

# Planverifikation mit dem IQM Integrated Quality Monitor

Sonja Wegener



**Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie**  
Direktor: Prof. Dr. Dr. M. Flentje



## ▶ Historisches History

## ▶ Vorstellung des IQM IQM introduction

- Eigenschaften Properties
- Sensitivität Sensitivity
- Klinischer Einsatz Clinical use

## ▶ Workflow

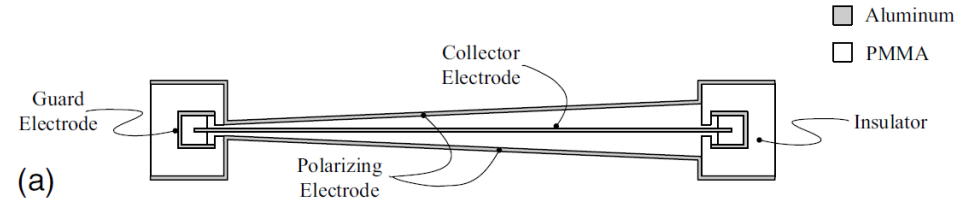
- Aktuelle Verwendung Pre-Treatment QA Current use for pre-treatment QA
- Vor- und Nachteile Advantages and disadvantages
- Ausblick auf die mögliche Verwendung bei der Patientenbestrahlung Future use for Fraction QA



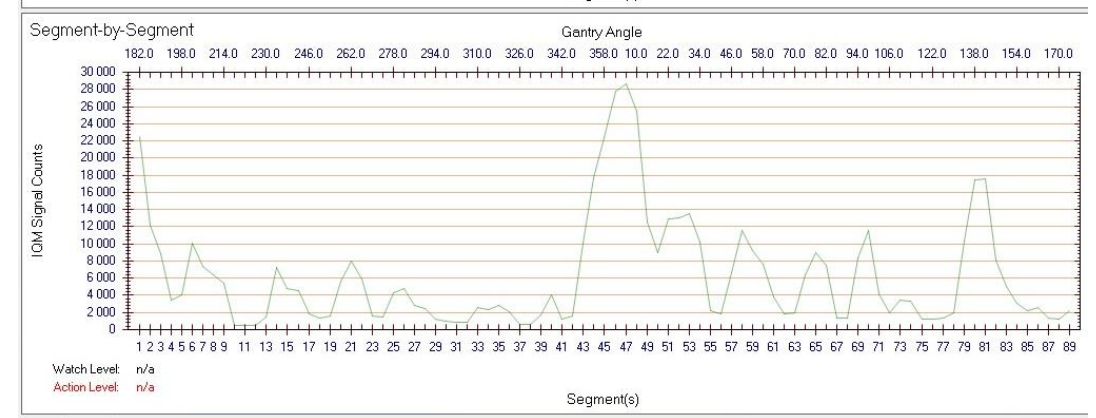
- ▶ **Herbst 2014:** Installation eines IQM-Systems zum **beta-Test** Fall 2014: Start of beta-test
- ▶ **Ende 2016:** IMRT-Planverifikation mit IQM validiert End 2016: IMRT QA validated
- ▶ **Sommer 2017:** VMAT-Planverifikation mit IQM validiert Summer 2017: VMAT QA validated
- ▶ **Ende 2017:** Parallele Messung aller klinischen VMAT/IMRT-QA  
End 2017: use for all VMAT / IMRT Plan QA together with SNC ArcCheck
- ▶ **Anfang 2018:** Einrichten des **klinischen Systems** und Inbetriebnahme eines zweiten Detektors Begin 2018: Installation of clinical IQM System and use of 2nd IQM detector
- ▶ **Frühjahr 2018:** Fortsetzung der parallelen Messungen Spring 2018: parallel use with SNC ArcCheck
- ▶ **Juni 2018:** IQM als vollwertiges Messmittel etabliert June 2018: IQM clinically implemented
- ▶ **Sommer 2019:** Einrichtung und Validierung 6 FFF, 10 FFF, 18 MV  
Summer 2019: Validation of other energies

► **Messprinzip:** Measurement properties  
**positionsgewichtetes Dosisflächenprodukt pro Segment** spatially sensitive dose area product for each segment

- Ionisationskammer mit Keilform in MLC-Richtung Ion chamber with gradient in MLC direction
- Abdeckung 40x40 cm<sup>2</sup> (isozentrisch) covers 40x40 FS
- an der Gantry angebracht attached to Gantry
- enthält Barometer, Thermometer und Inclinometer includes barometer, thermometer and inclinometer
- Batteriebetrieb battery-based
- Bluetooth-Verbindung bluetooth connection
- Automatisierung: Kommunikation mit Linac automated communication with linac



M. Islam et al., Med. Phys. 2009, 36 (12): 5422



# Berechnung des erwarteten Signals

Calculation of predicated signal

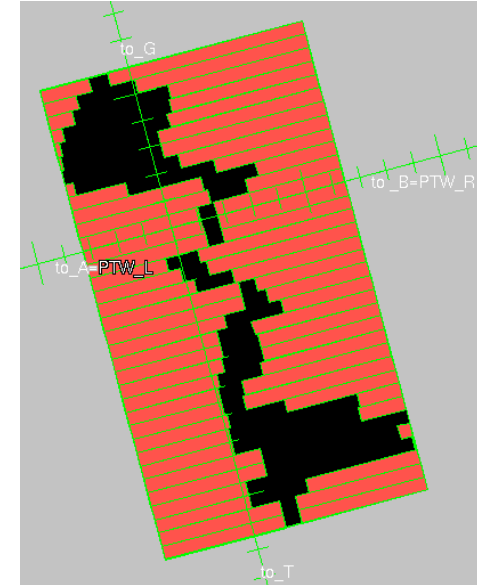
## ► Signal wird berechnet als Signal is calculated as

$$S_{\text{Calc}} = \text{MU} \cdot K \cdot \text{AOF}(X, Y) \cdot \left[ \int_{A1} F(x, y) \sigma(x, y) dx dy \right. \\ \left. + \int_{A-A1} T_{\text{MLC}}(x, y) F(x, y) \sigma(x, y) dx dy \right. \\ \left. + \int_{R-A} T_{\text{Jaw}}(x, y) T_{\text{MLC}}(x, y) F(x, y) \sigma(x, y) dx dy \right]$$

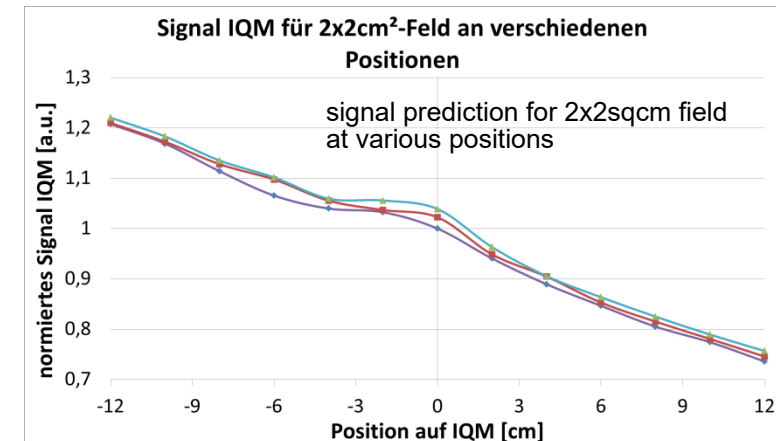
**offenes Feld**  
open field

**MLC-Transmission**  
MLC transmission

**sonstige Transmission**  
other transmission



- MU: monitor units
- K: Systemkonstante system constant
- AOF: area integrated output factors, area output factor  
semiempirisch bestimmt semi-empirically defined
- F(x,y): Fluenzverteilung Energy fluence intensity
- σ(x,y): Kammerantwort chamber response



Islam *et al.*, Med Phys 36(12), 2019.

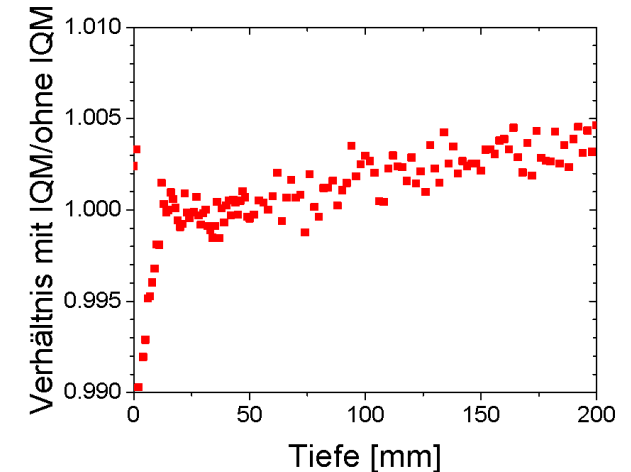
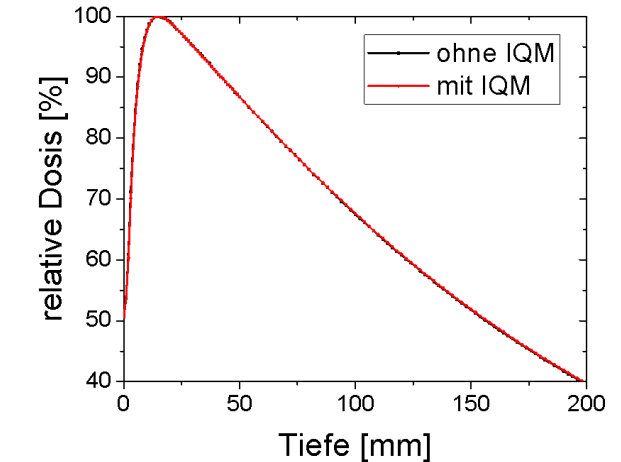
► **Absorption des Strahls durch IQM: konstanter Faktor** Constant factor

- bestimmt im Wasserphantom in 10 cm Tiefe measured in 10cm depth
- Feldgrößenabhängigkeit vernachlässigbar negligible field size influence
- Geringe Aufhärtung und Änderung der Dosis oberflächennah Minimal beam hardening and surface dose change

| Strahlungsqualität | Absorption           |
|--------------------|----------------------|
| 6 MV               | 5,5% ( $\pm 0,2\%$ ) |
| 10 MV              | 4,7% ( $\pm 0,2\%$ ) |
| 18 MV              | 4,0% ( $\pm 0,2\%$ ) |

vgl. Casar et al., Z Med Phys. 27(3), 2017.

## 10x10 cm<sup>2</sup> Feld



## ► Bewertung des Signals

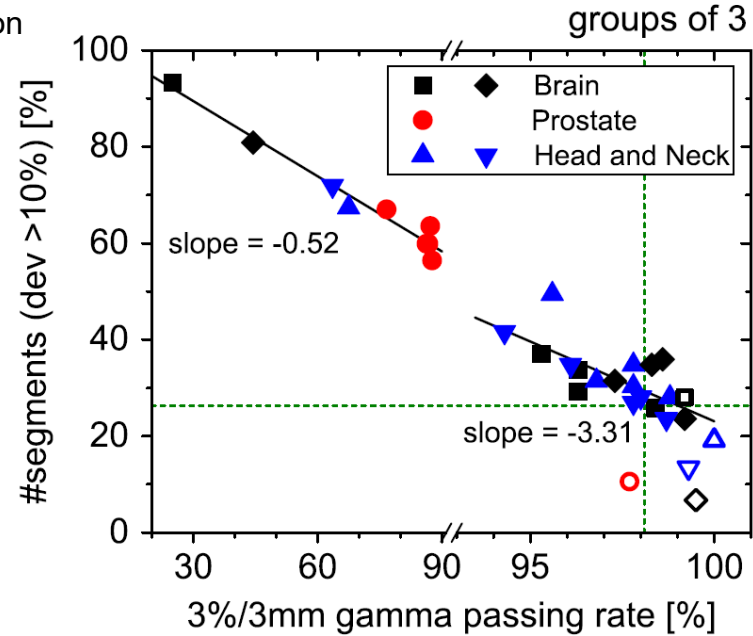
Signal evaluation

- (fortlaufend) kumulativ cumulative
- segment-by-segment segment-by-segment
- gruppiert weighted

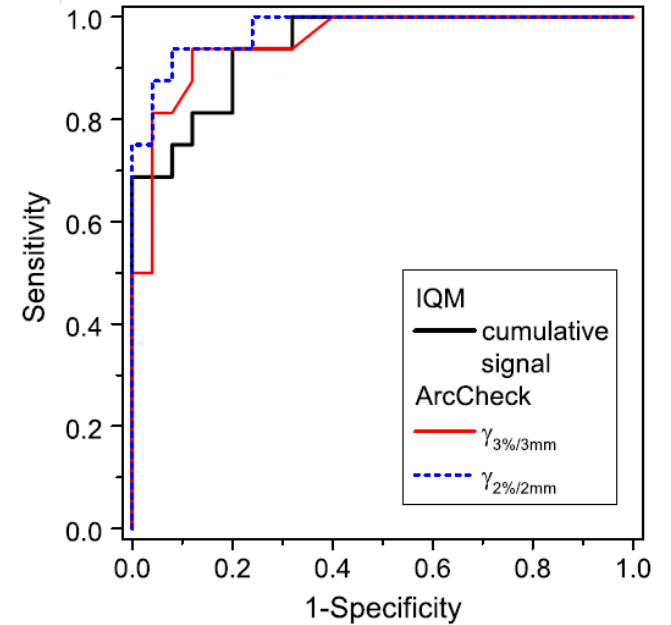
Based on optimized tolerance level very high detection rate of all errors

## ► Bei optimalem Toleranzniveau hohe Detektionsrate implementierter Fehler

- Positionen einzelner Leaves single leaf positions
- Position der Leafbänke leaf bank positions
- MU-Veränderung MU changes
- Neuoptimierungen (Planvarianten) plan variations



Razinskas et al., Med Phys 45 (1), 2018.





- ▶ **Detektor**
- ▶ Transceiver
- ▶ Workstation
- ▶ Server





- ▶ Detektor
- ▶ Transceiver
- ▶ **Workstation**
- ▶ Server



# IQM Monitor-App

IQM Monitor Application

Patienten-  
information

Patient Information

Field ID

Kumulatives Signal  
mit Toleranzkorridor

Cumulative signal in tolerance corridor

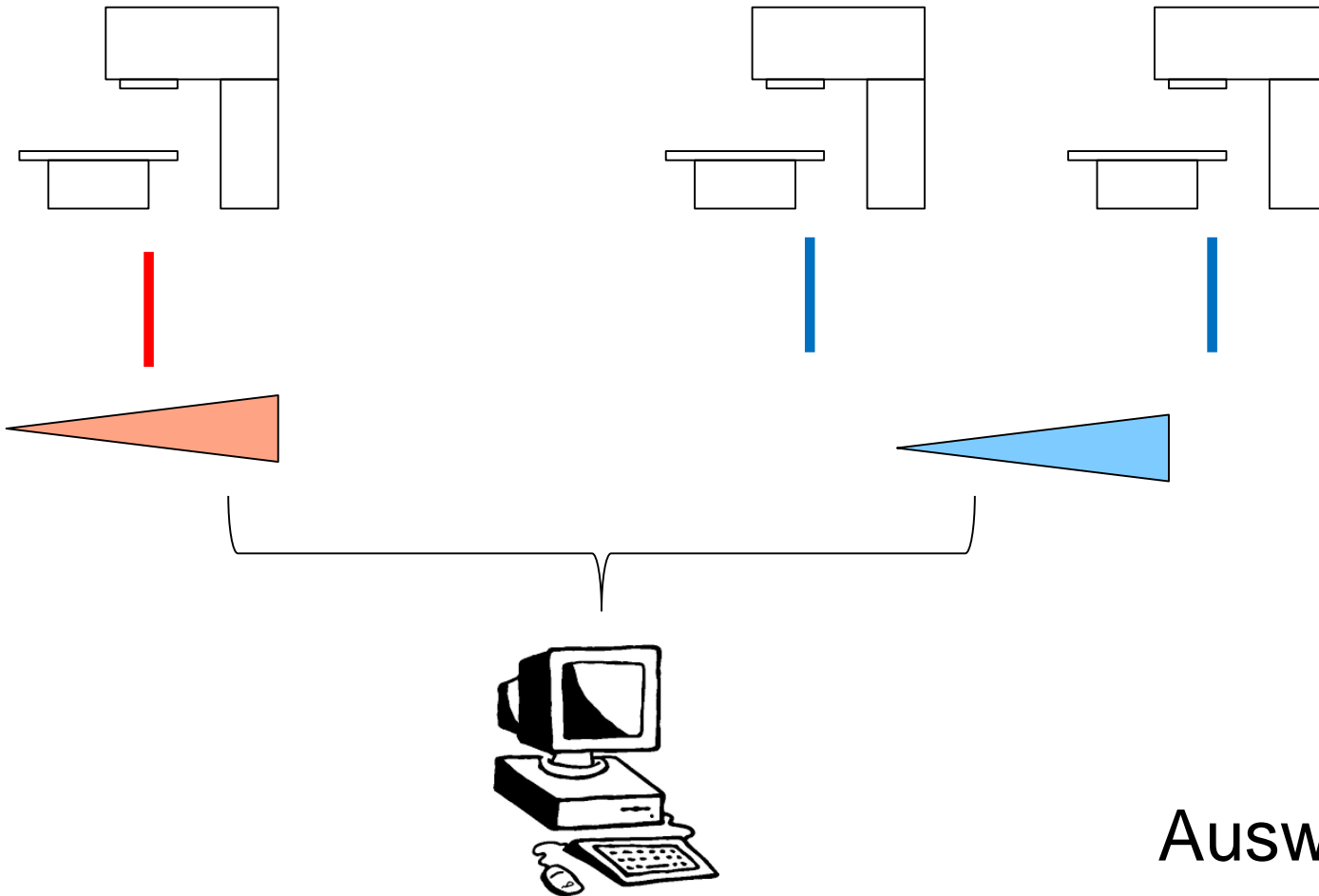
The screenshot displays the IQM Monitor Application interface. On the left, a sidebar contains patient information: Patient ID: 336034, Mosaik ID: 336034, Patient Name: VMAT\_QA Oktavius ArcCheck, Date of Birth: 2013-01-16, Linac Name: Synergy2, and Planned Geometry: Field ID: IQMQB, Segment: #63. Below this is a 3D visualization of the treatment field. The main area is divided into several sections. At the top, a yellow header bar shows 'Field ID: IQMQB', 'Monitoring Status: Field in progress.', 'Monitoring Mode: Verification', 'DOC Factor: 0.9854', and 'Reference Signal: Calculated Signal (2019-08-27 12:26:06)'. Below the header, there are two graphs. The top graph, 'Cumulative', plots 'IQM Signal Counts' (0 to 550,000) against 'Segment(s)' (1 to 89). A vertical yellow line is positioned at segment 45. The bottom graph, 'Segment-by-Segment', plots 'IQM Signal Counts' (0 to 24,000) against 'Segment(s)' (1 to 89). To the right of the graphs are two tables. The top table, 'Cumulative Signal', shows data for segments 50 to 63. The bottom table, 'Segment-by-Segment Signal', shows data for segments 49 to 63. At the bottom left, a 'Detector status' section shows 'Linac Communication: OK', 'IQM Detector Status: Monitoring', 'Air Pressure [hPa]: 1005 hPa', 'Temperature [°C]: 23.1 °C', and 'Battery [hours]: 23:02 hours'. The Windows taskbar is visible at the very bottom.

Detector status

Detektorstatus

Segmentweises Signal

segment-by-segment signal



**drei Synergy Agility  
bzw. Versa HD**

3 Elekta Synergy / Versa HD

**Infrastruktur dreifach vorhanden**

IQM infrastructure at every linac

**zwei IQM**

two detectors

**ein Server,**      one server

**Auswertung von jedem Bürocomputer**

data review at every computer in the clinic

# Ablauf IQM

IQM workflow

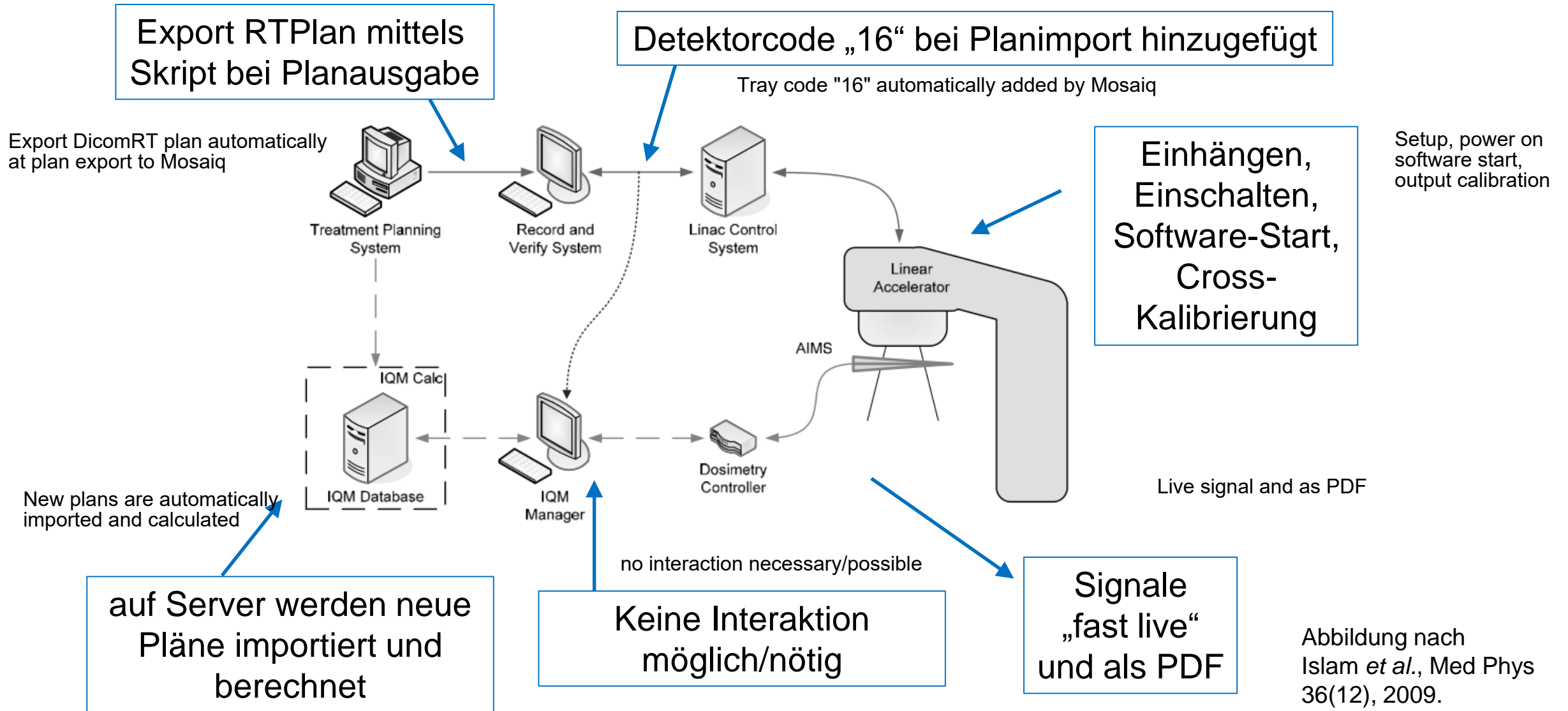


Abbildung nach Islam *et al.*, Med Phys 36(12), 2009.

▶ 1035 klinische VMAT, 98 klinische IMRT gemessen (Stand Juli 2019)

1035 clinical VMAT plans, 98 clinical IMRT plans measured (Status July 2019)

▶ 172 VMAT-Pläne mit weiterem Messmittel überprüft 172 VMAT plans verified with other QA devices

- sehr komplexe Pläne very complex plans
- 81 „Stichproben“ 81 randomly selected plans
- 60 Pläne mit auffälligem/grenzwertigem IQM-Ergebnis 60 plans with "borderline"/conspicuous IQM result

▶ 3 im IQM auffällige Pläne auch bei Nachmessung mit anderem Messmittel nicht akzeptabel 3 conspicuous plans failed also with other QA device

▶ 3 bei der Stichprobenmessung nicht akzeptable Messungen wurden ebenfalls mit IQM als problematisch erkannt

3 randomly selected plans that failed with other QA device were also failed by IQM

- ▶ **Validierung der klinisch seltener verwendeten Energien 6FFF, 10FFF und 18 MV**

Validation of clinically rarely used energies (done in the meantime)

- ▶ **Potentielle Verwendung des IQM für QA während der ersten Fraktion**

Clinical use during the first fraction (started in the meantime)





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!  
Thank you very much for your attention