

# Medizinische Bildgebende Verfahren

## Nuklearmedizin

Dabasi Gabriella

Semmelweis Univ.

Zentrum für NuklearMedizin

16. 02. 2017.

# Die Definition der Nuklearmedizin

Medizinische Anwendung der offenen  
radioaktiven Isotopen

in der Diagnose

in der Therapie

in der Vorschung

# Wo befindet sich, was funktioniert

Organen

Gewebe

Zellen

Subzellulären Strukturen:

Welche Rezeptoren , Enzymen, Transmittern, und andere Biomolekule funktionieren

Wir können auch Hypoxie, Apoptose ,Angiogenese

Multidrug Resistanz (MRD ) beurteilen

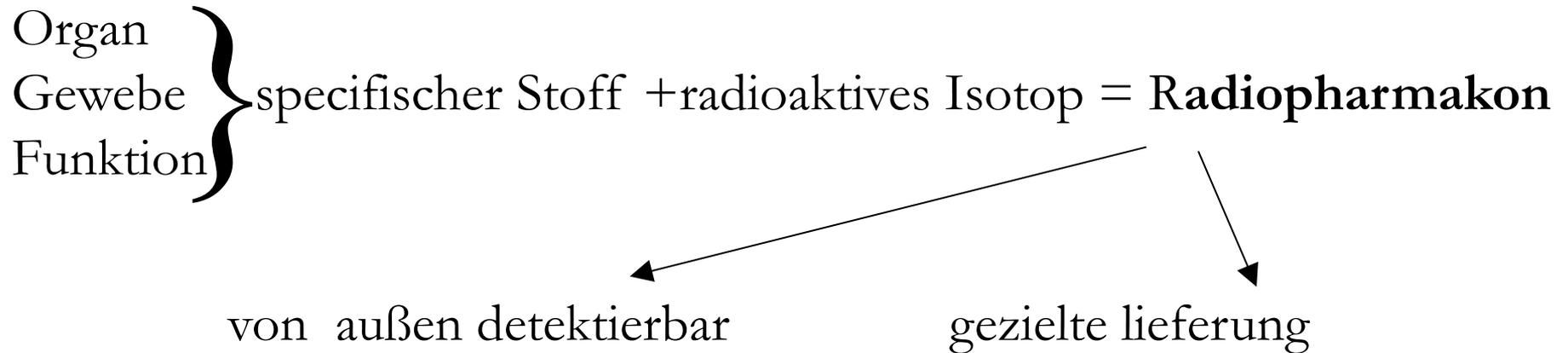
Genetische Prozesse sind auch messbar

# Nuklearmedizinische Methoden beruhen auf den folgenden Prinzipien:

Bei Stoffwechselfvorgängen kann der Organismus die Isotope  
Eines Elements nicht voreinander unterscheiden  
Gleiche Ordnungszahl im Periodensystem,  
Unterschiedliche Massenzahl !

Die radioaktiven Isotopen , können in so geringen  
Menge angewandt werden , dass Stoffwechselfvorgängen  
nicht beeinflusst sind.

# In vivo NM



## Tracerprinzip

György von Hevesy

1885-1966

Nobel Preis: 1943



# HEVESY GYÖRGY



*Georgedes Hevesy*

# Hevesy der lustig wissenschaftler

Hevesy hat in Manchester mit Rutherford zusammen gearbeitet.

Hevesy und noch andere jungen Wissenschaftlern haben eine Wohnung gemietet, eine Hausfrau hat gekocht.

Das Essen hat nicht geschmackt.

# Lustiger Tracer Prinzip

Hevesy markierte das sonntägigen Mittagessen mit Radioaktiv Material und an der nächste Woche in der Suppe, im Gulasch, im Boulette demonstrierte das alten Fleisch mit einer GM Rohr

Das Putzfrau war einshockt und nicht mehr gekommen!

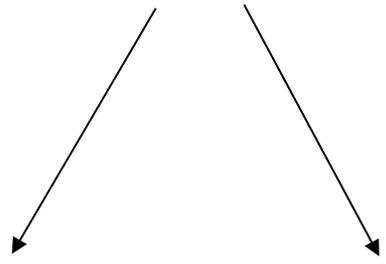
# DIESES FLEISCH HAT MIR SCHON AN DER LETZTE WOCHEN NICHT GESCHMECKT !!



# NM

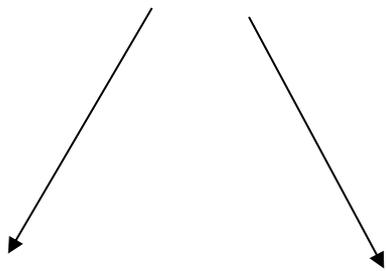
Diagnostische  
Anwendung

Therapeutische  
Anwendung



In vivo

In vitro



Single photon Methoden

PET Methode

# In vivo Untersuchungen:

- Die Tracer werden in geringsten Mengen in den menschlichen Stoffwechsel eingeschleust um die Funktion von Organen (Gewäbe, Subzelluläre Strukturen ... ) zu prüfen und sichtbar zu machen
- Verwändet werden vorweigend reine Gamma oder Postronenstrahler!

# In vitro Untersuchungen:

- Untersuchung von Körperproben ( Blut,Urin..)
- Der menschliche Organismus kommt dabei nicht mit radioaktivität in Berührung.

# Isotopen :

- Die gleiche Ordnungszahl im Periodensystem,
- Unterschiedlich Massenzahl !

# Radioaktive Isotopen:

- Neutron-Proton –Verhältnis ist instabil
- werfen ihre überschüssige Energie:
- Alfa Teilchen: Heliumkerne
- Beta Teilchen: Elektronen oder Positronen
- Gamma Strahlung : begleitete Gamma Strahlung Elektronen Einfang  
(charakteristische Röntgen Strahlung)

# Radioaktive Isotope

- Neutronreich  $\longrightarrow$  Beta Strahlung (beta Teilchen +gamma)
- Protonreich  $\begin{matrix} \longrightarrow \\ \searrow \end{matrix}$  Positronen Strahlung (2 gamma)  
Elektronen Einfang (charakteristische Röntgen Strahlung)
- Kernreaktoren hergestellt
- Zyklotronen hergestellt

Ca. 90% der diagnostischen Untersuchungen  
( SPECT ) werden mit  $^{99m}\text{Tc}$  markierten Radiofarmaka  
durchgeführt.

$^{99m}\text{Tc}$  ist ideale für Messungen mit Gamma Kamera,

140 keV ( 70 keV -400keV )

Monoenergetische Strahlung, ideale für Bildgebung

Niedrige Strahlenbelastung ,  $T_{1/2}$ : 6 Stunden

Reine gamma Strahlung aus  $^{99m}\text{Tc}$ -Molibden , grosse Menge Photonen  
( Poisson )

Praktische Verfübarkeit, Eluation mit physiologischen Saltz

Mit vielen Molekulan geben stabilen Komplexen

# Tc-99m GENERATOR

Mo-99, Aluminoxid, elution phys.saline, T1/2: 2.75d

Tochterelement: Tc-99m

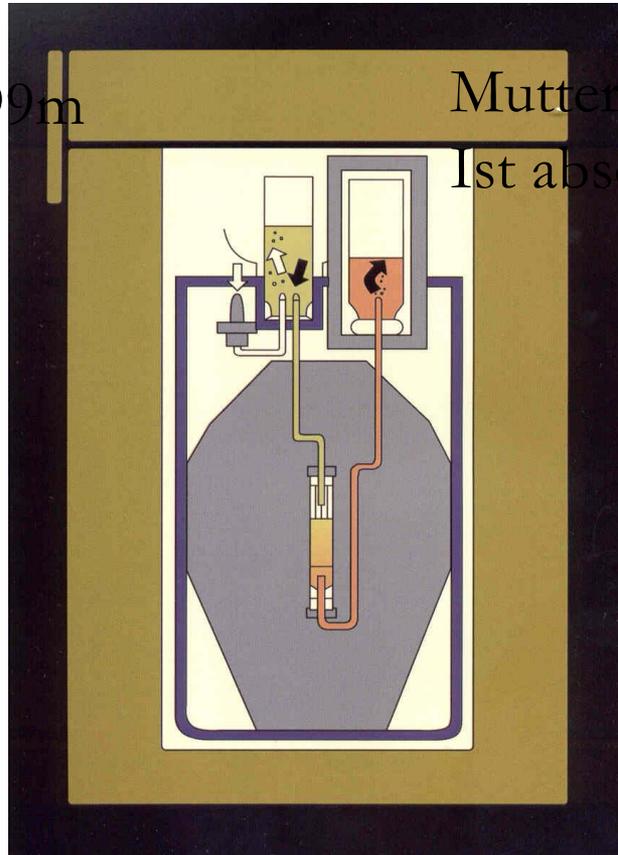
Eluiert mit Saline

Edelstahl Nadel

Mutterelement: Mo-99

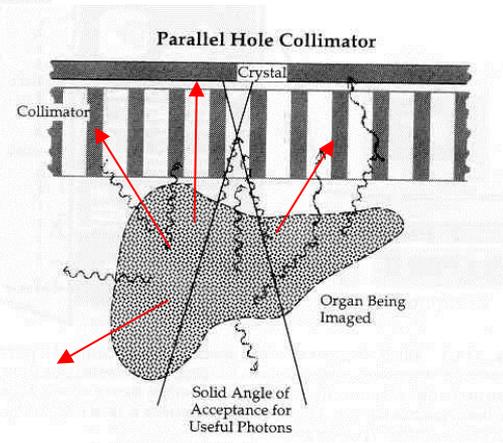
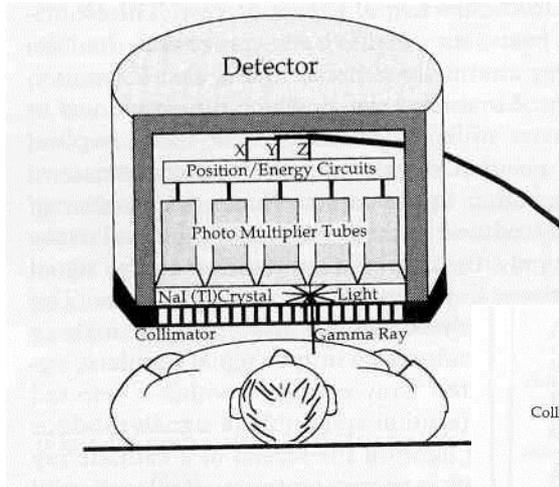
Ist absorbiert an eine Spalte

Aluminoxid



# Bildgebende Geräte

- Gammakamera (Anger Kamera, Szintigraphische Kamera)



- Der Detektor besteht aus einem NaI(Tl) Kristall, der durch eine Reihe von Photomultipliern angeordnet ist. Die Verteilung der Signale wird durch die Anordnung der Photomultiplien in einem Gitter (Kollimator) kontrolliert, das nur die schräg zulaufenden Photonen absorbiert.

lat  
till  
In  
r  
ht

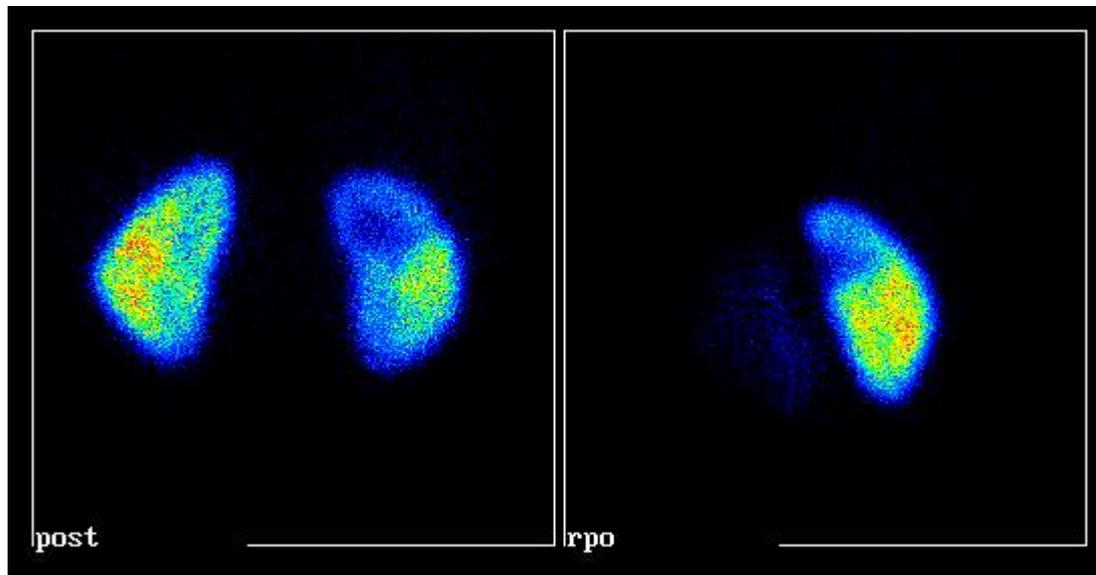
al  
Aus

# Scintigramm

- Die bildliche Darstellung der im Körper gemessenen Aktivitätsverteilung
  - Statische Szintigraphie: die Verteilung des Radiopharmakons in einem einzigen Zeitpunkt
  - Sequenzszintigraphie: die Verteilung des Radiopharmakons in mehreren Zeitpunkten (dynamische Untersuchungen, Mehrphasenszintigraphie)

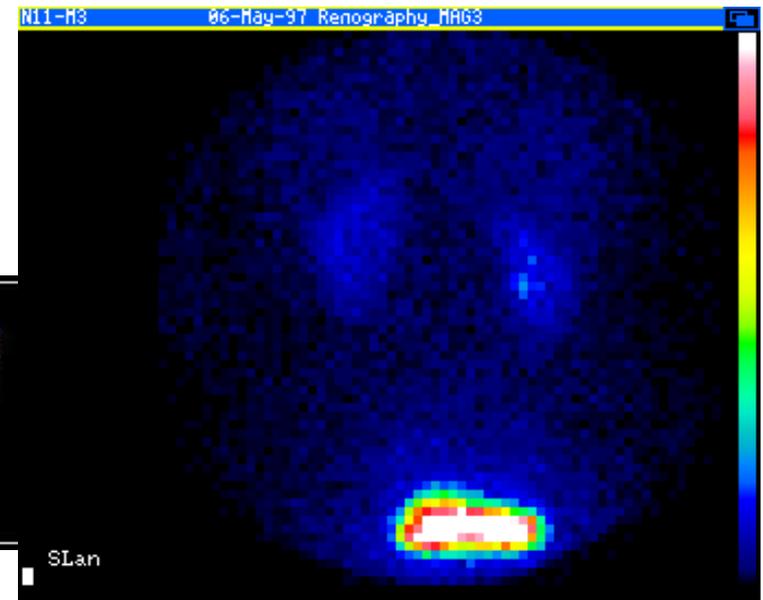
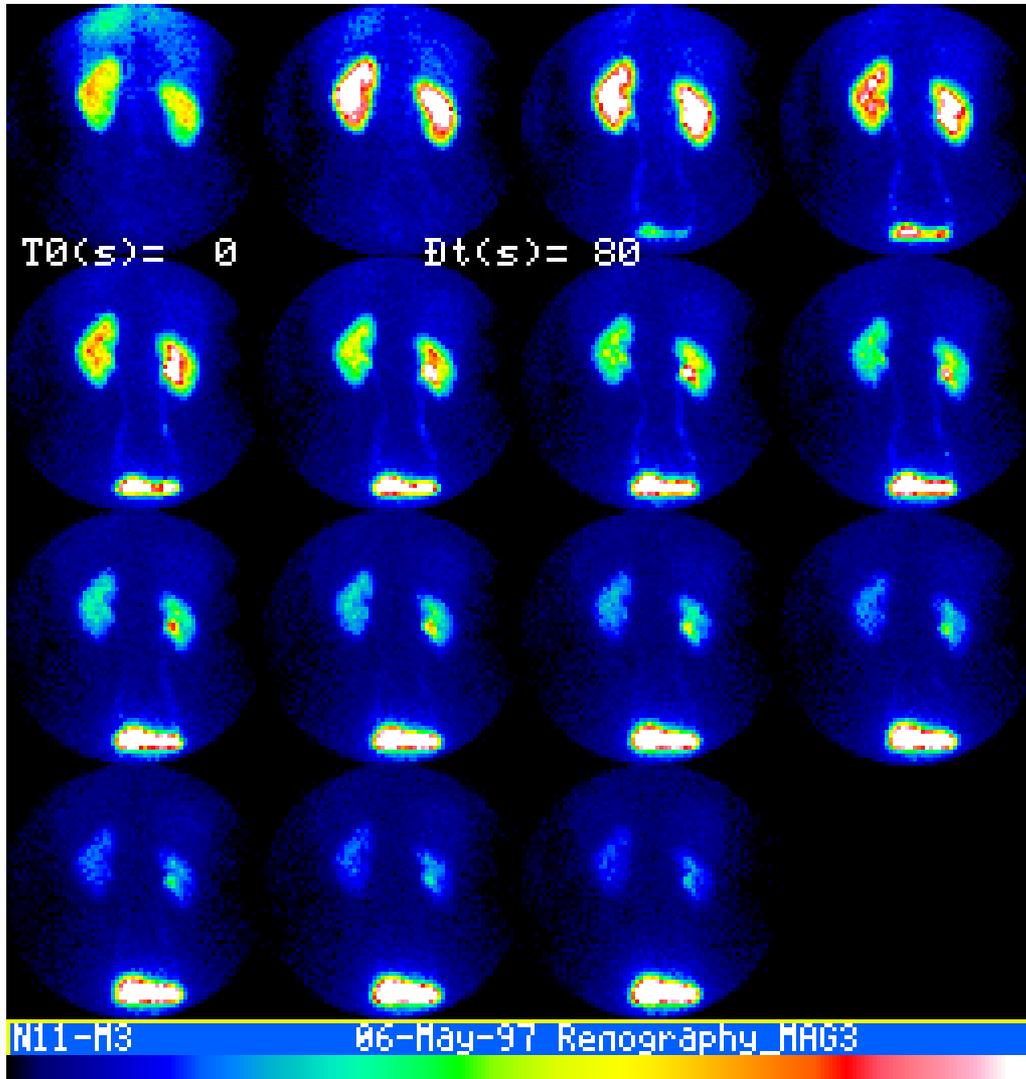
# Planare Untersuchungen

## 1. Statische Untersuchungen



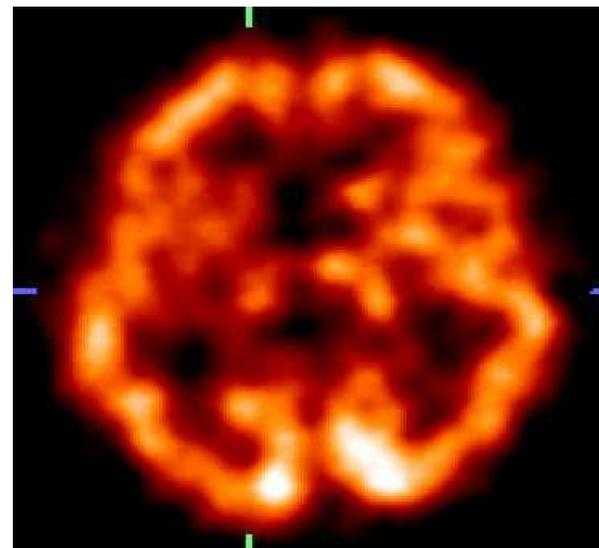
# Planare Untersuchungen

## 2. Sequenz-/Funktions-Szintigraphie



# Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT)

## Einzelphotonen-Emissions-Tomographie

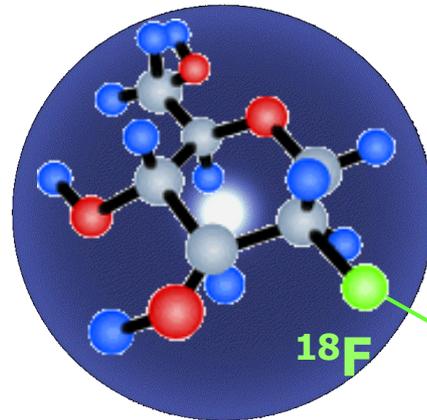


Eine oder mehrere Gammakameras rotieren um den Körper und nehmen Messwerte aus verschiedene Projektionen auf, aus denen Schnittbilder in 3 Ebenen rekonstruiert werden.

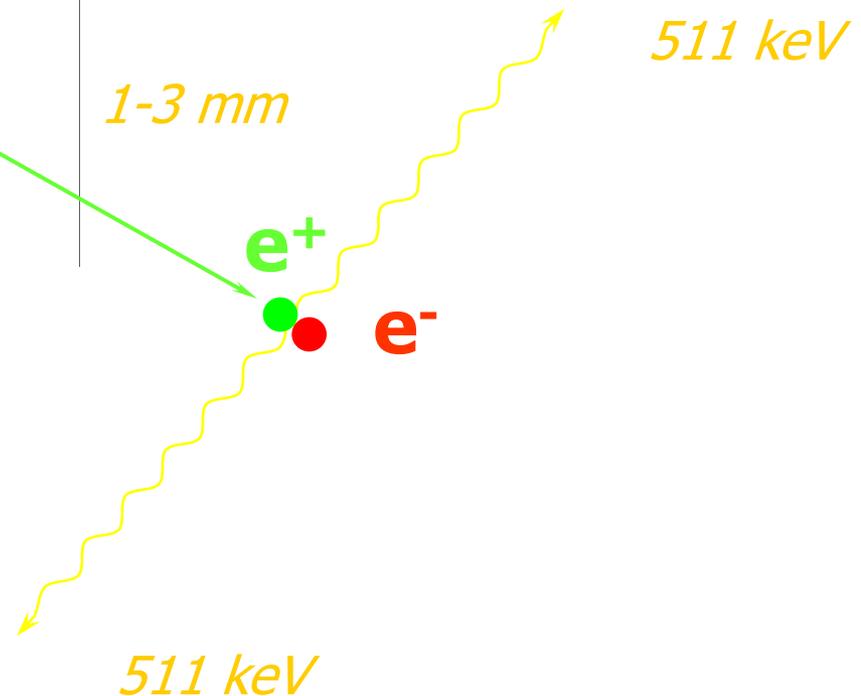
## Positronen-Emissions-Tomographie

Positronen strahlendes Molekül

(e.g.:  $^{18}\text{F}$ -FDG)

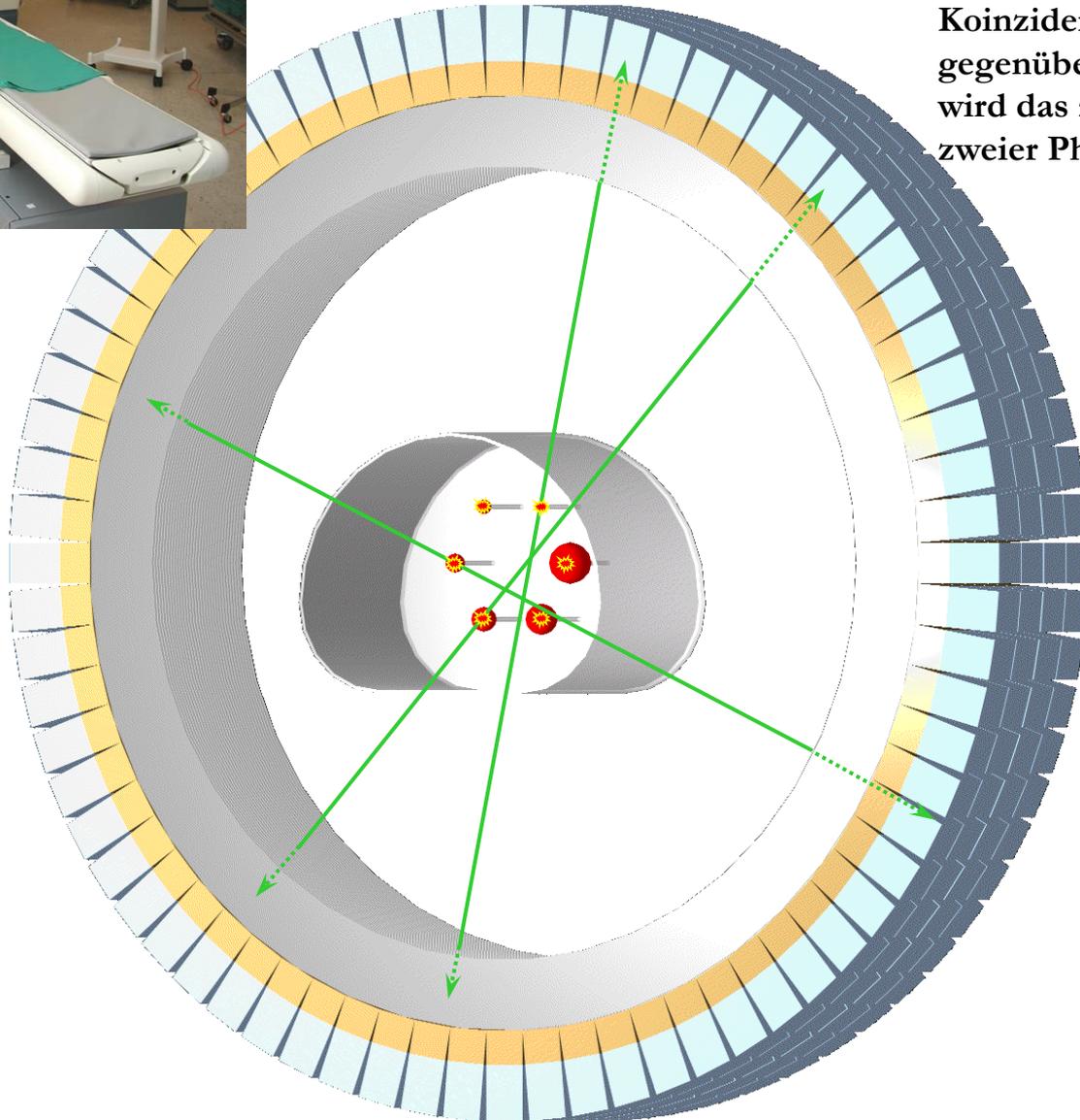


PET basiert auf der Entstehung von Vernichtungsstrahlung beim  $+\beta$  Zerfall: das bei der Kernumwandlung ausgesendete Positron annihiliert sich innerhalb unmeßbar kleiner Zeit mit einem Elektron zu zwei Photonen mit einer Energie von je 511 keV, die sich in diametral entgegengesetzter Richtung bewegen.





Im Tomographiegerät befindet sich ein Detektorring. Die Detektoren sind in einer Koinzidenzschaltung miteinander verbunden. Durch die Koinzidenzschaltung der gegenüberliegende Detektoren wird das zeitgleiche Auftreffen zweier Photonen registriert.



$^{99m}\text{Tc}$  ist das Hauptisotop für SPECT

Physikalische Eigenschaften:

- |                 |            |
|-----------------|------------|
| – Strahlung     | Gamma Str. |
| – Halbwertszeit | 6 h        |
| – Gamma Energie | 140 keV    |

Chemische Eigenschaften sind positiv

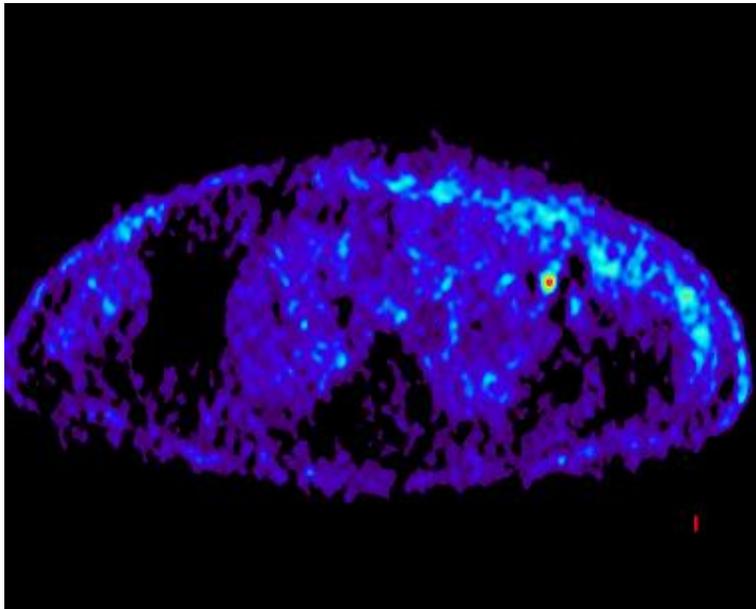
Verfügbarkeit ist einfach      Generator

# Hauptisotopen für PET

- Die wichtigsten Positronen emittierenden Radionuklide und ihre Halbwertszeit:

$^{11}\text{C}$	20,4 min
$^{13}\text{N}$	9,96 min
$^{15}\text{O}$	2,07 min
$^{18}\text{F}$	109,7 min

# Positron Emission Tomography (PET)



Abschnitte (PET )  
Axiale Schnittbilder



PET Ganzkörper Aufnahme  
Mit 18 F-FDG

# PET vs. SPECT

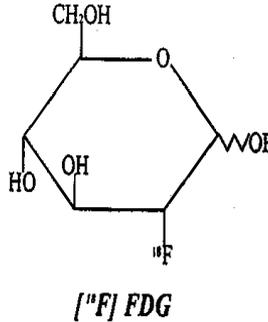
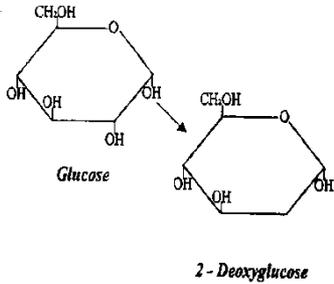
double-photon single-photon

1. Mehr sensitiv ( kein kollimator!)
2. Bessere Auflösung  
SPECT:10 mm, PET: 4-5 mm
3. Kvantitative  
absolut is (pl. mL/min/g, mol/min/g)
4. Biomoleküle :  
C-11, N-13, O-15, F-18, Ga-68....

SLICE OF LIFE

# Hauptisotop für PET:

## $^{18}\text{F}$ -Fluoro Deoxy Glucose (FDG)

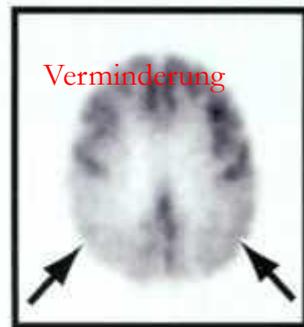
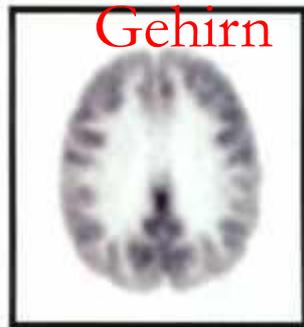


Anwendungen:

Onkologie (~85 %)

Neurologie (~10%)

Kardiologie (~5 %)



Dreilappen regionen posterior



Perfusionsbild und metabolismus

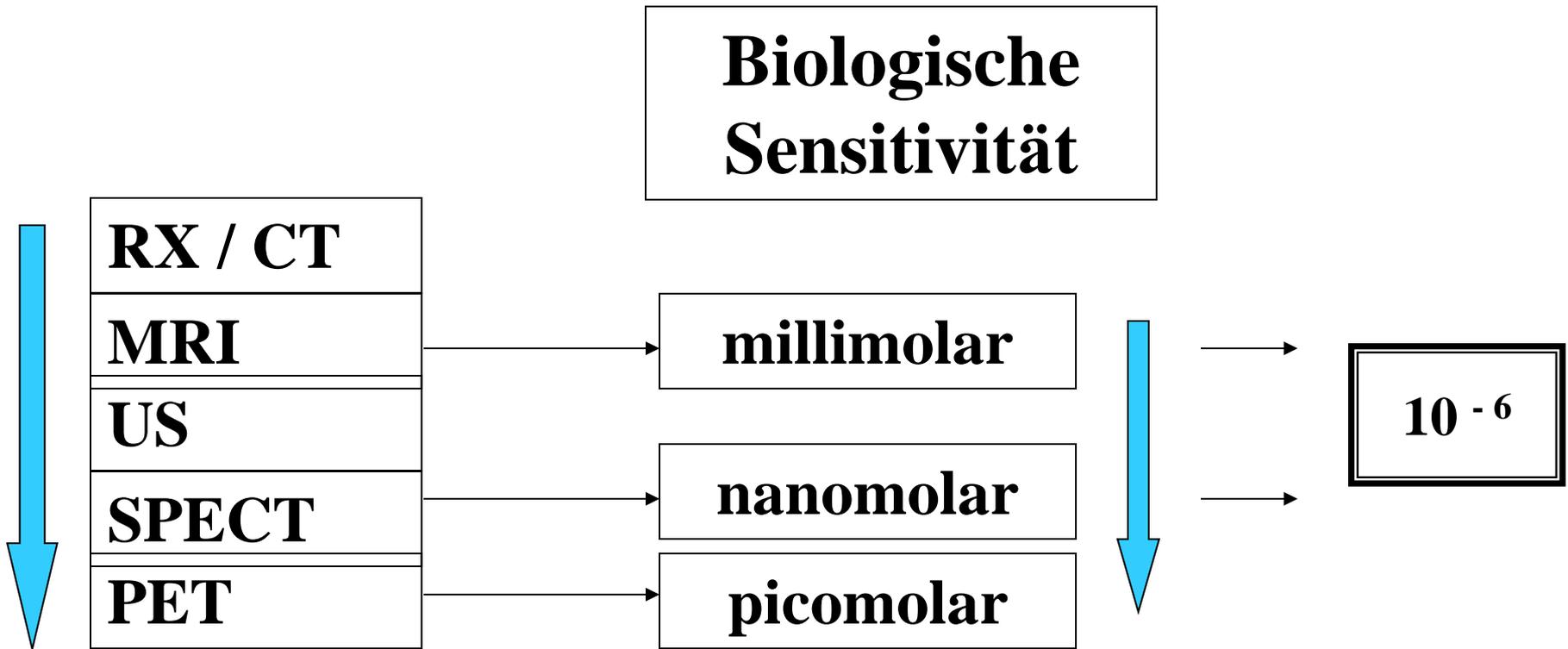
# Nuklearmedizin im allgemeinen

- Funktionelle Information
- Sensitivität
- Spezifität
- Non-invasive
- (Semi)-Quantitative Untersuchungen
- „niedrige“ räumliche Auflösung
- Strahlen Exposition

# Nuklearmedizin im allgemeinen

- Funktionelle Information
- **Sensitivität**
- Spezifität
- Non-invasive
- (Semi)-Quantitative Untersuchungen
- „niedrige“ räumliche Auflösung
- Strahlen Exposition

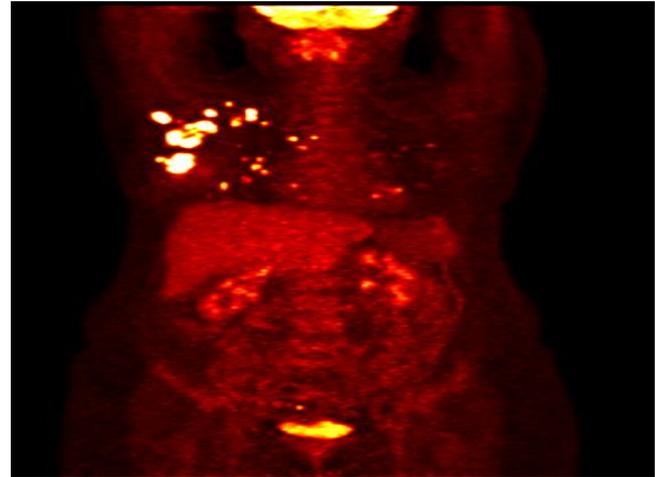
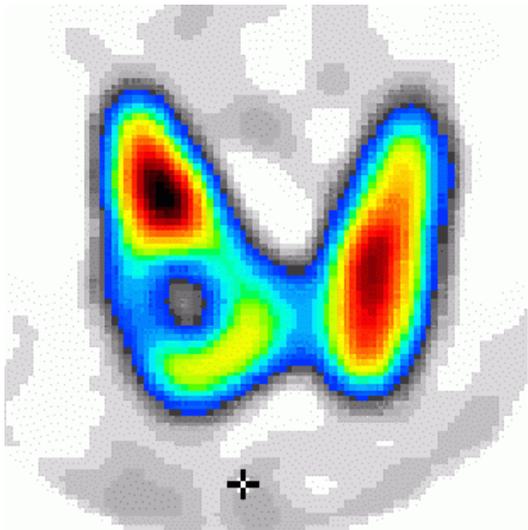
# Sensitivität der bildgebenden Verfahren



Picomol Prozesse sind sichtbar !

# Nuklearmedizin im allgemeinen

- Funktionelle Information
- Sensitivität
- Spezifität



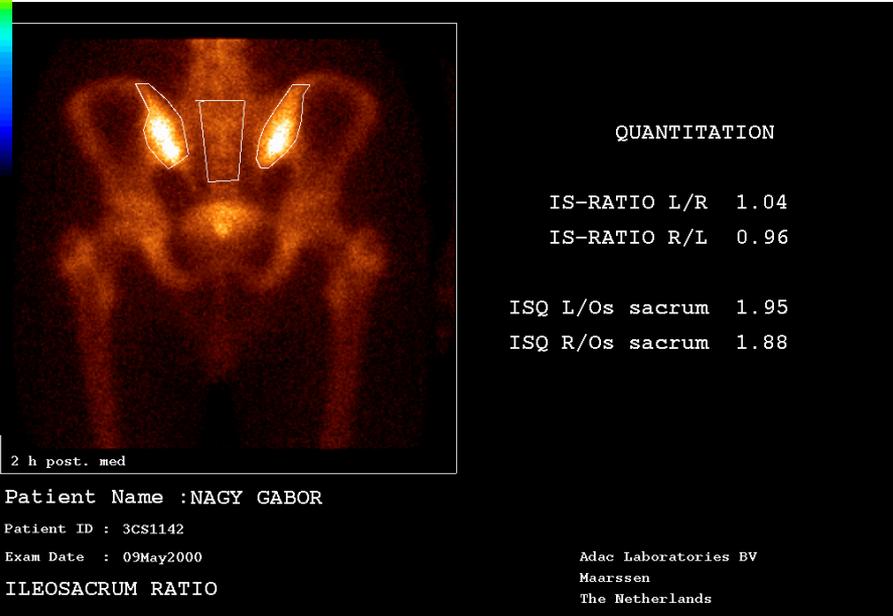
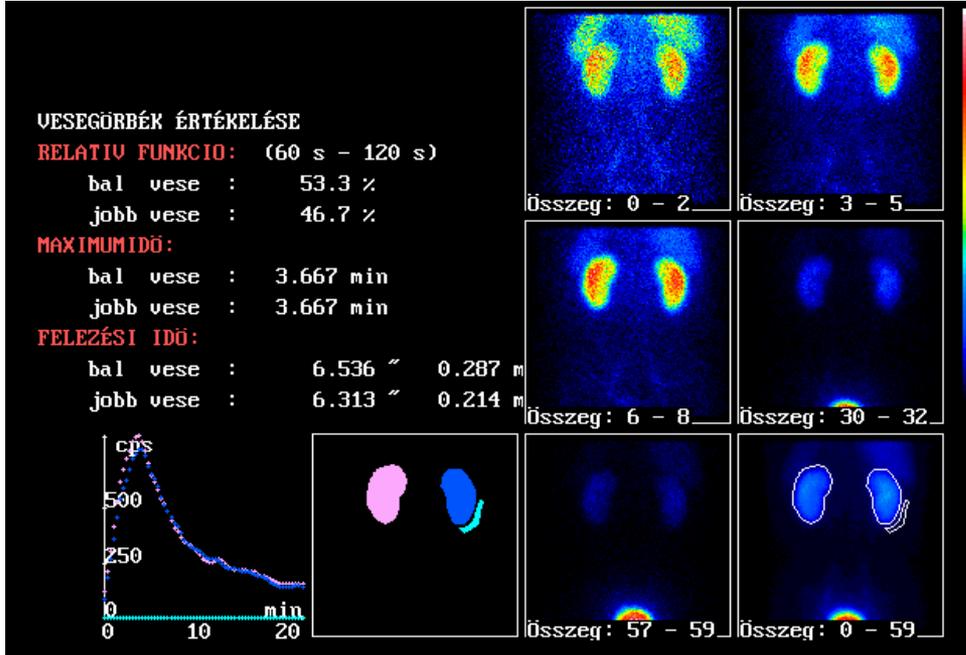
# Nuklearmedizin im allgemeinen

- Funktionelle Information
- Sensitivität
- Spezifität
- **Non-invasiv**
- (Semi)-Quantitative Untersuchungen
- „niedrige“ räumliche Auflösung
- Strahlen Exposition

# Nuklearmedizin im allgemeinen

- Funktionelle Information
- Sensitivität
- Spezifität
- Non-invasive
- (Semi)-Quantitative Untersuchungen
- „niedrige“ räumliche Auflösung
- Strahlen Exposition

# (Semi)-Quantitativ



## Quantitative PET

- Semiquantitative: Standard uptake value (SUV)

$$SUV = Q \times W / Q_{inj}$$

- Quantitative: Glucose Metabolic Rate ( $Mr_{glu}$ )

$$Mr_{glu} = (C_P / LC) \times \{K_1 \times k_3 / (k_2 + k_3)\} = (C_P / LC) \times K_i$$

(μmoles/min/ml)

## Standardized Uptake Value (SUV)

$$\text{SUV} = \frac{\text{tracer concentration (Bq/ml)}}{\text{injected dose (Bq) / body volume (ml)}}$$

standardisierte Aufnahmewerte

## Kvantitativ SPECT

Unrestricted © Siemens AG 2014 All rights reserved



Quantitative SPECT

Restricted © Siemens AG 2014 All rights reserved.

SUV:14,9



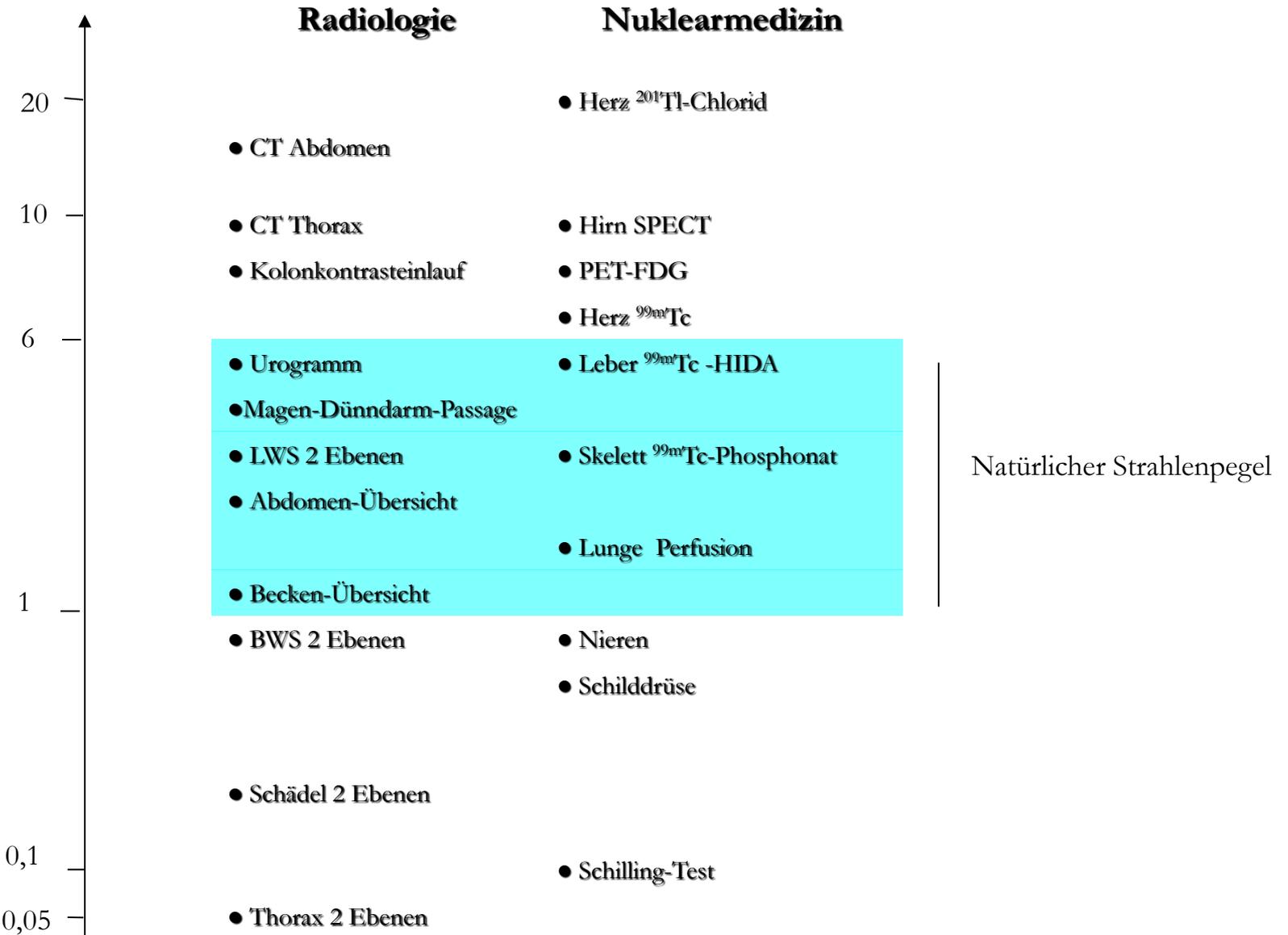
# Nuklearmedizin im allgemeinen

- Funktionelle Information
- Sensitivität
- Spezifität
- Non-invasive
- (Semi)-Quantitative Untersuchungen
- „niedrige“ räumliche Auflösung
- Strahlen Exposition

# Nuklearmedizin im allgemeinen

- Funktionelle Information
- Sensitivität
- Spezifität
- Non-invasive
- (Semi)-Quantitative Untersuchungen
- „niedrige“ räumliche Auflösung
- **Strahlen Exposition**

$H_E$  (mSv)



# PET/SPECT

# CT

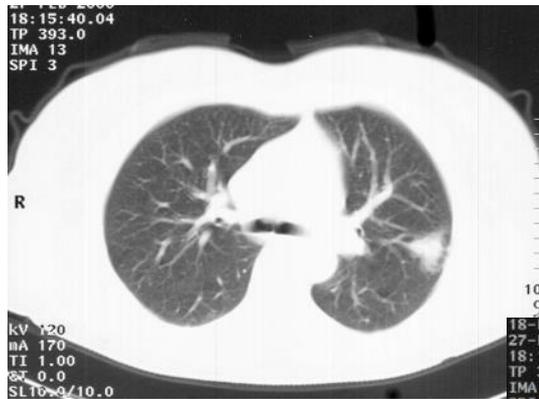
- **Niedrige räumliche Auflösung**
- **Lange Untersuchungszeit**
- **Metabolische Information**
- **Differentiation von Narbe, viablem und nekrotischem Tumor**
- **Höhere Spezifität**

- **Höhere räumliche Auflösung**
- **Kurze Untersuchungszeit**
- **Morphologische Information**
- **Beurteilung des Ortes und der Ausdehnung**
- **Niedrige Spezifität**

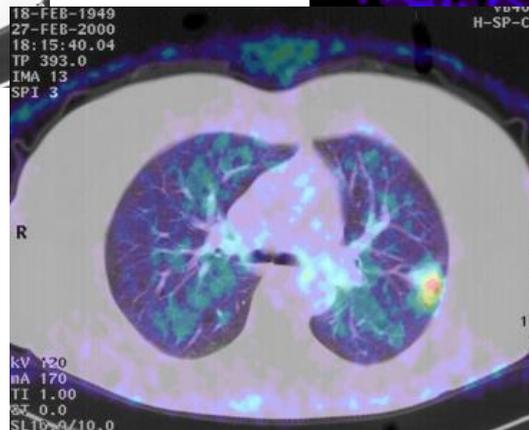
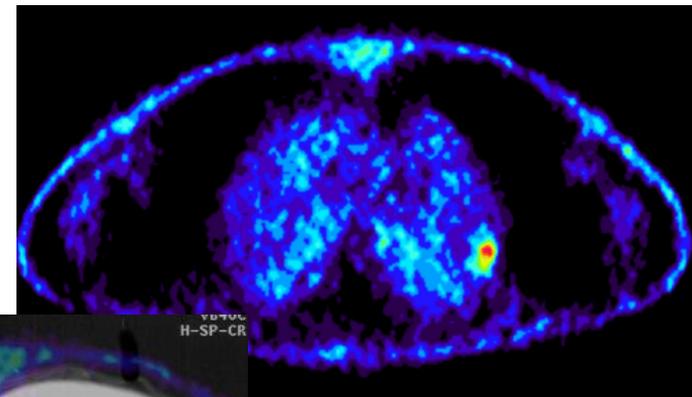
**PET- CT kombiniert die Vorteilen beider Modalitäten**

# Radiologie und Nuklearmedizin

Morphologie  
Radiologie



Funktion  
Nuklearmedizin



# Simmultane Auswertung der Nuklearmedizinische Untersuchungen und CT Untersuchungen

Die gute räumliche Auflösung der CT  
Hilft in der Beurteilung der Funktion  
kleinen Läsionen

# Bildfusion



Anatomy (CT)

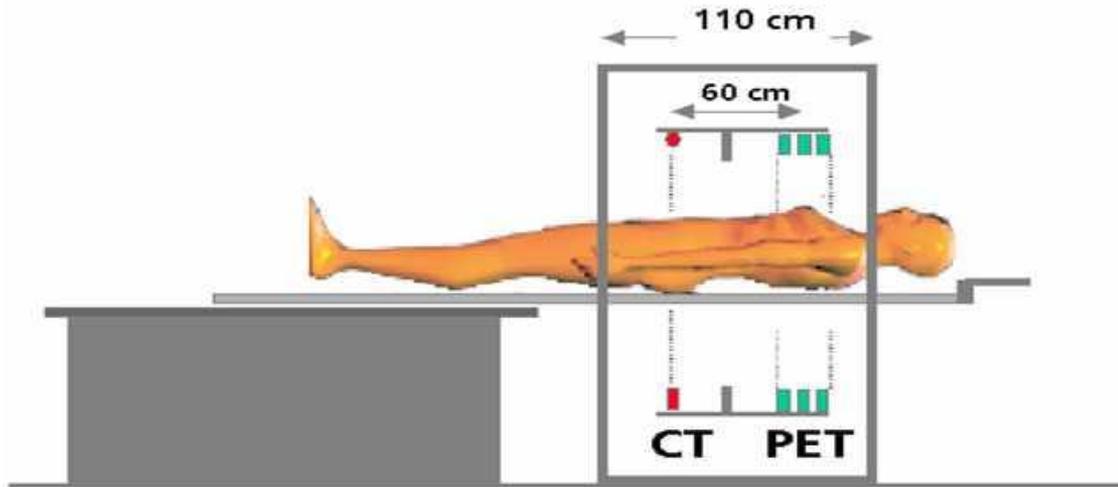


Function (PET)



Fused image

# Integrierte bildgebende Geräte, PET/CT, SPECT/CT



**Simultane Aufnahme von nuklearmedizinischen und CT Daten - optimale Zusammenführung von funktioneller und anatomischer Bildgebung.**

# Hybrid-Geräte

SPECT/CT PET/CT

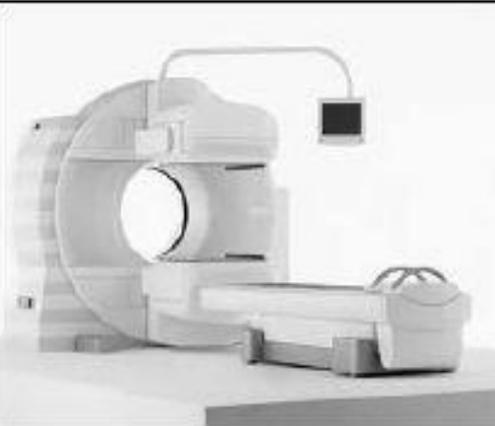
Charakterisieren die CT Läsionen

Lokalisieren die Funktionen

$$1 + 1 = 3$$

schnelle und genaue Diagnose

Die Patienten liegen an den selben Gantry ,SPECT  
Untersuchung und CT folgen schnell aufeinander



Siemens  
Symbia



Philips  
Precedence



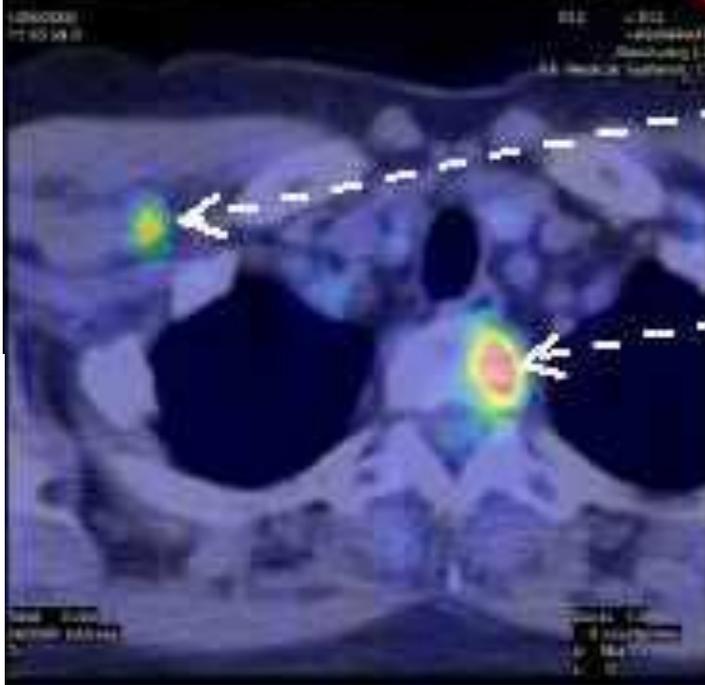
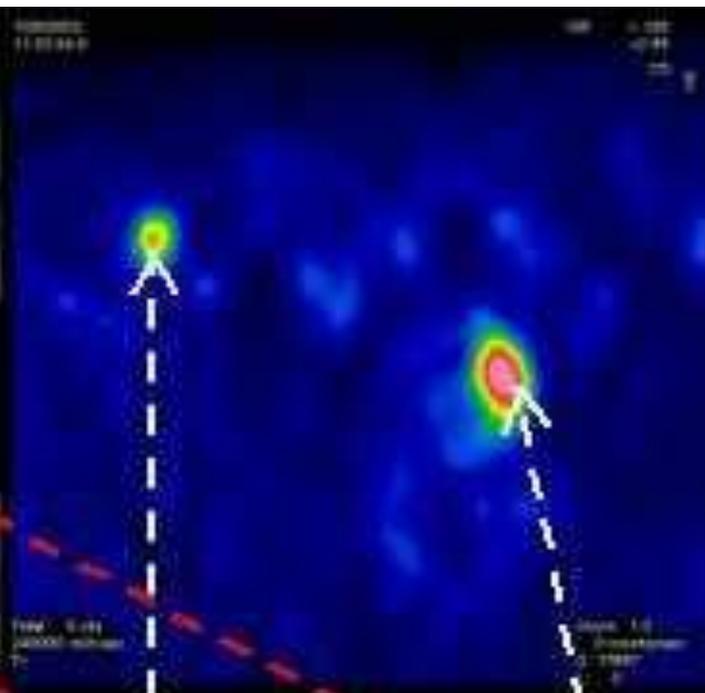
GE Discovery  
NM/CT 670



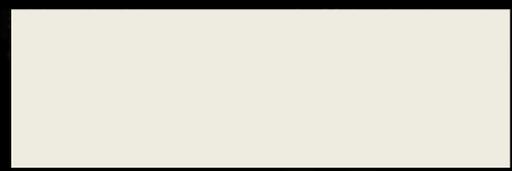
Mediso  
AnyScan SC

SPECT/CT - k





Lymph node  
metastasis      Bone  
metastasis



Einige Beispiele für NM Untersuchungen:

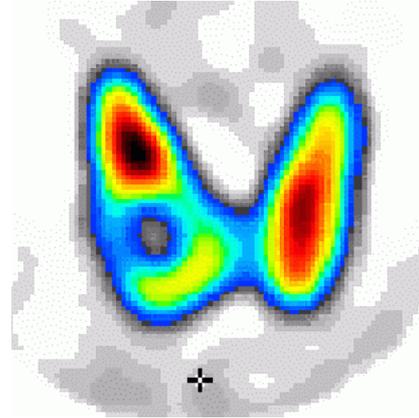
- Ohne Anspruch auf Vollständigkeit,

# Schilddrüsenszintigraphie

- Zur Schilddrüsenszintigraphie kann man  $^{99m}\text{Tc}$ -Pertechnetat oder  $^{131}\text{I}$  Natriumiodid- und  $^{123}\text{I}$  Natriumiodid einsetzen. Die Iodisotope durchlaufen über den aktiven Transport durch den Natrium-Iodid-Symporter bis zur organischen Bindung an das Thyreoglobulin den ganzen Iodstoffwechsel in der Schilddrüse.pertechnetat wird dagegen nur spezifisch transportiert, aber nicht weiter verstoffwechselt.

# Schilddrüse

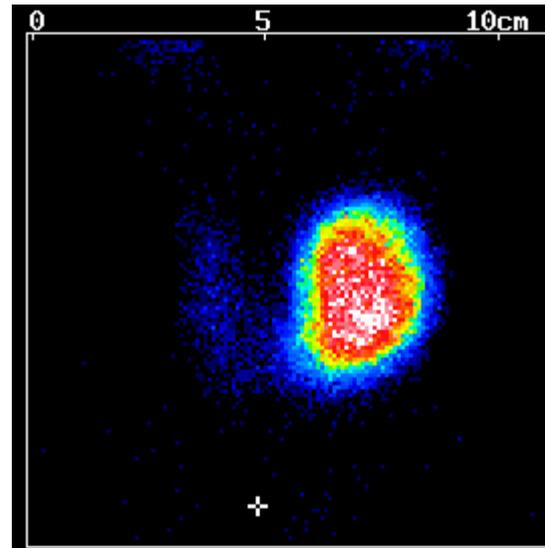
- Knoten



Radiopharmaka: Tc-99m

- Differenzialdiagnose von Hyperthyreose

- Ectopische Schilddrüse  
(I-123, I-131)



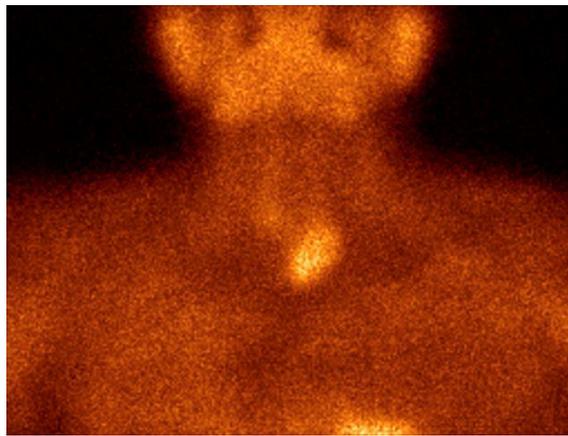
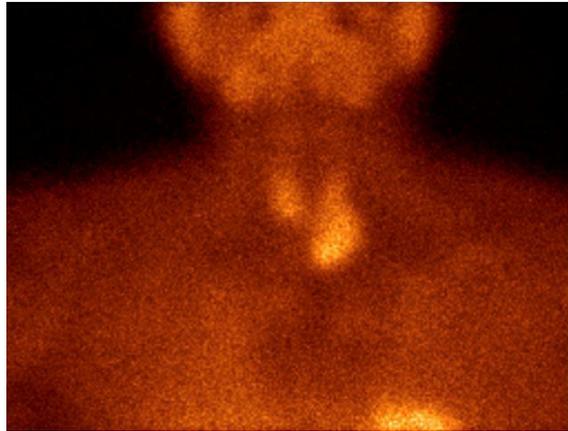
# NEBENSCHILDDRÜSEN SZCINTIGRAPHIE :

## Tc99m-MIBI Auswaschungs Technik

- A MIBI anreicht im gut perfundierten und cellreichen Foramenl , Intracellular verbindet sich zum Mitochondria. In Nebenschilddrüsen Adenom sind viele Mitochondria. Aus Diesen Zellen MIBI langsamer verschwindet die Radiopharmaka MIBI , Differenzial- wash- out szcintigraphische Methode.

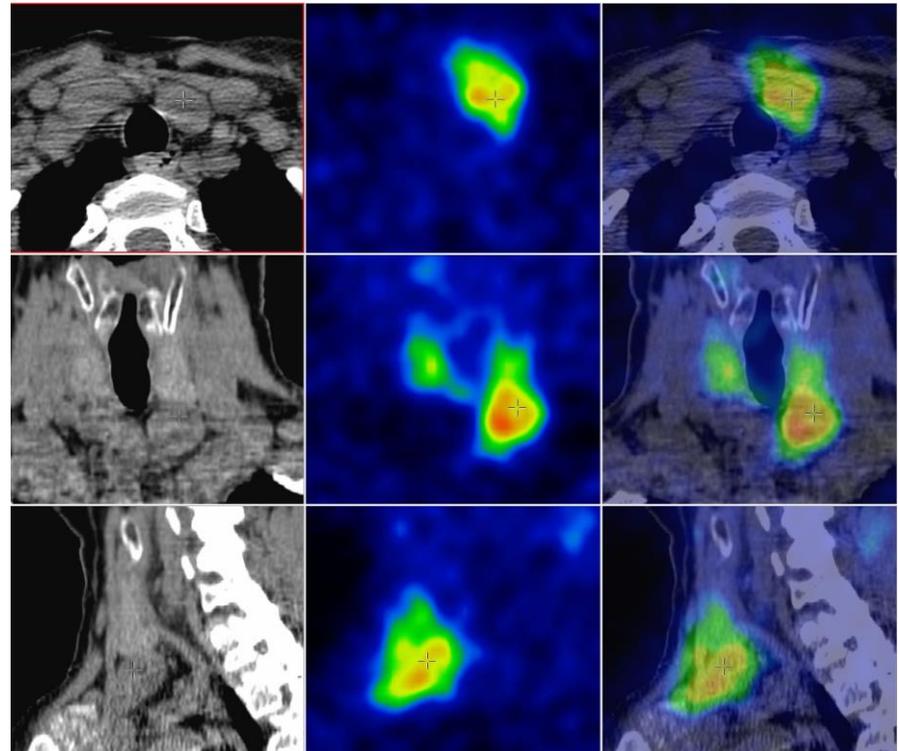
# Adenom der Nebenschilddrüse links, in unterer Position

Planare Bilder



CT  
SPECT-CT

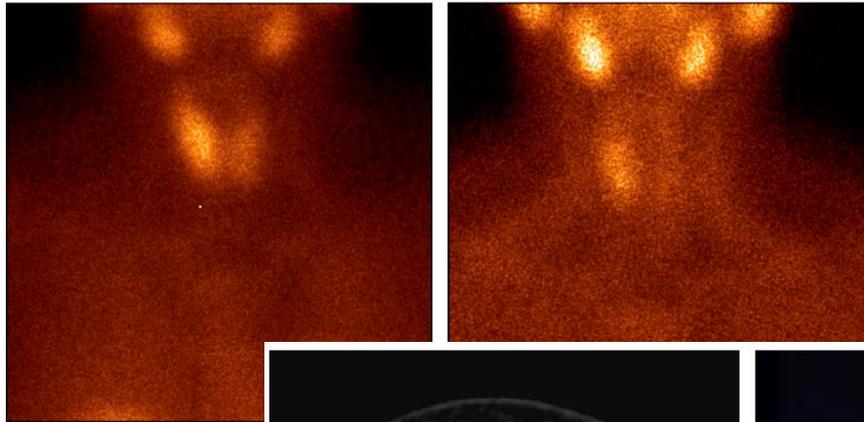
SPECT



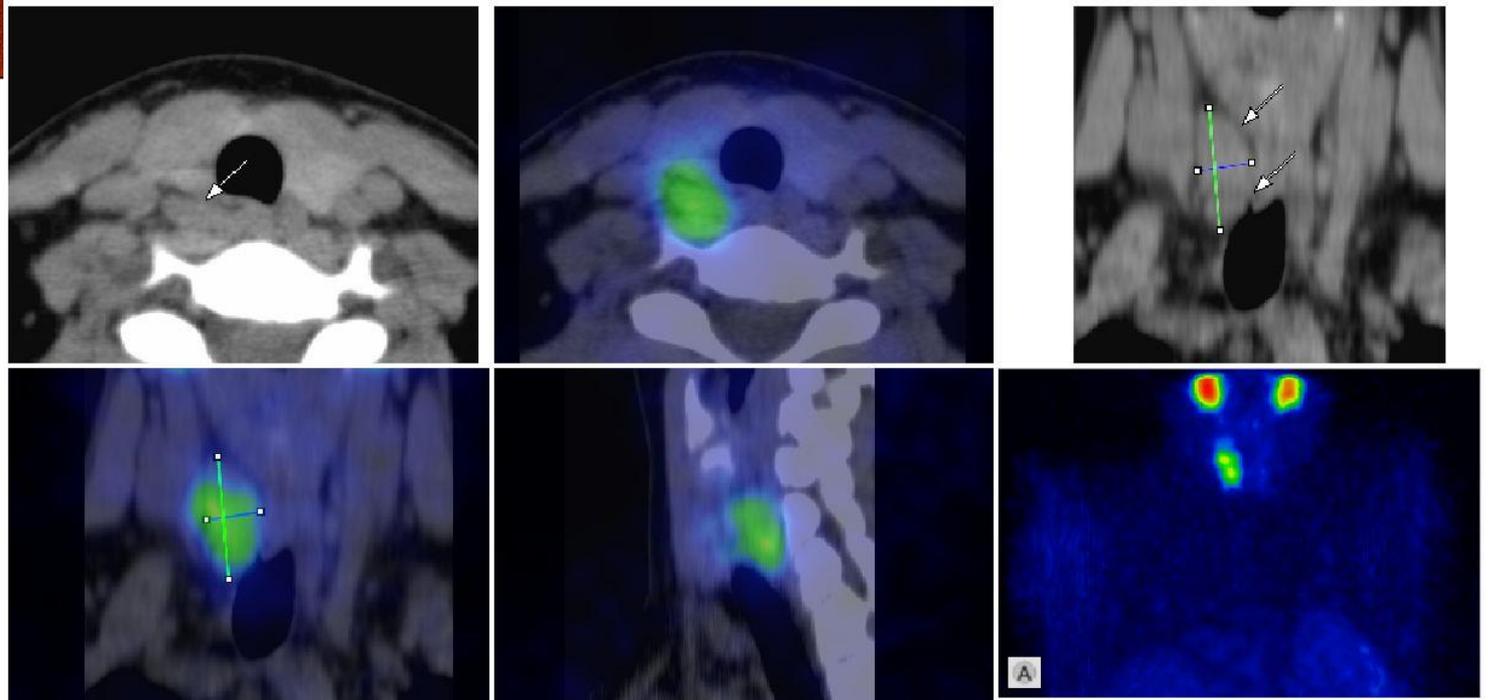
# Nebenschilddrüsen Adenom rechst,hinter der Schilddrüse

korai ant[1]

késii[2]



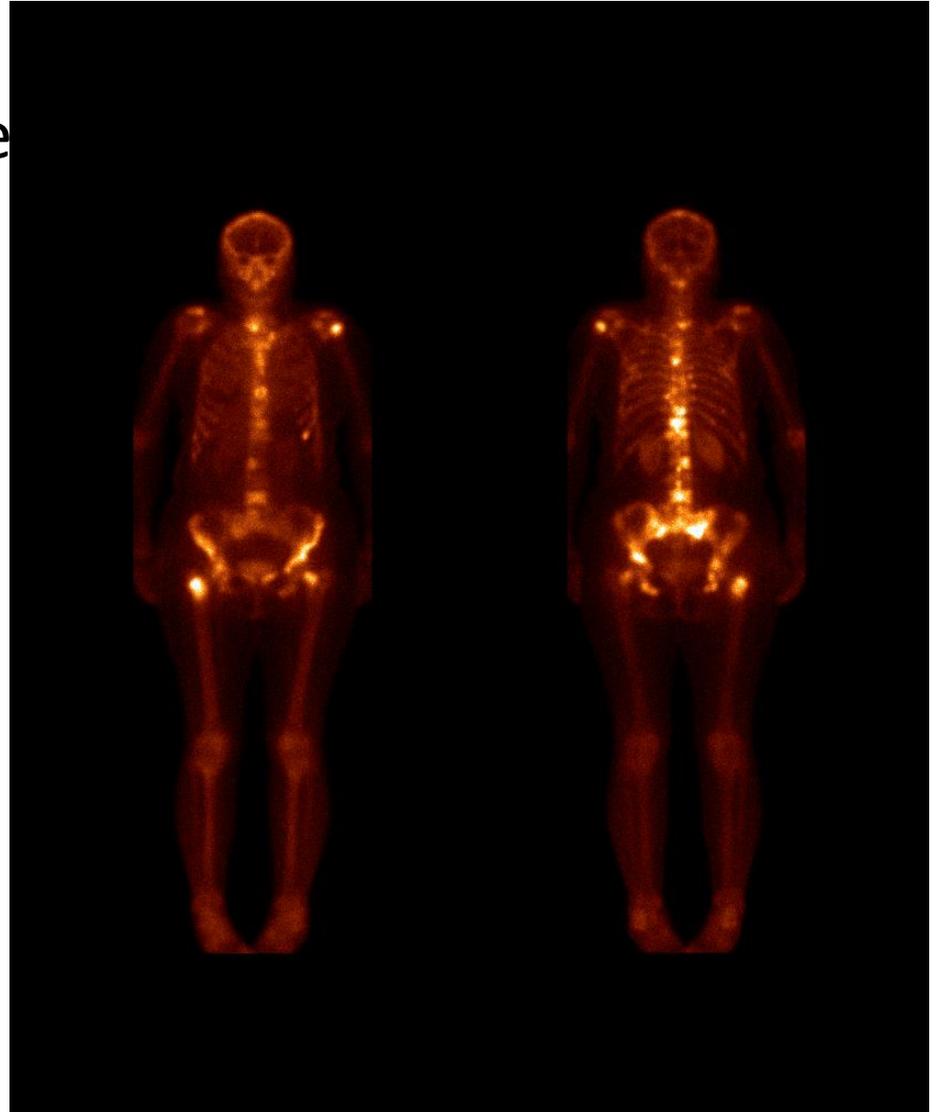
SPECT-CT





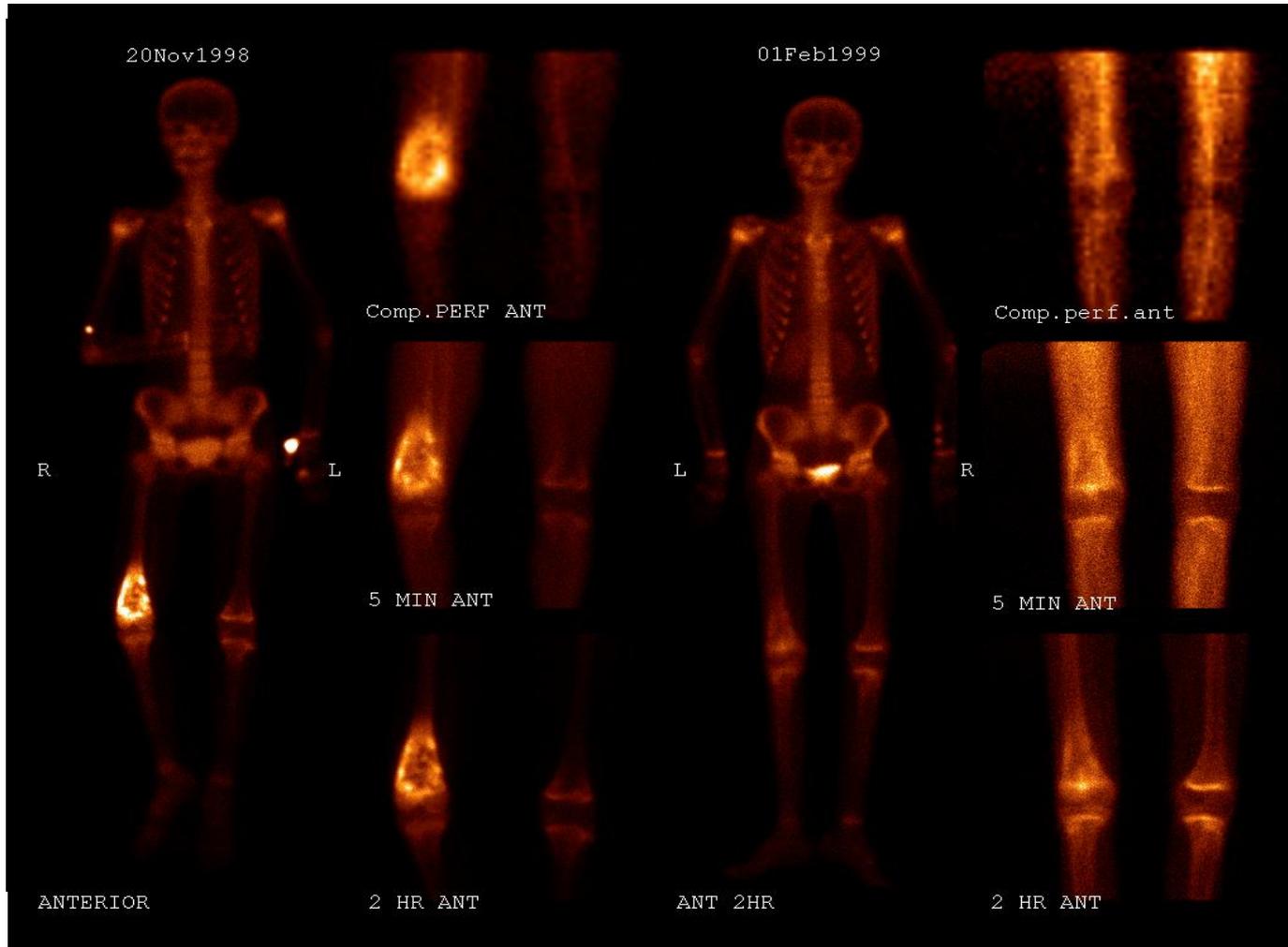
# Knochen-Szintigraphie (Skelett-Sz.)

- Tc-99m diphosphonate
- Knochenmetastasen



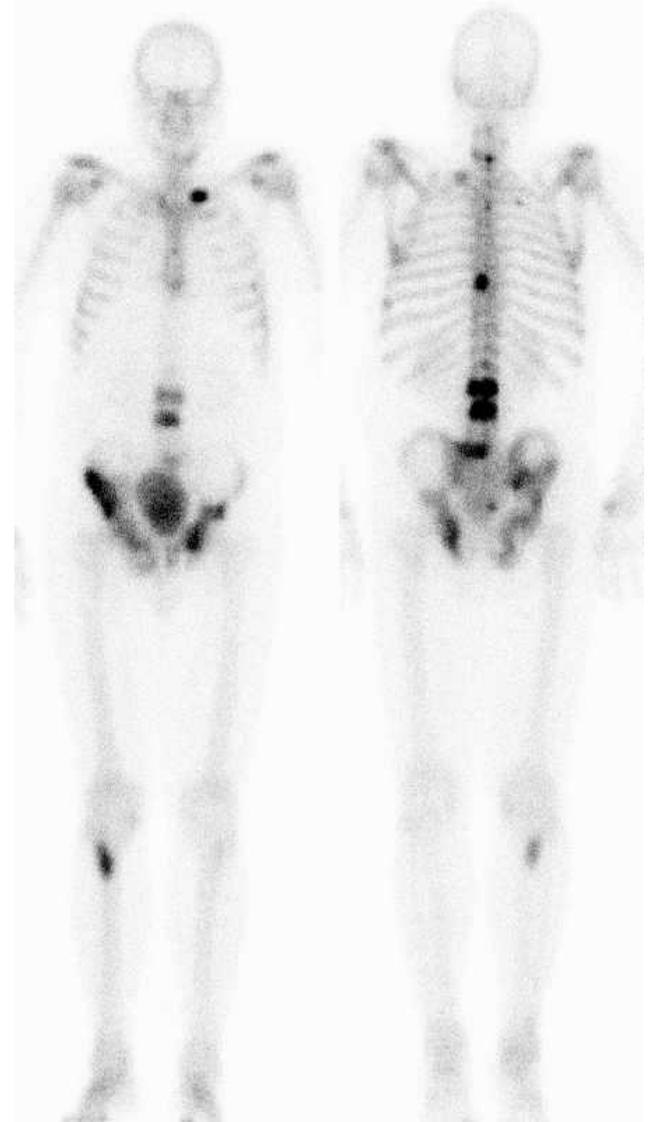
# Dreiphasen Knochen-Szintigraphie

## Primäre Knochen Tumoren



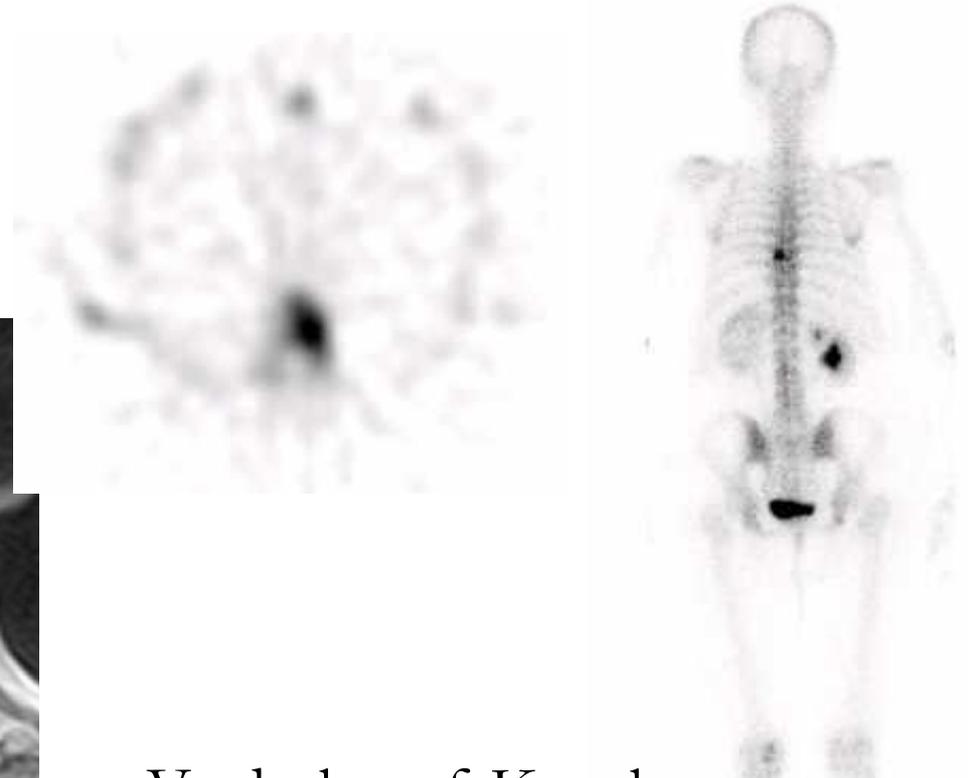
# Onkologie : Knochen-Szintigraphie

- Ossealen Metastasen
- Multipl. Aktivitätsanreicherung
- In der Wirbelsaule, im Becken,
- Schlüsselbein
  
- Alleine die Ganzkörperszinti-
- graphie gibt genaue Diagnose



# Knochen-Szintigraphie

- Knochenmetastase

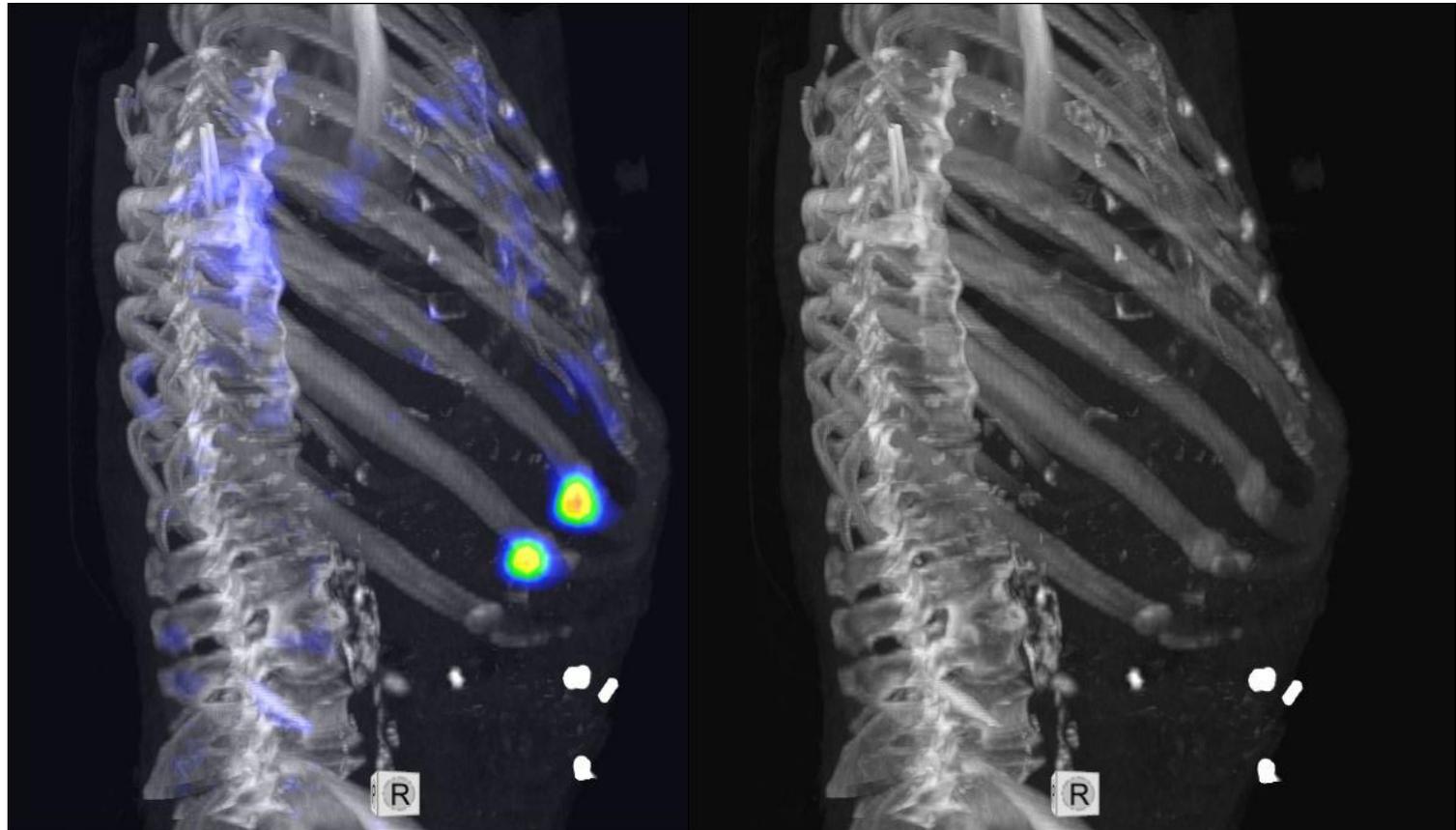


Verdacht auf Knochenmetastase mit Planare Ganzkörper Szintigraphie und SPECT Untersuchung.

# Rippenfractur mit Callusbildung

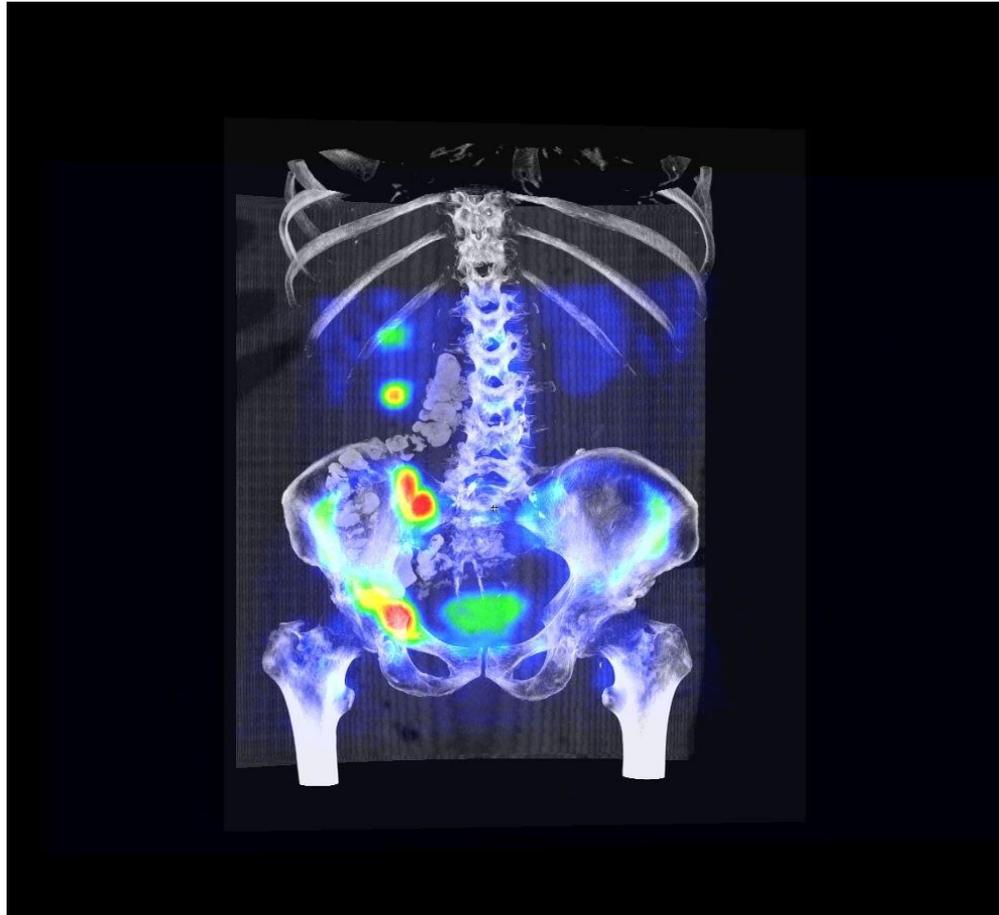


Aktivitätsanreicherung



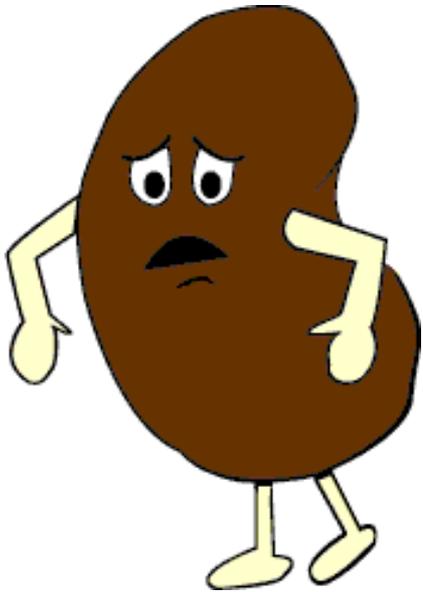
CT Untersuchung beweist  
Rippenfractur SPECT-CT

# CSONT SPECT-CT MIP



Dr. Bálint Botond

# Nierenuntersuchungen in Nuklear Medizin



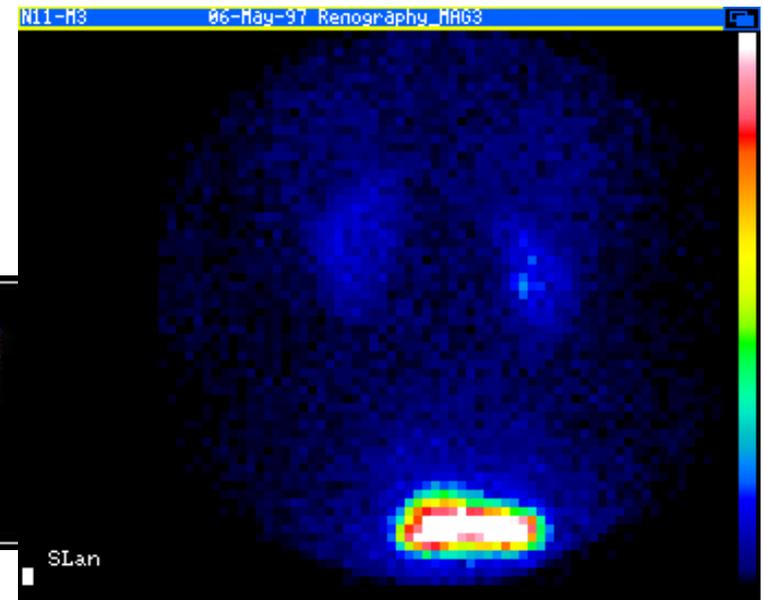
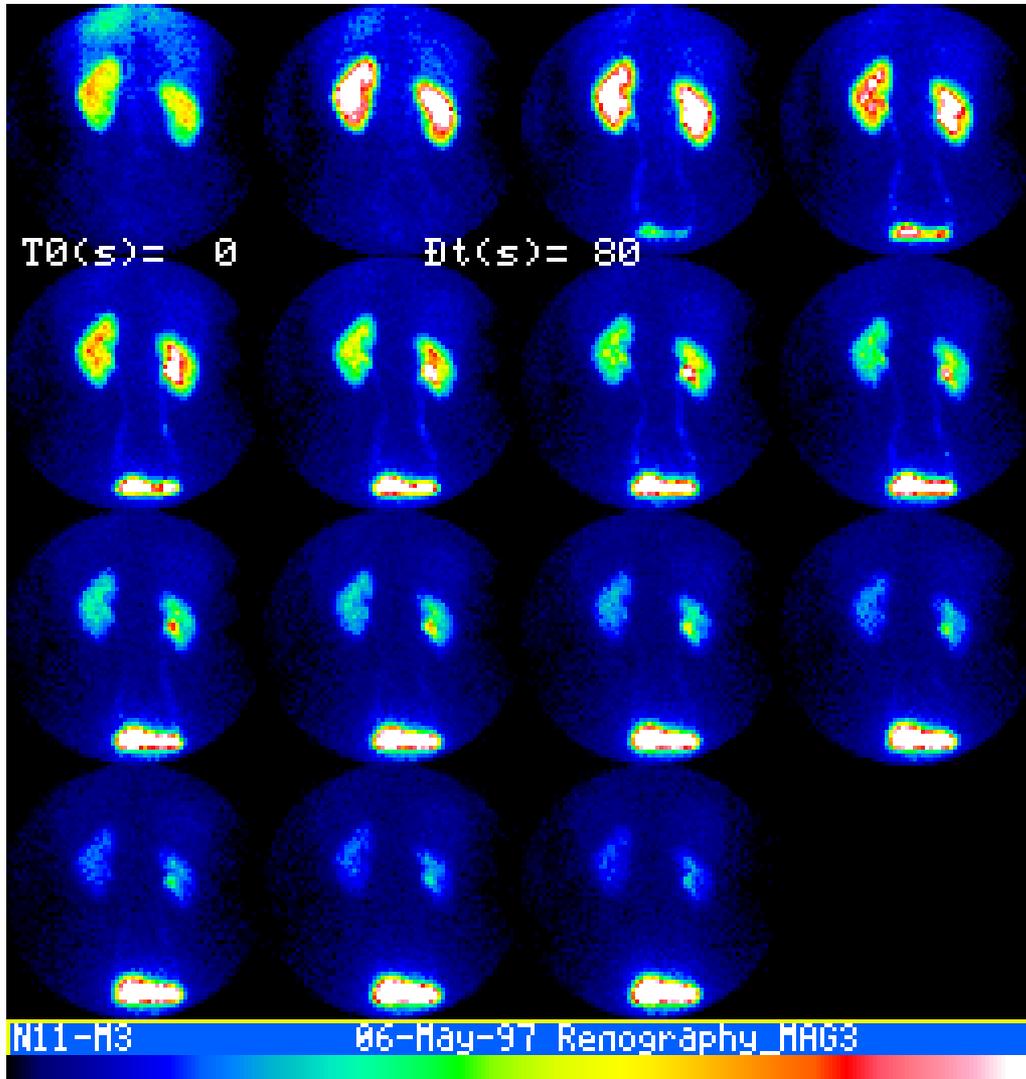
Wo befindet sich ,was funktioniert?  
Wie funktioniert ?

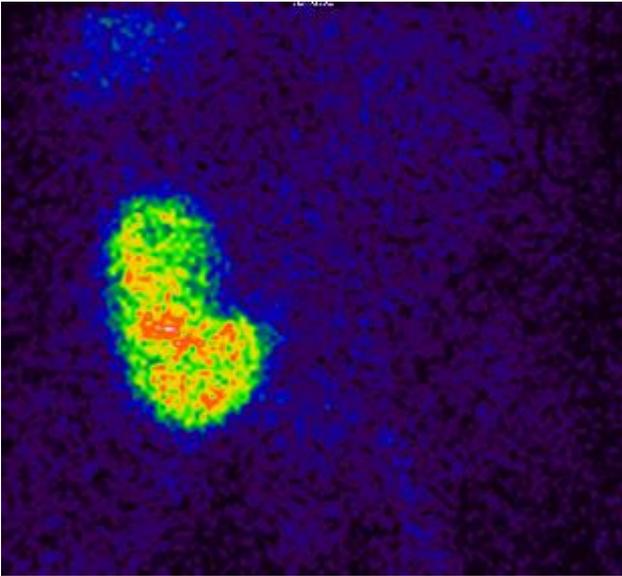
**STATISCHE UNTERSUCHUNG,**

**DINAMISCHE NIERENSZINTIGRAPHIE**

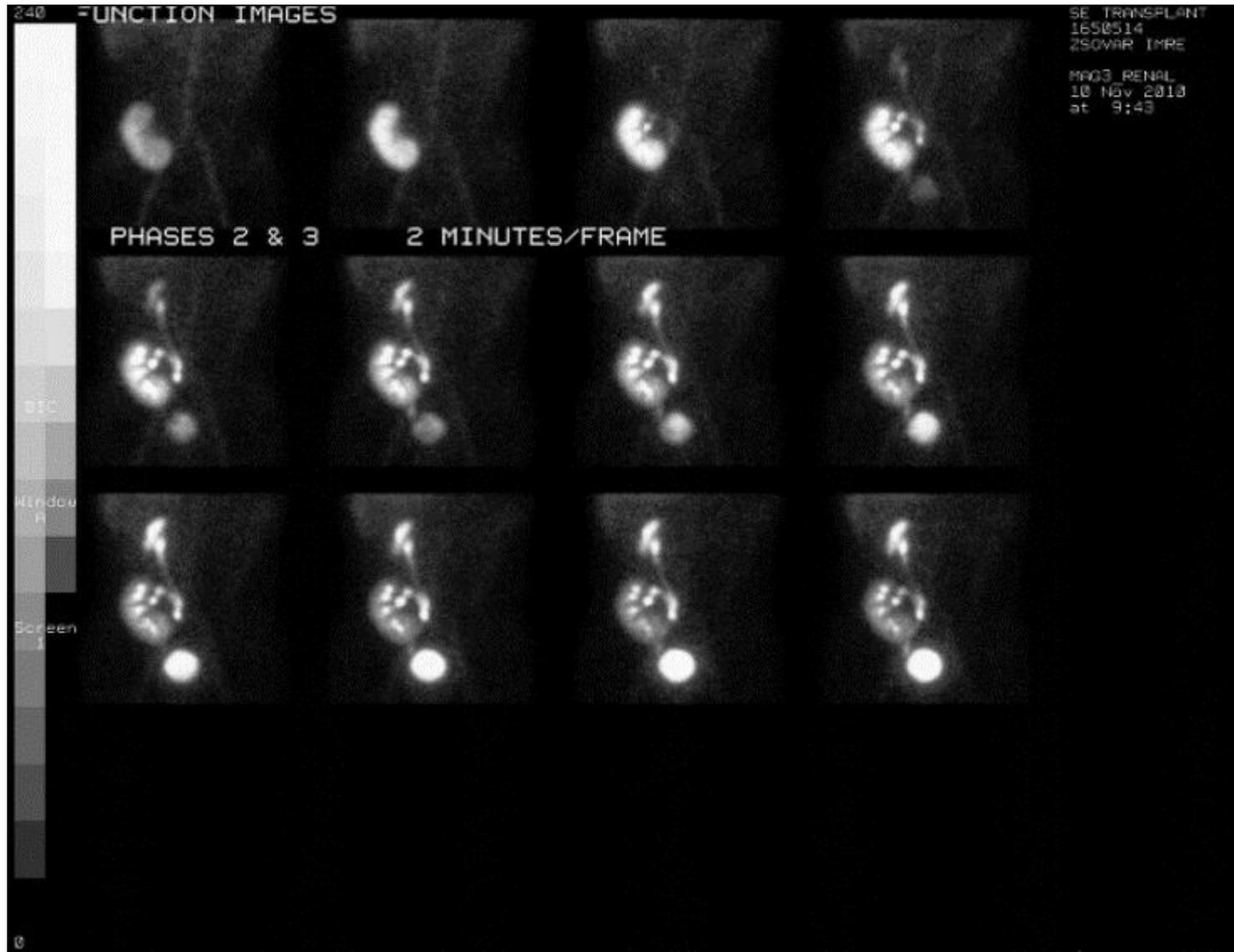
# Planare Untersuchungen

## 2. Sequenz-/Funktions-Szintigraphie





# Transplantierte Niere , Reflux und Retention in den rechten eigenen , nicht funktionierende Niere:

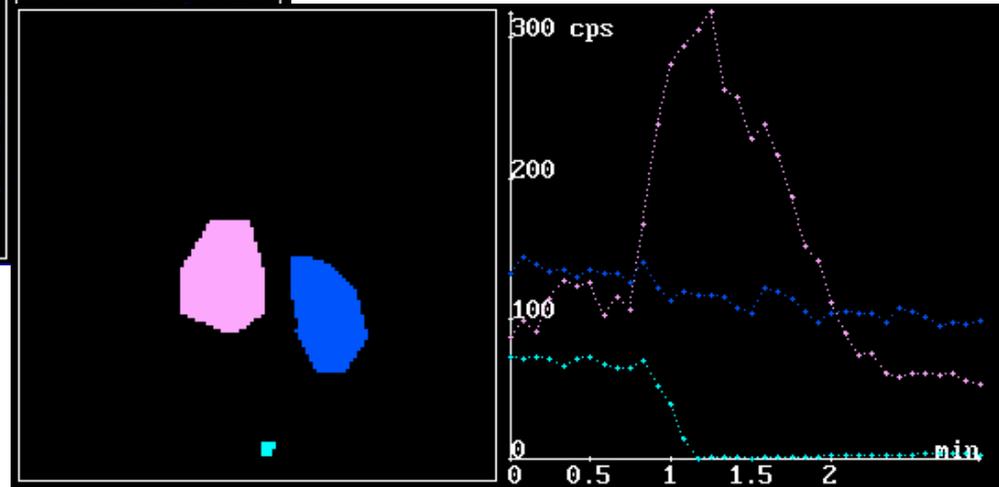
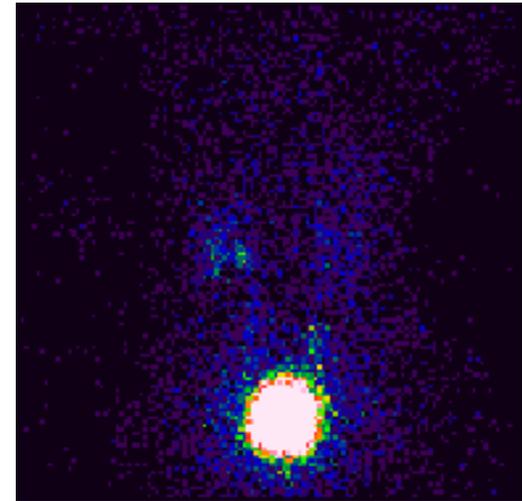
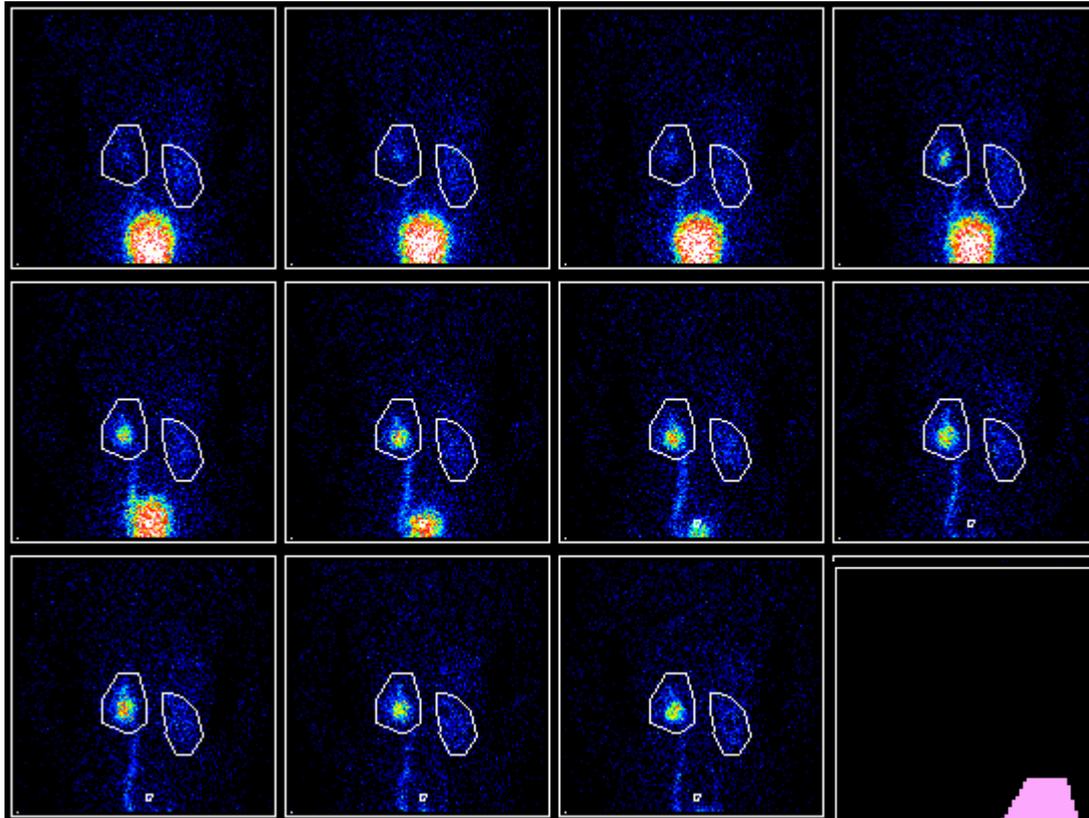


# VUR – Indirekte Radionuklid Zystographie

- Nichtinvasiv
- Physiologisch
- Niedrige Strahlenbelastung



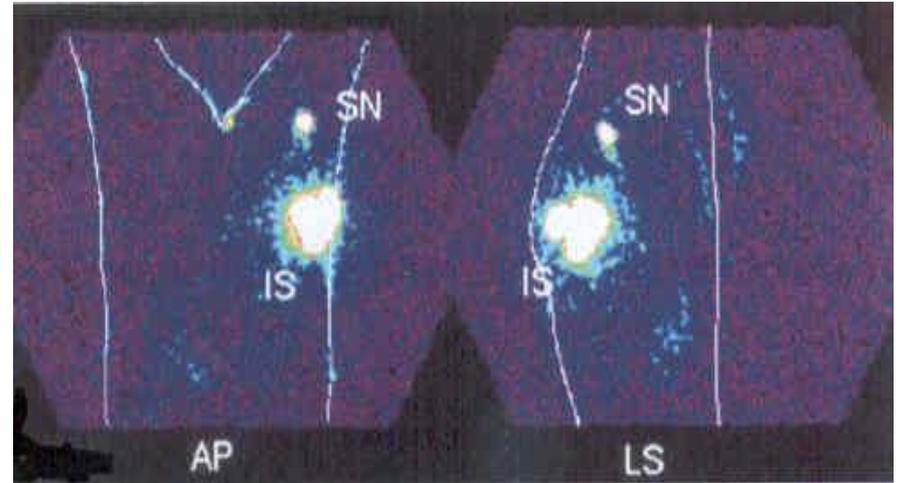
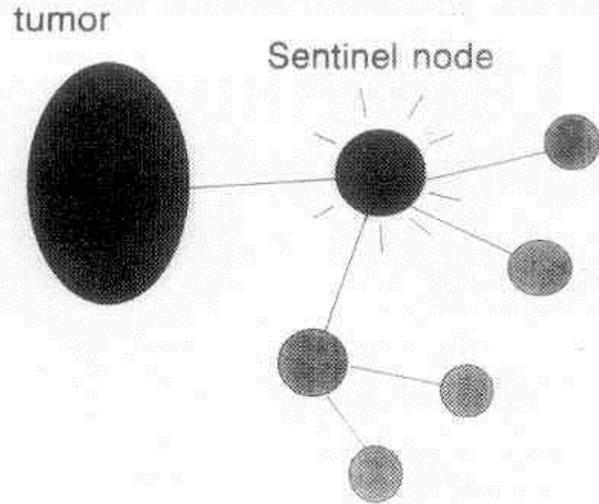
# VUR – Indirekte Radionuklid Zystographie



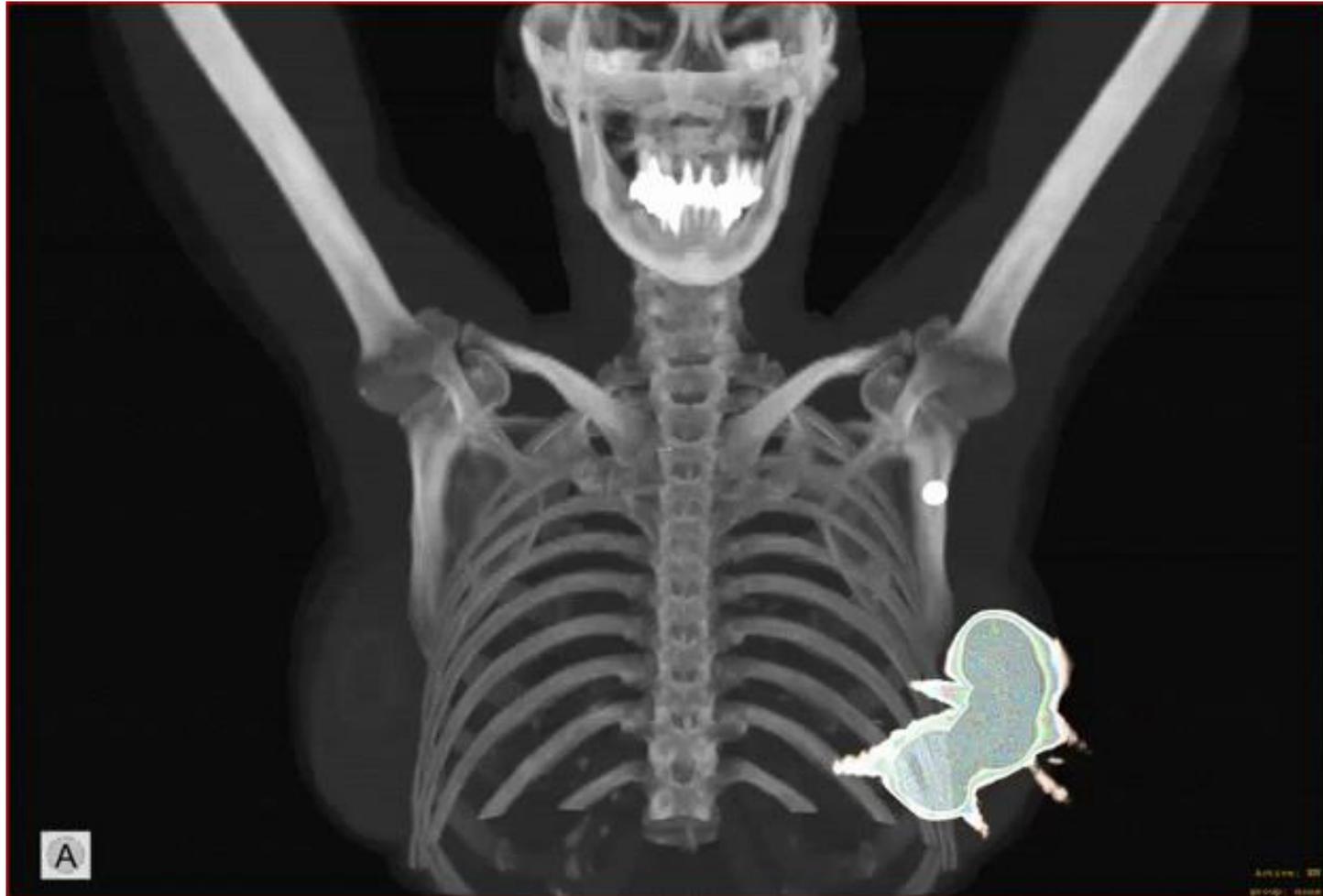
# **Sentinel (Wächter)-Lymphknoten (SL) Szintigraphie**

- **Das Prinzip: Der Weg der Partikel – der Weg der Tumorzellen**
- **Peritumoralen Injektionen – Darstellung des ersten (zum Tumor gehörenden) Lymphknotens (SL)**
- **Grössere kolloidale Partikel (100-600 nm), die lange im SL bleiben**
- **Bedeutung für Operationsplanung in Patienten mit einem frühen Tumorstadien (Indikation: klinisch negative axilla)**
- **SL präoperative Darstellung, Entfernung mit Hilfe der Gammasonde, Histologie des SL's,**
- **Vermeidung der unnötigen radikalen Lymphadenektomien**
- **Melanoma Malignum, Mammakarzinom, Genitalen (Vulva und Penis) Tumoren**

# Sentinel lymph node



# Mamma Sentinel Lymphknoten Untersuchung



Dr. Jóba Róbert

# Peptide Receptor Szintigraphie

Die Neuroendokrine Tumoren produzieren viele Peptide Rezeptoren, zb. Somatostatin Rezeptoren..

Diese Rezeptoren sind targetspezifisch und binden die  
Molekulare Basis der Rezeptor Szintigraphie  
und  
Radionuklid Therapie

# Theranosticum

Therapie und Diagnostik mit den selben Radiopharmaka

## **Diagnose und Therapie mit denselben Substanzen**

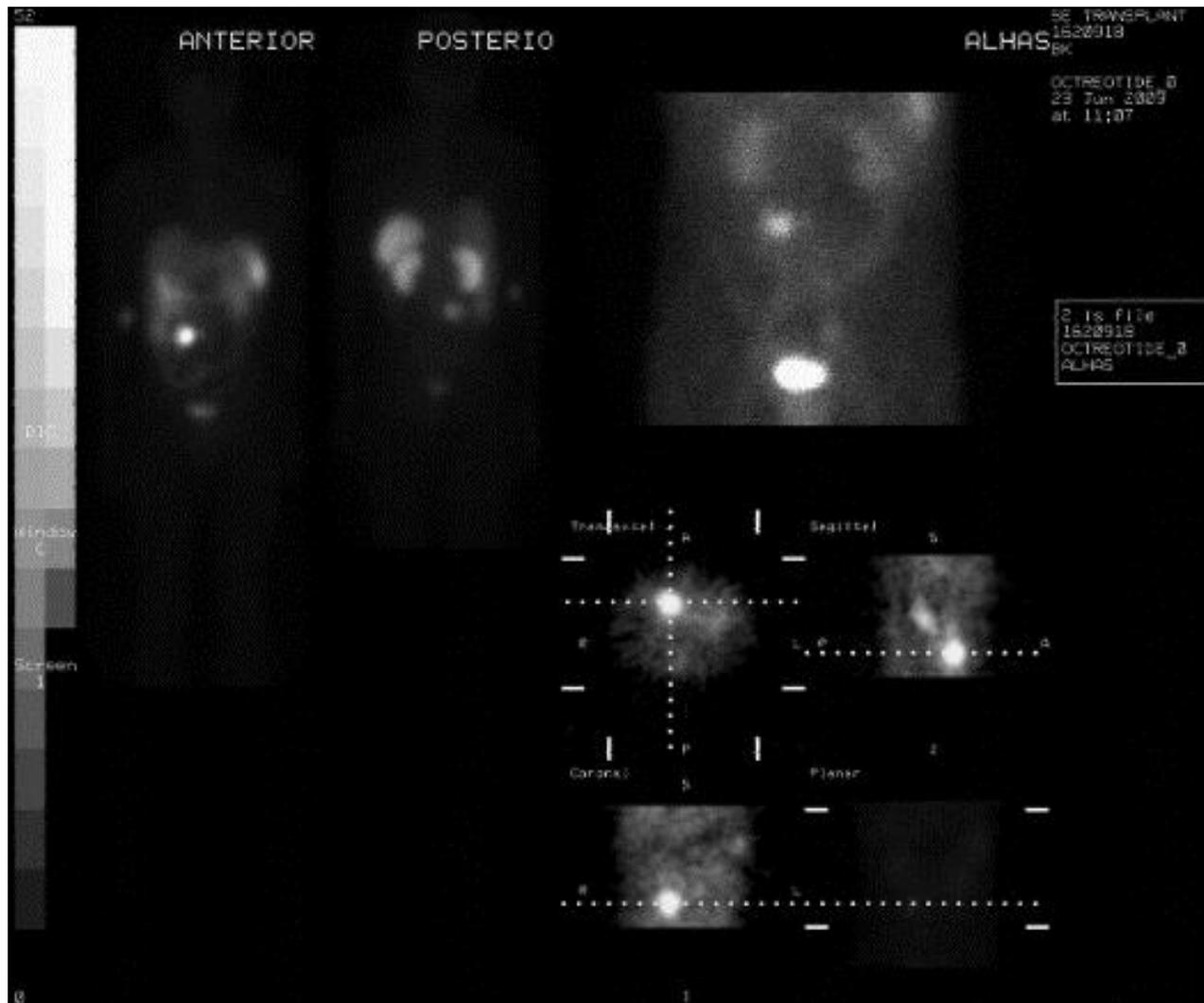
Gezielte Lieferung mit der gleichen oder ähnliche, markierte, targetspezifischen Molekülen,

Nur die kranke Zellen sind zu sichtbar auf den Szintigraphischen Bild und nur die kranke Zellen sind zerstört

während der Behandlung

**DIE GESUNDE ZELLEN WERDEN NICHT ZERSTÖRT**

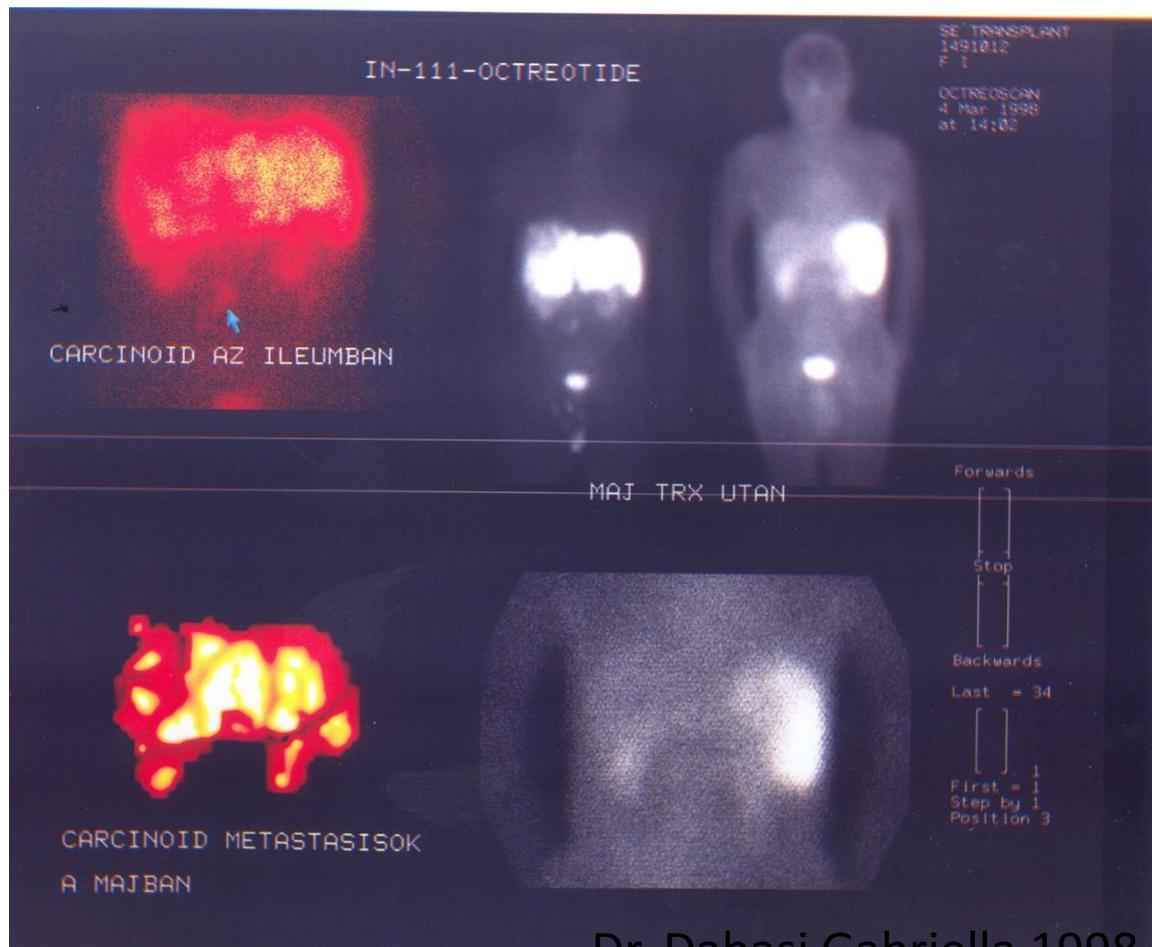
# PRIMER KARZINOID IN DEM DÜNNDARM SOMATOSTATIN RECEPTOR UNTERSUCHUNG



# LEBERMETASTASEN VON KARZINOID EXCESSZIVE SOMATOSTATIN RECEPTOR PRODUZIERUNG

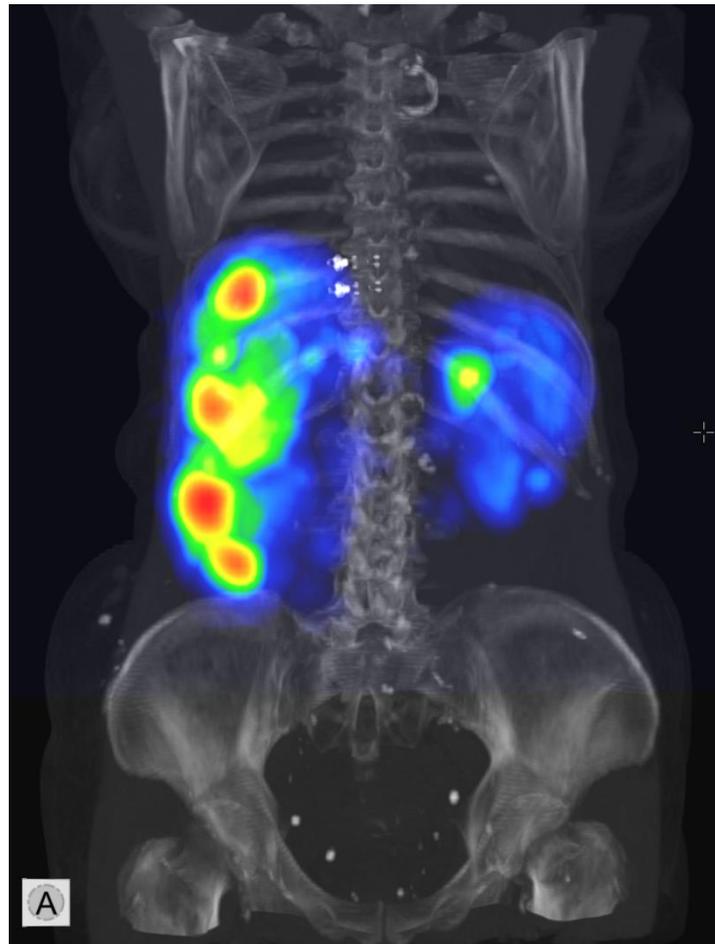


# KARZINOID METASTASEN IN DER LEBER VOR DER LEBERTRANSPLANTAZION, UND NACH DEM OP NORMALER BEFUND



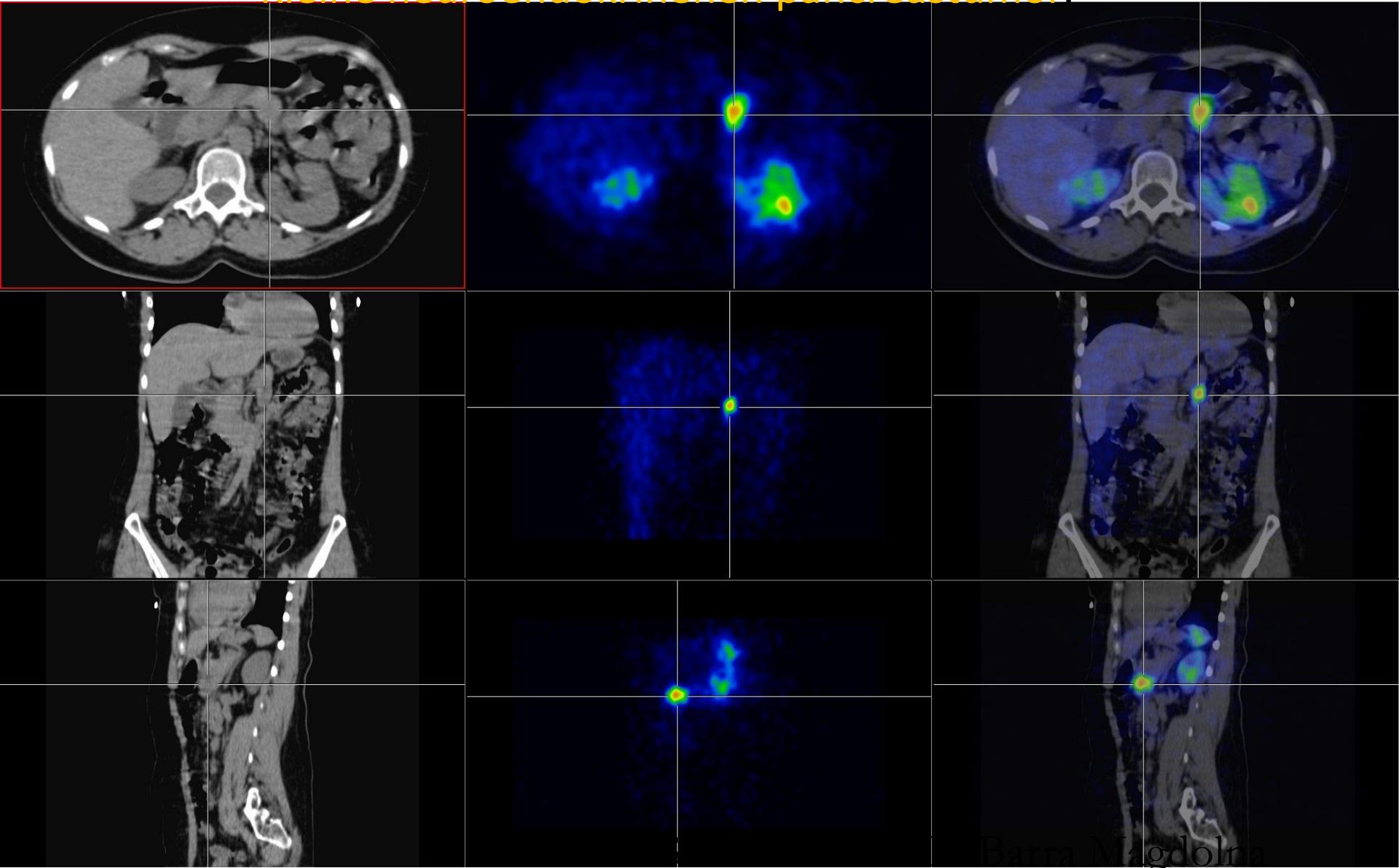
Dr. Dabasi Gabriella 1998

Lebermetastasen akkumulieren Somatostatin analoge  
Verbindungen –  
Nur die kranke Zellen sind zu sichtbar auf den Szintigraphischen  
Bild !



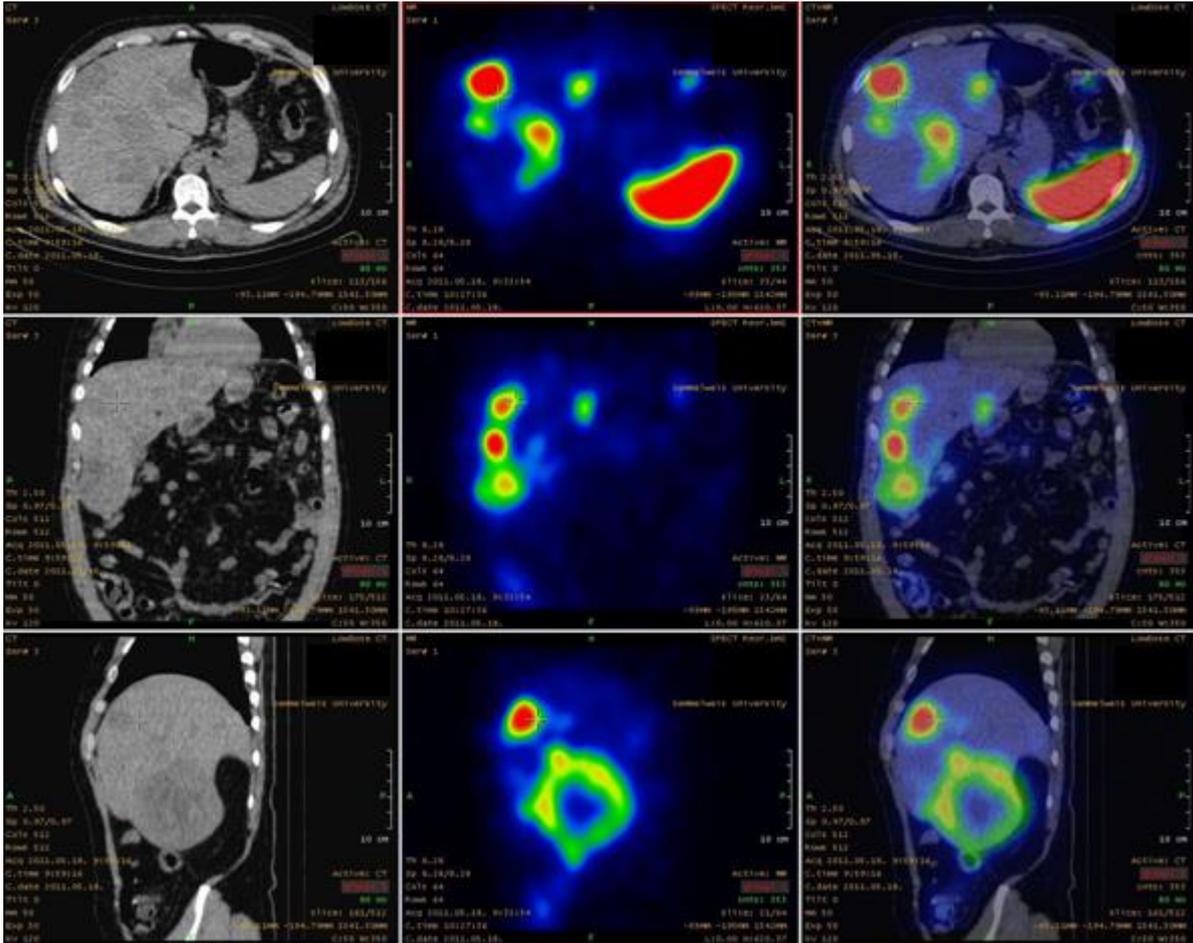
2011 SPECT/CT

# Kleine neuroendokrinenen pancreastumor.

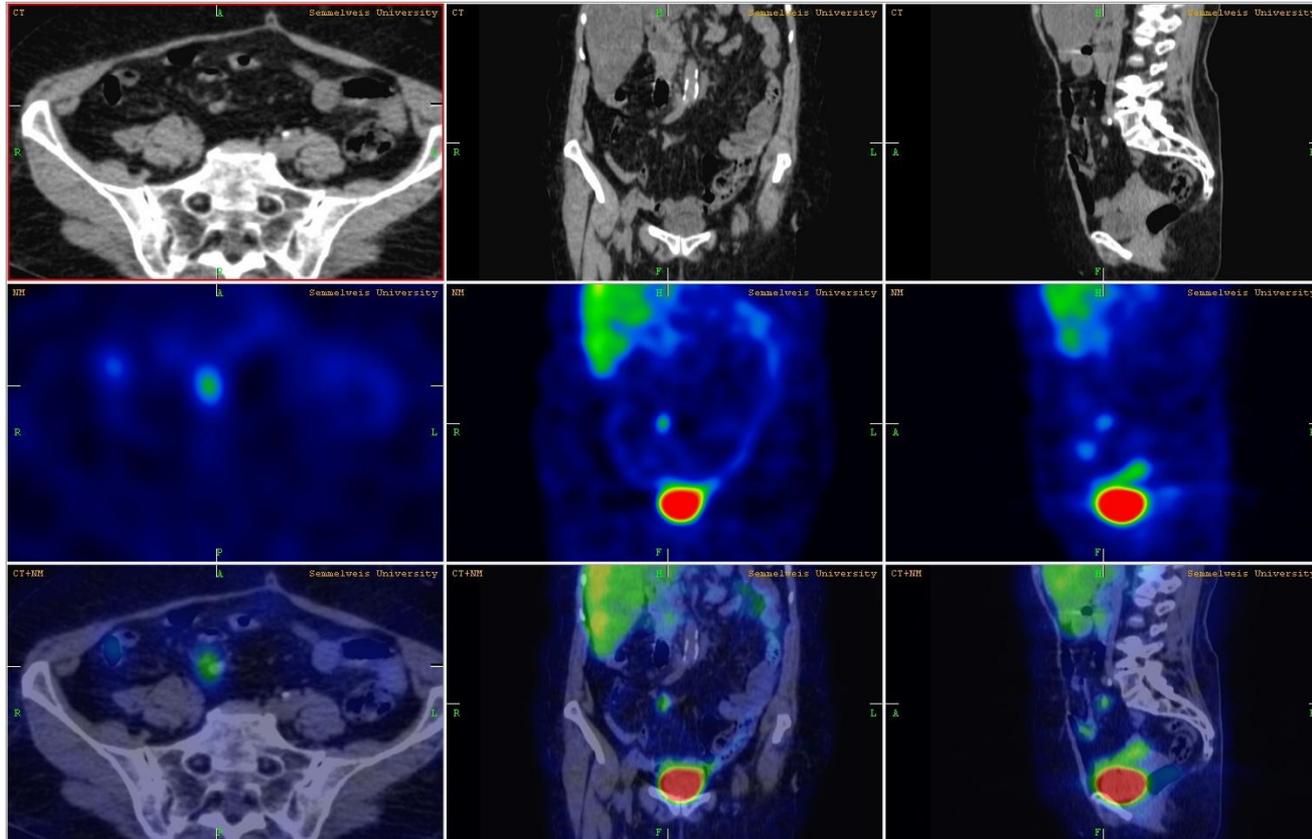


Barra Magdolna

# Neuroendokrin Tumoren in Leber nach Peptide Receptor Radionuklide Therapie ( Necrosis ist zu beobachten)



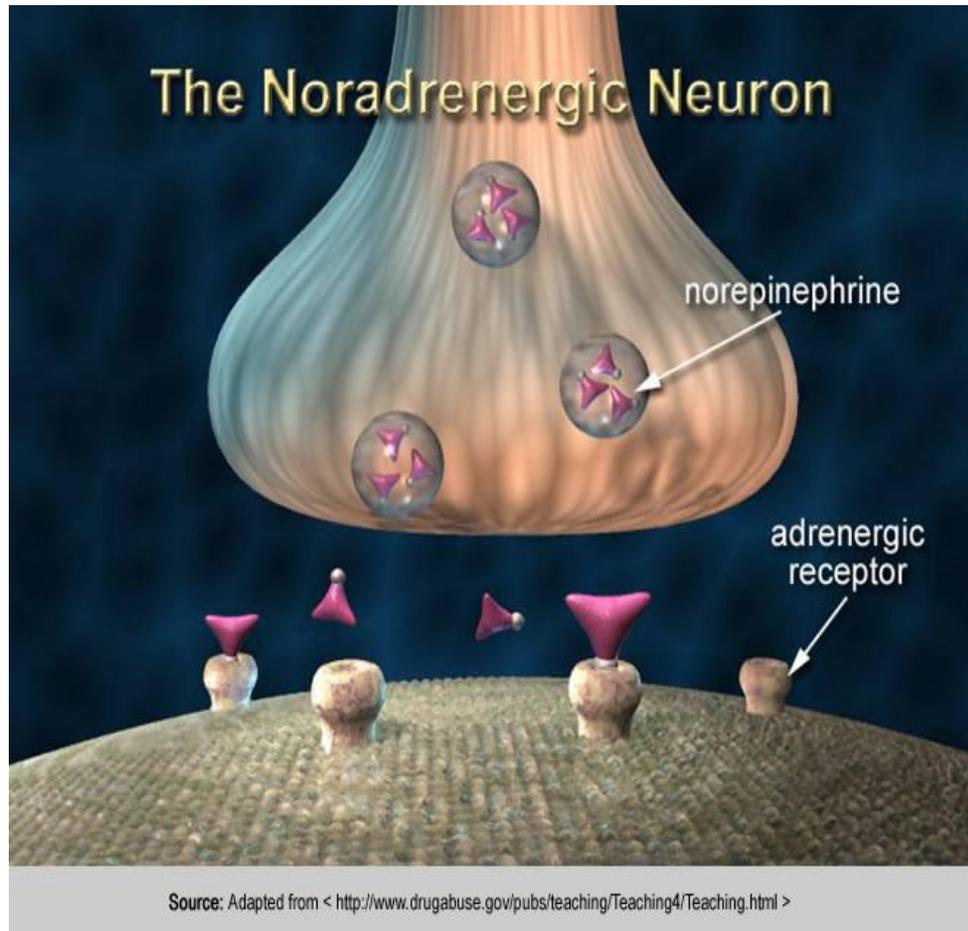
# SPECT/CT mit Somatostatin Analog



- Pathologische Anreicherung im Mesenterium rechts, Lymphknoten Metastasen.

Dr. Bús Katalin

# MIBG REICHERT SICH I DEN PRESYNAPTISCHEN VESICULEN



# PHEOCHROMOCYTOMA (PARAGANGLIOMA )

**SPECT-CT : MIBG**

**MIBG I- 123 Diagnose**

**I- 131 Diagnose Therapie**

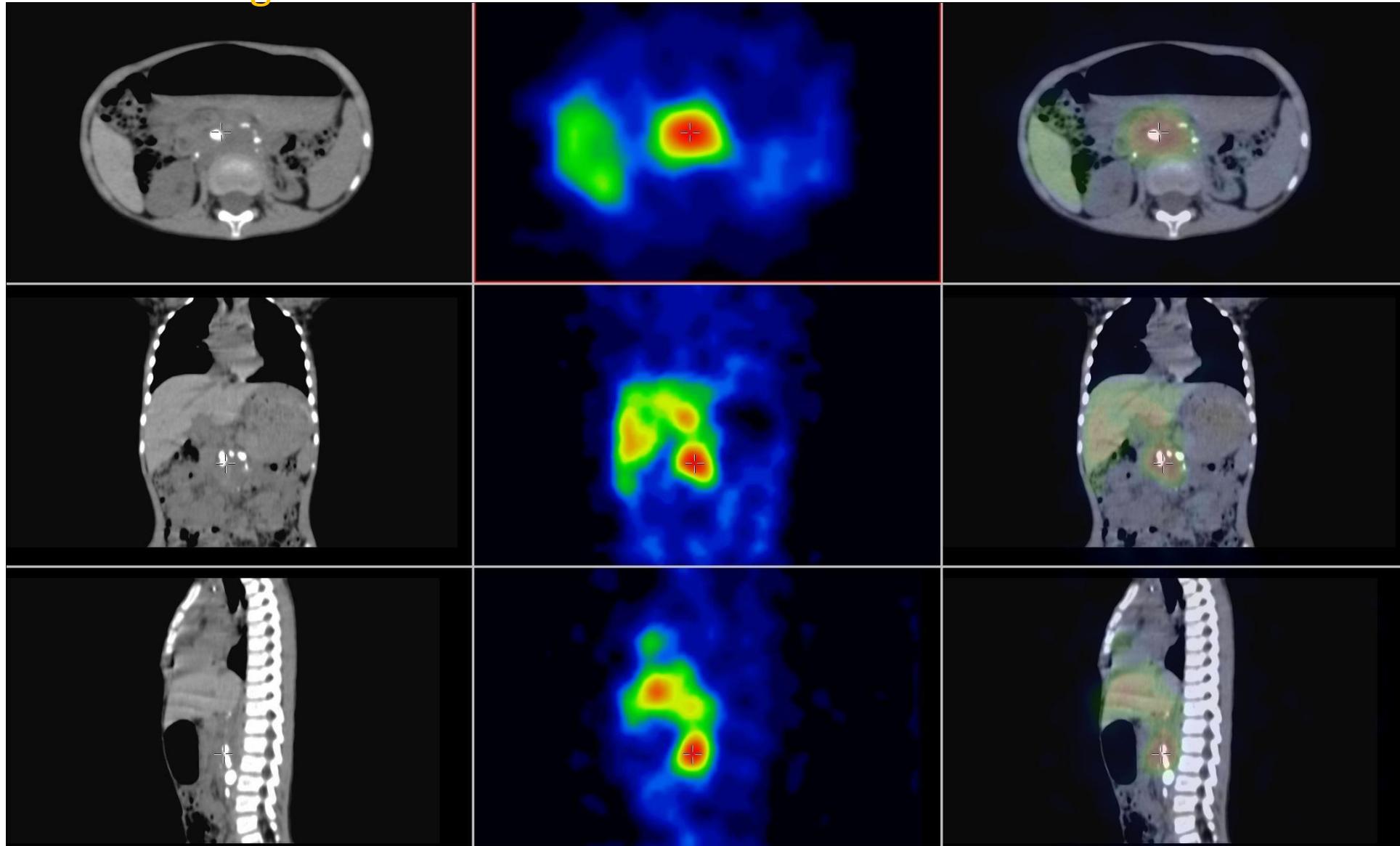
**THERANOSTICUM:**

**Target - Spezifität!**

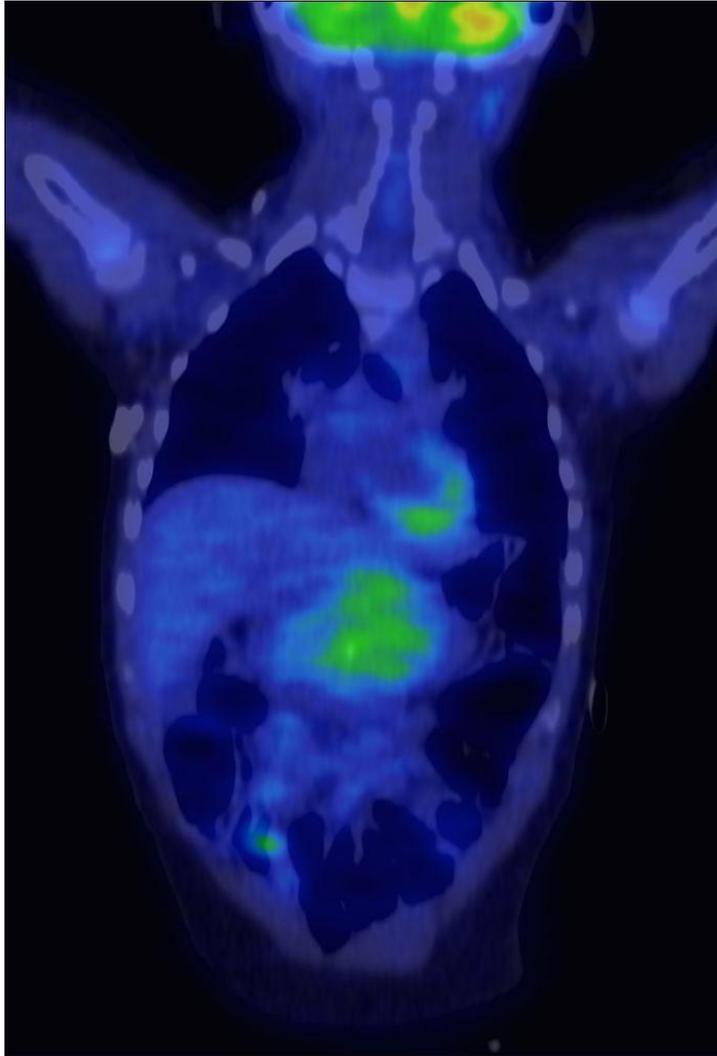
**Diagnose und Therapie mit denselben Substanzen**

# Reziduale MIBG Aufnahme in den nekrotischen Tumor (Neuroblastoma)

Bedeutet- es gibt noch viable Tumorzellen in der rezidualen Tumormasse



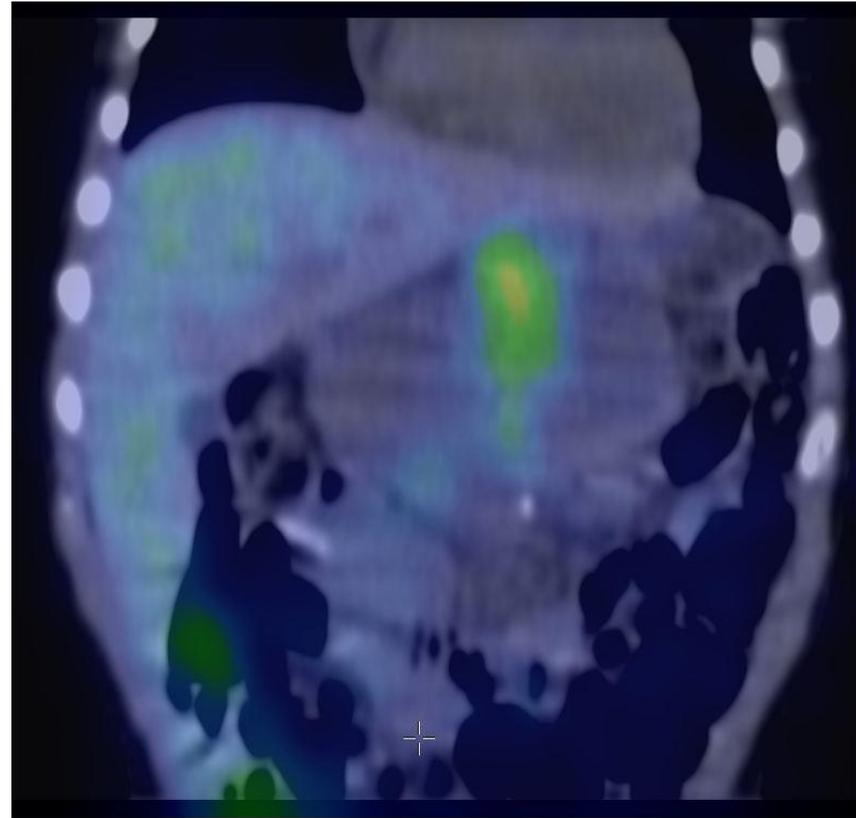
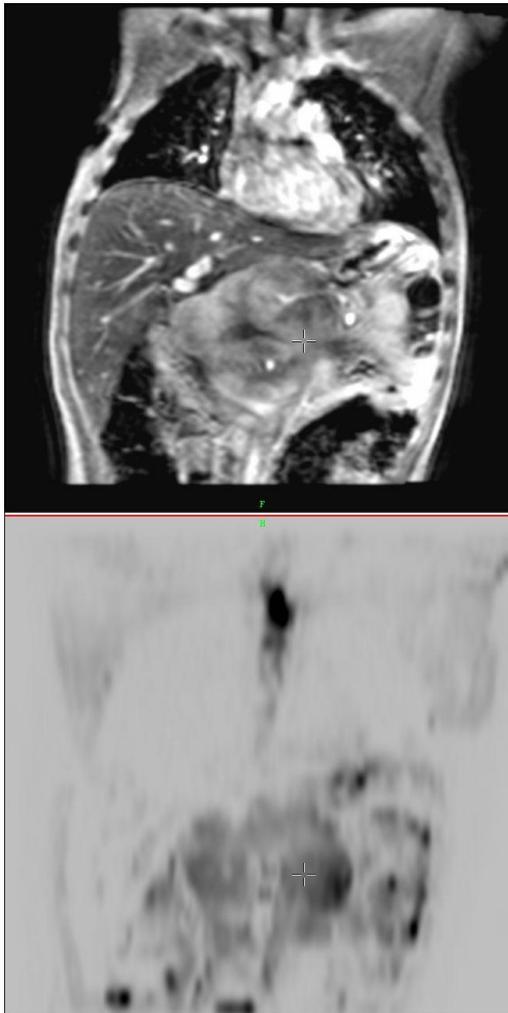
# Viabile Tumorzellen in den rezidualen Tumorgewebe FDG-PET/CT und MRI Untersuchungen



Dr Barra Magdolna

diffusion-weighted imaging,  
DWI

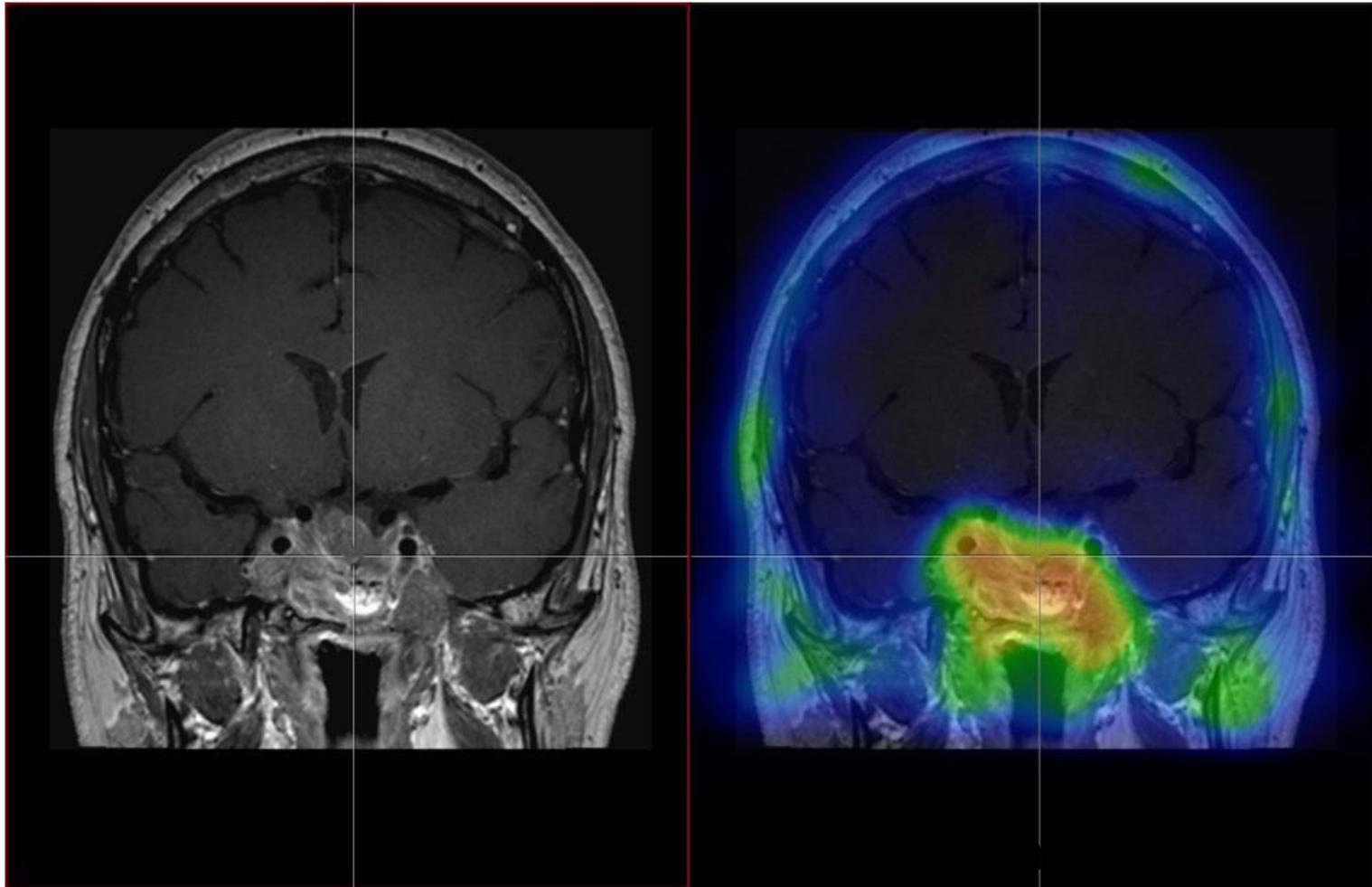
# MRI und ( $^{99m}\text{Tc}$ -EDDA/HYNIC-TOC-) SPECT/CT mit Somatostatin Analogen Verbindungen



diffusion-weighted imaging, DWI

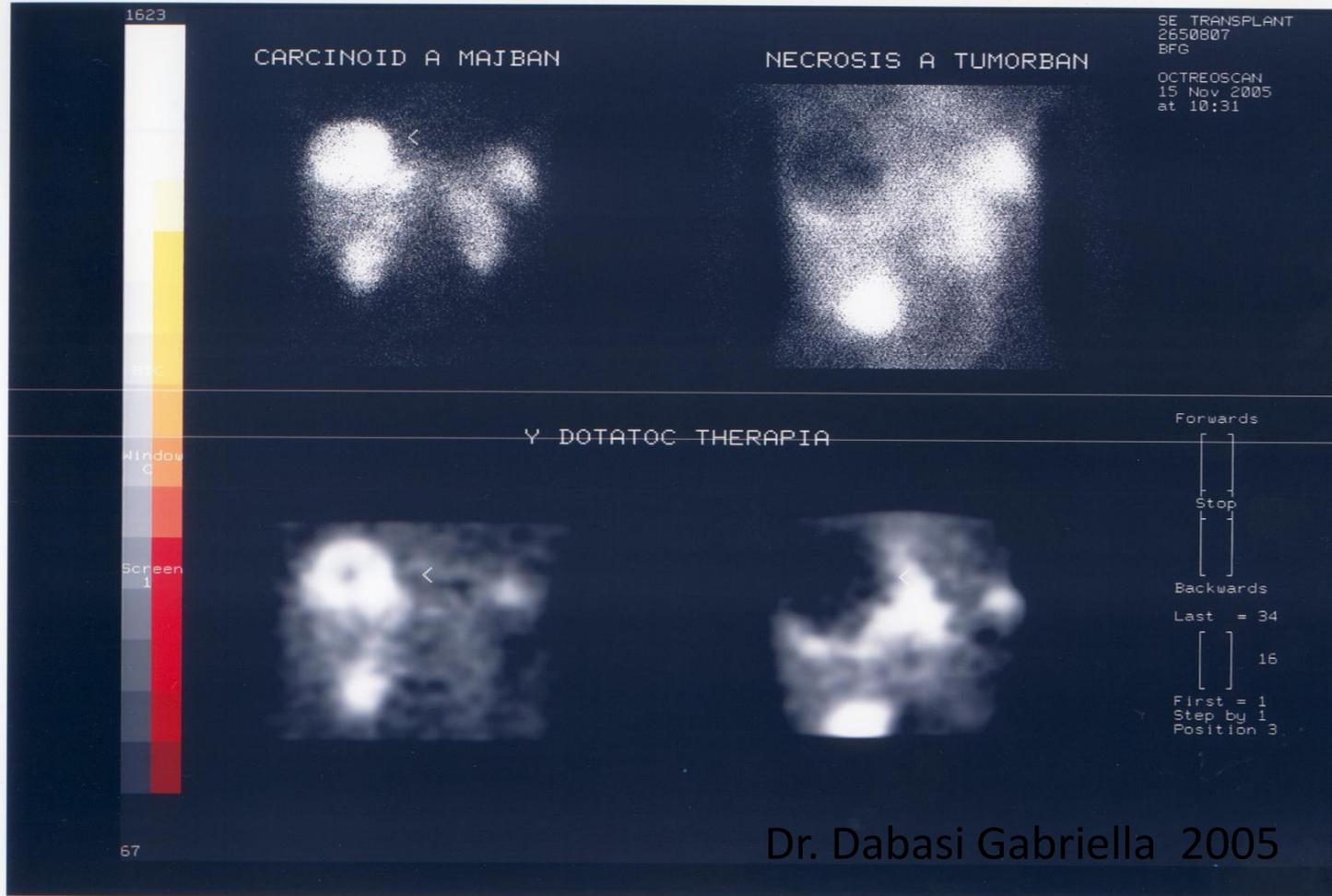
Dr Barra Magdolna

Somatostatin Analog Aufnahme im rezidualen Hypophysistumor-  
viabile Tumorzellen  
MR Fusion mit SPECT- CT



# Y-90-DOTATOC SOMATOSTATIN REZEPTOR RADIONUKLIDE THERAPIE

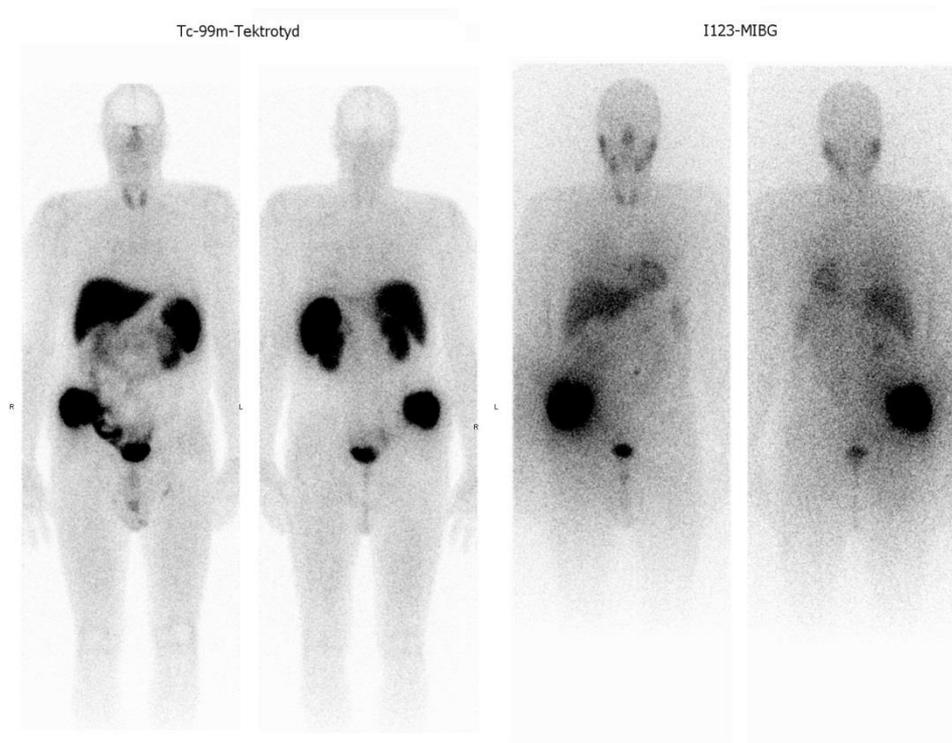
## VOR UND NACH



Dr. Dabasi Gabriella 2005

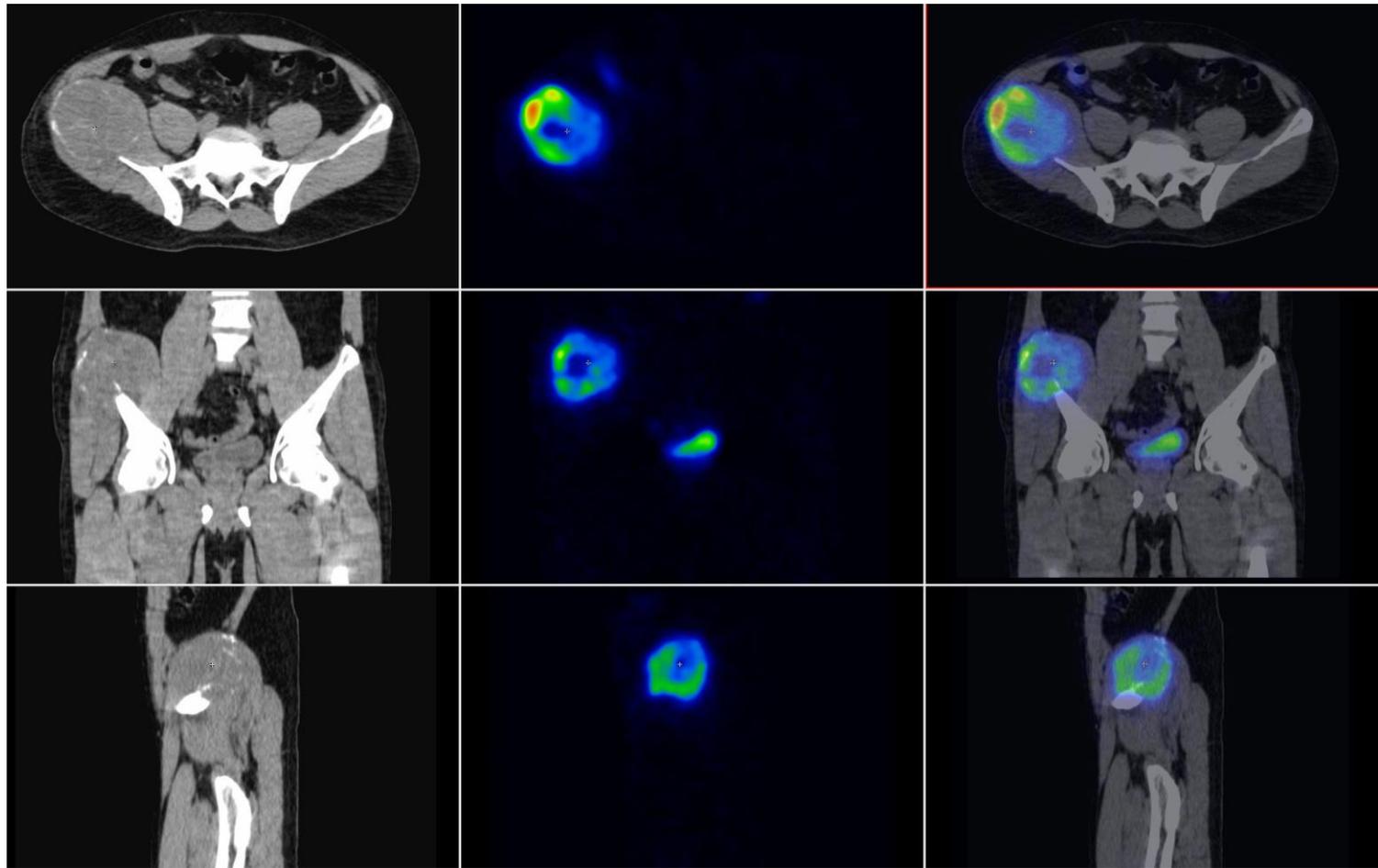
# MIBG und Somatostatin Analogen Aufnahme vor der Operation und Peptide Radionuklide RadioTherapie

## I-131 MIBG- Endoradiotherapie



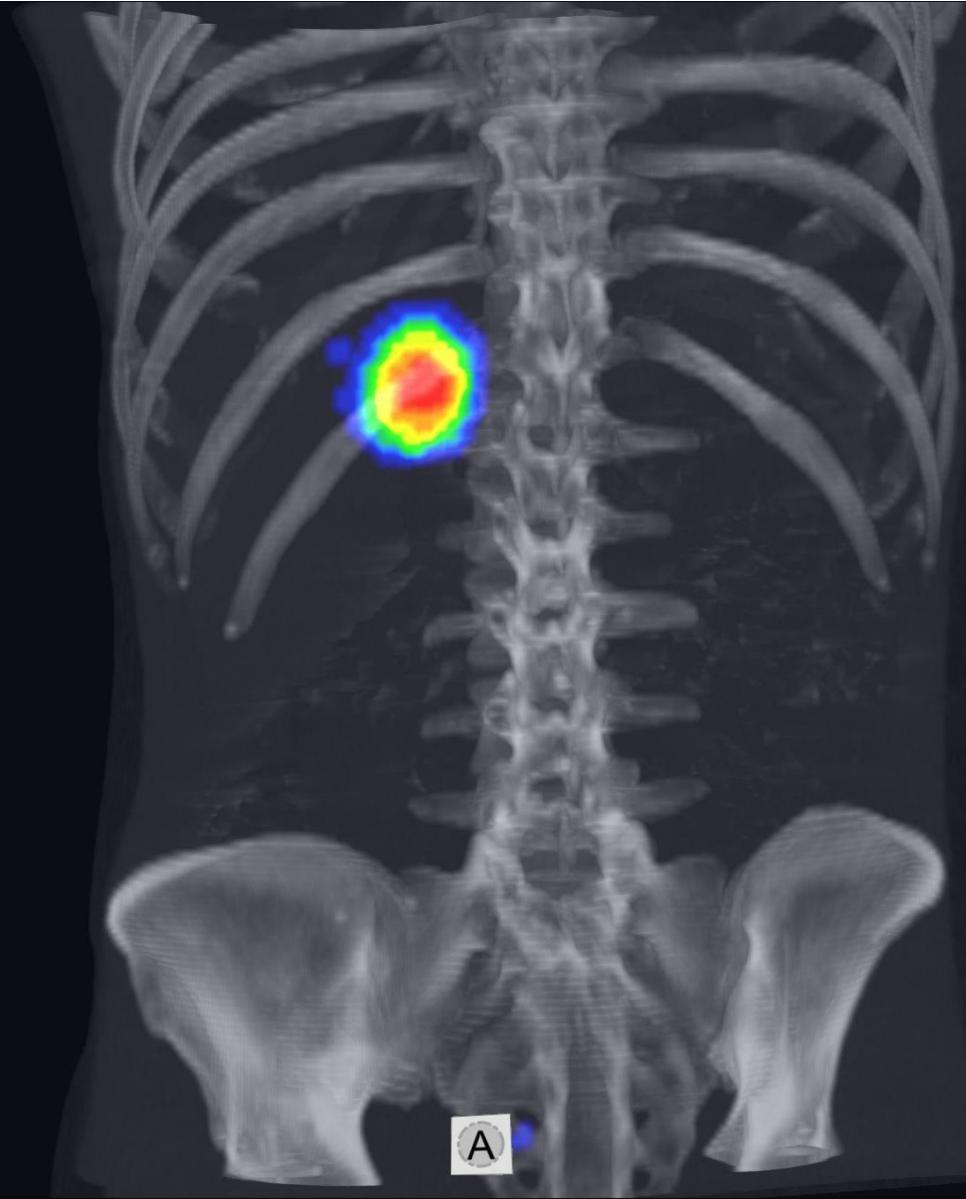
Dr. Bús Katalin

# Paraganglioma rechten Seite des Beckens, mit Somatostatin analoge Verbindung, THERANOSTICUM



MMCT  
Sers 4

LowDose CT  
Varga-Balazs  
ID 032818277  
Sex 0  
1976.02.01.  
Semmelweis University

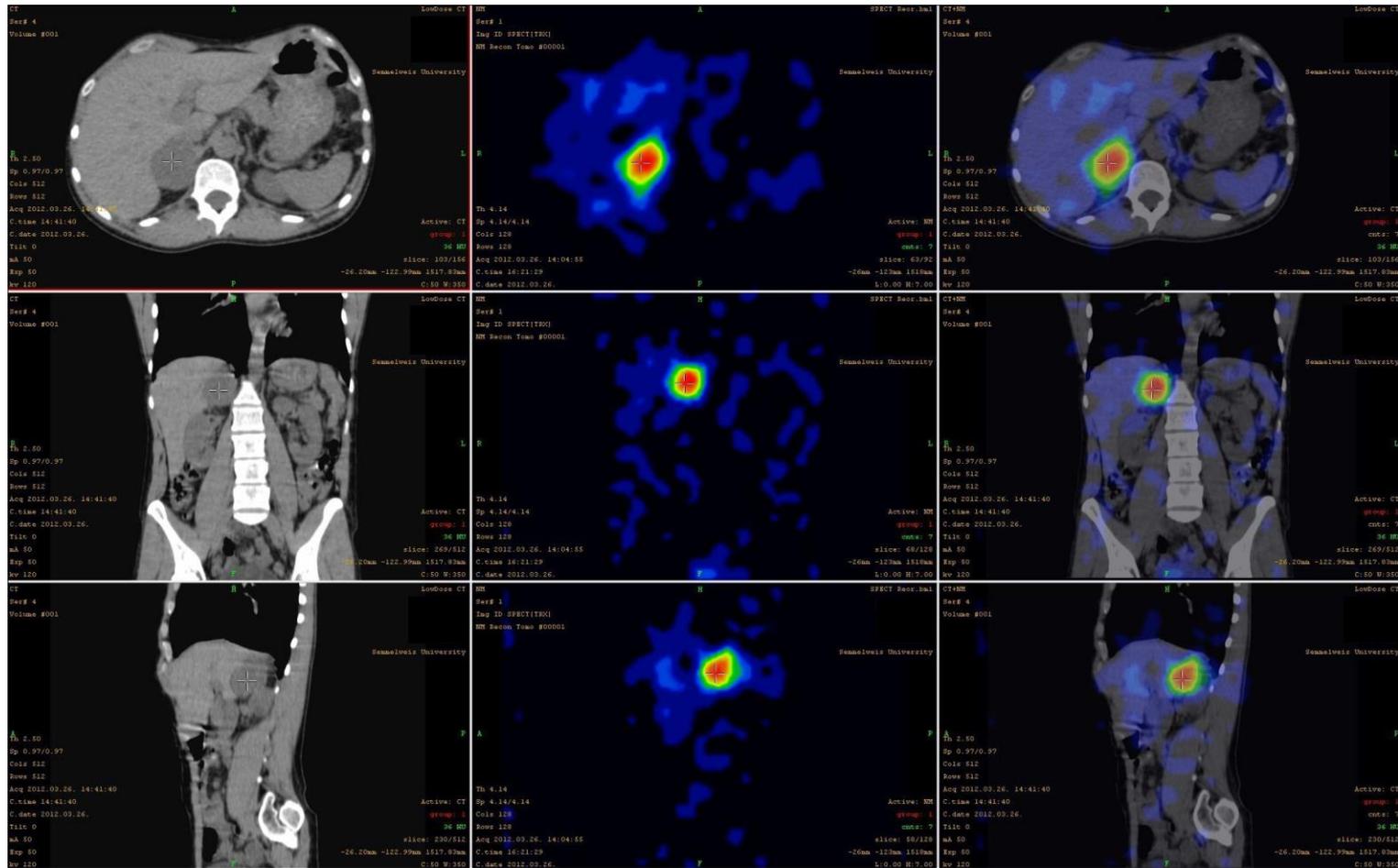


Th 2.50  
Sp 0.97/0.97  
Coils 512  
Rows 512  
Acq 2012.03.26. 14:41:40  
C.time 14:41:40  
C.date 2012.03.26.  
Tilt 0  
mA 50  
Exp 50  
kvp 120



Active: CT  
group: none

# Hohe MIBG Aufnahme in der rechten Nebenniere- PHAEOCHROMOCYTOMA ( PARAGAGLIOMA )



# Radiopharmaka für RADIONUKLIDE THERAPIE

MARKIERTE SYNTETISCHE ANALOGEN:, DOTA-konjugierte Peptide

DOTA-Tyr3-Octreotide: **DOTATOC**

DOTA-Tyr3-Octreotate: **DOTATATE** (ssr2!)

RADIOAKTIVE ISOTOPEN:

**In-111**: Auger Elektronen

**Y-90**: RELATIVE STARKE BETA STRAHLUNG, REICHWEITE GRÖßER, MEHRERE ZELLEN WERDEN ZERSTÖRT „CROSS FIRE „EFFEKT

Y-90-DOTATOC

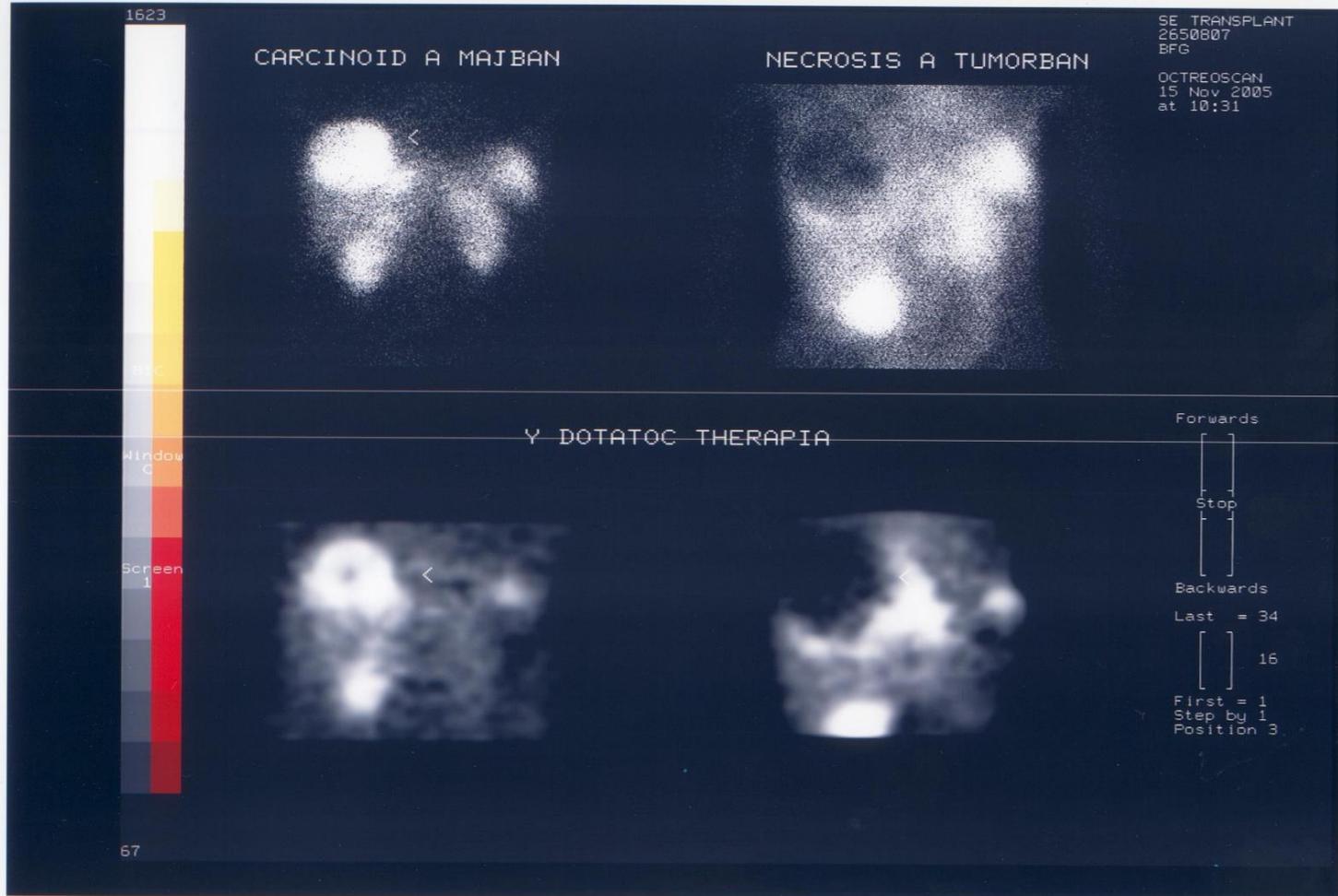
**Lu-177**: WEICHE BETA STRAHLUNG, REICHWEITE KURZ -NUR DIE TUMORZELLEN WEREDEN ZERSTÖRT

Lu-177-DOTATATE

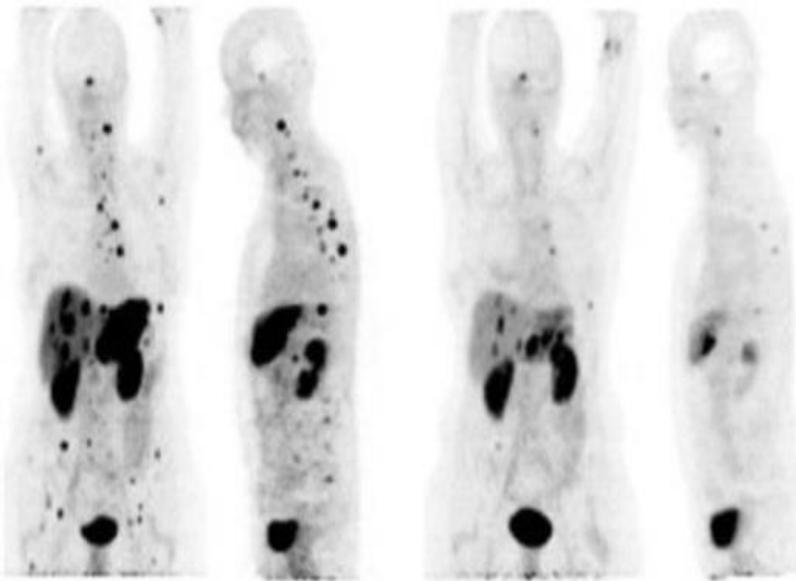
**Ho-161**: Auger Elektronen, intrakavital

# Y-90-DOTATOC SOMATOSTATIN REZEPTOR RADIONUKKLIDE THERAPIE

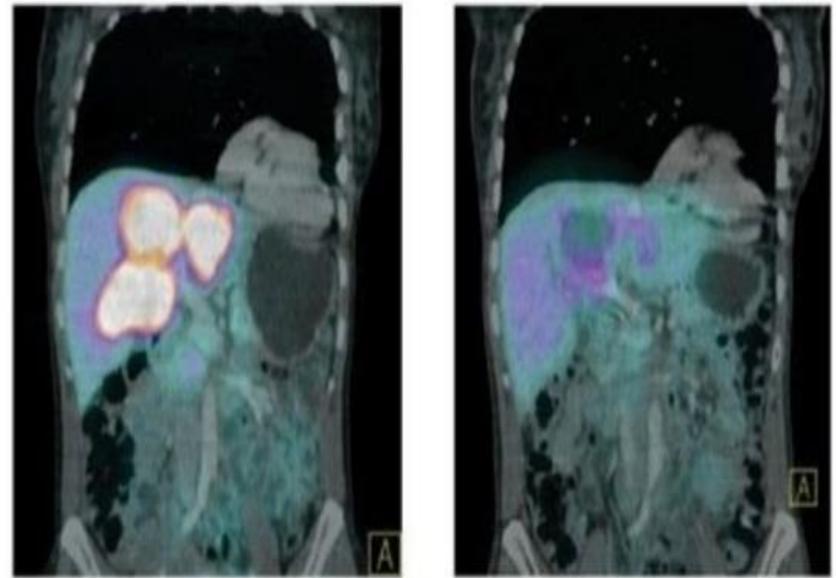
## VOR UND NACH



# Remarkable responses to Bi-213-DOTATOC observed in tumors resistant to previous therapy with Y-90/Lu-177-DOTATOC



Case I: Shrinkage of liver lesions and bone metastases after i.a. therapy with 11 GBq Bi-213-DOTATOC

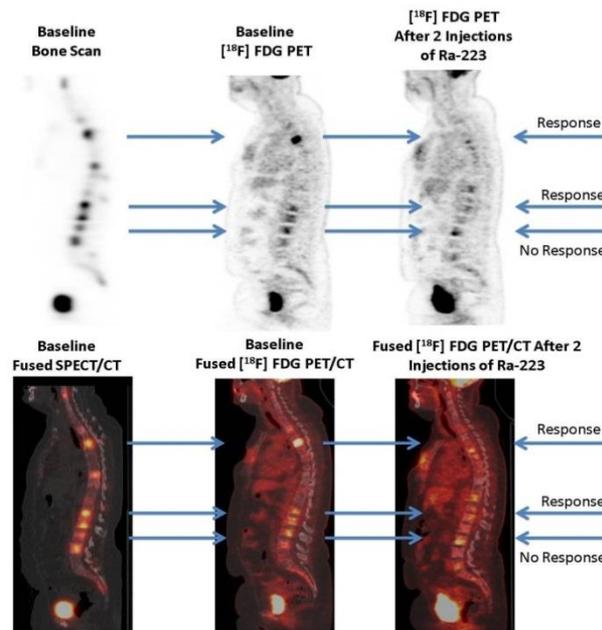


Case II: Response of multiple liver lesions after i.a. therapy with 14 GBq Bi-213-DOTATOC

- Das Bild des Jahre 2012 :
- Therapie mit Alpha Strahlenden Isotopen
- Die Reichweite ist sehr kurz, Energie Transfer ist sehr gross !
- Gezunde Zellen sind nicht zerstört  
,Tumorzellen abgetötet

# Endoradiotherapie der Knochenmetastasen mit Alfa Strahler Isotop: Ra-223

[<sup>18</sup>F] FDG PET/CT at Baseline and After 2 Injections of Ra-223



Images obtained after 2 injections of Ra-223 showed a significant decrease ( $\geq 25\%$  decrease of  $SUV_{max}$  from baseline) in [<sup>18</sup>F] FDG uptake intensity in multiple bone mets located in the thoracic and lumbar spine, indicating a partial metabolic treatment response at the level of the tumor cells early during Ra-223 therapy.

# Glucosestoffwechsel in Malignen Tumoren:

**18 FDG**

**Sehr erfolgreichen Radiopharmakon !**

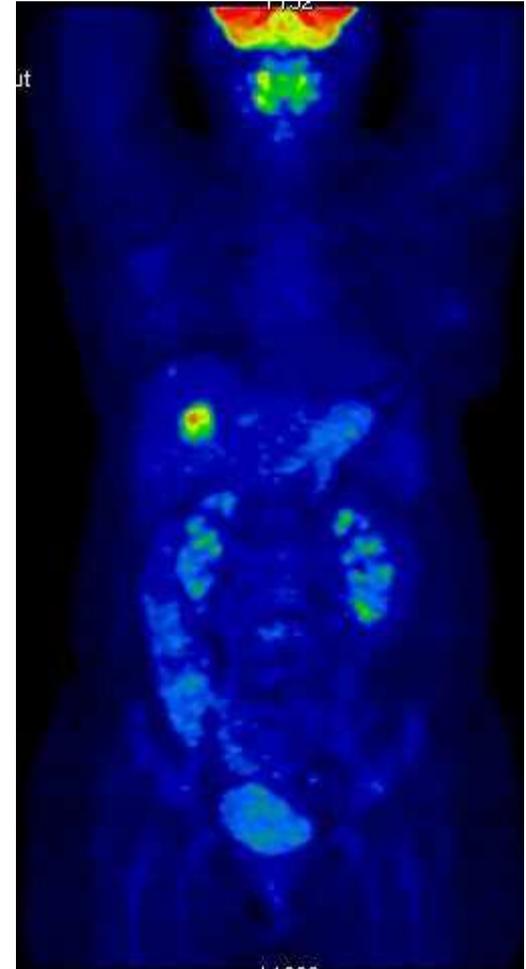
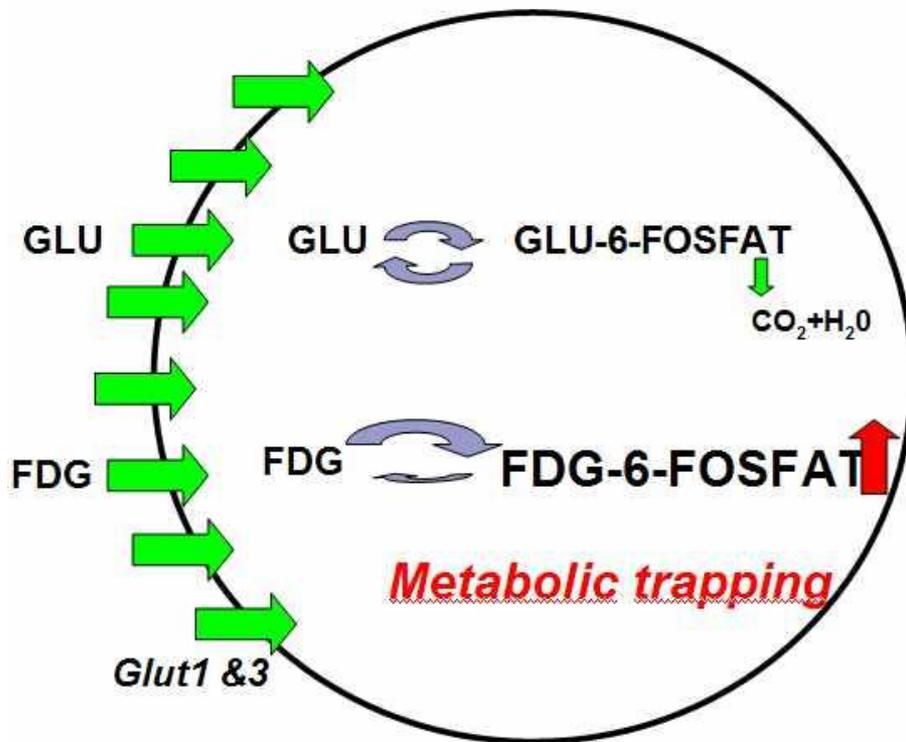
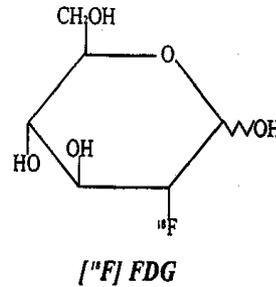
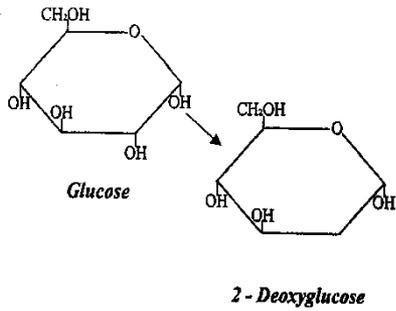
**Glukosetransporter**

- Maligne Tumoren sind Gewebe, die Glukose in hochem Prozentsatz zu Lactat verarbeiten. Die gesteigerte glykolytische Aktivität korreliert mit einem hohen Anteil an mitochondrial gebundener Hexokinase in den Tumorzellen. In schnell wachsenden Tumorzellen die Hexokinase Aktivität stark erhöht. Besonders das für den Glucosetransporter Typ 1 (GLUT1) kodierende Gen wird sehr früh nach Transformation von Zellen mit Onkogenen aktiviert.

# FDG in der Onkologie

- Da die Glukose in Tumoren u. a. durch eine erhöhte Aktivität des Glukosetransporters (Glut I) und der Hexokinase vermehrt verstoffwechselt wird, ist die FDG-PET eine sensitive Methode für
- die Erkennung,
- 
- das Staging und Re-Staging von Tumorerkrankungen sowie
- die Überprüfung des Ansprechens auf Therapien bei vielen Tumorerkrankungen.

# $^{18}\text{F}$ -Fluoro Deoxy Glucose (FDG) in Onkologie



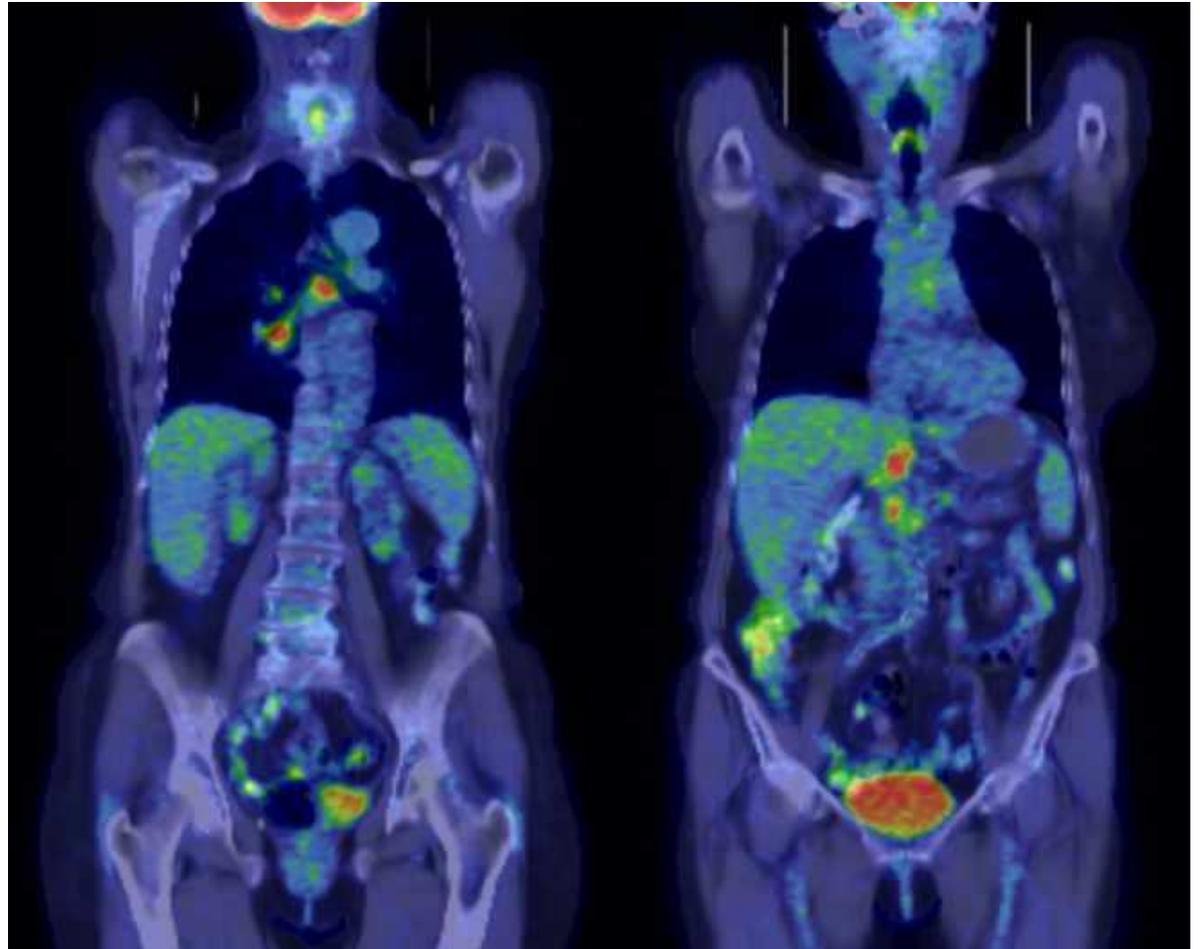
# FDG-PET in der Onkologie

- **Diagnose**
- **Staging, restaging**
- **Therapie Kontrolle**
  
- **Zuckeraufnahme den Malignen Tumoren ist gross**
- **( aber nicht im jeden Fall )**



# FDG-PET in der Onkologie

- Diagnose
- **Staging**

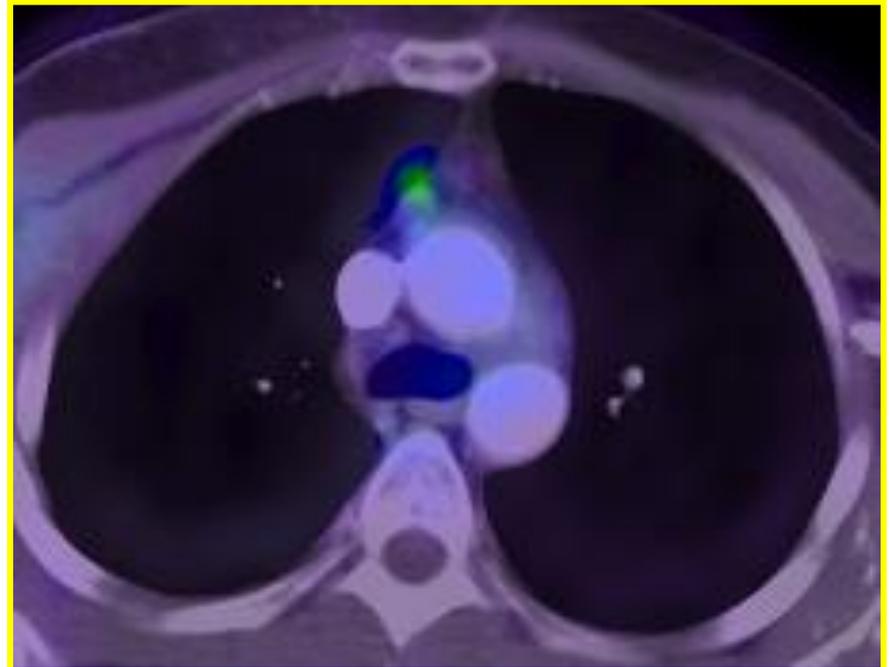
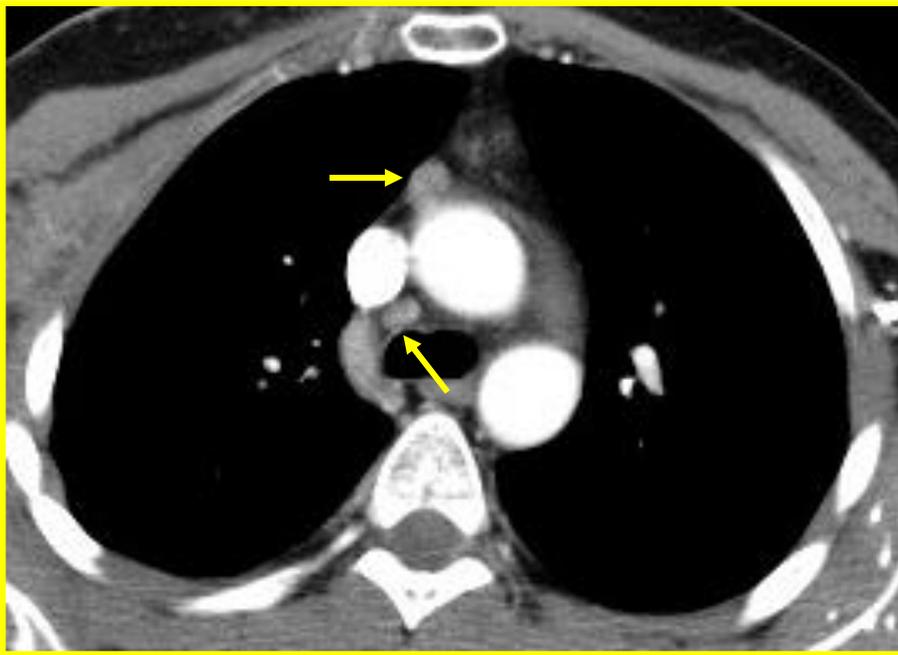


- Therapie Kontrolle

# FDG-PET in Onkologie

- **Staging**

- Lymphknoten  
Metastase



# FDG-PET in der Onkologie

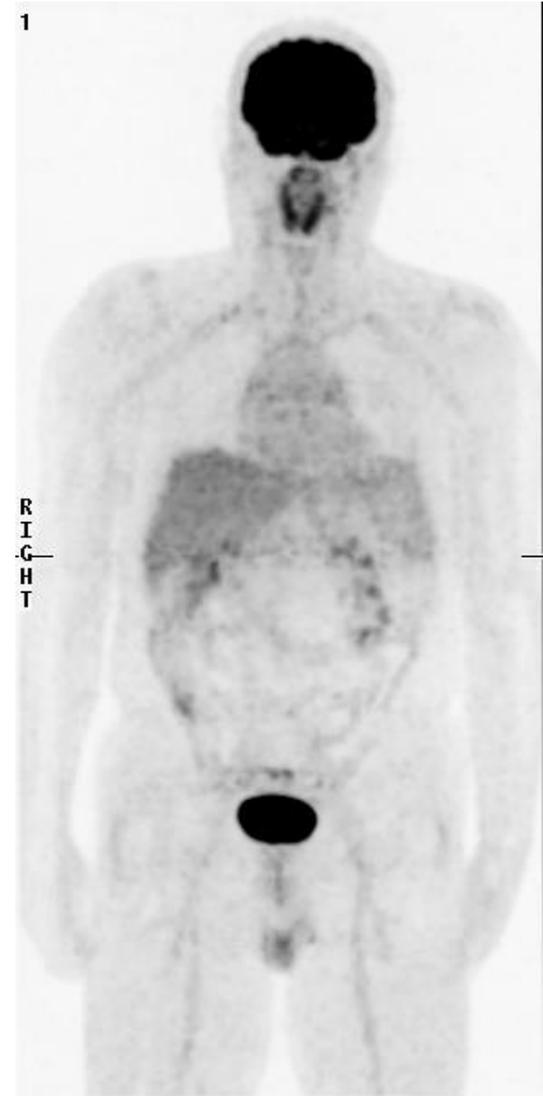
- Diagnose
- Staging
- **Therapiekontrolle und Behandlungs-Management**
  - Detektion des Therapie Effekts nach dem Therapieabschluss
  - Frühe Detektion des Therapie Effekts während der Therapie

# Detektion des Therapie Effekts nach dem Therapieabschluss

GIST

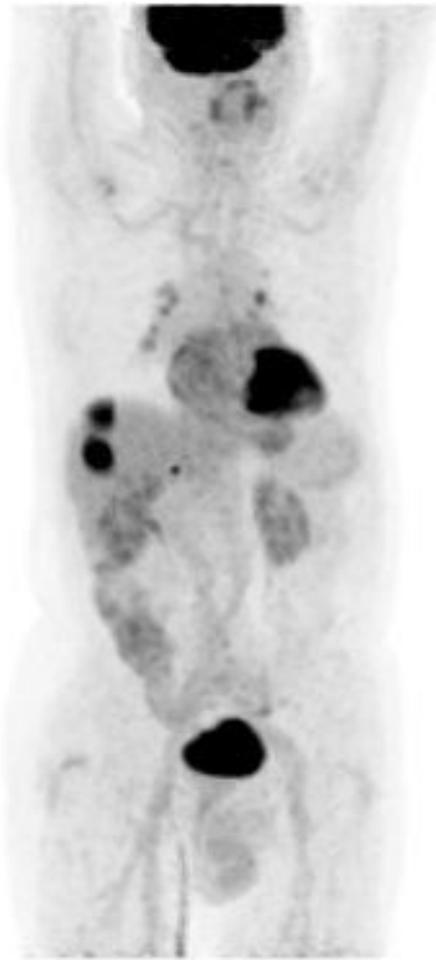


Vor d.  
Therapie



Nach d.  
Therapie

# Detektion des Therapie Effekts nach dem Therapieabschluss



Kolorektales Karzinom - Metastasen

# Frühe Detektion des Therapie Effekts während der Therapie



Hodgkin Krankh.  
Vor der Therapie



Nach zwei Zyklen

# Grenzen der FDG-PET

- Spezifität für Tumore ist begrenzt
- Falsch positive Befunden
  - Entzündung
  - Aktivität des braunen Fettgewebes
  - Harnaktivität
  - Aspezifische Darmaktivität

*Nicht alle Tumore zeigen hohe glykolytische Aktivität*

*Nicht nur Tumore zeigen hohe glykolytische Aktivität*

# PET Radiopharmaka in der Onkologie

## NON FDG PET

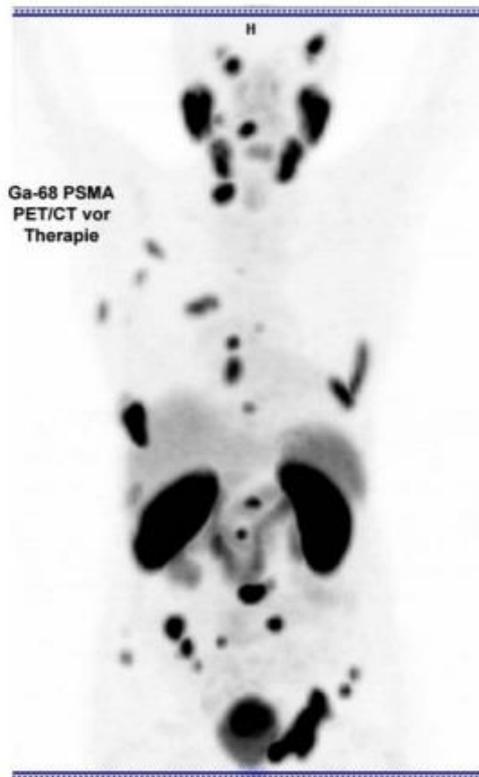
Tracer	PET/SPECT	Process targeted	Used for
[ <sup>18</sup> F]FDG	PET	Glycolytic activity	Several cancers
[ <sup>11</sup> C]Choline	PET	Membrane synthesis	Prostatic cancer
[ <sup>18</sup> F]FLT	PET	DNA synthesis/cell proliferation	Therapeutic response
[ <sup>11</sup> C]methionine	PET	Amino acid transport	Certain cancers
[ <sup>18</sup> F]FMISO	PET	Hypoxia	Tumor hypoxia: radiation sensitivity
[ <sup>64</sup> Cu]ATSM	PET	Hypoxia	Tumor hypoxia: radiation sensitivity

FDG: Fluoro-deoxyglucose, FLT: Fluoro-deoxythymidine; FMISO: Fluoromisonidazol; ATSM: Diacetylmethylthiosemicarbazone

# MOLEKULARE UND METABOLISCHE BILDGEBUNG MIT HIGH-END PET/CT (MCT FLOW 64) – ERSTE ERFAHRUNGEN UND PERSPEKTIVEN

Prof. Dr. med. Richard P. Baum / Dr. med. Franz C. Robiller

Klinik für Molekulare Radiotherapie / Zentrum für Molekulare Bildgebung (PET/CT)  
ENETS Center of Excellence, Zentralklinik Bad Berka



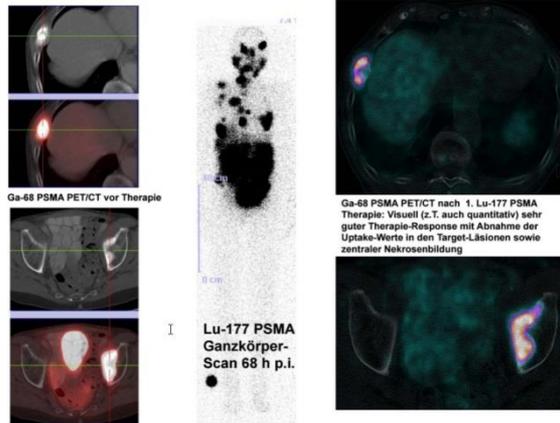
Prädiktive molekulare Bildgebung, stratifizierende Medizin, precise medicine...

Hannover.2014.03.28

# MOLEKULARE UND METABOLISCHE BILDGEBUNG MIT HIGH-END PET/CT (MCT FLOW 64) – ERSTE ERFAHRUNGEN UND PERSPEKTIVEN

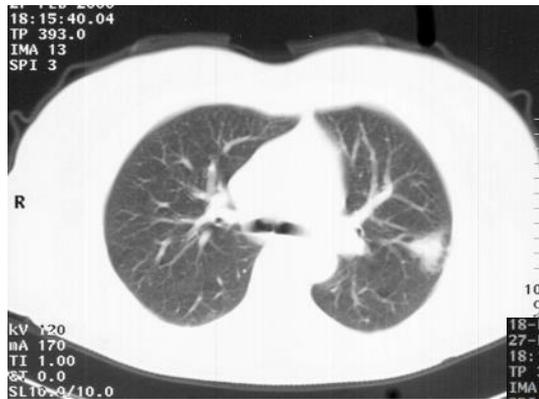
Prof. Dr. med. Richard P. Baum / Dr. med. Franz C. Robiller

Klinik für Molekulare Radiotherapie / Zentrum für Molekulare Bildgebung (PET/CT)  
ENETS Center of Excellence, Zentralklinik Bad Berka



# Die Zukunft ist HIBRID !!!!

Morphologie  
Radiologie



Funktion  
Nuklearmedizin

