Strahlenschutz des Personals im Herzkatheterlabor

Heiner von Boetticher

Seminar für Strahlenschutz am Institut für Radiologie
Klinikum Links der Weser Bremen

Herzzentrum Bremen

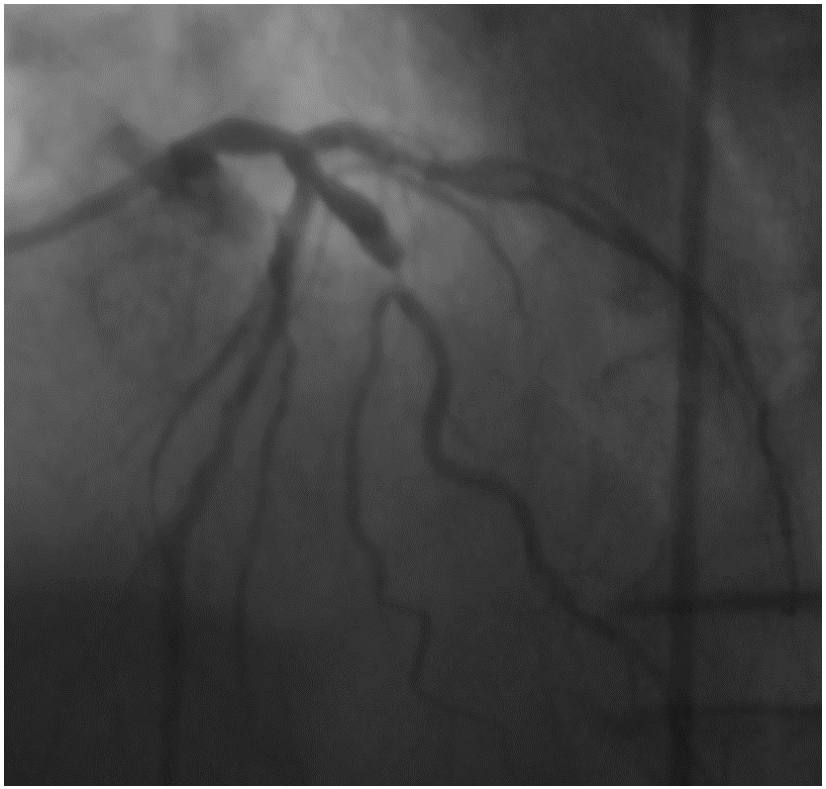
- Klinikum Links der Weser
  - Klinik für Kardiologie
  - Klinik für Kinderkardiologie
  - Klinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie
- Kardiologische Praxis
- Praxis für Kard. Nuklearmedizin
- Praxis für Elektrophysiolgie
- Ambulantes RehaZentrum

Überblick

- Bestimmung der Exposition des Personals an verschiedenen Aufenthaltsorten im HKL
  - Messung der Ortsdosisleistung in verschiedenen Höhen während Patientenuntersuchungen; Bestimmung der mittleren Zeitdauer pro Untersuchung für Durchleuchtung bzw. Kinobetrieb
  - Ermittlung der Untersuchungshäufigkeit (Jahresstatistik)
  - Bestimmung der effektiven Dosis mit 2 Alderson-Phantomen

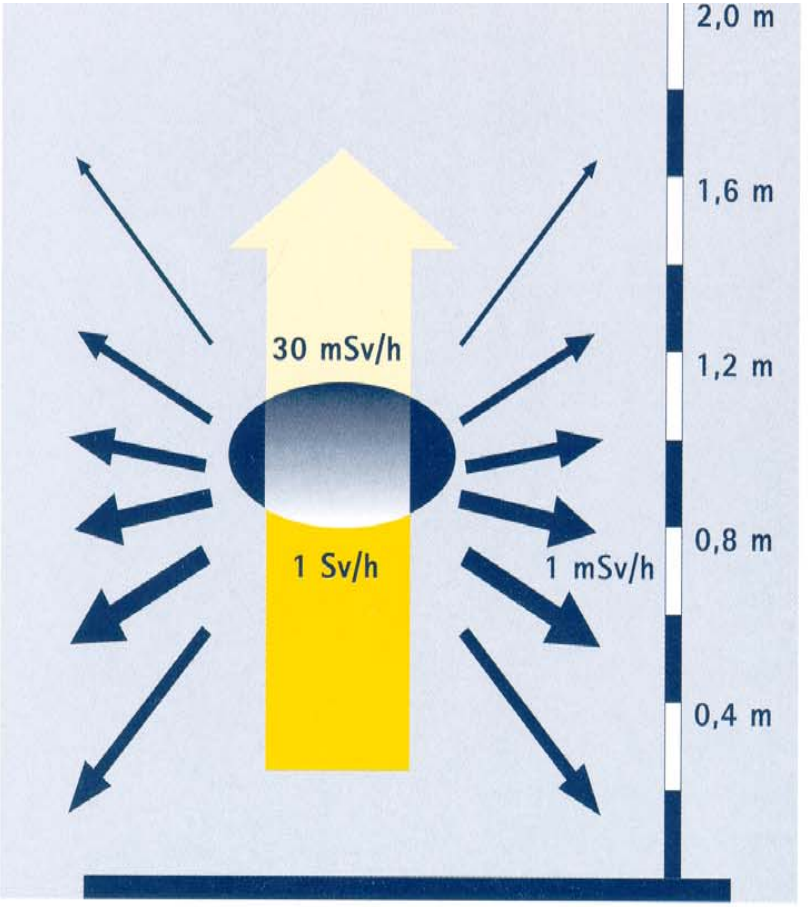
- Bestimmung der Unterschiede für die Exposition des Untersuchers bei Katheterapplikation in der Leiste bzw. am Arm
  - Randomisierte Studie mit ca. 300 Untersuchungen (Durchführung vom gleichen Kardiologen)
  - Messung der Dosis des Untersuchers in Brusthöhe vor der Schutzkleidung mit einem Personendosimeter

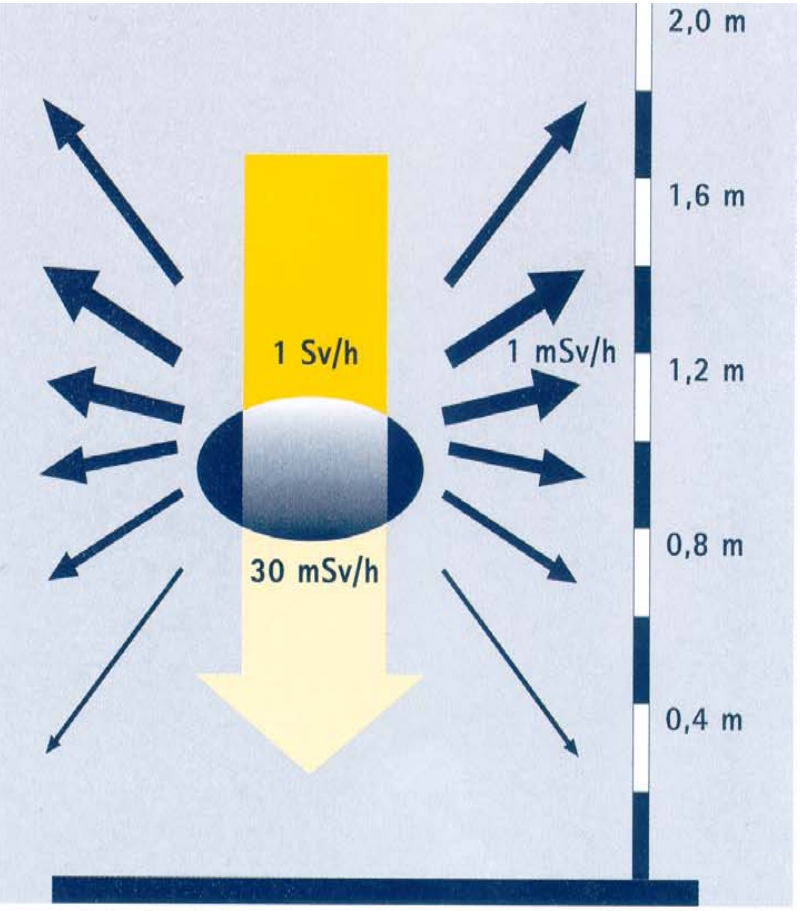
Koronar-Angiographien: Zustand vor (links) und nach Angioplastie und Einsetzen eines Stents (rechts)



Quelle: ICRP Publikation 85 (www.icrp.org)

Direkt- und Streustrahlung bei Durchleuchtung; schematisch



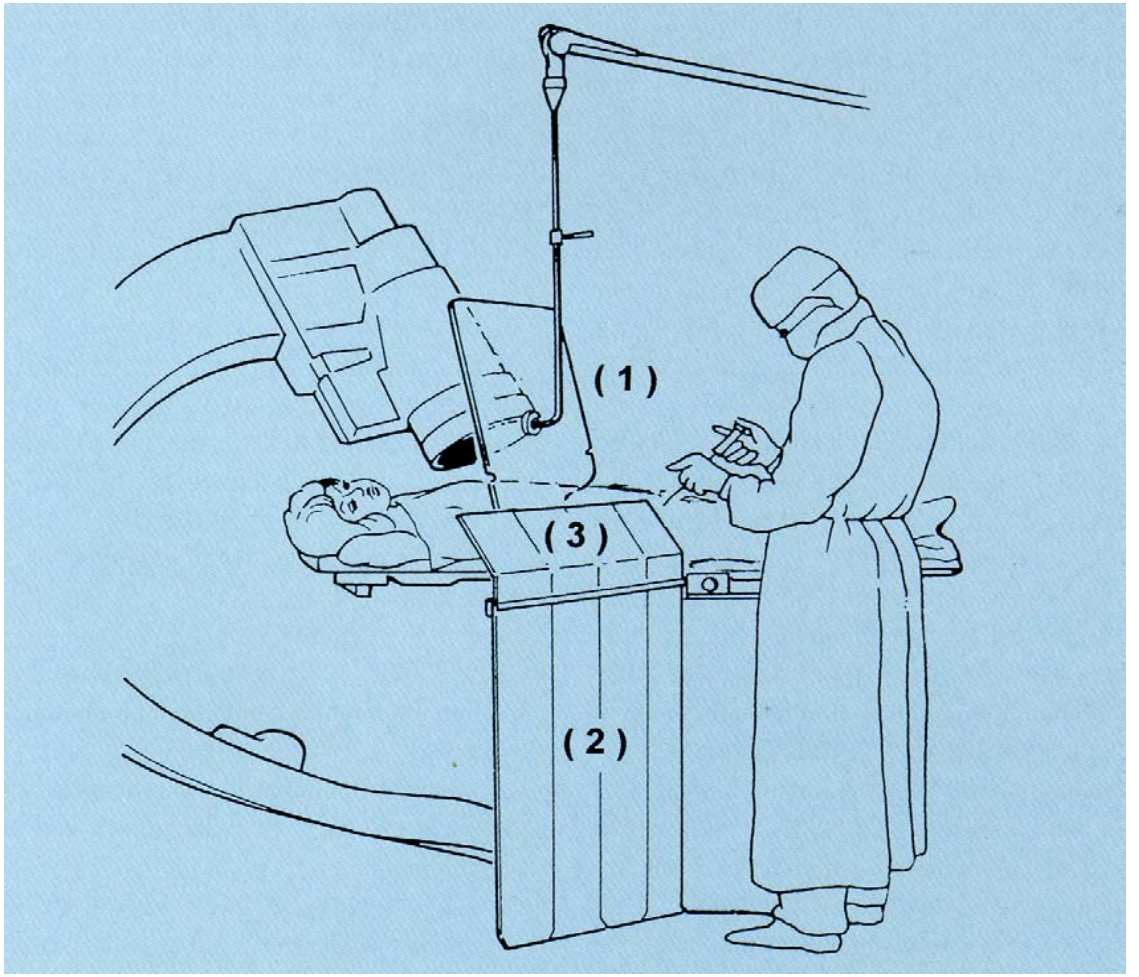


Beispiel für eine chronische Hautschädigung nach einer kumulativen Hautdosis von ca. 20 Gy (1 Angiographie und 2 Angioplastien)

Zustand 21 Monate nach der ersten Angiographie

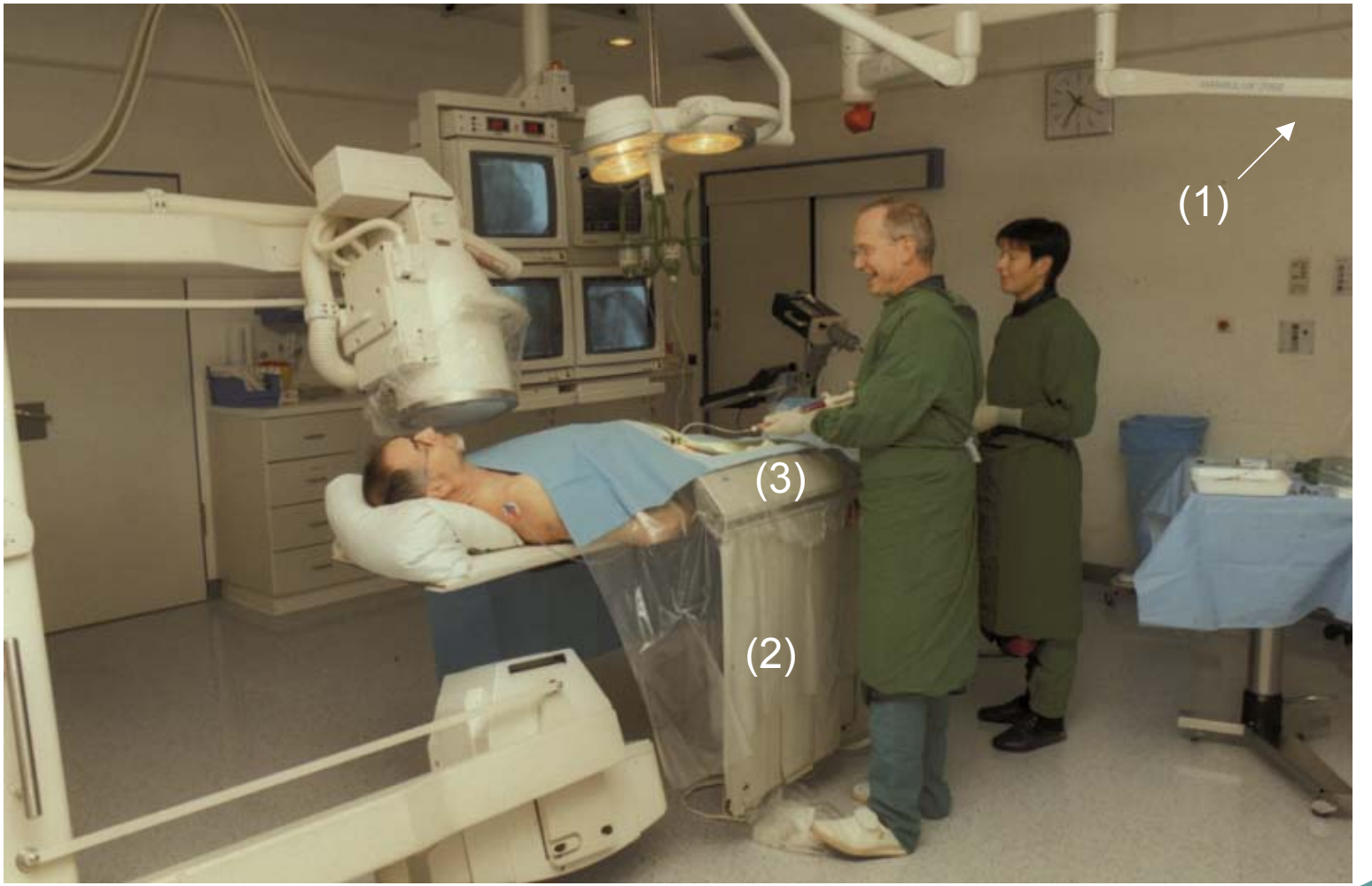
Quelle: ICRP Publikation 85 (www.icrp.org)

Prinzipielle Anordnung der Dauerschutzeinrichtung:
(1) Bleiacrylglasscheibe, (2) Unterkörperschutz, (3) Übertischblende



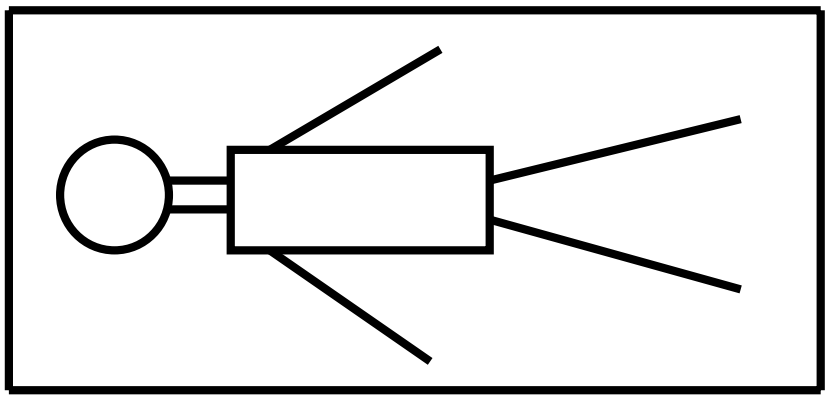
Quelle: H. Eder, Radiologe 1995; 35: 156-161

Herzkatheterlabor: Angiographie
Situation vor Beginn der Durchleuchtung



HKL: Aufenthaltsorte des Personals

Position 4
(Untersucher ohne Dauerschutz-einrichtungen)



Position 5
(Assistent)

Position 3
(Assistent)

Position 1
(Untersucher)

Position 2
(Assistent)

Ortsdosisleistung während Durchleuchtung in µSv/h

Höhe	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5
1,70 m (Kopf; Augen)	67,6	27,3	2,6	269	2,6
1,50 m (SD)	80,6	40,3	3,9	309	3,9
1,30 m (Sternum)	104,0	66,3	5,2	410	5,2
1,00 m (Gonaden)	52,0	39,0	3,9	459	3,9
0,45 m (Knie)	40,3	31,2	2,6	690	2,6
0,25 m (Untersch.)	36,4	25,4	2,0	690	2,0
0,05 m (Füße)	32,5	19,5	1,3	690	1,3
Punktionsst. (max. Handdosis)	325,0	-	-	1093	-

(Umgebungs-Äquivalentdosis H*(10) pro Zeit; Pos. 4 ohne Dauerschutzeinrichtung)

Ortsdosisleistung während Kinobetrieb in µSv/h

Höhe	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5
1,70 m (Kopf; Augen)	516	225	11,7	2019	11,7
1,50 m (SD)	805	381	14,3	2461	14,3
1,30 m (Sternum)	835	581	18,2	3318	18,2
1,00 m (Gonaden)	320	186	11,7	3710	11,7
0,45 m (Knie)	212	113	10,4	3868	10,4
0,25 m (Untersch.)	190	98	10,4	3960	10,4
0,05 m (Füße)	168	82	10,4	4052	10,4
Punktionsst. (max. Handdosis)	647	-	-	3900	-

(Umgebungs-Äquivalentdosis H*(10) pro Zeit; Pos. 4 ohne Dauerschutzeinrichtung)

Durchschnittliche Dosis in µSv für eine einzelne Untersuchung ohne persönliche Schutzausrüstung

Höhe	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5
1,70 m (Kopf)	18,6	7,86	0,54	73,3	0,54
1,50 m (SD)	26,2	12,6	0,75	87,2	0,75
1,30 m (Sternum)	29,5	19,8	0,98	117	0,98
1,00 m (Gonaden)	12,7	8,36	0,69	131	0,69
0,45 m (Knie)	9,06	5,94	0,52	160	0,52
0,25 m (Untersch.)	8,15	4,94	0,44	162	0,44
0,05 m (Füße)	7,24	3,95	0,37	164	0,37

(Äquivalentdosis in 10 mm Gewebetiefe; Zeitdauer für Durchleuchtung 6,82 min, Kino 1,27 min; die gekennzeichneten Werte liegen hinter der persönlichen Schutzausrüstung von 0,5 mm Pb; Pos. 4 ohne Dauerschutzeinrichtung)

Durchschnittliche Dosis in µSv für eine einzelne Untersuchung mit persönlicher Schutzausrüstung

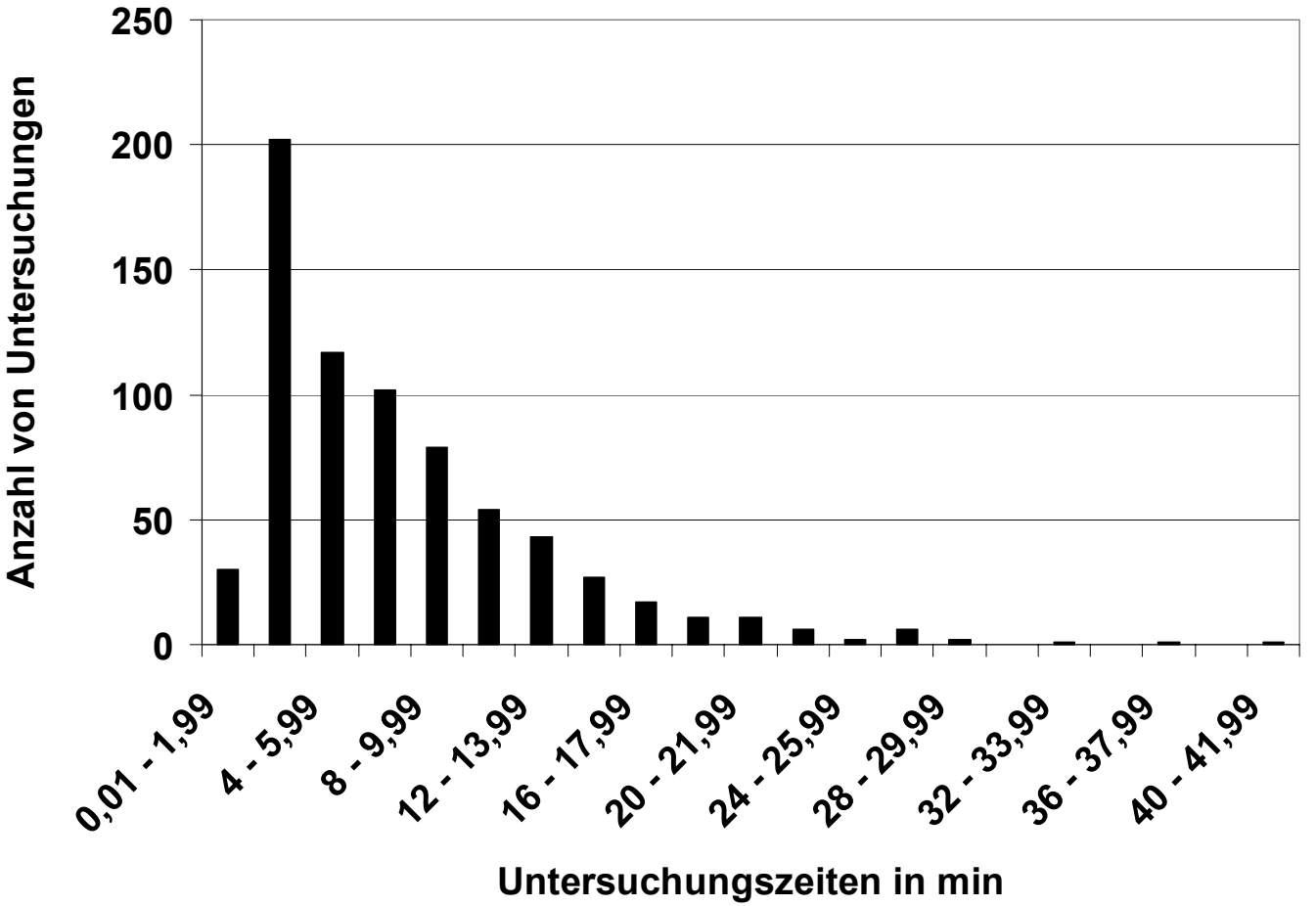
Höhe	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5
1,70 m (Kopf)	18,6	7,86	0,543	73,3	0,543
1,70 m (Augen/Pb.)	**0,353** *	**0,149***	**0,010***	**1,39***	**0,010***
1,50 m (SD)	26,2	12,6	0,746	87,2	0,746
1,50 m (SD/Pb))	**0,498** *	**0,240***	**0,014***	**1,66***	**0,014***
1,30 m (Sternum)	**0,560** *	**0,377***	**0,019***	**2,22***	**0,019***
1,00 m (Gonaden)	**0,241** *	**0,159***	**0,013***	**2,48***	**0,013***
0,45 m (Knie)	**0,172** *	**0,113***	**0,010***	**3,05***	**0,010***
0,25 m (Untersch.)	8,15	4,94	0,442	162	0,442
0,05 m (Füße)	7,24	3,95	0,368	164	0,368

(Äquivalentdosis in 10 mm Gewebetiefe; Zeitdauer für Durchleuchtung 6,82 min, Kino 1,27 min; die gekennzeichneten Werte liegen hinter der persönlichen Schutzausrüstung von 0,5 mm Pb; Pos. 4 ohne Dauerschutzeinrichtung)

Bestimmung der effektiven Dosen mit 2 Alderson-Phantomen

- männliches Phantom als Streukörper
  - Messung der Oberflächendosis mit dem Skin Dose Monitor (Fa. IBA - Wellhöfer Dosimetrie)
- weibliches Phantom als Untersucher
  - Ermittlung der Organdosen mit jeweils über 90 TLDs (LiF-100H; Fa. Thermo Eberline Trading / Harshaw)
- Durchführung der Messungen (aus Gründen der Messgenauigkeit)
  - ohne Verwendung von Dauerschutzeinrichtungen
  - ohne persönliche Schutzaurüstung

Anzahl von Untersuchungen eines Untersuchers (A) in Abhängigkeit von der Durchleuchtungszeit



Jahresdosis in mSv für die Untersuchungen von Untersucher A

Höhe	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5
1,70 m (Kopf)	13,6	5,71	0,403	53,4	0,40
1,70 m (Augen/Pb)	**0,257***	**0,109***	**0,008***	**1,02***	**0,008***
1,50 m (SD)	18,9	9,14	0,558	63,5	0,56
1,50 m (SD/Pb))	**0,359***	**0,174***	**0,011***	**1,21***	**0,011***
1,30 m (Sternum)	**0,407***	**0,273***	**0,014***	**1,61***	**0,014***
1,00 m (Gonaden)	**0,177***	**0,118***	**0,010***	**1,80***	**0,010***
0,45 m (Knie)	**0,127***	**0,084***	**0,007***	**2,24***	**0,007***
0,25 m (Untersch.)	6,02	3,69	0,326	119	0,326
0,05 m (Füße)	5,35	2,94	0,267	121	0,267
E (o. SD-Schutz)	1,8	1,2	0,07	7,8	0,07
E (m. SD-Schutz)	0,6	0,4	0,03	3,0	0,03

Äquivalentdosis in 10 mm Gewebetiefe bzw. effektive Dosis;
“Diagnostik”: 402 Untersuchungen (durchschn. Durchleuchtungszeit 5,04 min, Kino 1,03 min),
“PTCA”: 301 Untersuchungen (Durchleuchtung 11,2 min, Kino=1,51 min); die gekennzeichneten Werte liegen hinter der persönlichen Schutzausrüstung von 0,5 mm Pb; Pos. 4 ohne Dauerschutzeinrichtung).

Reduktion der effektiven Dosis durch einen Schilddrüsenschutz

	ohne Dauerschutz			Dauer-schutz unten	Dauer-schutz oben und unten
Schürze	ohne	0,35 mm	0,5 mm	0,5 mm	0,5 mm
ohne Schilddrüsen-schutz	100 %	10,1 %	8,7 %	7,8 %	2,05 %
mit Schilddrüsen-schutz	---	4,6 %	3,2 %	2,4 %	0,68 %
f	---	2,2	2,7	3,3	3,0

Angiographien und Interventionen: Wahl unterschiedlicher Punktionsstellen

Vor- und Nachteile des radialen Zugangs (Arm) im Vergleich zum femoralen Zugang (Leiste) nach Literatur

Vorteile:

- extrem niedrige vaskuläre Komplikationsrate
- höherer Komfort für den Patienten
- geringere Kosten

Nachteile:

- Höhere Durchleuchtungs-zeit ?
- Höhere Patientendosis (Dosisfächenprodukt) ?
- Untersucherdosis ?

Design und Durchführung der Studie

- Randomisierte Studie mit ca. 300 Untersuchungen (Durchführung vom gleichen Kardiologen)
- Aufnahme in die Studie: Koronarangiographien ohne erhöhtes Komplikationsrisiko, bei denen die rechte Arteria femoralis oder die rechte Arteria radialis ohne Schwierigkeiten erreicht werden konnte
- Matching beider Gruppen in Bezug auf demographische Faktoren, Risikofaktoren, kardiologische Vorerkrankungen, kardiologische Interventionen
- Messung der Dosis des Untersuchers in Brusthöhe vor der Schutzkleidung mit einem Personendosimeter

Angiographien und Interventionen: Wahl unterschiedlicher Punktionsstellen

	Wert bei radialem Zugang / Wert bei femoralem Zugang
Koronarangiographie	
Durchleuchtungzeit	1,18
Patientendosis (DFP)	1,15
Untersucherdosis (H*(10))	2,00
Perkutane Interventionen	
Durchleuchtungszeit	1,10
Patientendosis (DFP)	0,90
Untersucherdosis (H*(10))	1,51

Literatur

- von Boetticher H, Meenen C, Lachmund J, Hoffmann W, Engel HJ.
  Strahlenexposition des Personals im Herzkatheterlabor;
  Z. Med. Phys. 2003; 13: 251-256

- von Boetticher H, Lachmund J, Hoffmann W, Luska G.
  Optimization of the radiation protection in cardiology and radiology:
  Thyroid protection collars significantly reduce the effective dose;
  ICMP Erlangen 2005 (angenommener Beitrag)

- Lange HW, von Boetticher H.
  A randomized comparison of operator radiation exposure during
  coronary angiography and intervention by radial or femoral approach.
  Cathet Cardiovasc Diagn 2005; 44 (im Druck)