

# QUALIFORME

Automatisiert und Organisiert Qualitätssicherung  
in Strahlentherapie und Medizinischer Bildgebung

AUTOMATE UP TO **100%** OF YOUR QA

**Besten Dank für die Einladung!**

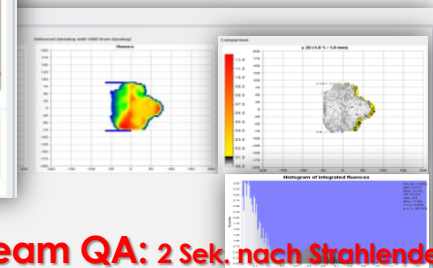
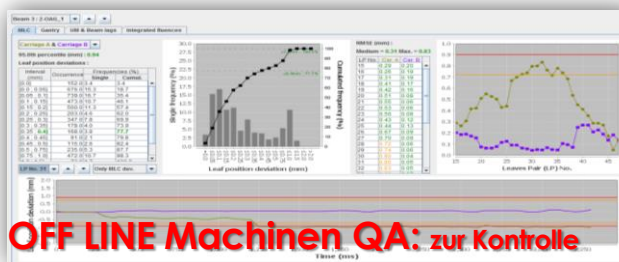
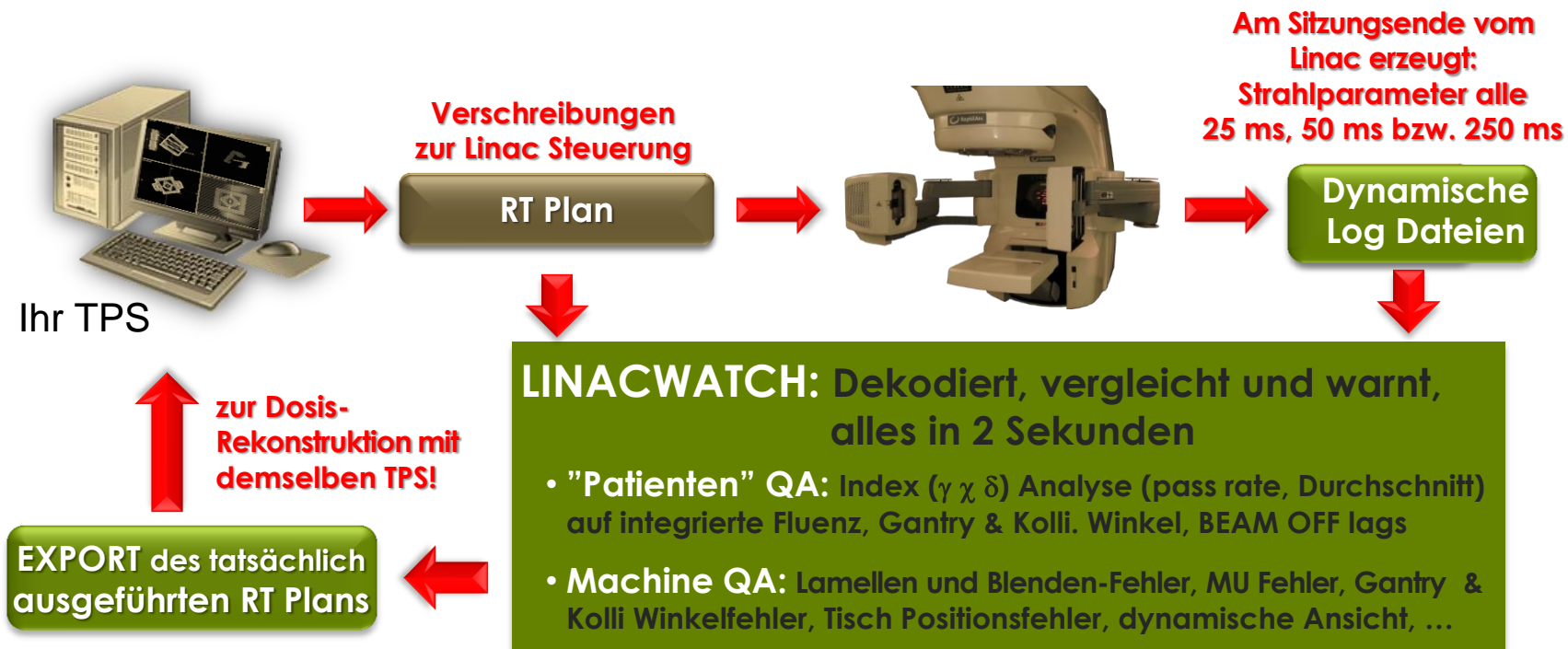
# LINACWATCH

## **Kontinuierliche und umfassende LINAC QA, voll integriert in Ihren Patienten-Workflow**

Zur automatischen und permanenten  
Kontrolle aller Strahlen ohne Mehraufwand

Zur schnellen und effizienten Hilfe bei der  
Suche einer LINAC Fehlfunktion.

## Die QA Schleife mit LINACWATCH



- **LINACWATCH:** Kontinuierliche und umfassende LINAC QA, voll integriert in Ihren Patienten-Workflow
  - **Warum ist die Fluenz ein gutes Kriterium zur Online Analyse?**
    - Abweichung der Lamellenposition, die vom Linac akzeptiert werden: 2 mm bei Truebeam, 2,5 mm beim Clinac und 3 mm bei ELEKTA Linacs.
    - Diese 3 Limits basieren auf der maximalen Lamellengeschwindigkeit: Wenn die Lamellen schnell fahren, werden sie weniger genau positioniert. Aber wenn sie schnell fahren, ist die applizierte Dosis gering. Wenn die Lamellenposition das einzige Kriterium der Online Analyse darstellt, würde das zu vielen irrelevanten Fehlern führen, da ein Anwender eine Abweichung der Lamellenposition von 2 mm, 2.5 mm oder 3 mm nicht akzeptieren würde.
    - Umgekehrt sind Fluenzfehler relevant, da diese Fehler den Positionsabweichungen der Lamellen in Kombination mit der an den Patienten abgegebenen Dosis entsprechen.
    - **Zusammenfassung: Fluenzfehler beinhalten MU-gewichtete Lamellenpositionierungsabweichungen sowie MU-Abweichungen, also relevante Fehler.**
    - Fluenz (vor dem Patienten) ist sehr sensitiv und kann schnell berechnet werden.
  - **Zusätzlich: LINACWATCH testet separat Tragarm und Kollimator Abweichungen, die nicht bei der Fluenzberechnung berücksichtigt sind.**

■ **LINACWATCH:** Kontinuierliche und umfassende LINAC QA, voll integriert in Ihren Patienten-Workflow

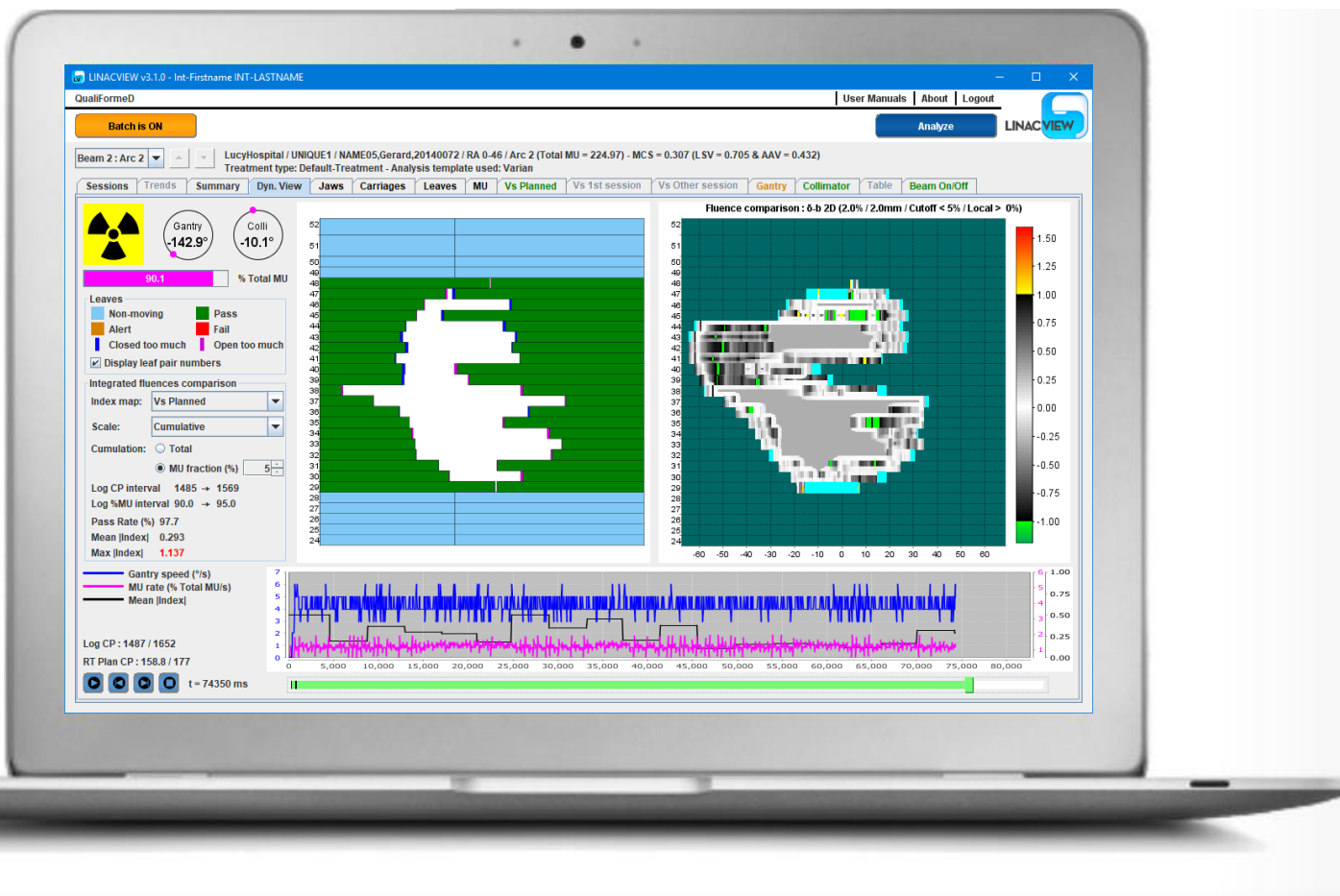
- **Wir haben kein TPS in LINACWATCH implementiert, weil:**
  - **1/3 des Preises:** minimales Budget, das leicht zu bekommen sein sollte
  - **Echt-Zeit-Analyse:** Ergebnisse verfügbar in weniger als 2 Sekunden → verhindert die Verwendung eines defekten Linac während des ganzen Tages
  - Nur **relevante Ergebnisse** (leicht zu interpretieren): Minimales Zeitinvestment
  - **Sehr sensitive Analyse ohne “Verzerrung” im “eingefrorenen” Tag D0-1 Patientenbild und ohne “Verzerrung” durch ein zweites, oft schlechteres TPS**
  - Viele **Werkzeuge zur Suche von Messwerten** außerhalb der Toleranz
  - **Nur ein Standard-PC wird benötigt** (oder ein leichter MS-Windows Client)
  - **LINACWATCH ist eine ehrliche Lösung, da eine Logdatei nur den Strahl beschreibt**, weiter nichts. IGRT gewährleistet, dass der Patient richtig unter dem Linac ausgerichtet ist. LINACWATCH prüft, dass die Strahlparameter richtig appliziert wurden. Was brauchen Sie als Anwender mehr?
  - Systematische TPS-Einbindung generiert für die mehr als 99,5 % fehlerfreien Fraktionen große, nicht benötigte Datenmengen
  - Und für die restlichen (< 0,5 %) Fraktionen mit Fehlern bietet **LINACWATCH die Möglichkeit, eine RT-Plan Datei zu exportieren, um die 3D-Dosisverteilung im Patienten mit dem eigenen TPS zu evaluieren!**

- **LINACWATCH:** Kontinuierliche und umfassende LINAC QA, voll integriert in Ihren Patienten-Workflow
  - **Komplett autonom:** Direkter Abruf von LINAC Log Dateien ohne äußere Intervention
  - Evaluiert in **Echt-Zeit** jede applizierte Fraktion
  - Meldet Fraktionen mit Fehlern durch **E-Mails** und/oder **akustischen Alarm**
  - **Kompatibel mit der ELEKTA** Icom-VX Schnittstelle und mit **VARIAN** Dynalog (Clinac) und Trajectory Log (Truebeam) Dateien
  - Eine Lösung zur Analyse der ELEKTA .trf Dateien könnte innerhalb einer sehr kurzen Zeit verfügbar sein (wenn ELEKTA die Möglichkeit genehmigt, diese sehr interessanten Log Dateien zu evaluieren)
  - **100% Software**, keine zusätzliche Hardware oder sonstige Komponenten werden benötigt → finanziell ökonomische Lösung
  - **Perfekte Ergänzung zur Pre-Treatment QA:** Die Verifikations QA zeigt dem Anwender vorab, dass der Beschleuniger den Plan am Tag D0-1 applizieren kann; LINACWATCH zeigt dem Anwender, dass der Patient korrekt behandelt wurde an Tag D0 und an allen weiteren Tagen des Behandlungsverlaufs
  - **CE gekennzeichnet, FDA 510(k) Zulassung**

# LINACwatch

A PERMANENT AND VERY COMPREHENSIVE  
LINAC QA FULLY INTEGRATED INTO THE  
PATIENT WORKFLOW

LINACWATCH Demo



# LINACWATCH

## FAQ



## ■ VARIAN

- Clinac : 50 ms
- Blendenposition
- Position des Vorschubs
- Lamellenpositionen
- % der totalen MU
- Strahlzustände (ON/OFF, HOLD,...)
- Tragarm & Kolli: Rot
- Truebeam : 20 ms\*
- Blendenposition
- Position des Vorschubs
- Lamellenpositionen
- % der totalen MU
- Strahlzustände (ON/OFF, HOLD OFF...)
- Tragarm & Kolli: Rot
- Tisch: Long, Vert, Lat, Rot

(\*): Trajectory Logs enthalten Soll- und Istwerte für alle Parameter

## ■ ELEKTA (.ivx via iCom-Vx)

- etwa 250 ms Zeitindikation innerhalb der Logdatei 1 Sekunde
- Blendenposition
- Lamellenpositionen
- % der totalen MU
- Tragarm & Kolli: Rot
- Tisch: Long, Vert, Lat, Rot

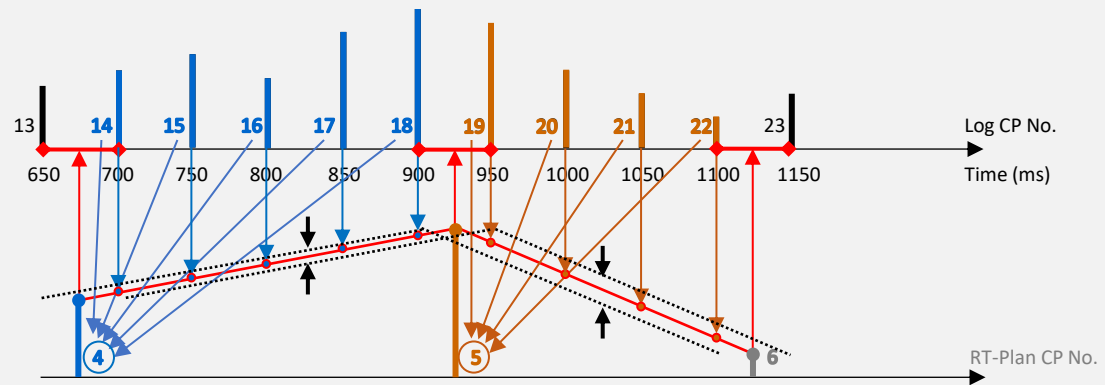
## ■ RT-Plan & Log Kontrollpunkt (KP) Synchronisation

- Dynalogs  
VARIAN  
Clinac

Beinhaltet für jeden Log Kontrollpunkt (KP): ■ RT-Plan KP Nr. kurz vor dem Log KP

**RT-Plan KP werden in Bezug auf die Log KP positioniert**

- RT-Plan KP wird mittig zwischen 2 aufeinander folgenden Log KPs gesetzt. Dieses Intervall geht dem ersten Log KP voraus, der dem betrachteten RT-Plan KP zugeordnet ist.



Der verschriebene Wert des getesteten Parameters, der mit jedem Log KP verknüpft ist, wird durch lineare Interpolation zwischen 2 aufeinander folgenden, verschriebenen RT-PLAN Werten erhalten, die den Log KP enthalten.

Die Unsicherheit der RT-Plan KP Positionierung zur LOG KP Positionierung ist klein (nur 25 ms).

Weiterhin wird die Evaluation der Abweichung zwischen Verschreibung und Applikation nur leicht verzerrt durch diese kleine Unsicherheit.

**Wichtig:** Diese Unsicherheit hat keine Konsequenz auf die applizierte integrierte Fluenzberechnung und den Vergleich mit der Verschreibung, da beide unabhängig berechnet werden.

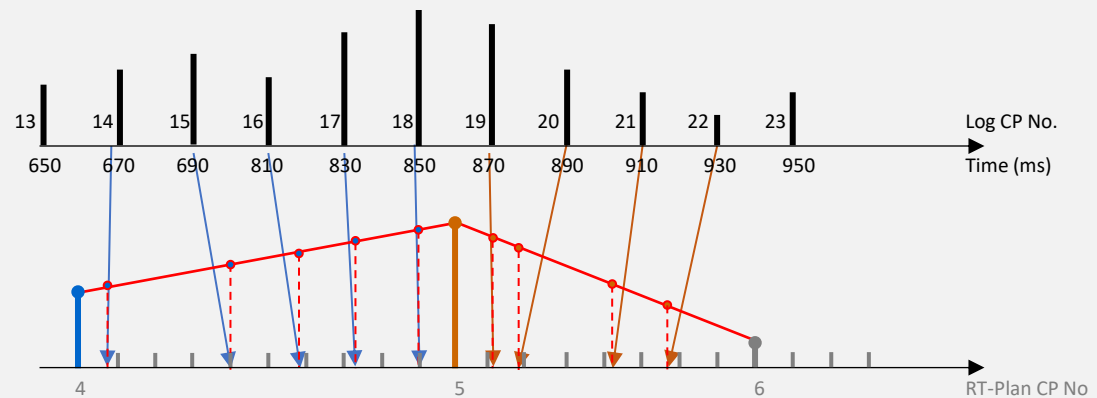
## ■ RT-Plan & Log Kontrollpunkt (KP) Synchronisation

- Trajectory Logs  
VARIAN  
Truebeam

➔ Ideale Bedingung

Beinhaltet für jeden Log Kontrollpunkt (KP): ■ RT-Plan KP gespeichert (4 Byte Wert) verknüpft mit Log KP

Log KPs werden direkt in Bezug auf den RT-PLAN KP positioniert durch Verknüpfung mit der RT-Plan KP Nr.



Der verschriebene Wert des getesteten Parameters, der mit jedem Log KP verknüpft ist, wird durch lineare Interpolation zwischen 2 aufeinander folgenden, verschriebenen RT-PLAN Werten erhalten, die den Log KP enthalten.

Die Unsicherheit der Verknüpfung von Log KP zur RT-Plan KP und somit die Unsicherheit der berechneten Verschreibung für jeden Log KP sind vernachlässigbar, da die RT-Plan Nr. nahe an einer reellen Zahl liegt.

Weiterhin weist die Evaluation der Abweichung von Verschreibung und Applikation keine Verzerrung auf.

**Wichtig:** Diese Verknüpfung von RT-Plan KP und Log KP hat keine Konsequenz auf die applizierte integrierte Fluenzberechnung und den Vergleich mit der Verschreibung, da beide unabhängig voneinander berechnet werden.

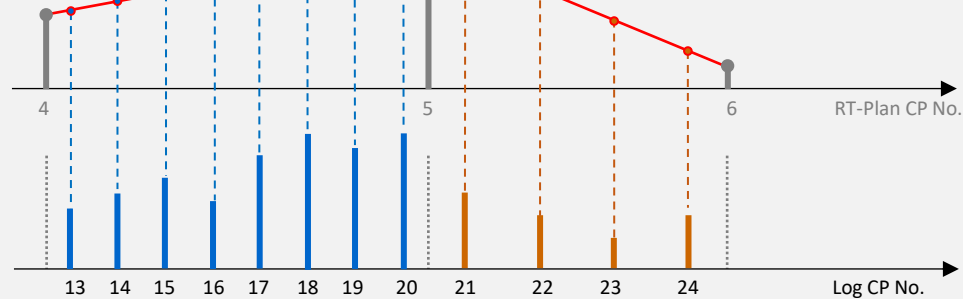
## ■ RT-Plan & Log Kontrollpunkt (KP) Synchronisation

- IVX Logs ELEKTA

Beinhaltet für jeden Log Kontrollpunkt (KP): ■ Nr. des RT-Plan Segments, das den Log KP enthält

Log KPs werden in Relation zur Nr. des RT-Plan Segments positioniert, das den Log KP beinhaltet.

- Homogene Verteilung innerhalb des RT-Plan Segments aller Log KPs



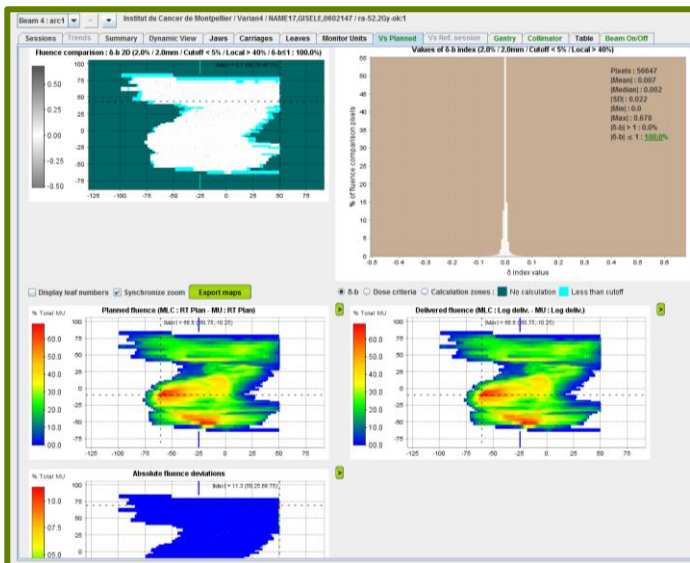
Der verschriebene Wert des getesteten Parameters, der mit jedem Log KP verknüpft ist, wird durch lineare Interpolation zwischen 2 aufeinander folgenden, verschriebenen RT-PLAN Werten erhalten, die den Log KP enthalten.

Die Unsicherheit der Log KP Positionierung in Bezug auf die RT-Plan KP ist groß, da die homogene Verteilung der Log KP im RT-Plan Segment willkürlich vorgenommen wird.

**Die Evaluation der Abweichung von Verschreibung und Applikation zeigt hohe Abweichungen, die von dieser Unsicherheit stammen. Dies stellt ein Problem der Bewertung der Tragarmwinkel dar, da dieser Parameter nicht Teil des integrierten Fluenzvergleichs ist.**

**Wichtig: Selbst diese Unsicherheit hat keine Konsequenz auf die applizierte integrierte Fluenzberechnung sowie den Vergleich mit der Verschreibung, da sie unabhängig voneinander berechnet werden.**

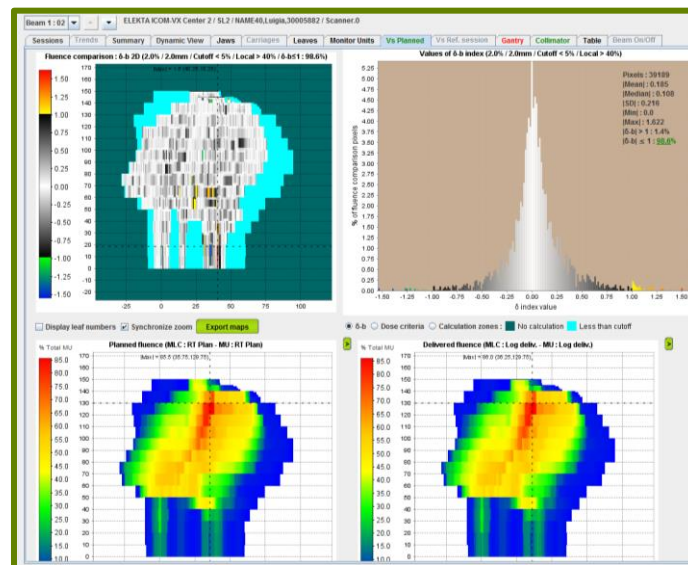
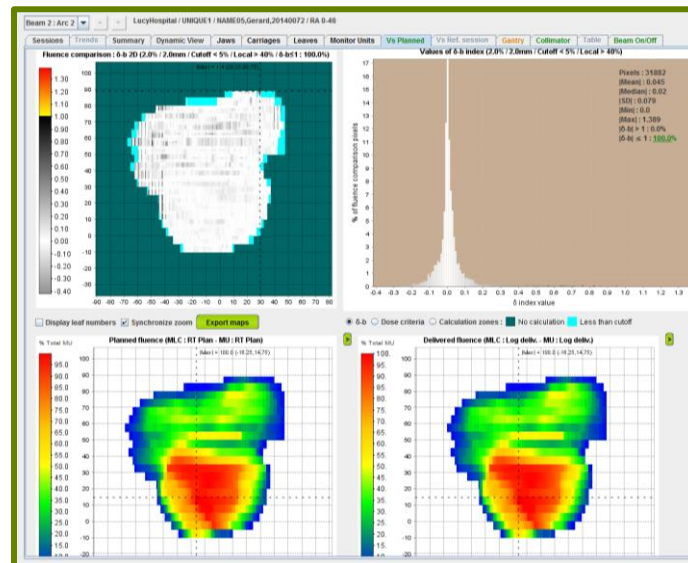
## Trajectory logs (VARIAN)



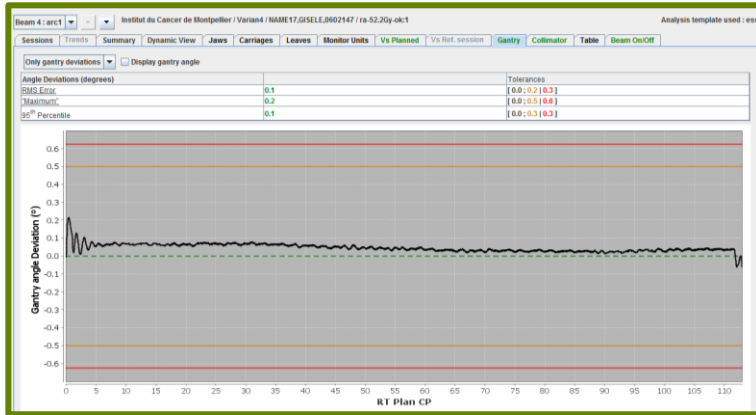
## IVX logs (ELEKTA)

→ Alle Logdateien ermöglichen eine objektive Analyse der integrierten Fluenz (nicht verzerrt durch ungenaue RT-Pläne zur Log Synchronisation)

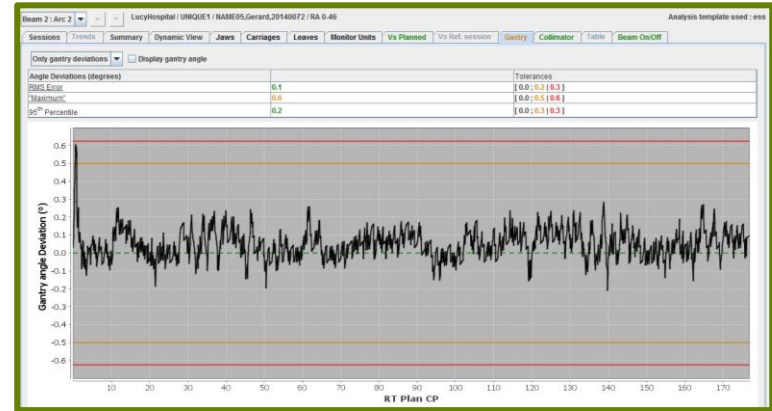
## Dynalogs (VARIAN)



## Trajectory logs (VARIAN)

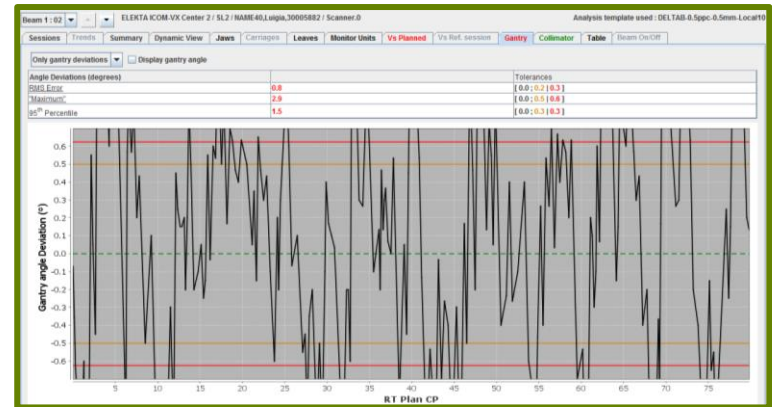


## Dynalogs (VARIAN)



## IVX logs (ELEKTA)

→ Abweichungen sehr ungenau durch die schlechte Zeit-zuordnung von RT-Plan und klinisch verwendbarer Logdatei



## ■ TRF logs von ELEKTA

- 1 Kontrollpunkt alle 40 ms, 25 Kontrollpunkte pro Sekunde, d.h. zwischen Truebeam und Clinac Log-Dateien
- “.trf” Log-Dateien sind bereits verfügbar, und zwar während eines Backups der ELEKTA Linac-Konsole.
- Idealerweise sollte es möglich sein, diese Dateien jeweils direkt nach der Bestrahlung verfügbar zu haben (wie bei VARIAN)
- Wir können diese Logdateien bereits analysieren, aber wir warten auf die Erlaubnis seitens ELEKTA, diese in LINACWATCH verwenden zu dürfen.

## ■ Von AGNEW [1: Phys. Med. Biol. 59 (2014) N49–N63]

- **« Log files remain a powerful tool to ensure that treatment plans are transferred to the Linac correctly and can give a detailed picture of the performance of MLCs. But this method is only justified if:**
  - Picket Fence Test intensivieren (statische und rotierender Tragarm): ca. 2 mal pro Woche (idealerweise jeden Tag)
  - Dazu braucht man eine gute Software, die auch den EPID Sag und die Gantry Flex bei der Evaluation der Portalbilder des Picket Fence Tests berücksichtigt, um 0,1 mm Positionsabweichungen der Lamellen und Abstandsabweichung zu detektieren.

## ■ Von uns

- **Auf Hardware basierende Methoden (Detektor am Kollimator oder EPID) sind weniger sensitiv und weniger akkurat hinsichtlich räumlicher und zeitlicher Auflösung als Logdatei-basierte Analysen, die mit Bedacht und wie von AGNEW<sup>1</sup> beschrieben verwendet werden**
- **Aber um eine sensitive Analyse mit Logdateien beizubehalten, ist es am besten, dies nicht mittels DVH im Patienten zu evaluieren und eine Fluenz vor dem Patienten zu betrachten.**



# LINACWATCH

## Entwicklungen bei QualiFormeD

- **FDA 510k**
- **Verbesserte RAM Speicherverwaltung** zur Rechenzeit-Optimierung
- Einführung von « **Behandlungstypen** »
- Möglichkeit eines **anderen Analyse-Templates** für jedes Paar «Behandlungstyp / Linac »
- « **Akustische Alarme** » zur Fehler-Benachrichtigung
- **Funktion « Laden » der Patienten komplett überarbeitet**
- Berechnung des « **MCS** » (Modulation Complexity Score) beim RT-Plan Import
- **RT-Plans Import via « Network Listening »**
- Identifikation von **unvollständigen Sitzungen** im BATCH Journal
- Möglichkeit zum **Vergleich der integrierten Fluenz** einer gegebenen Sitzung **mit irgendeiner anderen Sitzung**

- Funktion « **Dynamische Ansicht** » **komplett überarbeitet**
- **Export der RT-Plan Dateien** in ein für PHILIPS TPS (**PINNACLE**) kompatibles Format

- **Anzeige der Ergebnisse in einer “Linac basierten” Ansicht** (Aktuell ist die Ansicht “Patienten orientiert”)
- Bereitstellen von **SPC Methoden** in der “Linac basierten” Ansicht
- Bereitstellen von **Werkzeugen zur einfachen Toleranzwahl**
- Bereitstellen eines **“Test” Modus**
- Bereitstellen eines **Modus zum Test von Analyse-Vorlagen**
- Nachverfolgbarkeit bei **Einstellungsänderungen**
- Laden von **RT-Plänen ohne Sitzung** (Dynamische Ansicht)
- **Halb-Automatisches Schließen von Behandlungen**
- **Analyse von Stehfeldern**
- **Spezifische Analysen für Maschinen-QA Tests** (Gartenzauntest, Sliding Window Test...)
- Analyse anderer Log-Dateien: **Tomotherapy, ELEKTA .trf**

Vereinfachen Sie Ihre QA mit  
Lösungen von **QUALIFORMED**

Mehr Informationen unter:

**[www.qualiformed.com](http://www.qualiformed.com)**