



Implementierung einer Konstanzprüfung der Röhrenspannung, Röntgendosis und Halbwertsschichtdicke mit dem Nomex Multimeter, PTW Freiburg, für die Bildgebung in der Strahlentherapie

A. Sparenberg, S. Krier, M. Alraun, Prof. S. Mose

Schwarzwald-Baar Klinikum - Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie
Klinikstr. 11, D-78052 Villingen-Schwenningen, alina.sparenberg@sbk-vs.de

Einleitung:

Für die Patienten-Positionierung in der Strahlentherapie ist die kV-Bildgebung, in Form eines CBCTs, der Goldstandard. Allerdings existiert für die kV-IGRT bislang keine Norm für die Durchführung der Konstanzprüfung an dem Röntgensystem. Für die Bildqualität werden in vielen Kliniken und Praxen Herstellerempfehlungen herangezogen, die Überprüfung der Dosis liegt in der Handhabung der einzelnen MPE.

Für den Bereich Strahlentherapie wurde mit dem Nomex Multimeter der Firma PTW eine Konstanzprüfung zur Kontrolle der dosisrelevanten Parameter zur Beschreibung der Strahlungsqualität von Röntgenstrahlung implementiert.

Material und Methoden:

Bei der entwickelten Röntgen-Konstanzprüfung wird mit einer „single shot exposure“ verschiedener kV-mA-s-Konstellationen senkrecht mit einem SSD von 100cm auf die Multimeter-Oberfläche gestrahlt und die Strahlparameter dokumentiert.

Das Nomex Multimeter ist nichtinvasiv, die Signale werden mittels einer Kombination aus Elektronik, Filtern und Silizium-Halbleiterdetektoren nach IEC 61674 erzeugt.

Dabei ist das Multimeter für verschiedene bildgebende Bereiche der Röntgenstrahlung kalibriert und misst verschiedene Strahlparameter: Dosis, Bestrahlungszeit, Spannung, Halbwertsschichtdicke, Gesamtfilterung, Dosis pro Puls, Pulsanzahl und Pulsfrequenz.

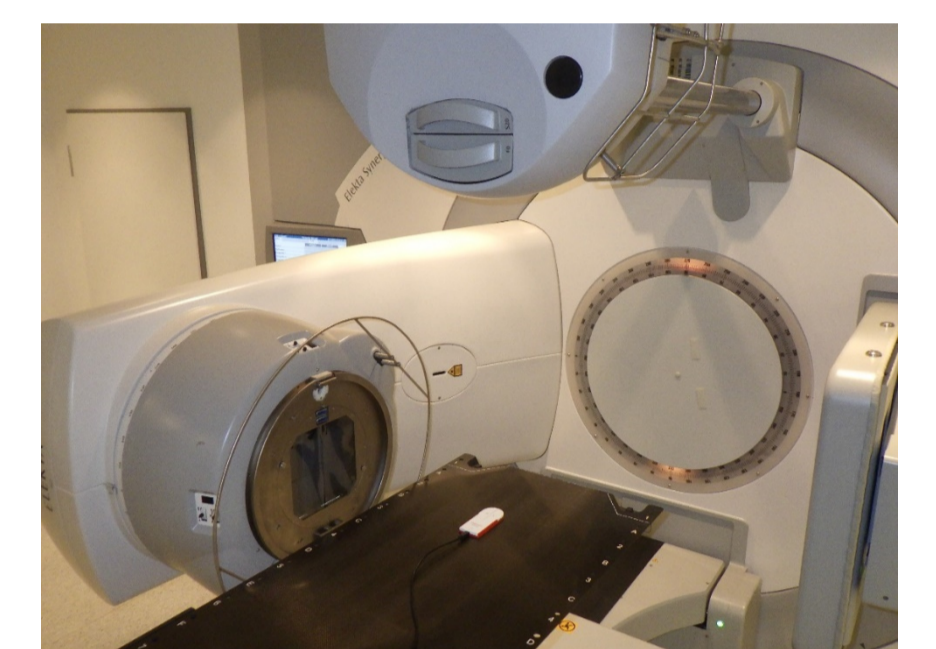


Abb.1 Aufbau am Linearbeschleuniger

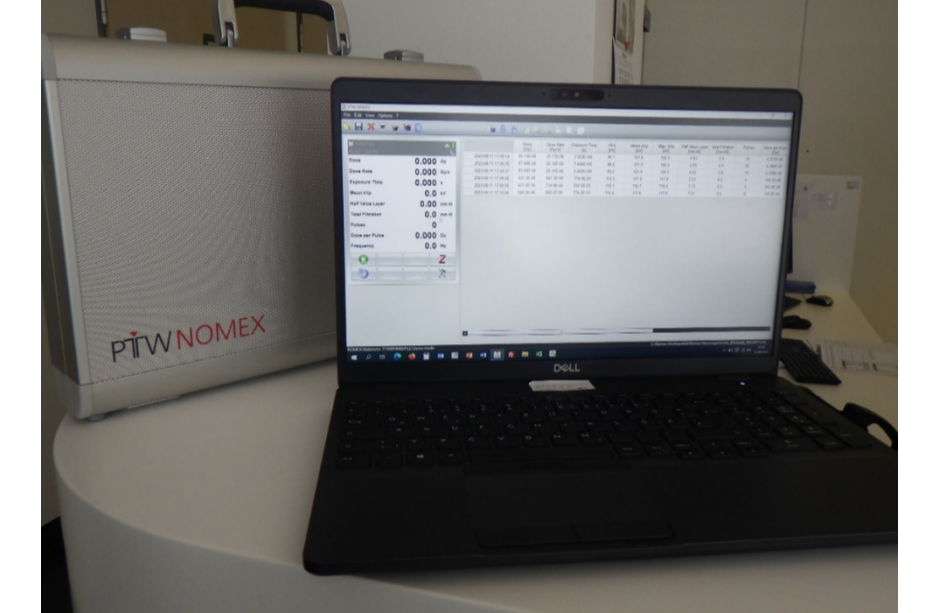


Abb.2 Messlaptop mit Software

Ergebnisse:

Die vorangegangenen Messungen zur Inbetriebnahme des Nomex Multimeter am Röntgensystem der Linearbeschleuniger und des Cyberknife haben gezeigt, dass das Messgerät nicht nur sehr intuitiv und einfach in der Handhabung zu bedienen ist, sondern gerade für eine Konstanzprüfung aufgrund der hohen Reproduzierbarkeit der Messwerte sehr geeignet ist. Im klinischen Alltag bietet das Nomex eine genauere Möglichkeit zur Konstanzüberprüfung der strahlungsqualitätsbeschreibenden Parameter und dient somit als Indikator für mögliche Fehler.

Die Tabellen 3A+B und Diagramme Abb. 4a-d und 5a-d zeigen die Messergebnisse über den Zeitraum eines Jahres am Beispiel einer kV-mA-s Konstellation mit 100kV.

Vergleich zweier Röntgensysteme: Mit dem Multimeter wurde ein genauer Vergleich der dosisrelevanten Parameter zwischen den kV-Bildgebungssystemen zweier Linearbeschleunigern ermöglicht. Diese zeigen eine Übereinstimmung der Parameter Praktische Spitzenspannung (PPV), Halbwertsschichtdicke und Gesamtfilterung in einem Bereich von 1,5%.

Anlernen der Generatoren: Während der Wartung der Linearbeschleuniger wurden im März 2023 die beiden Generatoren neu kalibriert. Dabei blieben die dosisrelevanten Parameter, insbesondere die Dosis pro Puls, relativ konstant.

Röhrentausch: Im April 2023 wurde die Röntgenröhre am Linearbeschleuniger A getauscht. Während PPV und Dosis pro Puls relativ konstant bleiben, lässt sich in den Diagrammen für die Halbwertsschichtdicke und die Gesamtfilterung ein Sprung in den aufgenommenen Daten feststellen.

CTDI-Messungen: Zeitlich korrelierte CTDI-Messungen im August 2022, Januar 2023/Dezember 2022 und Juli 2023 lassen tendenziell (Vgl. Tabelle in Abb. 3A+B) auf einen Zusammenhang zwischen dem Dosis pro Puls und den CTDI-Werten schließen, wobei die Anzahl der Pulse der Anzahl der Frames entspricht.

Linac A	Abweichung [%]	
	Aug22 – Jan23	Jan23 – Juli23
Nomex Dosis/Puls	+4,6	-2,1
CTDI XVI-Preset HNO	+5,3	-3,6
CTDI XVI-Preset Half Leg	+5,3	-3,6

Abb.3A Zusammenhang Dosis/Puls und CTDI

Linac B	Abweichung [%]	
	Aug22 – Dez22	Dez22 – Juli23
Nomex Dosis/Puls	-1,2	+0,7
CTDI XVI-Preset HNO	-5,1	+1,8
CTDI XVI-Preset Half Leg	-5,1	+1,8

Abb.3B Zusammenhang Dosis/Puls und CTDI

Historie Linac A

Aug22: CTDI-Messung
Aug22-Juli23: Messwerte
Jan23: CTDI-Messung
März23: Anlernen Generator
April23: Röhrentausch
Juli23: CTDI-Messung

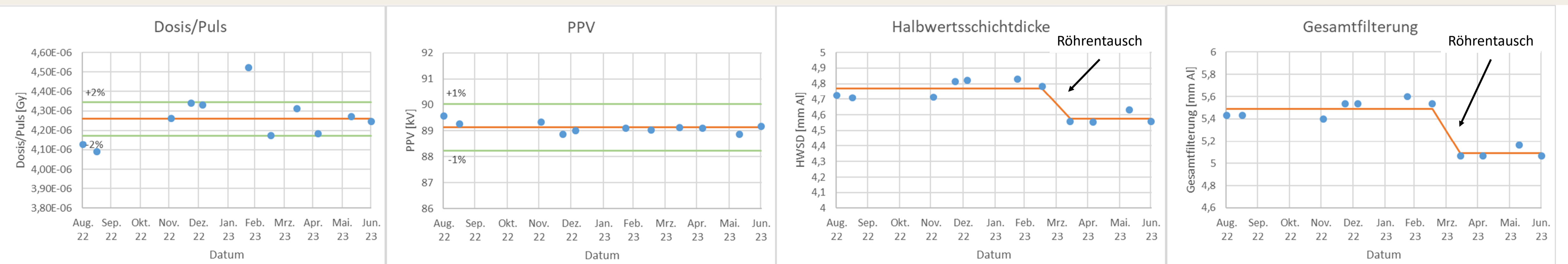


Abb.4a-d Diagramme mit aufgenommenen Messwerten für die Dosis/Puls (a), PPV (b), Halbwertsschichtdicke (c) und Gesamtfilterung (d) mit den zugehörigen Mittelwerten (orange) und den prozentualen Abweichungen (grün).

Historie Linac B

Aug22: CTDI-Messung
Sept22-Juli23: Messwerte
Dez22: CTDI-Messung
März23: Anlernen Generator
Juli23: CTDI-Messung

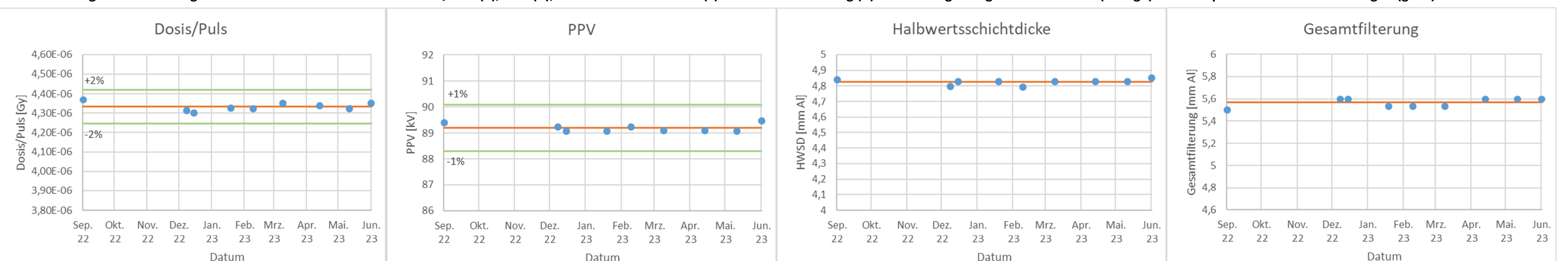


Abb.5a-d Diagramme mit aufgenommenen Messwerten für die Dosis/Puls (a), PPV (b), Halbwertsschichtdicke (c) und Gesamtfilterung (d) mit den zugehörigen Mittelwerten (orange) und den prozentualen Abweichungen (grün).

Zusammenfassung:

Die Entwicklung einer neuen Röntgen-Konstanzprüfung und erste klinische Erfahrungen mit dem Nomex der Firma PTW haben gezeigt, dass das Multimeter ein geeignetes Mittel zur Überprüfung der Konstanz verschiedener Strahlparameter in der kV-Bildgebung am Linearbeschleuniger einer Strahlentherapie ist.