

Methoden der Dosisabschätzung in der Röntgendiagnostik, Nuklearmedizin und Radio-Onkologie

Hans W. Roser
Radiologische Physik, USB

Inhalt

- Ablauf und Konzept für Dosisabschätzungen
- Röntgendiagnostik
Aufnahmen/Durchleuchtung
- Röntgendiagnostik CT
- Nuklearmedizin
- Radio-Onkologie

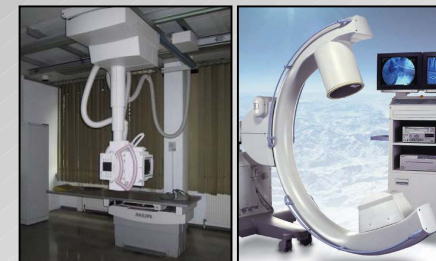
Ablauf und Konzept für Dosisabschätzungen

1. **Auftrag** (meist durch Arzt)
2. **Patientendaten:**
 - Geschlecht, Alter, Gewicht, Grösse
3. erwartete **Dosisgrösse:**
 - Organdosen,
 - Dosis am Uterus, Embryo oder Fötus
 - effektive Dosis
4. **Dosisabschätzung:**
 - typische Dosen (Tabelle)
 - Dosisberechnung ("manuell", Computerprogramm)
 - Dosismessung mit Phantom
5. **Rückmeldung** an Auftraggeber,
evtl. mit Hinweis zur Bewertung des **Risikos**

Röntgendiagnostik A/DL (typische Dosen)

Typische Dosen bei Röntgenuntersuchungen [mSv]

Untersuchung (A = pro Aufnahme)	Ober- fläche	Knochen- mark	Gonaden Frau	Gonaden Mann	effektive Dosis
Schädel p.a. (A)	2.3	0.3	0.0001	0.001	0.10
Zahnstatus	11	0.04	0.00001	0.00001	0.16
HWS a.p. (A)	2.3	0.3	<0.01	<0.01	0.18
Thorax p.a. (A)	0.40	0.14	0.002	0.001	0.050
Thorax-Schirmbild (A)	4.0	0.84	0.005	0.008	0.20
Mamma (A)	4.0	0.04	0.001		0.10
BWS a.p. (A)	3.6	0.3	<0.01	<0.01	0.44
Magen a.p. (A)	3.5	0.25	0.01	<0.01	0.44
Abdomen Übersicht (A)	3.7	0.75	2.2	0.3	0.53
LWS a.p. (A)	4.0	0.6	2.4	0.8	0.70
LWS lat. (A)	12	1.3	0.3	0.02	0.51
Becken a.p. (A)	4.6	0.3	0.9	2.8	0.62
Knie a.p. (A)	0.50	<0.01	<0.01	<0.01	0.015
Ellbogen a.p. (A)	0.30	<0.01	<0.01	<0.01	0.013



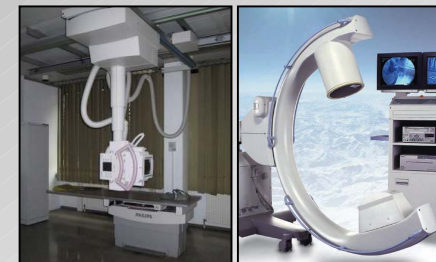
Dosen im Nutzstrahl < 10mSv

Uterus nicht im Nutzstrahl:
 $H_{\text{Uterus}} < 20\text{mSv}$ für A, DL und CT

Röntgendiagnostik A/DL (Parameter)

Parameter für Dosisbestimmung (A):

- Typ der Anlage
- Filterung (mm Al)
- Röhrenspannung (kV)
- Exposition (mAs)
- Fokus-Oberflächen-Distanz oder Fokus-Film-Distanz und Patientendurchmesser
- Lage Eintritt Zentralstrahl
- Einstrahlrichtung (p-a, a-p, s-d, d-s, ...)
- Feldgrösse (Oberfläche oder Film)
- Zusatzfilter, Ausgleichsfilter, ...
- Pb-Abdeckung des Patienten



(DL)

- Röhrenstrom (mA)
- Durchleuchtungsdauer (s)
- Feldgrösse (Oberfläche oder BV)
- evtl. Dosis-Flächen-Produkt

Röntgendiagnostik A/DL (Berechnung)

$$H_{\text{Organ}} = c_f \cdot K_{\text{air}}$$

K_{air} Einfallsdosis (Luftkerma)

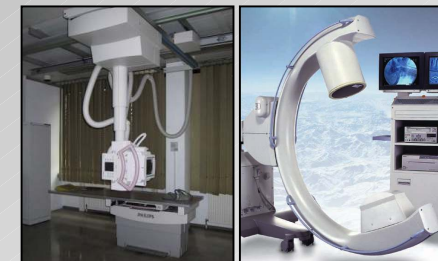
c_f mittlere Organdosis/Einfallsdosis
aus MC-Berechnung

Tabelle 2: LUNGE p. a.

Feldgröße (♂) 35 cm × 40 cm
Feldgröße (♀) 35 cm × 35 cm
Patientendurchmesser (♂) 20 cm
Patientendurchmesser (♀) 19 cm

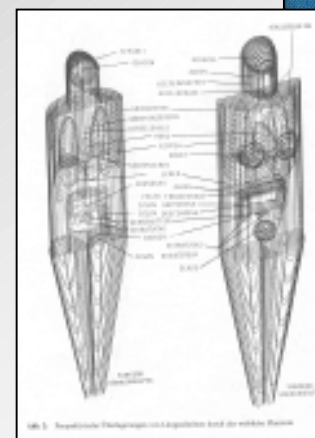
Fokus-Film-Abstand 180 cm
Fokus-Haut-Abstand 150 cm
Gesamtfilterung 2,5 mm Al

	Mittlere Organdosis (mSv) / Einfallsdosis (mGy)						
Röhrenspannung	90 kV		125 kV		140 kV		%
Organ	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
Schilddrüse	0,06	0,06	0,10	0,10	0,12	0,12	3,5
Thymus	0,08	0,10	0,14	0,16	0,16	0,17	3,0
Brust	—	0,13	—	0,19	—	0,22	0,6
Oesophagus	0,20	0,21	0,25	0,26	0,27	0,28	1,2
Lunge	0,54	0,57	0,68	0,72	0,73	0,76	0,2
Leber	0,16	0,14	0,22	0,20	0,24	0,22	0,4
Milz	0,25	0,18	0,33	0,24	0,35	0,26	0,9
Pankreas	0,17	0,12	0,25	0,17	0,27	0,19	1,2
Magenwand	0,07	0,06	0,11	0,10	0,12	0,11	1,3
Nebennieren	0,53	0,39	0,69	0,51	0,74	0,53	1,5
Nieren	0,05	0,04	0,07	0,05	0,08	0,06	1,1
Rotes Knochenmark	0,11	0,12	0,16	0,17	0,17	0,18	0,1
Skelett	0,30	0,32	0,35	0,38	0,36	0,39	0,1
Haut	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,2
Muskeln	0,09	0,10	0,12	0,12	0,13	0,13	0,1
Oberfl. (Eintr.)	1,24	1,24	1,27	1,32	1,35	1,34	0,1
Oberfl. (Austr.)	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	4,0



Die Bestimmung von Organdosen in der Röntgendiagnostik

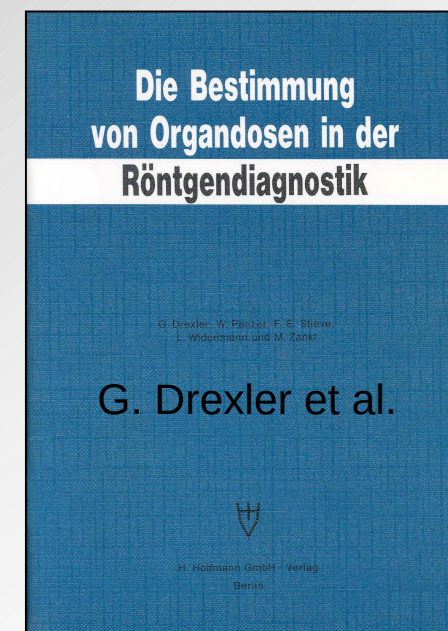
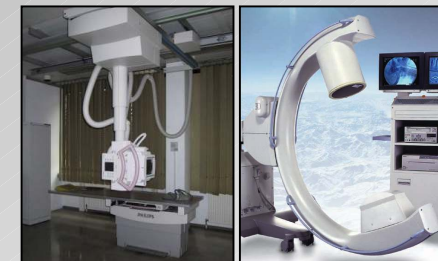
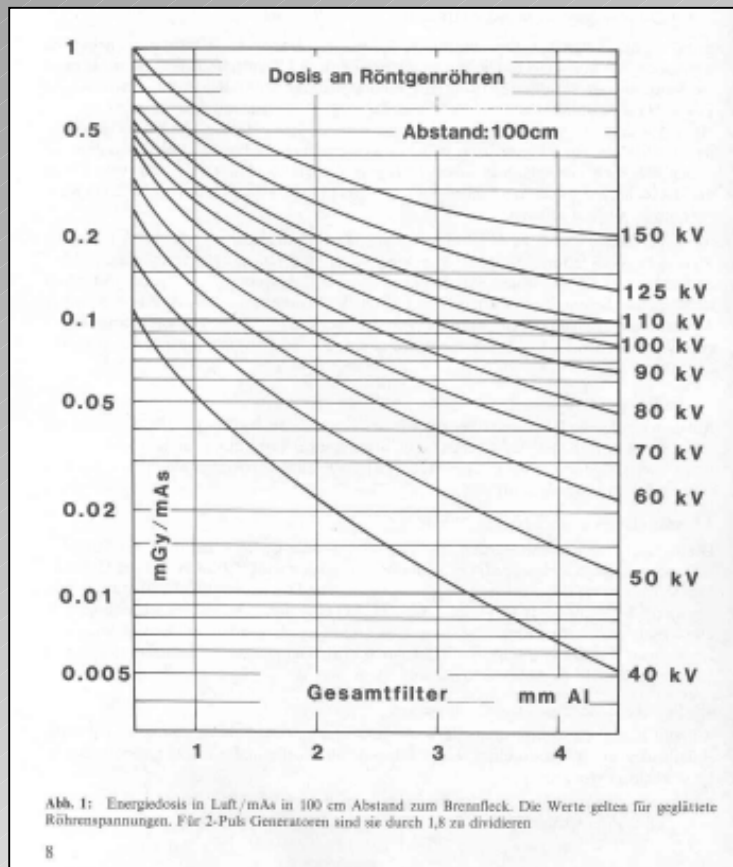
G. Drexler et al.



für Berechnung
verwendetes Phantom

Röntgendiagnostik A/DL (Berechnung)

K_{air} aus Graphik:



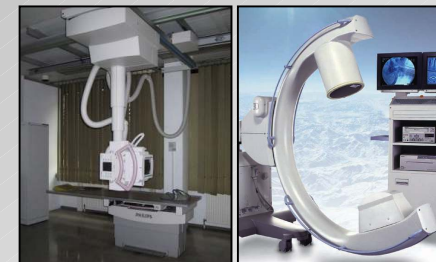
$$K_{\text{air}} \propto (U[\text{kV}])^2 \cdot Q [\text{mAs}] \cdot \frac{1}{(\text{FOD} [\text{m}])^2}$$

oder aus DIN 6809-7

Röntgendiagnostik A/DL (Berechnung)

D_0 (Oberflächendosis) aus Formel:

$$D_0 = K_{\text{air}} \cdot \text{BSF}$$

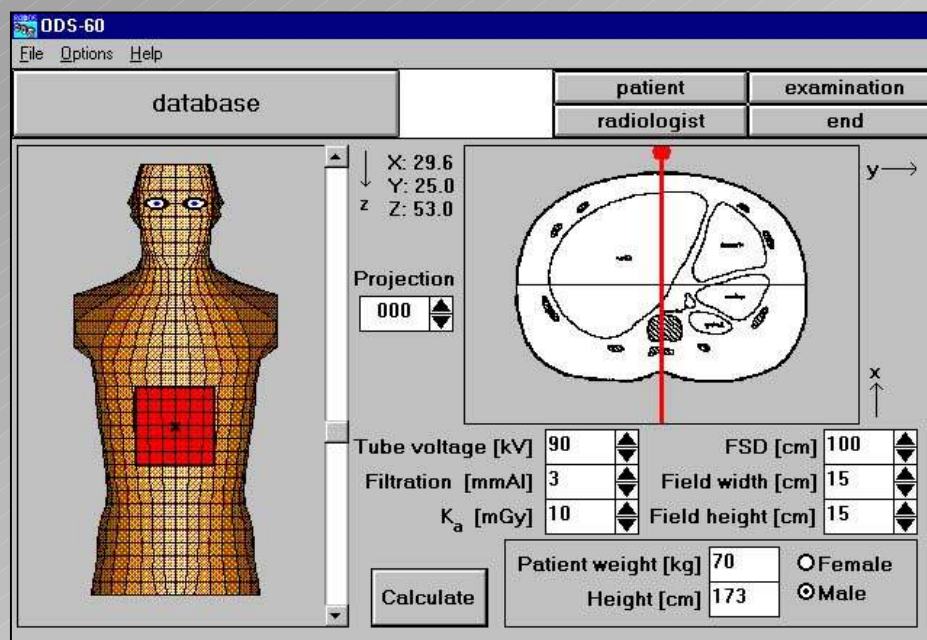
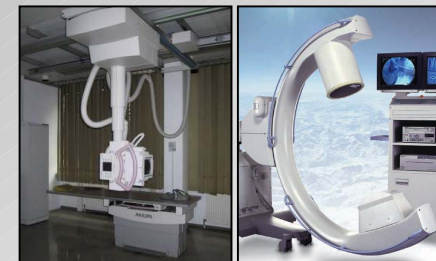


$$D_0 [\text{mGy}] = K \cdot \left(\frac{U [\text{kV}]}{100} \right)^2 \cdot Q [\text{mAs}] \cdot \frac{1}{(\text{FOD} [\text{m}])^2}$$

$$K \approx 0,15 \frac{\text{mGy} \cdot \text{m}^2}{\text{kV}^2 \cdot \text{mAs}}$$

Röntgendiagnostik A/DL (Computer-Programm)

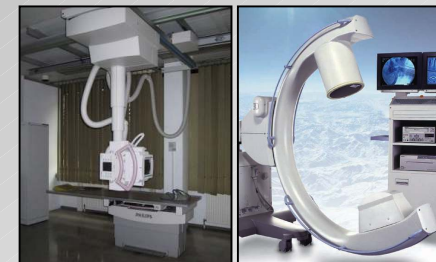
Dosisberechnung mit **Computer-Programm**
z.B. **ODS-60**



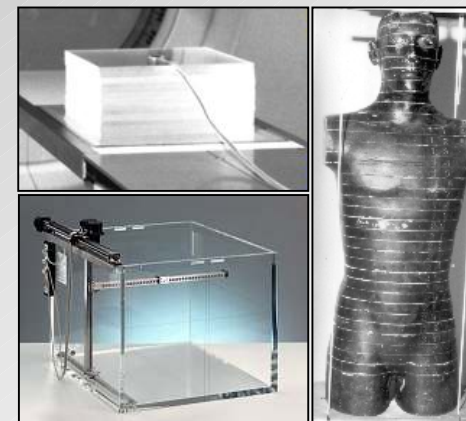
database	patient	examination
	radiologist	end
cm]: 173	ICRP-60 organs [mGy]:	
kg]: 70	Gonads *	Brain *
Male	Bone marrow 0.4	Upper large intest. 0.28
	Colon 0.03	Small intestine 0.76
	Lungs 0.79	Kidney 0.8
	Stomach 5.15	Muscle 0.15
rees]: 0	Bladder 0.01	Pancreas 2.88
]: 15	Breast -	Spleen 1.17
n]: 15	Liver 3.89	Thymus 0.06
29.6	Oesophagus 0.07	Uterus -
25.0	Thyroid 0.01	
53.0	Skin 0.18	Effective Dose 0.97
FSD [cm]: 100	Bone surface 0.16	[mSv]
Tube voltage [kV]: 90	Adrenals 1.12	
Filtration [mmAl]: 3		
K _a [mGy]: 10		
	Additional organs	
	☒ Copy with labels	
	Copy	Print
	OK	

Röntgendiagnostik A/DL (Messung)

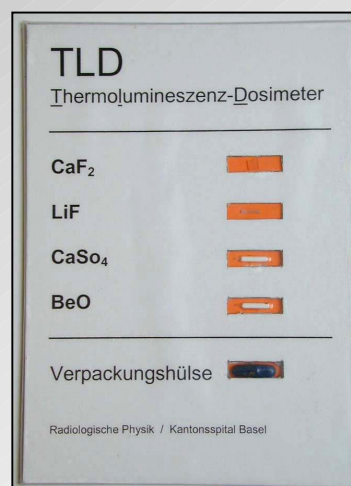
Dosismessung (Nachstellen der Expositionssituation)



Phantome: Alderson-Phantom
Wasser-Phantom
PMMA-Phantom



Ionisationskammern
Halbleiterdetektoren
TLD



Röntgendiagnostik CT (typische Dosen)



Typische Dosen bei der CT [mSv]

Untersuchung (A = pro Aufnahme)	Ober- fläche	Knochen- mark	Gonaden Frau	Gonaden Mann	effektive Dosis
Schädel CT (12 Schichten)	46	5.6	0.062	0.059	1.5
Thorax CT (27 Schichten)	50	8.9	0.15	0.57	14
Abdomen CT (26 Schichten)	45	11.4	15.5	3.5	11

Dosen im Nutzstrahl > 10mSv

Uterus nicht im Nutzstrahl:
 $H_{\text{Uterus}} < 20\text{mSv}$ für CT

Röntgendiagnostik CT (Parameter)



Parameter für Dosisbestimmung (**CT**):

- Typ der Anlage
- Untersuchungsvolumen (z.B. aus Scout View)
- Röhrenspannung (kV)
- Exposition (mA und s)
- Schichtdicke(n)
- konventionell: Anzahl Schichten, Schichtabstand
- Spiraltechnik: Pitch, Anzahl Umläufe
- (Dosisbeitrag der Scout Views klein)

Röntgendiagnostik CT (Berechnung)

$$H_{\text{Organ}} = \frac{1}{p} \cdot \text{CTDI}_{\text{Luft}} \cdot \sum_{z_-}^{z_+} f_{\text{Organ},z}$$

p pitch

$\text{CTDI}_{\text{Luft}}$ Luftkerma auf CT-Achse

$f_{\text{Organ},z}$ Beitrag der Schicht z zur Organdosis aus MC-Berechnung



Schicht (z)	Anteil Uterus- volumen [%]	f [mSv/mGy] für Uterus		
		137 kV 2.2 Al + 0.2 Cu	125 kV 2.2 Al + 0.2 Cu	80 kV 2.2 Al + 0.2 Cu
23 - 24 cm LW 5		0.0068	0.0061	0.0039
22 - 23 cm		0.0078	0.0075	0.0048
21 - 22 cm Sacrum		0.0088	0.0095	0.0063
20 - 21 cm		0.0103	0.0112	0.0073
19 - 20 cm		0.0138	0.0138	0.0087
18 - 19 cm		0.0164	0.0169	0.0111
17 - 18 cm		0.0211	0.0208	0.0144
16 - 17 cm		0.0260	0.0258	0.0179
15 - 16 cm		0.0316	0.0320	0.0236
14 - 15 cm	15.2	0.0576	0.0560	0.0419
13 - 14 cm	42.0	0.0925	0.0916	0.0682
12 - 13 cm	37.1	0.0921	0.0886	0.0691
11 - 12 cm Sacrum	5.7	0.0462	0.0447	0.0348
10 - 11 cm Coccyx		0.0312	0.0303	0.0230
9 - 10 cm		0.0241	0.0249	0.0181
8 - 9 cm Coccyx		0.0198	0.0199	0.0142
7 - 8 cm		0.0162	0.0166	0.0115
6 - 7 cm		0.0141	0.0135	0.0091
5 - 6 cm		0.0116	0.0113	0.0075
4 - 5 cm Tuber ischii		0.0095	0.0091	0.0055
3 - 4 cm		0.0075	0.0076	0.0047
2 - 3 cm		0.0058	0.0060	0.0037
1 - 2 cm		0.0049	0.0047	0.0030

The Calculation of Dose
from External Photon Exposures
Using Reference Human Phantoms
and Monte Carlo Methods

Part VI:
Organ Doses
from Computed Tomographic
Examinations

M. Zankl, W. Panzer and G. Drexler

Institut für Strahlenschutz

GSF-Bericht 30/91

M. Zankl et al.



Strahlenexposition in der Computertomographie

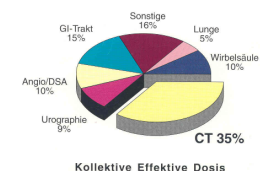
Grundlagen, Einflussfaktoren, Dosismessung,
Optimierung, Zahlenwerte, Begriffe

3. überarbeitete und aktualisierte Auflage

Herausgegeben von Hans Dieter Nagel

Mit Beiträgen von

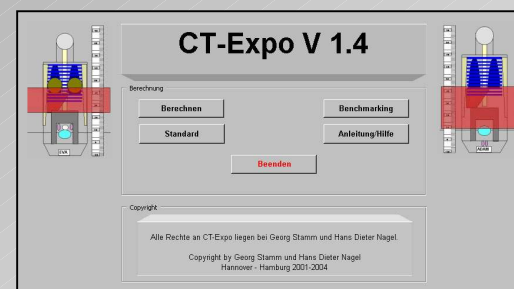
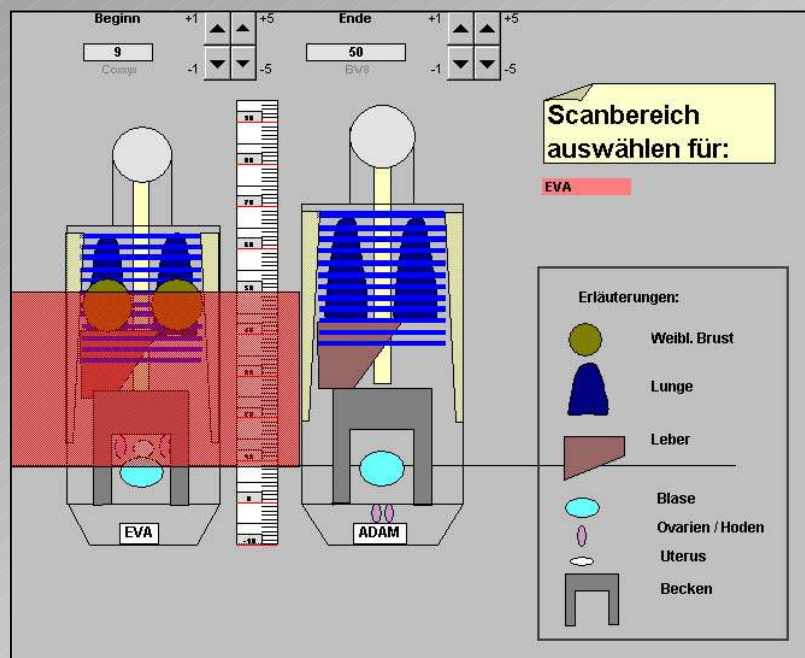
M. Galanski
N. Hidajat
W. Maier
H.D. Nagel
Th. Schmidt



CTB Publications H.D. Nagel

Röntgendiagnostik CT (Computer-Programm)

Dosisberechnung mit **Computer-Programm** z.B. **CT-Expo**



Standarduntersuchungen

Untersuchungsregion: **Abdomen + Becken** Standard-Scanlänge L [cm]: männl. **43** weibl. **41** $f_{m(tu)}$ [mSv/mGy*cm]: männl. **0.0072** weibl. **0.0104**

1. **Hersteller:** Philips **Gerät:** Tomoscan AV-Serie **Symphysen-Unterrand:** 0 - 43 **Zwerchfellkuppe:** 0 - 41

2. **Scannertyp:** Philips **Gerät:** Tomoscan AV-Serie

Geräte-Eckdaten für Region "Rumpf"

n_{CTDI_w}	U_{ref}	$P_{B,H}$	k_{CT}	dz_1	dz_2	$(N * h)_{ref}$	m_{OR}	b_{OR}
[mGy/mAs]	[kV]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			
0.08	120	0.4	0.8	0.1	0.1	10	2.0	-1.0

3. **Scanparameter** (für bis zu 3 Serien)

Bitte aktuelle Werte eingeben:

	U [kV]	I [mA]	t [s]	Q_{el} [mAs]	Q [mAs]	$N * h_{cool}$ [mm]	TV [mm]	h_{reco} [mm]	p	L [cm]	k_{OB}	Spiral-Modus	ΔL [cm]
1. Serie	120			150	150	24.0	21.6	6.0	0.9	0.0	1.00	☒	1.9
2. Serie				0					1.0	0.0	1.00	☐	0.0
3. Serie				0					1.0	0.0	1.00	☐	0.0

4. **Ergebnisse**

Dosiswerte pro Scan bzw. pro Serie*

	$CTDI_w$ [mGy]	$CTDI_{vol}$ [mGy]	DLP_w [mGy*cm] (m.)	DLP_w [mGy*cm] (w.)	Effektivdosis E^* [mSv] (m.)	Effektivdosis E^* [mSv] (w.)
1. Serie	12.0	13.3	607	580	8.7	12.1
2. Serie	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0
3. Serie	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0

Dosiswerte pro Untersuchung

	DLP_w [mGy*cm] (m.)	DLP_w [mGy*cm] (w.)	Effektivdosis E [mSv] (m.)	Effektivdosis E [mSv] (w.)
	607	580	8.7	12.1

Röntgendiagnostik CT (Messung)

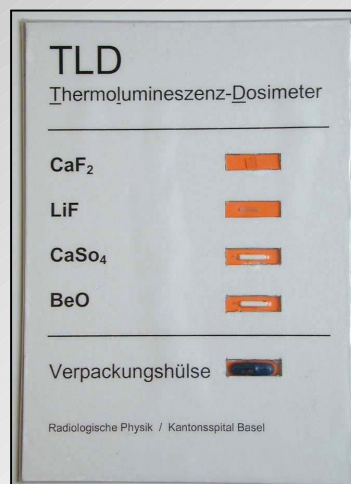
Dosismessung (Nachstellen der Expositionssituation)



Phantome: Alderson-Phantom
CTDI-Phantom



Ionisationskammern
Halbleiterdetektoren
TLD



Nuklearmedizin (typische Dosen)



Typische Dosen bei nuklearmedizinischen Untersuchungen [mSv]

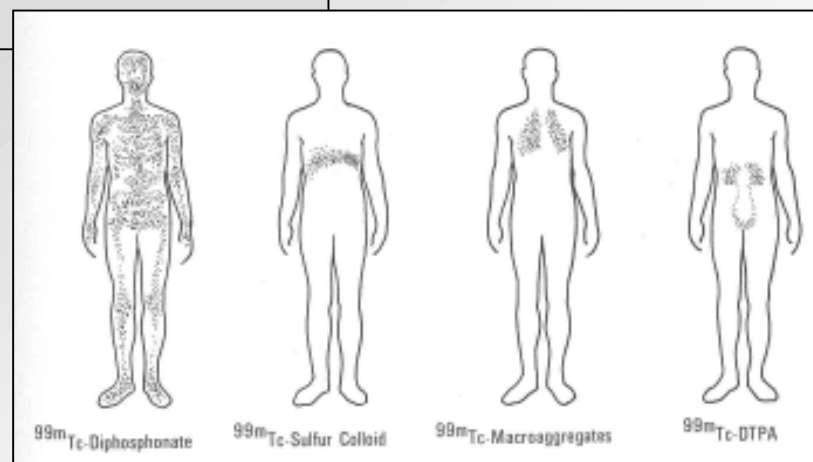
Untersuchung			Dosismaximum		Knochenmark	Gonaden Frau	Gonaden Mann	effektive Dosis
			Organ	Dosis				
Skelett	Tc-99m (Phosphat)	660 MBq	Knochenoberfläche	37.8	5.8	2.1	1.4	3.6
Schilddrüse	I-123 (Jodid)	15 MBq	Schilddrüse	48.0	0.15	0.17	0.17	2.7
Schilddrüse	I-131 (Jodid)	2 MBq	Schilddrüse	720.0	0.14	0.09	0.05	36.2
Lungen Perfusion	Tc-99m (Mikrosphären)	120 MBq	Lungen	8.0	0.53	0.22	0.13	1.4
Lungen Ventilation	Xe-133 (Gas)	400 MBq	Lungen	0.31	0.05	0.04	0.04	0.07
Herz (Myokard)	Tl-201 (Chlorid)	80 MBq	Gonaden Mann	44.8	14.4	9.6	44.8	15.7
Nieren	I-123 (Hippuran)	20 MBq	Blasenwand	4.0	0.05	0.15	0.09	0.26

H_{Uterus} erfahrungsgemäss $< 5\text{mSv}$

Nuklearmedizin (Parameter)

Parameter für Dosisbestimmung (NM):

- Untersuchungsart (z.B. Kochenszintigramm)
- Alter und Geschlecht
- verwendetes Radio-Nuklid
- Pharmakon (z.B. Phosphat)
- Applikationsart
- evtl. pharmakologische Intervention (z.B. Schilddrüsenblockade)



Nuklearmedizin (Berechnung)

$$D_{\text{Organ}} = A \cdot f_{\text{Organ}}$$

$$E = A \cdot f_{\text{ED}}$$

A

applizierte Aktivität

f_{Organ}

Dosisfaktor für Organ

f_{ED}

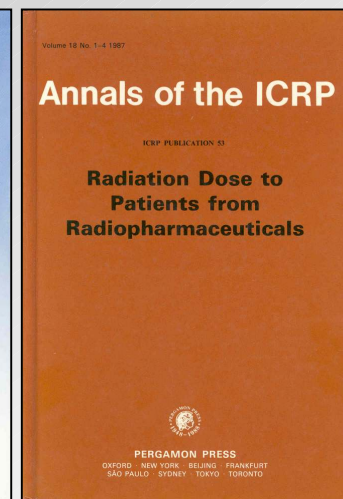
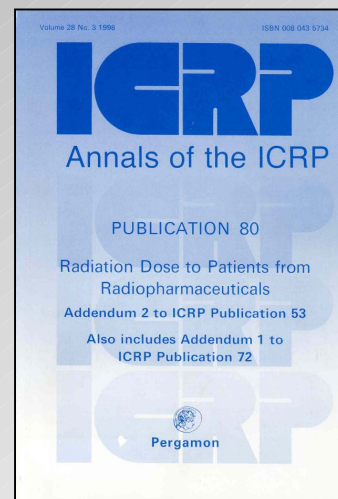
Dosisfaktor für effektive Dosis



3.15. Technetium-labelled phosphates and phosphonates
 ^{99m}Tc

3.15.1. Absorbed doses: ^{99m}Tc -labelled phosphates and phosphonates
 ^{99m}Tc 6.02 h

Organ	Absorbed dose per unit activity administered (mGy/MBq)				
	Adult	15 years	10 years	5 years	1 year
Adrenals	2.1E-03	2.7E-03	3.9E-03	5.8E-03	1.1E-02
Bladder	4.8E-02	6.0E-02	8.8E-02	7.3E-02	1.3E-01
Bone surfaces	6.3E-02	8.2E-02	1.3E-01	2.2E-01	5.3E-01
Brain	1.7E-03	2.1E-03	2.8E-03	4.3E-03	6.3E-03
Breast	7.1E-04	8.9E-04	1.4E-03	2.2E-03	4.2E-03
Gall bladder	1.4E-03	1.9E-03	3.5E-03	4.2E-03	6.7E-03
GI-tract					
Stomach	1.2E-03	1.5E-03	2.5E-03	3.3E-03	6.6E-03
SI	2.3E-03	2.9E-03	4.4E-03	5.3E-03	9.5E-03
Colon	2.7E-03	3.4E-03	5.3E-03	6.1E-03	1.1E-02
(ULI)	1.9E-03	2.4E-03	3.9E-03	5.3E-03	8.9E-03
(LLI)	3.8E-03	4.7E-03	7.2E-03	7.5E-03	1.3E-02
Heart	1.2E-03	1.6E-03	2.3E-03	3.4E-03	6.0E-03
Kidneys	7.3E-03	8.8E-03	1.2E-02	1.8E-02	3.2E-02
Liver	1.2E-03	1.6E-03	2.5E-03	3.6E-03	6.6E-03
Lungs	1.3E-03	1.6E-03	2.4E-03	3.6E-03	6.8E-03
Muscles	1.9E-03	2.3E-03	3.4E-03	4.4E-03	7.9E-03
Oesophagus	1.0E-03	1.3E-03	1.9E-03	3.0E-03	5.3E-03
Ovaries	3.6E-03	4.4E-03	6.8E-03	7.0E-03	1.2E-02
Pancreas	1.6E-03	2.0E-03	3.1E-03	4.3E-03	8.2E-03
Red marrow	9.2E-03	1.0E-02	1.7E-02	3.3E-02	6.7E-02
Skin	1.0E-03	1.3E-03	2.0E-03	2.9E-03	5.5E-03
Spleen	1.4E-03	1.8E-03	2.8E-03	4.5E-03	7.9E-03
Testes	2.4E-03	3.3E-03	5.5E-03	5.8E-03	1.1E-02
Thyroid	1.0E-03	1.3E-03	1.9E-03	3.0E-03	5.3E-03
Thyroid	1.3E-03	1.6E-03	2.3E-03	3.5E-03	5.6E-03
Uterus	6.3E-03	7.4E-03	1.2E-02	1.1E-02	1.8E-02
Remaining organs	1.9E-03	2.3E-03	3.4E-03	4.5E-03	7.9E-03
Effective dose (mSv/MBq)	5.7E-03	7.0E-03	1.1E-02	1.4E-02	2.7E-02



Dosis am Embryo/Fötus:

Health Phys. 73(5):756-769; 1997

RADIATION ABSORBED DOSE TO THE EMBRYO/FETUS FROM
RADIOPHARMACEUTICALS

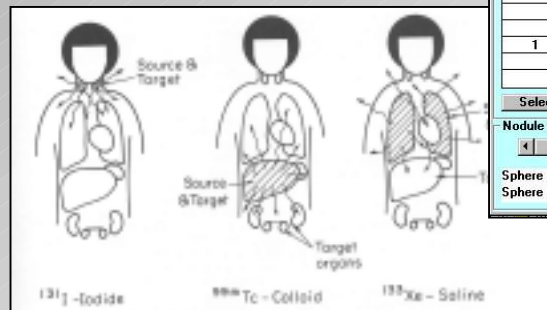
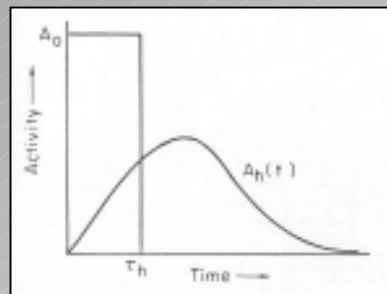
Joy R. Russell,* Michael G. Stabin,† Richard B. Sparks,† and Evelyn Watson†

Nuklearmedizin (Computer-Programm)

Dosisberechnung mit **Computer-Programm MIRDose3**

Parameter für Dosisberechnung (NM):

- verwendetes Radio-Nuklid
- Verteilung des Radio-Nuklids im Körper
- Verweilzeiten τ (residence times) in den Organen



Input data for 99m-Tc-43

File Help

Elements

Nuclides

94m-Tc-43
95-Tc-43
95m-Tc-43
97m-Tc-43
99-Tc-43
99m-Tc-43
Tellurium
Thallium
Thulium

Phantoms

☒ Adult (70 kg)
☐ 15-year-old (57 kg)
☐ 10-year-old (32 kg)
☐ 5-year-old (19 kg)
☐ 1-year-old (9.8 kg)
☐ Newborn (3.4 kg)

☐ Adult Female - N
☐ 3-month Pregnant
☐ 6-month Pregnant
☐ 9-month Pregnant

Residence Times (hr)

☐ Adrenals
☐ Brain
☐ Breasts
☐ Gallbladder Contents
☐ LLI Contents
☐ SI Contents
☐ Stomach Contents
☒ ULI Contents
☐ Heart Contents
☐ Heart Wall

☐ Kidneys
☐ Liver
☒ Lungs
☐ Muscle
☐ Ovaries
☐ Pancreas
☐ Red Marrow
☐ Cortical Bone
☐ Trabecular Bone
☒ Spleen

☐ Testes
☐ Thyroid
☒ Urin. Bl.
☐ Uterus
☐ Fetus
☐ Placenta
☐ Total Bo

Select All Clear All

Module Module

Report Self-dose S-value: Calculate Doses S-V

Sphere Size: Sphere Diameter: Label for Program Output:

Use ICRP 30 GI tract m Use Dynamic Bladder M

Radiation Dose Estimates for the REFERENCE ADULT for 99m-Tc-43

TARGET ORGAN	Total mGy/MBq	Dose rad/mCi	Primary Contributor	Contribution	Secondary Contributor	Contribution
Spleen	5.07E-03	1.88E-02	Spleen	100.0%		0.0%
Testes	0.00E+00	0.00E+00	Urinary BI	0.0%	Spleen	0.0%
Thymus	0.00E+00	0.00E+00	Urinary BI	0.0%	Spleen	0.0%
Thyroid	0.00E+00	0.00E+00	Urinary BI	0.0%	Spleen	0.0%
Urin Bladder	6.59E-03	2.44E-02	Urinary BI	100.0%		0.0%
Uterus	0.00E+00	0.00E+00	Urinary BI	0.0%	Spleen	0.0%
Total Body	1.42E-04	5.26E-04	Lungs	44.2%	ULI	41.9%
EDE	3.06E-03	1.13E-02	Remainder	81.8%	Lungs	18.2%
ED	1.49E-03	5.51E-03	Lungs	37.4%	Urin. Bladder	22.1%

EDE/ED units: mSv/MBq rem/mCi

SOURCE ORGAN Residence Time (hr)

ULI	1.00E+00
Lungs	5.00E-01
Spleen	1.00E-01
Urinary BI Cont	3.00E-01

Dynamic Bladder Model? ☐ Yes ☒ No

ICRP 30 GI Model? ☐ Yes ☒ No

Back to Input Form

Dosismessung (Nachstellen der Expositionssituation)



kaum möglich mangels geeigneter
dynamischer Phantome, welche die
Biokinetik simulieren würden

Radio-Onkologie (typische Dosen)



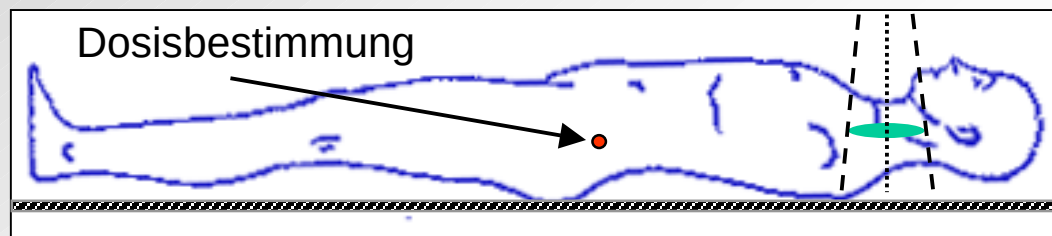
Typische Dosen bei der **Radio-Onkologie**

Ausserhalb Bestrahlungsfeld
 $< 1\%$ (max. 3%) der Herddosis
1% von **60 Gy** sind **600 mGy**

Radio-Onkologie (Parameter)

Parameter für Dosisbestimmung (RT):

- Bestrahlungsgerät
- Zielvolumen
- Patientenpositionierung, -lage
- Gantrywinkel
- Fokus-Oberflächen-Distanz für jedes Feld
- Feldgrösse
- Keilfilter, Tischplatte
- Anzahl Monitoreinheiten
- individuelle Bestrahlungspläne



Radio-Onkologie (Berechnung)

Table 5: Target Volume in the THORAX (Central Tumour)

Anterior and posterior beams (AP + PA)
14 x 14 cm²

Mean dose (cGy) to organ or tissue per Gray target volume dose arising from internal scatter only or: Organ or tissue mean dose as a percentage of target volume dose

RADIATION Energy Fluence Effective Energy	200 kV 115 keV 1.8 mm Cu HVL		Co-60 1.252 MeV		8 MV 2.62 MeV		25 MV 6.77 MeV	
ORGAN or TISSUE	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Brain	1.04	1.04	0.34	0.33	0.27	0.27	0.13	0.14
Breast Tissue (female)	na	4.93	na	1.87	na	1.51	na	1.08
Kidneys	0.51	0.56	0.14	0.19	0.12	0.14	0.08	0.07
Lens of Eye	1.19	1.05	0.32	0.35	0.44	0.48	0.42	0.40
Liver	1.40	1.40	0.32	0.31	0.26	0.26	0.13	0.12
Lungs	20.0	23.2	9.53	12.7	8.86	12.1	7.47	11.4
Pancreas	1.44	1.80	0.35	0.36	0.20	0.29	0.13	0.15
Red Marrow (Total Body)	13.8	14.1	10.3	10.7	10.2	10.6	9.97	10.8
Skeleton	13.9	11.9	5.2	4.8	5.2	4.4	5.0	4.6
Spleen	1.37	1.53	0.30	0.38	0.24	0.25	0.12	0.14
Testes	--	na	--	na	--	na	--	na
Thyroid	24.6	26.0	7.78	8.16	5.44	7.62	4.43	6.24
Uterus	na	0.06	na	0.02	na	0.02	na	0.01
Ovaries	na	0.06	na	0.02	na	0.02	na	0.01
Total Body	9.20	9.10	6.00	6.30	5.80	6.20	5.50	5.90

- = <0.005% or 0.005 cGy/Gy TVD or SD > 30%
na = not applicable
x = in beam or > 50% TVD
R = right side only
L = left side only

Organdosis
nur Streuung
im Körper



The Calculation of Dose from External Photon Exposures Using Reference Human Phantoms and Monte Carlo Methods

Part IV: Organ Doses in Radiotherapy

G. Williams, M. Zankl and G. Drexler

Institut für Strahlenschutz

GSF-Bericht S-1054
Reprinted July 1987

G. Williams et al.



Radio-Onkologie (Computer-Programm)

Dosisberechnung mit **Computer-Programm** **PeriDose**



PeriDose

File Help

Patient's name: Total uncertainty: cGy

Number of Beams: Total Peripheral Dose: cGy Total leakage and external scatter: cGy

Beam 1

Energy: MV ☒ Co-60 ☐ X-Rays ☐ (Apply to all beams)

Field Description:

☐ IMRT ☒ Beam Type: ☒ Orthogonal ☐ Tangential

☐ Wedge Used

Isocentric technique ☒

Wedge properties: ☐ Wedge Type: ☒ External ☐ Internal

Isocentric properties: Source Axis Distance: cm Depth Isocenter: cm

Wedge given dose at dmax: cGy

Field Size: x cm²

☐ Shielding blocks used

Distance center of field to PD-point: cm

Part of beam shielded: ☒ < 1/6 ☐ 1/5 ☐ 1/3

Patient thickness along beam axis: cm

☐ 1/6 ☐ 1/4 ☐ 1/2

Depth of PD-point in beam direction: cm

The ray-line "source-to-PD-point" is intercepted by the couch ☐

Open beam given dose at dmax: cGy

Monitor units: MU's

Peripheral dose for this beam: cGy Leakage and external scatter for this beam: cGy

Hinweis:

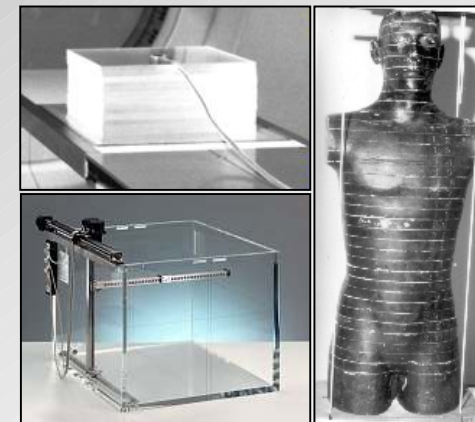
Berechnung **nicht** mit Therapie-Planungs-System,
da optimiert für Dosen > **3%** der Herddosis

Radio-Onkologie (Messung)

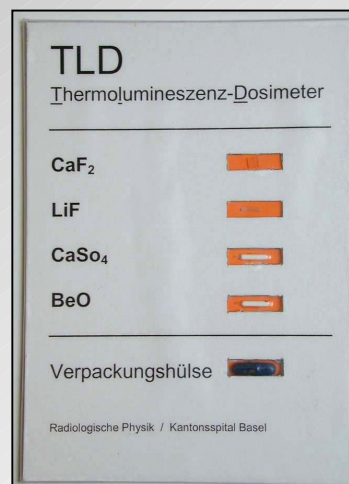
Dosismessung (Nachstellen der Expositionssituation)



Phantome: Alderson-Phantom
Wasser-Phantom
PMMA-Phantom



Ionisationskammern
Halbleiterdetektoren
TLD



Fehlerabschätzung

- Zur abgeschätzten Dosis gehört die Angabe der **Ungenauigkeit**.
- Als **Richtwert** kann von einem **Faktor 2** ausgegangen werden.

Dosisabschätzung in **drei** Stufen:

- typische Dosen (Tabelle)
- Dosisberechnung ("manuell", Computerprogramm)
- Dosismessung mit Phantom

ist ungefähr deckungsgleich mit dem **Stufen-Konzept** der Dosisabschätzung bei **pränataler** Strahlenexposition