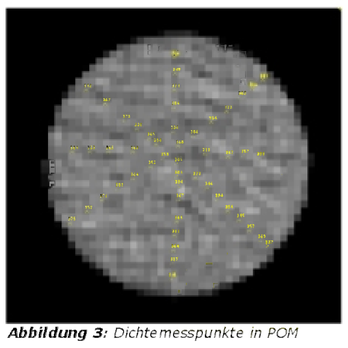

Abbildung 3: *Dichtemesspunkte in POM*

3. Überprüfung der Laser an Therapiesimulator und Linac: Phantom wird auf Lasermarkierungen positioniert Aufnahmen werden mit Kollimatordrehung von 0° und 180° durchgeführt werden. Schnittpunktbestimmung der Diagonalen erfolgt in ImageJ.

Abbildung 4: *Ausrichtung des Phantoms*

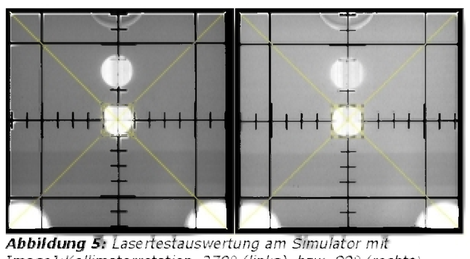

Abbildung 5: *Lasertestauswertung am Simulator mit ImageJ:Kollimatorrotation 270° (links), bzw. 90° (rechts)*

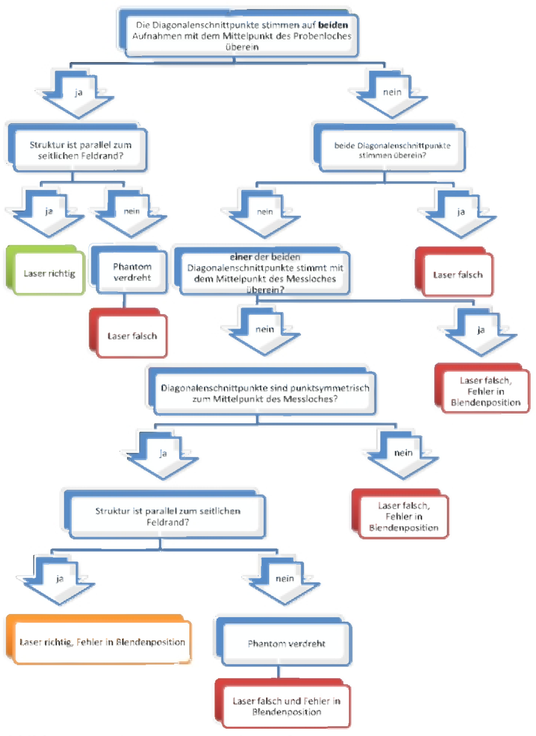

Abbildung 6: *Schema zur Laserüberprüfung*

4. Überprüfung der Blendeneinstellung an Therapiesimulator und Linac (siehe 3.).

5. Überprüfung der vom TPS errechneten Punktdosis in unterschiedlichen Dichteumgebungen mit den vom Linac real bestrahlten Dosiswerten, indem die Ionisationskammer in die verschiedenen Ausbohrungen eingebracht und bestrahlt wird.

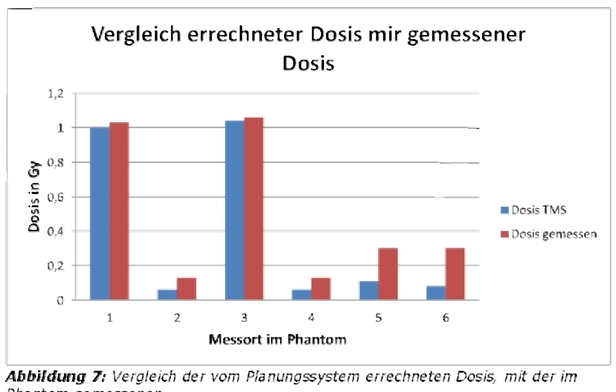

Abbildung 7: *Vergleich der vom Planungssystem errechneten Dosis, mit der im Phantom gemessenen.*

6. Überprüfung der Energiestabilität des Linac. Durch die Gewichtung E_{res} [MeV] 0 a·15 MeV+(1-a)·6 MeV für die beiden vorhandenen Energiestufen kann jede beliebige Energie dazwischen erzeugt werden. Mit dem einmaligen Erstellen einer Kalibrierungstabelle (Dosis in Abhängigkeit der bestrahlten Energie) kann anhand einer Dosismessung die Energiestabilität des Linac überprüft werden.

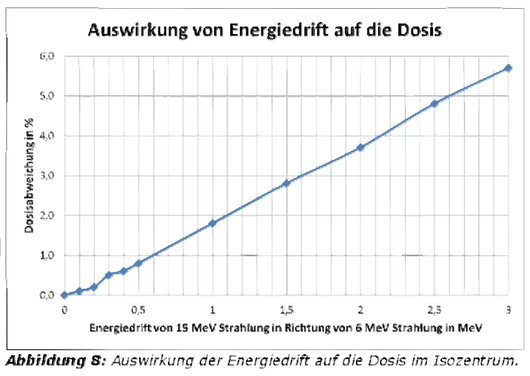

Abbildung 8: *Auswirkung der Energiedrift auf die Dosis im Isozentrum.*

Diskussion

Mit dem Phantom Bodyshape lassen sich geometrische Geräteeinstellungen, Datenübertragungen und applizierte Dosiswerte für die gesamte Kette des strahlentherapeutischen Prozesses überprüfen. Die Größe, die Längs-, Quer- und Höhenmarkierungen, die Blindstopfen für unterschiedliche Materialien und die einer Körperkontur nachempfundene Form lassen eine Qualitätssicherung und die Kontrolle der Einhaltung von technischen Fehlergrenzen mit großer Genauigkeit und unter für die Strahlentherapie realistischen Bedingungen einer Patientenbestrahlung zu.

Die Autoren bedanken sich bei A. Mewes für die technische Unterstützung