

VORLESUNG: Nuklearmedizin

Dabasi Gabriella dr. PhD.

Semmelweis Univ. Zentrum für
Nuklearmedizin

Medizinische bildgebende Verfahren:
20.02.2020.

Die Definition der Nuklearmedizin

Medizinische Anwendung der offenen radioaktiven
Isotopen

in der Diagnose

in der Therapie

in der Forschung

Molekulare Bildgebung und Endo-Radiotherapie

Wo befindet sich, was funktioniert

- Organen
- Gewebe
- Zellen
- Subzellulären Strukturen
- Rezeptoren , Enzymen, Transmittern, Biomolekulen
- Hypoxia, Apoptosis ,Angiogenesis
- Multidrug Resistanz (MRD)
- Genen, Genexpression
- **Molekulare Bildgebung**

Schnittbild aus einer Thorax Untersuchung mit FDG PET

Wo befindet sich diese pathologische FDG-Aufnahme?

NM

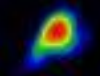
A

Semmelweis University

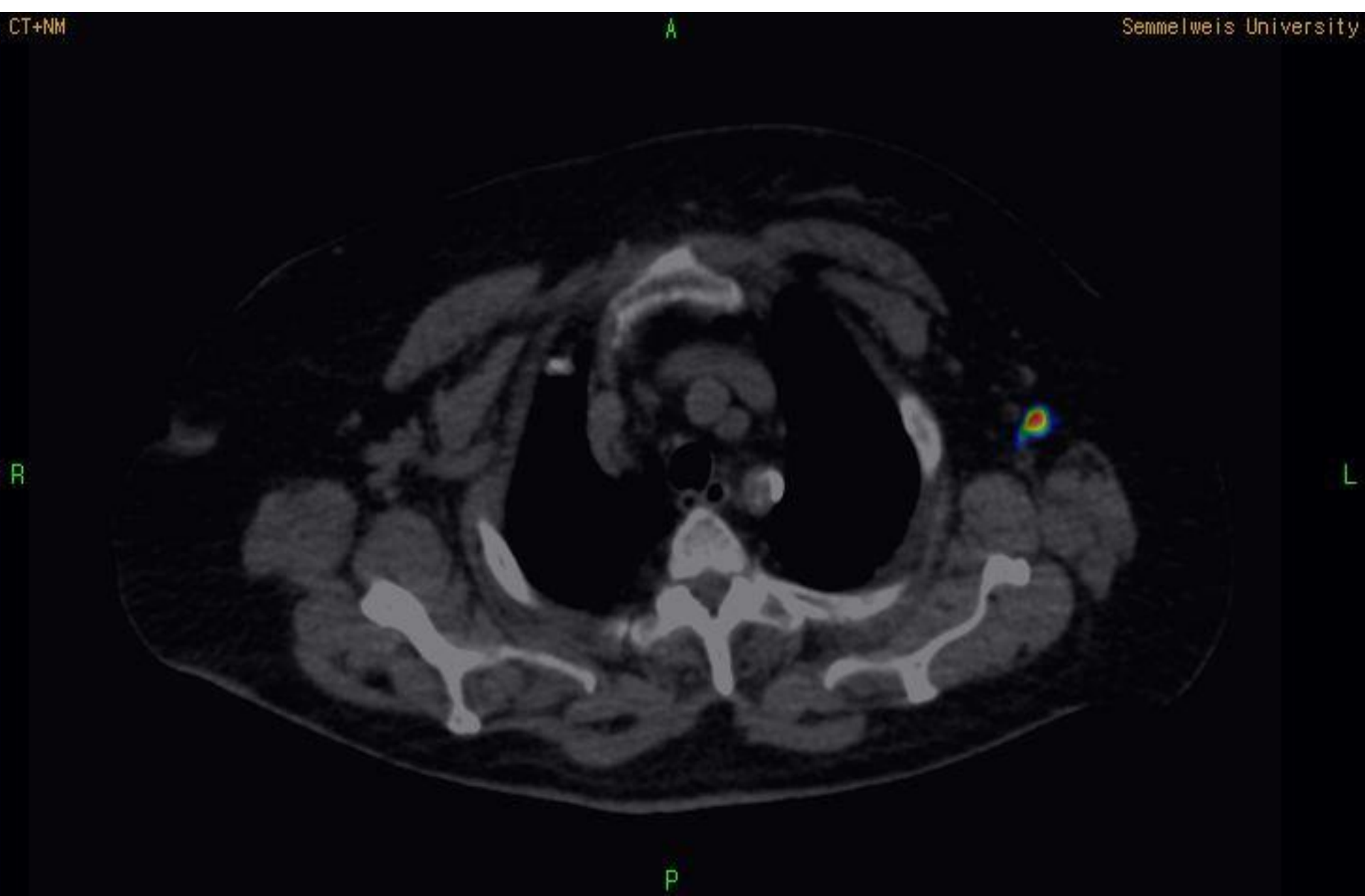
R

L

P



Pathologische Lymphknoten in der linken Achsel ,FDG PECT-CT Untersuchung
Erhöhte glykolytische Aktivität in diesem Lymphknoten, **FDG ist ein biologischer
Marker!**

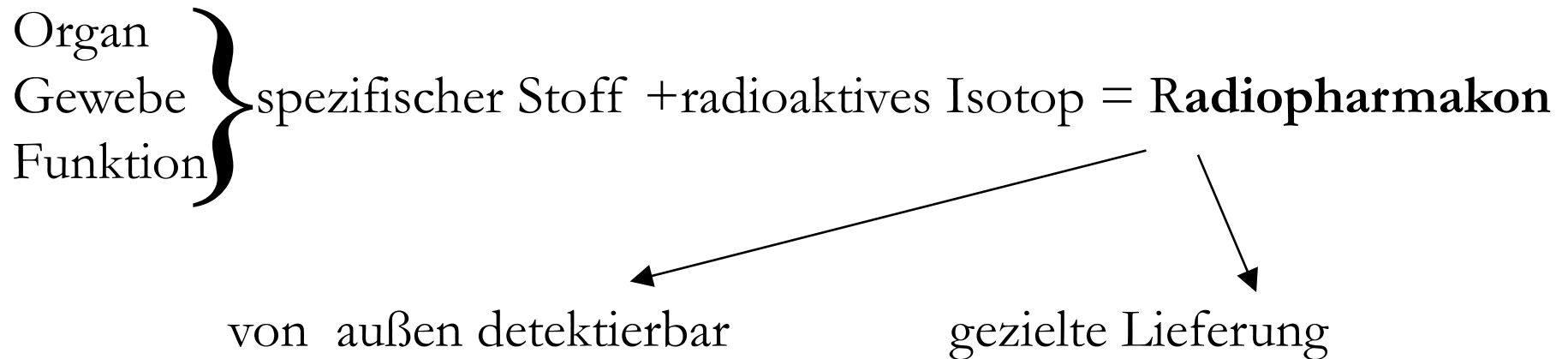


Nuklearmedizinische Methoden beruhen auf den folgenden Prinzipien:

Bei Stoffwechselvorgängen kann der Organismus die Isotope eines Elements nicht voneinander unterscheiden

Die radioaktiven Isotope können in so geringer Menge angewandt werden, dass Stoffwechselvorgänge nicht beeinflusst sind.

In vivo NM



Tracerprinzip

György Hevesy

1885-1966

Nobel Preis: 1943



HEVESY GYÖRGY



Georgede Hevesy

Hevesy der lustige Wissenschaftler

Hevesy hat in Manchester mit Rutherford zusammen gearbeitet.

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

Das Essen hat nicht geschmeckt.

Lustiger Tracer Prinzip

Hevesy markierte das sonntägige Mittagessen mit Radioaktiv Material und in der nächsten Woche demonstrierte er das alte Fleisch in der Suppe, im Gulasch, im Boulette mit einer GM Rohr

Die Putzfrau war schockiert und ist nicht mehr gekommen!

What Is a Contract?



also can be used to assess the overall health of the system.

□ **Reading 67**

[illegible]

NM

Diagnostische
Anwendung

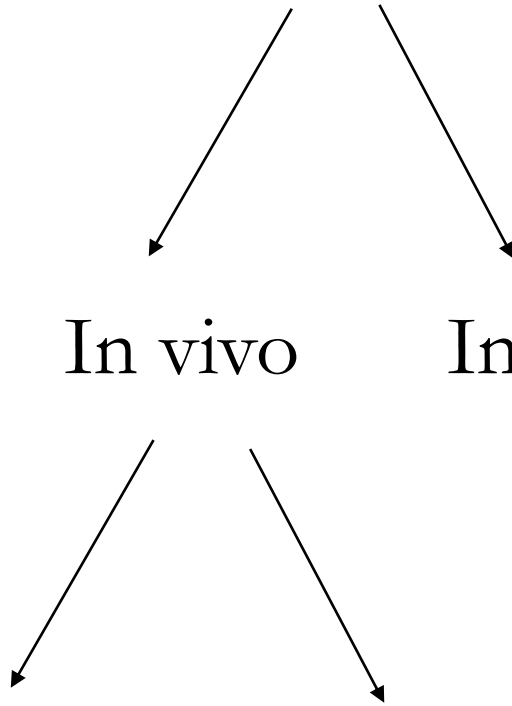
Therapeutische
Anwendung

In vivo

In vitro

Einzelphoton-Methoden

PET Methoden



Klinische Nuklearmedizin

- In VIVO Untersuchungen und (In VITRO Untersuchungen),
 - Statische Szintigraphie
 - Planare Szintigraphie
 - Sequenz Szintigraphie – Dynamische Untersuchungen
 - SPECT, SPECT-CT Untersuchungen
 - PET-CT Untersuchungen
 - FDG und NON-FDG PET-CT
 - PET-MR
- ENDO-RADIOTHERAPIE

In vivo Untersuchungen:

- Die Tracer werden in geringsten Mengen in den menschlichen Stoffwechsel eingeschleust um die Funktion von Organen (Gewebe, Zellen, subzelluläre Strukturen, ...) zu prüfen und sichtbar zu machen
- Verwendet werden vorwiegend reine Gamma- oder Positronenstrahler!

In vitro Untersuchungen:

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

Isotope:

- Die gleiche Ordnungszahl im Periodensystem,
- Unterschiedliche Massenzahl !

Radioaktive Isotope:

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

Radioaktive Isotope

- Neutronreich \longrightarrow Beta-Strahlung (Beta-Teilchen +Gamma)
- Protonreich $\begin{array}{l} \longrightarrow \\ \searrow \end{array}$ Positronenstrahlung (2 Gamma)
Elektroneneinfang (charakteristische Röntgenstrahlung)
- In Kernreaktoren hergestellt
- In Zyklotronen hergestellt

Die am häufigsten verwendeten Radioisotope in der Diagnostik:

- Gammastrahler:
- Tc-99m, I-131, Xe-133,
- Ga-67, In-111, I-123, Tl-201
- Positronenstrahler:
- C-11, N-13, O-15
- F-18, Ga-68, I-124

Die am häufigsten verwendeten Radioisotope in der Therapie

- **Therapie:** Teilchenstrahlungen
- **Betastrahler:** Y-90, **I-131**, 177- Lu, Sm-153, Re-186,-188...
- **Alphastrahler:** Bi-213, Ra-223,
- Teilchen geben auf ihrem Weg durch die Materie ihre Energie ab. Die in Längsrichtung abgegebene Energie wird linearer Energietransfer (LET) genannt. Der lineare Energietransfer ist beim Alphastrahlen so groß, dass sie ihre gesamte Energie innerhalb weniger Mikrometer Abstand vom Zerfallsort abgeben. (Genau dort zerfallen sie, wo eine Schädigung oder Tumorzellen gibt → wo es erwünscht ist.)

Thera(g)nosticum

Diagnose und Therapie mit denselben Substanzen

Gezielte Lieferung mit den gleichen oder ähnlichen, markierten, targetspezifischen Molekülen,

Nur die kranken Zellen sind auf dem szintigraphischen Bild sichtbar und nur die kranken Zellen sind während der Behandlung zerstört

DIE GESUNDEN ZELLEN WERDEN NICHT ZERSTÖRT

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

^{99m}Tc -Technetium ist ideal für Messungen mit Gamma-Kamera,

ä

140 keV (70 keV -400keV)

Monoenergetische Strahlung, ideal für Bildgebung

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

Reine gamma Strahlung aus ^{99m}Tc -Molibden , große Menge von Photonen
(Poisson)

Praktische Verfügbarkeit, Elution mit physiologischen Kochsalzlösung

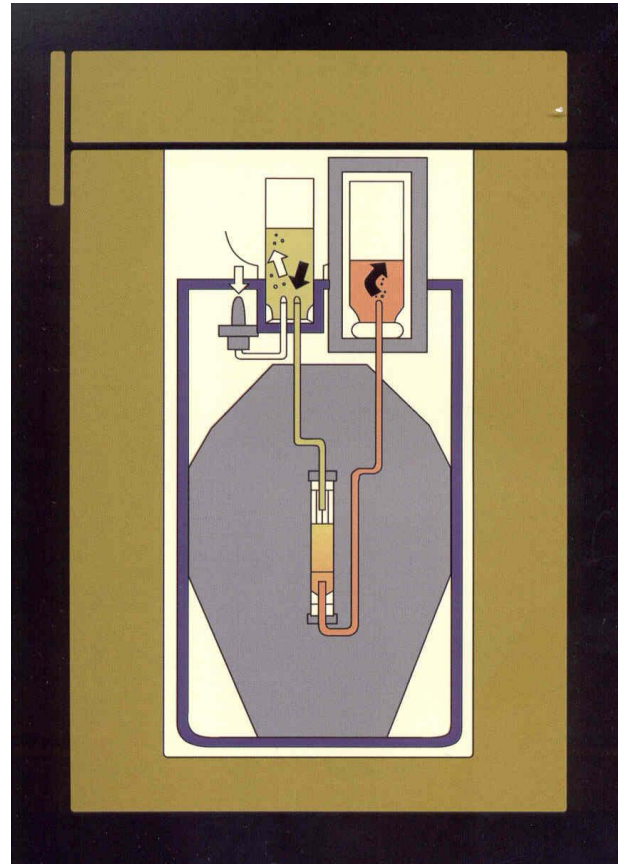
Geben stabile Komplexe mit vielen Molekülen

Tc-99m GENERATOR

Mo-99, Aluminiumoxid, Elution mit phys.Kochsalzlösung,

$T_{1/2}$: 2.75d

Tochterelement: Tc-99m-nach dem beta Zerfall wird nicht an die Aluminiumoxid-Matrix gebunden, und kann mit physiologischer Kochsalzlösung eluiert werden.

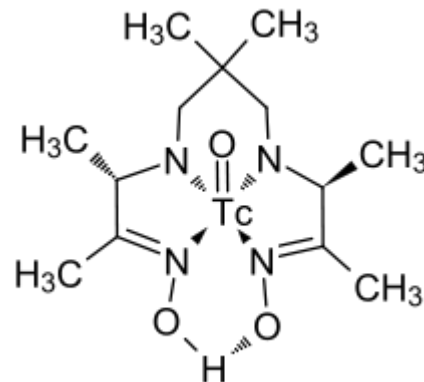


Mutterelement: Mo-99 ist absorbiert auf einer Aluminiumoxidsäule

Nach einer Regenerationsphase kann dieser Vorgang wiederholt werden



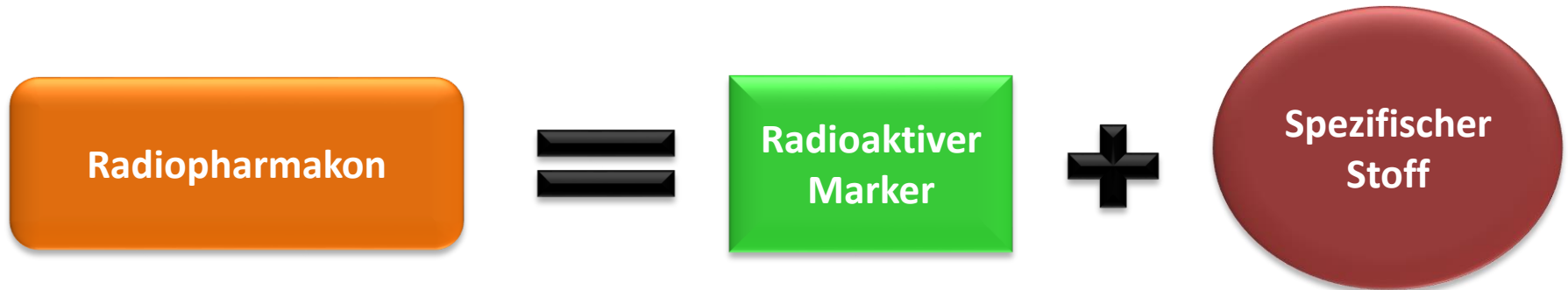
99m-Tc (Technetium)



- Reine Gamma-Strahlung
- Niedrige Strahlenbelastung , $T_{1/2}$: 6 Stunden
- Monoenergetische Strahlung, ideal für Bildgebung (140KeV)
- Viele Moleküle werden markiert
- Praktische Verfügbarkeit, Elution mit physiologischen Kochsalzlösung



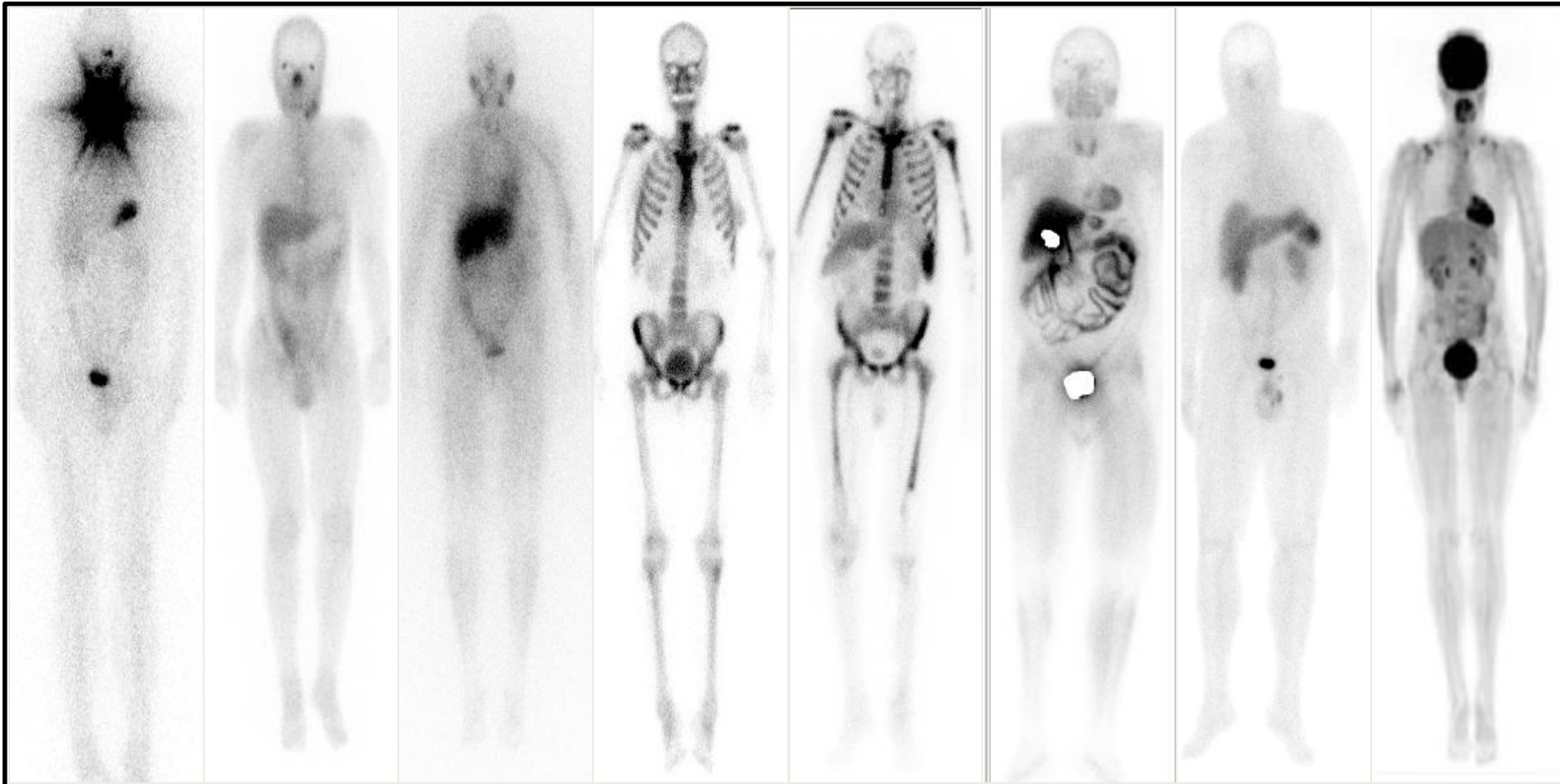
Was bedeutet Radiopharmakon?



- Radioaktiv markierte Medikamente
- Organe, Gewebe, Zellen, subzelluläre partikelspezifische Moleküle
- Targetspezifisch
- Von aussen detektierbar

- Zeigen Funktion, charakterisieren biochemische Prozesse quantitativ, semiquantitativ
- Normale und pathologische Gewebe kann man voneinander unterscheiden

Verschiedene Radiopharmaka– Verschiedene Verteilung Verschiedene Funktionen



I-131

Ga-67

I-123-
MIBG

Tc-99m-DPD

Tc-99m-
Antibody

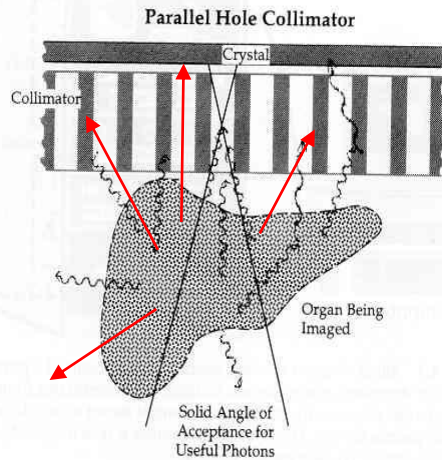
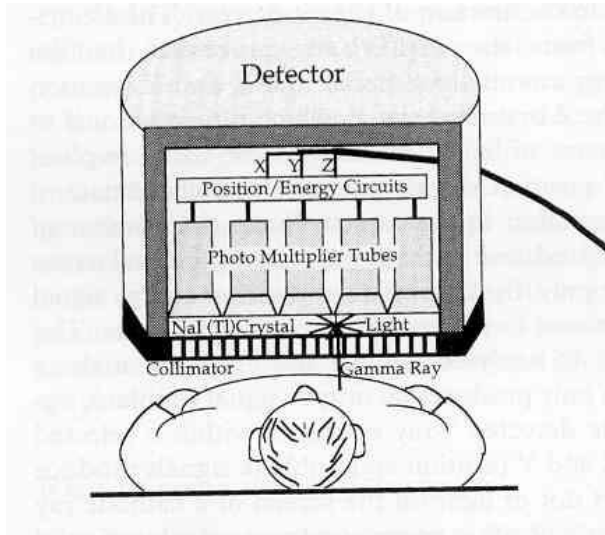
Tc-99m-MIBI

In-111-SMS

F-18 FDG

Bildgebende Geräte

- Gamma-Kamera (Anger-Kamera, Szintillationskamera)



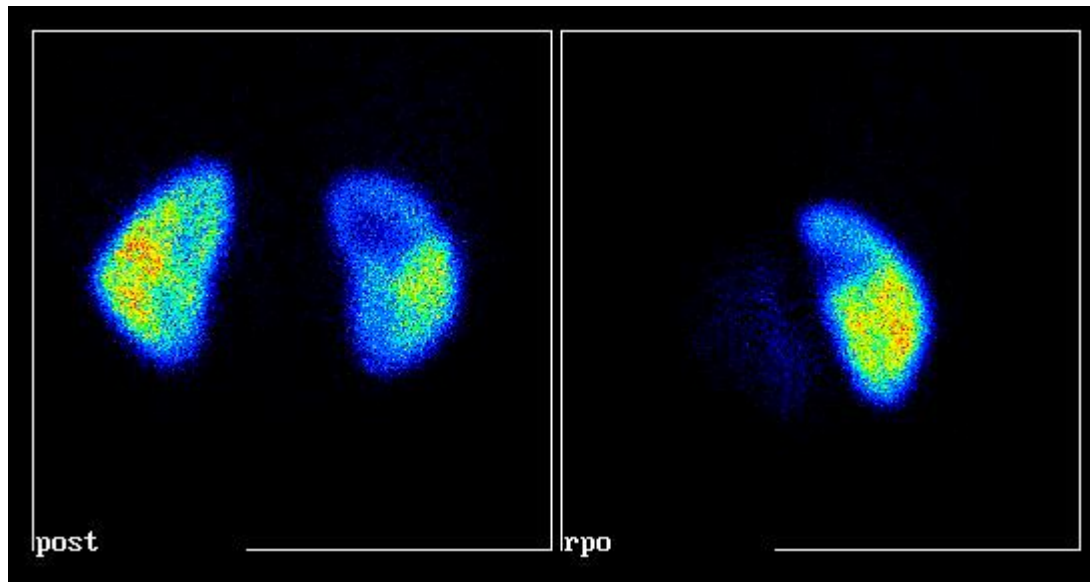
- Der Detektor besteht aus einem einzigen großen NaI- Szintillationskristall. An der Rückseite ist eine Vielzahl von Photomultipliern angebracht. Die Strahlung löst im Szintillationskristall Lichtblitze aus. Diese werden mittels eines Photomultipliers verstärkt und - je nach seiner Intensität- in elektrische Signale umwandelt. Aus der Verteilung der Signalhöhen kann der Ort der Szintillation im Kristall genau bestimmt werden. Vor dem Kristall sind Kollimatoren (Bleilamellen), die nur die senkrecht zulaufende Photonen zur Detektorenfläche lassen, die schräg zulaufende werden absorbiert.**

Szintigramm

- 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, Merphasen-Szintigraphie)

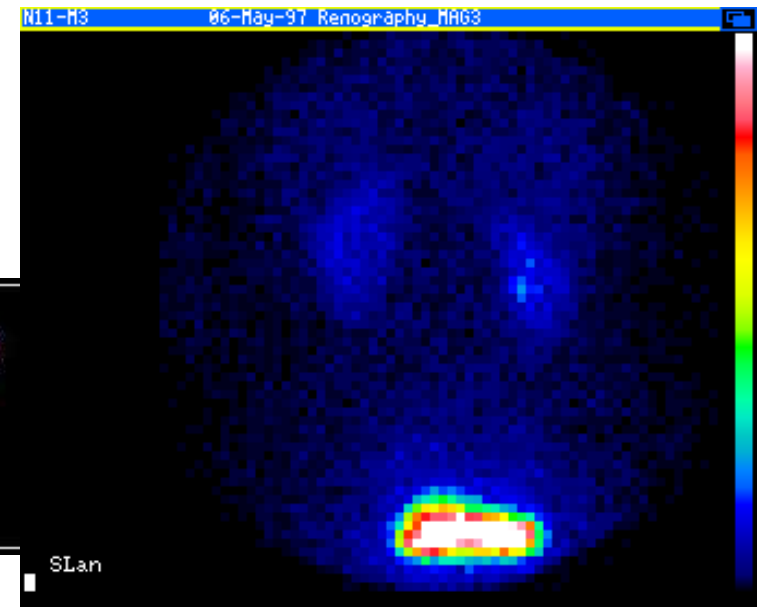
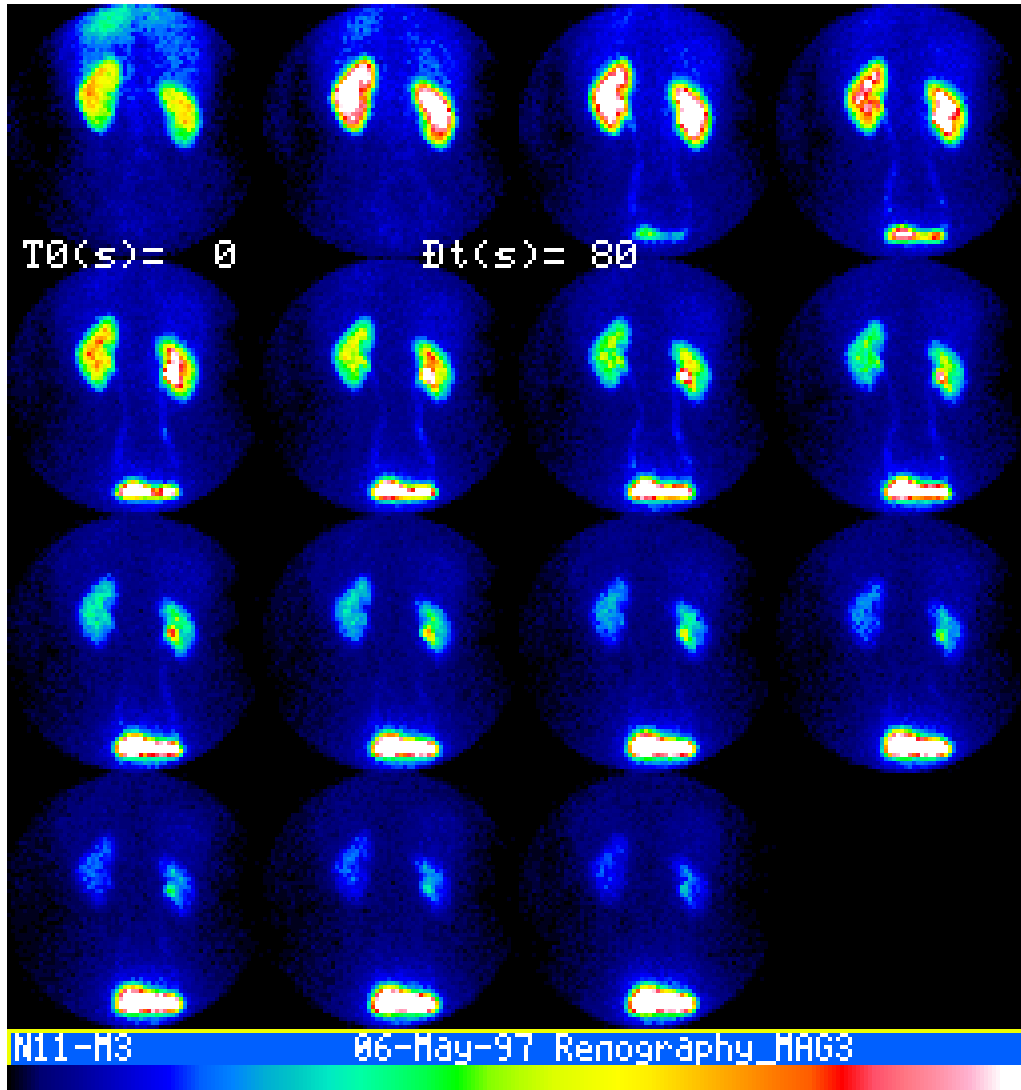
Planare Untersuchungen

1. Statische Untersuchungen



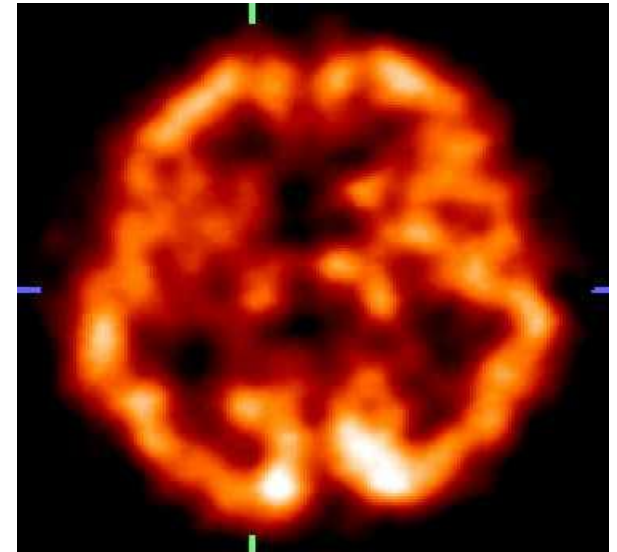
Planare Untersuchungen

2. Sequenz-/Funktions-Szintigraphie



Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT)

Einzelphotonen-Emissions-Tomographie

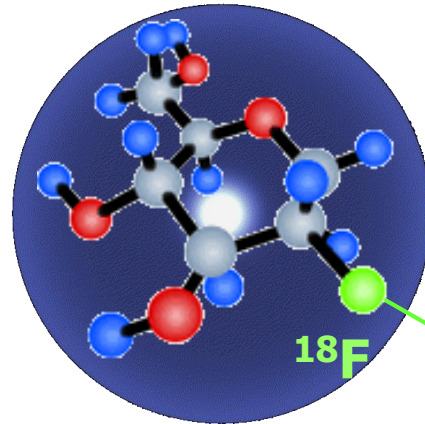


Eine oder mehrere Gammakameras rotieren um den Körper und nehmen Messwerte aus verschiedenen Projektionen auf, aus denen Schnittbilder in 3 Ebenen rekonstruiert werden.

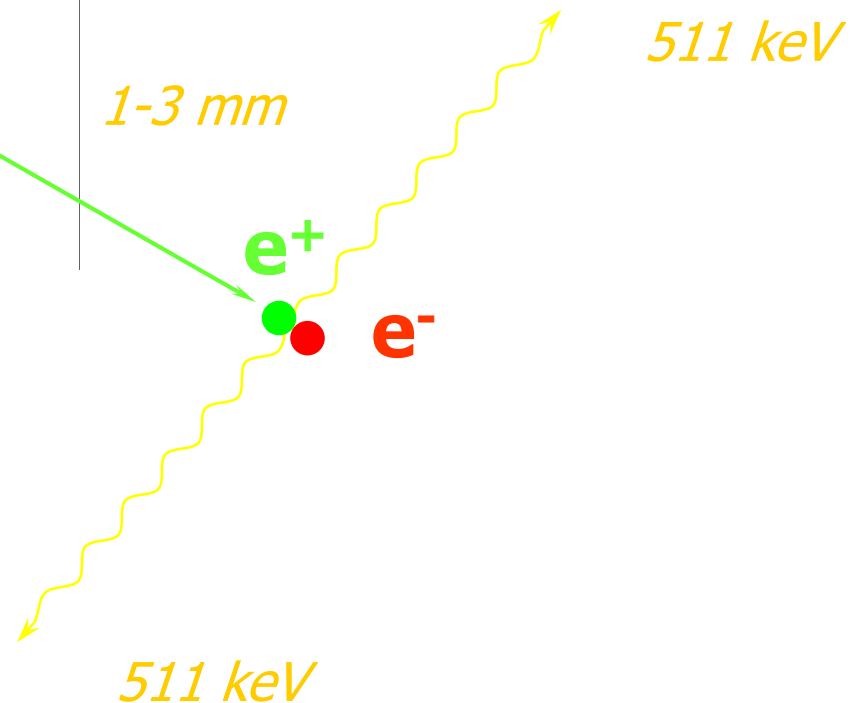
Positronen-Emissions-Tomographie

Positronen strahlendes Molekül

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

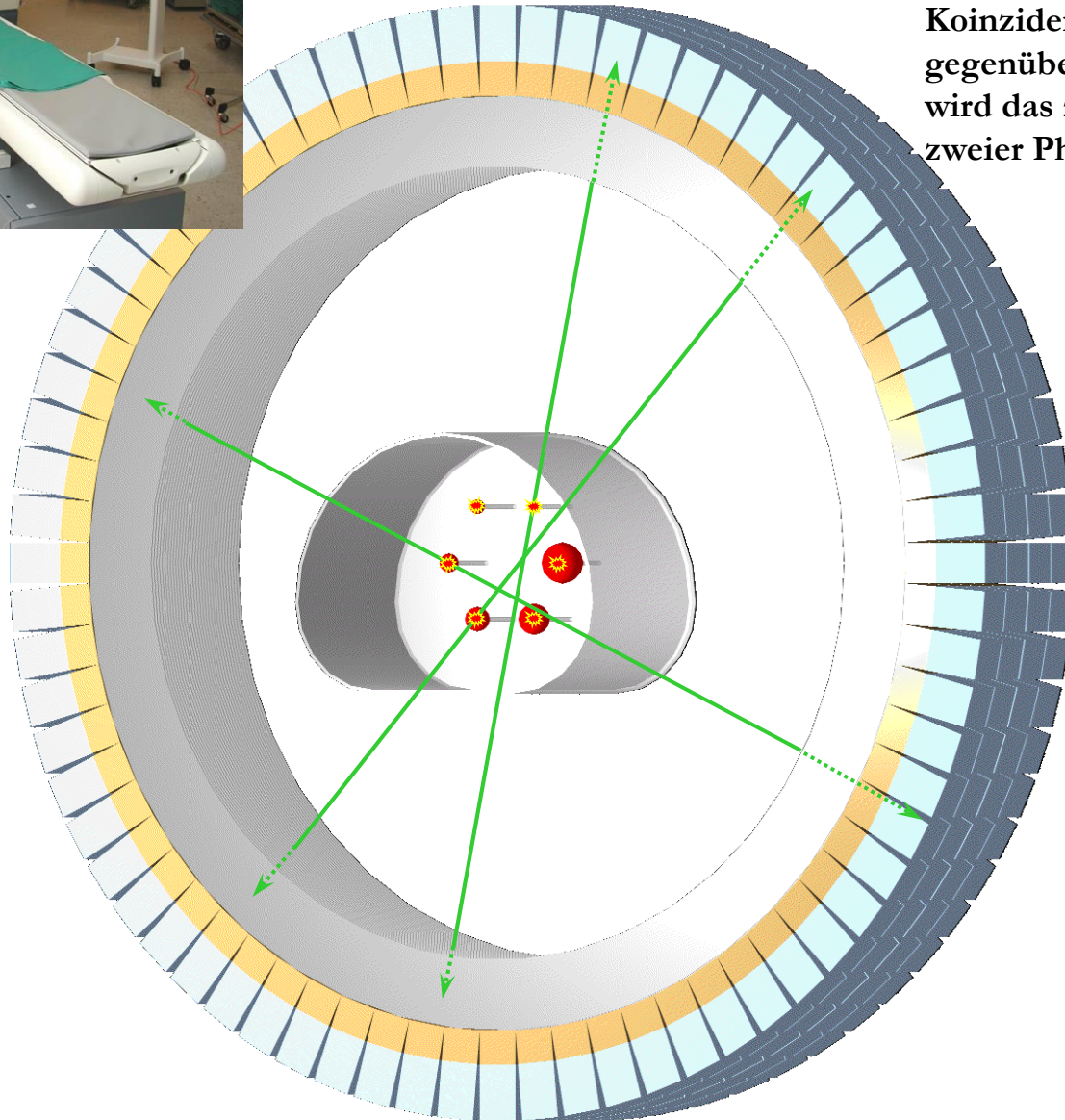


PET basiert auf der Entstehung von Vernichtungsstrahlung beim $+\beta$ Zerfall: das bei der Kernumwandlung ausgesendete Positron annihiliert sich innerhalb unmeßbar kleiner Zeit mit einem Elektron zu zwei Photonen mit einer Energie von je 511 keV, die sich in diametral entgegengesetzter Richtung bewegen.





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}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

Am häufigsten verwendete Moleküle für PET

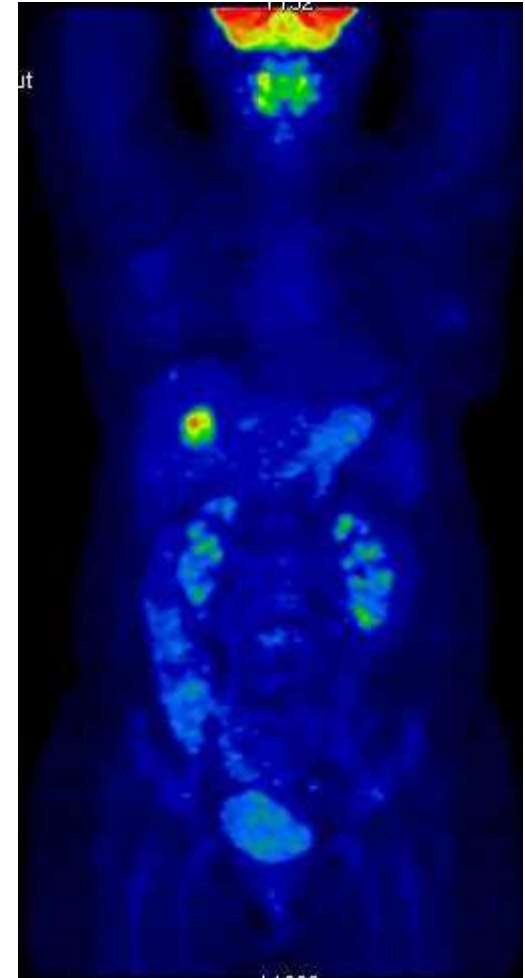
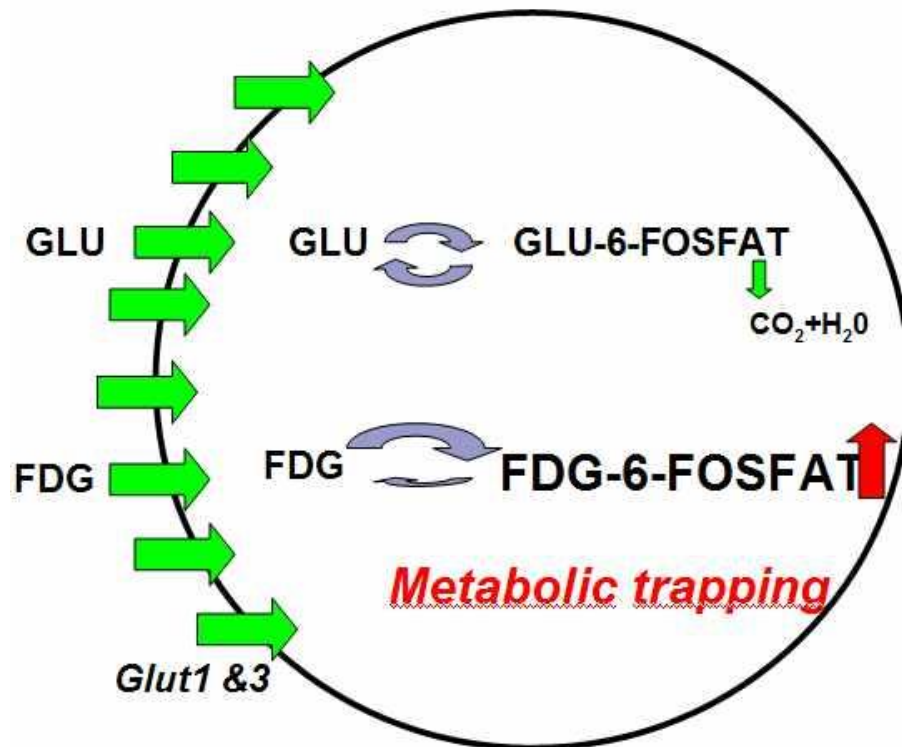
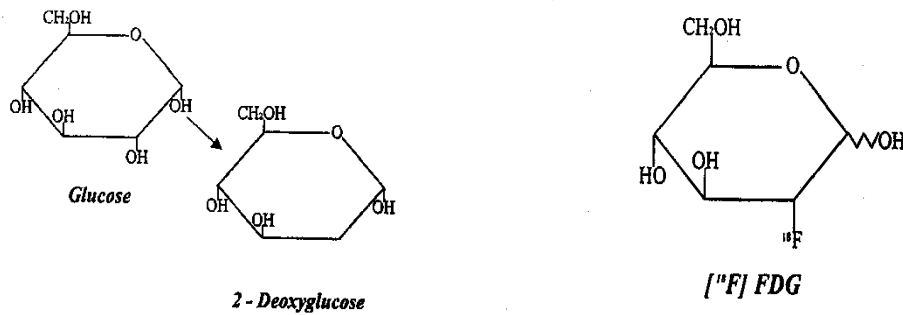
- Die wichtigsten Positronemittierenden Radionuklide und ihre Halbwertszeit:

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

Sie können überall im Körper gefunden werden:

Biomoleküle

^{18}F -Fluoro Deoxy Glucose (FDG) in Onkologie (BIOMARKER !)

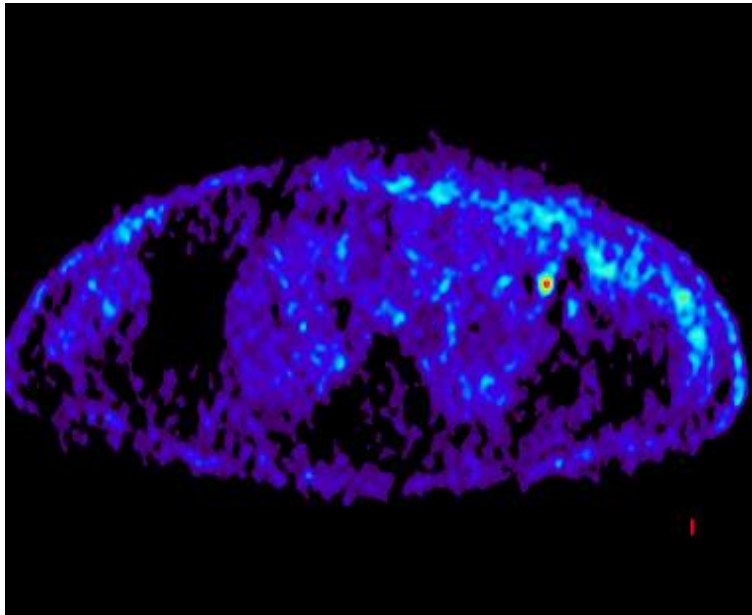


- Maligne Tumoren sind Gewebe, die Glukose in hohem Prozentsatz zu Laktat verarbeiten. Die gesteigerte glykolytische Aktivität korreliert mit einem hohen Anteil an mitochondrial gebundener Hexokinase in den Tumorzellen. In schnell wachsenden Tumorzellen ist die Hexokinase-Aktivität stark erhöht. Besonders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

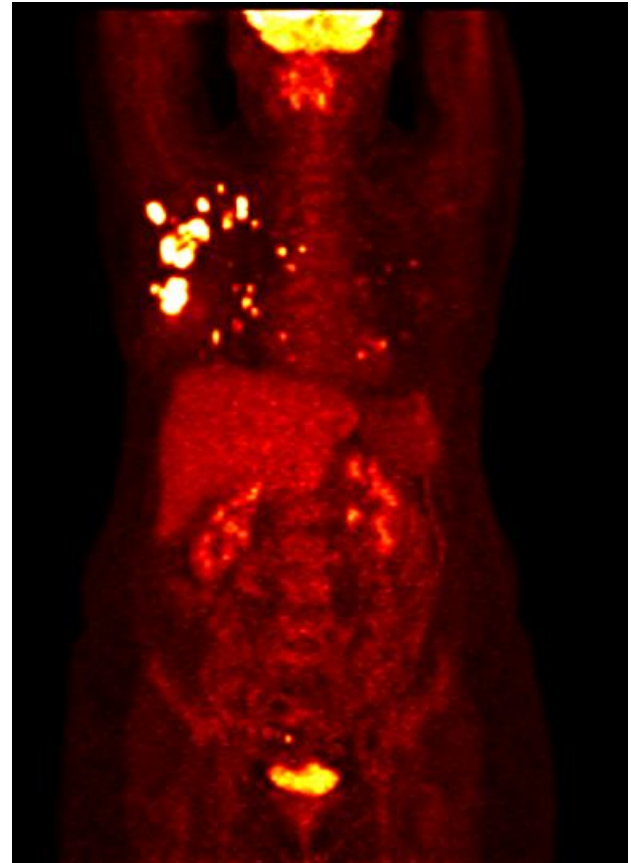
PET-CT-Untersuchungen:

- FDG-Untersuchungen
- NON-FDG-Untersuchungen

Positron Emission Tomography (PET)



Abschnitte (PET)
Axiale Schnittbilder



PET Ganzkörper Aufnahme
Mit 18 F-FDG

PET vs. SPECT

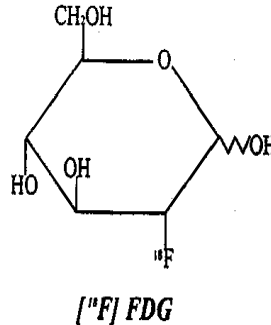
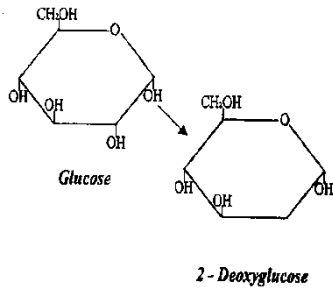
double-photon single-photon

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

SLICE OF LIFE (Lebensabschnitte)

Hauptisotop für PET:

^{18}F -Fluoro Deoxy Glucose (FDG)



Anwendungen:

Onkologie (~ 90%)

Neurologie (~ 5%)

Kardiologie (~ 5 %)



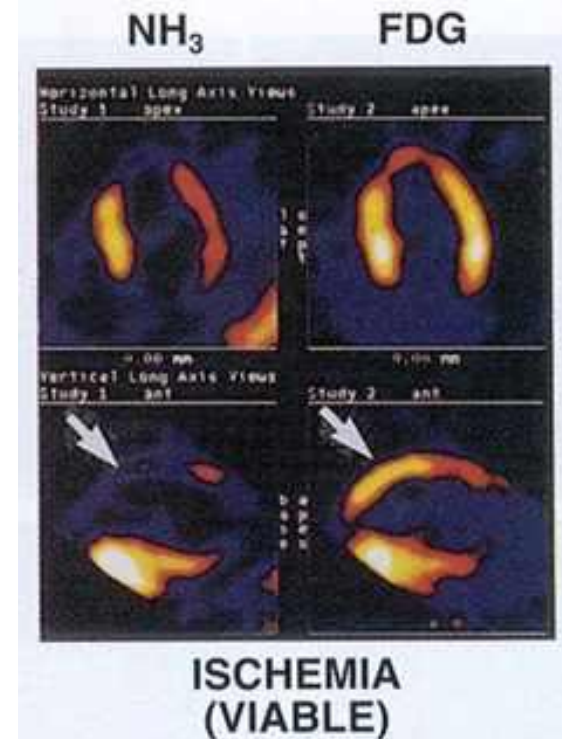
Normal



Alzheimer's

Dreilappen regionen posterior

HERZ



Perfusionsbild und metabolismus

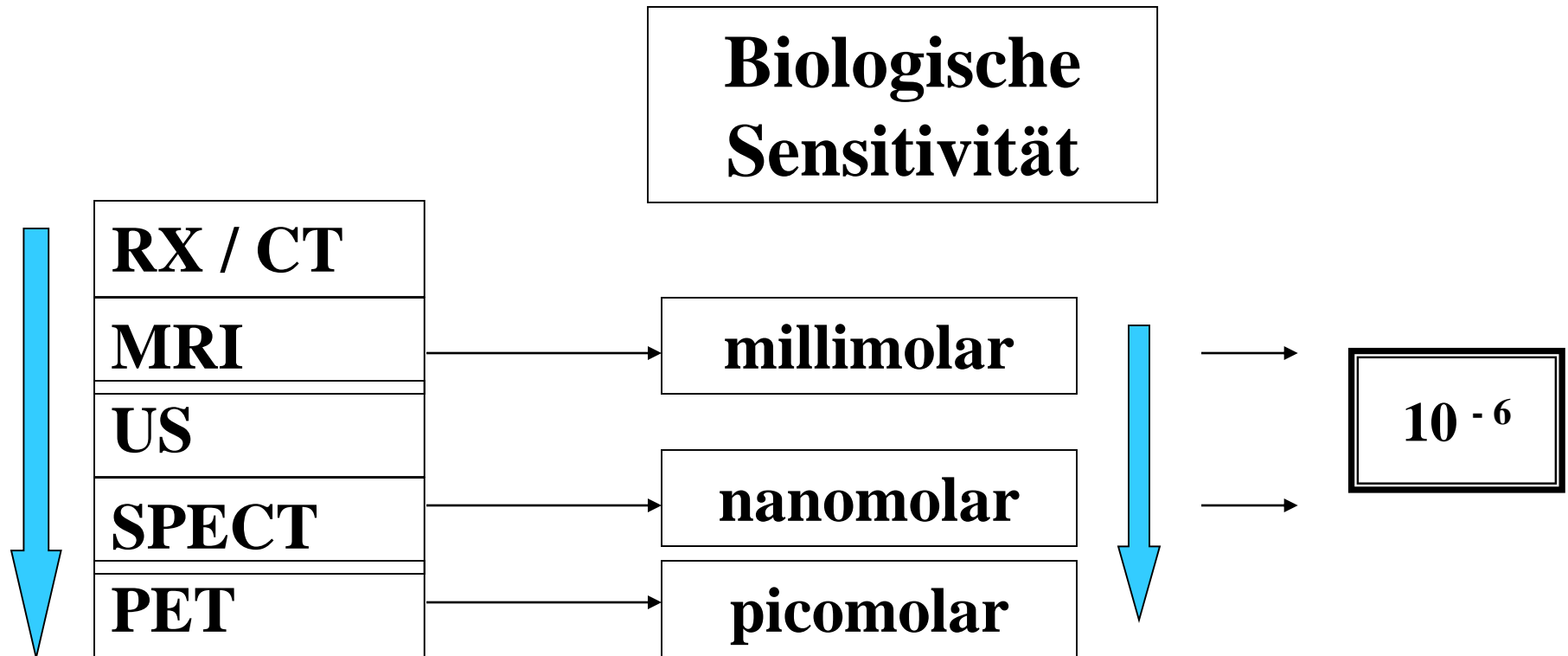
Nuklearmedizin im Allgemeinen

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

Nuklearmedizin im Allgemeinen

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

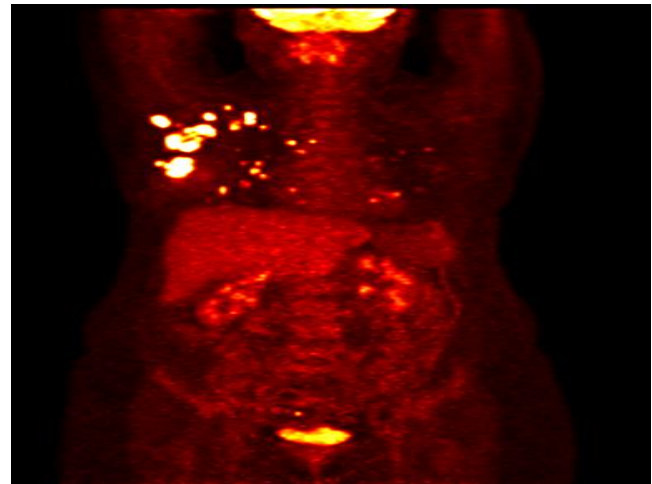
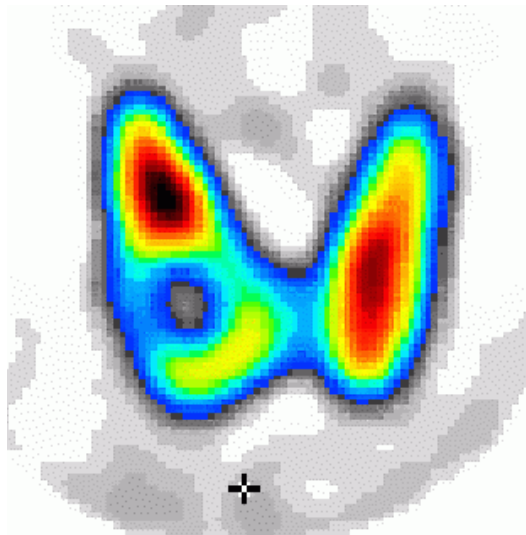
Sensitivität der bildgebenden Verfahren



Picomol Prozesse sind sichtbar !

Nuklearmedizin im Allgemeinen

- Funktionelle Information
- Sensitivität
- Spezifität



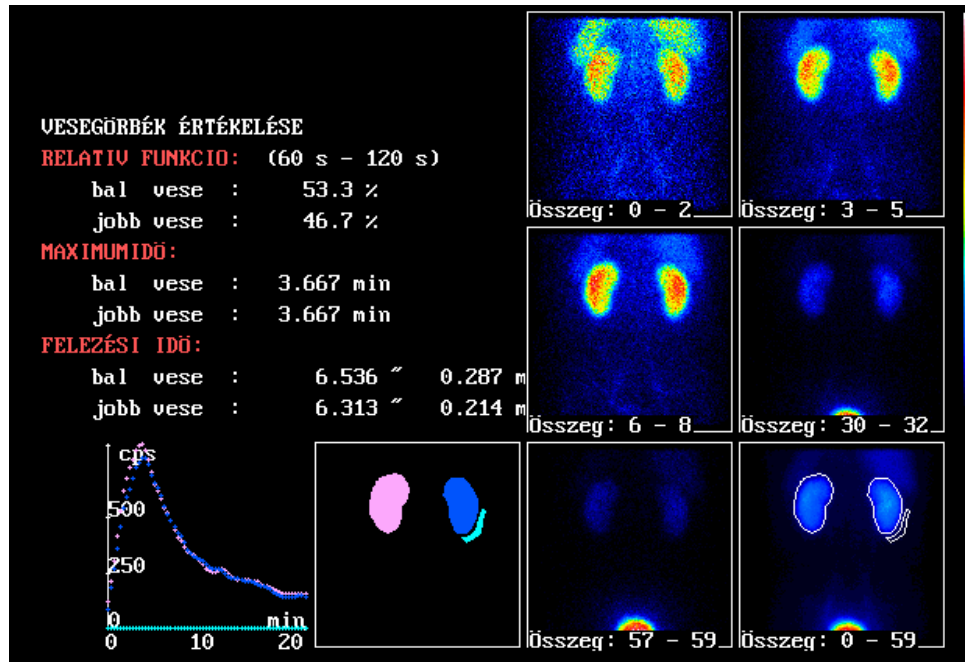
Nuklearmedizin im Allgemeinen

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

Nuklearmedizin im Allgemeinen

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

(Semi)-Quantitative Messungen



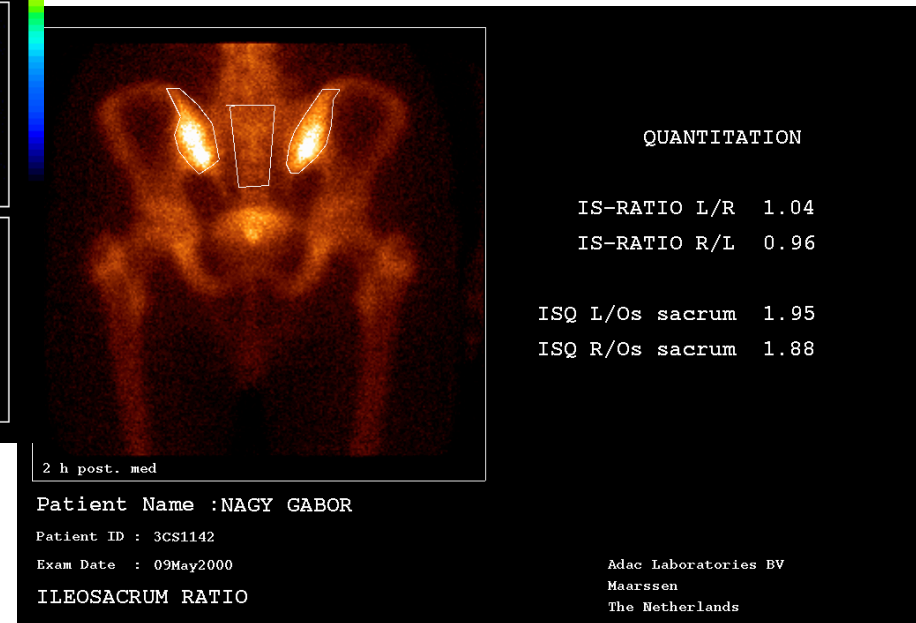
Zeit-Aktivitäts- Kurven

Quantitative PET

- **Semiquantitative:** Standard uptake value (SUV)

$$SUV = Q \times W / Q_{inj}$$
Aktivitätskonzentration x
Körpergewicht Bq.g-1 / applizierte Aktivität Bq
- **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

Nuklearmedizin im Allgemeinen

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

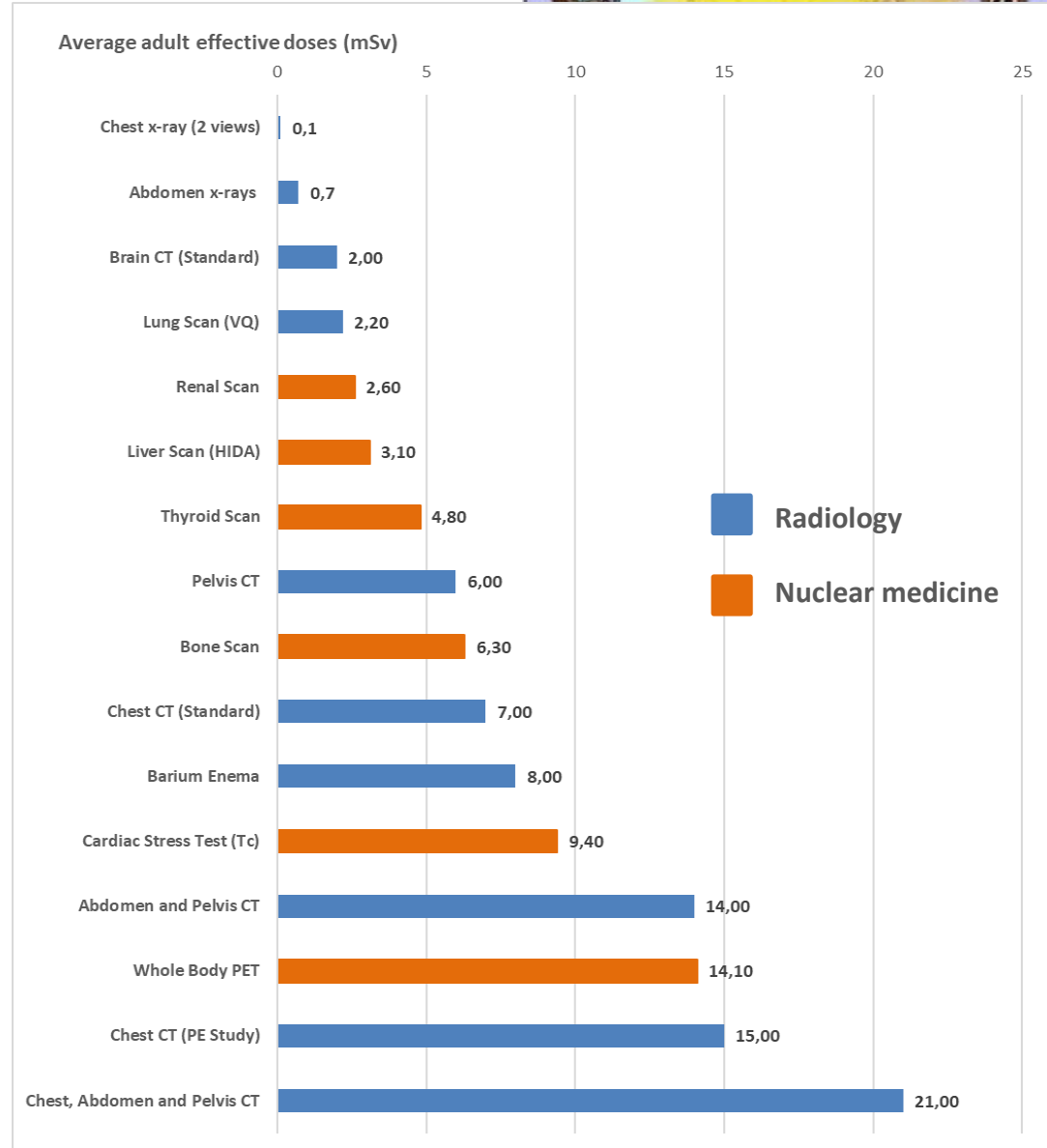
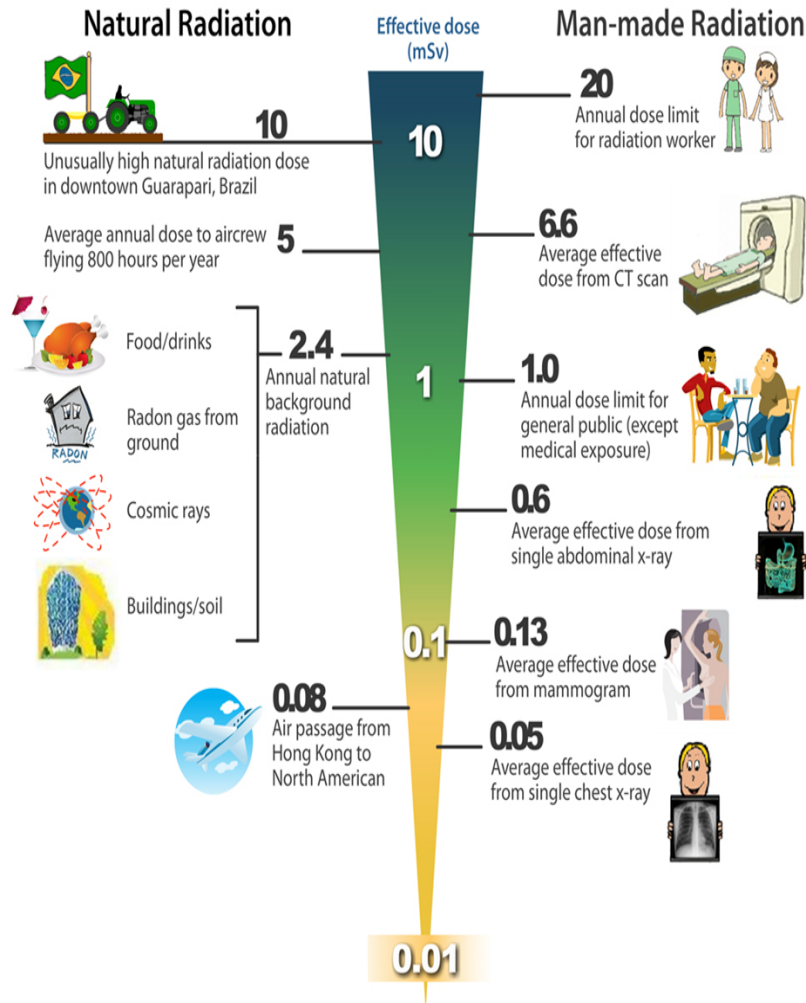
Nuklearmedizin im Allgemeinen

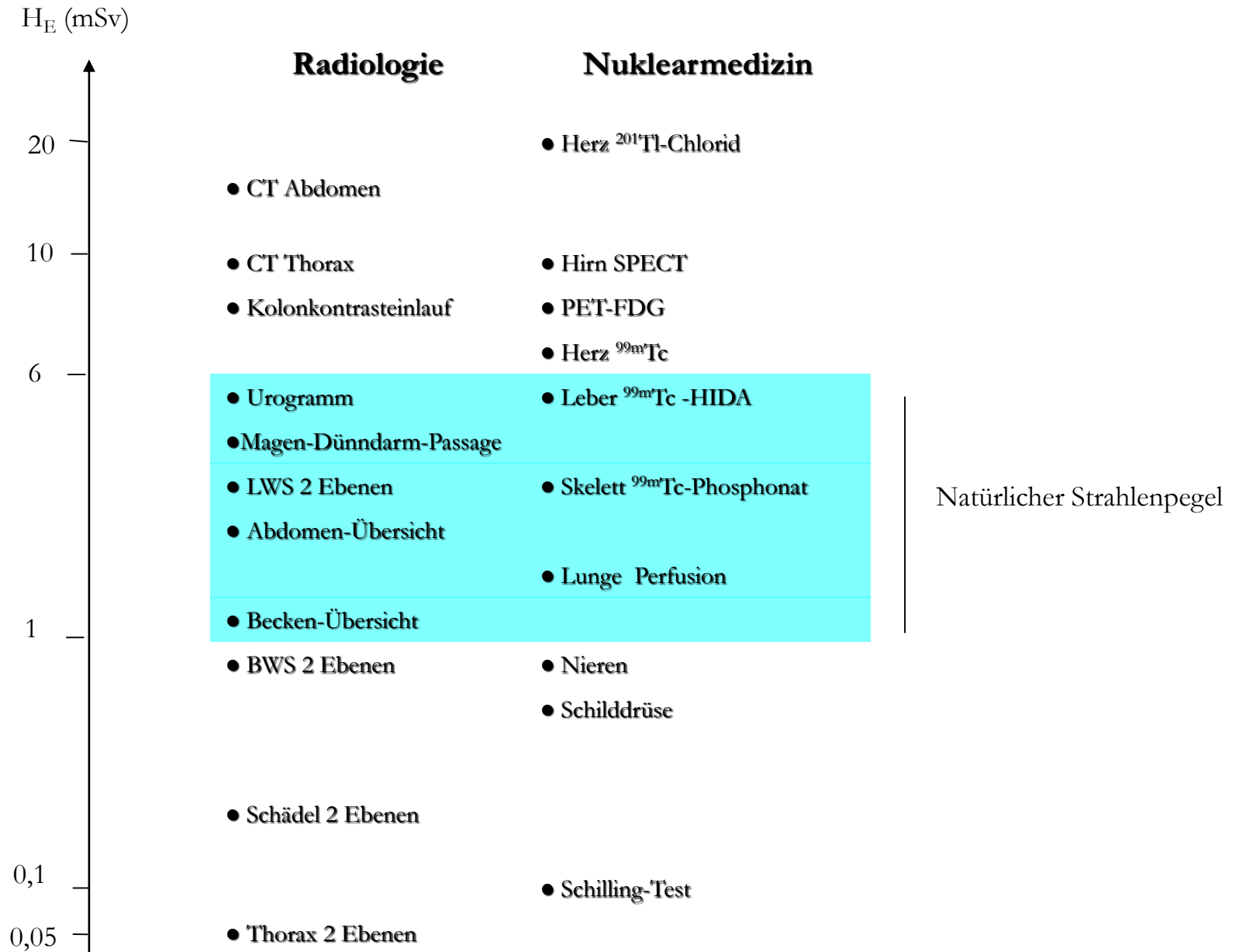
- Funktionelle Information
- Sensitivität
- Spezifität
- Non-invasiv
- (Semi)-Quantitative Untersuchungen
- „niedrige“ räumliche Auflösung
- Strahlenexposition

Radioaktive Strahlung:



Radiation in Daily Life





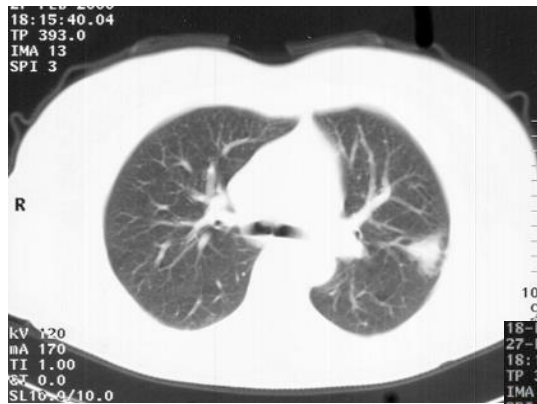
| <u>PET/SPECT</u> | <u>CT</u> |
|---|---|
| Niedrige räumliche Auflösug | Hohe räumliche Auflösug |
| Lange Untersuchungszeit | Kurze Untersuchungszeit |
| Metabolische Information | Morphologische Information |
| Differentiation von Narbe, viabilem und nekrotischem Tumor | Beurteilung des Ortes und der Ausdehnung |
| Hohe Spezifizität | Niedrige Spezifizität |

PET- CT kombiniert die Vorteile beider Modalitäten

Radiologie und Nuklearmedizin

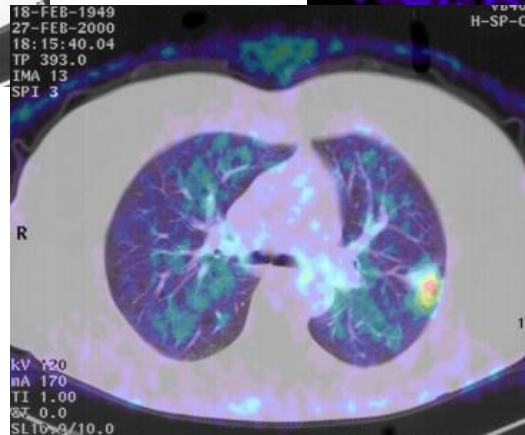
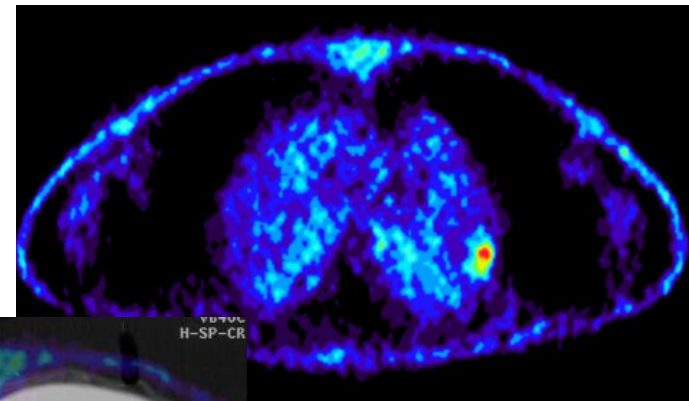
Morphologie

Radiologie



Funktion

Nuklearmedizin



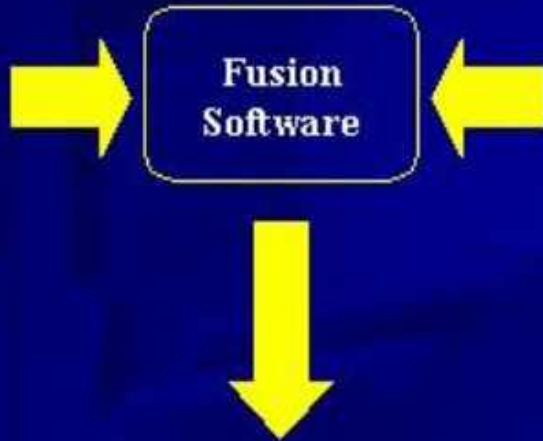
Simultane Auswertung der nuklearmedizinischen
Untersuchungen und CT Untersuchungen

**Die gute räumliche Auflösung der CT
hilft in der Beurteilung der Funktion
von kleinen Läsionen**

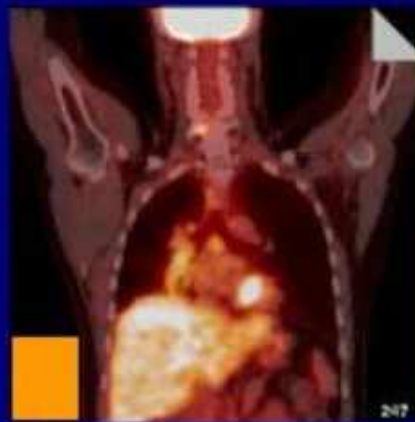
Bildfusion



Anatomy (CT)



Function (PET)



Fused image

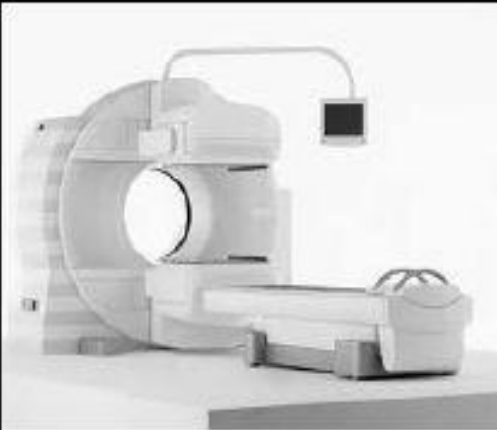
Hybrid-Geräte

SPECT/CT PET/CT

Charakterisierung der CT
Läsionen

Lokalisierung der Funktionen
schnelle und genaue Diagnose

Die Patienten liegen an denselben Gantry, SPECT
Untersuchung und CT folgen sich schnell nacheinander



Siemens
Symbia



Philips
Precedence



GE Discovery
NM/CT 670

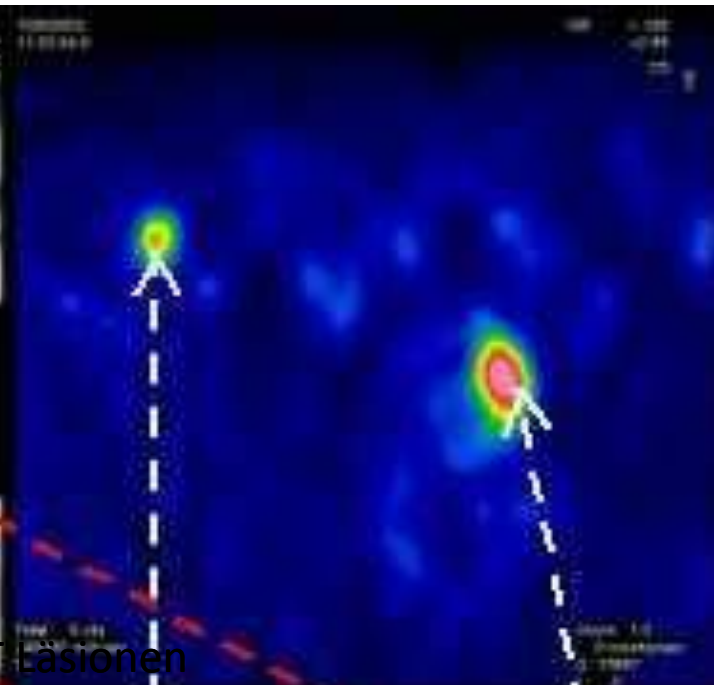
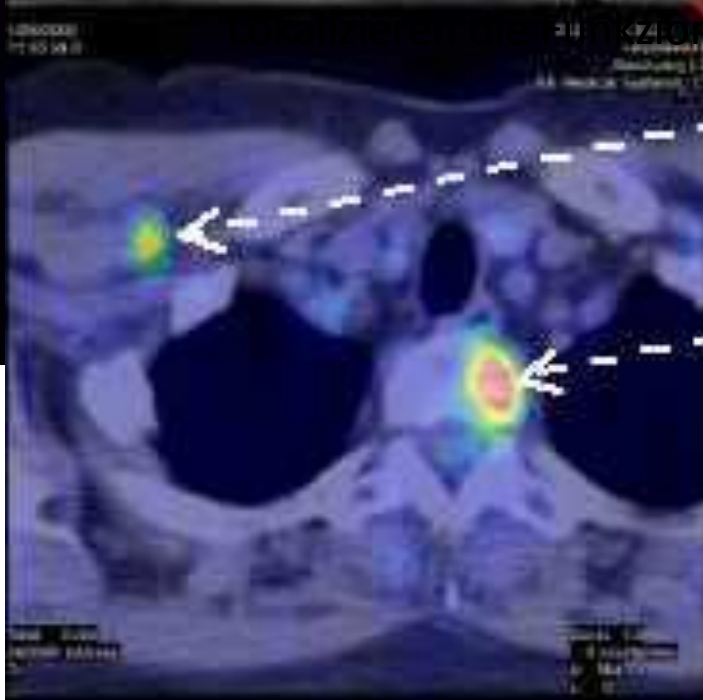


Mediso
AnyScan SC

SPECT/CT - k



Charakterisieren die CT Läsionen
Lokalisieren die Funktionen



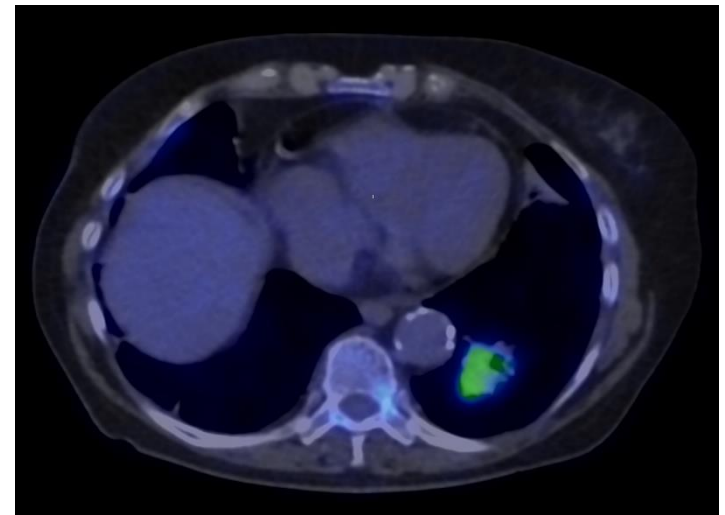
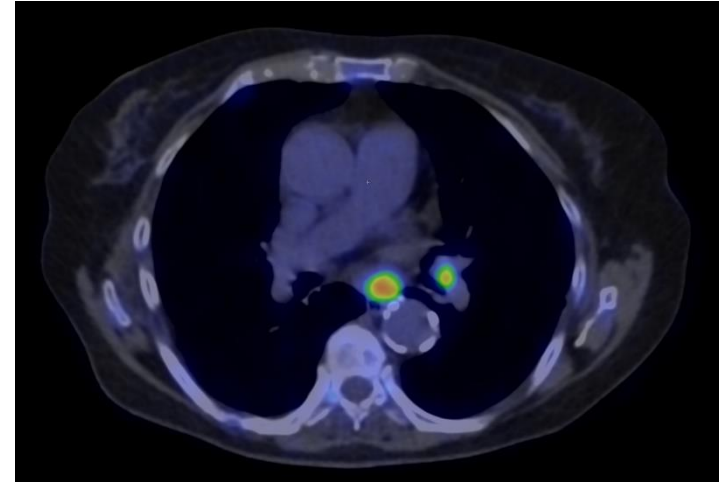
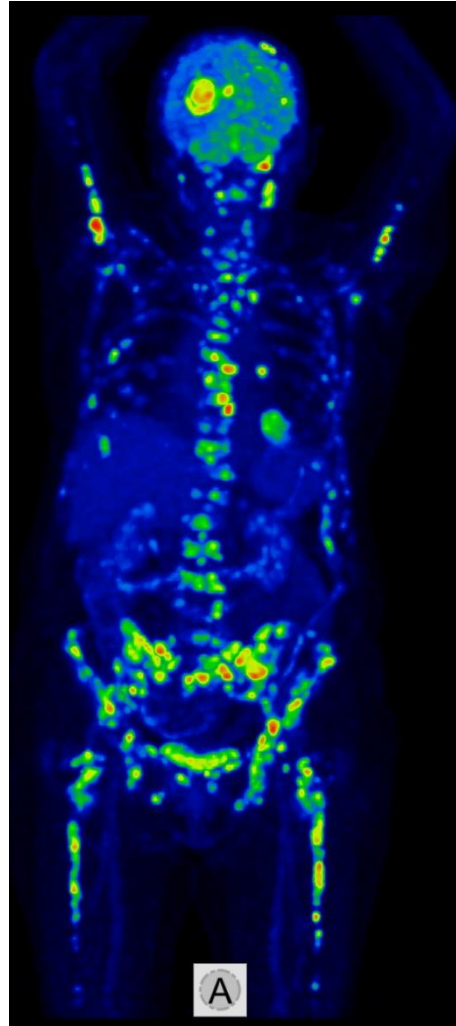
Lymph node
metastasis

Bone

metastasis

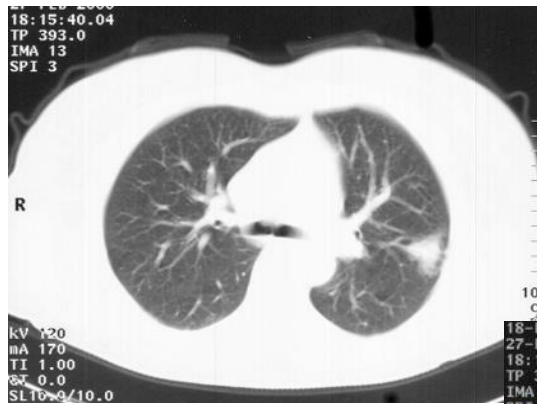
- Charakterisiert die CT Läsionen
 - Lokalisiert die Funktionen
- FDG-PET-CT

Hybride Darstellung in der Praktik

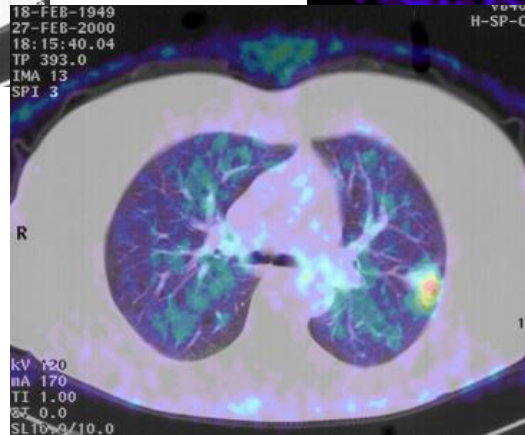
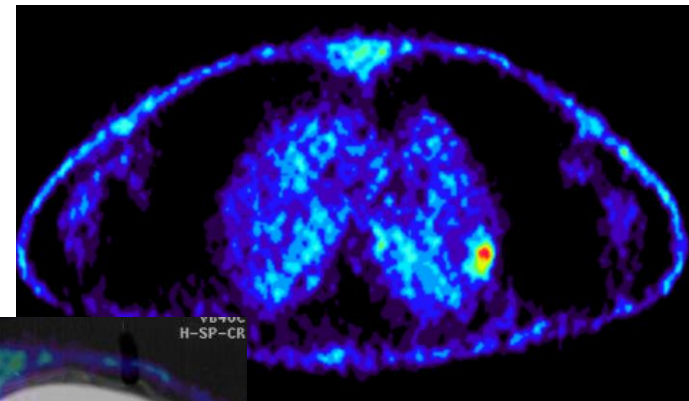


Die Zukunft ist HYBRID !!!!

Morphologie
Radiologie



Funktion
Nuklearmedizin

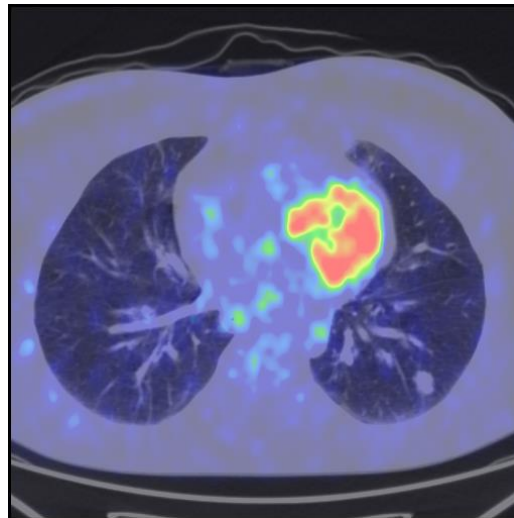


PET-CT Untersuchungen:

- FDG Untersuchungen
- NON-FDG Untersuchungen

FDG-PET in der Onkologie

■ Diagnose



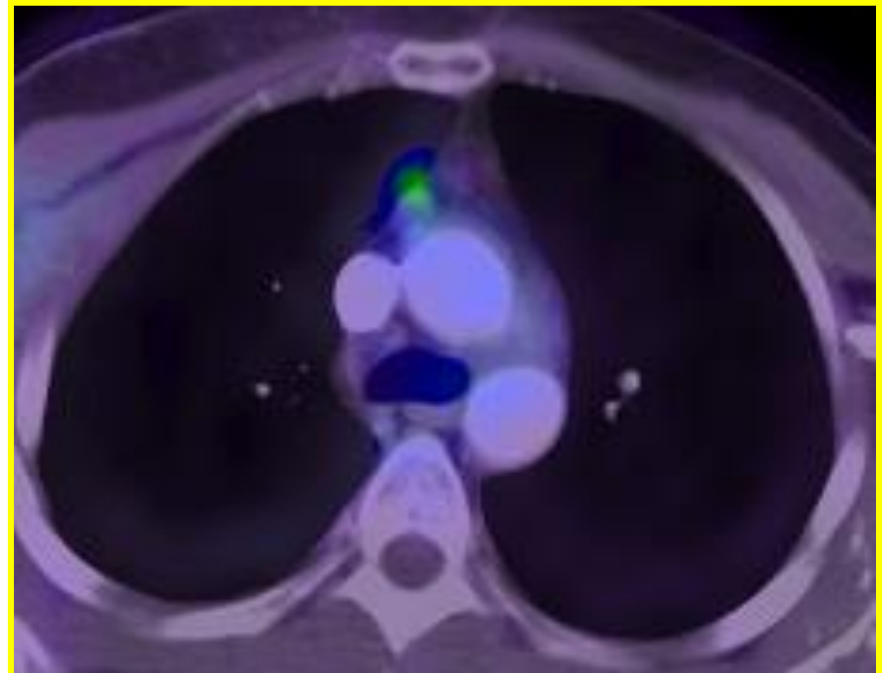
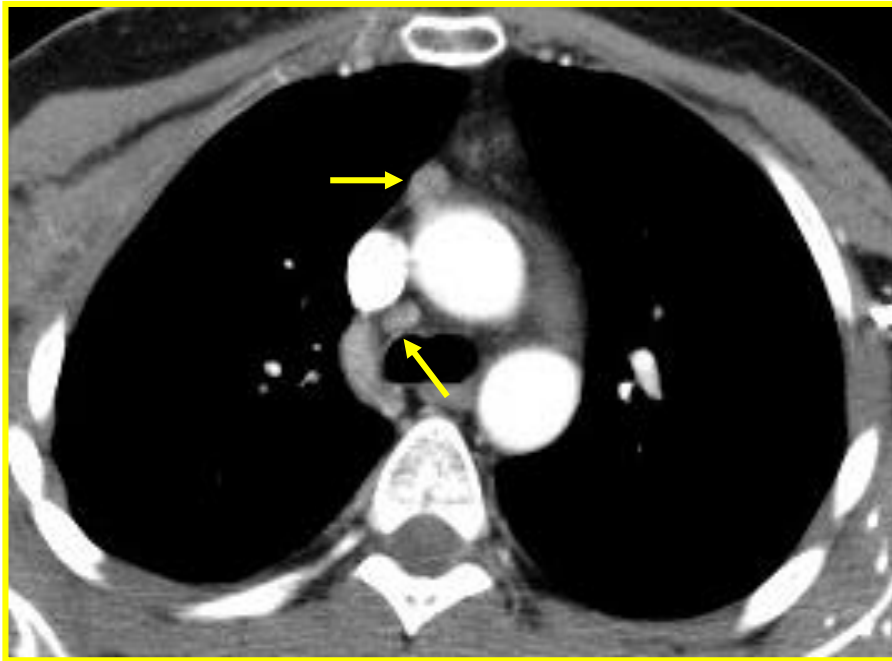
- Staging
- Therapiekontrolle



FDG-PET in Onkologie

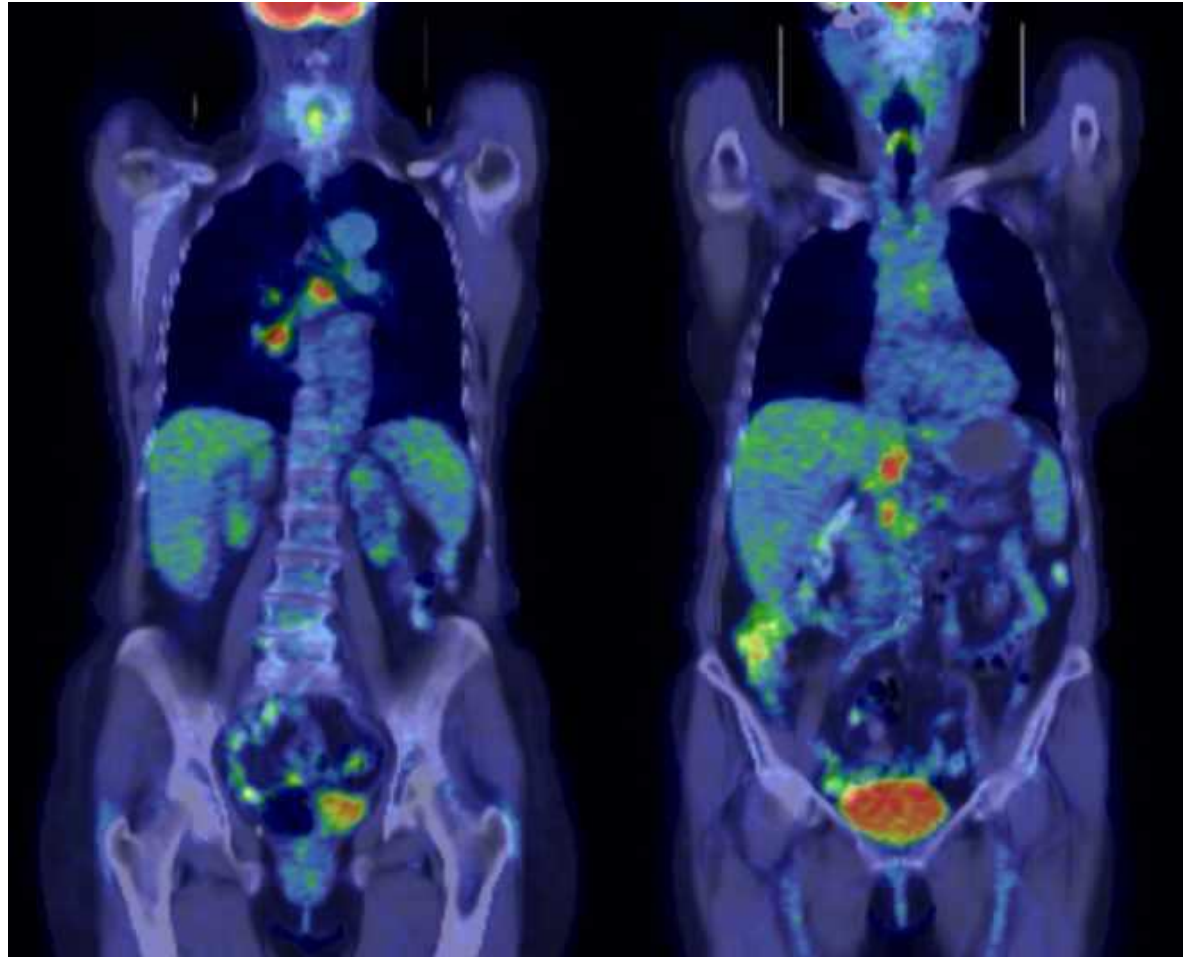
- **Staging**

- Lymphknoten
Metastase



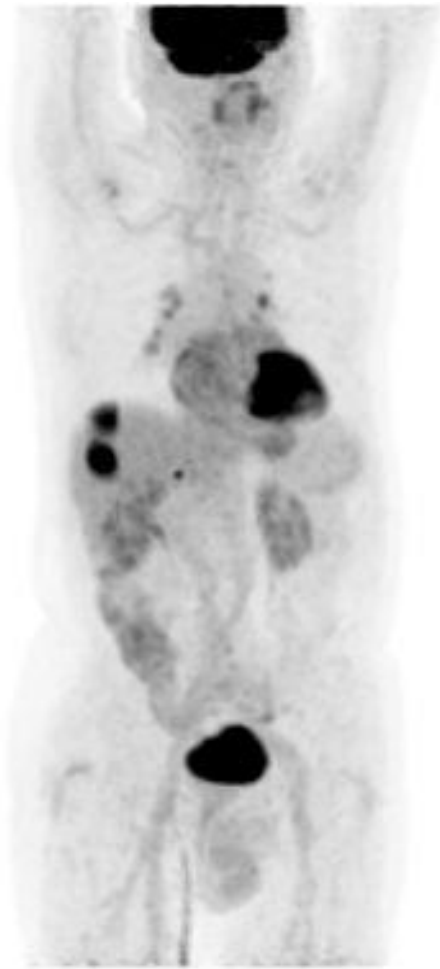
FDG-PET in der Onkologie

- Diagnose
- **Staging**



- Therapie Kontrolle

Detektion des Therapieeffekts nach dem Therapieabschluss



Kolorektales Karzinom - Metastasen

Frühe Detektion des Therapieeffekts während der Therapie



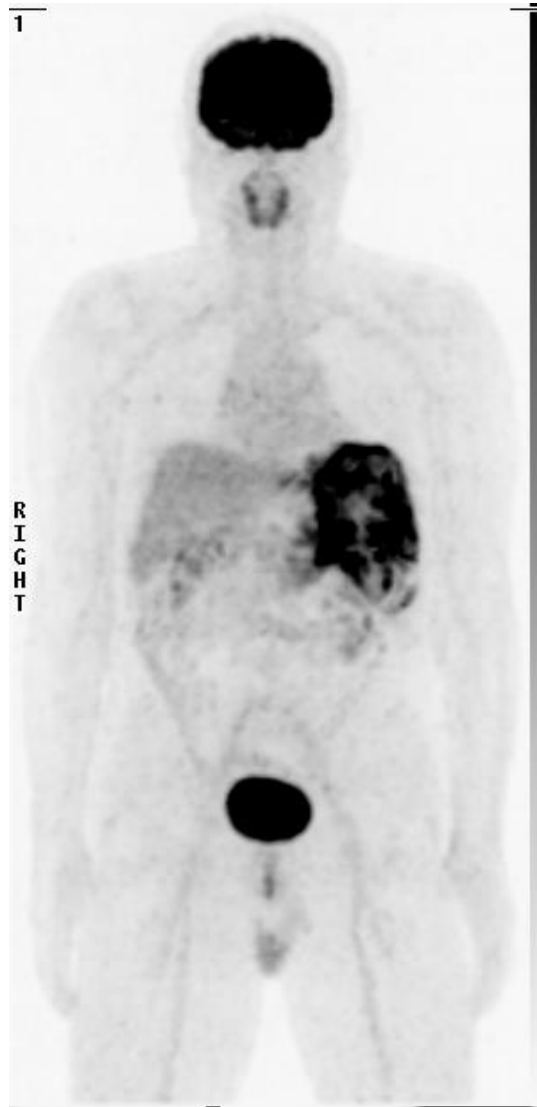
Hodgkin Krankh.
Vor der Therapie



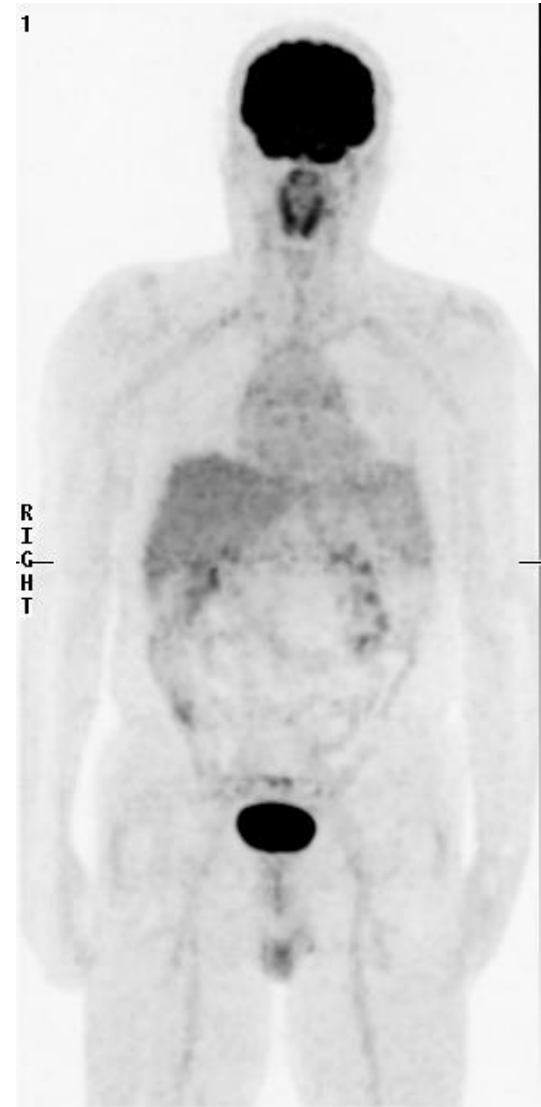
Nach zwei Zyklen

Detektion des Therapie Effekts nach dem Therapieabschluss

GIST

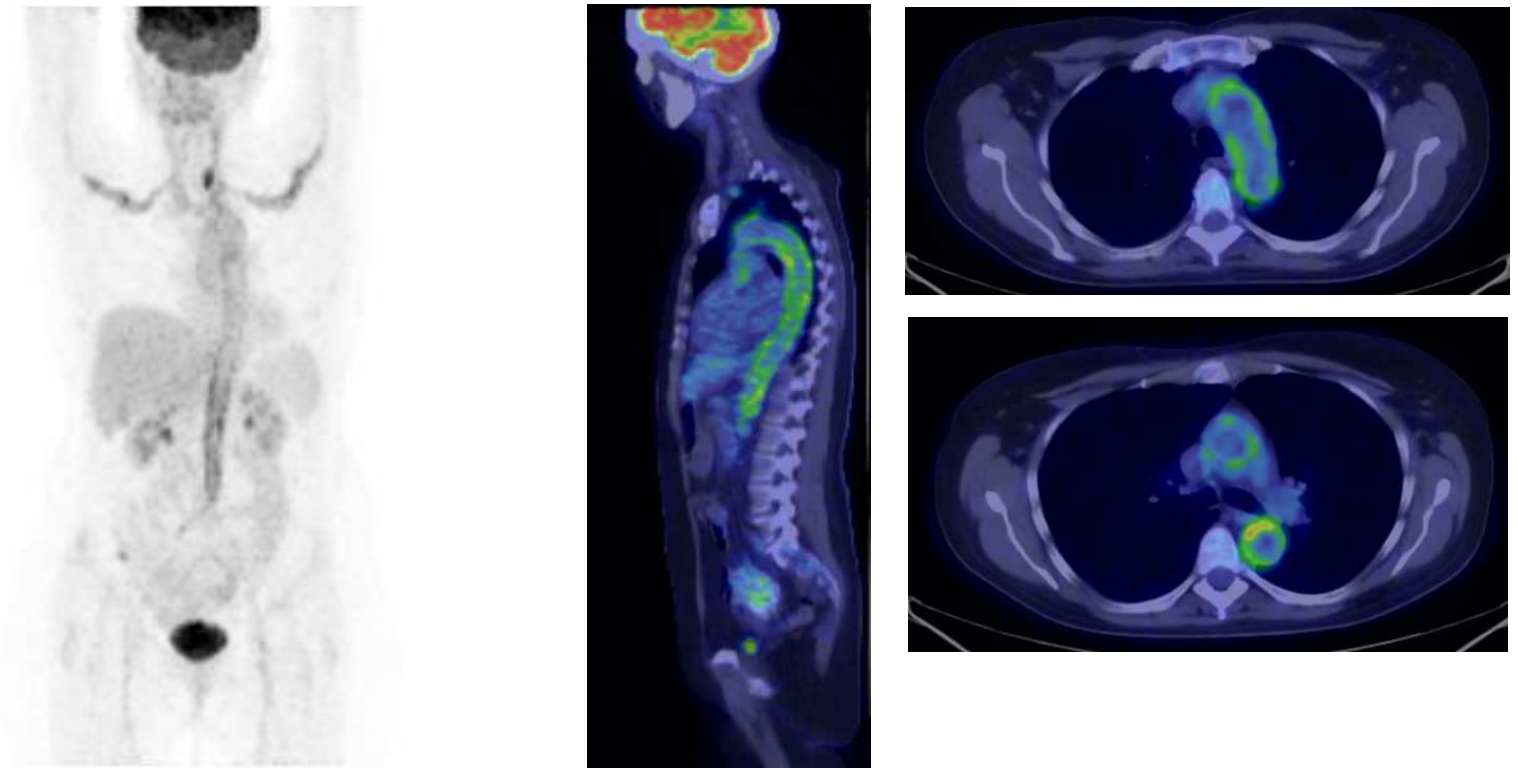


Vor d.
Therapie



Nach d.
Therapie

Entzündung: Die Rolle von FDG-PET in Vaskulitis



FDG-Aufnahme ist nicht nur bei bösartigen Tumoren zu sehen

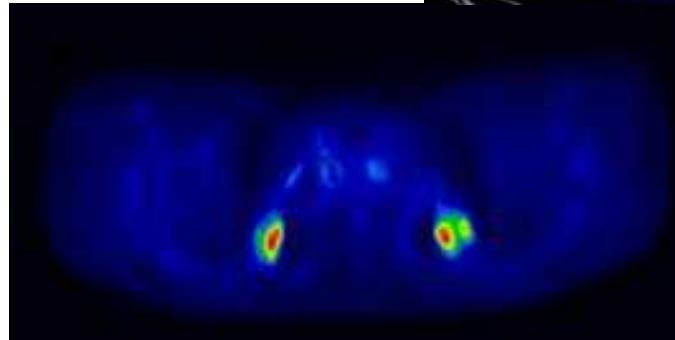
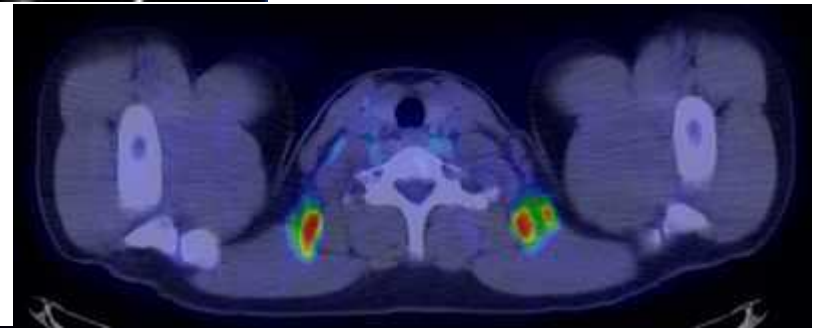
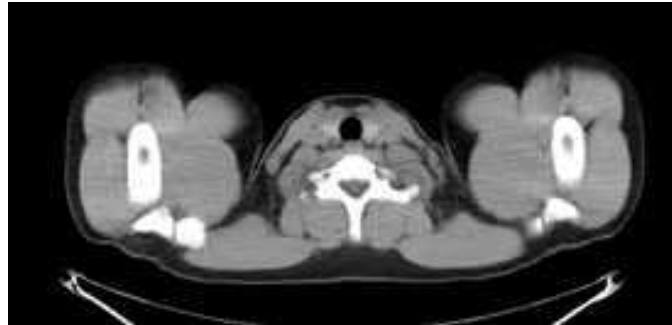
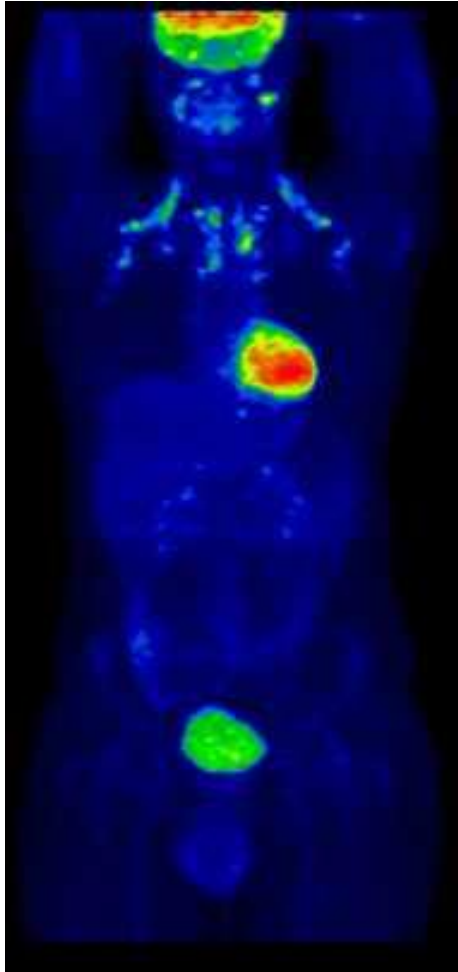
Grenzen der FDG-PET

- 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

Aktivität des braunen Fettgewebes



Angenommene Indikationen für FDG-PET

- Diagnose /Differenzierung gutartiger und bösartiger Lesionen/
 - Lungen Tumore (Rundherd)
 - residuelle Raumforderungen nach der Therapie in Lymphomen
 - Raumforderungen in Pancreas
 - unbekannter Primärtumor

- Staging und restaging
 - maligne Lymphome
 - Mamma-Karzinom
 - Kopf-Hals Karzinom
 - Lungen Karzinom
 - Oesophagus Karzinom
 - malignes Melanom
 - rezidivierendes kolorectales Karzinom
 - rezidivierendes Schilddrüsen-Karzinom

- Therapie Kontrolle
 - maligne Lymphome

Nicht alle Tumoren nehmen FDG auf !

Prostata

Leberzellkarzinom (cholangiozelluläres
Karzinom)

Differenzierte neuroendokrine Tumoren

Muzinöses Karzinom

Lobuläres Karzinom

etc ...

Wo glykolytische Aktivität nicht genug hoch ist

Suche nach Knochenmetastasen von **Prostatakrebs** sind PET-CT Untersuchungen mehr sensitiv, aber heute noch teuer und begrenzt

- PET-CT mit ^{18}F -NaF in alle Fragestellungen
- PET-CT in Prostatacancer : ^{11}C und ^{18}F Cholin
- PET-CT und SPECT-CT mit radioaktiven markierten PSMA (nur in Prostatacancer !?)
- SPECT Untersuchung ,Knochenszintigraphie

18F-NaF ist mehr sensitiv, vergleich mit 18F-Cholin

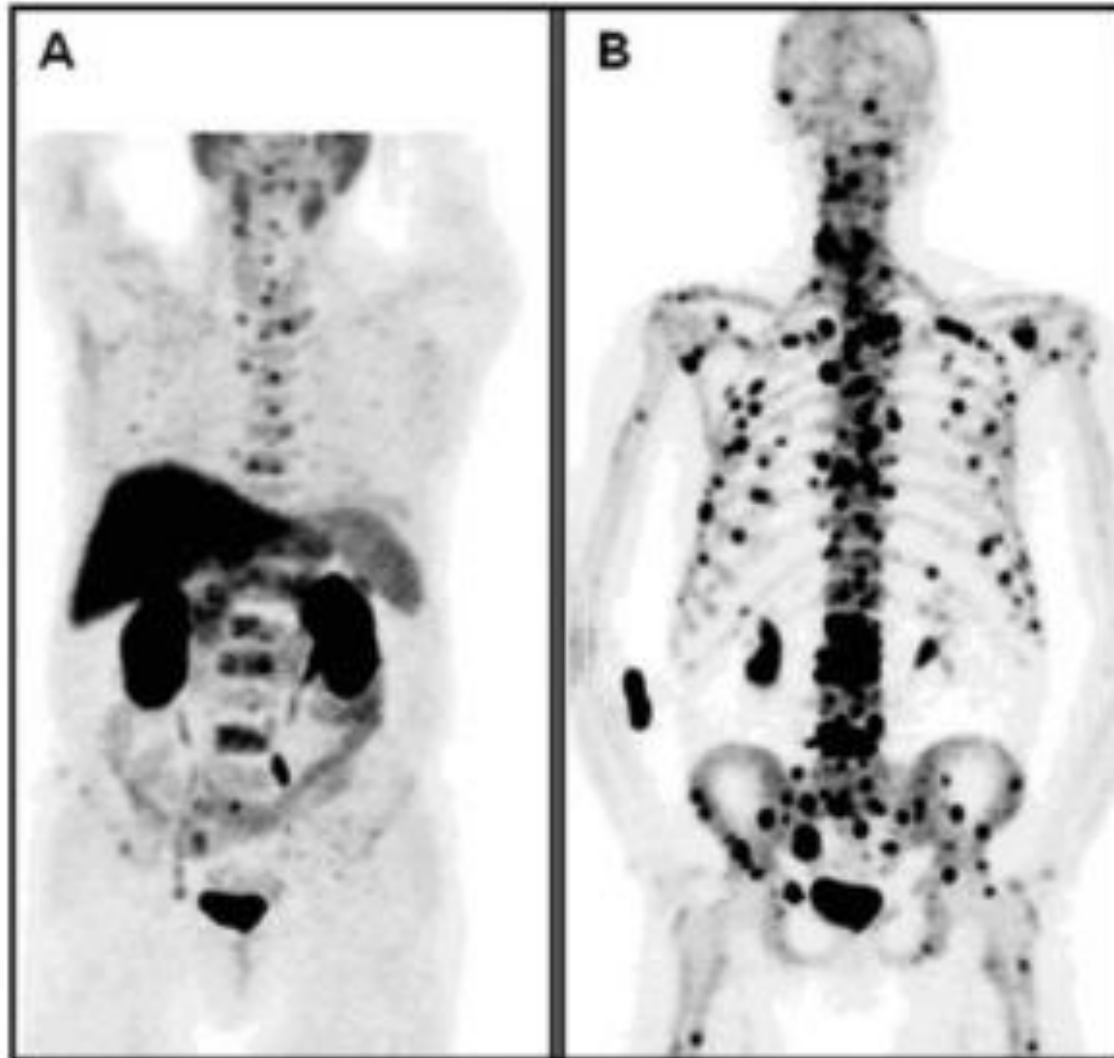


Figure 7 (A) FCH PET (MIP-Image); (B) Fluoride PET (MIP-Image). Fluoride PET demonstrated higher sensitivity than FCH PET for detection of BM (statistically not significant).

^{18}F -NaF PET/CT Prostatakarzinom Metastazen

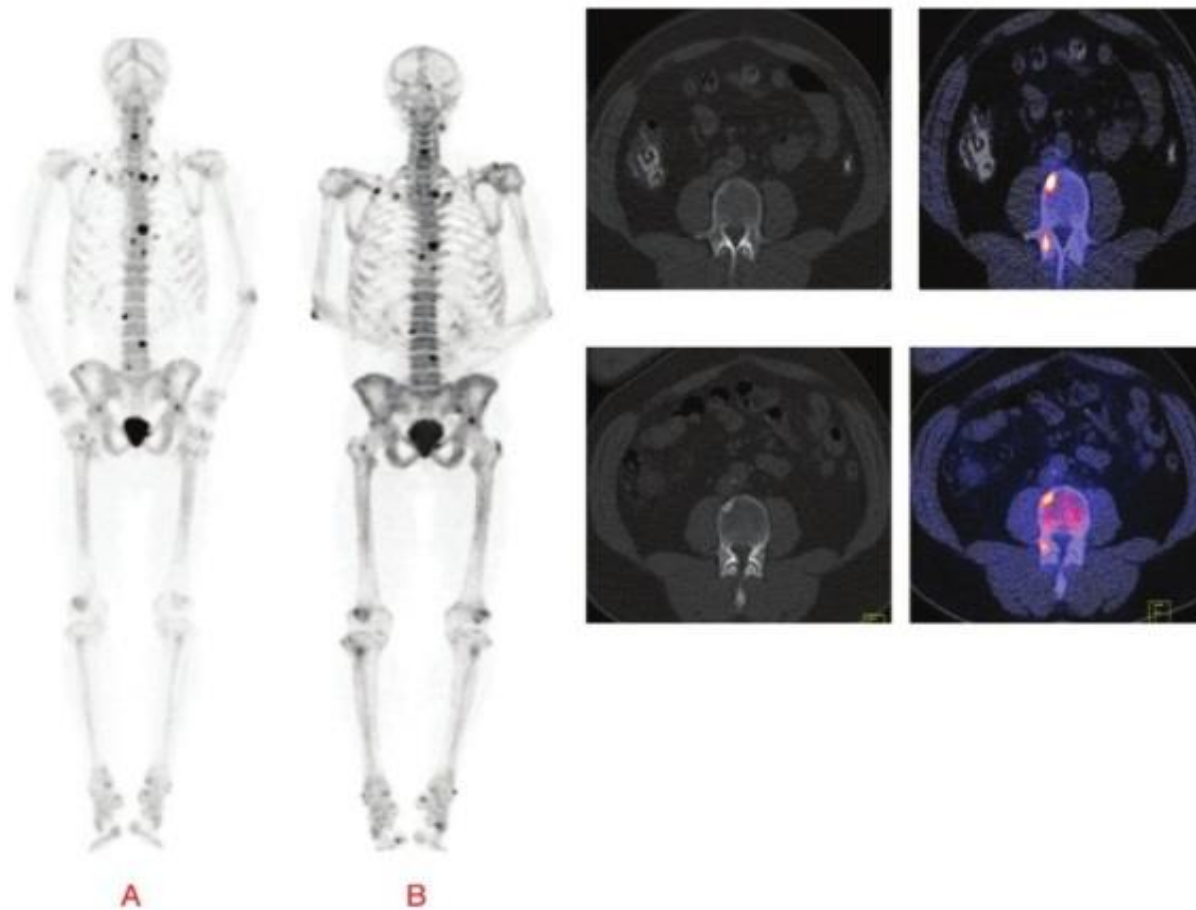


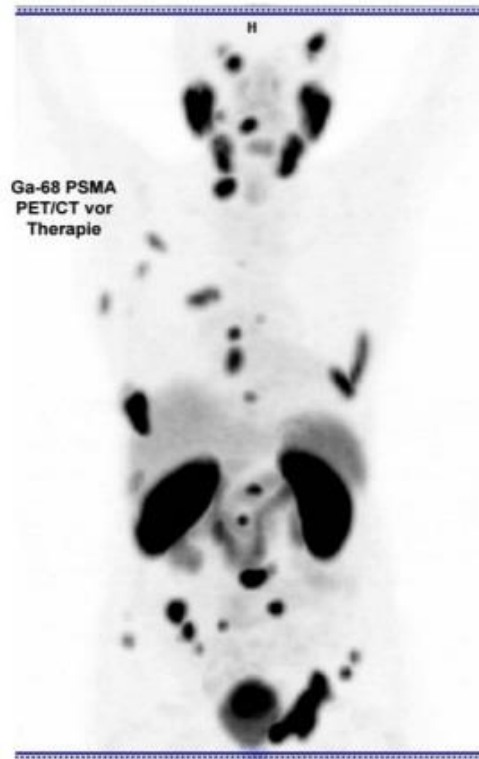
Fig. 2. Demonstration of widespread osseous metastatic disease with ^{18}F -NaF PET/CT: maximum intensity projection images of ^{18}F -NaF PET/CT (A) at baseline, (B) at 6 months after start of therapy, (C) transaxial CT and fused ^{18}F -NaF PET/CT appearance of a lesion in L4 at baseline and at 6 months with demonstration of therapy-induced decline in lesion ^{18}F -NaF uptake and increase in sclerosis.

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...

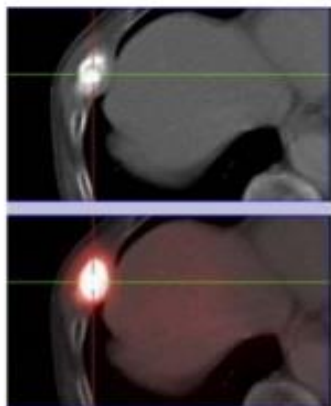
Diagnose und Therapie mit denselben Substanzen

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

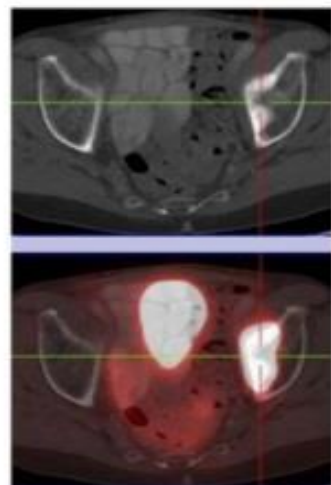
Prof. Dr. med. Richard P. Baum / Dr. med. Franz C. Robiller

Klinik für Molekulare Radiotherapie / Zentrum für Molekulare Bildgebung (PET/CT)

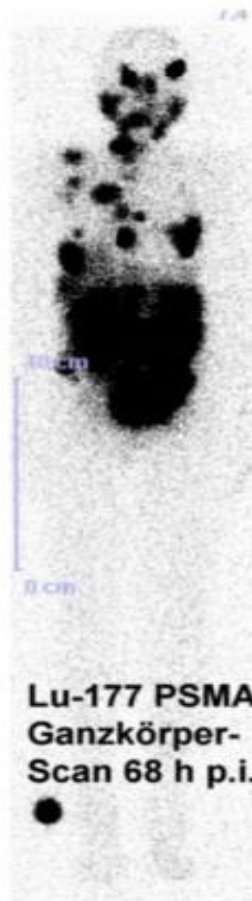
ENETS Center of Excellence, Zentralklinik Bad Berka



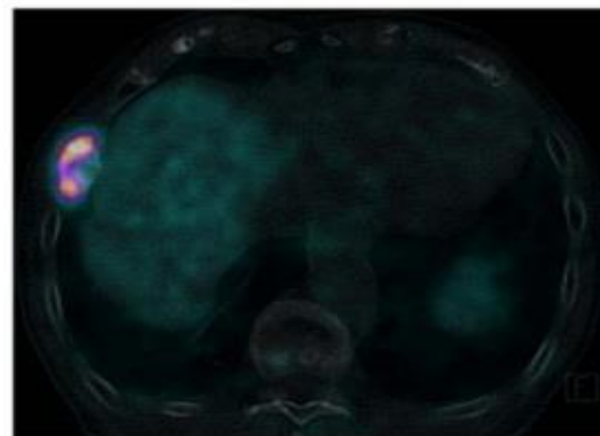
Ga-68 PSMA PET/CT vor Therapie



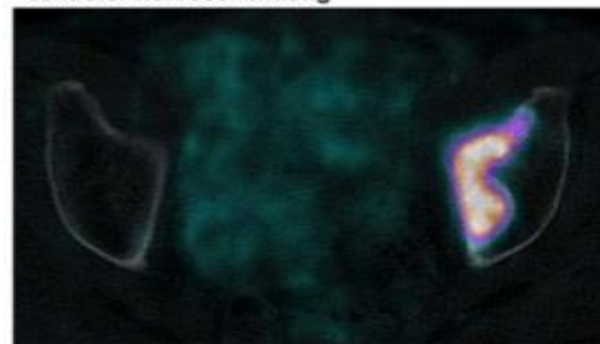
I



**Lu-177 PSMA
Ganzkörper-
Scan 68 h p.i.**



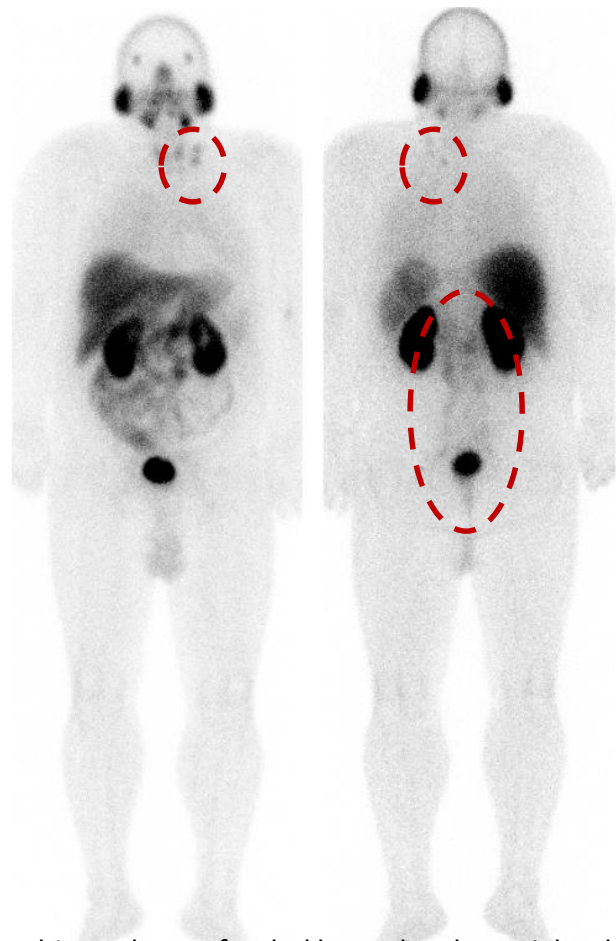
**Ga-68 PSMA PET/CT nach 1. Lu-177 PSMA
Therapie: Visuell (z.T. auch quantitativ) sehr
guter Therapie-Response mit Abnahme der
Uptake-Werte in den Target-Läsionen sowie
zentraler Nekrosenbildung**



Schmerzenreduktion und Lebensverlängerung !

Lymph Node Involvement

MIP-1404-201 Patient 504-004



99mTc PSMA ist eine weit verbreitete
Lymphknotenmetastase



This study was funded by Molecular Insight Pharmaceuticals, a subsidiary of Progenics Pharmaceuticals, which has a proprietary commercial interest in ^{99m}Tc -trofolostat

Dabasi G, Barra M, Bús K

Am häufigsten verwendete NON-FDG Radiopharmaka zu PET-CT

- ^{18}F -DOPA
- ^{18}F -NaF
- Cholin: ^{11}C - und ^{18}F - Cholin
- ^{11}C -Methionin
- Ga-68 DOTA-Chelate
- Ga-68 PSMA

Diagnostik und Therapie mit Theranostics:

Mit Gammastrahler und Positronenstrahler Isotopen markierten Radiopharmaka werden SPECT und PET Untersuchungen durchgeführt:

| | | |
|------------------------------|-------|--|
| 111In-Octreotid (Octreoscan) | SPECT | Neuroendokrine Tumoren |
| 99mTc-Octreotid (Tektrotyd) | SPECT | |
| 123-I MIBG | SPECT | Phaeochromocytom, Paragangliom, Neuroblastom |
| 123I-I Najodid | SPECT | Differentierten Schilddrüsenkarzinom |
| 68Ga- DOTATOC | | PET Neuroendokrine Tumoren |
| 68Ga- DOTATE | | PET |
| 68Ga- DOTANOC | | PET |
| 68Ga- PSMA | | PET Prostatakarzinom |

Mit Betastrahler und Alphastrahler markierte Radiopharmaka werden Radionuklide Therapie durchgeführt

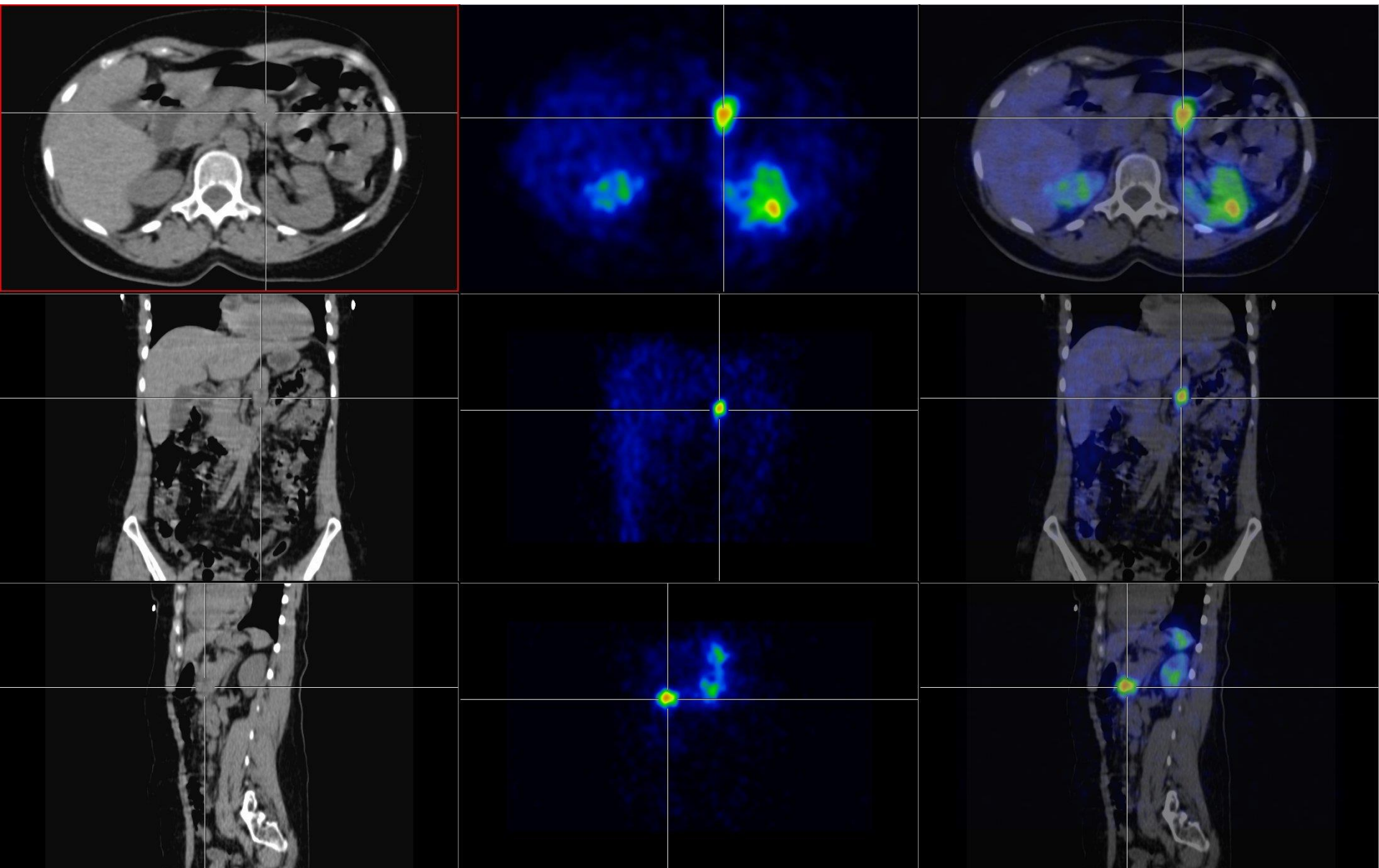
Peptidrezeptor-Radionuklid- Therapie

131-I MIBG- Therapie

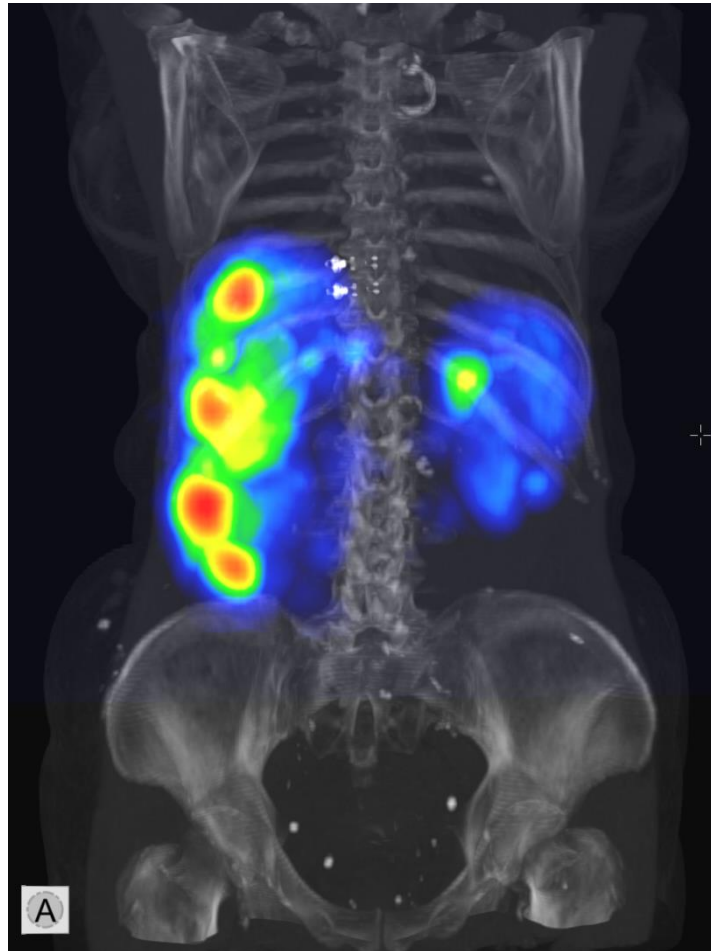
177Lu-PSMA.....

131-I Najodid-Therapie

Kleiner neuroendokriner Tumor in dem Pankreas

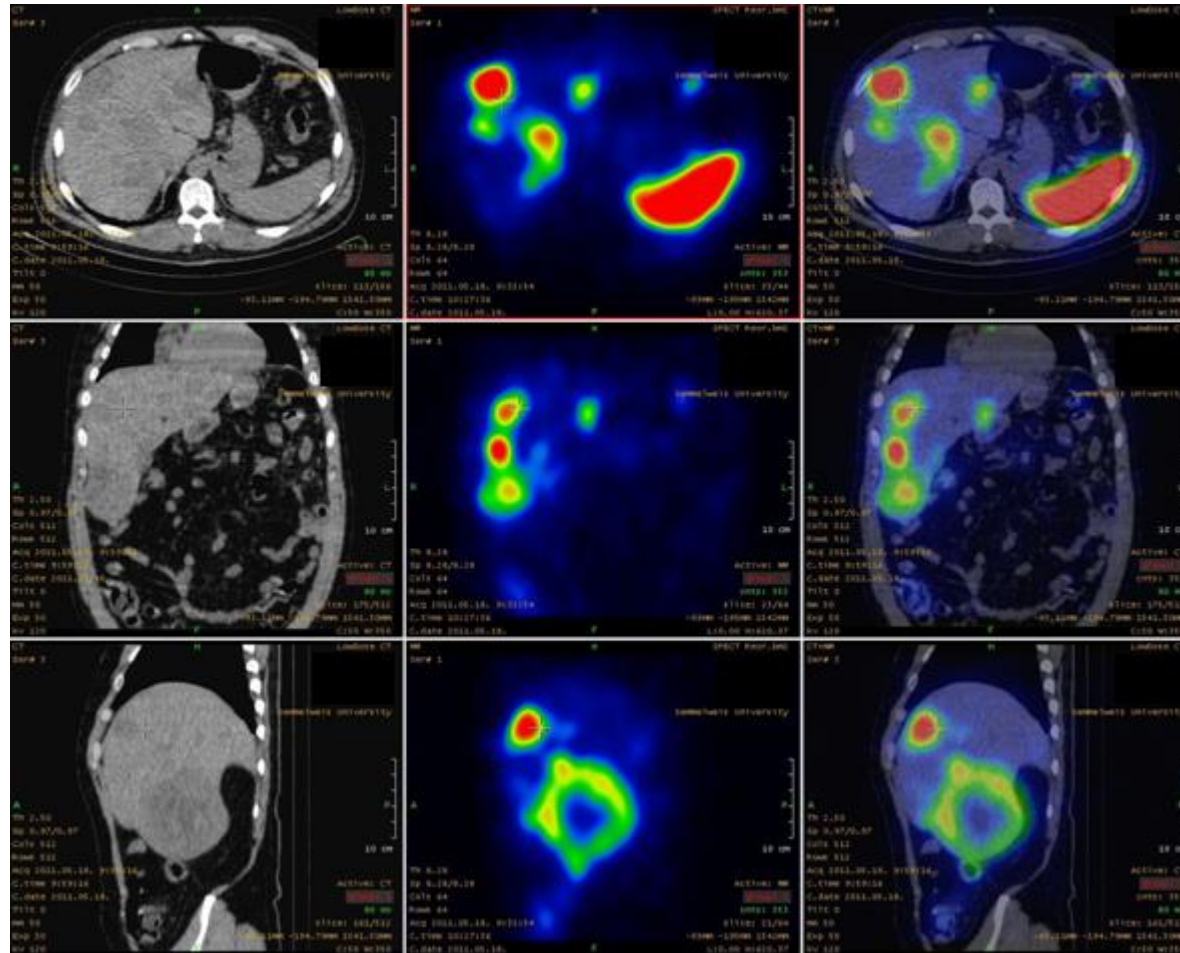


Lebermetastasen akkumulieren Somatostatin-Analoga –
Nur die kranken Zellen sind sichtbar auf dem szintigraphischen Bild!



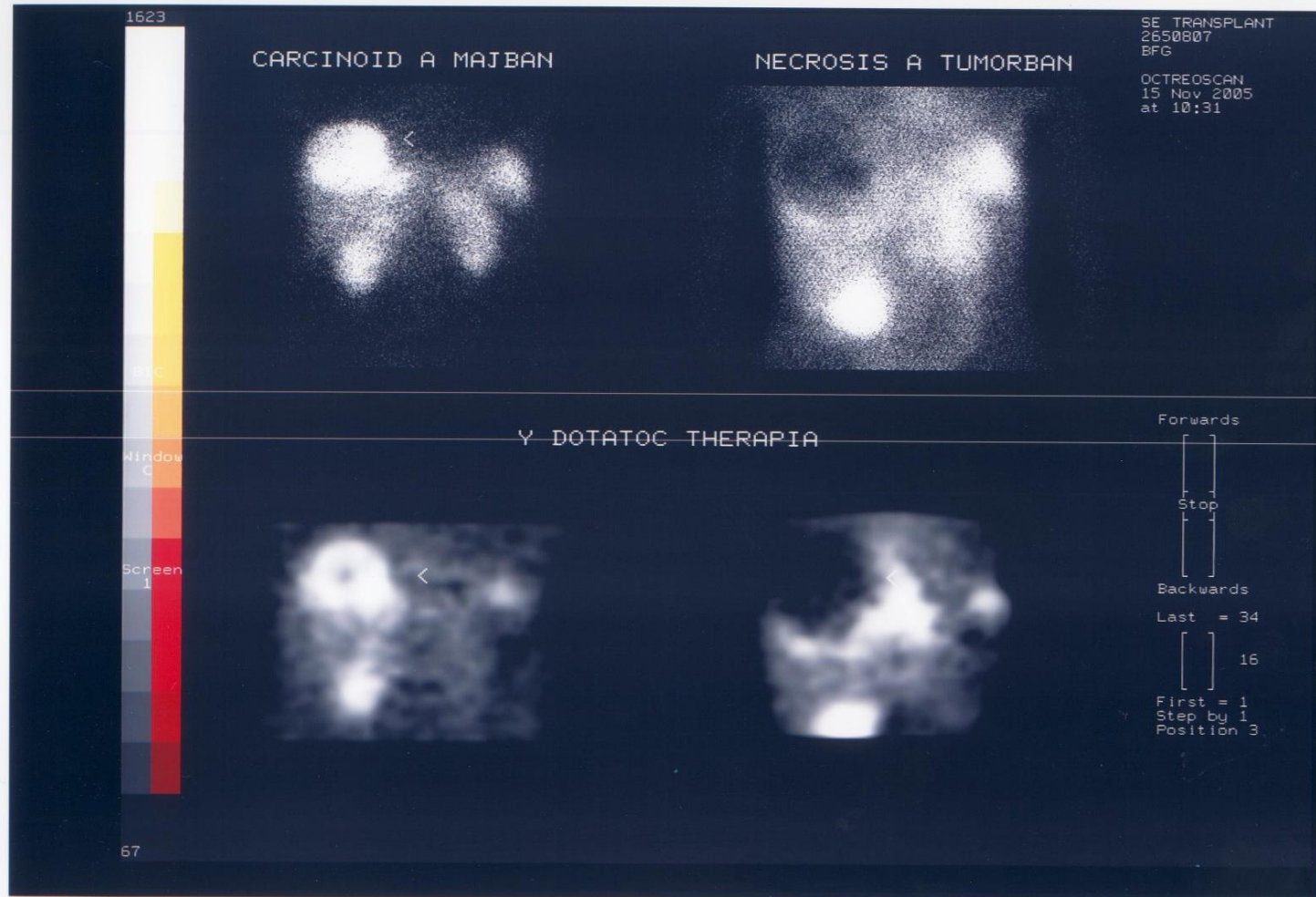
SPECT/CT

Radionuklidtherapie (Nekrose ist zu beobachten)



Y-90-DOTATOC SOMATOSTATINREZEPTOR- RADIONUKLIDTHERAPIE

VOR UND NACH

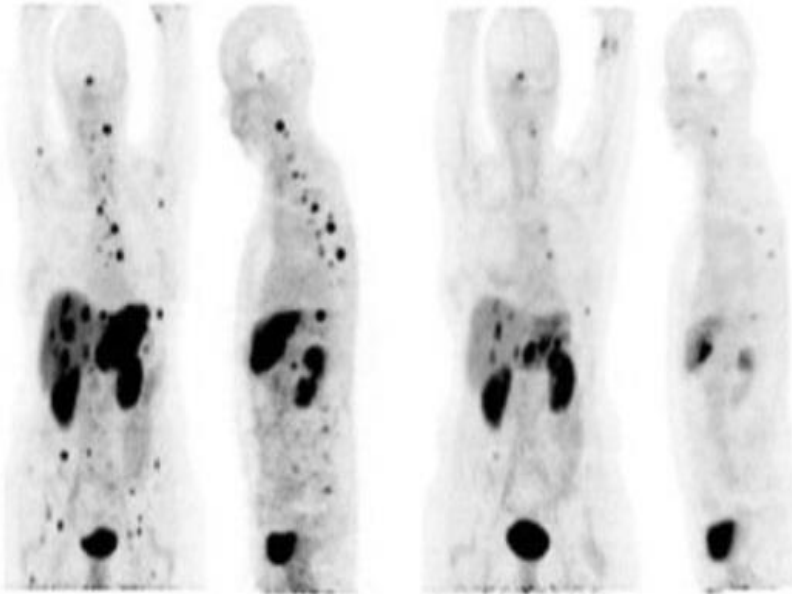


Peptidrezeptor –Radionuklid-Therapie

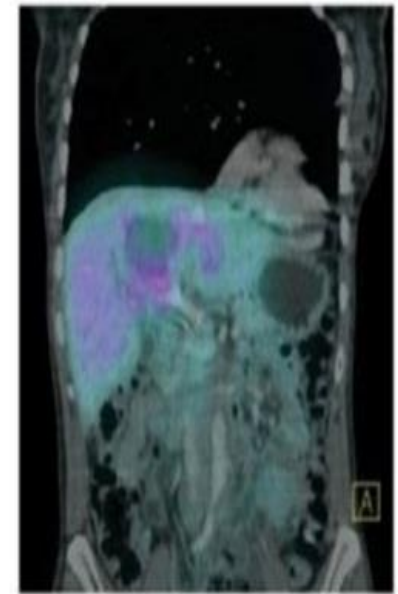
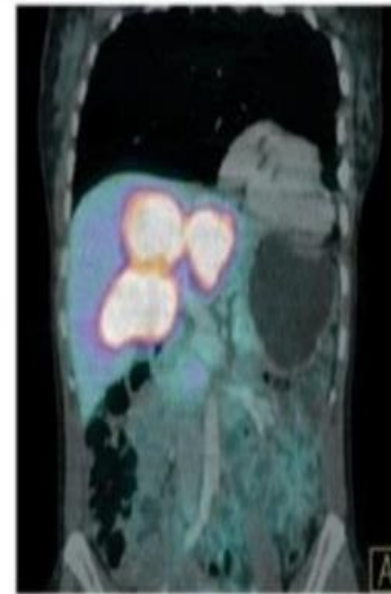
- ^{177}Lu oder ^{90}Y -DOTA- markierte Radiopeptide binden an Somatostatin Rezeptoren neuroendokrine Tumorzellen
- Im Vergleich von Patienten Kollektiven wird durch die PRRT ein Überlebensgewinn von 40 bis 72 Monaten beschrieben.(Netter-I- trial)

Therapeutische Wirkung nach der Gabe Alphastrachler Bi-213-DOTATOC

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



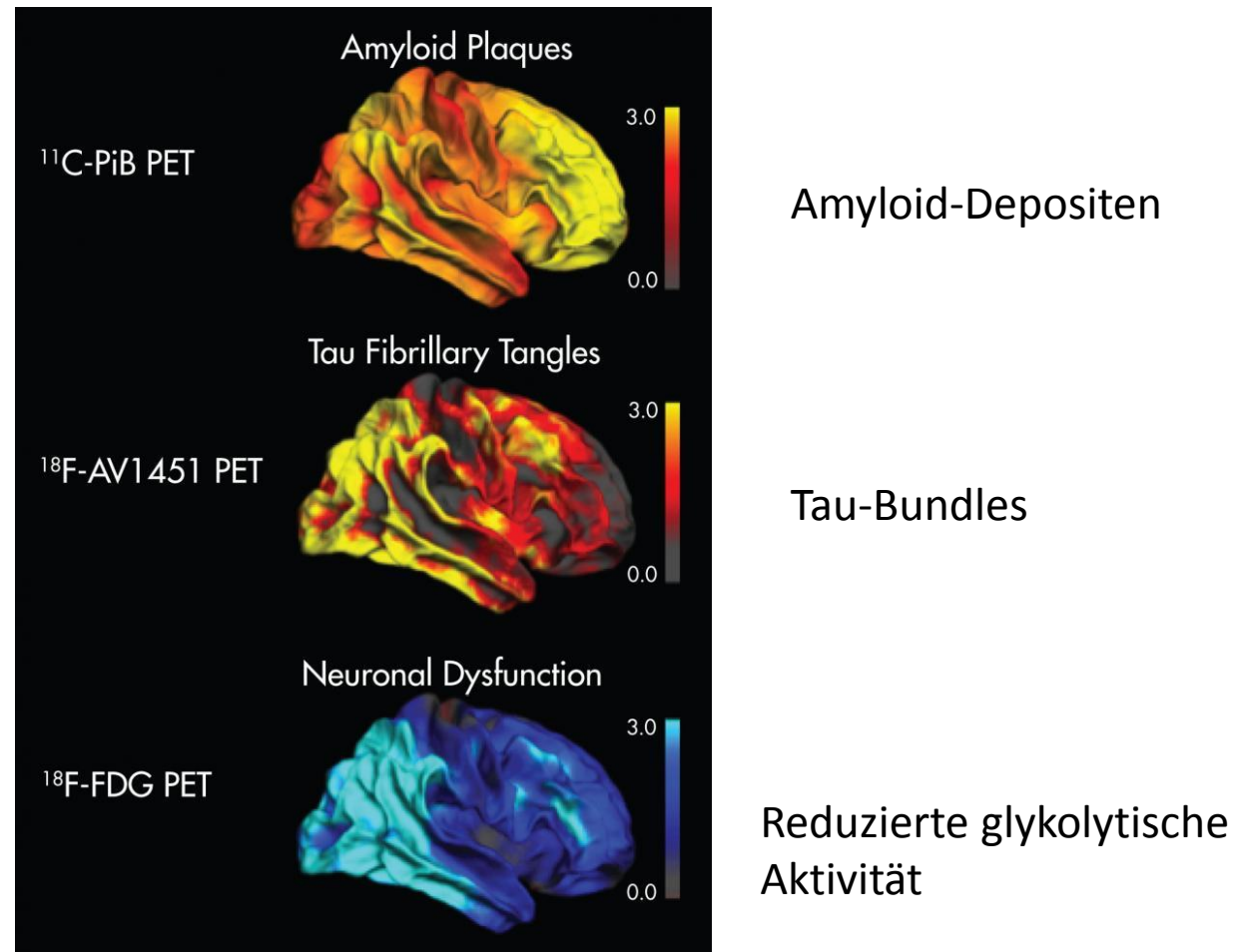
Case I: Shrinkage of liver lesions and bone metastases
after i.a. therapy with 11 GBq Bi-213-DOTATOC



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

ZUKUNFT: Früherkennung der Alzheimer-Krankheit !

Schädigung der Tau-Protein Stoffwechsel und Amyloid-Depositen sind sichtbar



Das Bild des Jahres 2016 !!

Die Definition der Nuklearmedizin, heute:

F. Verzijlbergen: Lyon. October 2013

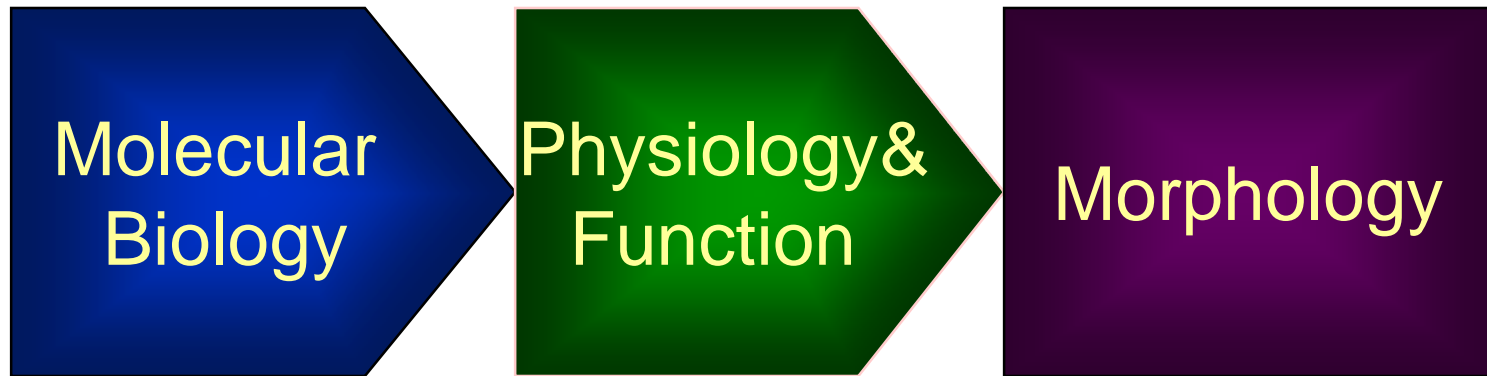
- Molekulare Bildgebung
- Nachweis abnormer Prozesse und Funktionen in der Zelle vor dem Auftreten klinischer Symptome!

Es hilft Ihnen, den Verlauf der Krankheit zu kennen.

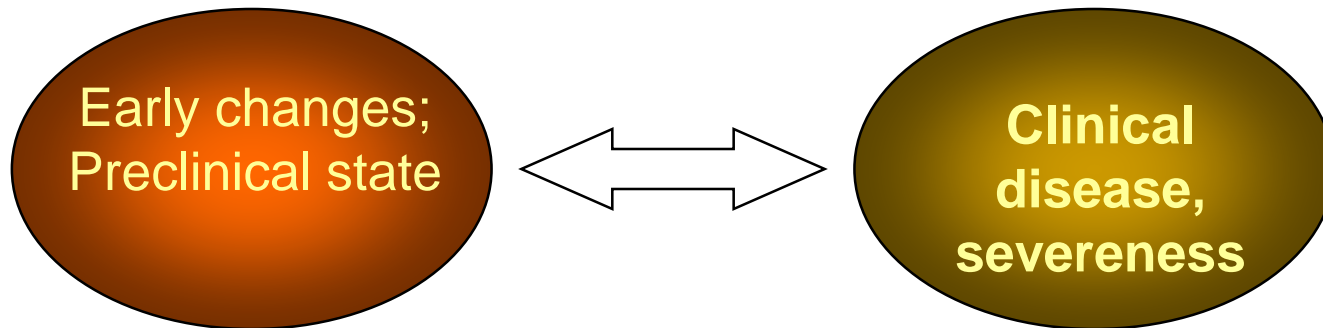
Definiert eine "personalisierte" Behandlung.

Prozess der Krankheit

Molekulare , histologische und morphologische Veränderungen



Frühe Veränderungen; Präklinischer Zustand, Klinische Erkrankung, Schweregrad



Warum Nuklearmedizin ?

- Empfindlichkeit: Pico-Nanomol / g
- Kein Einfluss auf die biologischen Funktionen
- Zahlreiche Moleküle

Danke für die Aufmerksamkeit

