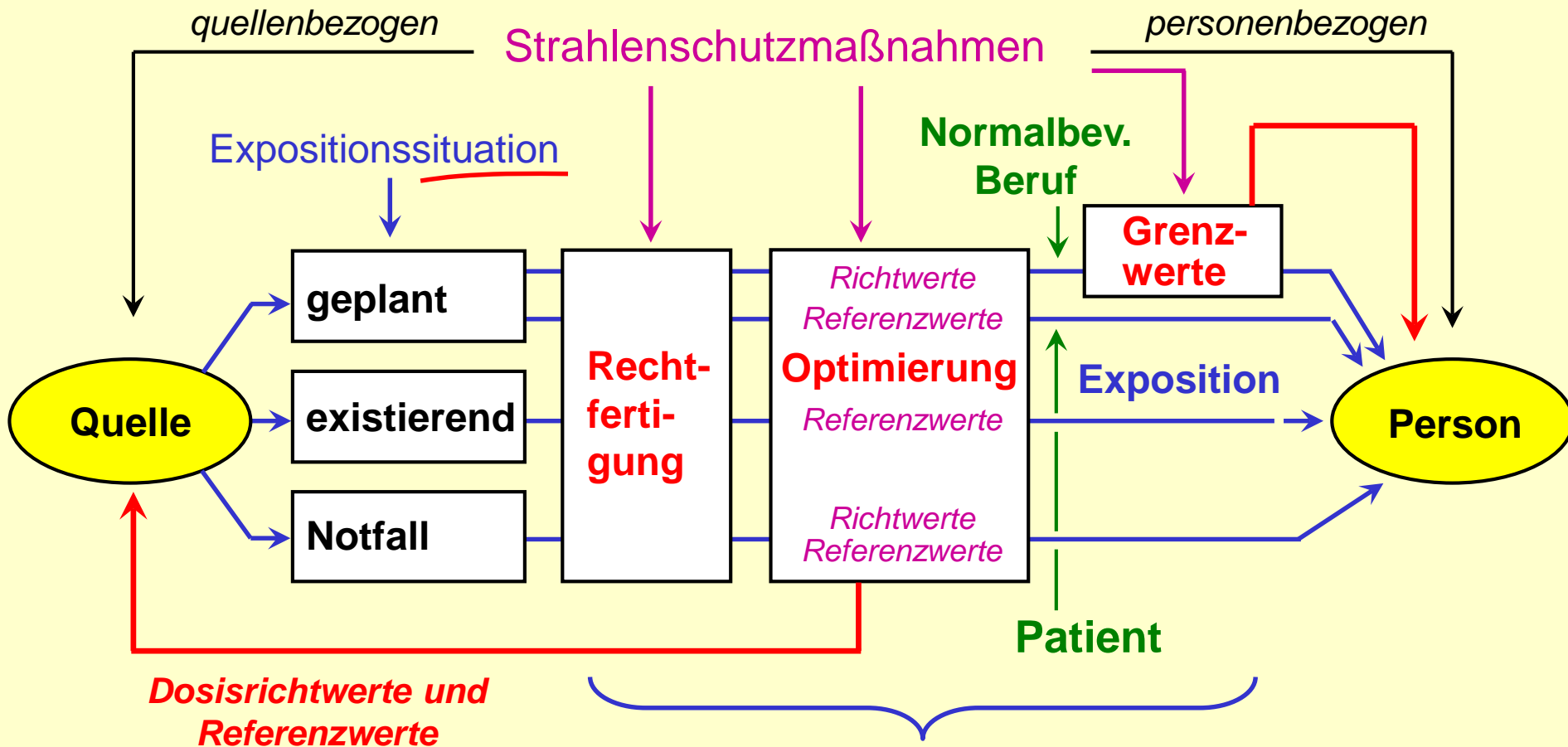


## Das System des Strahlenschutzes :



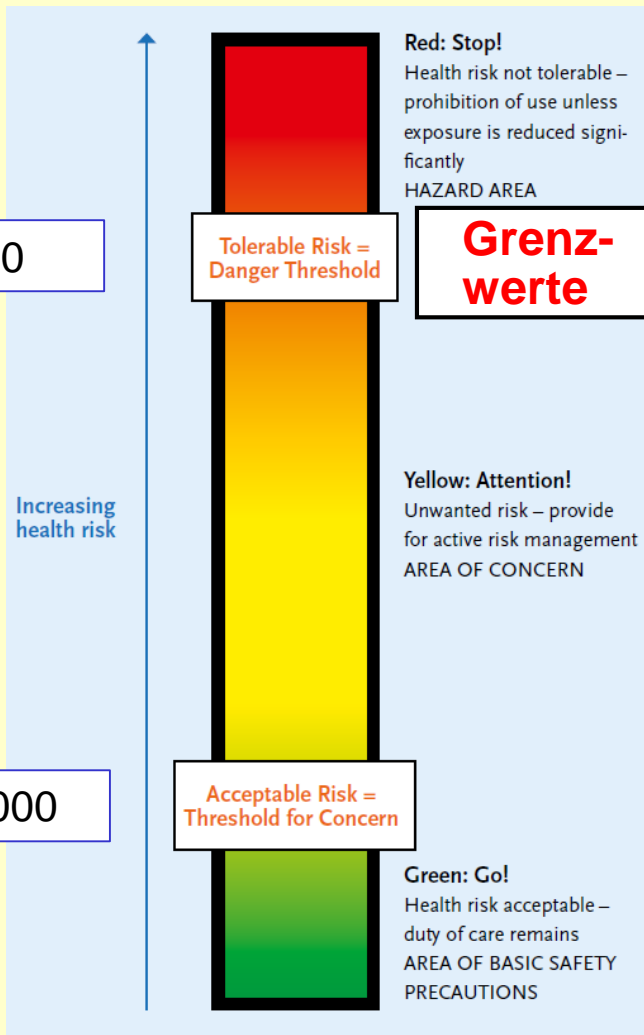
## Die "drei Säulen des Strahlenschutzes"

**Vergleich mit anderen Noxen am Arbeitsplatz :**

Vorschlag des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS)

Toleranzrisiko 4 : 1.000

Akzeptanzrisiko 4 : 10.000



Red: Stop!  
 Health risk not tolerable –  
 prohibition of use unless  
 exposure is reduced signi-  
 ficantly  
 HAZARD AREA

**Grenz-  
 werte**

Yellow: Attention!  
 Unwanted risk – provide  
 for active risk management  
 AREA OF CONCERN

Acceptable Risk =  
 Threshold for Concern

Green: Go!  
 Health risk acceptable –  
 duty of care remains  
 AREA OF BASIC SAFETY  
 PRECAUTIONS

Risiko :  
 etwa  $4 \cdot 10^{-2}$  400 mSv  
 Risiko :  
 etwa  $2 \cdot 10^{-3}$  20 mSv/a

**"Optimierungsbereich"**

*Zusatzrisiko ?  
 Totales Risiko?  
 Zeitbezug ?*

Risiko :  
 etwa  $10^{-6}$  10  $\mu$ Sv/a

*The risk-based concept for carcinogenic substances developed by the Committee for Hazardous Substances, BAUA, 2013*

## Das System des Strahlenschutzes :

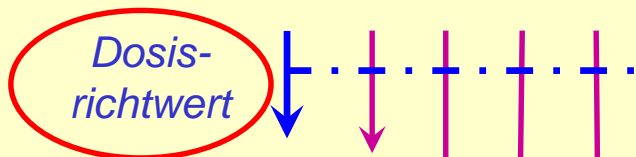
Expositionssituation :

**geplant**

**existierend**

**Notfall**

Dosisgrenzwert



"ALARA"

**Optimierung**

Berücksichtigung  
 anderer Quellen

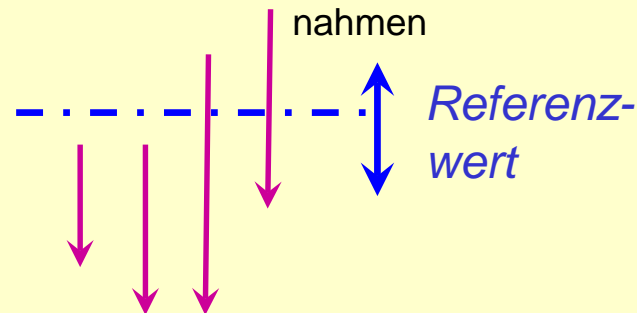
Kontrolle einzelner  
 Quellen

Reduzierung einzelner  
 Expositionspfade

Kosten/Nutzen-  
 Relation

Maßnahmen  
 notwendig

Eingreifrichtwerte  
 für einzelne Maß-  
 nahmen



"ALARA"

**Optimierung**

heißt nicht notwendigerweise "Minimierung" !

## Dosisrichtwerte ("dose constraints") :

### 2013/59/Euratom-Grundnorm :



RAT DER  
 EUROPÄISCHEN UNION

Brüssel, den 27. November 2013  
 (OR. en)

Interinstitutionelles Dossier:  
 2011/0254 (NLE)

13675/1/13  
 REV 1

ATO 101  
 SOC 690  
 SAN 339

#### GESETZGEBUNGSAKTE UND ANDERE RECHTSINSTRUMENTE

Betr.: RICHTLINIE DES RATES zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom

#### ABSCHNITT 1

#### Optimierungsinstrumente

#### Artikel 6

#### Dosisrichtwerte für berufliche Expositionen, Expositionen der Bevölkerung und medizinische Expositionen

(1) Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass gegebenenfalls zum Zweck der prospektiven Optimierung des Schutzes Dosisrichtwerte festgelegt werden:

#### Artikel 4:

22. Dosisrichtwert: ein Richtwert, der als prospektive obere Schranke von Individualdosen festgesetzt und verwendet wird, um den Bereich der Möglichkeiten festzulegen, die bei der **Optimierung** für eine bestimmte Strahlungsquelle in einer **geplanten** Expositionssituation betrachtet werden.

## Dosisrichtwerte ("dose constraints")

## Geplante Expositions- situation

2013/59/Euratom-  
Grundnorm

Die Mitgliedstaaten stellen...  
Optimierung des Schutzes Dosisrichtwert...

Expos SSK, 2014

**Einführung von Dosisrichtwerten (Dose Constraints) zum Schutz vor beruflicher Strahlenexposition bei der Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom in das deutsche Strahlenschutzrecht**  
Empfehlung der Strahlenschutzkommission

a) Für die berufliche Exposition wird der Dosisrichtwert... Instrument für die Optimierung von dem Unternehmen unter der allgemeinen... der zuständigen Behörde festgelegt. Bei externen Arbeitskräften wird der Dosisrichtwert in Zusammenarbeit zwischen dem Arbeitgeber und dem Unternehmen festgelegt.

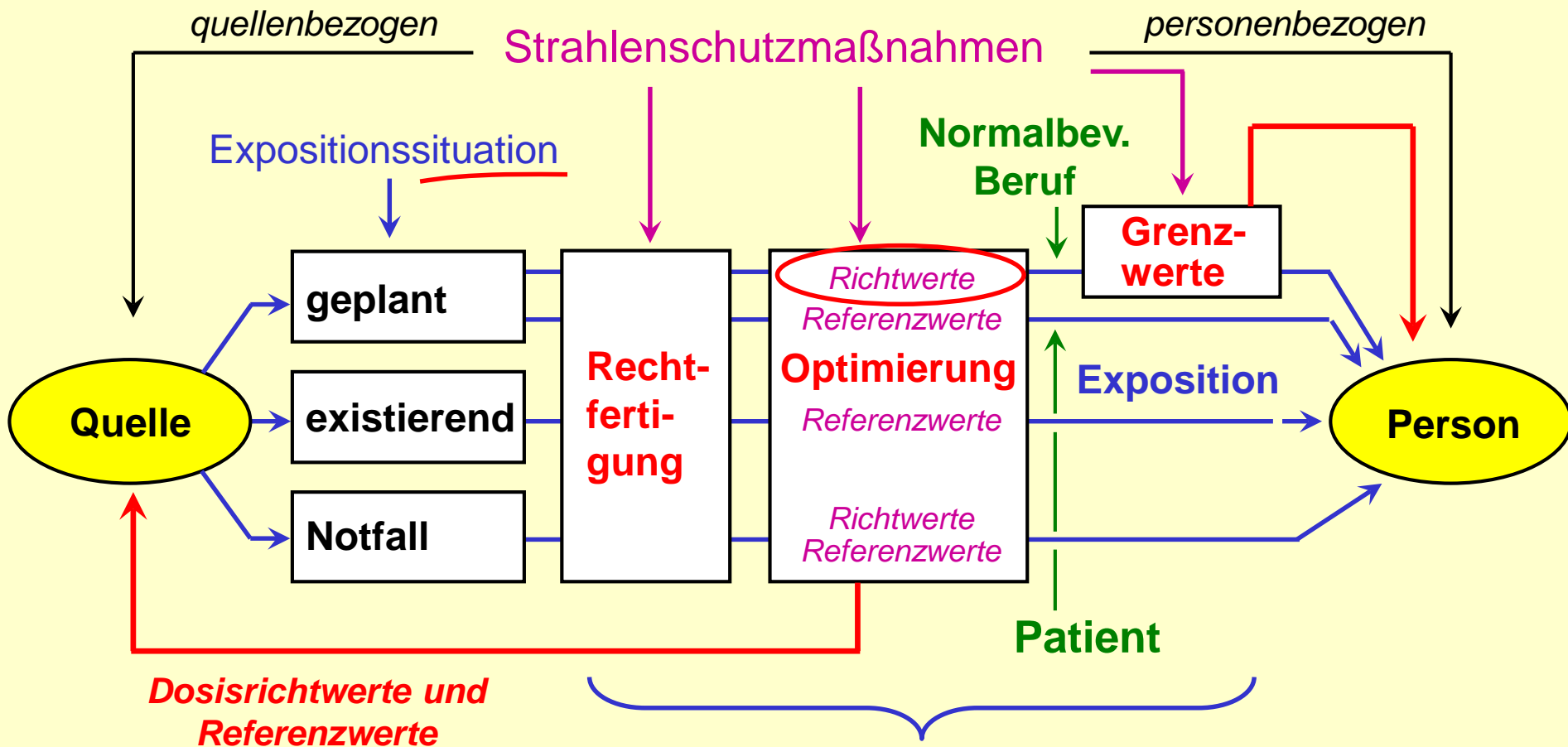
b) Für die Exposition der Bevölkerung wird der Dosisrichtwert für die Individualdosis festgelegt, die Einzelpersonen der Bevölkerung durch den geplanten Betrieb... bestimmten Strahlungsquelle erhalten. Die zuständige Behörde... Dosisrichtwerte mit dem Dosisgrenzwert für... Einzelperson aus allen zugelassenen Tätigkeiten

c) Für die medizinischen... von Betreuungs- und... medizinischen oder... den Schutz... ang teilnehmen.

SSK, 2015

**Umsetzung des Dosisgrenzwertes für Einzelpersonen der Bevölkerung für die Summe der Expositionen aus allen zugelassenen Tätigkeiten**  
Empfehlung der Strahlenschutzkommission

## Das System des Strahlenschutzes :



## Die "drei Säulen des Strahlenschutzes"

## Diagnostische Referenzwerte (DRW)

zur Optimierung des Strahlenschutzes in der Medizin:

**Geplante**

Expositionssituation

siehe auch:  
**Leitfaden zur Handhabung  
 der diagnostischen  
 Referenzwerte in der  
 Röntgendiagnostik**  
 BfS, 2015

- Die Ärztliche Stelle (ÄS) fordert im Rahmen der Qualitätssicherung Unterlagen vom Betreiber einer Röntgeneinrichtung an
- Bei Überschreitung der DRW :
  - *Begründung*
  - *weiteres Vorgehen zur Reduzierung*
  - *Beratung durch die ÄS*
- Eine beständige und ungerechtfertigte Überschreitung der DRW wird von der Ärztlichen Stelle (ÄS) an die zuständige Aufsichtsbehörde mitgeteilt.
- Die DRW werden vom BfS in regelmäßigen Zeitabständen aktualisiert.
- Parameter :
 

Konventionelle Röntgendiagnostik :	<i>DFP</i>
Mammographie :	<i>AGD</i>
Computertomographie :	<i>CTDI<sub>vol</sub>, DLP</i>
Nuklearmedizin :	<i>Aktivität</i>

## Diagnostische Referenzwerte

zur Optimierung des Strahlenschutzes in der Medizin:

**Geplante**

**Expositionssituation**

**Radiologie**  
 BfS, 2016

**Tabelle 1: Diagnostische Referenzwerte für konventionelle Projektionsaufnahmen am Erwachsenen**

Untersuchungsart	DFP <sup>1</sup> [cGy·cm <sup>2</sup> ] bzw. [μGy·m <sup>2</sup> ]
Schädel AP/PA <sup>2</sup>	60
Schädel LAT <sup>2</sup>	50
Schulter (pro Ebene)	25
Thorax PA	15
Thorax LAT	40
Brustwirbelsäule AP/PA	110
Brustwirbelsäule LAT	140
Lendenwirbelsäule AP/PA	200
Lendenwirbelsäule LAT	350
Abdomen AP/PA	230
Becken AP/PA	250
Hüfte (pro Ebene)	110

**Tabelle 2: Diagnostische Referenzwerte für mammographische Untersuchungen**

Untersuchungsart	AGD <sup>3</sup> [mSv]
Mammographie (pro Ebene)	2,0

<sup>3</sup> AGD: Average glandular dose (mittlere Parenchymdosis, Organodosi der Brust)



## Diagnostische Referenzwerte

zur Optimierung des Strahlenschutzes in der Medizin:

**Geplante**

**Expositionssituation**

**Radiologie**

**BfS, 2016**

Tabelle 7: Diagnostische Referenzwerte für **CT-Untersuchungen** am Erwachsenen

Untersuchungsregion	$CTDI_{vol}^{10}$ [mGy]	$DLP^{10}$ [mGy·cm]
Hirnschädel <sup>11</sup>	60	850
Gesichtsschädel <sup>11</sup>	20	200
Nasennebenhöhlen (Sinusitis) <sup>11</sup>	8	90
Hals (Gesichtsschädel bis Aortenbogen)	15	330
CT-Angiographie der Carotis	20	600
Halswirbelsäule (Bandscheibe)	25	–
Halswirbelsäule (Knochen)	20	300
Thorax (bis einschließlich Nebennieren)	10	350
Lunge (Hochkontrast, Verlaufskontrolle)	3	100
Thorax und Oberbauch (bis einschl. Beckeneingang)	10	450
CT-Angiographie der gesamten Aorta	13	800
Prospektiv EKG-getriggerte koronare Angiographie	20	330
Oberes Abdomen	15	360
Abdomen mit Becken	15	700
Rumpf (Thorax+Abdomen+Becken)	13	1 000
Lendenwirbelsäule (Bandscheibe)	25	–
Lendenwirbelsäule (Knochen)	10	180
Becken (Weichteile)	15	400
Becken (Knochen)	10	260
CT-Angiographie Becken-Bein	8	1 000

<sup>10</sup>  $CTDI_{vol}$ : Volumen-CT-Dosisindex;  $DLP$ : Dosislängenprodukt.

## Diagnostische Referenzwerte

zur Optimierung des Strahlenschutzes in der Medizin:

**Geplante**

**Expositionssituation**

**Nuklearmedizin**

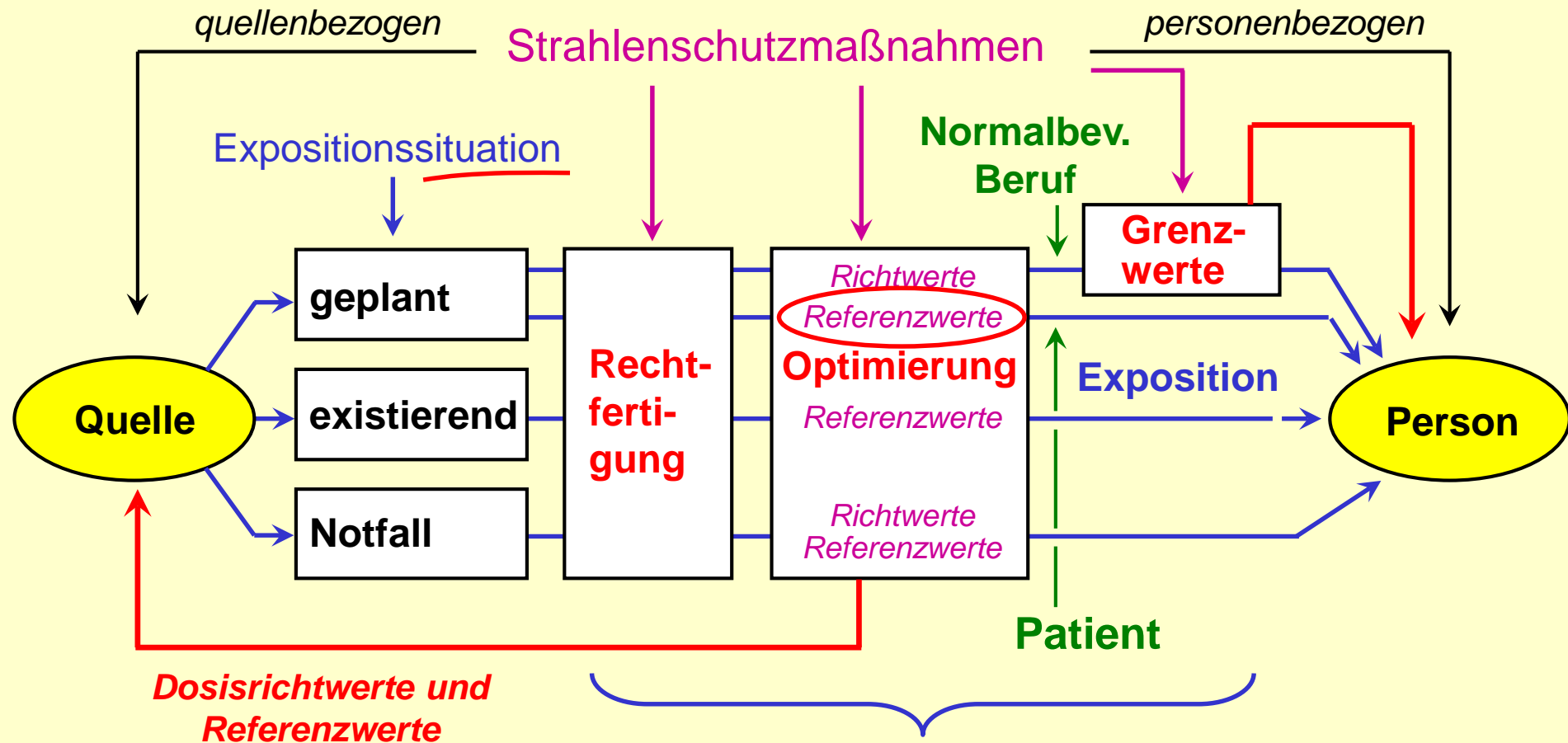
BfS, 2012

**Tabelle 1:** Diagnostische Referenzwerte für häufige und dosisintensive nuklearmedizinische Untersuchungsverfahren

Organ	Scan/Test	Radiopharmakon	DRW (MBq)	Höchstwert (MBq)	Minimale Aktivität für pädiatrische Untersuchung (MBq)
Schilddrüse	Szintigraphie	[ <sup>99m</sup> Tc]Pertechnetat	70	75	10
Skelett	Knochenszintigraphie - benigne Erkrankungen - maligne Erkrankungen	[ <sup>99m</sup> Tc]MDP/DPD/HDP	500	550	40
			650	700	
	PET	Natrium[ <sup>18</sup> F]fluorid	250	300	14
Herz	Perfusion/Vitalität	[ <sup>99m</sup> Tc]Sestamibi/ Tetrofosmin - Zweitagesprotokoll - Eintagesprotokoll	400 <sup>1</sup>	500 <sup>1</sup>	80 <sup>1</sup>
			1000 <sup>2</sup>	1100 <sup>2</sup>	80 <sup>1</sup>
	RNV	[ <sup>201</sup> Tl]Chlorid	75	90	-
Nieren	Funktionsszintigraphie	[ <sup>99m</sup> Tc]Erythrozyten	700	730	-
			[ <sup>99m</sup> Tc]MAG3	100	125
Lunge	Perfusion	[ <sup>99m</sup> Tc]MAA - planar - SPECT	100	125	10
			160	200	
	Ventilation	[ <sup>99m</sup> Tc]DTPA	1000 <sup>3</sup>	1100 <sup>3</sup>	-
Gehirn	DAT-SPECT	[ <sup>99m</sup> Tc]Technegas	350 <sup>3</sup>	500 <sup>3</sup>	-
	PET	[ <sup>123</sup> I]FP-CIT	180	190	-
	PET	[ <sup>18</sup> F]FDG	200	250	14
Nebenschilddrüse	Szintigraphie	[ <sup>99m</sup> Tc]Sestamibi	550	675	80
Tumordetektion im Körperstamm	PET	[ <sup>18</sup> F]FDG <sup>4</sup>	350	380	14
	Szintigraphie	[ <sup>111</sup> In]Octreotid	150	175	-

- 1 pro Applikation
- 2 für beide Applikation zusammen
- 3 im Vernebler
- 4 Für diagnostische Ganzkörper-CT-Untersuchungen bei PET/CT-Untersuchungen wird ein DRW von CTDI<sub>vol</sub> = 15 mGy festgelegt

## Das System des Strahlenschutzes :



**Die "drei Säulen des Strahlenschutzes"**

## Referenzwerte :

## 2013/59/Euratom-Grundnorm :



RAT DER  
 EUROPÄISCHEN UNION

Brüssel, den 27. November 2011  
 (OR. en)

Interinstitutionelles Dossier:  
 2011/0254 (NLE)

13675/1/13  
 REV 1

ATO 101  
 SOC 690  
 SAN 339

### GESETZGEBUNGSAKTE UND ANDERE RECHTSINSTRUMENTE

Betr.: RICHTLINIE DES RATES zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom

### Artikel 7

### Referenzwerte

(1) Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass Referenzwerte für Notfall-Expositionssituationen und bestehende Expositionssituationen festgelegt werden. Bei der Optimierung des Schutzes wird Expositionen oberhalb des Referenzwerts Vorrang eingeräumt, und die Optimierung wird auch unterhalb des Referenzwerts fortgesetzt.

(42) Die Einführung von Referenzwerten für Notfall-Expositionssituationen und bestehende Expositionssituationen ermöglicht sowohl den Schutz von Personen als auch die Berücksichtigung anderer gesellschaftlicher Kriterien, wie dies bei geplanten Expositionssituationen durch Dosisgrenz- und Dosisrichtwerte der Fall ist.

## Referenzwerte

zur Optimierung des Strahlenschutzes in existierenden und in Notfall-Expositionssituation

- Referenzwerte für Radon
- Referenzwerte für den Schutz der Umwelt
- Referenzwerte, Richtwerte in der Notfallschutzplanung

"Behandlung wie eine geplante Expositionssituation"

Exposition am Arbeitsplatz

Radon

existierend

Notfall

Maßnahmen notwendig

Eingreifrichtwerte für einzelne Maßnahmen

Referenzwert

"ALARA"

Optimierung

## Das System des Strahlenschutzes :

Table 5. Framework for source-related dose constraints and reference levels with examples of constraints for workers and the public from single dominant sources for all exposure situations that can be controlled.

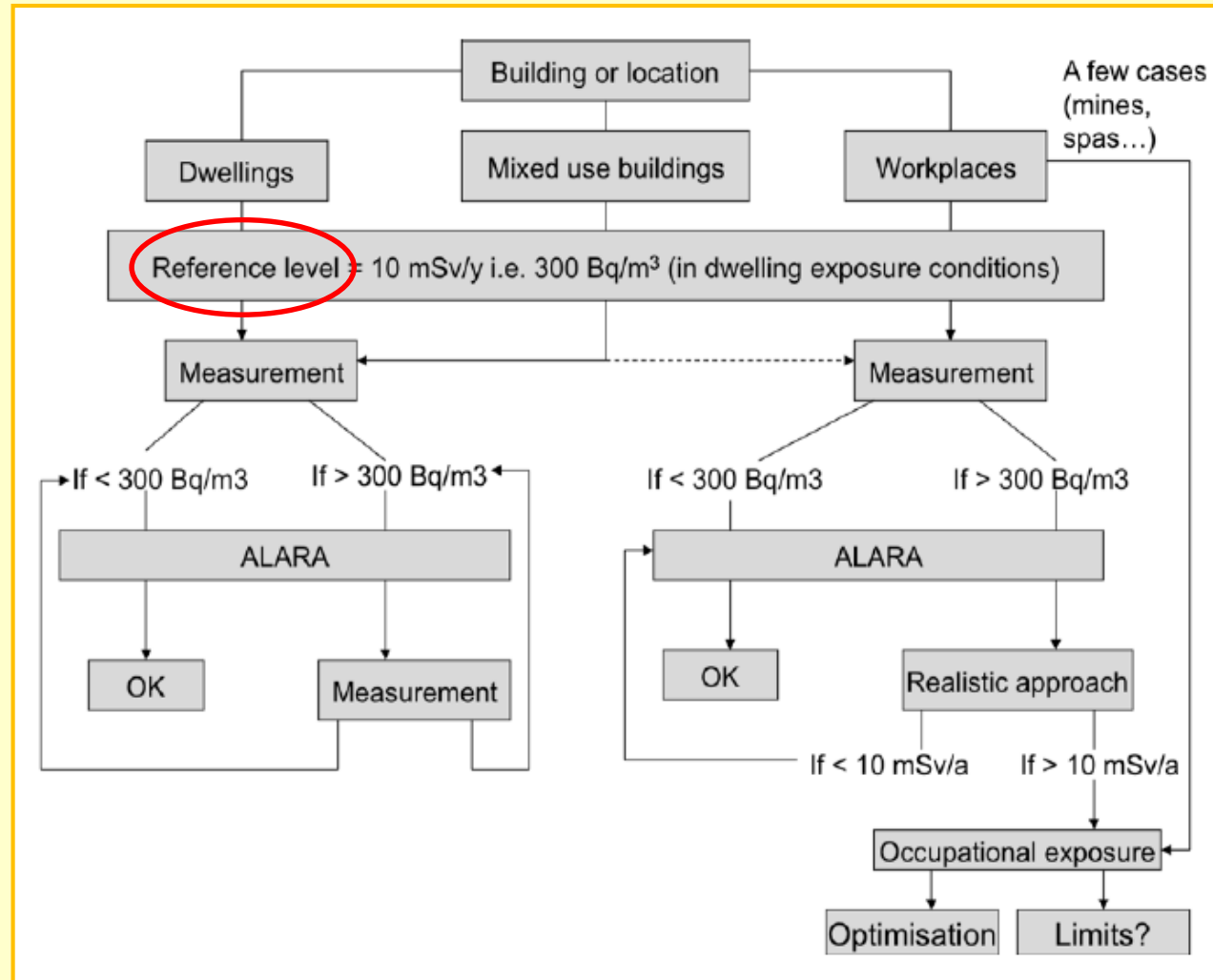
<b>Bands of constraints and reference levels<sup>a</sup> (mSv)</b>	<b>Characteristics of the exposure situation</b>	<b>Radiological protection requirements</b>	<b>Examples</b>
<b>Greater than 1 to 20</b>	Individuals will usually receive benefit from the exposure situation but not necessarily from the exposure itself. Exposures may be controlled at source or, alternatively, by action in the exposure pathways.	Where possible, general information should be made available to enable individuals to reduce their doses.	Constraints set for occupational exposure in planned situations.  Reference level for the highest planned residual dose from radon in dwellings.

aus: ICRP 103

## Referenzwerte

zur Optimierung des Strahlenschutzes in  
**Existierenden**  
Expositionssituation

**Radonexposition**



aus: ICRP 115

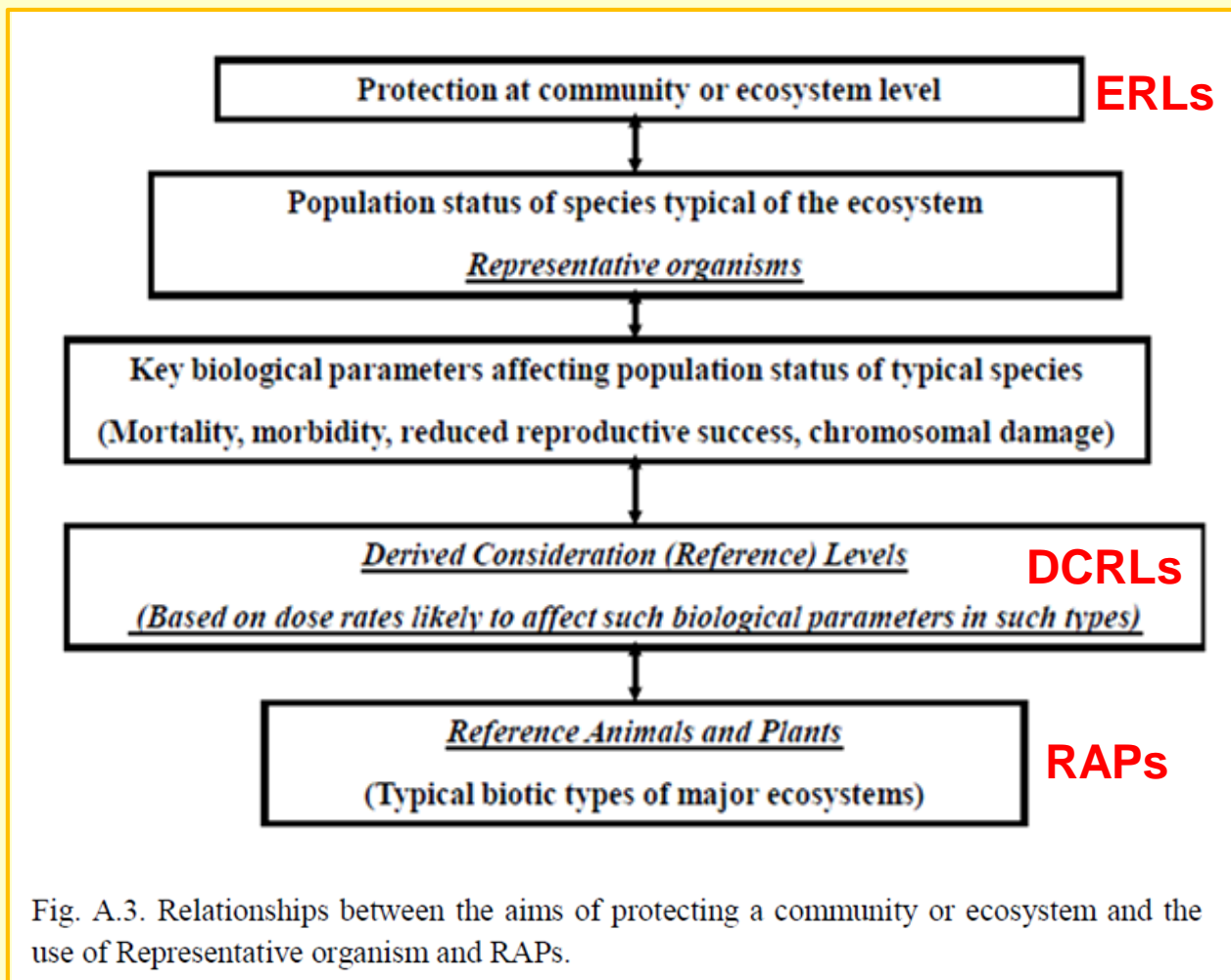
## Referenzwerte

zur Optimierung des Strahlenschutzes in

**Existierenden**

Expositionssituation

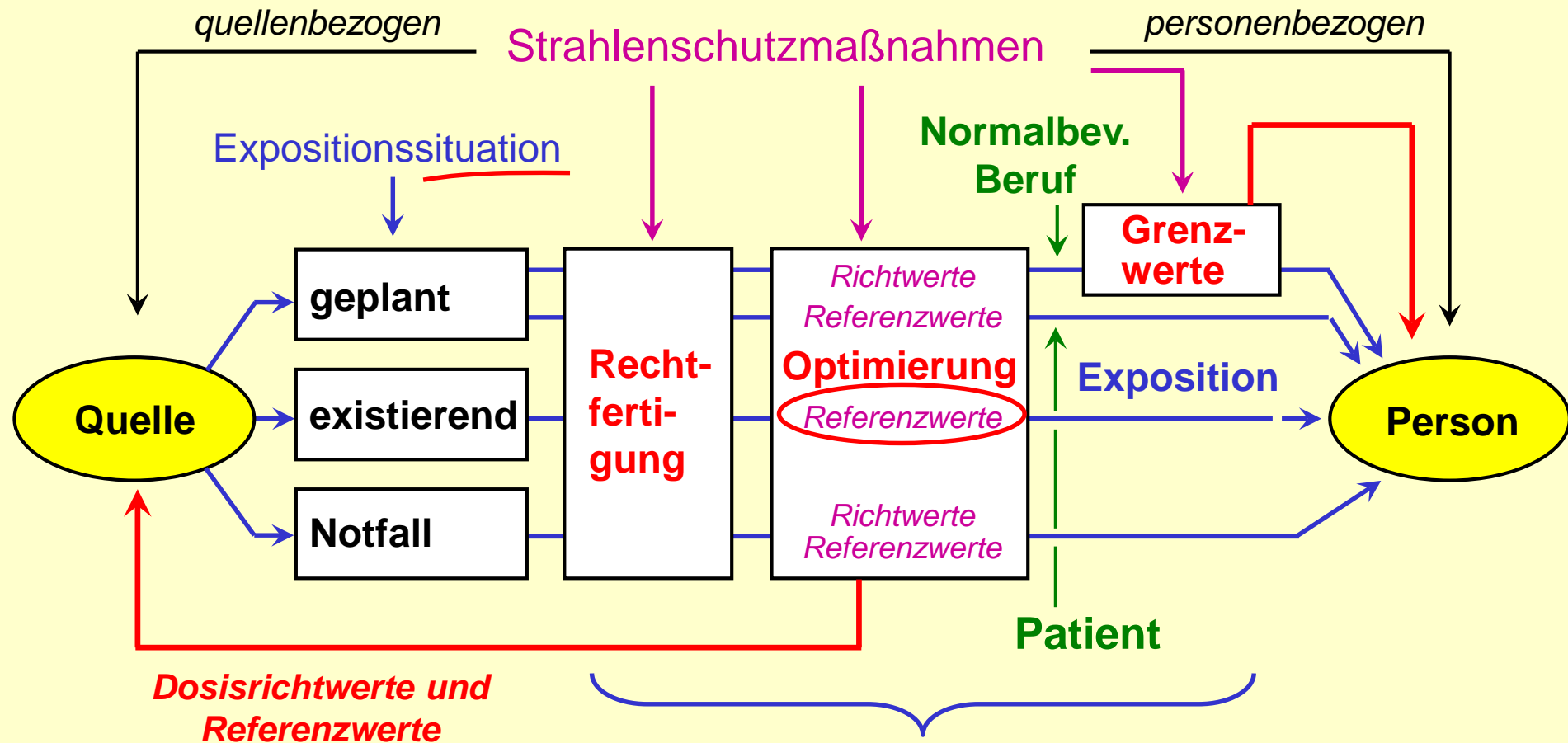
Schutz der Umwelt



ICRP (Draft) : Protection of the Environment under Different Exposure Situations (2012)



## Das System des Strahlenschutzes :



Die "drei Säulen des Strahlenschutzes"

## Referenzwerte

zur Optimierung des  
Strahlenschutzes in

**Notfall-**

**Expositionssituation**

- **Referenzwert** für die verbleibende Dosis
- **Vermeidbare Dosis** :  
Differenz zwischen erwarteter Dosis und  
verbleibender Dosis
- **Eingreifrichtwerte** für einzelne Maßnahmen

---

**Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über  
Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei Ereignissen  
mit Freisetzungen von Radionukliden**

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

---

SSK, 2014

## Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung (Notfall-Expositionssituation)

### Ziel:

Begrenzung der Wahrscheinlichkeit für stochastische Wirkungen

Maßnahmen



Erwartete Dosis:

wenn keine Maßnahme erfolgt

Referenzwert für die verbleibende Dosis im ersten Jahr

"abgeleitetes"  
Schutzziel



100 mSv im 1. Jahr

Verbleibende Dosis:

unter Berücksichtigung von Maßnahmen

Eingreifrichtwerte für das Einleiten von Schutzmaßnahmen

- beziehen sich auf die erwartete Dosis
- beziehen sich auf einen frühen Zeitraum von 7 Tagen nach dem Unfall

Auslöse-  
kriterium



für Evakuierung :  
100 mSv in 7 Tagen

Abgeleitete Richtwerte

beziehen sich auf die Messgröße  
(z.B. Ortsdosisleistung, spez. Aktivität usw.)

Nach Erfassen der radiologischen Lage:

- Referenzwert ist die maßgebliche Größe
- keine Eingreifrichtwerte mehr

## Referenzwerte

### zur Optimierung des Strahlenschutzes in **Notfall**-Expositionssituationen

*Eingreifrichtwerte*  
 für einzelne Maßnahmen

*z.B. für Evakuierung :*  
**100 mSv in 7 Tagen**

*abgeleitete Richtwerte*

Ortsdosisleistung :  
**1 mSv/h**

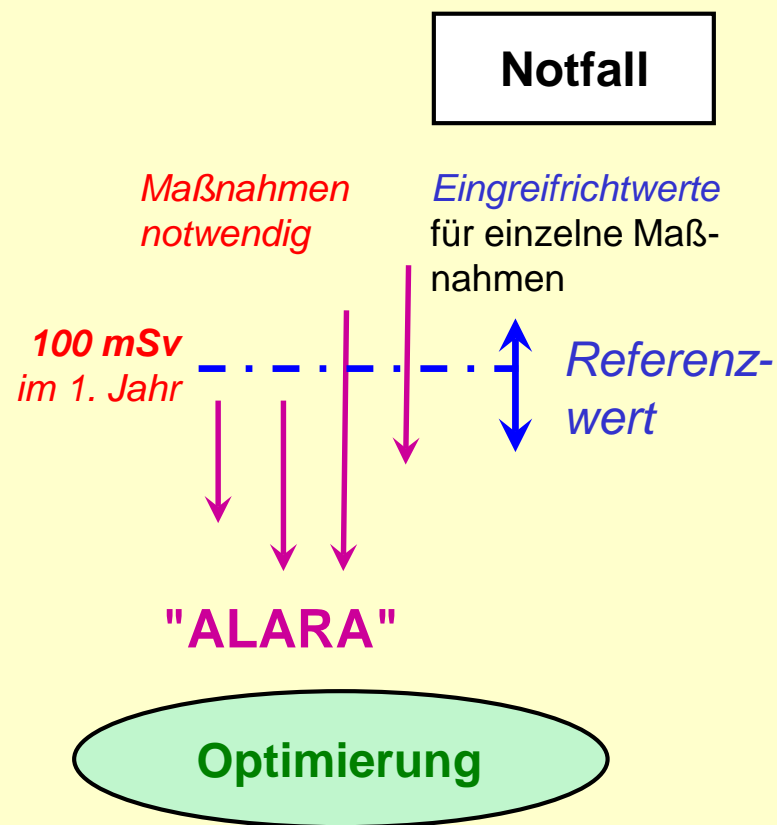
Bodenkontamination:  
 **$7,7 \cdot 10^7$  Bq/m<sup>2</sup> I-131**

*Berücksichtigung  
 anderer Quellen*

*Kontrolle einzelner  
 Quellen*

*Reduzierung einzelner  
 Expositionspfade*

*Kosten/Nutzen-  
 Relation*



## Eingreifrict- werte :

## Notfall- Expositions situation

Tab. 4.3: Eingreifrictwerte für die Maßnahmen „Aufenthalt in Gebäuden“, „Einnahme von Iodtabletten“ und „Evakuierung“

Maßnahme	Eingreifrictwerte		
	Organdosis (Schilddrüse)	effektive Dosis	Integrationszeiten und Expositionspfade
Aufenthalt in Gebäuden		10 mSv	äußere Exposition in <b>7 Tagen</b> und effektive Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhalede Radionuklide bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien
Einnahme von Iodtabletten	<b>50 mSv</b> Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren sowie Schwangere, <b>250 mSv</b> Personen von 18 bis 45 Jahren		Organ-Folgedosis durch im Zeitraum von <b>7 Tagen</b> inhaledes Radioiod bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien
Evakuierung		100 mSv	äußere Exposition in <b>7 Tagen</b> und effektive Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhalede Radionuklide bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien

SSK, 2014

## Generelles Strahlenschutzkonzept:

### Rechtfertigung

- ICRP 103 Grundsatz-Empfehlungen
- EU-Grundnorm Richtlinie 2013/59/Euratom
- Deutsches Strahlenschutzgesetz, StrlSchG

### Optimierung

- Konzepte werden gestrafft und geglättet
- Neue biologische und physikalische Erkenntnisse werden berücksichtigt

### Begrenzung

- Soweit wie mit diesen Erkenntnissen vereinbar wird größtmögliche Kontinuität gewährleistet

***Das System hat  
sich bewährt und  
wird fortentwickelt***