

Initiale Untersuchungen zur Verwendbarkeit von RGSC- Atemmanagement am Halcyon Linearbeschleuniger



Zimmermann M.¹, Sabatino M.¹, Kretschmer M.¹, Giro C.¹, Würschmidt F.¹, Jöst V.¹
¹Radiologische Allianz, Strahlentherapie, Hamburg, Germany

Fragestellung

- Das Halcyon-System (Fa. Varian, Palo Alto, USA) in der Version 2.0 ist ein kompaktes, auf einer Ring-Gantry montiertes Linearbeschleunigersystem mit Bildgebungskomponenten. Eine CT-ähnliche Öffnung mit einem Durchmesser von 100cm ermöglicht Rotationsgeschwindigkeiten von bis zu vier Umdrehungen pro Minute.
- Zwingend jeder Fraktion vorgeschaltet ist Bildgebung, entweder als kV-CBCT oder orthogonale 2D-MV-Aufnahmen. Derzeit sind weder ein integriertes Atemmanagement-System noch eine Motion Management Schnittstelle zur automatischen Strahlsteuerung am Halcyon verfügbar. Der Einsatz des für die Computertomographie klinisch etablierten und validierten RGSC (Respiratory gating for Scanners, Fa. Varian, Palo Alto, USA) am Halcyon-System soll untersucht werden.
- Ziel dieser Arbeit ist die Implementierung der atemgesteuerten Bestrahlung in DIBH (Deep Inspiration Breath Hold) am Halcyon Beschleuniger.**

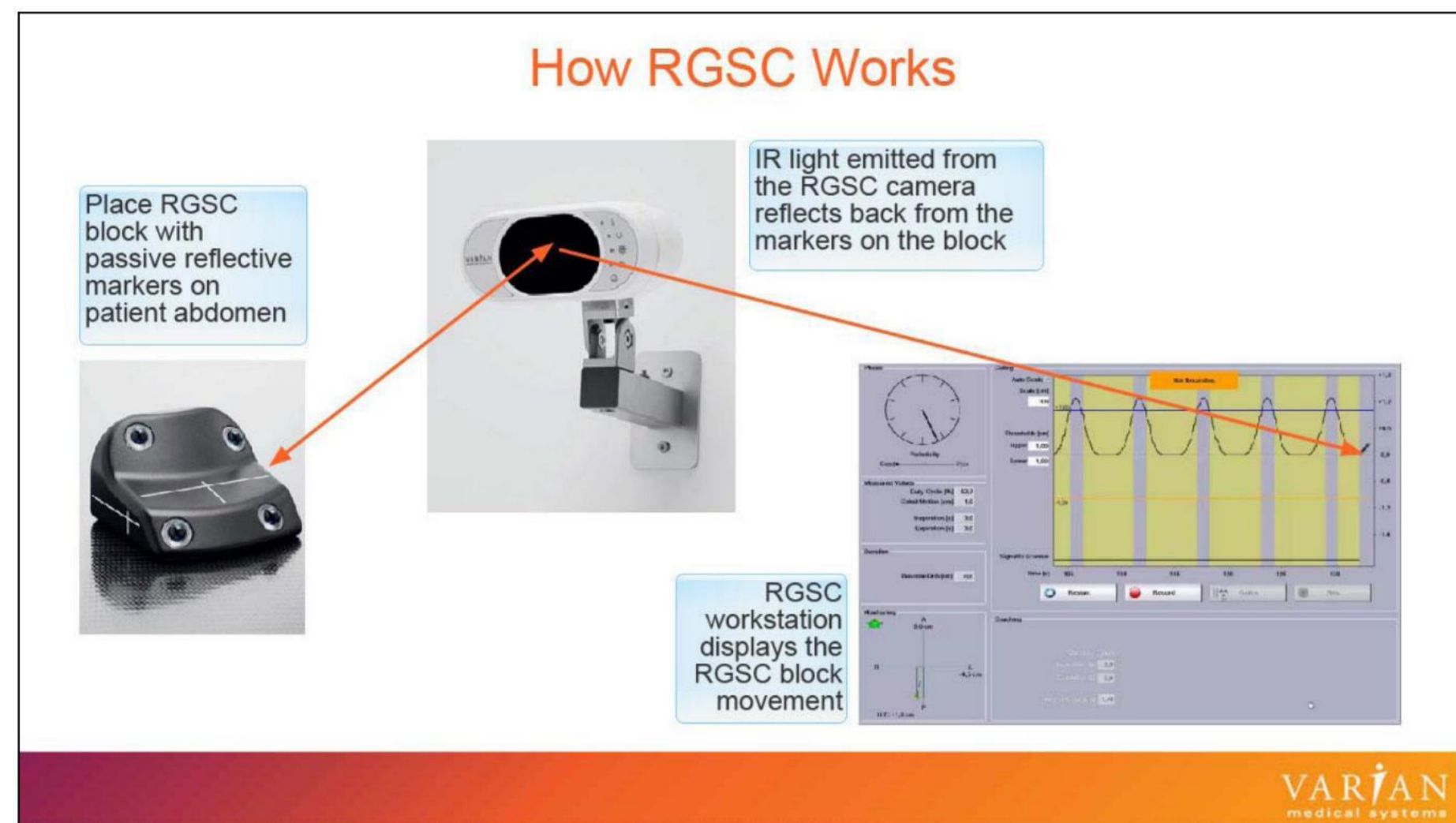


Abb.1: Darstellung der Funktionsweise des RGSC-Systems. [1]

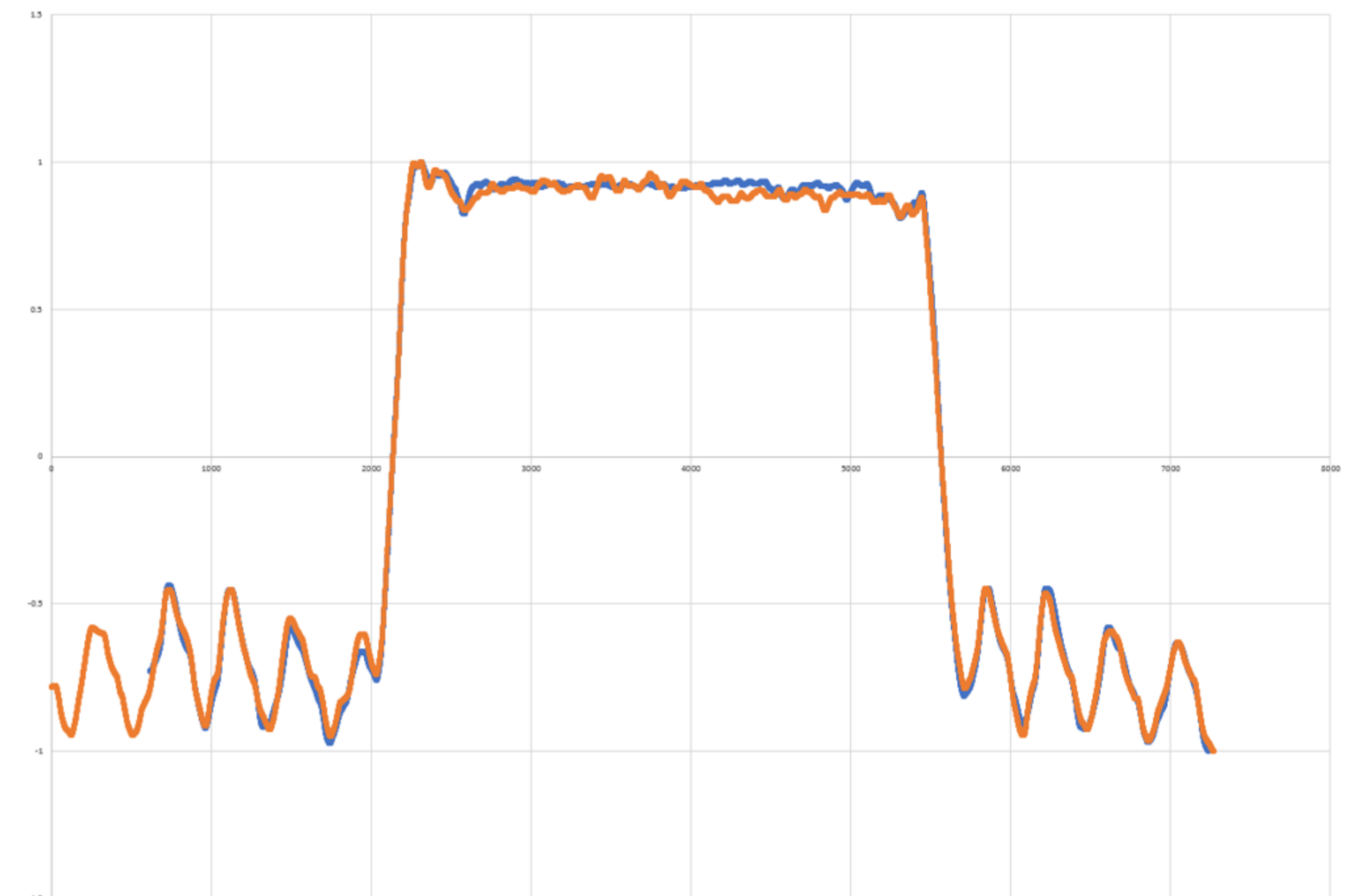


Abb.4: Beispielhafter Vergleich einer Patientenatemkurve abgespielt auf dem Quasar-Phantom und aufgenommen mittels RGSC am CT (orange) und der Halcyon (blau).

Methoden

- Das im Halcyon-Behandlungsraum installierte RGSC System soll zur Darstellung der Atemkurve genutzt werden und die DIBH-Prozedur unterstützen (Abb. 1 und 2).
- Auf Basis dieser Information soll eine manuell ausgelöste Behandlung ermöglicht werden, wenn sich die Atemkurve des Patienten im vorgegebenen Bereich befindet.
- Nach der vom Hersteller vorgeschriebenen *Acceptance* wurden statische und dynamische Messungen mit dem programmierbaren 4D-Atemphantom Quasar (Modus Medical Devices, London, Ontario, Canada) durchgeführt (Abb. 3).
- Ebenso wurde die Reproduzierbarkeit fünf realer Patientenatemkurven, übertragen auf das Quasar-Phantom, am Halcyon-System qualitativ bewertet (Abb. 4).
- Abschließend wurde der neu entwickelte Workflow einer Risikoanalyse unterzogen.

Ergebnisse

- Über die Anforderung der Hersteller-Acceptance hinaus wurde der Einfluss der LiveView-Kamera anhand eines erweiterten Testbereichs untersucht (Abb. 5).
- Der Markerblock konnte innerhalb des klinisch sinnvollen Bereichs (10 cm in alle Raumrichtungen vom Isozentrum) sicher detektiert werden.
- Die prozentuale Abweichung der Amplitude war in diesem Bereich und über drei Messreihen mit unterschiedlicher Amplitude <10 %, die absolute Abweichung war <0,3 mm und nur in einzelnen Messungen zwischen 0,4 und 0,7 mm (Abb. 6).
- Für die fünf untersuchten Patientenkurven konnte eine gute Übereinstimmung und Reproduzierbarkeit nachgewiesen werden.
- Für einen sicheren Ablauf der DIBH-Prozedur am Halcyon ergab die Risikoanalyse die Notwendigkeit zur erhöhten Aufmerksamkeit der MTRA mit Vier-Augen-Prinzip, eindeutigen Nomenklatur für RT-Pläne sowie in Arbeitsanweisungen hinterlegten Vorgaben für mögliche Isozentren.

Schlussfolgerung

- Die Untersuchungen mit dem Quasar-Atemphantom ergaben präzise und reproduzierbare Amplitudenmessungen mittels RGSC am Halcyon-System. Aufgrund der fehlenden Schnittstelle für Atemmanagementsysteme ist erhöhte Aufmerksamkeit für die manuelle Strahlauslösung notwendig.
- Die Kombination von RGSC und Halcyon zur Unterstützung atemgesteuerter Bestrahlungen in DIBH-Technik ist sinnvoll und erweitert das klinische Anwendungsspektrum am Halcyon-Beschleuniger.

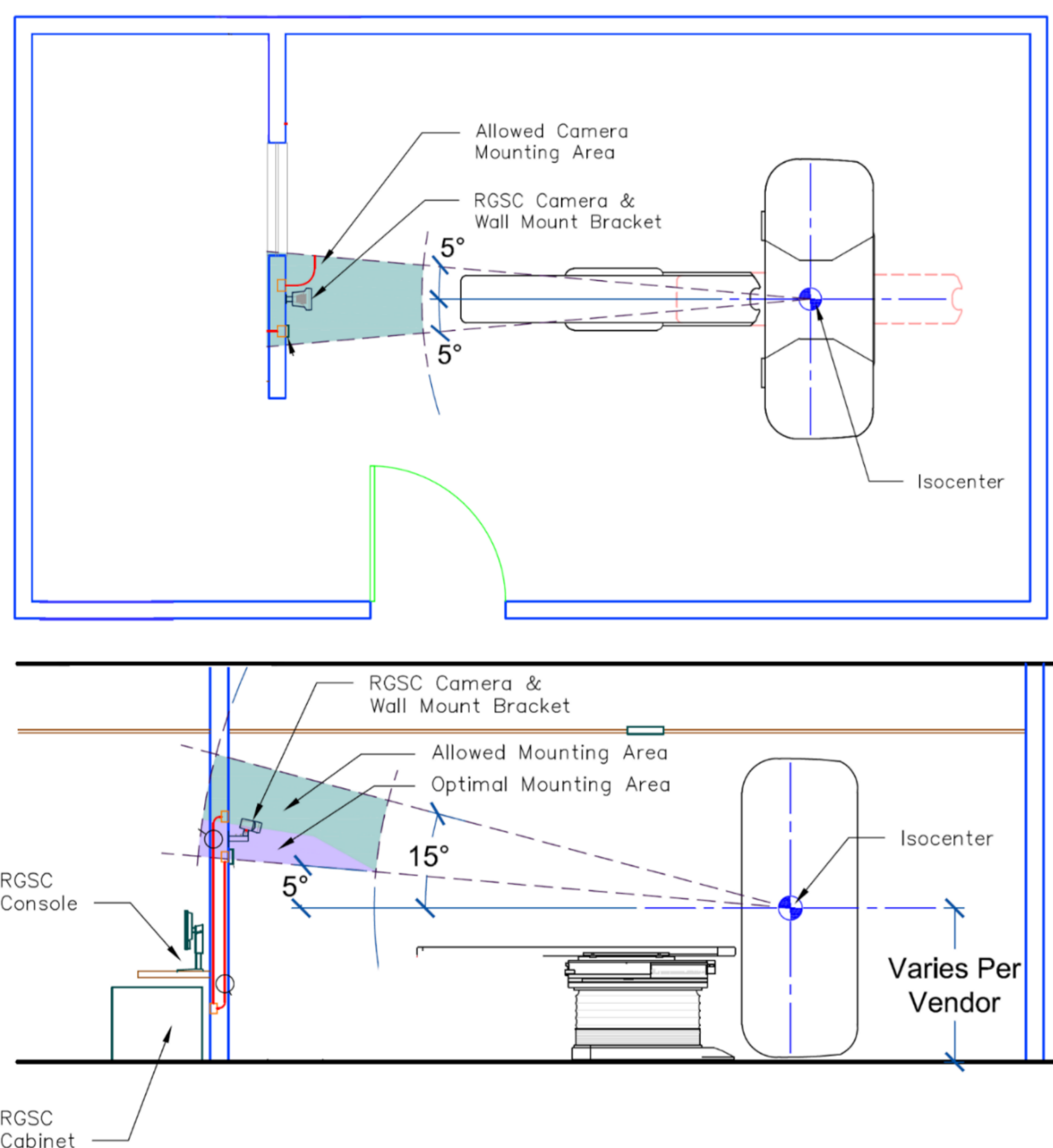


Abb.2: Vereinfachte Darstellung einer möglichen Raumkonfiguration (oben) und des erlaubten sowie optimalen Bereichs für die Anbringung der RGSC-Kamera (unten). Modifizierte Abbildungen aus [2]

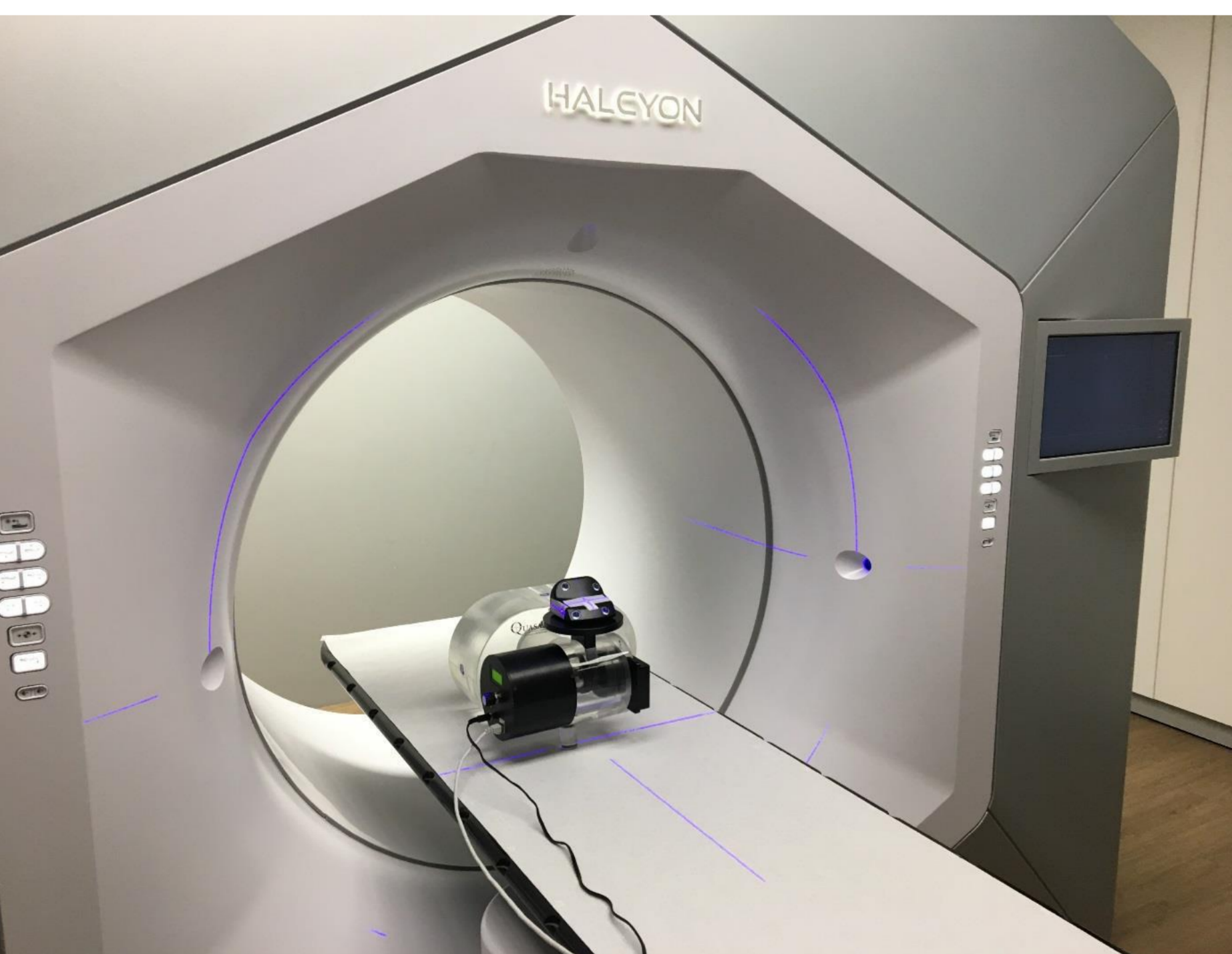


Abb.3: Schematische Darstellung des Messaufbaus mit dem Quasar-Phantom auf dem Halcyon IGRT Couch top

Richtung	Verschiebung [cm]									
	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	15.0	
x - nach links	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	15.0	
x - nach rechts (positiv)	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	N.A.	
y - in die Gantry (positiv)	0.3	0.5	1.1	1.9	2.9	4.7	6.8	9.5	14.4	
y - aus der Gantry	0.2	0.6	1.0	1.9	3.0	4.9	6.7	9.7	14.5	
z - hoch	0.2	0.5	1.0	2.0	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
z - runter	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	15.1	

Abb.5: Darstellung einer aufgenommenen Messreihe der statischen Verschiebung des Markerblocks; Rot markiert sind die Werte für die Hersteller-Acceptance

Richtung	Verschiebung [cm]						
	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0
x - nach links	1.04	1.01	1.03	1.00	1.01	1.01	1.01
x - nach rechts (positiv)	0.99	1.01	1.00	1.02	1.01	1.03	1.01
y - in die Gantry (positiv)	0.99	1.01	1.01	1.00	1.01	1.03	1.01
y - aus der Gantry	1.03	1.01	1.00	1.01	0.99	1.01	1.00
z - hoch	1.00	1.03	1.01	1.03	1.02	1.02	0.99
z - runter	1.01	1.02	1.00	0.99	1.01	1.01	1.01

Abb.6: Darstellung einer Messreihe der Amplitudenmessung (mit fixer Amplitude von 1 cm eingestellt am Quasar-Phantom) bei verschiedenen Versätzen

Wir möchten uns bei den Kollegen der Strahlentherapie Stade für die Leihgabe des Quasar-Phantoms herzlich bedanken.

Mandy Zimmermann
 Radiologische Allianz Hamburg
 mandy.zimmermann@radiologische-allianz.de
<https://www.radiologische-allianz.de/medizinphysik/>



[1] —. Respiratory Gating for Scanners (RGSC) Video Recording Storyboard. Varian Medical Systems, Palo Alto; GS1.1-VID-01-B.
 [2] —. Designers' Desk Reference, Respiratory Gating for Scanners (RGSC) System. Varian Medical Systems, Palo Alto; DDR-GS-1 P1004094-10.