

# Kurz-Information: Radioaktivität und ionisierende Strahlung

Dr. Horst Miska

Berater Strahlenschutz

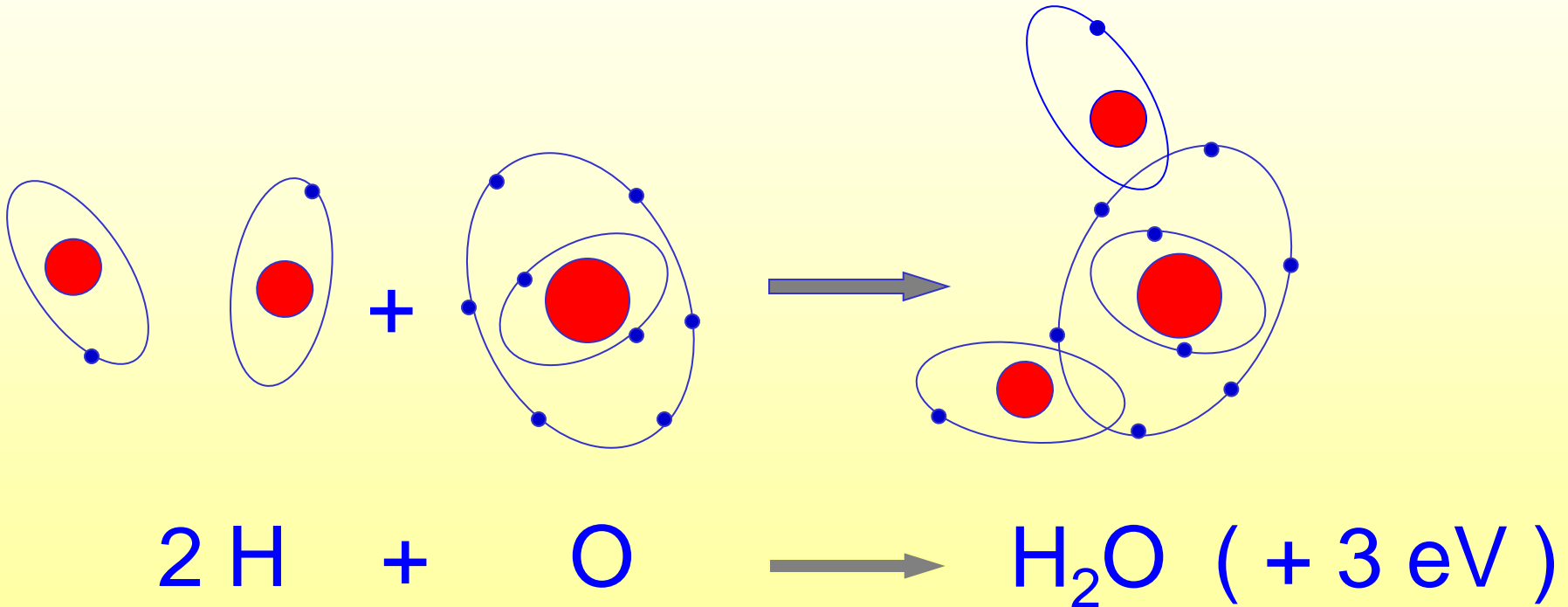
Deutsche Botschaft Tokyo

- Schutzkommission beim BMI -  
(ehemals EU-COM und ISM RP)

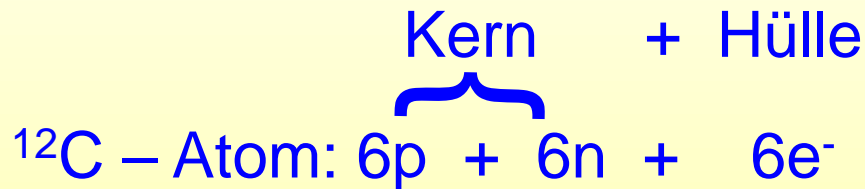
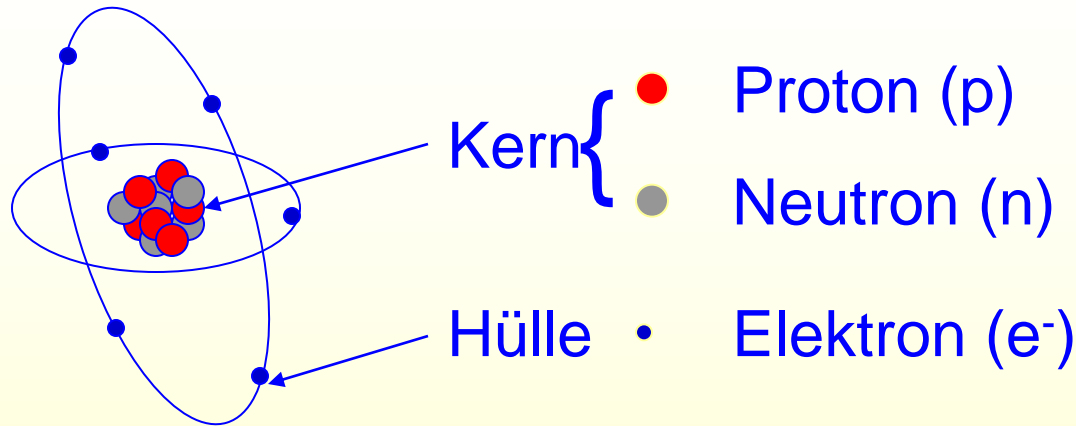


# Grundlagen Strahlenschutz

## Chemie: Aufbau von Molekülen aus Atomen



# Physik: Aufbau der Atome und Atomkerne

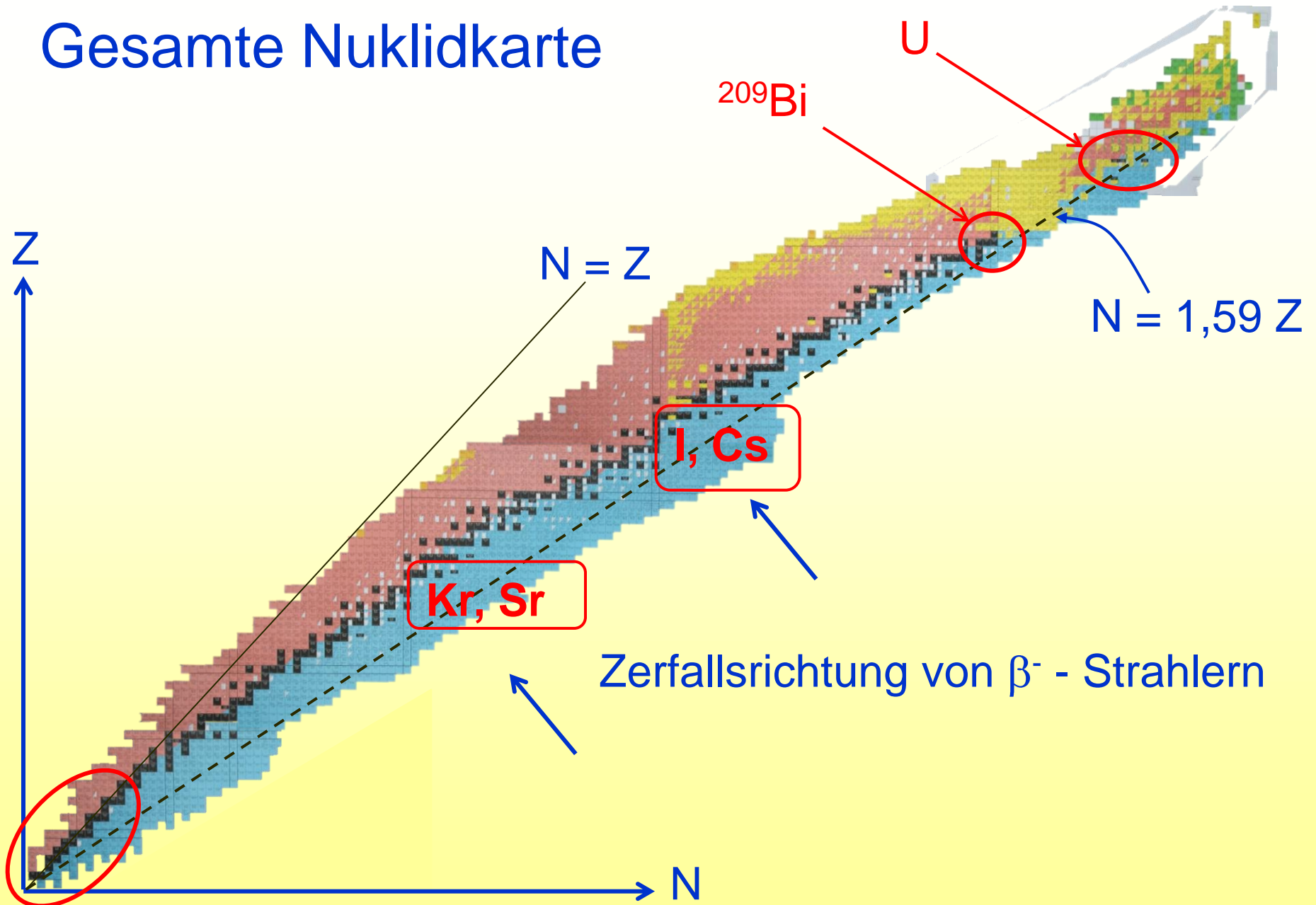


Vereinfachte Darstellung des 12-Kohlenstoff-Atoms

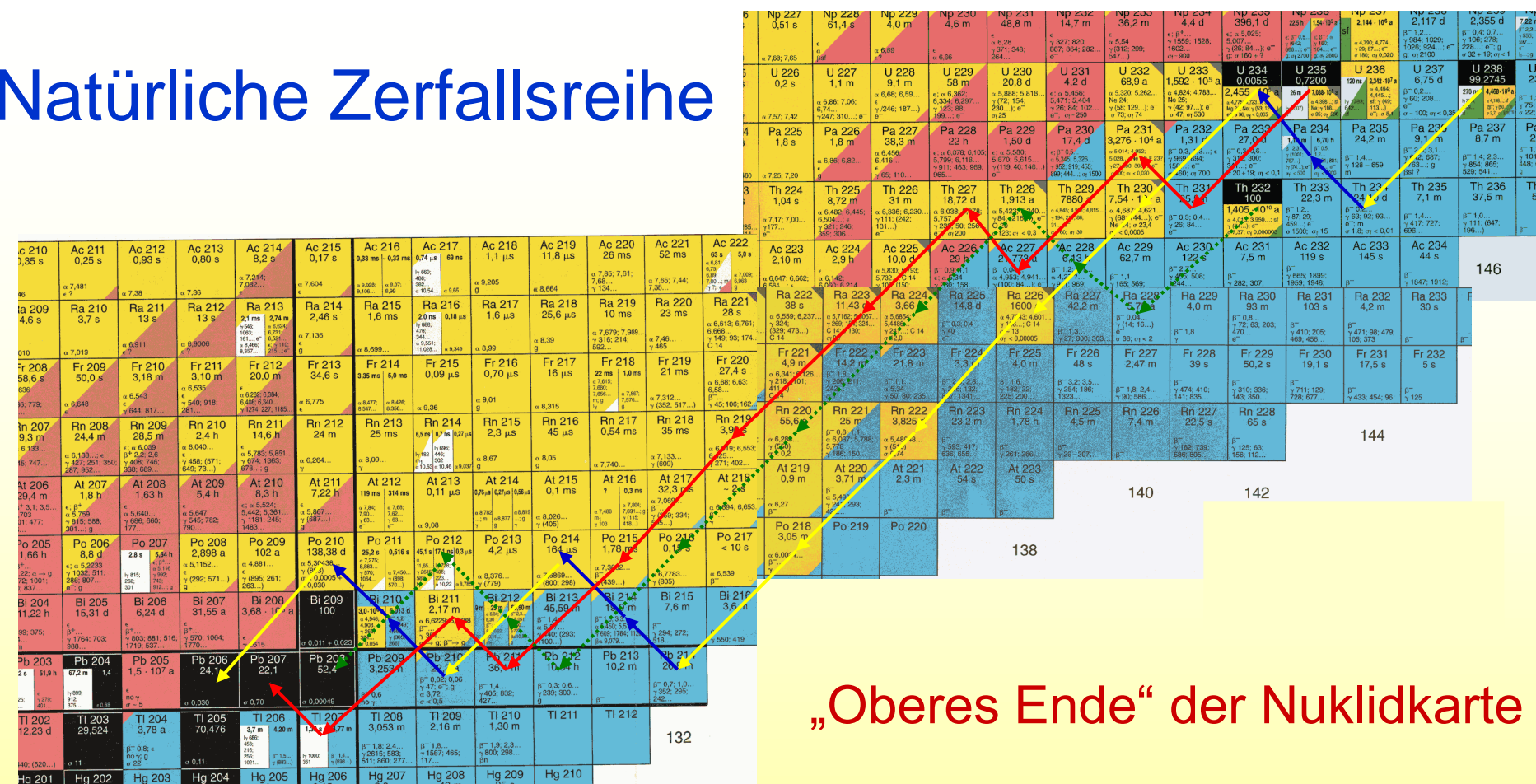
„Atommasse“:  $6 + 6 = 12 \rightarrow$  Massenzahl **A** : 12  
Kernladungszahl **Z** : 6  
Neutronenzahl **N** : 6



# Gesamte Nuklidkarte



# Natürliche Zerfallsreihe

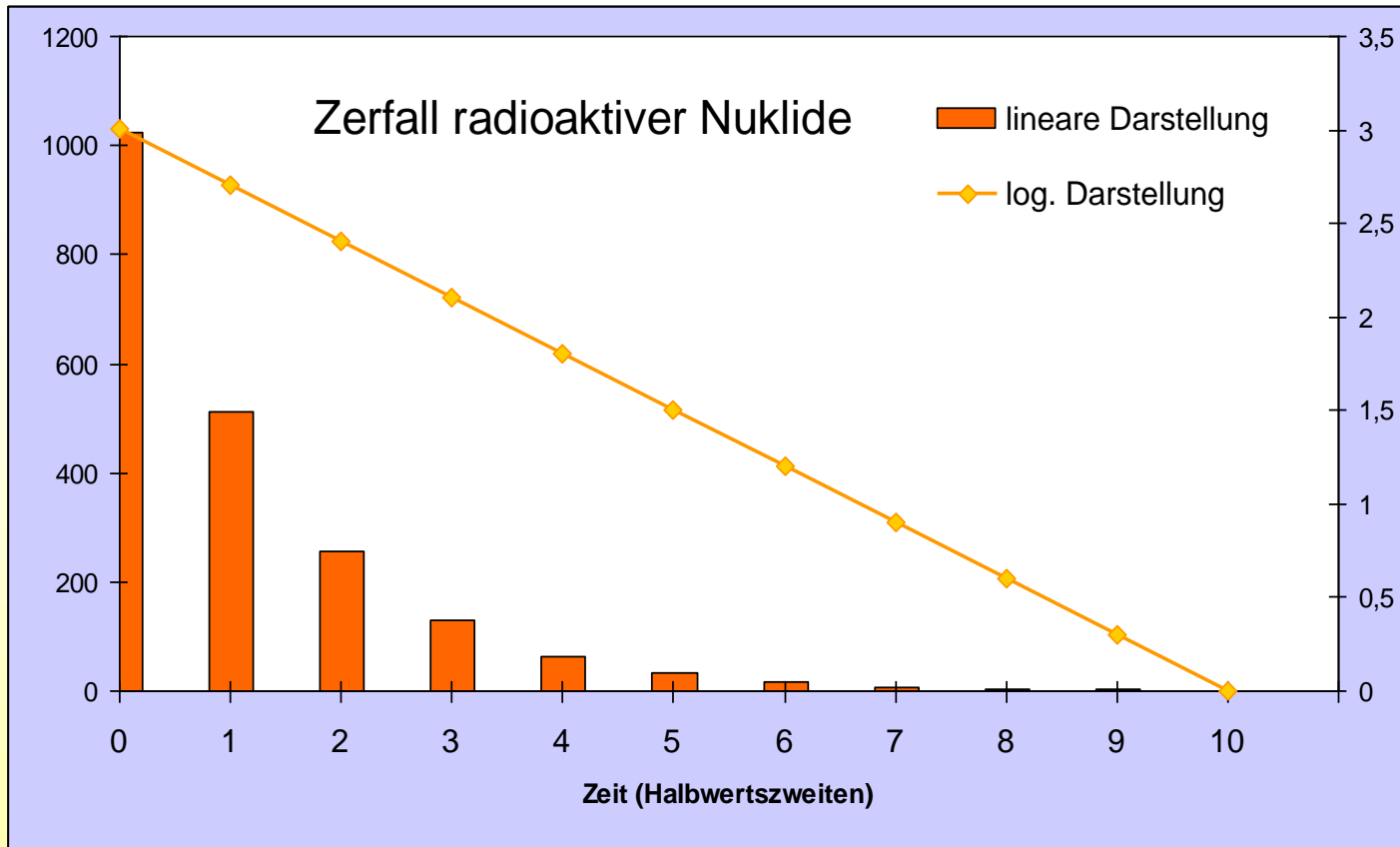


„Oberes Ende“ der Nuklidkarte

Alle diese Zwischenprodukte kommen in unserer Umgebung vor!



# Aktivität und Halbwertszeit



Nach zehn  
HWZ ist nur  
noch etwa  
1/1.000  
(0,1%) der ur-  
sprünglichen  
Aktivität vor-  
handen !

Aktivität = Menge eines Radionuklids, angegeben als Zahl der Zerfälle pro Zeiteinheit

Einheit: 1 Becquerel = 1 Zerfall pro Sekunde;  $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$   
1 kBq = 1.000 Bq, 1 MBq = 1.000.000 Bq



# Beispiele für den mittleren Gehalt an natürlichen Radionukliden:

Material	Radionuklid	Spez. Aktivität
Erdboden	40 Kalium	3 – 2.000 Bq/kg
Tuff, Bims	40 Kalium	490 – 2.000 Bq/kg
	226 Radium	20 – 200 Bq/kg
	232 Thorium	25 – 300 Bq/kg
Ziegel	40 Kalium	100 – 2000 Bq/kg
	226 Radium	10 – 200 Bq/kg
	232 Thorium	12 – 200 Bq/kg



# Natürliche Radionuklide in Nahrung/Luft

Stoff	Radionuklid	Spez. Aktivität / A - Konzentration
Weizen	40 Kalium	110 Bq/kg
Kartoffeln	40 Kalium	140 Bq/kg
Rindfleisch	40 Kalium	90 Bq/kg
Raumlufte in Häusern	220 u. 222 Radon	in DE: 10 – 400 Bq/m <sup>3</sup>
		in RP: 52 Bq/m <sup>3</sup>

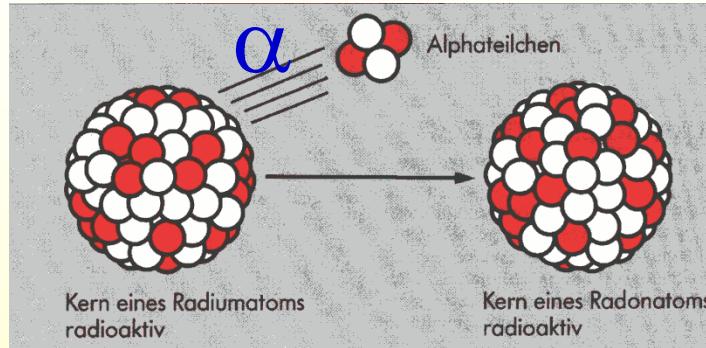
Werte aus „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“, BMI 1983 und BMU 1999 (J. Trittin, Drs. 689/99)



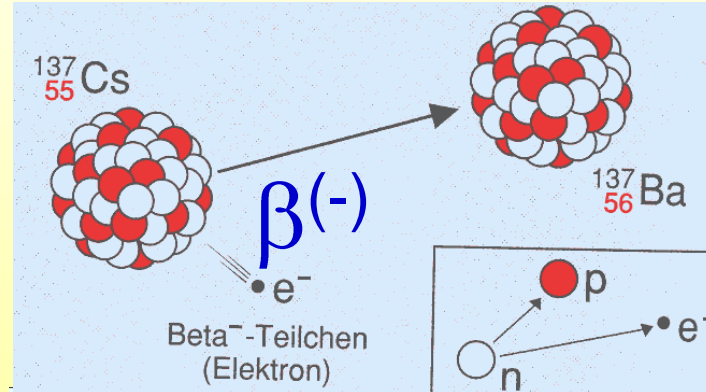
# Radioaktivität und Strahlung

Radioaktiver Stoff  $\leftarrow$  -----  $\rightarrow$  Ionisierende Strahlung

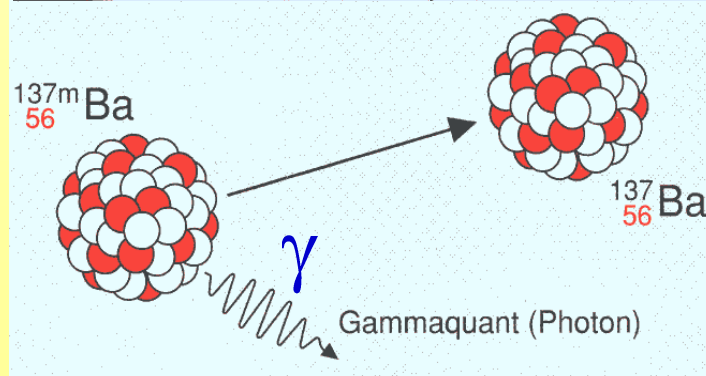
In Natur vorhanden



oder



durch Menschen  
(absichtlich oder  
unabsichtlich)  
geschaffen



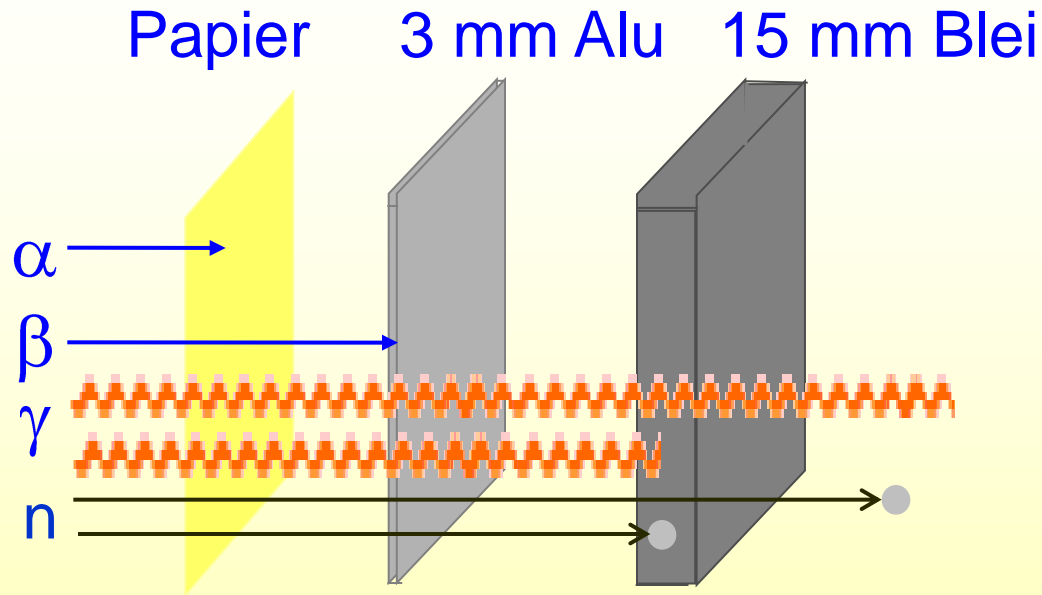
In Natur vorhanden  
(aus nat. Radio-  
nukliden und aus  
Kosmos)

oder

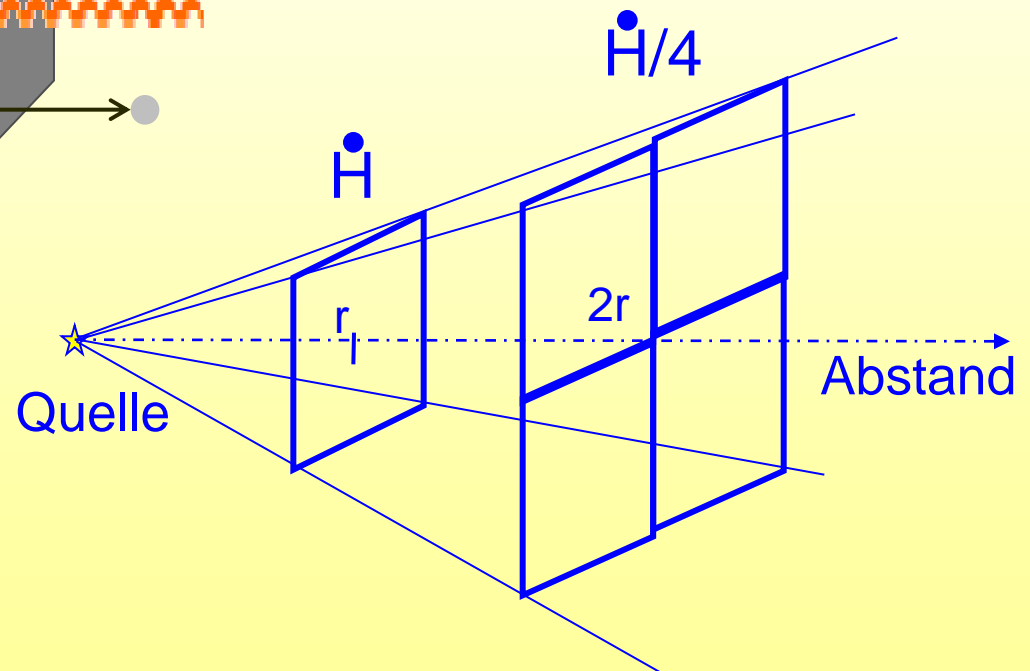
durch Menschen  
(absichtlich oder  
unabsichtlich)  
erzeugt (z. B.

Röntgenstrahlung)

# Abschirmung von Strahlen



## Abstandsregel



# Dosisbestimmung: Externe Bestrahlung:

Gamma-Dosisleistungskonstante  $\Gamma_H$

$$\dot{H} = \Gamma_H \cdot \frac{A}{r^2}$$

A = Aktivität

r = Abstand zur Quelle

$$\Gamma_H (^{137}\text{Cs}) = 92,7 \text{ (fSv/h)/(Bq/m}^2\text{)}$$

## Interne Bestrahlung:

50 - bzw. 70 – Jahre Folgedosis E (50a)

$$E (50a) = F_{50} \times A_{\text{zugef}}$$

$A_{\text{zugef}}$  = zugeführte Aktivität

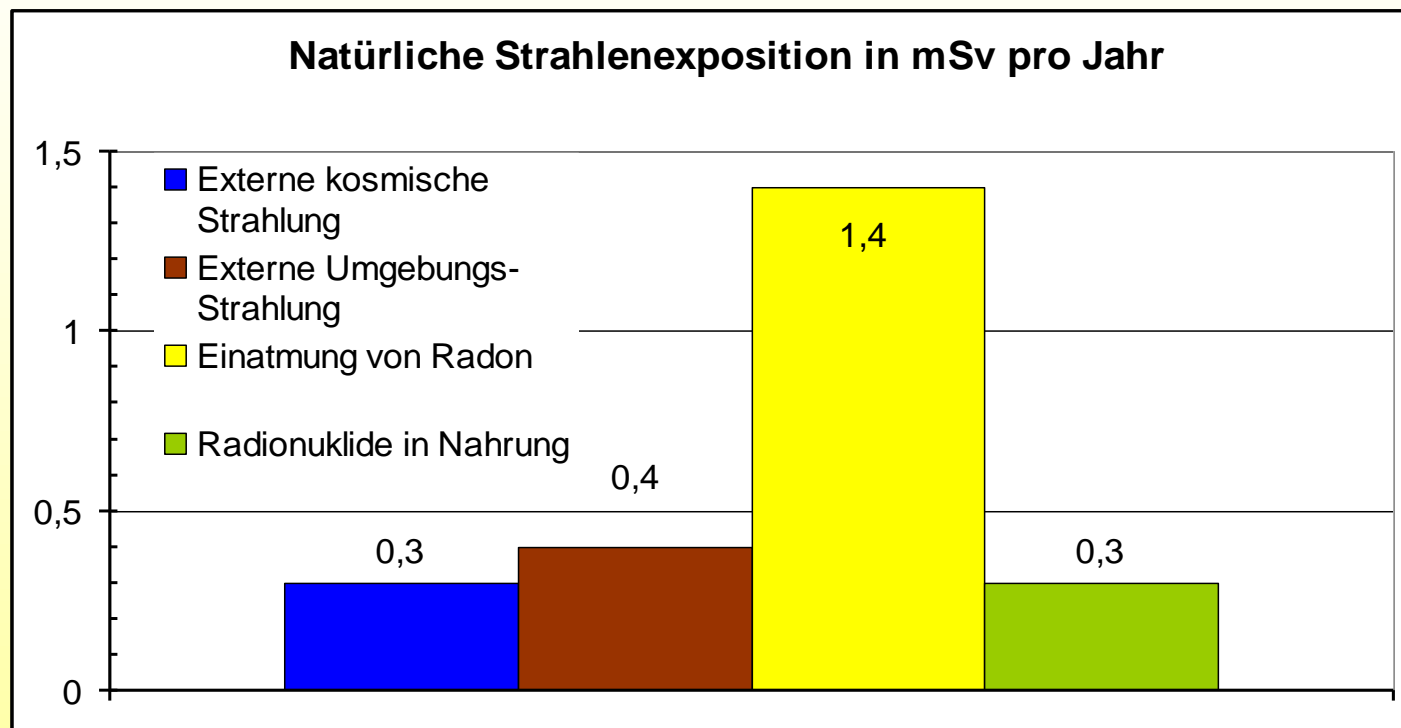
$$F_{50} (^{137}\text{Cs}) = 13 \text{ nSv/Bq}$$

$F_{50}$  = Dosisfaktor für Inkorporation



# Strahlendosis: Im Stoff / Körper absorbierte Energie

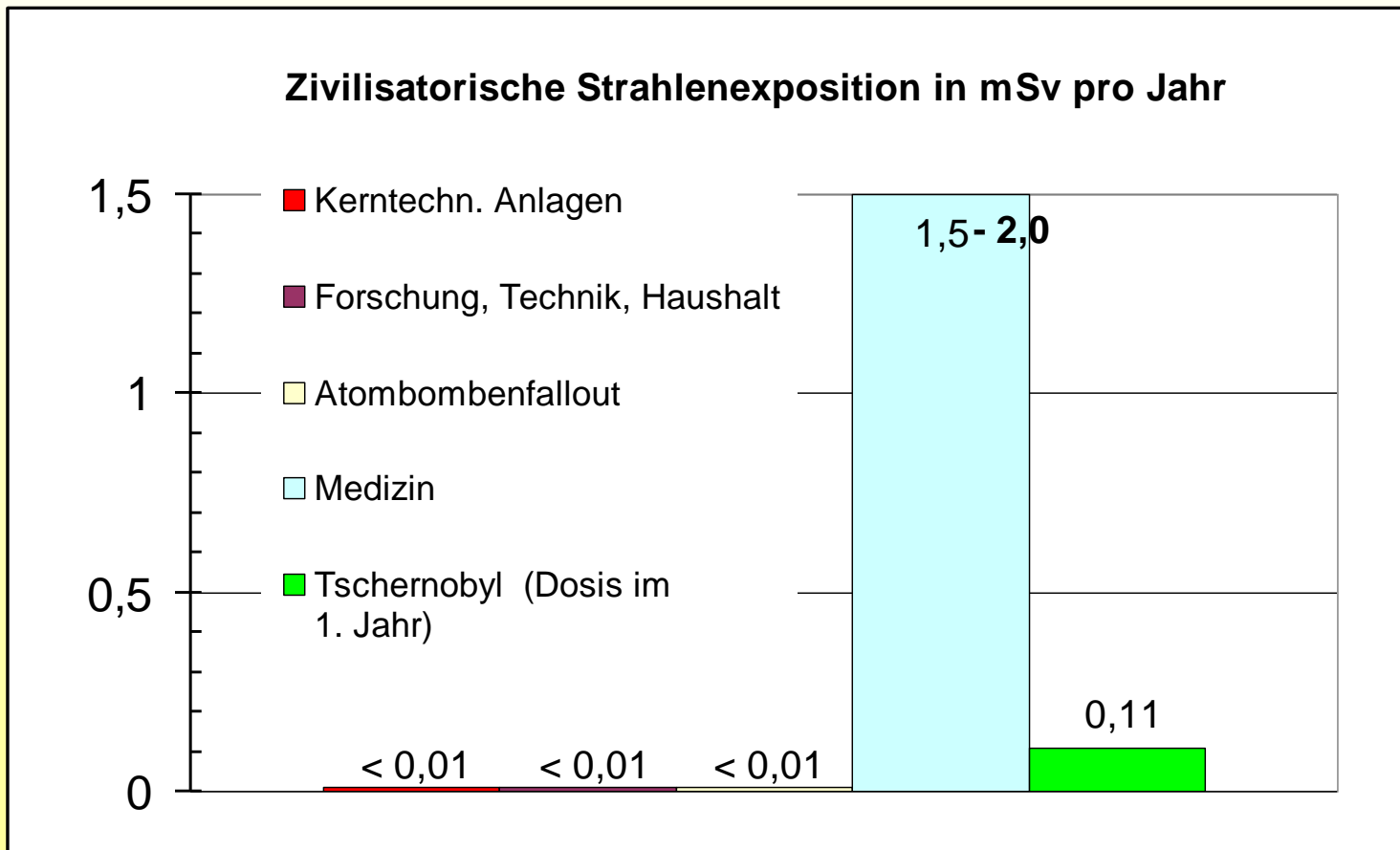
## *Natürliche Strahlenexposition*



Beispiel für zivilisatorisch bedingte Erhöhung der natürlichen Strahlenexposition: Dosis auf Flug über den Nordatlantik: ca. 40  $\mu$ Sv (erhöhte kosmische Strahlung)

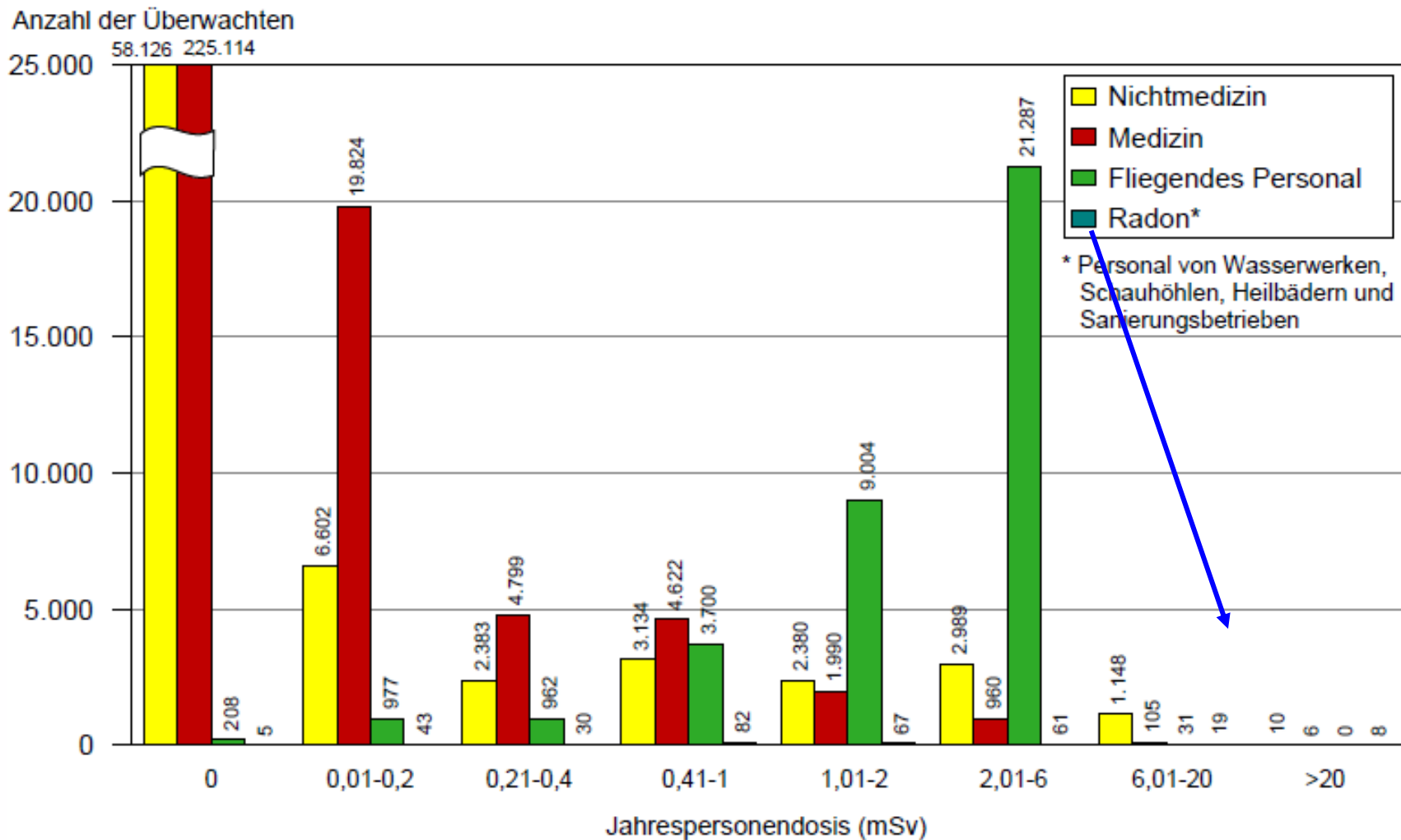
Dosisgrenzwert für berufliche Strahlenexposition: 20 mSv/a  
Dosisrichtwerte Feuerwehr: 15 / 100 / **250 mSv** (einmalig!)

## Zivilisatorische Strahlenexposition



# Aus Parlamentsbericht: Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2009

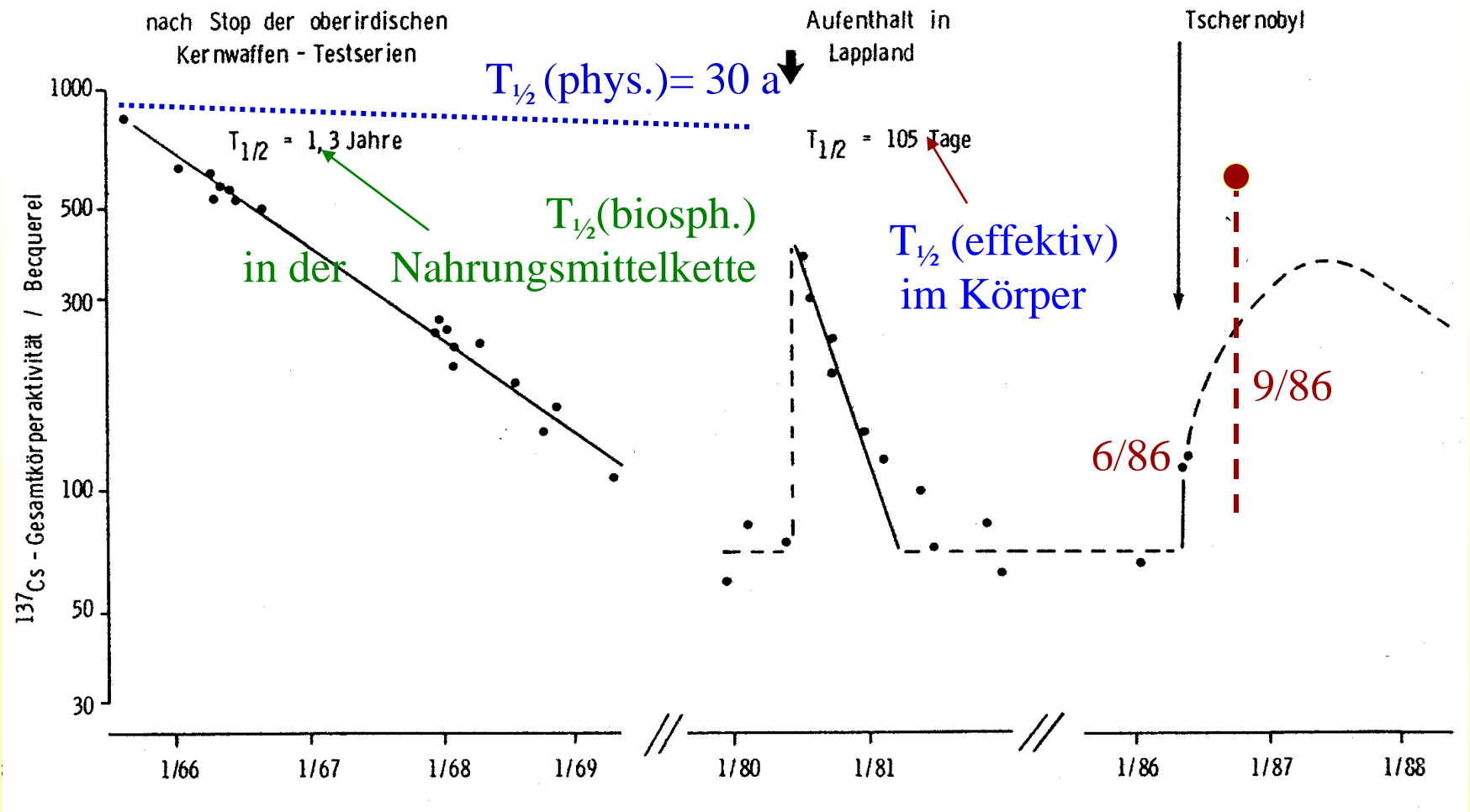
Verteilung der Jahrespersonendosen beruflich Strahlenexponierter im Jahr 2009



# Strahlendosen in der Medizin:

<u>Diagnose:</u>	- Knie /Ellbogen	$\approx 1 \mu\text{Sv}$
<u>Röntgenaufnahme</u>	- Lunge	70 $\mu\text{Sv}$
	- Magen	350 $\mu\text{Sv}$
<u>Computer-Tomographie (CT)</u>	- Thorax	7,5 mSv
	- Becken	8,8 mSv
<u>Nuklearmedizinische Untersuchung (mit <math>^{99}\text{Tc}</math>)</u>	- Schilddrüse	0,7 mSv
	- Skelett	4,8 mSv
<u>Therapie:</u>	Ganzkörperdosis, verteilt auf einige Einzeldosen	ca. 15 Sv
- Leukämie		
- Tumorbestrahlung	Organdosis, verteilt auf viele Einzeldosen	ca. 50 Sv

# Cäsium in Natur, Nahrung und Körper

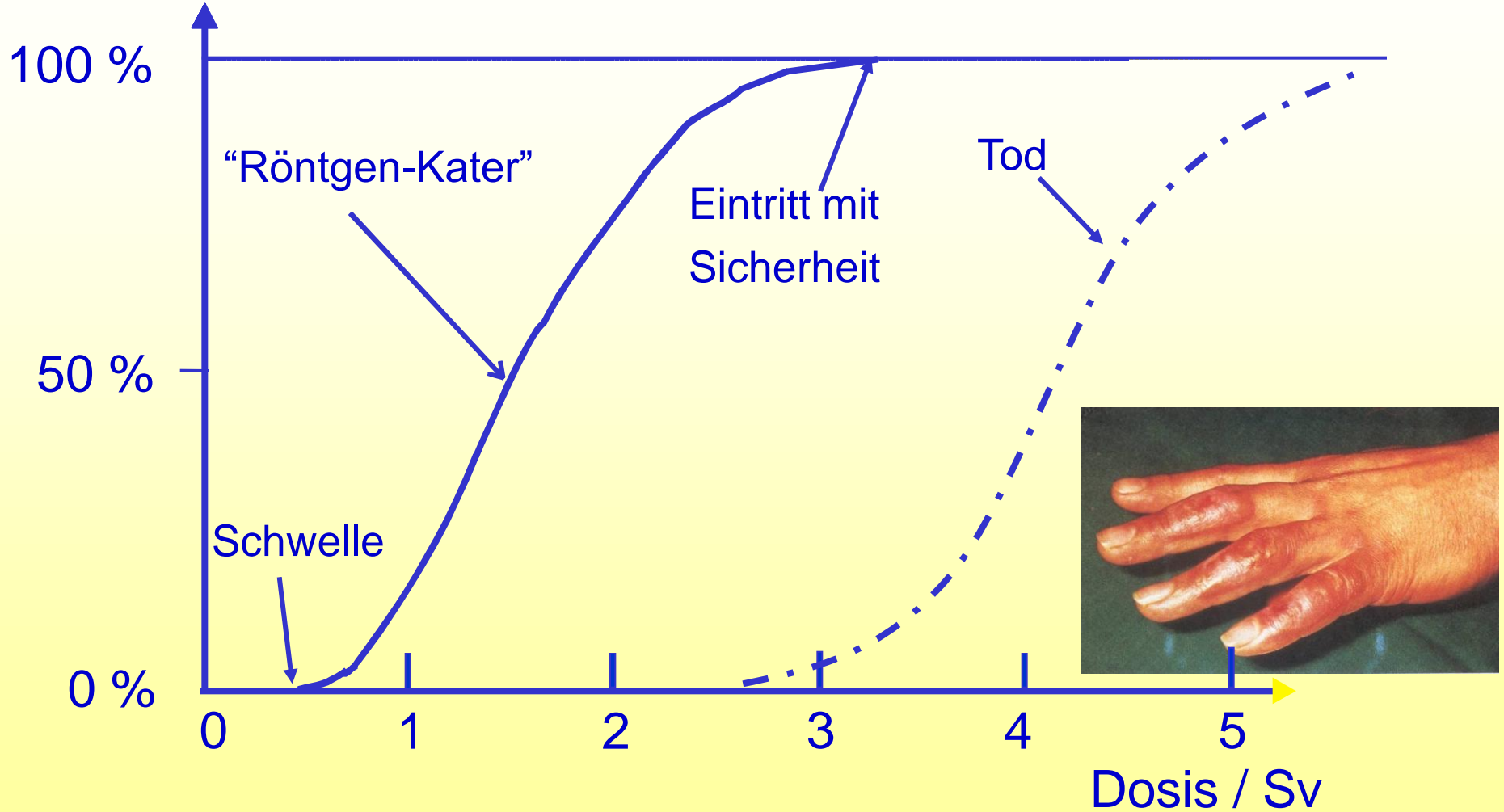


W. Pohlit und E. Werner, Univ. Frankfurt, 1986

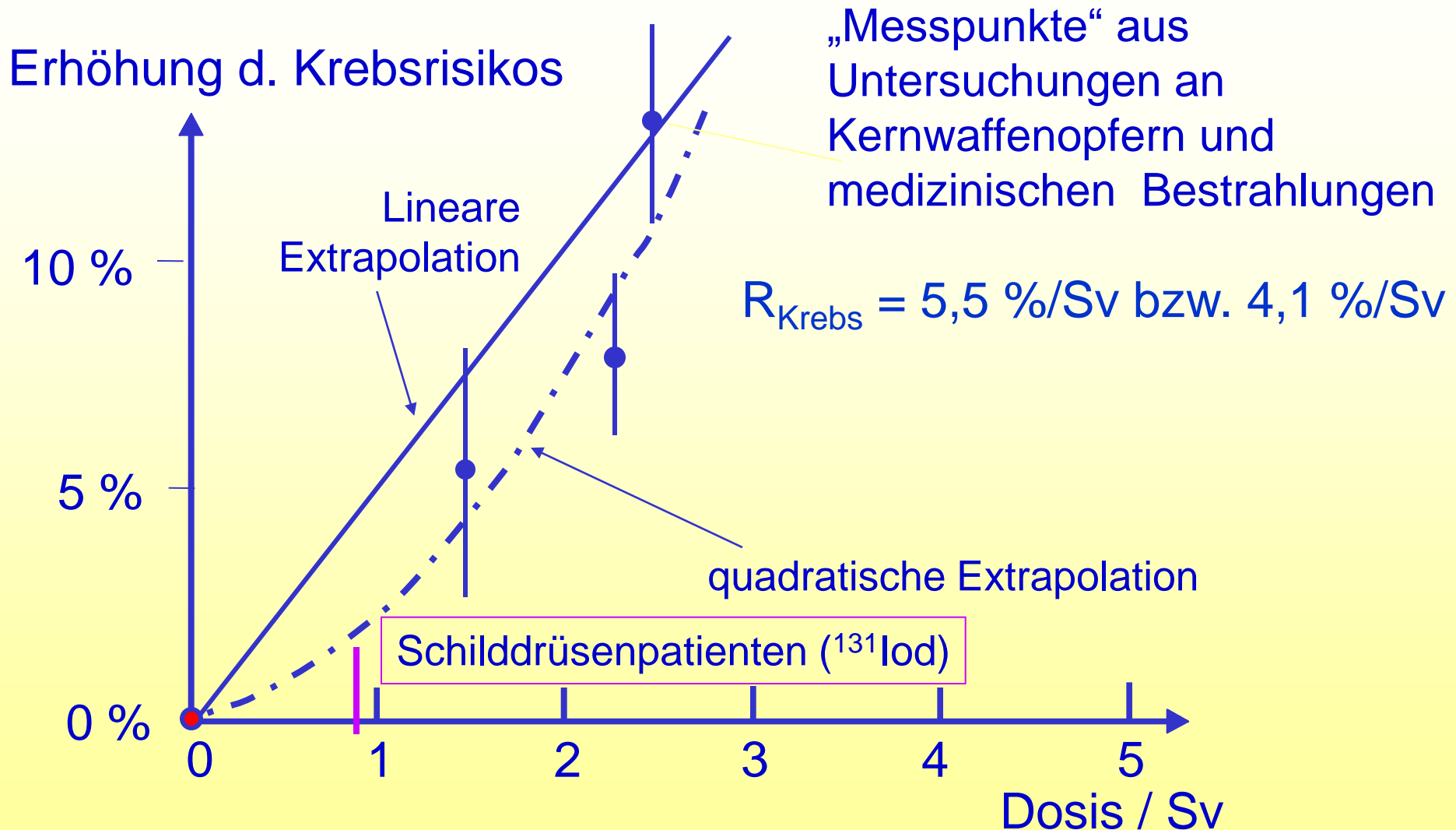


# Signatur akuter („deterministischer“) Schäden

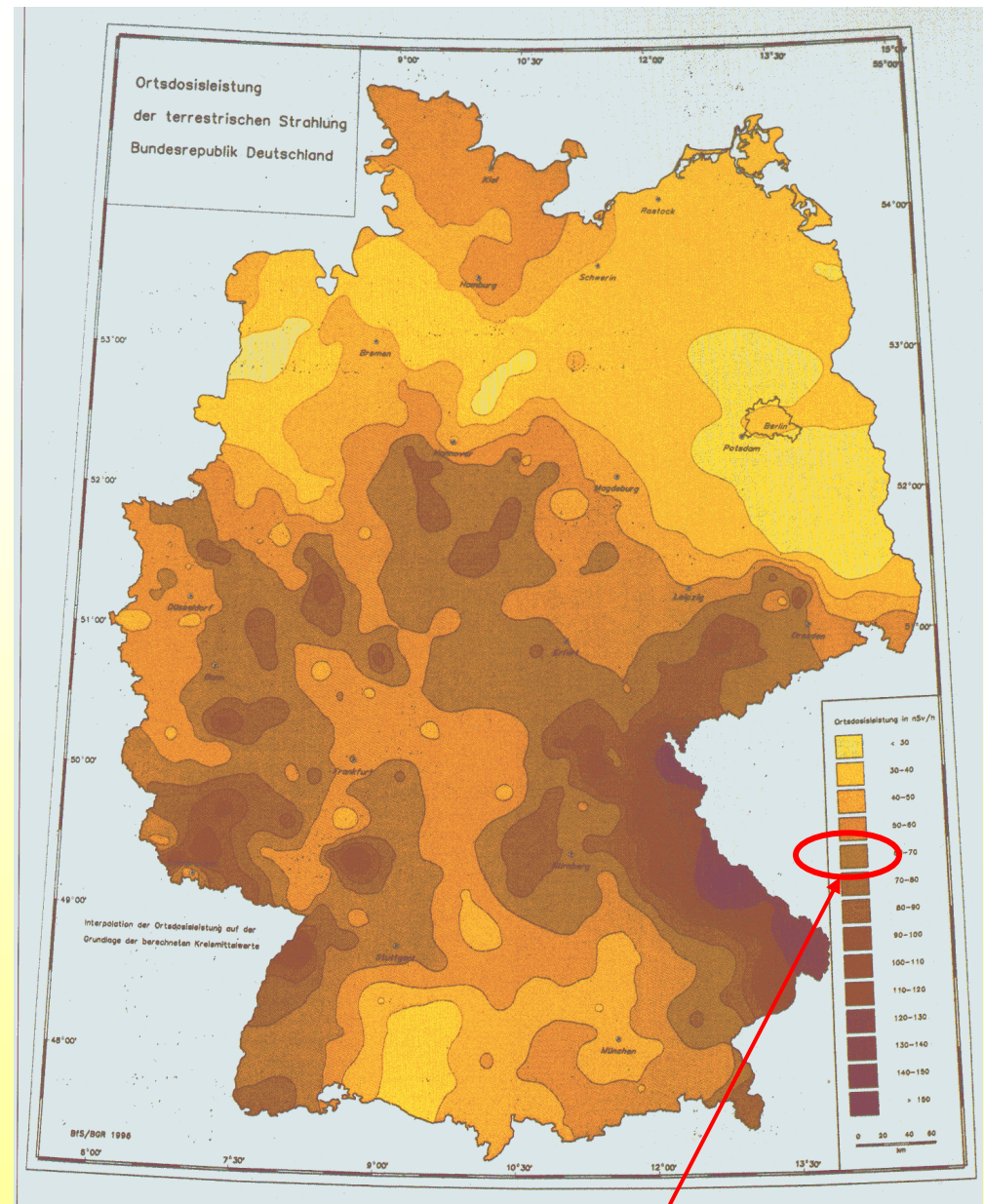
Schadenshäufigkeit



# Signatur latenter („stochastischer“) Strahlenschäden



# Natürliche Strahlen- exposition (terrestrisch)



Tokyo (gesamt) derzeit:  
 $\cong 100 \text{ nSv/h} - 35 \text{ nSv/h (kosm.)} \Rightarrow 65 \text{ nSv/h terr.}$



Ergänzung: Radioaktives Cäsium in Lebensmitteln  
 (Angaben von MEXT, Stand 1.9.2011),  
 Gesamtanzahl Proben = 2.195

