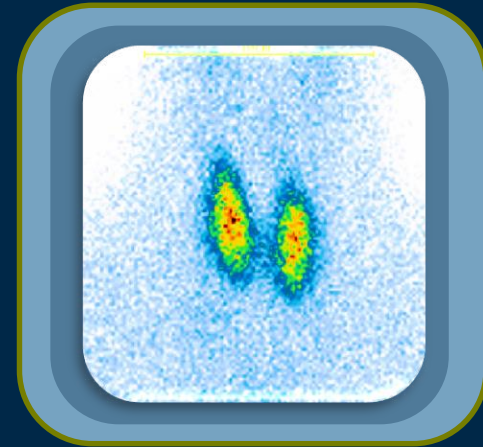


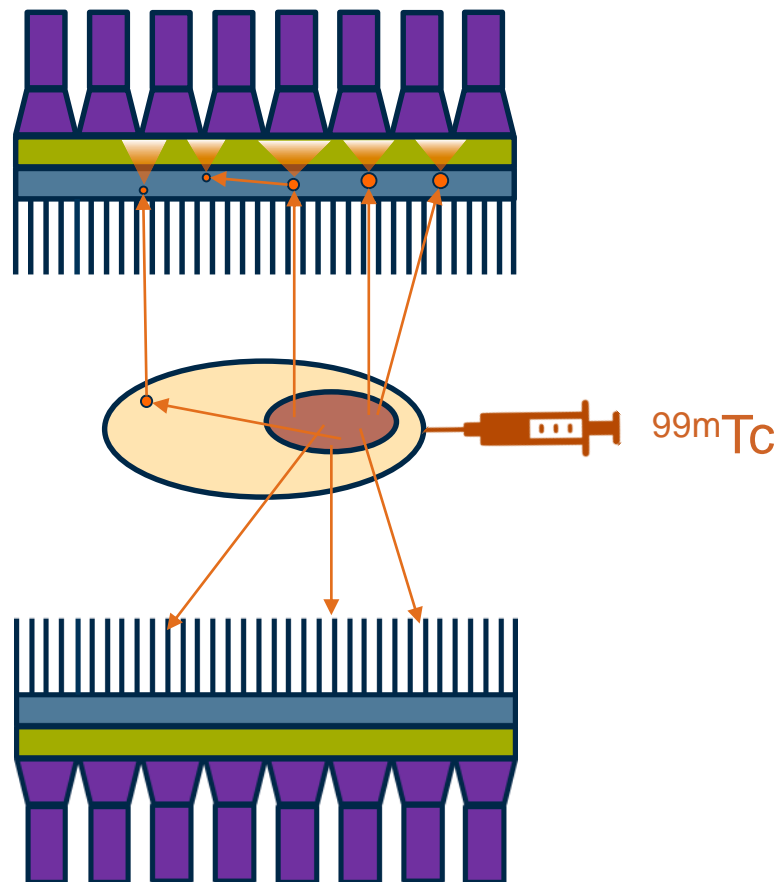
Strahlenschutz und Qualitätskontrollen an Gammakameras



Borjana Bogdanovic & Amanda Reinhardt

Nuklearmedizin, Klinikum rechts der Isar der TU München

Gammakamera – Aufbau und Arbeitsprinzip



Gammakamera – Aufbau und Arbeitsprinzip

Photomultiplier Tube (PMT)

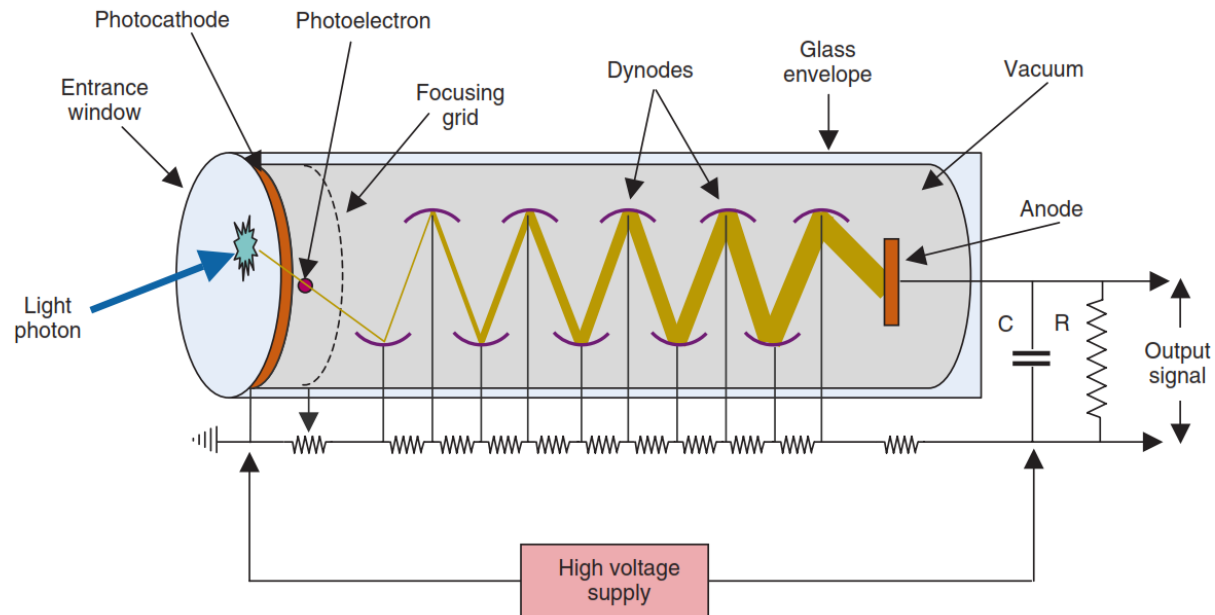
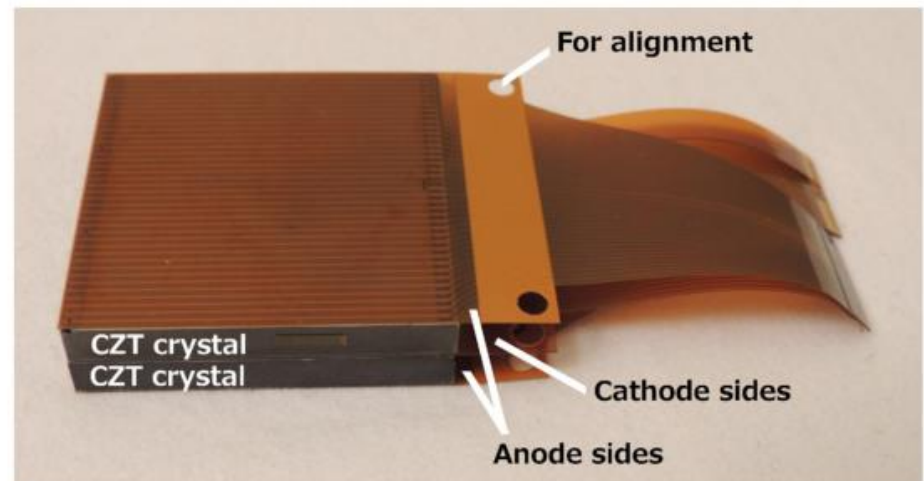
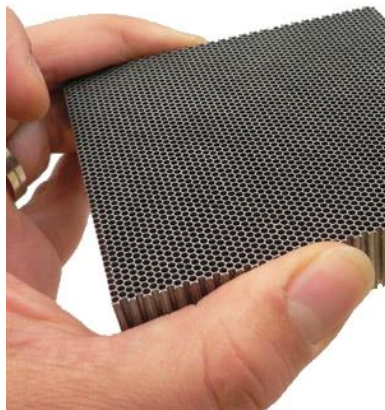
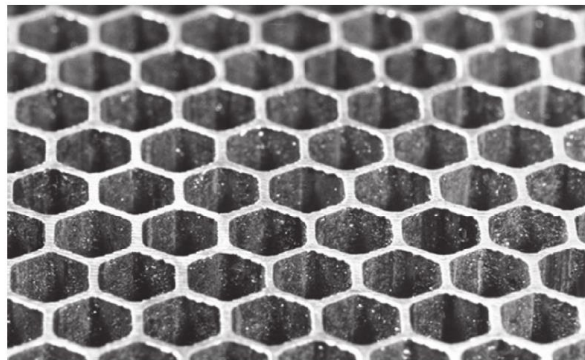
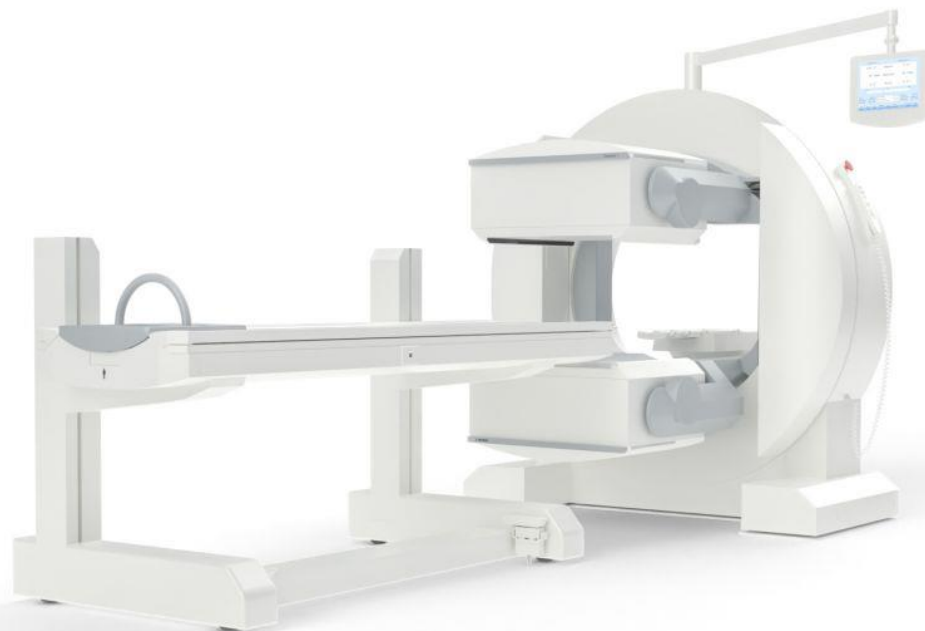


Image courtesy of S.R. Cherry et al, Physics in Nuclear Medicine

Gammakamera – Aufbau und Arbeitsprinzip



Courtesy of S Abbaszadeh *et al* 2017, *JMI*



Qualitätskontrollen an Gammakameras - Übersicht

Gerät	Qualitätskontrolle	Häufigkeit
Gammakamera	Untergrund	täglich
Gammakamera	Energiekalibrierung	täglich
Gammakamera	Ausbeute	wöchentlich
Gammakamera	intrinsische Homogenität	wöchentlich
Gammakamera	extrinsische Homogenität	halbjährlich
Gammakamera	Abbildungsmaßstab (statisch)	halbjährlich
Gammakamera	Ortsauflösung/Linearität statisch	halbjährlich
Gammakamera	Abbildungsmaßstab Ganzkörper	halbjährlich
Gammakamera	Ortsauflösung/Linearität Ganzkörper	halbjährlich
SPECT	Rotationszentrum	halbjährlich
SPECT	Tomographie/Auflösung (Jaszczak)	halbjährlich

Bezugswerte (BW)

Reaktionsschwelle (RS)

Toleranzgrenze (TG)

Gammakamera – Tägliche Qualitätskontrolle

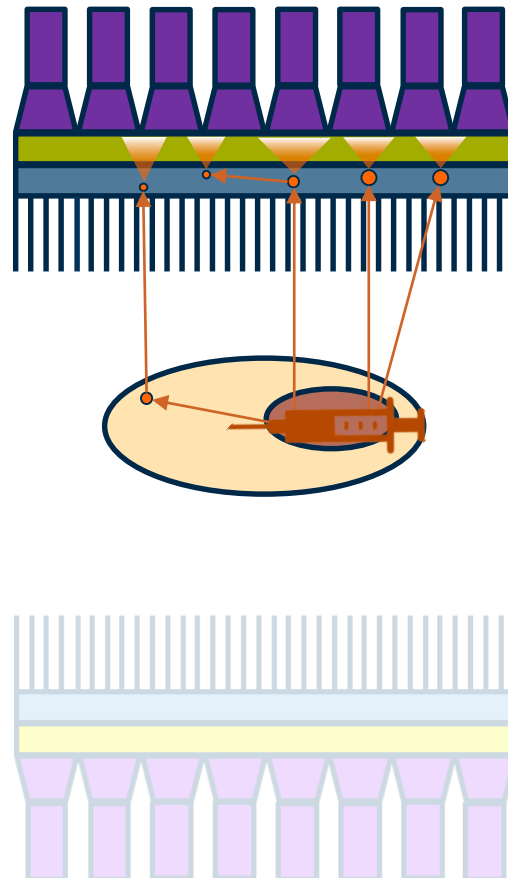
Durchgeführt mit dem
Arbeitsnuklid

Möglichst Punktquelle mit ca.
100-200 MBq

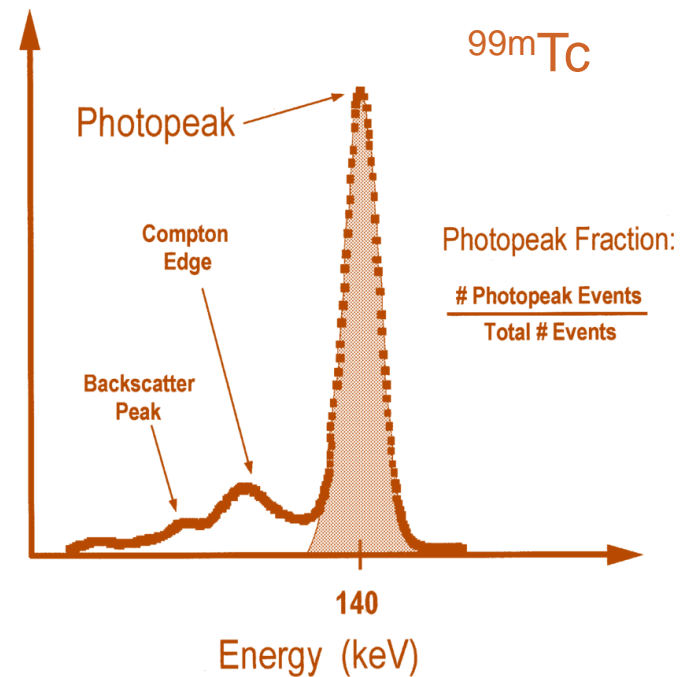
Abstand zwischen Kollimator
und Quelle etwa 30 cm

Photopeakabweichung

BW	0%
RS	± 2%
TG	± 4%



Energiekalibrierung (Photopeakeinstellung)



Gammakamera – Tägliche Qualitätskontrolle

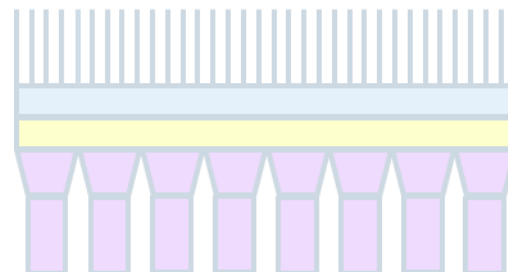
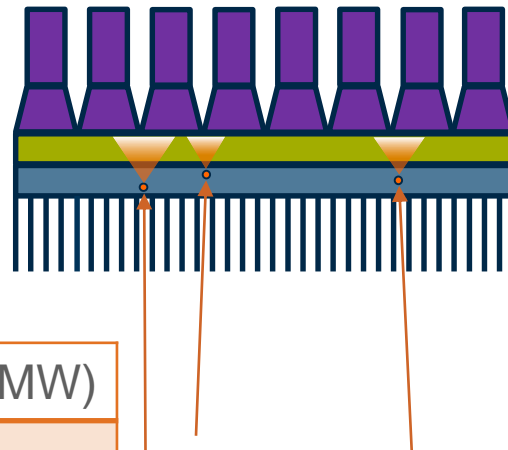
Durchgeführt 60-180 s
Keine Aktivitätsquelle im Messraum!

Untergrundmessung

LEHR | MELP | HE

Σ Impulse

BW	Referenz-Mittelwert (MW)
RS	BW \pm 20%
TG	BW \pm 50%



Gammakamera – Wöchentliche Qualitätskontrolle

Durchgeführt mit dem
Arbeitsnuklid (Aktivitätsspritze
oder Flachphantom)

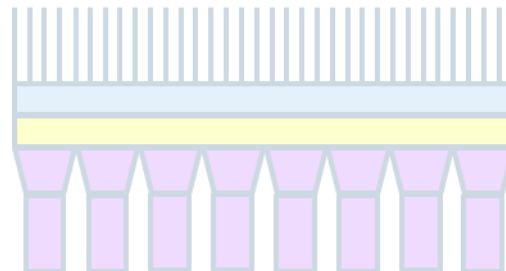
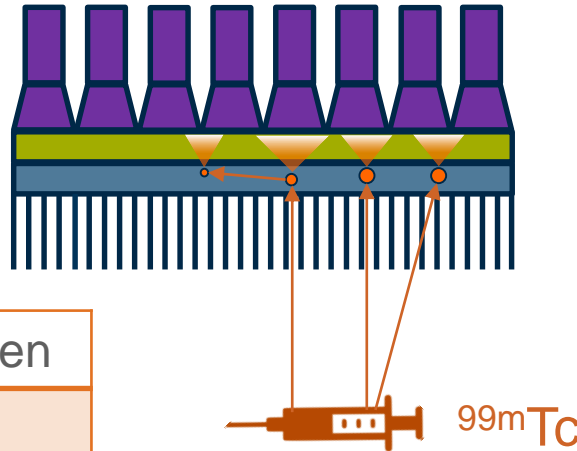
Aktivität ca. 100-200 MBq

Uhrzeit wird notiert

Messzeit 3 min je Detektor

Σ Impulse

BW	MW aus XX Messungen
RS	BW \pm 5%
TG	BW \pm 10%



Ausbeutemessung

⁵⁷Co



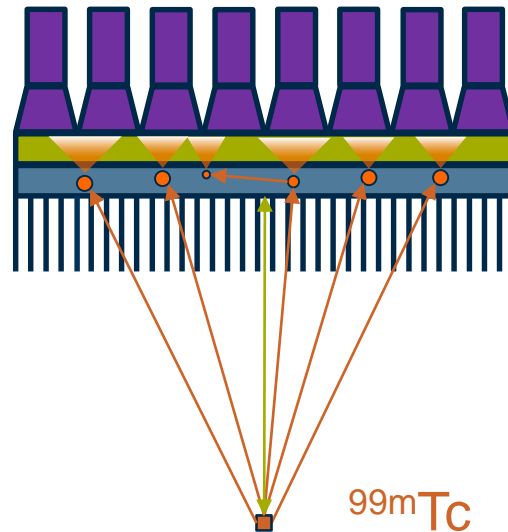
Gammakamera – Wöchentliche Qualitätskontrolle

Durchgeführt ohne Kollimator
mit einer ^{99m}Tc Punktquelle
(Spitzbodenvial)

Aktivität ca. 0,8 – 1,2 MBq

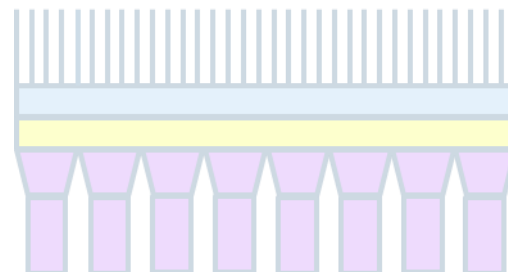
30 Mio. Impulse pro Detektor

Intrinsische
Inhomogenität



Fünffacher Abstand der
Detektordiagonale

^{99m}Tc



BW	Referenzaufnahme
RS	BW × 1,5 (max. 3%)
TG	5%

Gammakamera – Wöchentliche Qualitätskontrolle

Intrinsische Inhomogenität



Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

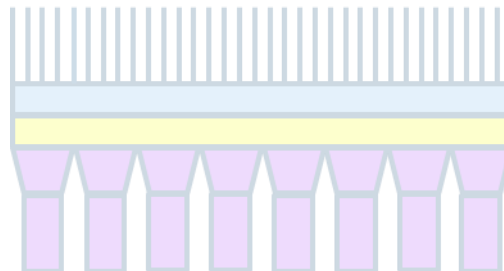
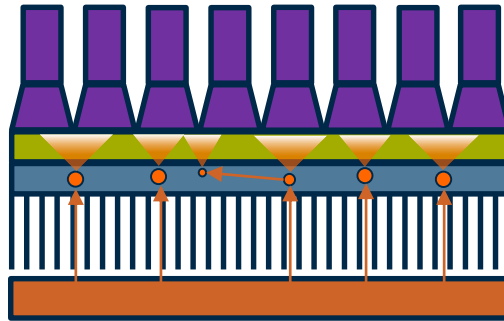
Durchgeführt mit Kollimator mit einem ^{99m}Tc Flächenphantom
 Aktivität ca. 1000 MBq
 30 Mio. Impulse pro Detektor
 Wird integral und differentiell ermittelt

mit Korrekturmatrix

BW	Referenzaufnahme
RS	$\text{BW} \times 1,5$ (max. 5%)
TG	5%

ohne Korrekturmatrix

BW	Referenzaufnahme
RS	8%
TG	10%



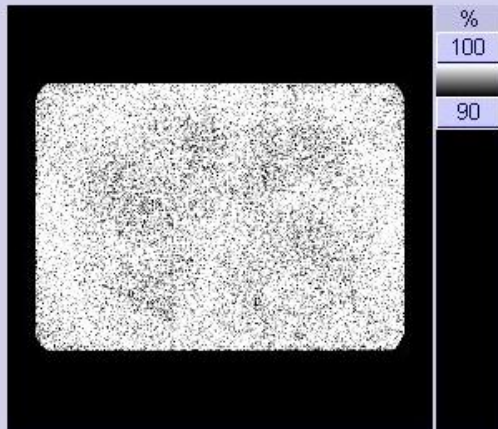
Extrinsische Inhomogenität

^{99m}Tc



Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

Detektor 1



Akquiriertes Flutbild

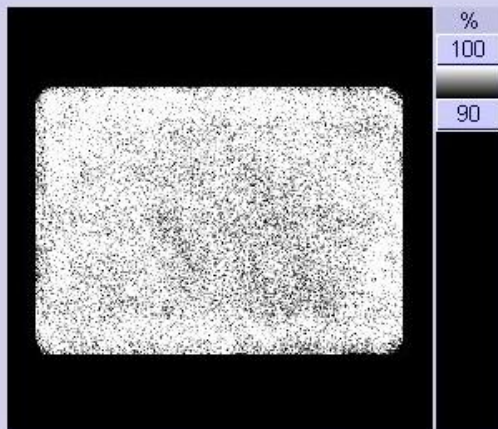
Studie: Extrinsic Service QC Study

Serie: Homogenitaet System Tc99m 15.06.2022

Unkorrigierte Homogenität

	Zentrales FOV	Effektives FOV
Integral:	2,62 %	2,95 %
Differentiell:	1,65 %	1,65 %

Detektor 2



Akquiriertes Flutbild

Studie: Extrinsic Service QC Study

Serie: Homogenitaet System Tc99m 15.06.2022

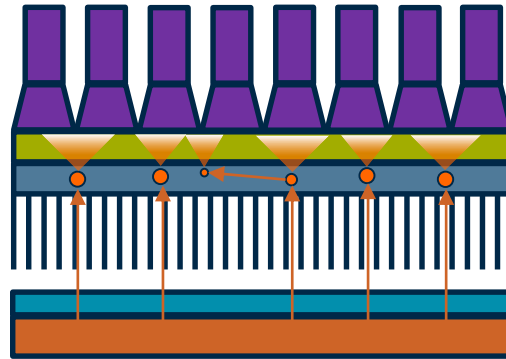
Unkorrigierte Homogenität

	Zentrales FOV	Effektives FOV
Integral:	3,44 %	3,93 %
Differentiell:	1,66 %	2,42 %

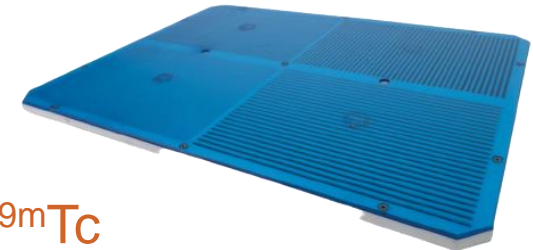
Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

Durchgeführt mit Kollimator mit einem ^{99m}Tc Flächenphantom und einem Bleistreifenphantom

Aktivität ca. 1000 MBq
3000 kcts pro Detektor



Ortsauflösung / Linearität
statisch



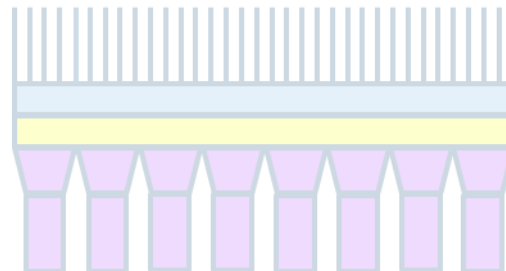
^{99m}Tc



^{57}Co

Streifen

6 mm	<input checked="" type="checkbox"/> gerade <input checked="" type="checkbox"/> erkennbar
4,5 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> erkennbar
4 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> erkennbar
3 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> erkennbar

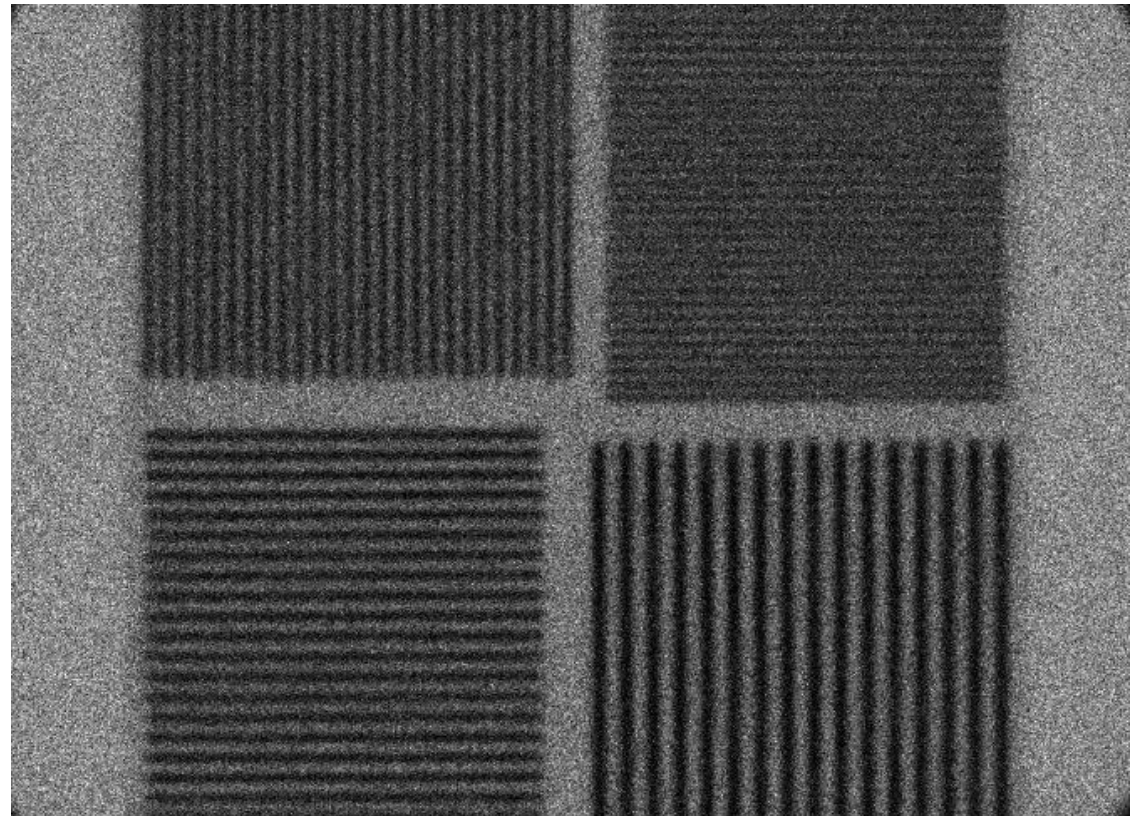


Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

Ortsauflösung / Linearität
statisch

Streifen

6 mm	<input checked="" type="checkbox"/> gerade <input checked="" type="checkbox"/> erkennbar
4,5 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> erkennbar
4 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> erkennbar
3 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> erkennbar



Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

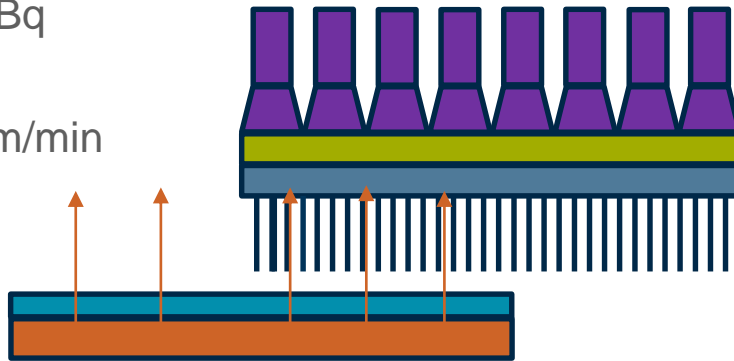
Durchgeführt mit Kollimator mit einem ^{99m}Tc Flächenphantom und einem Bleistreifenphantom

Aktivität ca. 1000 MBq

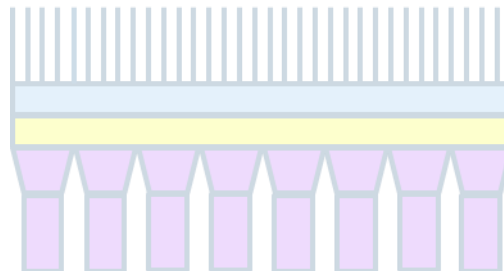
Scanlänge 70 cm

Tischvorschub 12 cm/min

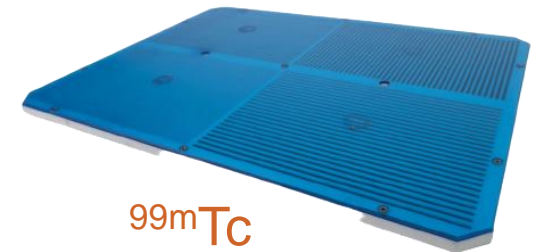
Streifen



6 mm	<input checked="" type="checkbox"/> gerade <input checked="" type="checkbox"/> erkennbar
4,5 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input checked="" type="checkbox"/> erkennbar
4 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input checked="" type="checkbox"/> erkennbar
3 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input checked="" type="checkbox"/> erkennbar



Ortsauflösung / Linearität
Ganzkörper

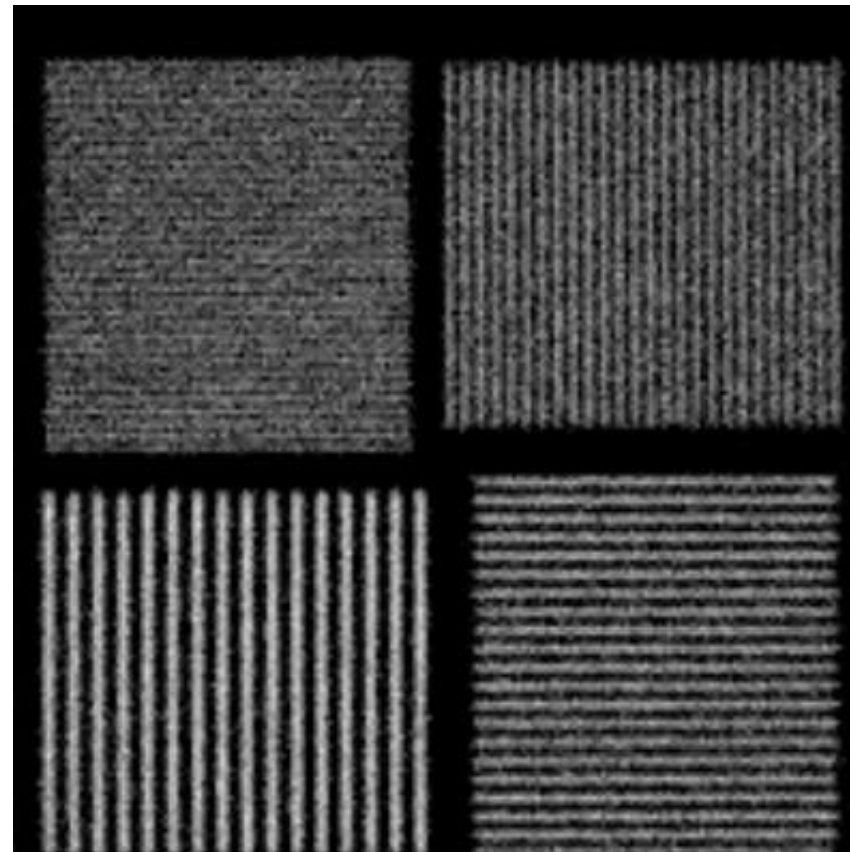


Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

Ortsauflösung / Linearität
Ganzkörper

Streifen

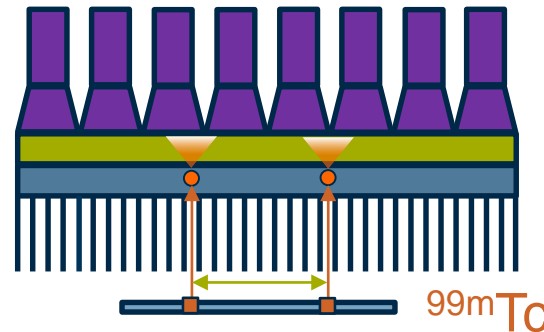
6 mm	<input checked="" type="checkbox"/> gerade <input checked="" type="checkbox"/> erkennbar
4,5 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> erkennbar
4 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> erkennbar
3 mm	<input type="checkbox"/> gerade <input type="checkbox"/> erkennbar



Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

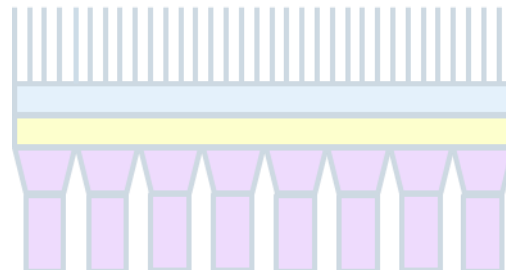
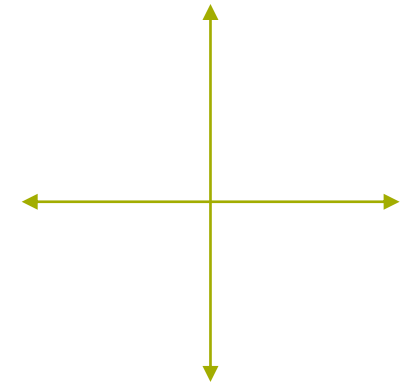
Durchgeführt mit 3 ^{99m}Tc Punktquellen und einem Phantom mit definierten X und Y Abständen
 Aktivität je Quelle ca. 50 MBq
 Ausmessen der Pixel zwischen den Punkten

Abbildungsmaßstab und Pixelgröße (statisch)



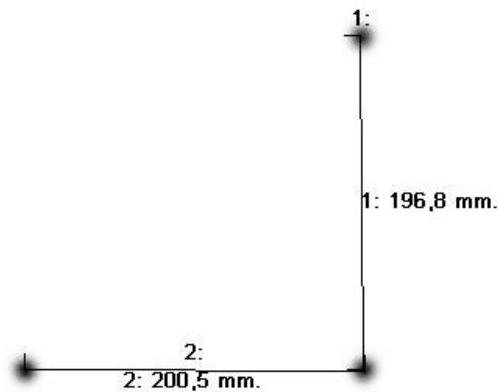
X & Y Abstand

BW	XX cm
RS	BW \pm 5%
TG	BW \pm 5%

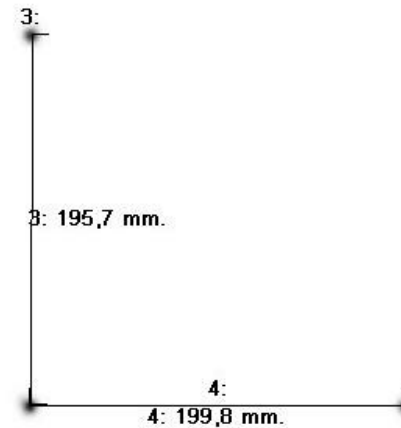


Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

Abbildungsmaßstab und Pixelgröße (statisch)



Dauer:60sec

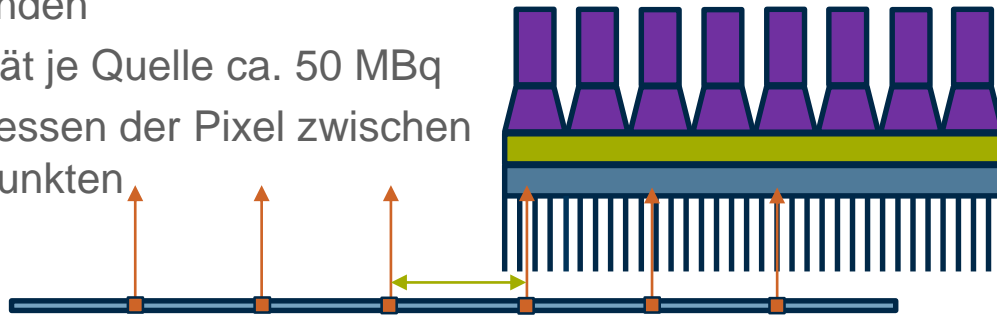


Dauer:60sec

Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

Durchgeführt mit 6 ^{99m}Tc Punktquellen und einem Phantom mit definierten X Abständen

Aktivität je Quelle ca. 50 MBq
Ausmessen der Pixel zwischen den Punkten



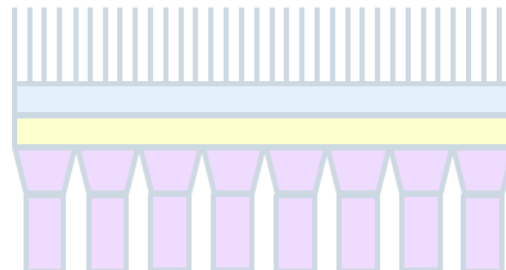
Abbildungsmaßstab und Pixelgröße Ganzkörper

^{99m}Tc

Scanlänge 200 cm
Tischvorschub 60 cm/min

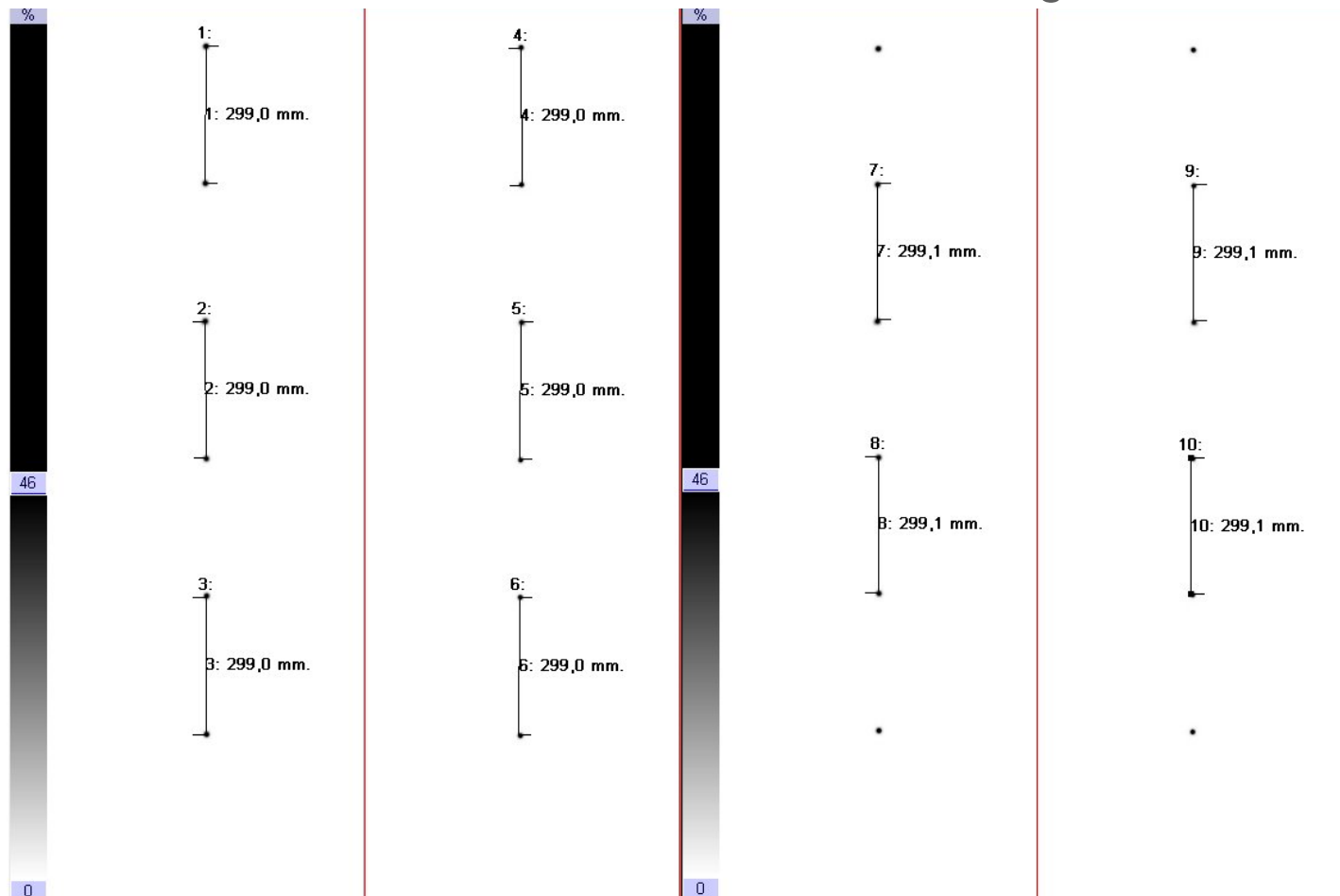
X Abstand

BW	30 cm
RS	BW \pm 5%
TG	BW \pm 5%



Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

Abbildungsmaßstab und Pixelgröße Ganzkörper



Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

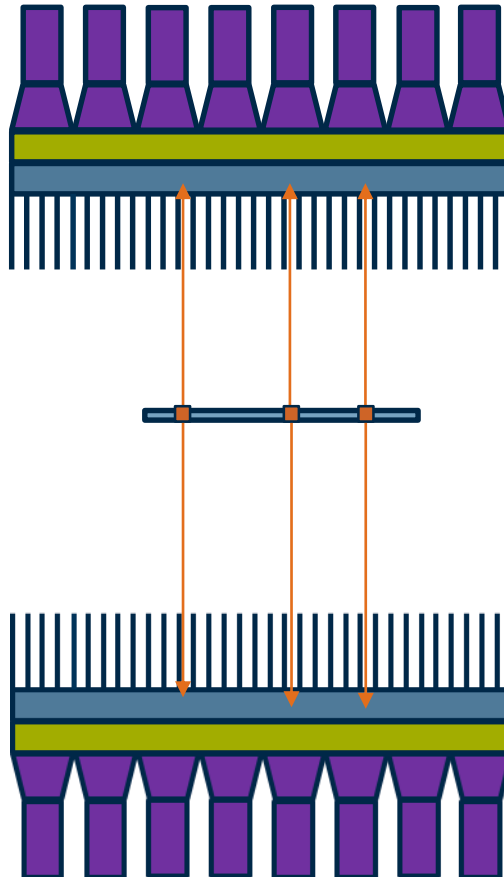
Durchgeführt mit 3-5 ^{99m}Tc Punktquellen und einem Phantom mit definierten Abständen (nach Anleitung des Herstellers)

Aktivität je Quelle ca. 50 MBq

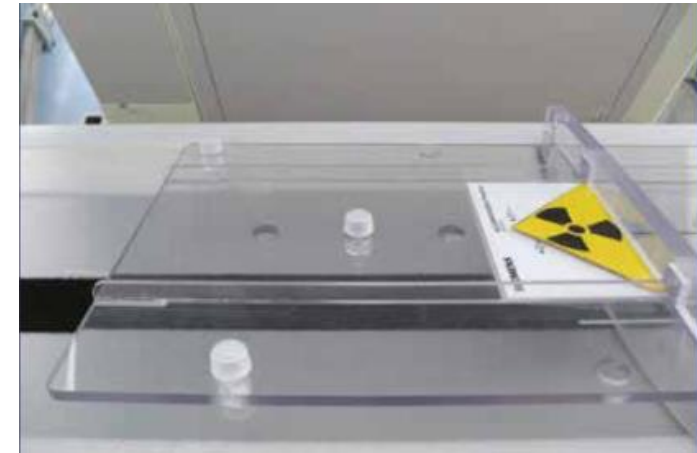
Tischhöhe, Kameraposition und Tischvorschub nach Anleitung des betreffenden Systems

Rotationszentrum-
verschiebung

BW	0 mm (mit Offsetkorrektur)
RS	BW + 1,5 mm
TG	2 mm

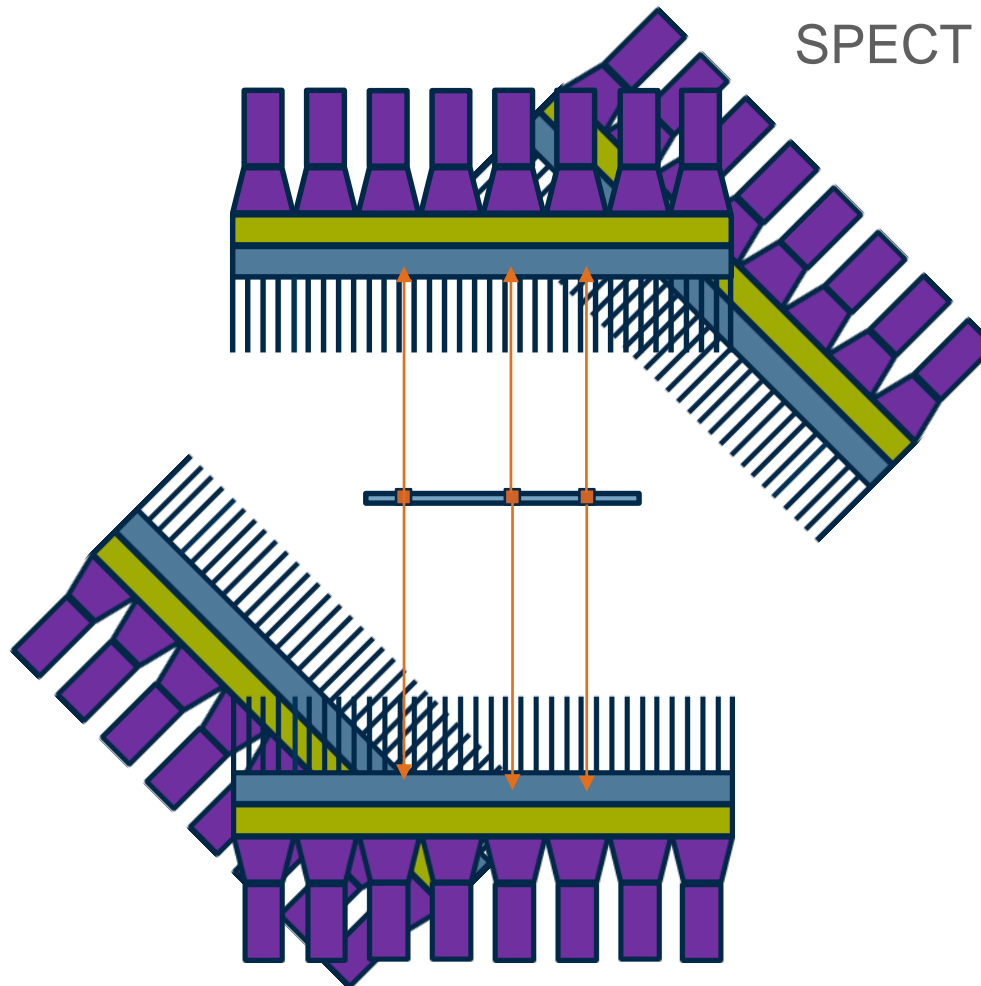


Rotationszentrum –
SPECT ausschließlich



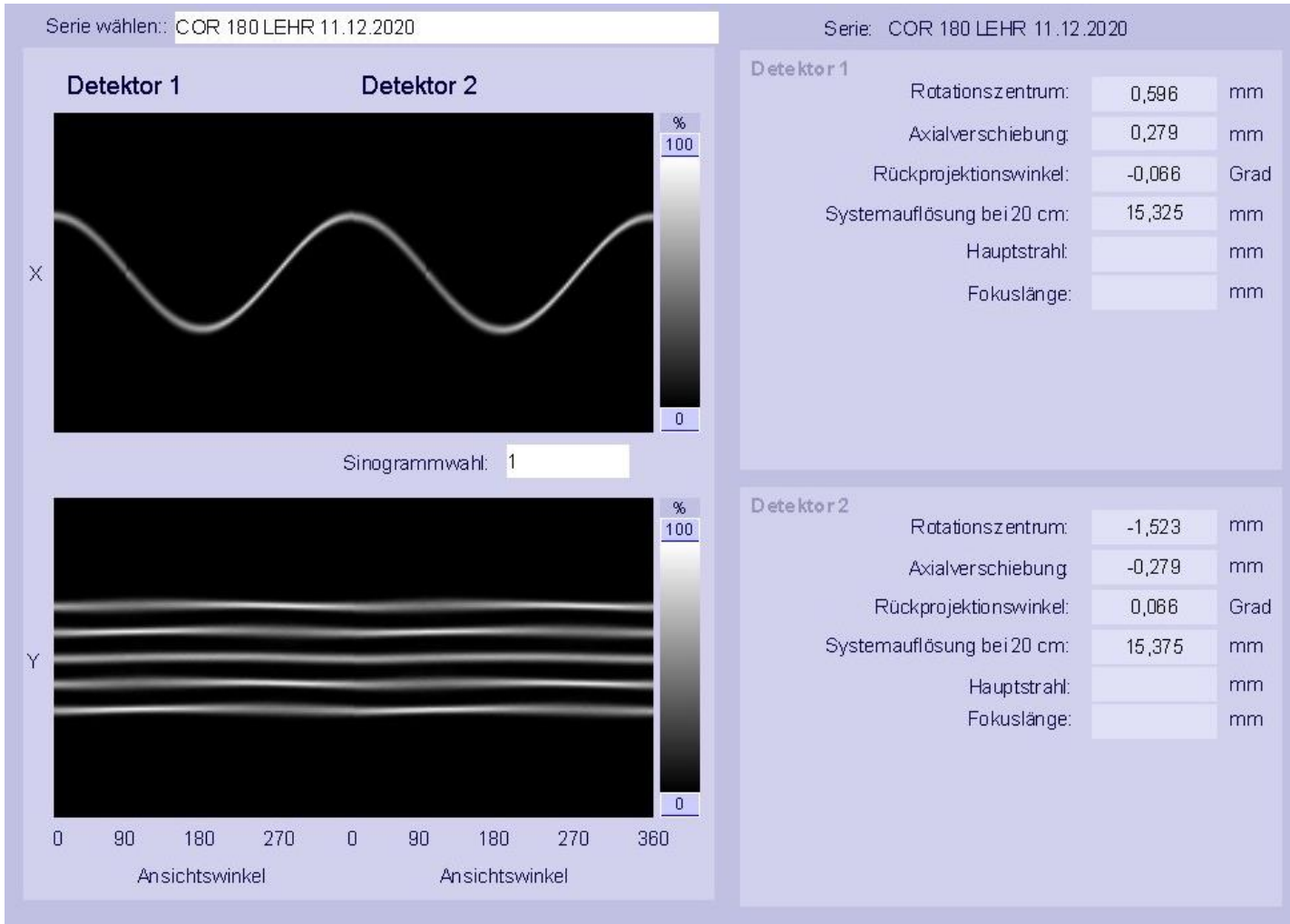
Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

Rotationszentrum –
SPECT ausschließlich



Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

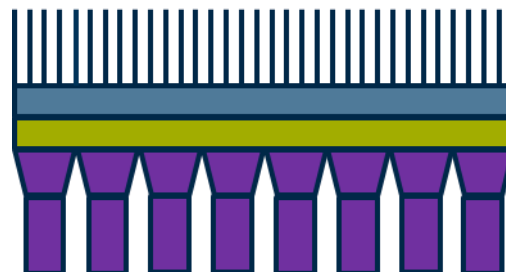
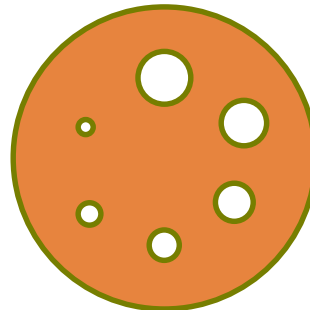
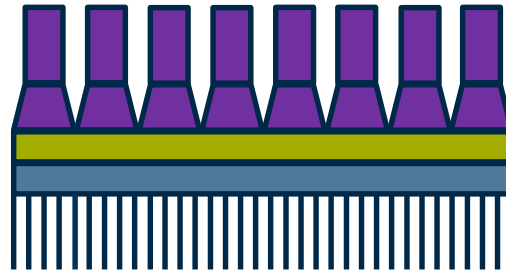
Rotationszentrum – SPECT ausschließlich



Gammakamera – Halbjährliche Qualitätskontrolle

Durchgeführt mit dem
Jaszczak Phantom
Aktivität ca. 1000 MBq
500 kcts/Projektion
128 Projektionen
360° Rotation

Tomographie/Auflösung
– SPECT ausschließlich

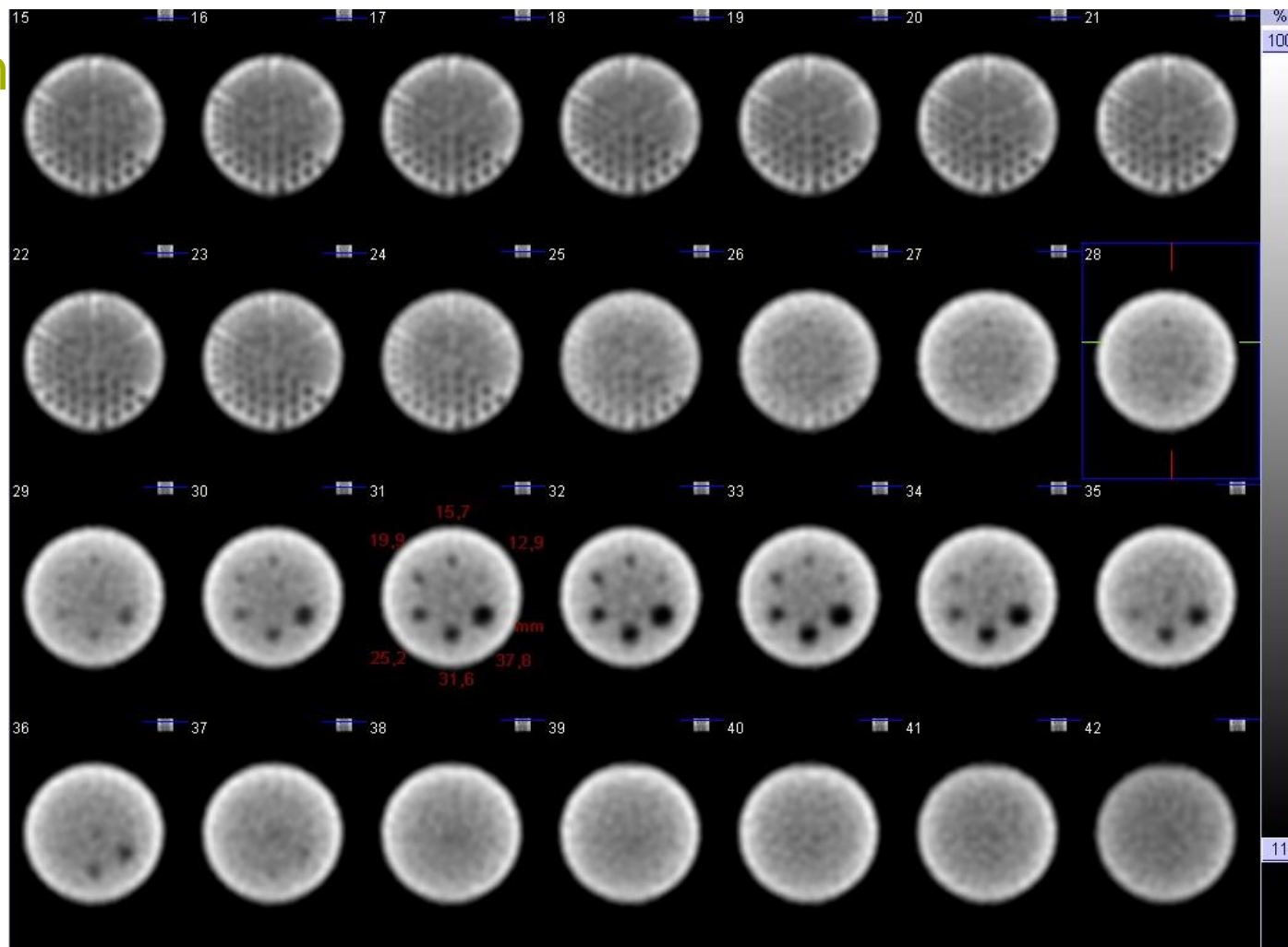


Kontrast Kugeln ≥ 20 mm

Auflösung Zylinder ≥ 11 mm

Homogenität in Ordnung

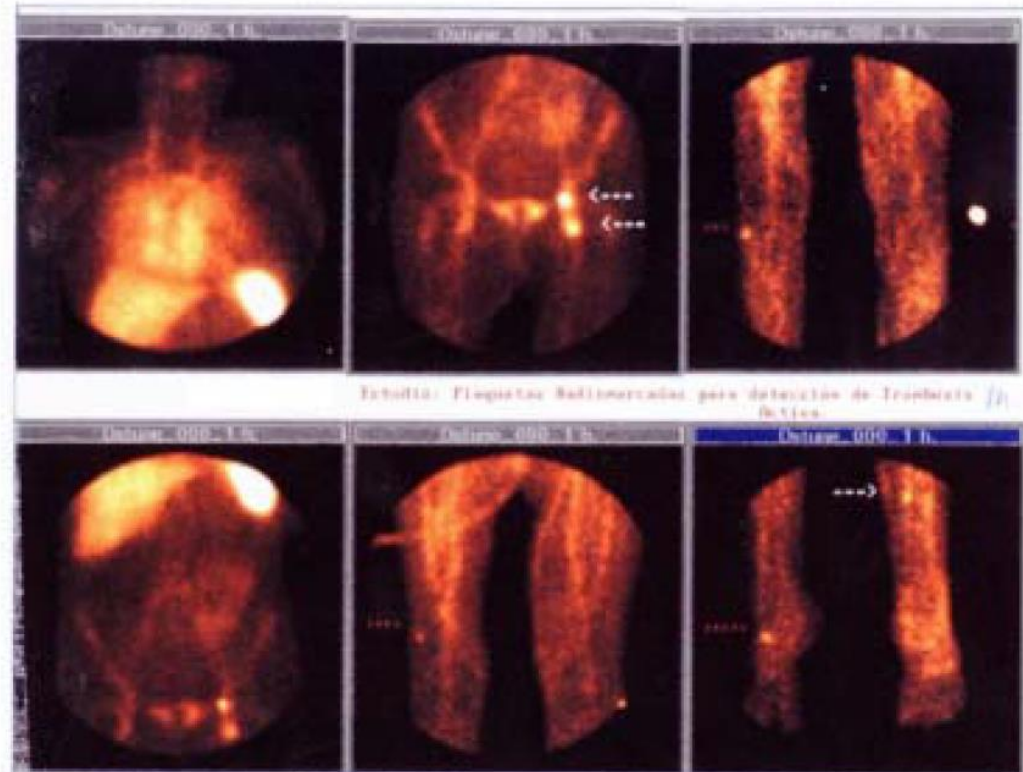
Gammakam



Artefakte

Mögliche Ursachen

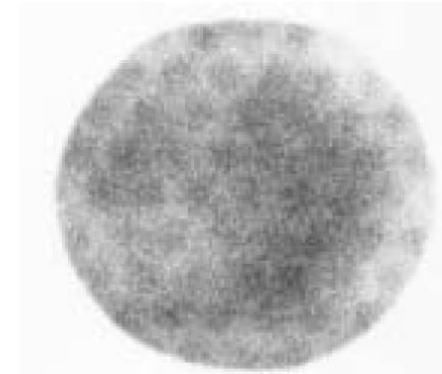
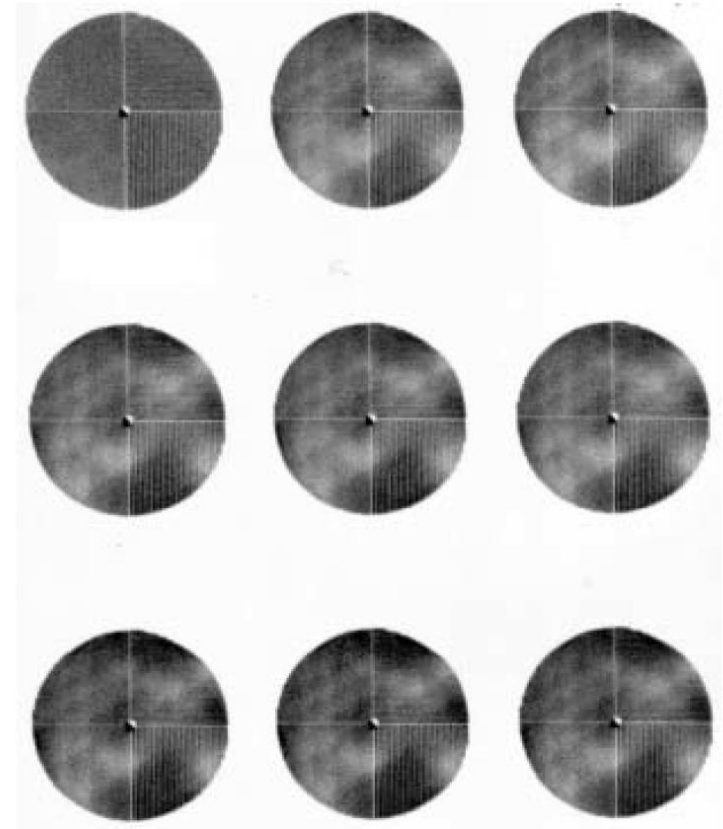
- **Kontamination**
- Falsches Energiefenster
- Datenverlust/-Fehler
- Gerätefehler
- Programme
- mechanische Beschädigungen
- Störungen von Außerhalb



Artefakte

Mögliche Ursachen

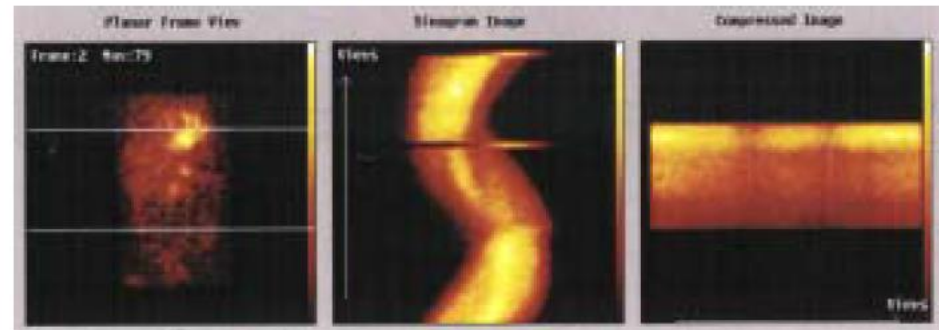
- Kontamination
- **Falsches Energiefenster**
- Datenverlust/-Fehler
- Gerätefehler
- Programme
- mechanische Beschädigungen
- Störungen von Außerhalb



Artefakte

Mögliche Ursachen

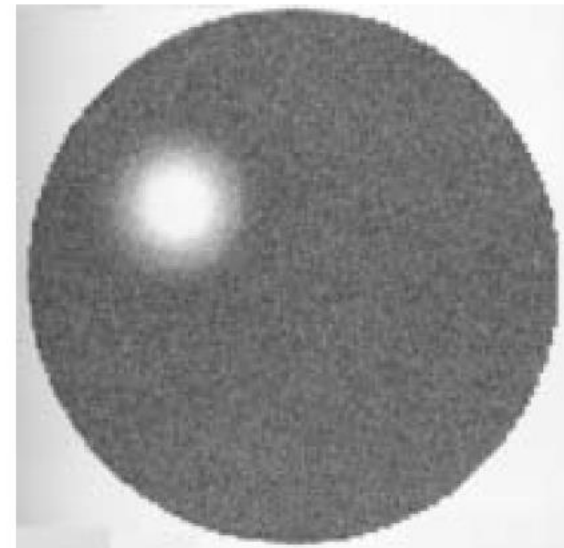
- Kontamination
- Falsches Energiefenster
- **Datenverlust/-Fehler**
- Gerätefehler
- Programme
- mechanische Beschädigungen
- Störungen von Außerhalb



Artefakte

Mögliche Ursachen

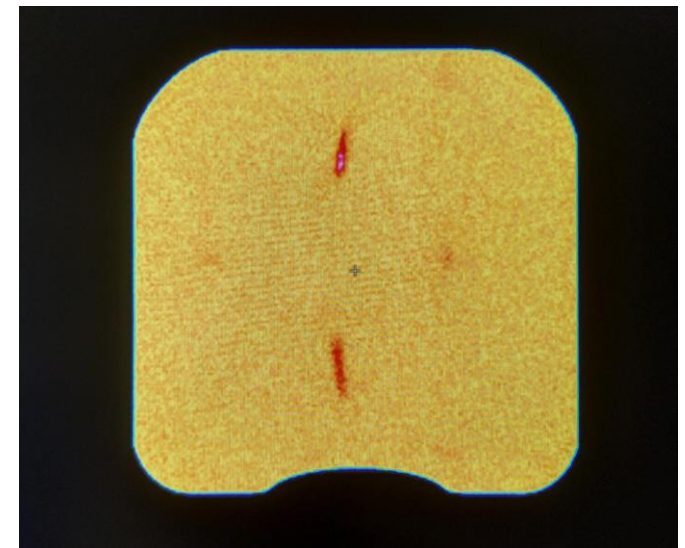
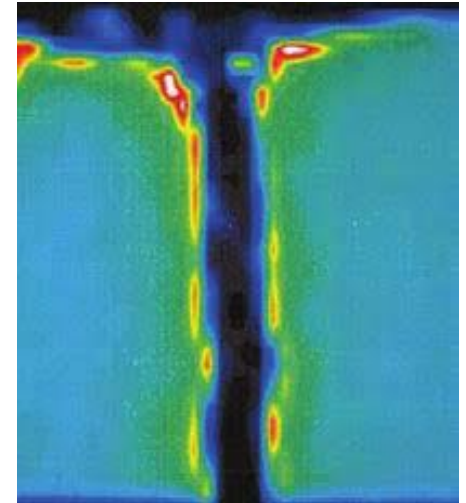
- Kontamination
- Falsches/unstabiles Energiefenster
- Datenverlust/-Fehler
- **Gerätefehler**
- Programme
- mechanische Beschädigungen
- Störungen von Außerhalb



Artefakte

Mögliche Ursachen

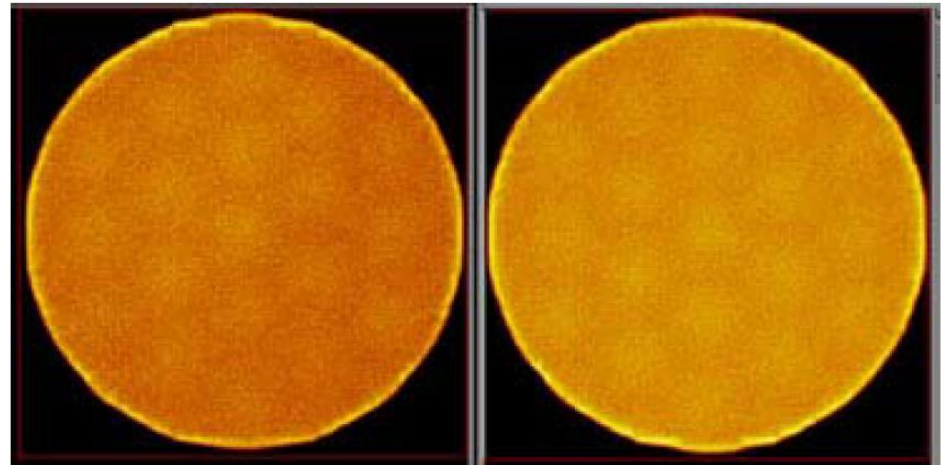
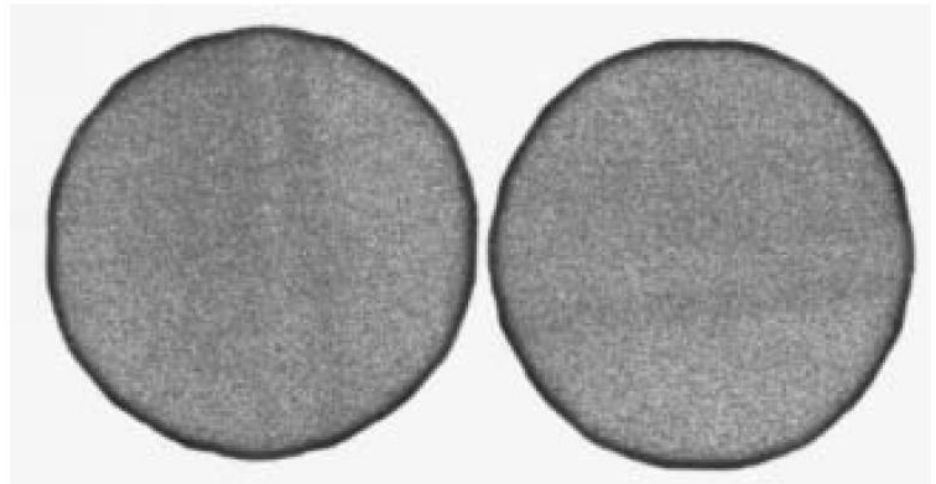
- Kontamination
- Falsches Energiefenster
- Datenverlust/-Fehler
- Gerätefehler
- Programme
- **mechanische Beschädigungen**
- Störungen von Außerhalb



Artefakte

Mögliche Ursachen

- Kontamination
- Falsches Energiefenster
- Datenverlust/-Fehler
- Gerätefehler
- Programme
- mechanische Beschädigungen
- **Störungen von Außerhalb**



Qualitätskontrollen an Gammakameras - Übersicht

Gerät	Qualitätskontrolle	Häufigkeit
Gammakamera	Untergrund	täglich
Gammakamera	Energiekalibrierung	täglich
Gammakamera	Ausbeute	wöchentlich
Gammakamera	intrinsische Homogenität	wöchentlich
Gammakamera	extrinsische Homogenität	halbjährlich
Gammakamera	Abbildungsmaßstab (statisch)	halbjährlich
Gammakamera	Ortsauflösung/Linearität statisch	halbjährlich
Gammakamera	Abbildungsmaßstab Ganzkörper	halbjährlich
Gammakamera	Ortsauflösung/Linearität Ganzkörper	halbjährlich
SPECT	Rotationszentrum	halbjährlich
SPECT	Tomographie/Auflösung (Jaszczak)	halbjährlich

Bezugswerte (BW)

Reaktionsschwelle (RS)

Toleranzgrenze (TG)

Vielen Dank!



Klinikum rechts der Isar
Technische Universität München