

# Dosisbestimmung des Personals – Auswirkungen der ICRP 103 Empfehlungen

Heiner von Boetticher

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

# Überblick



- Situation nach RÖV
- ICRP 103 Empfehlungen
- Strahlenfeld im Röntgenbereich
- Alternativen

### Bestimmung von Organdosen und effektiver Dosis durch Messung der Personendosis

- Die Körperdosis [*Organdosen und effektiver Dosis*] ist durch Messung der **Personendosis** zu ermitteln. Die zuständige Behörde bestimmt Messstellen für diese Messungen, die wiederum die **Dosimeter** festlegen, die verwendet werden müssen.
- Die Anzeige dieser Dosimeter gilt als Maß für die **effektive Dosis**, sofern die Körperdosis für einzelne Körperteile nicht genauer ermittelt worden ist. Bei Verdacht auf Überschreitung der Dosisgrenzwerte ist die Körperdosis unter Berücksichtigung der Expositionsbedingungen zu ermitteln.

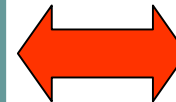
# RöV: Abschätzung der effektive Dosis des Personals durch die Personendosis

Die **effektive Dosis** ist die Summe der gewichteten Äquivalentdosen in allen Geweben und Organen des Körpers:

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T$$

$H_T$  = Organ-Äquivalentdosis im Gewebe oder Organ

$w_T$  = Wichtungsfaktor für das Gewebe T



## RöV: Messort der Personendosis

- Die Personendosis wird an einer für die Strahlenexposition repräsentativen Stelle der Körperoberfläche gemessen (§ 41(3) StrlSchV, § 35 (5) RöV). ... Als repräsentativer Trageort für Ganzkörperdosimeter gilt in der Regel die Vorderseite des Rumpfes.
- **Beim Tragen von Schutzkleidung ist die Personendosis unter der Schutzkleidung zu messen ...**

Zu überwachende Größe	Messgröße
Effektive Dosis E	<b>Tiefen-Personendosis</b> $H_p(10)$ (amtl. Personendosis/ Filmplakette)

# ICRP 103: Bestimmung der Exposition von externen Quellen: Dosisgrößen $H_p(10)$ , $H_p(0,07)$ und $H^*(10)$

The assessment of doses from exposure to radiation from external sources is usually performed

- either by individual monitoring using personal dosimeters worn on the body
- or, for example in cases of prospective assessment, by measuring or estimating  $H^*(10)$  and applying appropriate conversion coefficients.

Bestimmung der Strahlenexposition von externen Quellen:

- Individuelle Dosisbestimmung:  
 $H_p(10)$ ,  $H_p(0,07)$
- Messung oder Schätzung von  $H^*(10)$  und Anwendung geeigneter Konversionsfaktoren



## ICRP 103: konservative Abschätzung von E

The body-related protection quantities, equivalent dose and effective dose are not measurable in practice. Therefore, operational quantities are used for the assesment of effective dose or mean equivalent doses in tissues or organs.

- These quantities aim to provide a conservative estimate for the value of protection quantities related to an exposure, or potential exposure, of persons under most irradiation conditions.

- $H_p(10)$  und  $H^*(10)$  haben eine konservative Abschätzung der effektiven Dosis E zum Ziel.

## ICRP 103: Voraussetzung: homogene Ganzkörperexposition

In monitoring occupational exposures to external radiation, individual dosimeters measure the personal dose equivalent  $H_p(10)$ .

- This measured value is taken as an assessment of effective dose
- under the assumption of a uniform whole body exposure. ...

Bestimmung der Strahlenexposition von externen Quellen:

- Individuelle Dosimeter messen

$H_p(10)$

- Dieser Messwert wird als Abschätzung der effektiven Dosis genommen
- unter der Voraussetzung einer homogenen Ganzkörperexposition





## Wie homogen ist des Strahlenfeld „am Tisch“?

Höhe	
1,70 m (Kopf)	73,3 $\mu$ Sv
1,50 m (SD)	87,2 $\mu$ Sv
1,30 m (Sternum)	117 $\mu$ Sv (P)
1,00 m (Gonaden)	131 $\mu$ Sv (P)
0,45 m (Knie)	160 $\mu$ Sv
0,25 m (Untersch.)	162 $\mu$ Sv
0,05 m (Füße)	164 $\mu$ Sv

Personen-  
dosim. in  
1 m Höhe:  
Dosisfaktor  
1,1

Durchschnittliche Ortsdosis „am Tisch“ für eine einzelne Untersuchung ohne orts-  
feste Abschirmung oder Schutzkleidung (Herzkatheterlabor)

(Äquivalentdosis in 10 mm Gewebetiefe; Zeitdauer für Durchleuchtung 6,82 min, Kino 1,27 min)



Ohne Strahlenschutz  
ist die Personendosis-  
Messung ok!

## Ortsfeste Abschirmung



1

Bleiacrylglascheibe

Abschirmfaktor ca. 4

2

Unterkörperschutz

Abschirmfaktor ca. 10-20





## Wie homogen ist des Strahlenfeld „am Tisch“?

Höhe	ohne Dauer- schutz	Abschirm- faktor	mit Dauer- schutz
1,70 m (Kopf)	73,3 $\mu$ Sv	— 3,9 →	18,6 $\mu$ Sv
1,50 m (SD)	87,2 $\mu$ Sv	— 3,2 →	26,2 $\mu$ Sv
1,30 m (Sternum)	117 $\mu$ Sv	— 4,0 →	29,5 $\mu$ Sv (P)
1,00 m (Gonaden)	131 $\mu$ Sv	— 10 →	12,7 $\mu$ Sv (P)
0,45 m (Knie)	160 $\mu$ Sv	— 18 →	9,06 $\mu$ Sv
0,25 m (Untersch.)	162 $\mu$ Sv	— 20 →	8,15 $\mu$ Sv
0,05 m (FüÙe)	164 $\mu$ Sv	— 23 →	7,24 $\mu$ Sv

Personen-  
dosim. In  
1 m Höhe:  
Dosisfaktor  
0,43

Durchschnittliche Ortsdosis „am Tisch“ für eine einzelne Untersuchung ohne persönliche Schutzausrüstung (Herzkatheterlabor)

(Äquivalentdosis in 10 mm Gewebetiefe; Zeitdauer für Durchleuchtung 6,82 min, Kino 1,27 min)



## Wie homogen ist des Strahlenfeld „am Tisch“?

Höhe	ohne Dauer- schutz	Abschirm- faktor	mit Dauer- schutz
1,70 m (Kopf)	73,3 $\mu$ Sv	— 3,9 →	18,6 $\mu$ Sv
1,50 m (SD)	87,2 $\mu$ Sv	— 3,2 →	26,2 $\mu$ Sv
1,30 m (Sternum)	117 $\mu$ Sv	— 4,0 →	29,5 $\mu$ Sv (P)
1,00 m (Gonaden)	131 $\mu$ Sv	— 10 →	12,7 $\mu$ Sv (P)
0,45 m (Knie)	160 $\mu$ Sv	— 18 →	9,06 $\mu$ Sv
0,25 m (Untersch.)	162 $\mu$ Sv	— 20 →	8,15 $\mu$ Sv
0,05 m (FüÙe)	164 $\mu$ Sv	— 23 →	7,24 $\mu$ Sv

Weitere  
Reduktion  
durch  
Schürze auf  
ca. 2-5 %

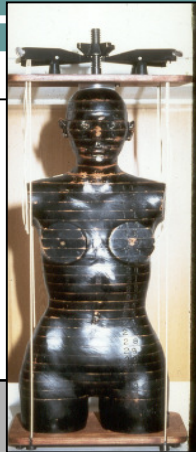
Durchschnittliche Ortsdosis „am Tisch“ für eine einzelne Untersuchung ohne persönliche Schutzausrüstung (Herzkatheterlabor)

(Äquivalentdosis in 10 mm Gewebetiefe; Zeitdauer für Durchleuchtung 6,82 min, Kino 1,27 min)

## Relative effektive Dosen (ICRP 103) in der Angiographie für unterschiedliche Schutzkleidung

	relative effektive Dosis	
	ohne Schild- drüzenschutz	mit Schild- drüzenschutz
(ohne Schutzkleidung)	100 %	---
Schutzkleidung 0,35 mm Pb	12,1 %	8,2 %
Schutzkleidung 0,50 mm Pb	9,7 %	5,8 %
Schutzkleidung 0,50 mm Pb + unterer Dauerschutz	8,7 %	4,8 %
Schutzkleidung 0,50 mm Pb + unterer und oberer Dauerschutz	2,5 %	1,5 %

# Verhältnis von effektiver Dosis (ICRP 103) zur Tiefen-Personendosis (Angiographie)



	Verhältnis von effektiver Dosis zur Personendosis	
	ohne Schild- drüsenenschutz	mit Schild- drüsenenschutz
(ohne Schutzkleidung)	(0,71)	---
Schutzkleidung 0,35 mm Pb	1,57	1,06
Schutzkleidung 0,50 mm Pb	2,38	1,42
Schutzkleidung 0,50 mm Pb + unterer Dauerschutz	2,14	1,18
Schutzkleidung 0,50 mm Pb + unterer und oberer Dauerschutz	1,81	1,10

# Verhältnis von effektiver Dosis (ICRP 103) zur Tiefen-Personendosis (Angiographie)



		Verhältnis von effektiver Dosis zur Personendosis	
		ohne Schild-drüsenschutz	mit Schild-drüsenschutz
(ohne Schutz)		(0,71)	---
Schutzkleidung		1,57	1,06
Schutzkleidung	0,50 mm Pb	2,38	1,42
Schutzkleidung	0,35 mm Pb + unterer Dauerschutz	<b>2,14</b>	1,18
Schutzkleidung	0,50 mm Pb + unterer und oberer Dauerschutz	1,81	1,10

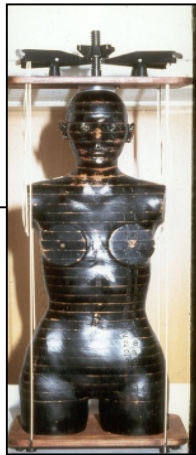
**Faktor 5,0 bei Tragen des Personendosimeters an der Hosentasche!**





# Verhältnis von effektiver Dosis (ICRP 103) zur Tiefen-Personendosis (nahbediente DL/senkrechter Tisch)

Standort außerhalb der Schutzzone:



Verhältnis von effektiver Dosis zur Personendosis

ohne Schild-  
drüschenschutz

mit Schild-  
drüschenschutz

(ohne Schutzkleidung)

(0,64)

---

Schutzkleidung 0,35 mm Pb

2,23

1,41

Schutzkleidung 0,50 mm Pb

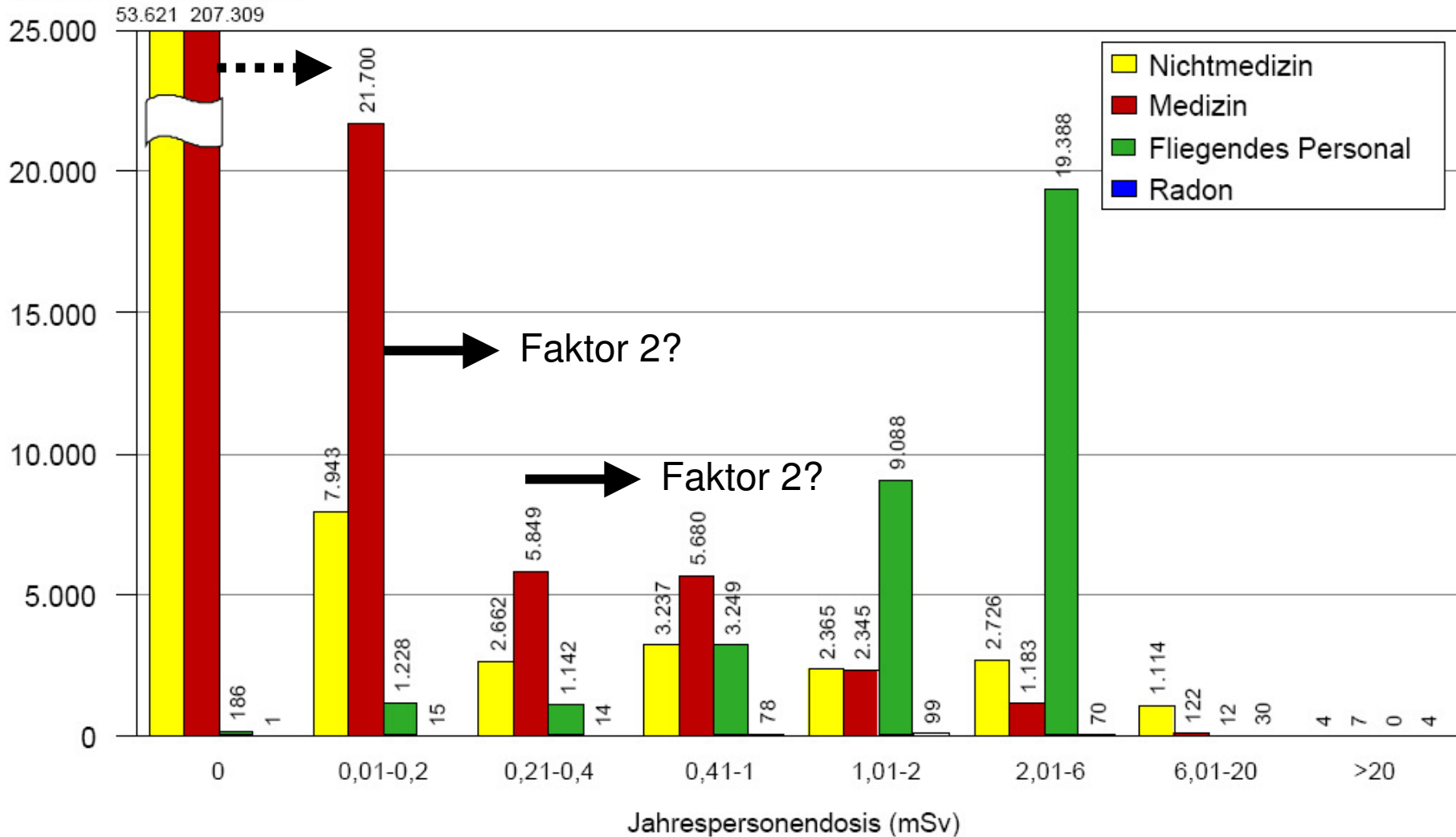
3,93

2,27



# Verteilung der Jahrespersonendosen beruflich Strahlenexponierter im Jahr 2007 (BMU 2009)

Anzahl der Überwachten



# Alternativen

- Ortsdosimetrie  
(mit Korrekturfaktoren; ICRP 103 Abs. 138)
- Bestimmen der Personendosis durch Messung über der Schürze (mit Korrekturfaktoren)
- „Doppeldosimetrie“

**Beiträge der Europäischen Projekte  
EURADOS und SENTINEL  
zur Problematik der Strahlenschutzdosimetrie**

**Denisa Nikodemová**

Slovakische Medizinische  
Universität in Bratislava

**11. Fortbildungseminar der APT, Bremen 22.-23.06.2007**

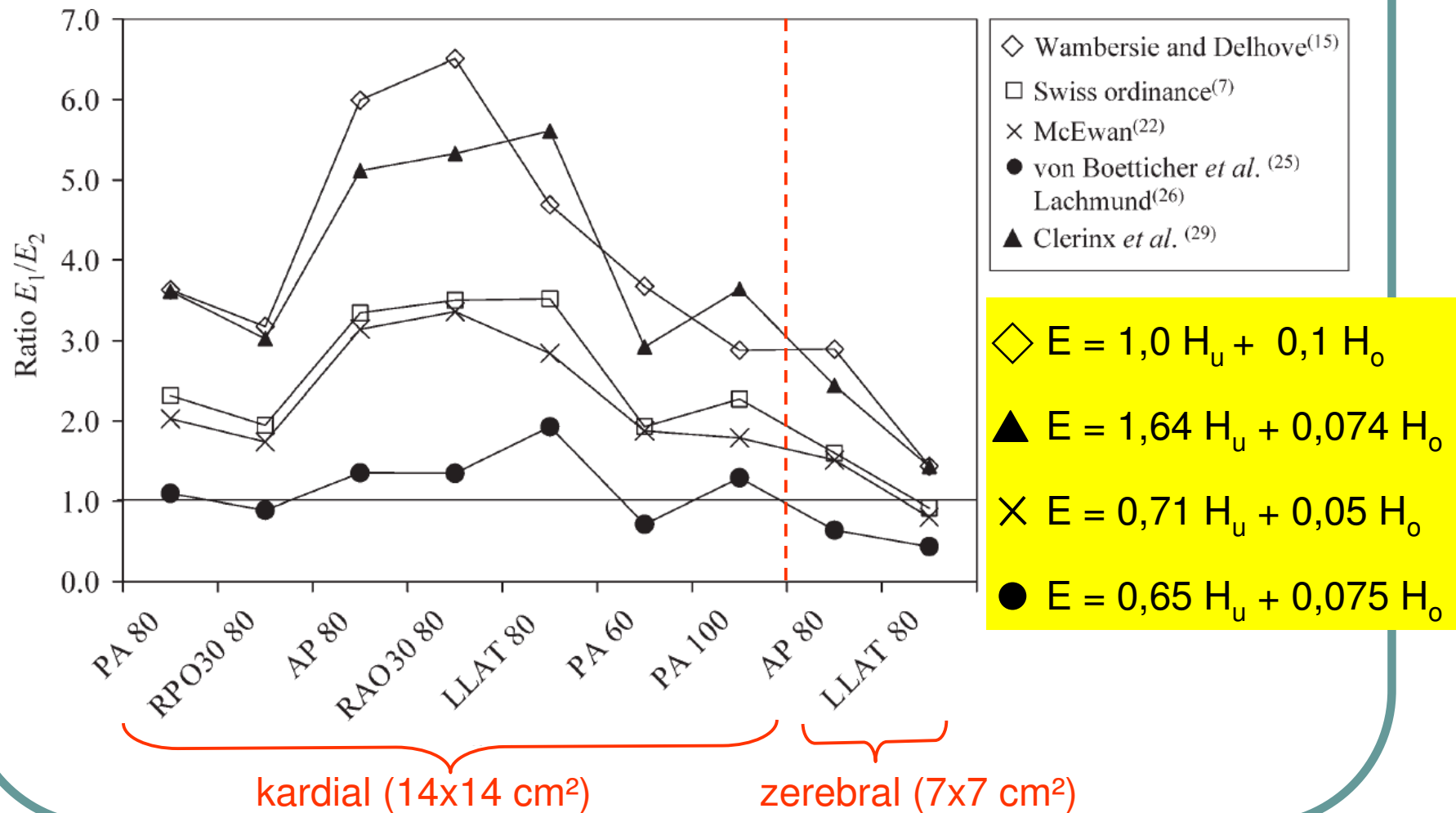
## Bestimmungen zur Personendosimetrie in 13 europäischen Ländern

	Länderzahl
Messgröße $H_p(10)$	13
Dosimeter <u>unter</u> der Schürze	5
Dosimeter <u>über</u> der Schürze	8
Dosimeter <u>über und unter</u> der Schürze	1
Doppeldosimetrie als gesetzliche Verpflichtung	2
Keine Empfehlungen zur Doppeldosimetrie	8
<u>Algorithmus</u> zur Doppeldosimetrie angegeben (nach ICRP 60)	3

# Doppeldosimetrie: Vergleichsstudie für verschiedene Formeln

$E_1$ : Effektive Dosis nach 2-Dosimeter-Formeln

$E_2$ : Effektive Dosis nach Monte-Carlo-Berechnung



## Bestimmung der effektiven Dosis nach ICRP 103 mit der „Doppeldosimetrie“

$$E = 0,60 H_u + 0,094 H_o \quad (\text{ohne Schilddrüsenschutz})$$

$$E = 0,60 H_u + 0,047 H_o \quad (\text{mit Schilddrüsenschutz})$$

$E$  = Effektive Dosis mit Gewebe-Wichtungsfaktoren nach ICRP 103

$H_u$  = Dosiswert unter der Bleischürze (Brusthöhe)

$H_o$  = Dosiswert oberhalb der Bleischürze (am Hals)

$$E = (0,60 \pm 0,11) H_u + (0,094 \pm 0,014) H_o \quad (\text{ohne SD-Schutz})$$

$$E = (0,60 \pm 0,11) H_u + (0,047 \pm 0,010) H_o \quad (\text{mit SD-Schutz})$$

## Literatur

- von Boetticher H, Lachmund J, Hoffmann W.  
Cardiac catheterization: Impact of face and neck shielding on new estimates of effective dose  
Health Physics 2009; angenommen
- von Boetticher H, Lachmund J, Hoffmann W.  
Effective dose estimation in diagnostic radiology with two dosimeters: Impact of the 2007 recommendations of the ICRP.  
Health Physics 2008; 95: 337-340
- von Boetticher H, Lachmund J, Loe HK, Hoffmann W, Poppe B.  
Recommendations of the ICRP change basis for estimation of the effective dose: What is the impact on radiation dose assessment of patient and personnel?  
Fortschr Röntgenstr 2008; 180: 391-395