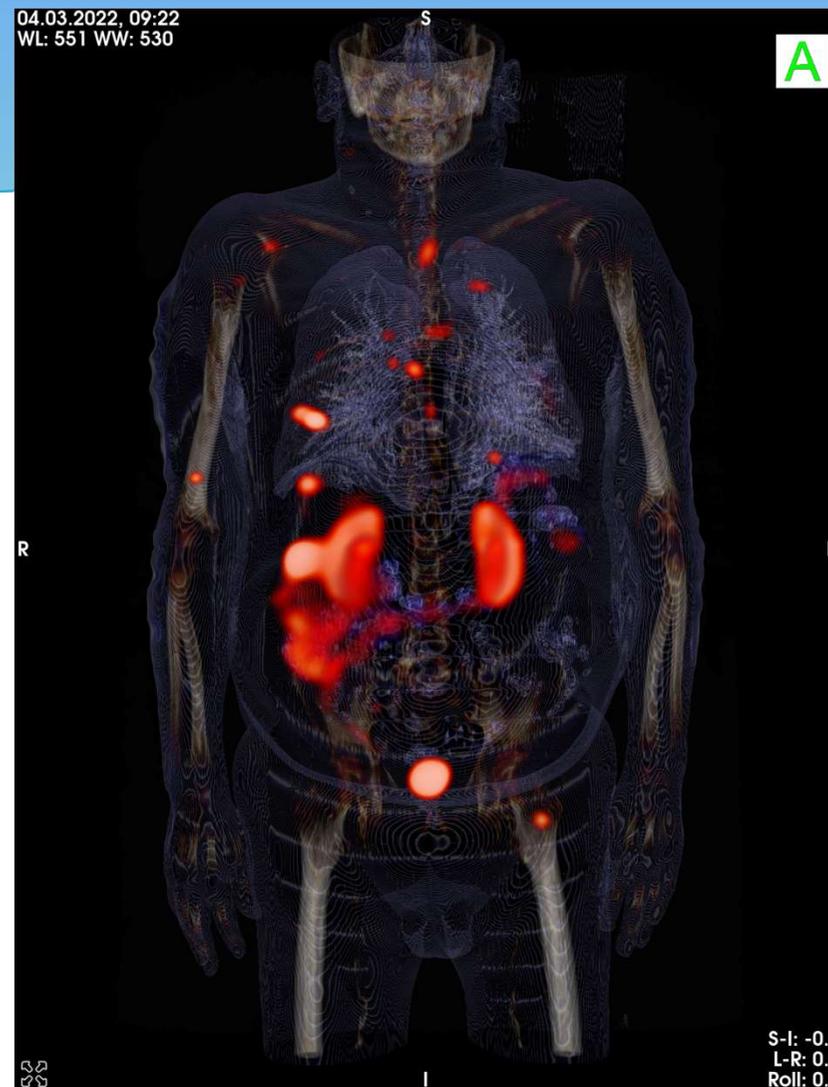


# DOSIMETRIE – EIN ÜBERBLICK



**Bernhard Gruy**

# RECHTLICHE GRUNDLAGE

---

## **Strahlentherapie**

**§ 8.** (1) Für strahlentherapeutische Expositionen ist ein individueller Bestrahlungsplan schriftlich festzulegen, der alle für die Bestrahlung wesentlichen Daten enthält.

(2) Insbesondere ist nach den Erfordernissen der medizinischen Wissenschaften bei nuklearmedizinischen Therapien die zu verabreichende Aktivität, bei sonstigen Therapien die Dosis im Zielvolumen individuell festzulegen und ihre Verabreichung in geeigneter Weise zu überprüfen.

## **Aufgaben von Medizinphysikerinnen/Medizinphysikern**

**§ 23.** (1) Medizinphysikerinnen/Medizinphysikern obliegt bei strahlentherapeutischen Verfahren die Verantwortung für die Dosimetrie, einschließlich der physikalischen Messungen zur Bewertung der Patientendosis.

# DOSIS

---

**Organ-Energiedosis**

$$D_{T,R} = \overline{\left(\frac{d\bar{\varepsilon}}{dm}\right)} \quad [\text{Gy}]$$

**Organ-Äquivalentdosis**

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R} \quad [\text{Sv}]$$

**Effektive Dosis**

$$E = \sum_T \sum_R w_T w_R D_{TR}$$

Mittelwert aus den Organ-Äquivalentdosen  
unter Berücksichtigung der Strahlenempfindlichkeit der Organe  
- KEIN Nutzen für die Patientendosimetrie!

# W<sub>R</sub> UND W<sub>T</sub>

Strahlenart und -energie	Strahlungs-Wichtungsfaktor W <sub>R</sub>	Organ bzw. Gewebe	Wichtungsfaktor w <sub>T</sub> ICRP 26 (1977)	Wichtungsfaktor w <sub>T</sub> ICRP 60 (1990)
Photonen, aller Energien	1			
Elektronen, Myonen, alle Energien	1			
Neutronen				
< 10 keV	5			
10 keV bis 100 keV	10			
> 100 keV bis 2 MeV	20			
> 2 MeV bis 20 MeV	10			
> 20 MeV	5			
Protonen > 2 MeV	5			
Alphateilchen, Spaltfragmente, schwere Kerne	20			
		Keimdrüsen	0,25	0,20
		Brust	0,15	0,05
		Rotes Knochenmark	0,12	0,12
		Lunge	0,12	0,12
		Knochenoberfläche	0,03	0,01
		Schilddrüse	0,03	0,05
		Andere Gewebe insgesamt	0,30	
		Haut		0,01
		Leber		0,05
		Speiseröhre		0,05
		Blase		0,05
		Magen		0,12
		Dickdarm		0,12
		Rest		0,05
		Gesamtkörper	$\sum w_T = 1,00$	$\sum w_T = 1,00$

# DOSIMETRIEANSÄTZE FÜR VERSCHIEDENE ANWENDUNGEN

---

- **Diagnostik**
  - Angabe einer mittleren Dosis zb aus ICRP ausreichend
- **Ambulante SD – Therapie**
  - ICRP ok
- **Neue Substanzen**
  - Dosimetrie aus der Literatur zB Xofigo (Lassmann 2013)
- **Stationäre SD – Therapie**
  - Einfaches Modell aus zB Leitlinien für Routine ok (meist aus ICRP abgeleitet)
  - Individualdosimetrie via I-124
- **Individualtherapie nach MIRD-Schema** (Medical Internal Radiation Dose)

## Lu-177, Y-90 Therapien

2D planare Dosimetrie dzt Standard

3D Voxel Dosimetrie – ~~im Kommen~~ ist schon da



Radiopharmaceutical	This publication	Publication 80	Publication 53
<sup>3</sup> H-neutral fat, free fatty acids		X	
<sup>11</sup> C-acetate	X		
<sup>11</sup> C-amino acids (generic model)	X		
<sup>11</sup> C-brain receptor substances (generic model)	X		
<sup>11</sup> C-methionine	X		
<sup>11</sup> C-thymidine		X	
<sup>11</sup> C (realistic maximum model)	X		
<sup>14</sup> C-neutral fat, free fatty acids		X	
<sup>14</sup> C-urea		X	
<sup>15</sup> O-water	X		
<sup>18</sup> F-amino acids (generic model)	X		
<sup>18</sup> F-brain receptor substances (generic model)	X		
<sup>18</sup> F-FDG	X		
<sup>18</sup> F-L-dopa	X		
<sup>18</sup> F (realistic maximum model)	X		
<sup>51</sup> Cr-EDTA			X
<sup>67</sup> Ga-citrate			X
<sup>68</sup> Ga-EDTA			X
<sup>75</sup> Se-amino acids	X		
<sup>75</sup> Se-HCAT			X
<sup>99m</sup> Tc-apcitide	X		
<sup>99m</sup> Tc-colloids (small)	X		
<sup>99m</sup> Tc-EC	X		
<sup>99m</sup> Tc-ECD	X		
<sup>99m</sup> Tc-furifosmin	X		
<sup>99m</sup> Tc-HIG			X
<sup>99m</sup> Tc-HM-PAO			X
<sup>99m</sup> Tc-IDA derivatives			X
<sup>99m</sup> Tc-MAA			X
<sup>99m</sup> Tc-MAG3			X
<sup>99m</sup> Tc-markers, non-absorbable			X
<sup>99m</sup> Tc-MIBI			X
<sup>99m</sup> Tc-monoclonal antibodies/fragments	X		
<sup>99m</sup> Tc-pertechnegas			X
<sup>99m</sup> Tc-pertechneta te			X
<sup>99m</sup> Tc-phosphates and phosphonates			X
<sup>99m</sup> Tc-RBC			X
<sup>99m</sup> Tc-Tcneegas			X
<sup>99m</sup> Tc-tetrofosmin (rest/exercise)	X		X
<sup>99m</sup> Tc-WBC			X
<sup>111</sup> In-HIG			X

# ICRP AM BEISPIEL F-18 DOPA

2001-08-20

RADIATION PROTECTION  
 ADDENDUM 4 TO ICRP PUBLICATION 53  
 Radiation Dose to Patients  
 from Radiopharmaceuticals

A report of a Task Group of Committees 2 and 3 of the  
 International Commission on Radiological Protection

APPROVED FOR WEB SITE PUBLICATION BY ICRP  
 COMMITTEES 2 AND 3 IN 2001/2002

Beispiel:

Applikation: 370MBq

$D_{\text{eff}} = 370 \times 0,025 = 9,25 \text{ mSv}$

Blase =  $370 \times 0,3 = 111 \text{ mGy}$

$111 \text{ mGy} \times \text{wt} (0,05) = 5,55 \text{ mSv}$

Absorbed doses: <sup>18</sup>F-DOPA

<sup>18</sup>F 1.83 hours

Organ	Absorbed dose per unit activity administered (mGy/MBq)				
	Adult	15 years	10 years	5 years	1 year
Adrenals	9.6E-03	1.2E-02	1.9E-02	3.0E-02	5.5E-02
Bladder	3.0E-01	3.8E-01	5.1E-01	5.6E-01	1.0E+00
Bone surfaces	9.4E-03	1.2E-02	1.8E-02	2.7E-02	5.1E-02
Brain	7.0E-03	8.7E-03	1.4E-02	2.4E-02	4.4E-02
Breast	6.6E-03	8.4E-03	1.3E-02	2.0E-02	4.0E-02
Gall bladder	1.0E-02	1.2E-02	1.9E-02	2.8E-02	5.0E-02
GI tract					
Stomach	9.3E-03	1.1E-02	1.7E-02	2.7E-02	5.0E-02
SI	1.3E-02	1.6E-02	2.5E-02	3.5E-02	6.5E-02
Colon	1.5E-02	1.8E-02	2.6E-02	3.6E-02	6.3E-02
(ULI	1.2E-02	1.5E-02	2.2E-02	3.3E-02	5.9E-02)
(LLI	1.8E-02	2.1E-02	3.1E-02	4.1E-02	6.9E-02)
Heart	8.8E-03	1.1E-02	1.8E-02	2.7E-02	5.0E-02
Kidneys	2.5E-02	3.0E-02	4.2E-02	6.3E-02	1.1E-01
Liver	8.9E-03	1.1E-02	1.7E-02	2.8E-02	5.2E-02
Lungs	7.8E-03	1.0E-02	1.6E-02	2.4E-02	4.6E-02
Muscles	9.8E-03	1.2E-02	1.9E-02	2.8E-02	5.2E-02
Oesophagus	8.0E-03	1.0E-02	1.6E-02	2.5E-02	4.8E-02
Ovaries	1.7E-02	2.2E-02	3.1E-02	4.2E-02	7.4E-02
Pancreas	1.0E-02	1.2E-02	2.0E-02	3.0E-02	5.6E-02
Red marrow	9.7E-03	1.2E-02	1.8E-02	2.6E-02	4.7E-02
Skin	6.9E-03	8.4E-03	1.3E-02	2.1E-02	4.1E-02
Spleen	9.2E-03	1.2E-02	1.8E-02	2.8E-02	5.2E-02
Testes	1.3E-02	1.8E-02	2.8E-02	3.8E-02	7.1E-02
Thymus	8.0E-03	1.0E-02	1.6E-02	2.5E-02	4.8E-02
Thyroid	8.0E-03	1.0E-02	1.6E-02	2.7E-02	5.0E-02
Uterus	2.8E-02	3.3E-02	4.9E-02	6.1E-02	1.1E-01
Remaining organs	9.9E-03	1.2E-02	1.9E-02	2.8E-02	5.1E-02
<b>Effective dose</b>	<b>2.5E-02</b>	<b>3.2E-02</b>	<b>4.5E-02</b>	<b>5.6E-02</b>	<b>1.0E-01</b>
<b>(mSv/MBq)</b>					
Bladder wall contributes to 60 % of the effective dose when the first voiding occurs after 3.5 hours.					
<i>Effective dose if bladder is emptied 1 or 0.5 hour after administration:</i>					
1 hour	1.8E-02	2.3E-02	3.4E-02	4.7E-02	8.7E-02
30 min	2.0E-02	2.5E-02	3.6E-02	4.7E-02	8.8E-02

# ICRP – SIMPLE TOOL

| I-131 Adult | Sm\_153 | Re-186 | Sr-89 |

## Patientendosimetrie

### Dosisabschätzung

I-131  mCi  
 MBq

Erwachsener

SD-Uptake:  %

Organ	Organdosis	
Nebenniere	0,3	mSv
Blasenwand	5,1	mSv
<b>Knochen</b>	0,1	mSv
Brust	0,3	mSv
GI-Trakt	10,1	mSv
Magenwand		
Dünndarm	2,6	mSv
proximaler Dickdarm	0,5	mSv
distaler Dickdarm	0,4	mSv
Nieren	0,6	mSv
Leber	0,3	mSv
Lunge	1,0	mSv
Ovarien	0,4	mSv
Bauchspeicheldrüse	0,5	mSv
Rotes Knochenmark	1,0	mSv
Milz	0,4	mSv
Hoden	1,1	mSv
Schilddrüse	1304,3	mSv
Uterus	0,5	mSv
Anderes Gewebe	0,5	mSv
<b>effektive Äquivalentdosis</b>	<b>823,2</b>	<b>mSv</b>

Table

Quelle: ICRP 60

Lookup Uptake

RESULT

[mGy/MBq]

wt	Adult	Organ	5	15
0,05	0,034	Adrenals	0,032	0,036
0,05	0,550	Bladder wall	0,580	0,520
0,01	0,040		0,032	0,047
0,05	0,037	Breast	0,031	0,043
0,12	0,455	GI-tract	0,450	0,460
		Stomach wall		
0,05	0,280	Small intest	0,280	0,280
0,05	0,059	ULI wall	0,059	0,059
0,05	0,042	LLI wall	0,043	0,042
0,05	0,062	Kidneys	0,063	0,060
0,05	0,031	Liver	0,030	0,032
0,12	0,044	Lungs	0,034	0,053
0,05	0,044	Ovaries	0,044	0,043
0,05	0,051	Pancreas	0,050	0,052
0,12	0,046	Red marrow	0,038	0,054
0,05	0,041	Spleen	0,039	0,042
0,20	0,029	Testes	0,029	0,028
0,05	141,000	Thyroid	72,000	210,000
0,05	0,055	Uterus	0,055	0,054
0,05	0,053	Other tissue	0,040	0,065
	4,450	Eff. dose equivalent mSv/MBq	2,300	6,600

B.Gruy 2011

## Dosimetry of $^{223}\text{Ra}$ -chloride: dose to normal organs and tissues

Michael Lassmann · Dietmar Nosske

**Table 2** Comparison of organ dose estimates for selected organs to previous calculations by Bruland et al. [1]

Organ	Dose coefficients	Dose coefficients
	This work Sv/Bq <sup>a</sup>	Bruland et al. [1] 70 kg person Sv/Bq <sup>a</sup>
Bone endosteum	3.8E-06	3.7E-06
Breast	1.6E-08	1.6E-08
GI tract		
ULI wall	4.8E-08	4.8E-08
LLI wall	1.1E-07	1.1E-07
Kidneys	1.7E-08	1.6E-08
Liver	1.8E-07	1.8E-07
Red marrow	3.7E-07	–
Lungs	1.6E-08	1.6E-08
Bladder wall	1.7E-08	1.7E-08

*ULI* upper large intestine, *LLI* lower large intestine

<sup>a</sup> With a radiation weighting factor of 5 for  $\alpha$  radiation

# SCHILDDRÜSE – THERAPIE I-131 – LEITLINIE

Mitgliederbereich:    Login

**DGN** Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin e.V.

Schrift: A- A A+

- Die DGN
- Leistungen und Informationen**
  - Aktuelles
  - Presseinformationen
  - Stellenbörse
- Leitlinien**
  - aktuelle Leitlinien**
  - Qualifizierung und Weiterbildung
  - Publikationen
  - Forschungspreise
  - Nuklearmedizinische Fallbeispiele
  - Lehrangebot für Studierende
  - Links
- Für Mitglieder
- Für Patienten
- Jahrestagungen
- Veranstaltungen

Suchfunktion:  🔍

Der DGN Expertenmakler 💡



STARTSEITE / LEISTUNGEN UND INFORMATIONEN / LEITLINIEN / AKTUELLE LEITLINIEN

## Leitlinien

### Verfahrensanweisung zum Radioiodtest (Version 3)

M. Dietlein<sup>1,3</sup>, J. Dressler<sup>1,4</sup>, W. Eschner<sup>1,2,3</sup>, M. Lassmann<sup>1,2,5</sup>, B.

für die <sup>1</sup>Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin (DGN) und die <sup>2</sup>Deu

<sup>3</sup>Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin der Universität zu Köln

<sup>4</sup>Nuklearmedizinische Klinik der Henriettenstiftung, Hannover

<sup>5</sup>Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin der Universität Würzburg

<sup>6</sup>Abteilung für Nuklearmedizin des Allg. Krankenhauses St. Georg, Ham

federführend und Korrespondenz: Prof. Dr. med. M. Dietlein, Klinik und P  
50924 Köln, Tel. 0221 478 5856, Fax 0221 478 6777

◀ zurück zur Übersicht

## D. Radiopharmaka

1. In der Regel Iod-131 NaI (Referenzaktivität 3 MBq) oral (Kapsel) (2)
2. Als „Kurztest“ auch Iod-123 NaI (Referenzaktivität 10 MBq) i.v. möglich (siehe E.)
3. Im Rahmen des Depletionstests Iod-123 NaI i.v. (Referenzaktivität 10 MBq, bei Kindern gewichtsbezogene Reduktion der Aktivität, siehe F.) (7)
4. Strahlenexposition (siehe Tabelle 1) (5, 6, 12)

Radiopharmakon	applizierte Aktivität (MBq)	höchst exponiertes Organ (mGy/MBq)	effektive Dosis (mSv/MBq)
<sup>131</sup> I-Hodid	3 p.o.	500 Schilddrüse	24
<sup>123</sup> I-Hodid	10 p.o./ i.v.	4,5 Schilddrüse	0,22

Tabelle 1: Strahlenexposition bei Erwachsenen nach ICRP 53 (5) und ICRP 80 (6), unter der Annahme von 35% Radioioduptake

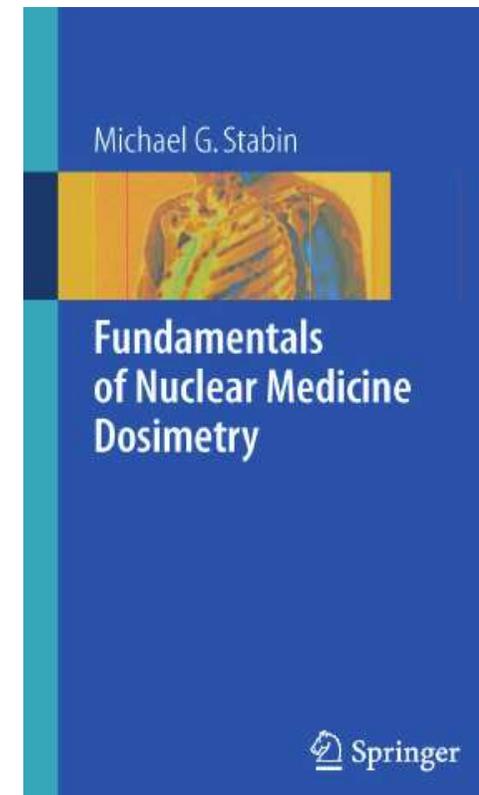
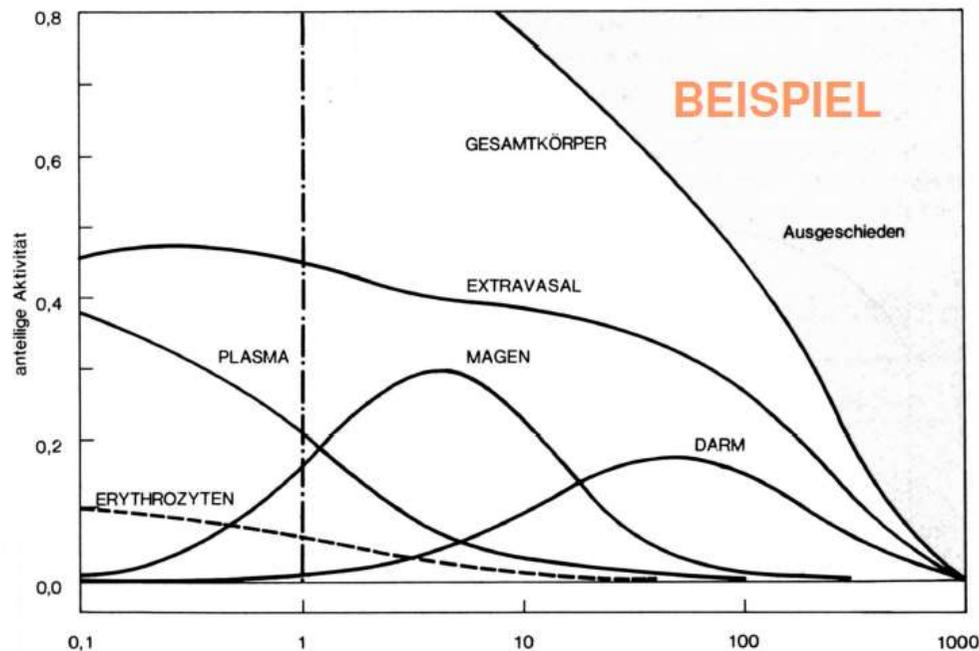
# DGN – LEITLINE

Radioiodtest		nach Leitlinien der DGN	<a href="#">Link zur Leitlinie</a>	
1 Uptakemessung	Gl.3	$A[\text{MBq}] = F \cdot \frac{M[\text{g}] \cdot D[\text{Gy}]}{\text{RIU}_{\text{max}}[\%] \cdot (\text{HWZ}_{\text{eff}}[\text{d}] + \frac{t_1[\text{d}] \cdot \ln 2}{2})} \quad (3)$ <p>mit            RIU<sub>max</sub>: maximaler Radioioduptake, gemessen zum Zeitpunkt t<sub>1</sub>            HWZ<sub>eff</sub>: effektive Halbwertszeit</p>	<b>HWZeff</b> Gl.4 $\text{HWZ}_{\text{eff}}[\text{d}] = \frac{\ln 2 \cdot (t_2[\text{d}] - t_1[\text{d}])}{\ln \frac{\text{RIU}_1[\%]}{\text{RIU}_2[\%]}}$	
M	6 g		t1	1 (1bis2) Tage
D	250 Gy		RIU(t1)	51 %
RIU(max)	51 %		t2	5 (4bis8) Tage
HWZeff	1,0 d		RIU(t2)	3 %
t1	1 d		HWZeff	1,0 d
A	737,2 MBq 19,9 mCi		M Masse des Zielvolumens	
1 Uptakemessung	Gl.5	$A[\text{MBq}] = \frac{F \cdot M[\text{g}] \cdot D[\text{Gy}]}{2 \cdot \text{RIU}[\%] \cdot t[\text{d}]}$	D: Zu erzielende Energiedosis im Zielvolumen, RIU(t): Radioiod-uptake (in Prozent) als Funktion der Zeit. F Umrechnungsfaktor, der physikalische Konstanten, sowie die mittlere im Zielvolumen deponierte Energie pro Zerfall des Radioiods enthält. Für ein Schilddrüsenvolumen von 20 ml ist $F = 24,7 \text{ MBq} \cdot \text{d} \cdot \% \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{Gy}^{-1}$ (MIRD-Pamphlet 11).	
M	6 g		<b>Richtwerte</b>	
D	250 Gy		dekompensiertes autonomes Adenom	300 Gy
RIU	51 %		kompensiertes autonomes Adenom	150 Gy
t	1 Tage		multifokale Autonomie	150 Gy
A	363,2 MBq 9,8 mCi		Basedow ablatives Konzept	250 Gy
t muß zw 5 und 8 Tagen liegen			funktionsoptimiertes Konzept	200 Gy
DI Bernhard Gruy 2011			HWZ eff	je nach Erkrankung 5,5 Tage

Entscheidungshilfe ob  
ambulant oder  
stationäre Therapie .  
(<12mCi)

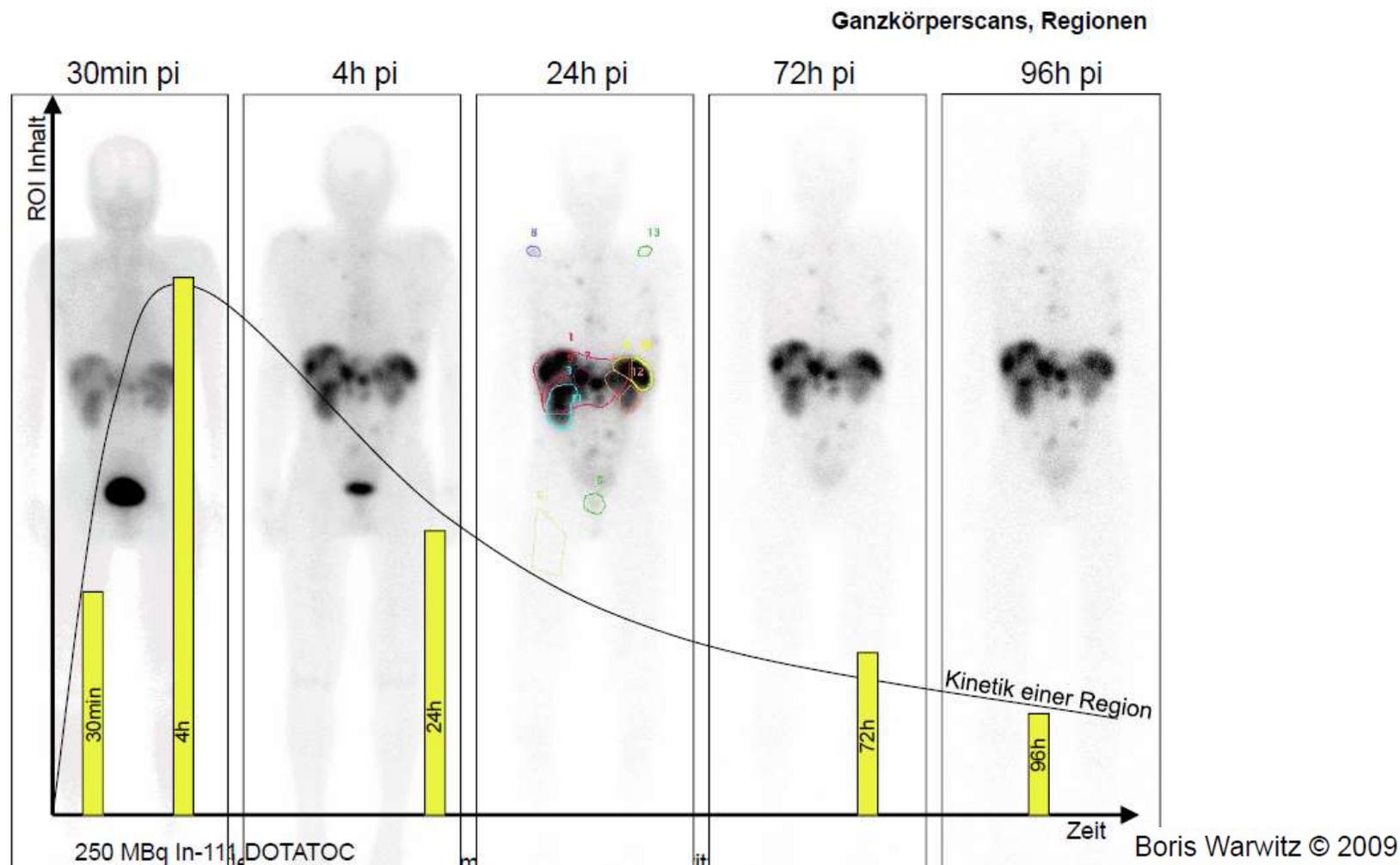
# INDIVIDUALDOSIMETRIE - MIRD

- Aktivität wird in einzelnen Organen unterschiedlich angereichert und abgegeben (Biokinetik).
- Bestimmung der Kinetik für jedes Organ, das dosimetriert werden soll.



# ZEIT-AKTIVITÄTSVERLAUF

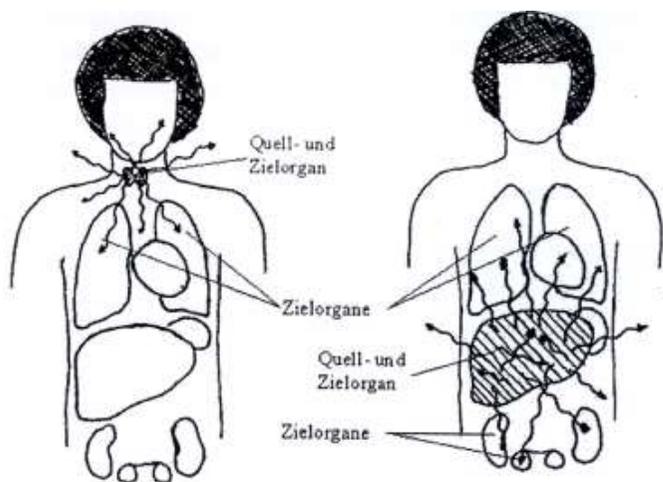
Bestimmung der Kinetik der Verbindung in den einzelnen Organen über mehrere Tage



# S-WERTE

## "S," ABSORBED DOSE PER UNIT CUMULATED ACTIVITY FOR SELECTED RADIONUCLIDES AND ORGANS

W. S. Snyder, M. R. Ford, G. G. Warner, and S. B. Watson

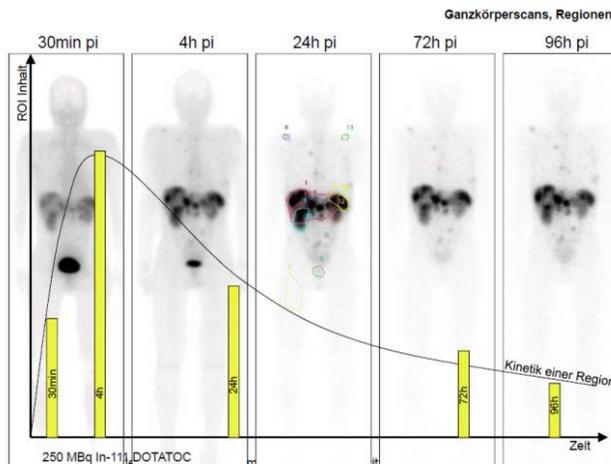


S, ABSORBED DOSE PER UNIT CUMULATED ACTIVITY, (RAD/UCI-H)  
FLUORINE-18 HALF-LIFE 1.83 HOURS

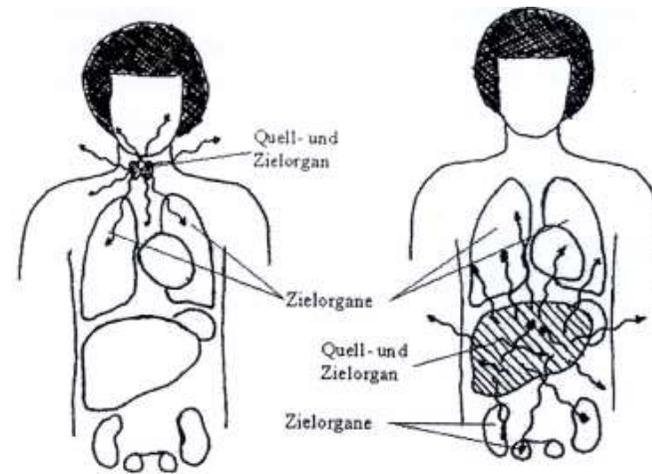
TARGET ORGANS	SOURCE ORGANS									
	ADRENALS	BLADDER CONTENTS	INTESTINAL TRACT				KIDNEYS	LIVER	LUNGS	OTHER TISSUE (MUSCLE)
			STOMACH CONTENTS	SI CONTENTS	ULI CONTENTS	LLI CONTENTS				
ADRENALS	4.0E-02	1.7E-06	1.5E-05	9.0E-06	7.3E-06	3.6E-06	9.0E-05	3.5E-05	1.8E-05	1.1E-05
BLADDER WALL	8.0E-07	1.8E-03	3.3E-06	2.5E-05	1.4E-05	4.1E-05	2.8E-06	2.5E-06	5.4E-07	1.3E-05
BONE (TOTAL)	9.9E-06	4.3E-06	4.4E-06	5.7E-06	5.3E-06	7.6E-06	7.2E-06	5.3E-06	7.3E-06	8.1E-06
GI (STOM WALL)	2.1E-05	2.4E-06	1.4E-03	2.5E-05	2.6E-05	1.3E-05	2.4E-05	1.4E-05	1.3E-05	1.0E-05
GI (SI)	7.0E-06	1.9E-05	1.9E-05	8.7E-04	1.2E-04	6.5E-05	2.0E-05	1.1E-05	2.0E-06	1.1E-05
GI (ULI WALL)	7.6E-06	1.7E-05	2.4E-05	1.7E-04	1.5E-03	3.1E-05	2.1E-05	1.9E-05	2.8E-06	1.2E-05
GI (LLI WALL)	2.6E-06	5.1E-05	9.2E-06	4.9E-05	2.2E-05	2.3E-03	6.4E-06	2.4E-06	5.7E-07	1.2E-05
KIDNEYS	8.3E-05	2.8E-06	2.4E-05	2.3E-05	2.0E-05	6.0E-06	2.2E-03	2.7E-05	7.6E-06	1.0E-05
LIVER	3.5E-05	2.1E-06	1.5E-05	1.3E-05	1.8E-05	2.5E-06	2.9E-05	4.7E-04	1.7E-05	8.1E-06
LUNGS	1.7E-05	3.6E-07	1.4E-05	2.4E-06	2.5E-06	7.5E-07	6.9E-06	1.7E-05	6.2E-04	9.7E-06
MARROW (RED)	1.8E-05	9.1E-06	7.6E-06	1.8E-05	1.6E-05	2.3E-05	1.8E-05	7.8E-06	9.2E-06	1.0E-05
OTH TISS (MUSC)	1.1E-05	1.3E-05	1.0E-05	1.1E-05	1.1E-05	1.2E-05	1.0E-05	8.1E-06	9.7E-06	2.9E-05
OVARIES	4.0E-06	4.5E-05	3.7E-06	6.3E-05	9.2E-05	1.1E-04	8.4E-06	1.5E-06	1.1E-06	1.4E-05
PANCREAS	6.1E-05	1.9E-06	1.3E-04	1.5E-05	1.3E-05	5.4E-06	4.8E-05	3.5E-05	2.0E-05	1.3E-05
SKIN	5.0E-06	4.7E-06	4.3E-06	3.9E-06	4.0E-06	4.3E-06	4.8E-06	4.4E-06	5.0E-06	6.6E-06
SPLEEN	4.7E-05	1.7E-06	6.9E-05	1.1E-05	8.9E-06	6.9E-06	6.0E-05	7.3E-06	1.5E-05	1.1E-05
TESTES	5.2E-07	3.7E-05	1.9E-07	2.6E-06	3.8E-06	1.5E-05	1.1E-06	8.5E-07	1.8E-07	9.0E-06
THYROID	1.4E-06	7.0E-08	1.1E-06	2.9E-07	3.1E-07	1.3E-07	6.9E-07	1.3E-06	8.8E-06	1.0E-05
UTERUS (NONGRVD)	2.7E-06	1.1E-04	6.5E-06	6.3E-05	3.2E-05	4.0E-05	6.1E-06	3.2E-06	7.0E-07	1.4E-05
TOTAL BODY	2.0E-05	1.4E-05	1.5E-05	2.0E-05	1.7E-05	1.8E-05	2.0E-05	2.0E-05	1.8E-05	1.8E-05

DECAY DATA REVISED-MARCH, 1972. REFERENCE-MIRD PAMPHLET NO. 10.  
DATE OF ISSUE-05-13-75

# DOSISBERECHNUNG NACH MIRD



$$\tilde{A}_s = \int A_s(t) dt$$



$$D_t = \sum_s \tilde{A}_s \cdot S(t, s)$$

# 2D DOSIMETRIE – PRAKTISCHE UMSETZUNG

---

## 1 DETERMINE TIME / ACTIVITY PER ORGAN, LESION AND TOTAL BODY

- Tool: ImageJ

## 2 GET VOLUMES OF LESIONS

- Tool: Osirx / Horos or Workstation

## 3 CALCULATE RESIDENCE TIMES

- Tool: Python Script

## 4 CALCULATE DOSE PER ORGAN, LESION AND TOTAL BODY

- Tool: IDAC Dose or Olinda

## 5 REPORT

- Tool: Excel

# STEP 1: DETERMINE TIME / ACTIVITY PER ORGAN, LESION AND TOTAL BODY

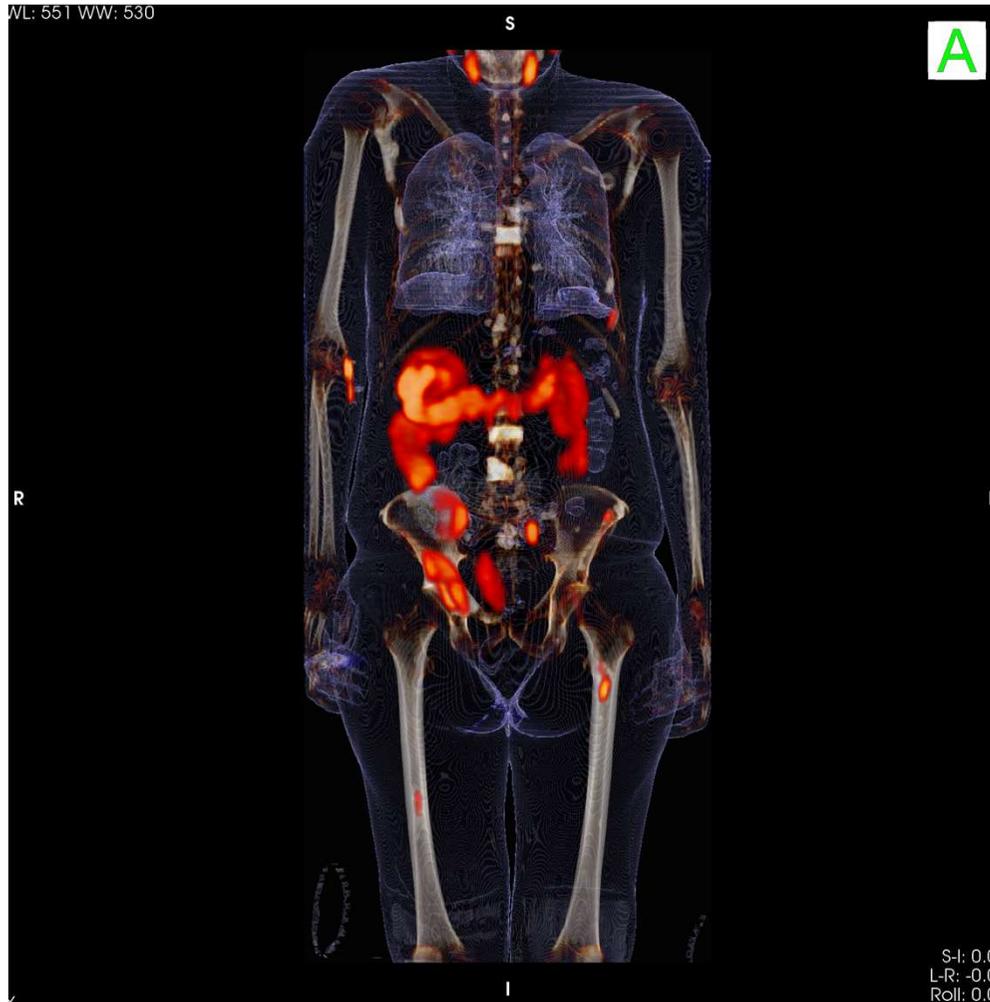
Pat

	Label	Area	Mean	Min	Max	IntDen	RawIntDen
1	2019.07.23 10:37; Bkgd	5892.2	0.0	0	0	0.0	0.0
2	2019.07.23 10:37; Gparotis	1184.2	196.5	90	272	232647.0	40471.0
3	2019.07.23 10:37; GSubmand	1006.0	210.6	132	270	211814.4	36847.0
4	2019.07.23 10:37; L1	764.5	221.5	168	256	169373.4	29464.0
5	2019.07.23 10:37; L2	2776.5	260.9	140	418	724257.4	125991.0
6	2019.07.23 10:37; L3	712.8	105.9	81	132	75512.1	13136.0
7	2019.07.23 10:37; Leber	13043.3	392.8	132	576	5124039.0	891372.0
8	2019.07.23 10:37; Niere li	5501.3	551.9	272	924	3035913.1	528124.0
9	2019.07.23 10:37; Niere li Bkgd	1615.3	98.1	56	143	158457.0	27565.0
10	2019.07.23 10:37; Niere re	6248.6	503.5	144	1064	3146082.9	547289.0
11	2019.07.23 10:37; Niere re Bkgd	1615.3	94.9	42	144	153300.6	26668.0
12	2019.07.23 10:37; Total Body	1170362.9	63.8	0	1189	74681149.8	12991448.0
13	2019.07.23 14:05; Bkgd	5892.2	0.0	0	0	0.0	0.0
14	2019.07.23 14:05; Gparotis	1184.2	153.0	63	238	181140.5	31511.0
15	2019.07.23 14:05; GSubmand	1006.0	143.6	72	216	144465.2	25131.0
16	2019.07.23 14:05; L1	764.5	173.8	108	272	132847.5	23110.0
17	2019.07.23 14:05; L2	2776.5	268.8	96	504	746452.3	129852.0
18	2019.07.23 14:05; L3	712.8	75.6	42	110	53863.3	9370.0
19	2019.07.23 14:05; Leber	13043.3	242.4	90	380	3161333.6	549942.0

A CSV (plain Text) File is created by ImageJ representing the Time and Activity per organ.

# STEP 2: GET VOLUMES OF LESIONS

The volume of the lesions are needed. For regular organs Olinda uses standard organ masses.  
Best from 24h SPECT/CT



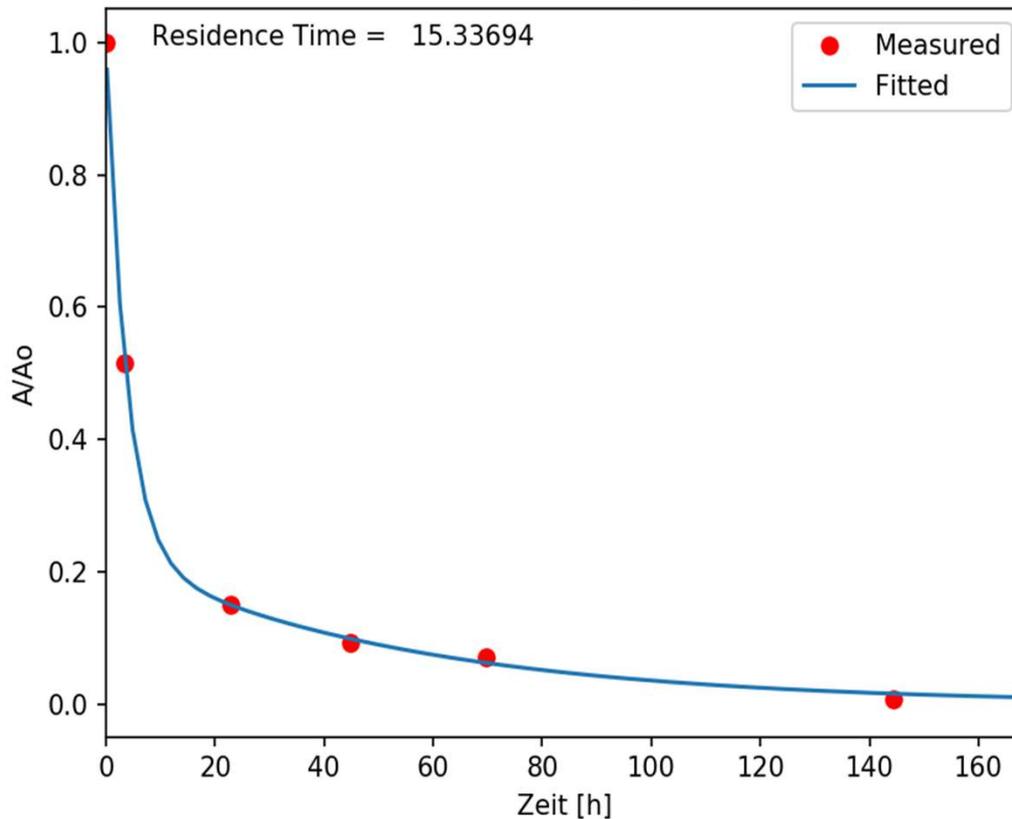
Organe	Volumen in [cm <sup>3</sup> ]
Niere links*	336
Niere rechts	wegen Überl
Leber	2146
G.parotis	25
G.submand.	8
Deff ICRP100	
Läsionen	Volumen in [cm <sup>3</sup> ]
L1	3,40
L2	31,30
L3	2,50

Osirix

# STEP 3: CALCULATE RESIDENCE TIMES

A python script calculates the residence times for each organ/lesion from the csv file for Olinda / IDAC Dose 2.1

↓  
Total Body



$$\int_0^{\infty} (a_1 e^{-k_1 x} + a_2 e^{-k_2 x}) dx$$



Bladder  
Residence Time = 0.39512

Uptake [h]	A/Ao
0.00	0.05151
3.58	0.02052
23.38	0.00294
119.92	0.00035
280.92	0.00017
441.92	0.00009

Fitting Parameters:

A1	K1	A2	K2	C
0.04625	0.30109	0.00513	0.02627	0.00013

GSubmand  
Residence Time = 0.01884

Uptake [h]	A/Ao
0.00	0.00178
3.58	0.00091
23.38	0.00018
119.92	0.00001
280.92	0.00001
441.92	0.00000

Fitting Parameters:

A1	K1	A2	K2	C
0.00142	0.24695	0.00035	0.03133	0.00000

Gparotis  
Residence Time = 0.03032

Uptake [h]	A/Ao
0.00	0.00175
3.58	0.00127
23.38	0.00036
119.92	0.00002
280.92	0.00001
441.92	0.00000

# STEP 4: OLINDA

```

ResidenceTime.txt
GSubmand = 0.05175
Gparotis = 0.07848
L1 = 0.11417
L2 = 0.47130
L3 = 0.03719
Leber = 1.24724
Niere li = 1.32446
Niere re = nan
Total Body = 15.33694
    
```

## Ermittlung der Dosis: Olinda Case: [REDACTED]

OLINDA - Organ Level Internal Dose Assessment Code (Version 1.1, copyright Vanderbilt University, 2007)

NOTE: This code gives doses for stylized models of average individuals - results should be applied with caution to specific subjects.

NOTE: Users should always carefully check input data (shown below) and critically review the reported results.

Organ Doses (mSv/7,20E003 MBq), Nuclide: Lu-177 (6,73E00 day), Adult Female						
Target Organ	Alpha	Beta	Photon	Total	EDE Cont.	ED Cont.
Adrenals	0,00E000	1,30E002	3,59E001	1,66E002	0,00E000	4,14E-01
Brain	0,00E000	1,30E002	9,92E000	1,40E002	0,00E000	3,49E-01
Breasts	0,00E000	1,30E002	9,83E000	1,40E002	2,09E001	6,98E000
Gallbladder Wall	0,00E000	1,30E002	3,77E001	1,67E002	1,00E001	0,00E000
LLI Wall	0,00E000	1,30E002	1,67E001	1,46E002	0,00E000	1,76E001
Small Intestine	0,00E000	1,30E002	1,98E001	1,49E002	0,00E000	3,74E-01
Stomach Wall	0,00E000	1,30E002	2,57E001	1,55E002	0,00E000	1,86E001
ULI Wall	0,00E000	1,30E002	2,22E001	1,52E002	0,00E000	3,80E-01
Heart Wall	0,00E000	1,30E002	2,16E001	1,51E002	0,00E000	0,00E000
<b>Kidneys</b>	0,00E000	2,67E003	6,94E001	2,74E003	1,64E002	6,84E000
Liver	0,00E000	1,16E003	5,55E001	1,21E003	7,27E001	6,06E001
Lungs	0,00E000	1,30E002	1,95E001	1,49E002	1,79E001	1,77E001
Muscle	0,00E000	1,30E002	1,41E001	1,44E002	0,00E000	3,59E-01
Ovaries	0,00E000	1,30E002	1,76E001	1,47E002	3,68E001	2,95E001
Pancreas	0,00E000	1,30E002	3,97E001	1,69E002	1,02E001	4,24E-01
Red Marrow	0,00E000	9,22E001	1,55E001	1,08E002	1,29E001	1,29E001
Osteogenic Cells	0,00E000	4,36E002	2,67E001	4,63E002	1,39E001	4,63E000
Skin	0,00E000	1,30E002	7,68E000	1,37E002	0,00E000	1,37E000
Spleen	0,00E000	4,03E003	9,34E001	4,12E003	2,47E002	1,03E002
Thymus	0,00E000	1,30E002	1,42E001	1,44E002	0,00E000	3,60E-01
Thyroid	0,00E000	1,30E002	1,06E001	1,40E002	4,21E000	7,02E000
Urinary Bladder Wall	0,00E000	1,30E002	1,53E001	1,45E002	0,00E000	7,25E000
Uterus	0,00E000	1,30E002	1,69E001	1,47E002	0,00E000	3,67E-01
Total Body	0,00E000	1,82E002	1,63E001	1,98E002	0,00E000	0,00E000
<b>Effective Dose</b>						2,97E001

# STEP 4: IDAC 2.1

```

ResidenceTime.txt
GSubmand = 0.05175
Gparotis = 0.07848
L1 = 0.11417
L2 = 0.47130
L3 = 0.03719
Leber = 1.24724
Niere li = 1.32446
Niere re = nan
Total Body = 15.33694
    
```

Enter the Residence Times in Olinda or IDAC Dose to calculate the Organ Dose in mGy or mSv

Lu-177
P

(6.647 DAYS)



Organs [mGy/MBq]	Adult	
	Adult Male	Adult Female
Adrenals	2.16e-02	2.53e-02
Brain	2.06e-02	2.51e-02
Breast	2.02e-02	2.50e-02
Colon wall	1.68e-02	2.14e-02
Endosteum (bone surface)	2.48e-02	2.69e-02
ET region	1.09e-02	1.33e-02
Eye lenses	1.92e-02	2.33e-02
Gallbladder wall	2.09e-02	2.58e-02
Heart wall	1.92e-02	2.33e-02
Kidneys	1.73e-01	2.05e-01
Liver	1.75e-02	2.14e-02
Lung	1.52e-02	1.81e-02
Lymphatic nodes	2.11e-02	2.58e-02

Reference masses  
 Adjusted masses

Absorbed dose  
 alpha dose  
 electron dose  
 photon dose  
 Cumulated activity

Administered dose:

MBq

# STEP 5: REPORT

Hospital

## Dosimetriebericht

Patient: xxxxxx  
 AZ: xxxxxx  
 Geb.Datum: 06.11.1962  
 BMI: 26,3  
 Applikation: 6669 MBq  
 Lu-177-PSMA  
 23.07.19 10:08 Uhr

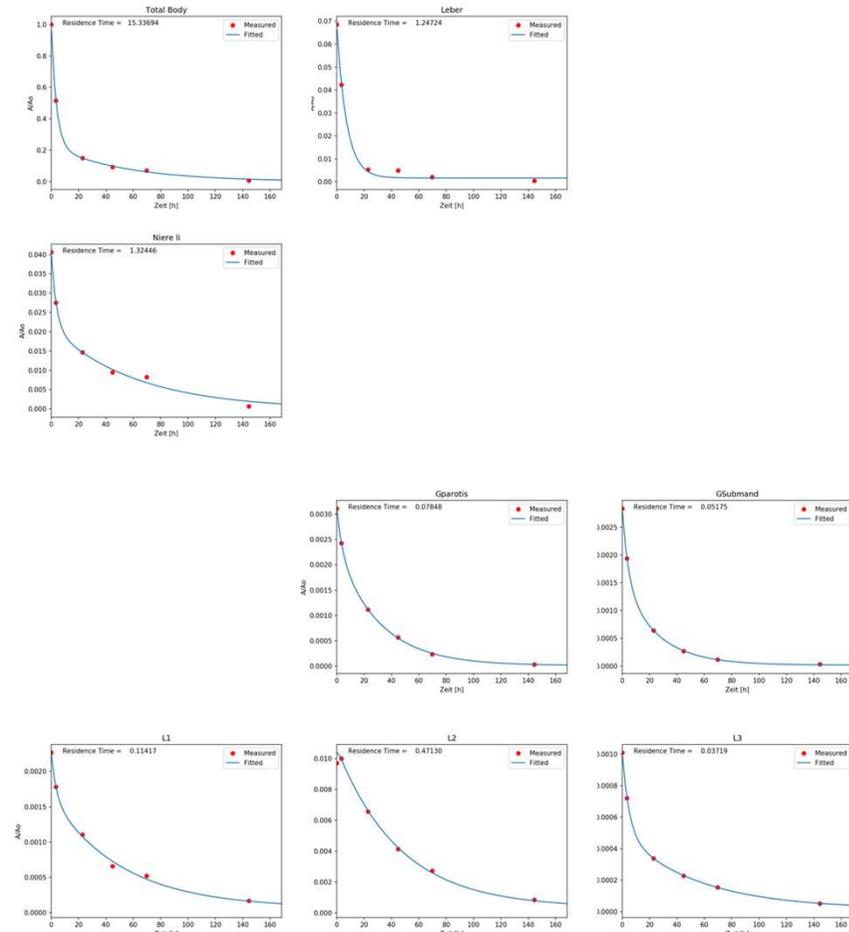
Organe	Volumen in [cm <sup>3</sup> ]	Residence Time [MBq.h]	Dosis [mGy/MBq]	Dosis [Gy] per 1 GBq	Dosis [Gy] per 6,7 GBq	Gy
Niere links*	336	1,324	3,27E-01	0,33	2,2	Gy
Niere rechts	wegen Überlagerung mit Darm nicht auswertbar.					
Leber	2146	1,247	4,85E-02	0,05	0,3	
G.parotis	25	0,078	5,02E-02	0,05	0,3	
G.submand.	8	0,052	5,32E-01	0,53	3,5	
Def. ICRP100	15,337	2,16E-02	0,02	0,1	0,1	Sv

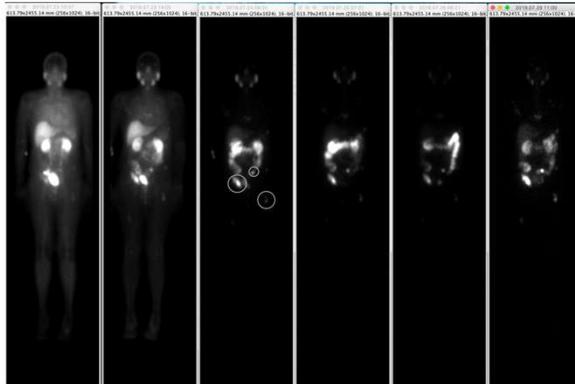
Läsionen	Volumen in [cm <sup>3</sup> ]	Residence Time [MBq.h]	Dosis [mGy/MBq]	Dosis [Gy] per 1 GBq	Dosis [Gy] per 6,7 GBq	Gy
L1	3,40	0,114	2,73E+00	2,73	18,2	Gy
L2	31,30	0,471	1,24E+00	1,24	8,3	
L3	2,50	0,037	1,19E+00	1,19	7,9	



## Zeit - Aktivitäts - Kurven



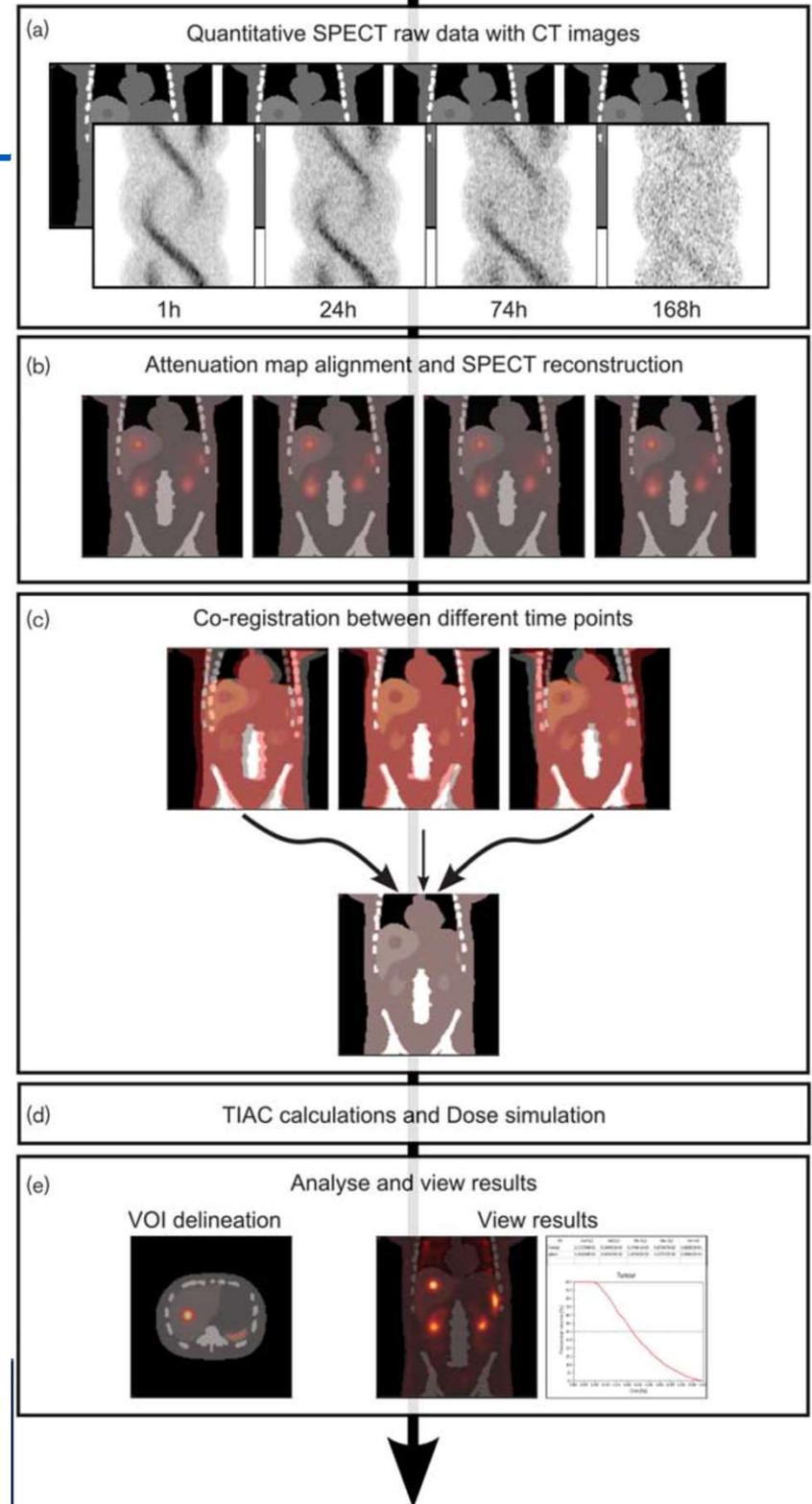
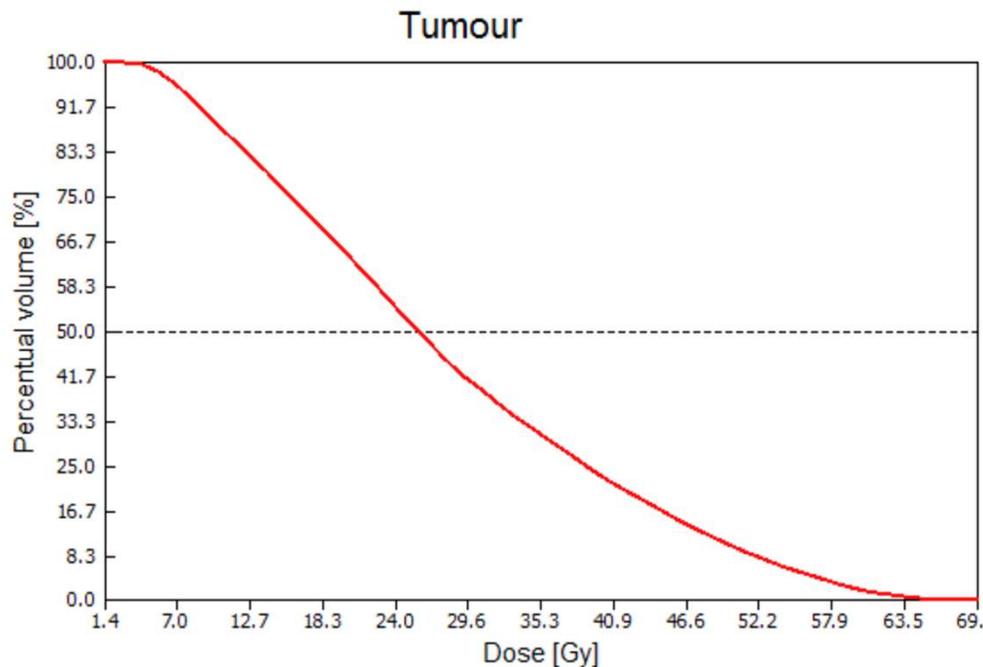
## Planare Ganzkörper Szintigraphien



# 3D DOSIMETRIE - HERMES

## Workflow

- Input multiple raw SPECT with CT
- Align mu-map and perform quantitative SPECT recon
- Coregistration (NM-NM or CT-CT)
- TAC calculation for each voxel and simulate dose
- Output 3D dose map with VOIs + DVHs

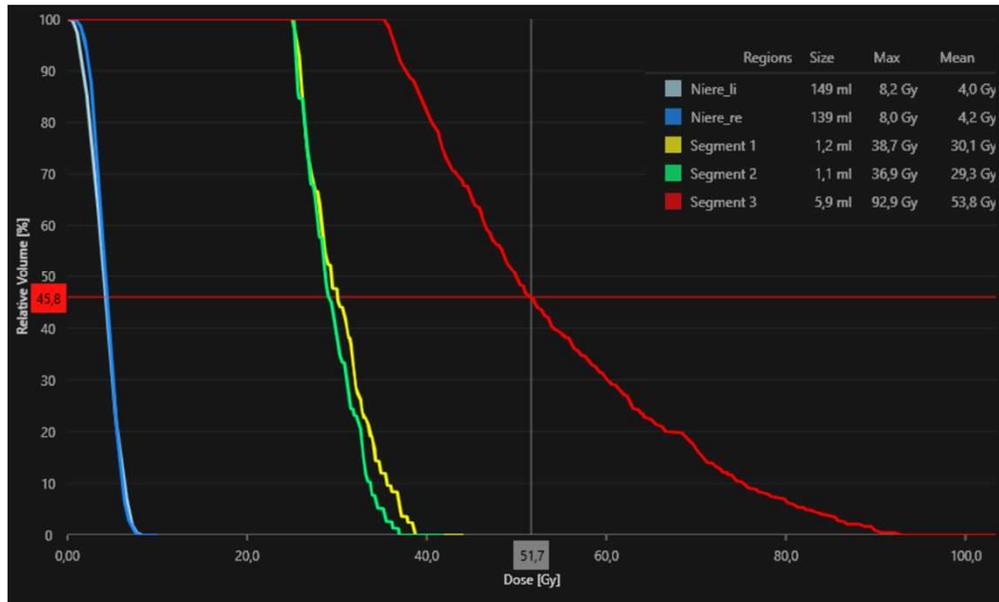
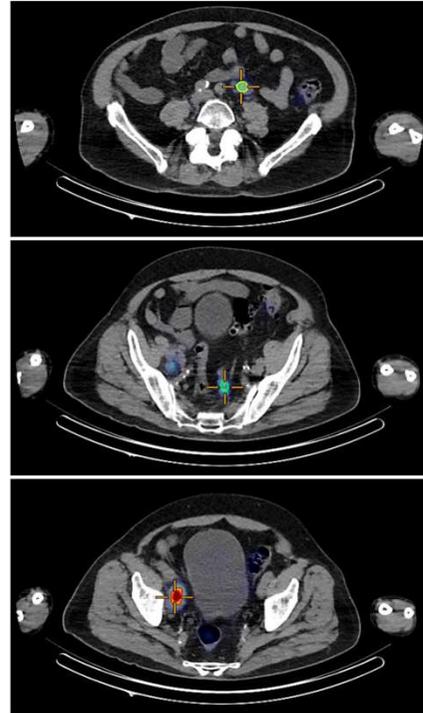
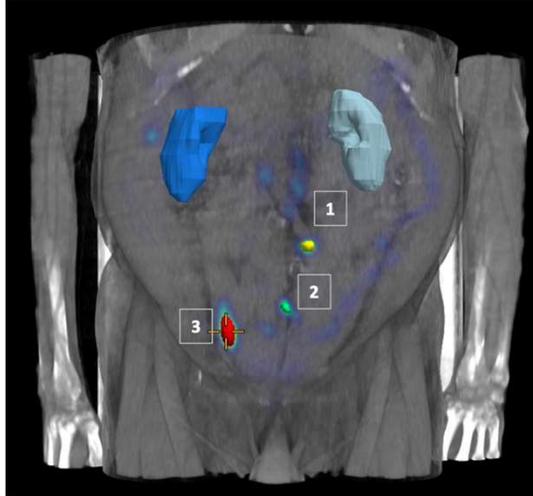


0223144843 28.08.2023 M STAT

seeb. LNUK1 / L6A  
1832 AKL

Lu-177 PSMA  
Lu-177 PSMA Therapie

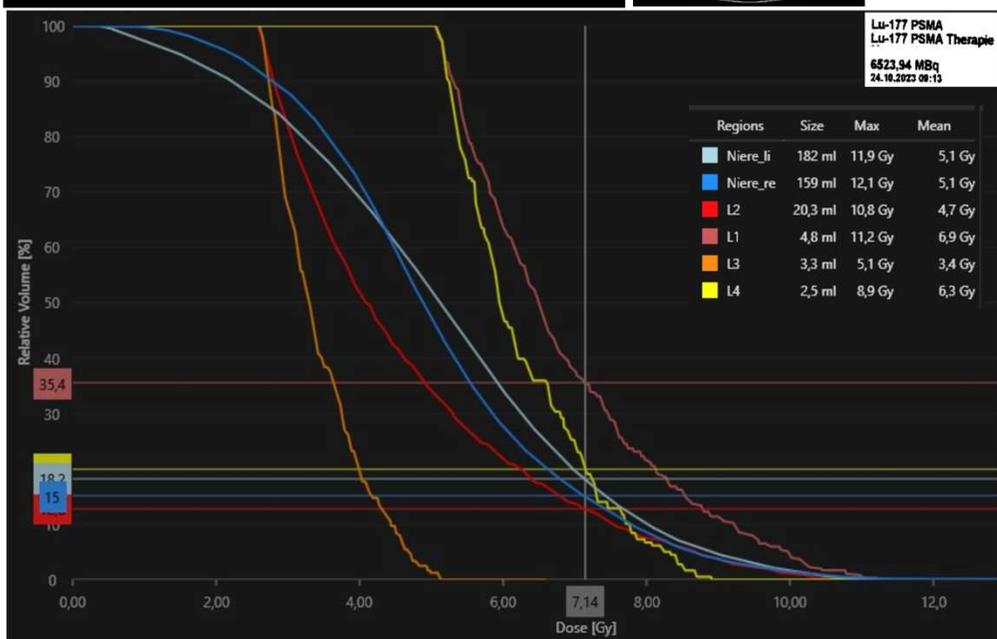
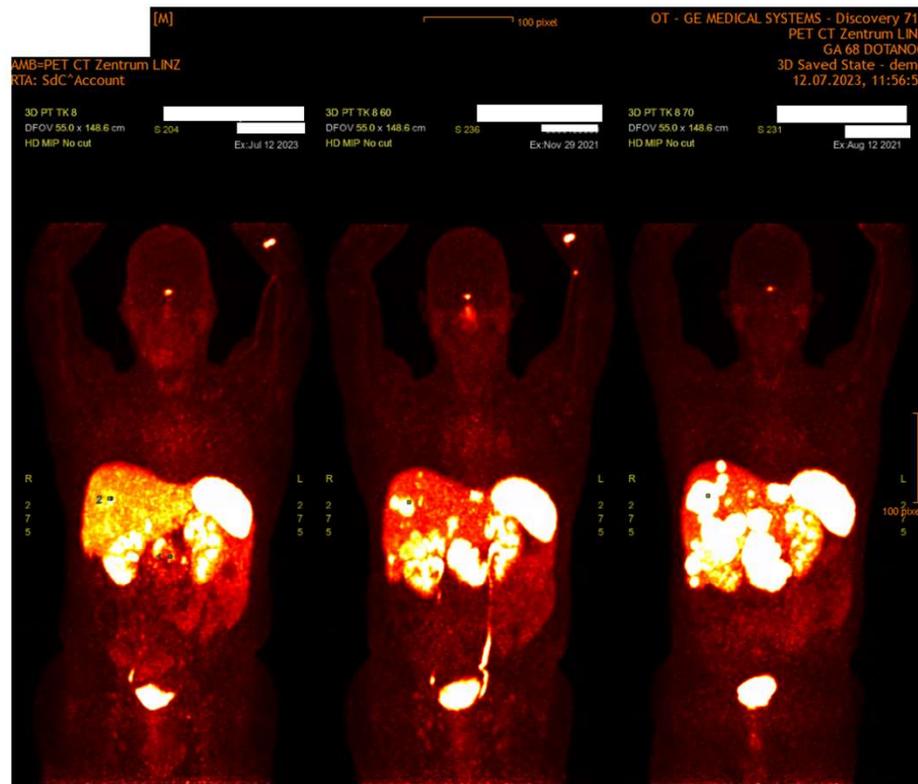
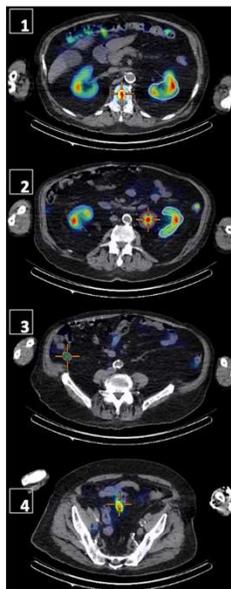
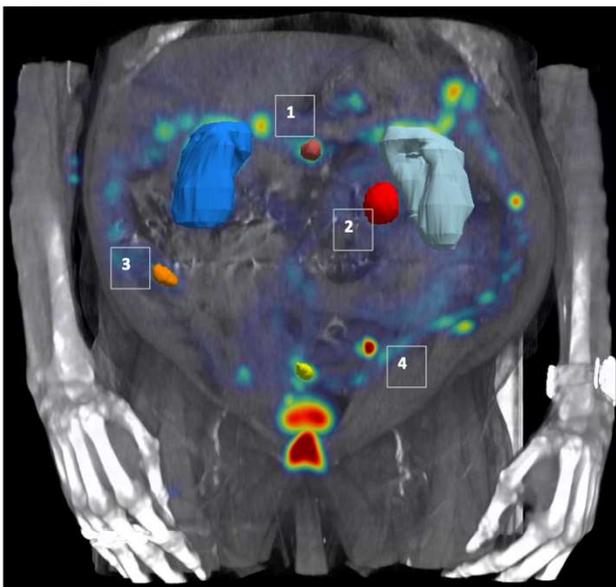
7118,16 MBq  
29.08.2023 08:37 *≅ opp. 189.*



Regions	Size	Max	Mean
Niere_li	149 ml	8,2 Gy	4,0 Gy
Niere_re	139 ml	8,0 Gy	4,2 Gy
Segment 1	1,2 ml	38,7 Gy	30,1 Gy
Segment 2	1,1 ml	36,9 Gy	29,3 Gy
Segment 3	5,9 ml	92,9 Gy	53,8 Gy

0223174805 23.10.2023 M STAT

geb. LNUK1/L6A



Regions	Size	Max	Mean
Niere_li	182 ml	11,9 Gy	5,1 Gy
Niere_re	159 ml	12,1 Gy	5,1 Gy
L2	20,3 ml	10,8 Gy	4,7 Gy
L1	4,8 ml	11,2 Gy	6,9 Gy
L3	3,3 ml	5,1 Gy	3,4 Gy
L4	2,5 ml	8,9 Gy	6,3 Gy

# Gretchenfrage der nuklearmedizinischen Therapie...

---



*Doktor - nun sag',  
wie hast du's mit der Dosimetrie ?*

dsfot