



**ippnw**  
Internationale Ärzte für die Verhütung des Atomkrieges – Ärzte in sozialer Verantwortung e.V.



»Wir setzen uns für eine friedliche,  
atomtechnologiefreie und  
menschwürdige Welt ein.«

# Nuklearer Unfall in Tihange mit Radioaktivitätsfreisetzung

Möglichkeiten der Gefahrenreduzierung an Schulen

**Dr. med. Odette Klepper, Fachärztin für Allgemeinmedizin / Psychotherapie**

Als IPPNW-Ärztin seit 1982 aktiv, Schwerpunkte:

Friedenspolitische Vorstandsarbeit - Gesundheitsschäden durch ionisierende Strahlung

**Dr. med. Wilfried Duisberg, Facharzt für Allgemeinmedizin**

Als IPPNW-Arzt seit 1983 aktiv, Schwerpunkte:

Friedenspolitik gegen Atomwaffenbedrohung - Gesundheitsschäden durch ionisierende  
Strahlung

wissenschaftlicher Beratung :

**Prof. Dr. Alfred Böcking, Facharzt für Pathologie, Berlin**

Arbeitsschwerpunkte u.a. Strahlenembryopathie und Strahlencarcinogenese

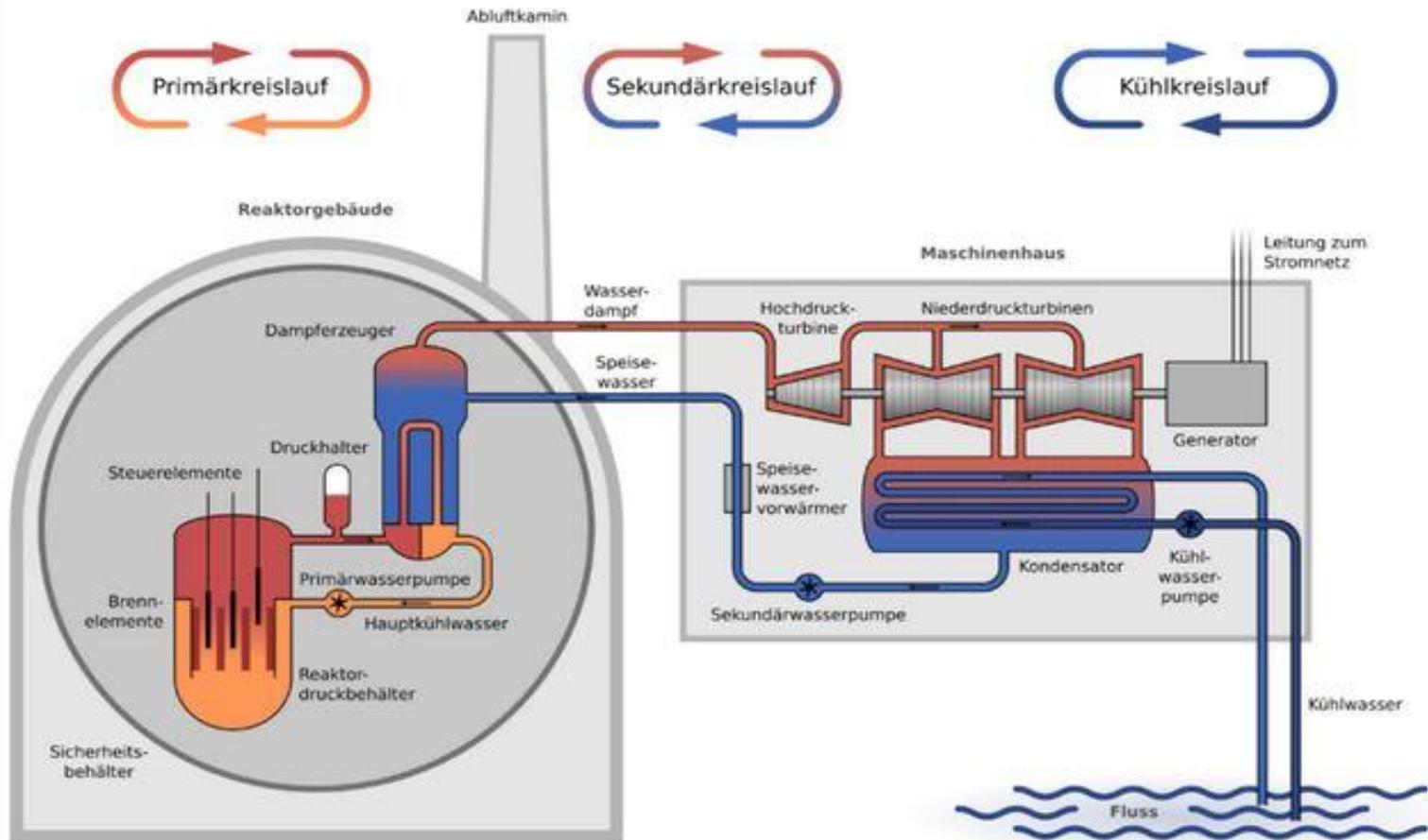
Welches Gefahrenpotential geht von Tihange und  
AKWs insgesamt aus?

Welche gesundheitlichen Risiken bestehen?

Welche Schutzmöglichkeiten sollte jeder  
von uns kennen?

Konkrete Hinweise und Vorschläge für Schulen und Kitas

# Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktor



# Möglichkeiten des Versagens des Reaktordruckbehälters

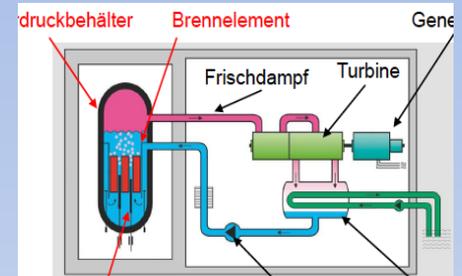
- Kernschmelze
    - Hochdruckkernschmelze bei Kühlungsausfall
    - Niederdruckkernschmelze bei Leckage
- in beiden Fällen

## Freisetzung von Radioaktivität nach 21 bis 30 Stunden

- Plötzliches **katastrophales Behälterversagen**  
Explosion mit Freisetzung von Radioaktivität,  
**sofort und ohne Vorwarnzeit**

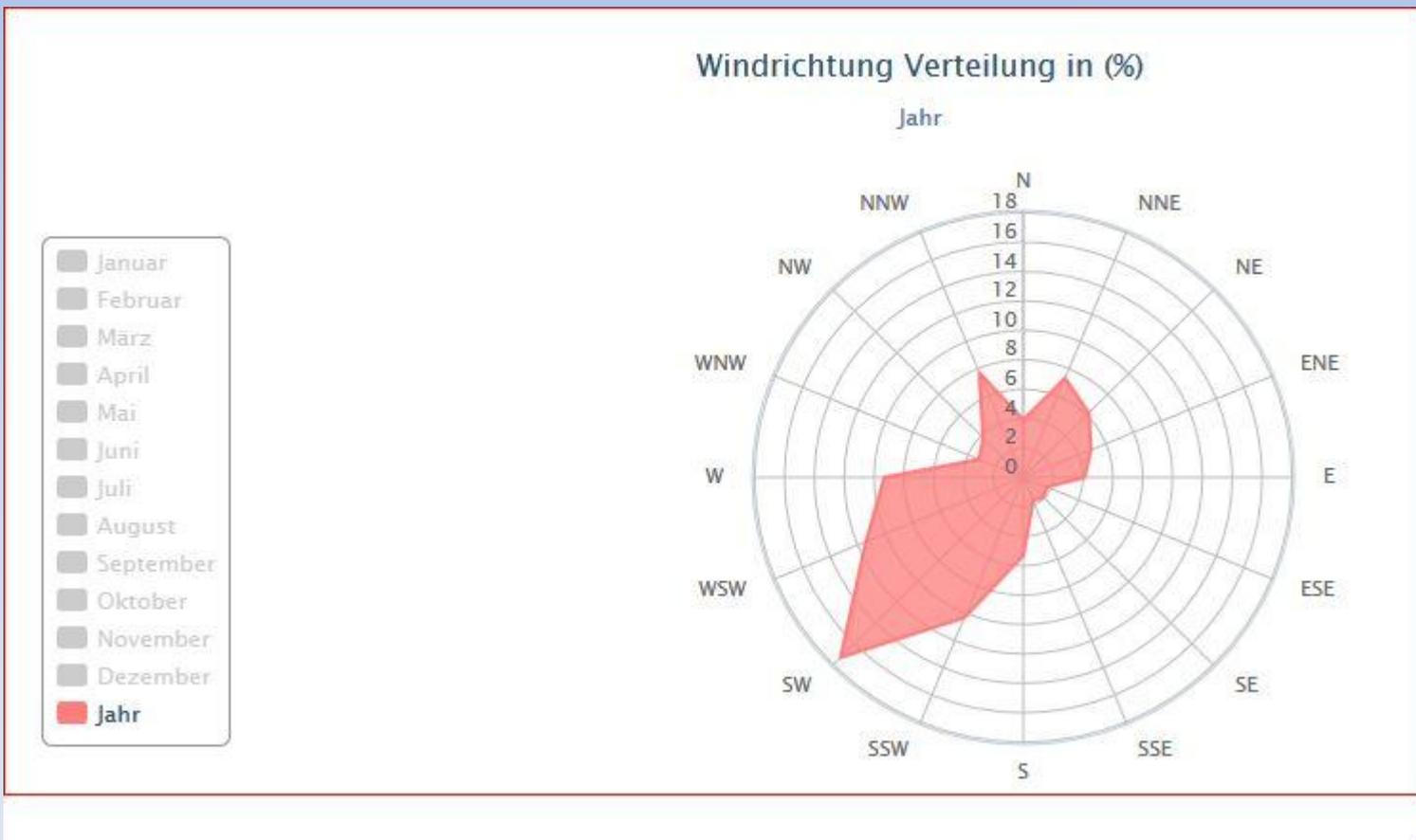
# Wie gelangt Radioaktivität von Tihange nach Aachen?

- Bei Uranspaltung im Reaktor entstehen verschiedene radioaktive Isotope
- Bei einem Unfall gelangen sie als Gase, Aerosole oder Staubpartikel in die Atmosphäre
- Mit dem Wind werden sie in entlegene Landesteile getragen und abgelagert



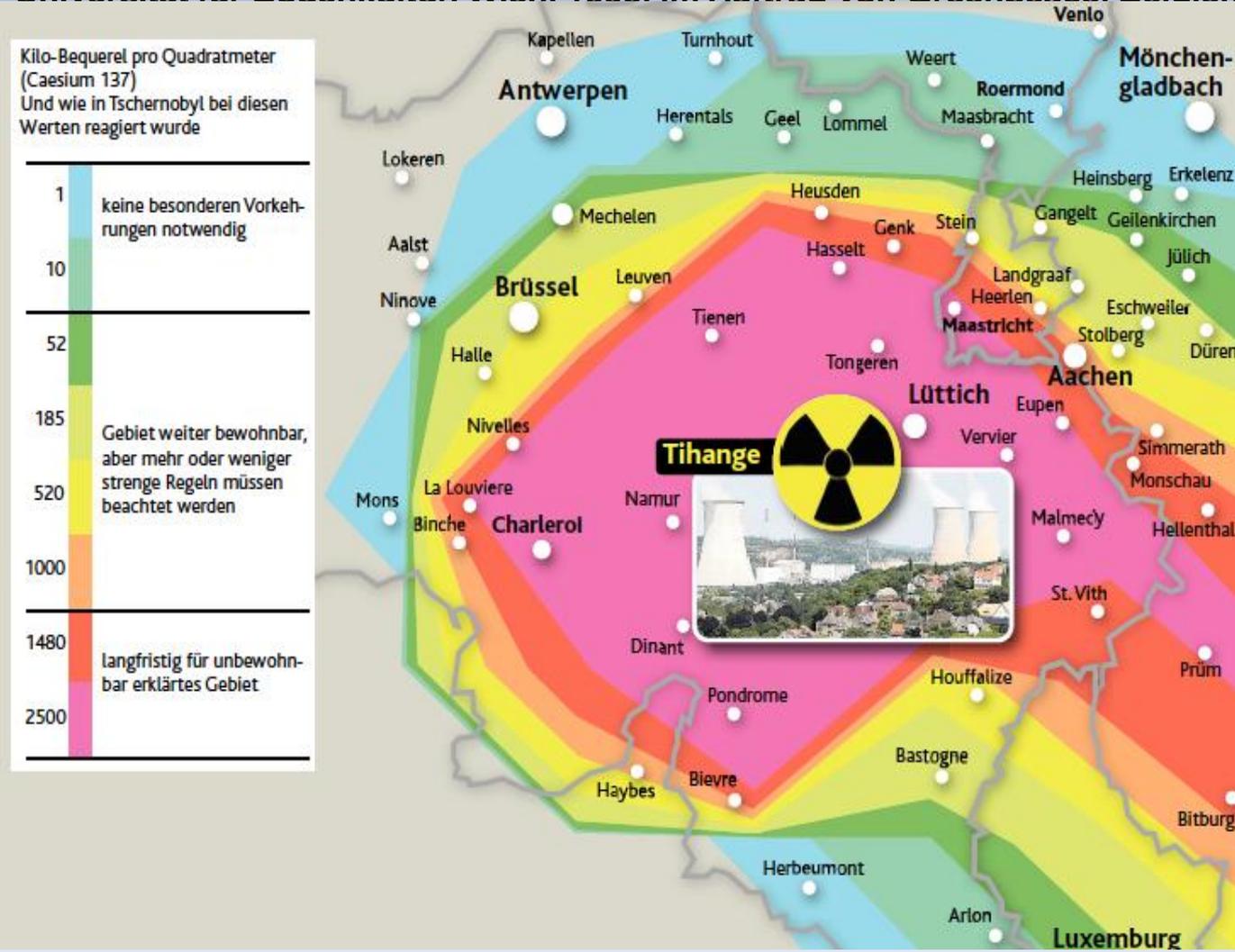


**Wind weht in Aachen im Mittel aus Südwesten, d.h. aus Richtung Tihange, im Mittel mit 15 km/h. Demnach ist eine radioaktive Wolke von dort im Mittel in 4 Stunden in Aachen**



# Bodenkontamination nach einem schweren Störfall im AKW Tihange, Belgien bei Windstille und Regen

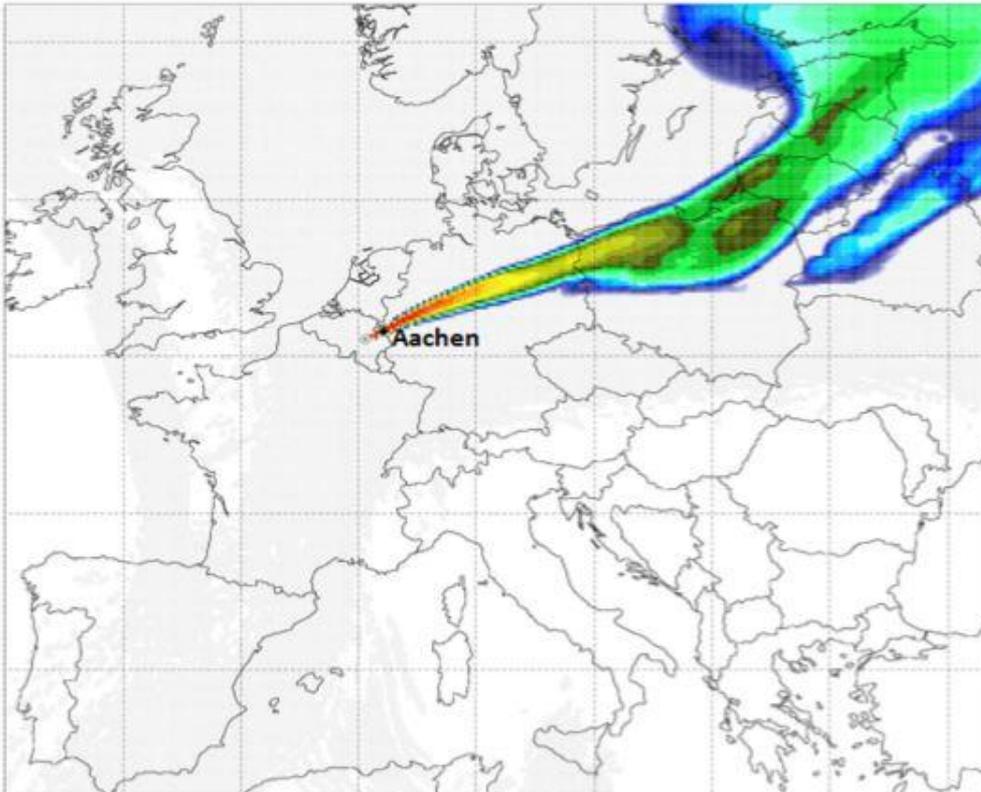
Universität für Bodenkultur, Wien, 1995, im Auftrag von Greenpeace, Belgien



Tihange-2 | Effective dose adult 07 d

Release R02-44 | 118.7 PBq (30.00%) of Cs-137, etc.

Simulation start 19950215 14 stop 19950302 14



Copyright: Project flexRISK (flexrisk.boku.ac.at), financed by Klima- + Energiefonds, Austria



1.0E-04 1.0E-03 1.0E-02 1.0E-01 1.0E+00 1.0E+01 1.0E+02 1.0E+03 1.0E+04  
mSv

0,01 0,1 1 10 100 [mSv]

Ungünstige reale  
meteorologischer  
Situation an einem  
Wintertag  
Simulation für 24h

7-Tage Dosis: größer als  
100 mSv

⇒ Richtwert für  
kurzfristige  
Evakuierung  
überschritten

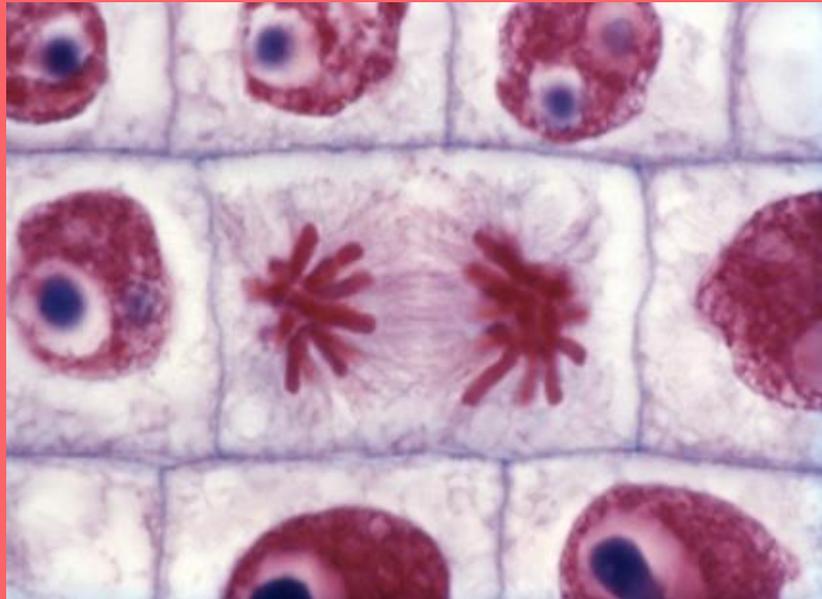
# Welche gesundheitlichen Risiken bestehen?

## **Wie macht radioaktive Strahlung krank?**

- 1. Stoppt die Teilung der Zellen**
- 2. Bewirkt falsche Zahl von Chromosomen**
- 3. Bewirkt Schäden an der DNA**

# Wie macht radioaktive Strahlung krank?

1. Stoppt die Teilung von Zellen  
→ Strahlenkrankheit, Missbildungen



# Zu 1. Krankheiten wegen Stopp der Zellteilung durch radioaktive Strahlung

(deterministisch)

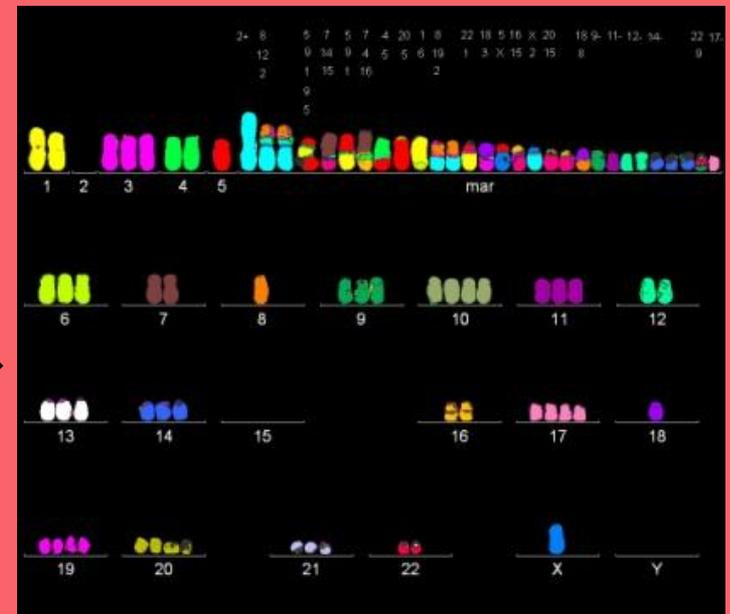
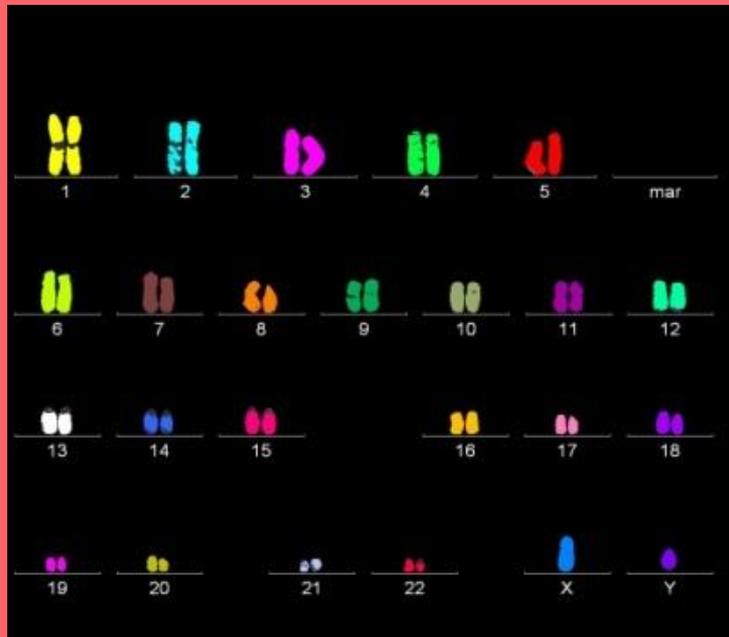
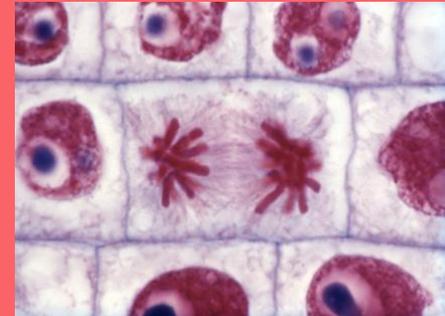
- **Vor** der Geburt
  - Hemmungsmissbildungen
  - Totgeburten
- **Nach** der Geburt
  - Akute Strahlenkrankheit
  - Tschernobyl AIDS
  - weitere Organschäden  
z.B. Herzinfarkt



# Wie macht radioaktive Strahlung krank?

2. Bewirkt falsche Zahl von Chromosomen im Zellkern (chromosomale Aneuploidie)

→ Leukämien, Krebse, Missbildungen



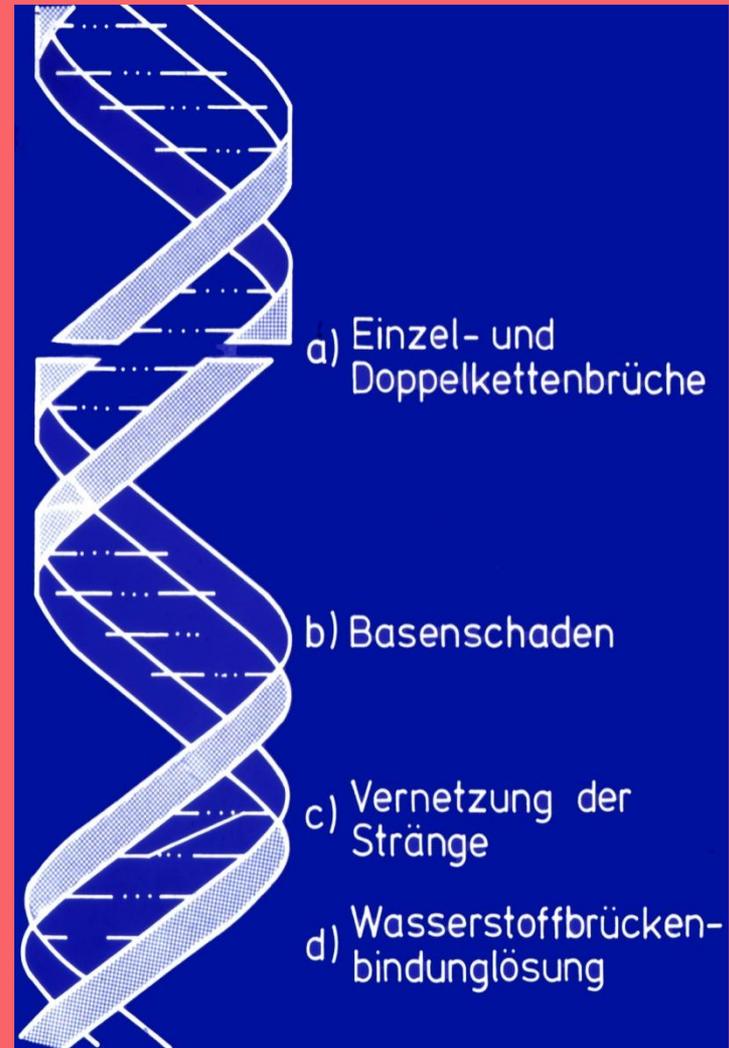
## Zu 2. Krankheiten wegen fehlerhafter Chromosomen-Zahl durch radioaktive Strahlung (stochastisch)

- **Vor** der Geburt
  - Missbildungs-Syndrome (z.B. M. Down)
  - Fehl-/Totgeburten
- **Nach** der Geburt
  - Diverse Leukämien
  - Diverse Krebse



# Wie macht radioaktive Strahlung krank?

3. Verursacht  
DNA-Schäden  
(=Mutationen)  
➔ Erbkrankheiten



## Zu 3. Krankheiten durch ererbte Mutationen

- **> 5000 monogen verursachte, angeborene Erkrankungen (McKusik, 1992), z.B.**
- **90% manifestieren sich erst nach der ersten Generation**

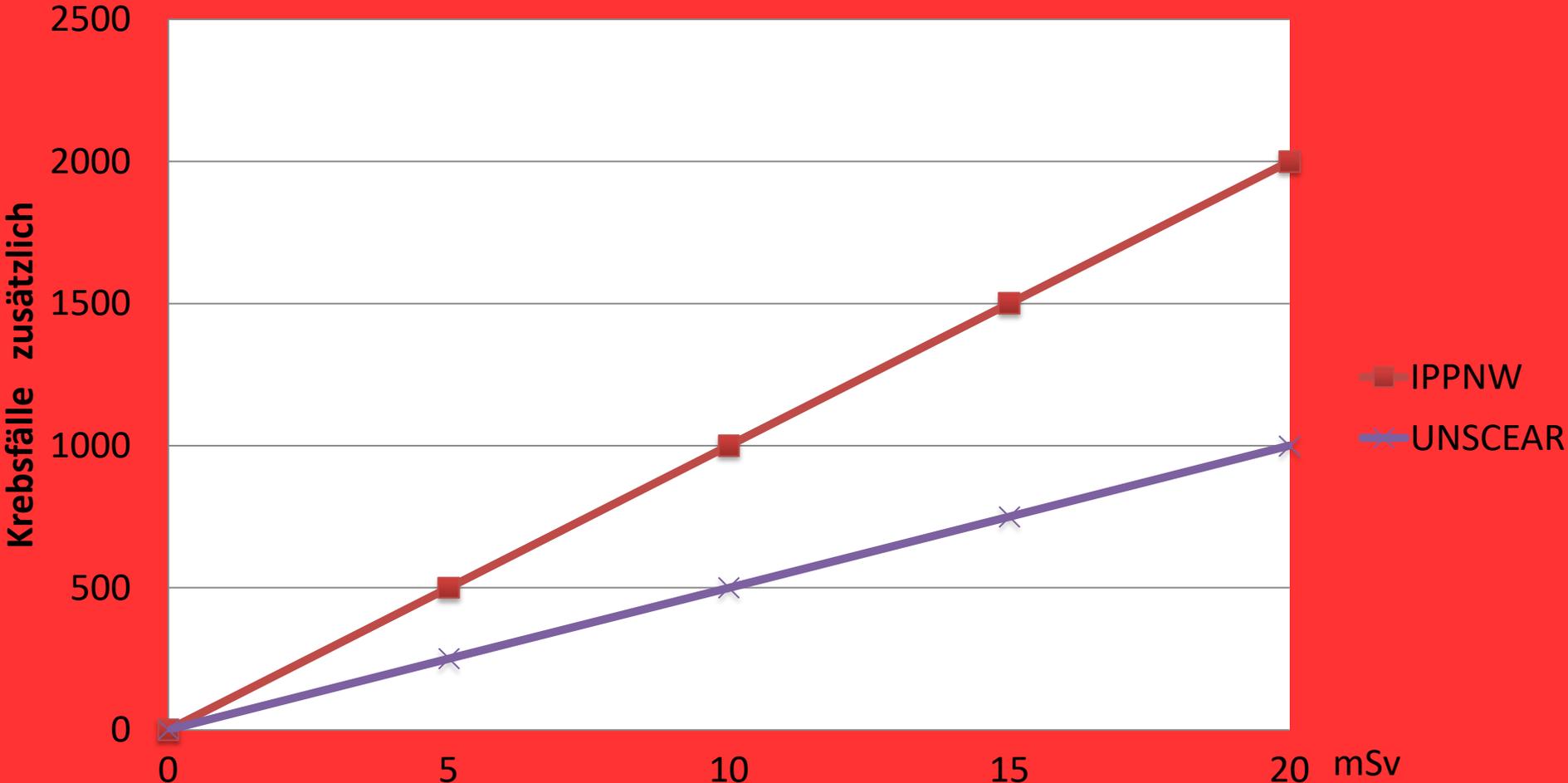
# Gibt es eine Schwellendosis?

- **Ja**, für akute Strahlenkrankheit } **500mSv** in  
Tschernobyl-AIDS, } kurzem Zeitraum  
Hemmungsmissbildungen } **50- 100mSv** in  
} kurzem Zeitraum  
= Krankheiten durch Stopp der Zellteilung

- **Nein**, für Missbildung-Syndrome,  
Leukämien und Krebse, genetisch bedingte  
Krankheiten

= Krankheiten durch Chromosomenveränderungen oder  
Schäden an der DNA

# Kollektivdosismodell nach UNSCEAR für Aachen



Von 250 000 EW erleiden bei einer Dosis von 10 mSv 1000 bzw. 500

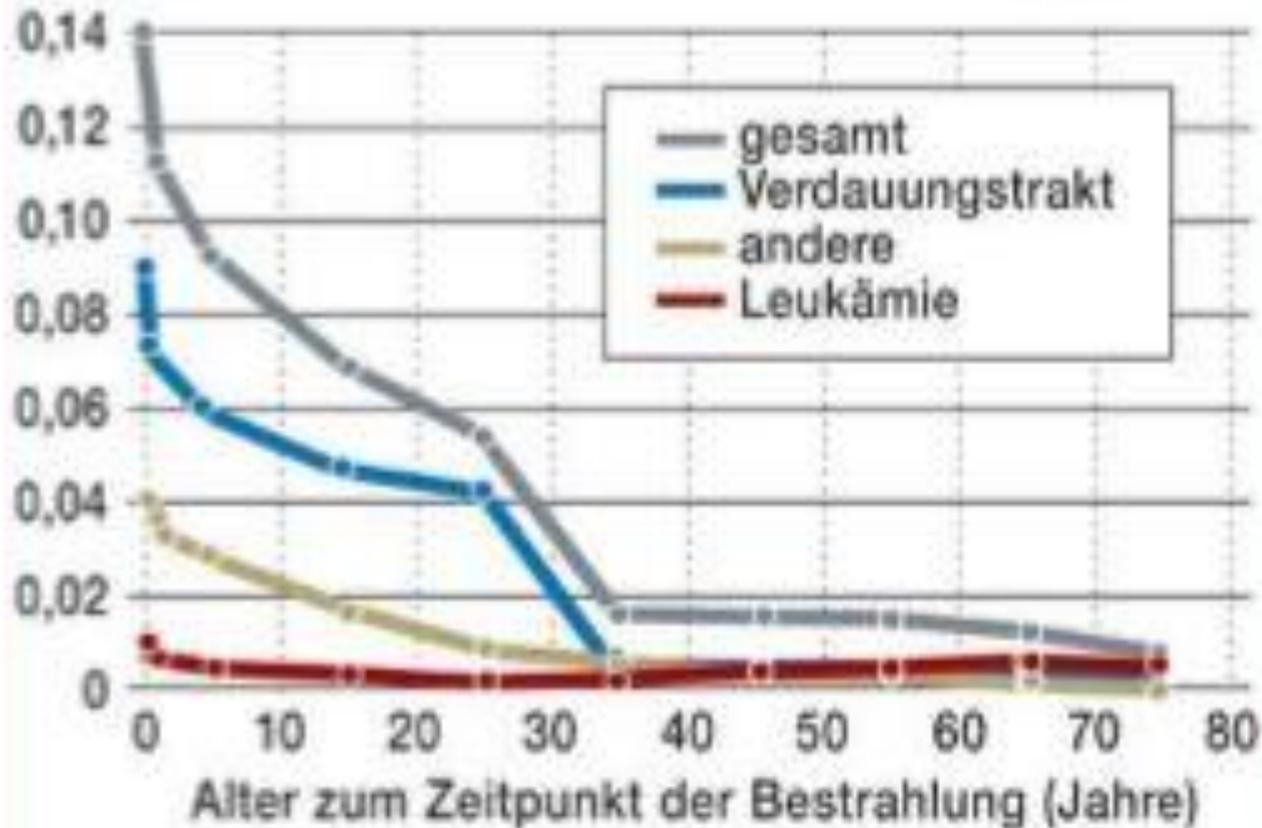
Menschen eine Krebserkrankung zusätzlich im Laufe des Lebens

$mSv \times \text{Personenzahl} \times 0,4$  (IPPNW) oder  $0,2$  (UNSCEAR)

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation  
(UNSCEAR)

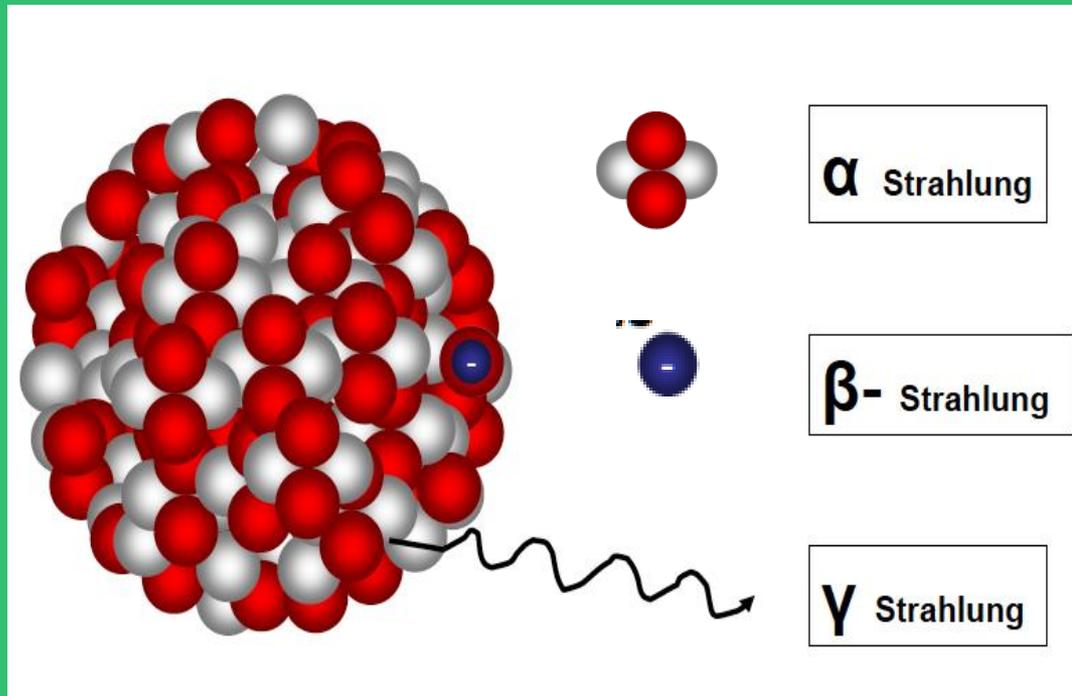
### d) CT des Abdomens, 240 mAs

geschätztes Lebenszeitrisiko für Krebsstod (%)

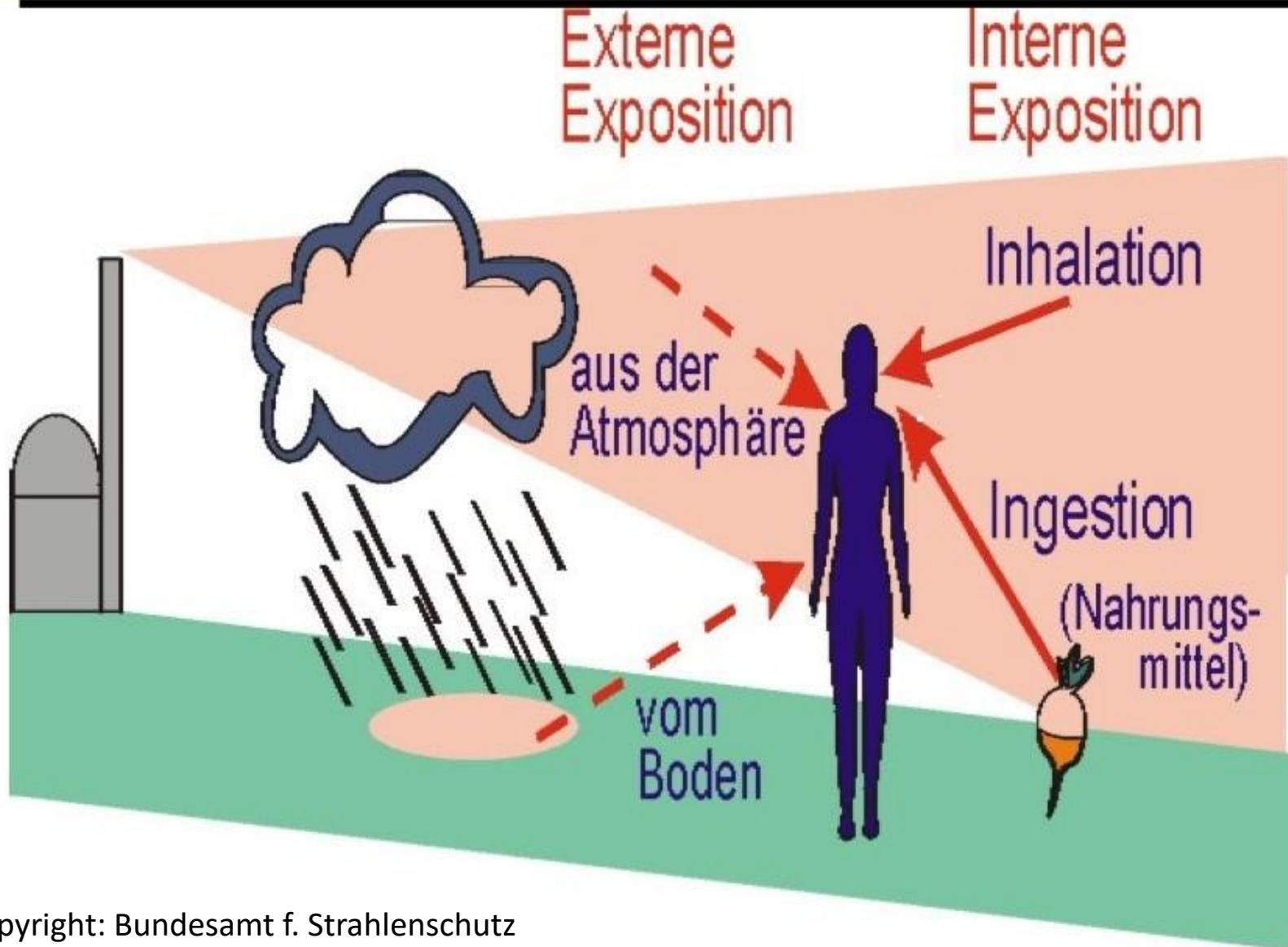


**Welche Schutzmöglichkeiten sollte  
jeder von uns kennen?**

# Arten radioaktiver Strahlung



# Wie wirkt Radioaktivität auf Lebewesen?



# 1. Externe Exposition

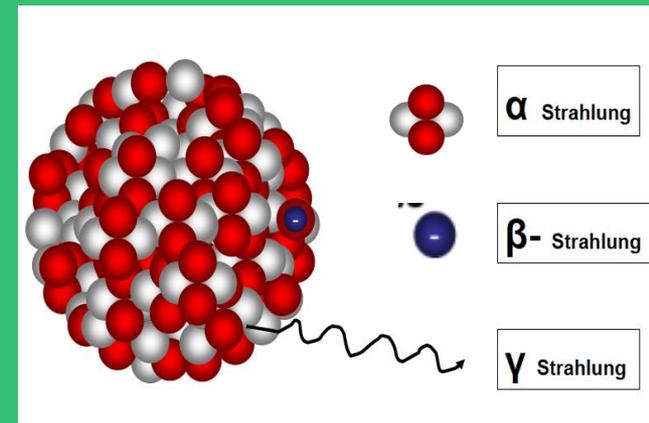
## Typische Eigenschaften der **externen** Exposition

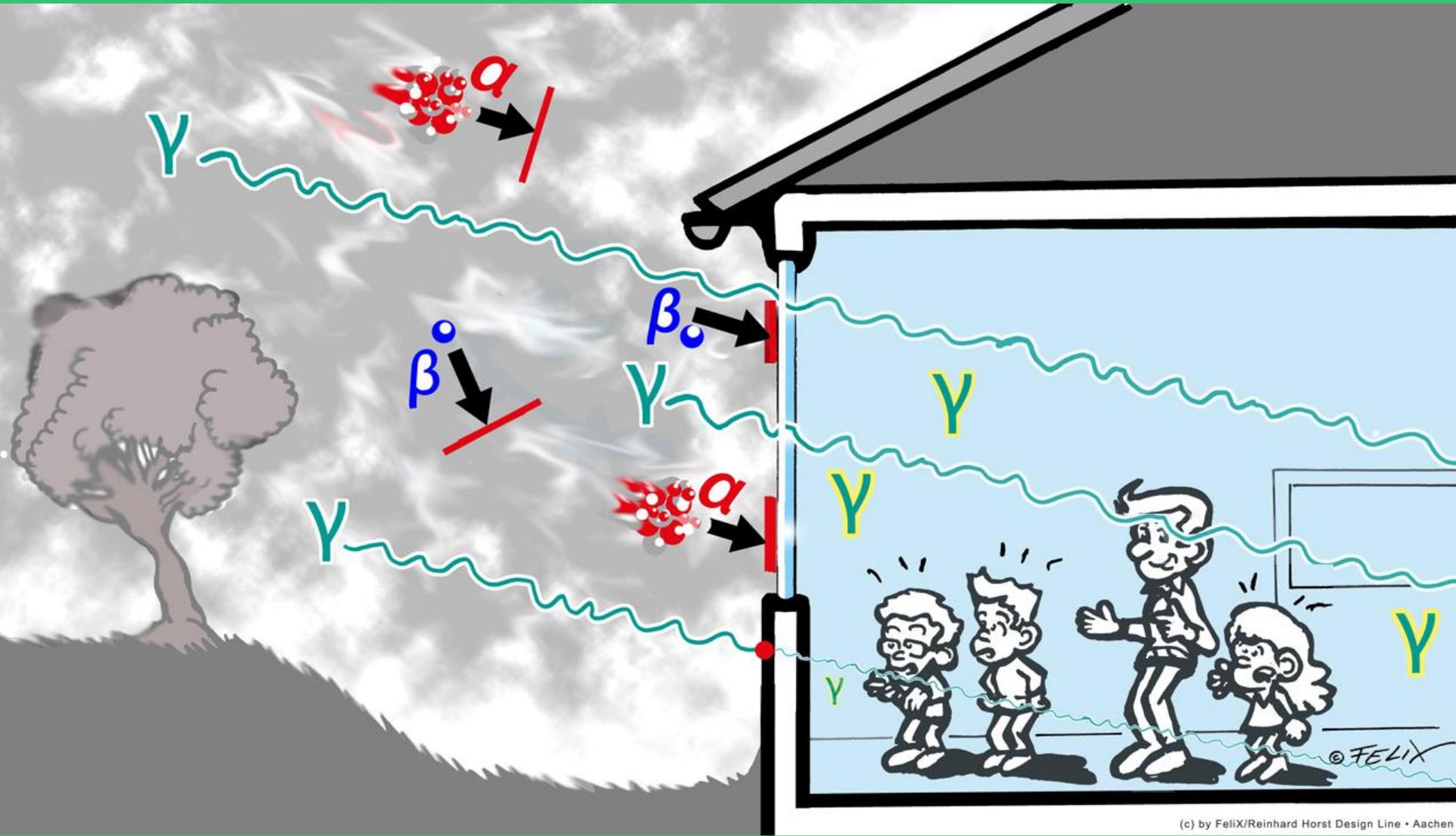
### Alpha- und Betastrahlung

- dringen **nur wenige Millimeter** in den Körper ein
- Sie erreichen nicht die strahlensensiblen Organe wie Lunge, Magen-Darmtrakt oder Knochenmark
- Schon eine Glasscheibe schützt zu 100% vor diesen Strahlenanteilen

### Gammastrahlung

- durchdringt den ganzen Körper und
- erreicht alle Organe !
- Glasscheiben bieten keinen Schutz
- 15 cm Betonwand reduzieren ca. 90% (bei 1MeV)





(c) by Felix/Reinhard Horst Design Line • Aachen

## 2. Interne Exposition

Radioaktive Isotope können sich jetzt auf  
**biologischen Wegen**  
in den Organen anreichern

Wichtigste Isotope, die mit der radioaktiven Wolke transportiert werden

<b>Jod 131</b>	HWZ = 8 Tage	<b>Schilddrüse</b>
<b>Cs 137</b>	HWZ = 30 Jahre	<b>Muskeln</b>
<b>Sr 90</b>	HWZ = 29 Jahre	<b>Knochen</b>

# Interne Exposition

## Radioaktivität wird leicht in den Körper aufgenommen

Aufgenommene RA verhält sich langfristig schädigend und kann von uns nicht mehr beeinflusst werden.

**Das wichtigste Ziel ist demnach die Aufnahme von RA zu vermeiden!**

# Interne Exposition

## Hauptaufnahmeewege von radioaktiven Isotopen

- Einatmen
- Verschlucken und Essen

RA begegnet uns zunächst  
als **Gas, Staub und Tröpfchen** und  
später als **Inhalt von Nahrungsmitteln**



## Inhalation

**FFP3 Masken halten 95-97% der Radioaktivität zurück**

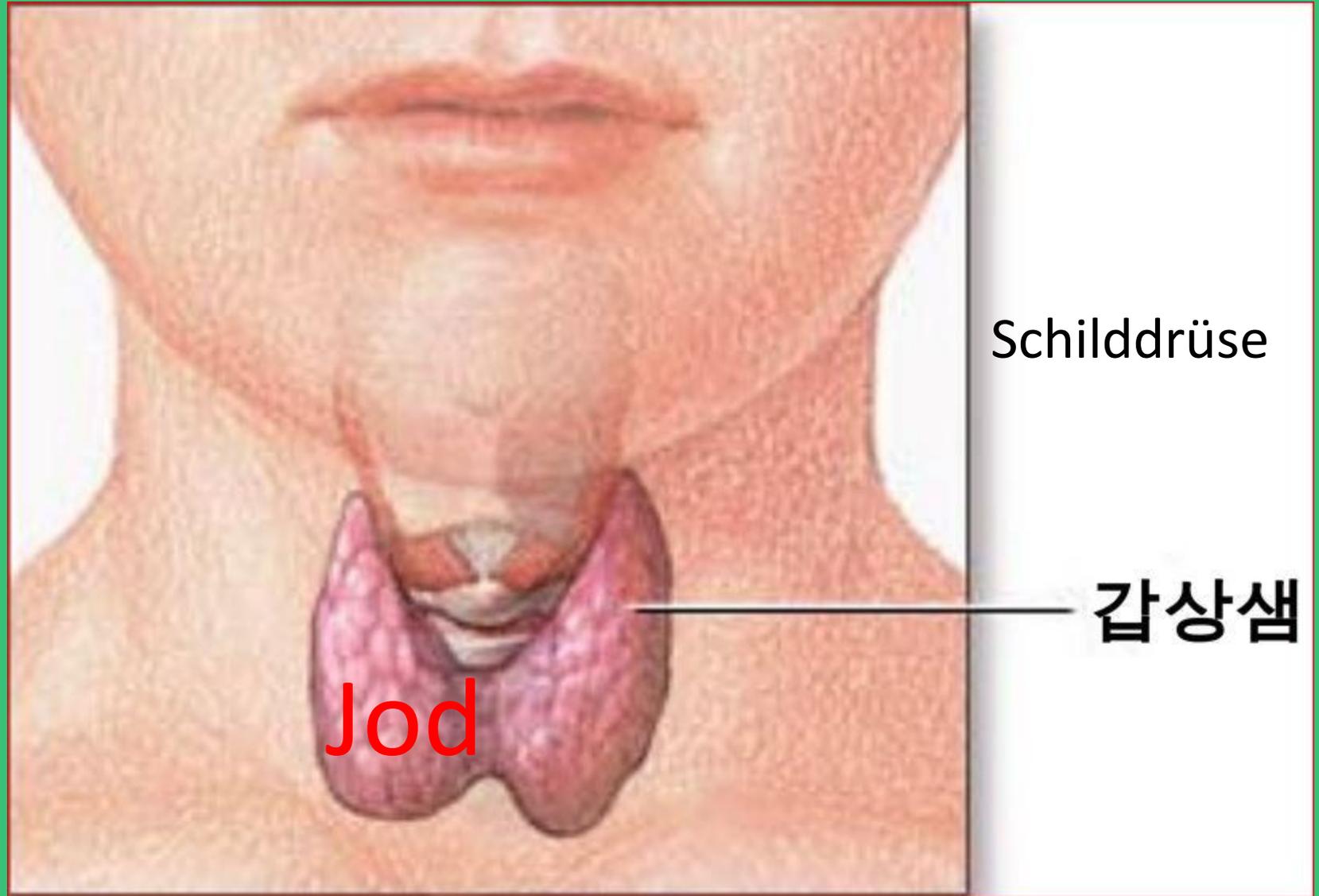


# Interne Exposition

## Nahrungsmittel

- gezielt nach solchen suchen, die **vor** der Katastrophe hergestellt wurden z.B. H-Milchvorräte, Konserven, Nudeln
- [www.bbk.bund.de](http://www.bbk.bund.de)
- „Katastrophenalarm“
- frische Nahrungsmittel meiden,  
da aus der Region oder auf dem Weg in die Region  
Kontaminierung wahrscheinlich
- bei Leitungswasser auf Bekanntmachungen achten  
Mineralwasser (Flaschengetränke) trinken

# Jod-Tabletten



Jod macht über 50% der effektiven Dosis eines KKW-Fallouts aus

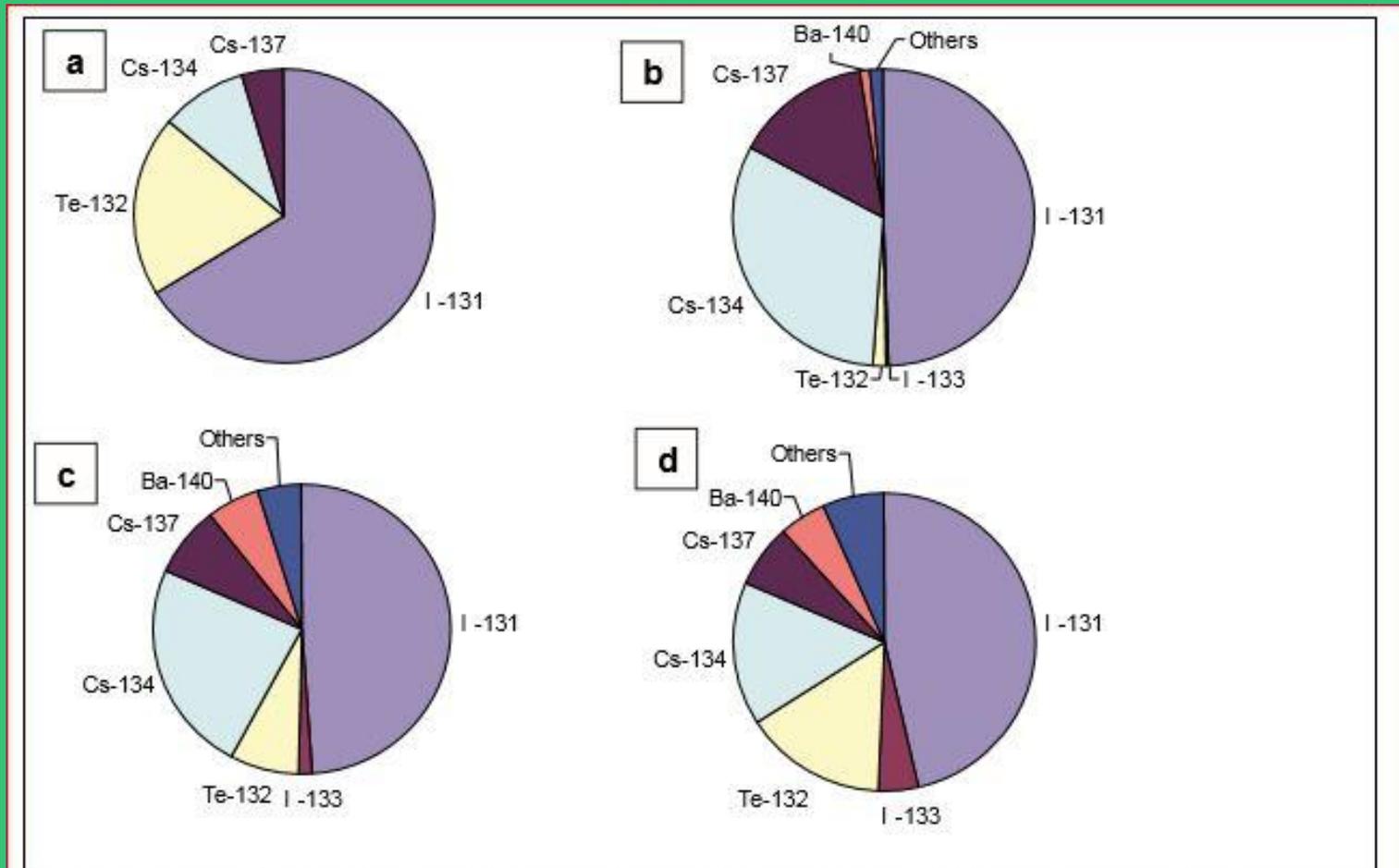
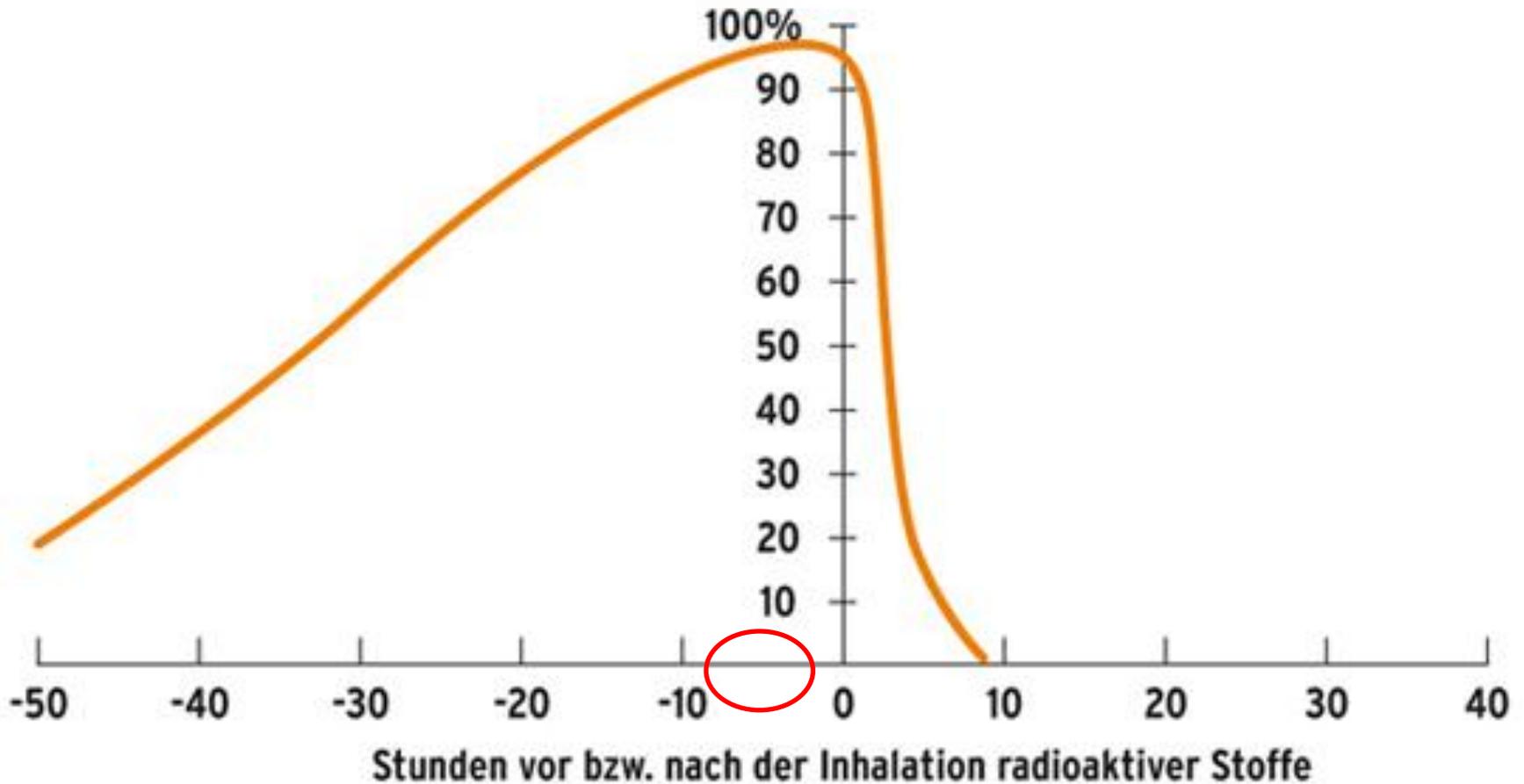


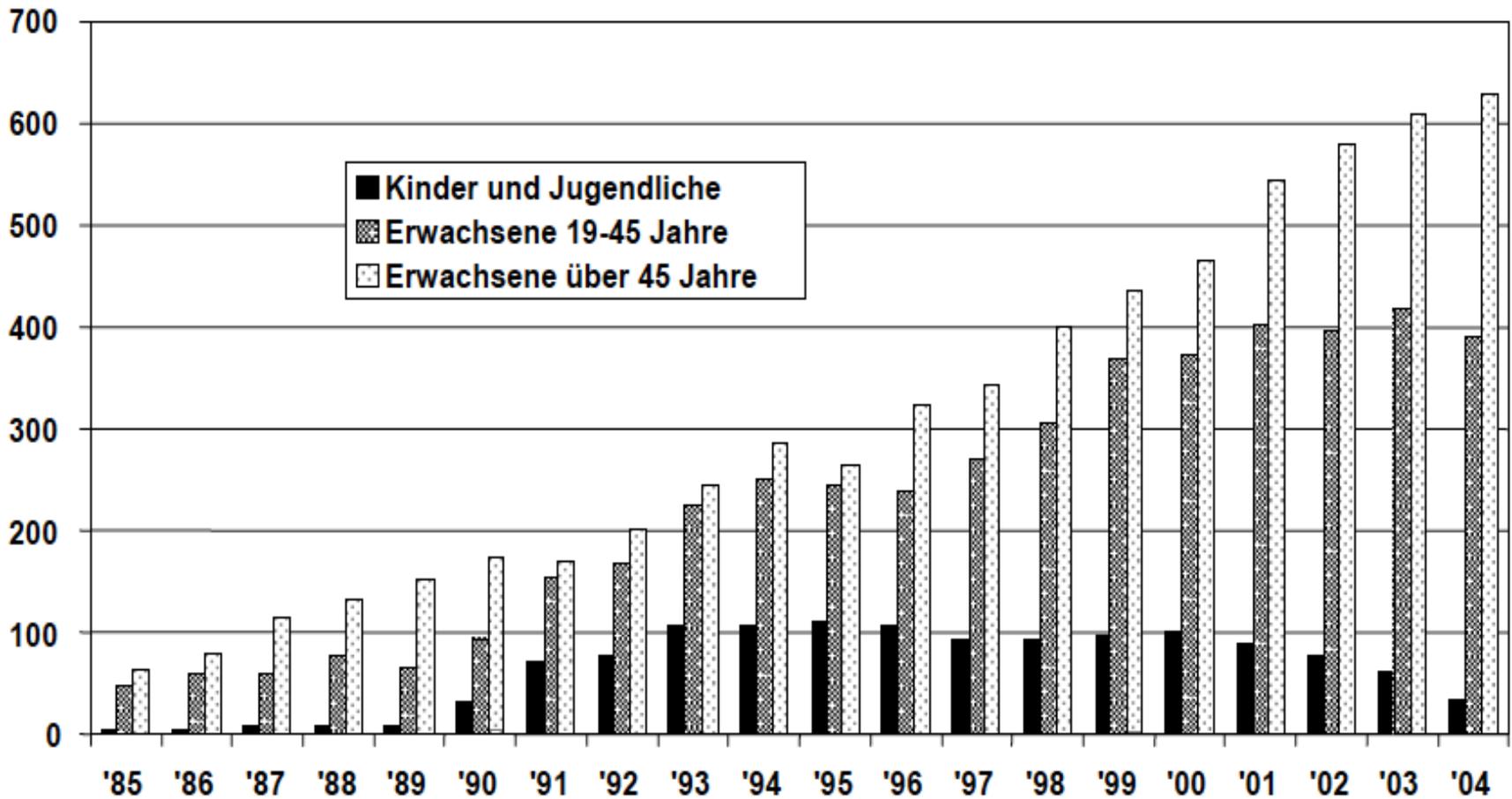
Abb. 6.4: Anteil der Radionuklide an der effektiven Dosis für Erwachsene durch externe Strahlung und Inhalation über 30 Tage am Ort der maximalen Deposition in der Umgebung des KKW Esenshamm, Wetterdaten für Juni 2010: (a) Quellterm „Fukushima“, (b) Quellterm „FKA-30d“, (c) Quellterm „FKA-15d“, (d) konstanter Quellterm.

## Wirksamkeit der Jodblockade



**Die Einnahme der Jodtabletten muss kurz vor oder nach dem Einatmen radioaktiver Stoffe erfolgen, um effektiv zu sein.**

# Inzidenz von Schilddrüsenkrebs in Belarusland, Lengfelder, Otto Hug Strahleninstitut MHM, 2006



# Über 45 Jahre kann Jod auch eingenommen werden

wenn vorher die Unbedenklichkeit durch Ihren Hausarzt untersucht worden ist!

Kontraindikationen :

- „warmer “ Knoten
- schon bestehende Überfunktion wie Morbus Basedow
- Autonomie

In diesen Fällen gibt es eine Alternative!  
Irenat Tropfen

# Sorgen Sie vor!!

**Jodtabletten schützen zuverlässig vor strahlenbedingtem Schilddrüsenkrebs**

**und**

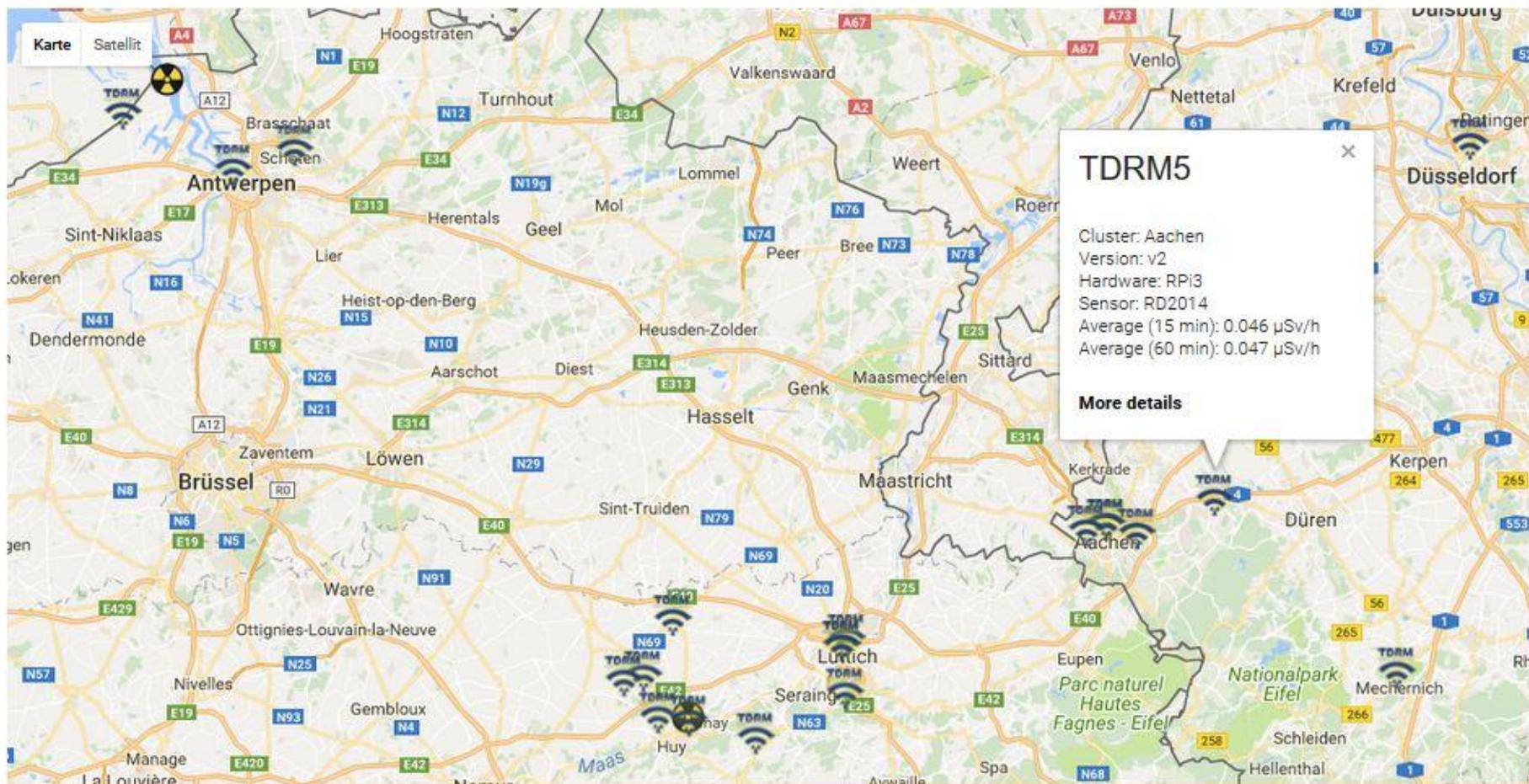
**!Kinder sind besonders empfänglich für strahlenbedingten Schilddrüsenkrebs!**

**!! Zumindest vor diesem Krebs können Sie persönlich**

**Ihre Kinder schützen !!**

# Herausforderung für die Schulen bei einem atomaren Unfall

- **Schüler/ Kindern sind deutlich strahlensensibler als Erwachsene**  
und brauchen deshalb Schutz  
vor Kontakt mit radioaktivem Fall out
- Alarmsituation kann zu **Panikverhalten** führen
- **Sie tragen Verantwortung für ca. 1000 Kinder in dieser Situation**



## Welche Schutzmaßnahmen bestehen zur Zeit?

Der Katastrophenschutz gibt **Empfehlungen** ab einer bestimmten Strahlenbelastung

- **Aufenthalt in geschlossenen Räumen** ab 10mSv in 7 Tagen
  - Weg dorthin ist ungeschützt
  - Zeitdauer wg. zu erwartendem Verkehrsstau länger als gewohnt
- **Einnahmen von Jodtabletten** ab 50mSV Organfolgedosis SD in 7 Tagen
  - Jodtabletten lagern im Klinikum und an dezentralen Orten der Region
  - in Region Aachen auch zu Hause seit dem 1.9.17!
  - Feuerwehr kann eine Verteilung innerhalb von 4 Stunden nicht leisten
- **KMK lehnt Übernahme von Aufgaben durch Lehrer ab**
- **Bildungsministerium :**
  - **Rot/Grün zeigte keine Reaktion**
  - **aktuell lehnt es jede besondere Aktivität ab**
- **Innenministerium verweist auf „untere Katastrophenschutzbehörde“**
  - **geht von 21h Frist aus**
- **Bezirksregierung Köln behindert alle Schulen der Region**

# Haben Sie Zeit?

## Ja!

- **13 bis 31 Stunden >> Kinder in Ruhe nach Hause bringen**
- **4 Stunden**
- >> Kinder müssten das Zuhause rechtzeitig erreichen können**

**aber**

- **Wie ist die Verkehrslage?**
- **Wie ist das Wetter?**
- **Sind die Transportmöglichkeiten vorhanden?**
- **Können die Kinder zu Hause Einlass finden?**
- **Haben Sie wirklich noch 4 Stunden Zeit?**

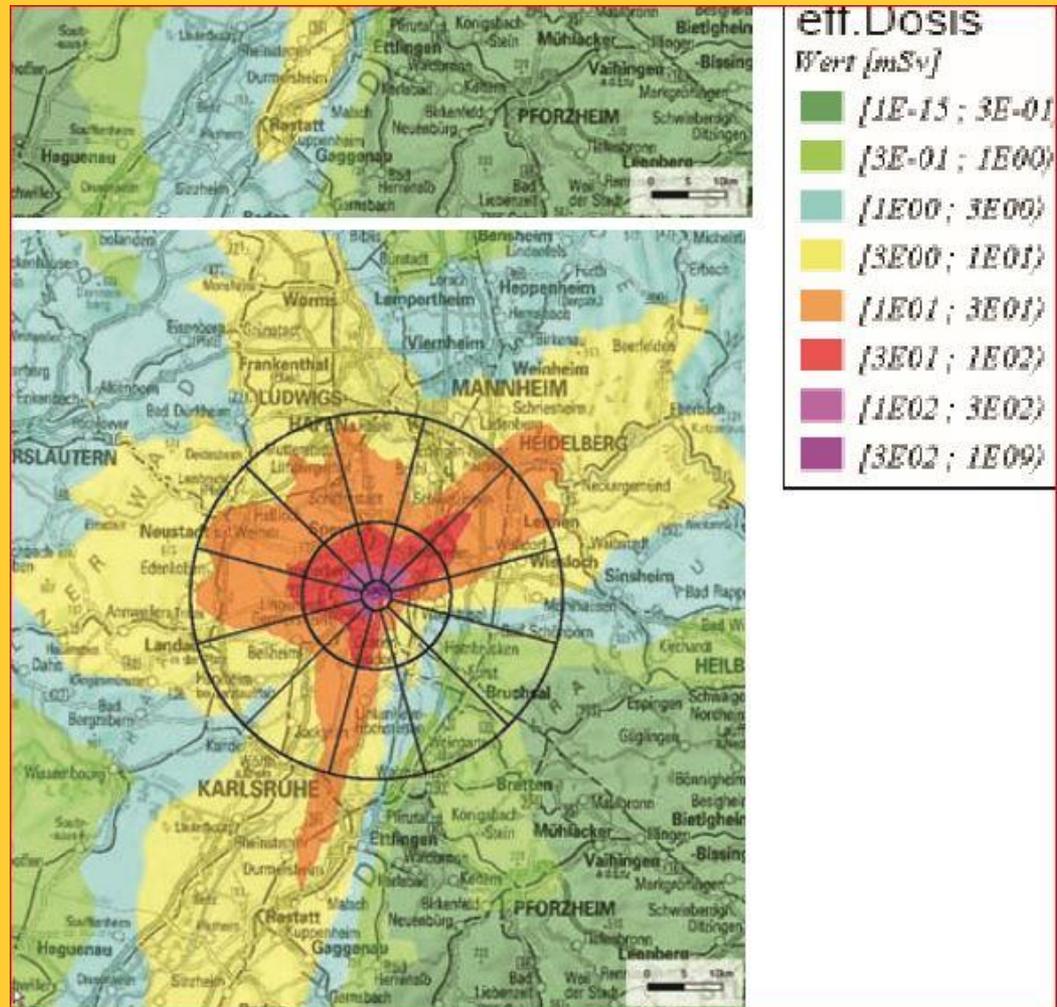
**Welche rational begründete Verhaltensweisen sind notwendig und sinnvoll?**

- **Jede Art von Panik oder unüberlegtem Verhalten verhindern**
  - **Wissen über das Ausmaß der Gefahren**
  - **Kennen und Vorbereiten von Verhaltensmaßnahmen notwendig**

## Simulation eines möglichen Bedrohungspotentials am Unglückstag

Aachen wird (hoffentlich)  
im gelben Bereich liegen  
mit einer effektiven Dosis  
von  
3 bis 10 mSv innerhalb von  
30 Tagen = **0,0137 mSv/h**

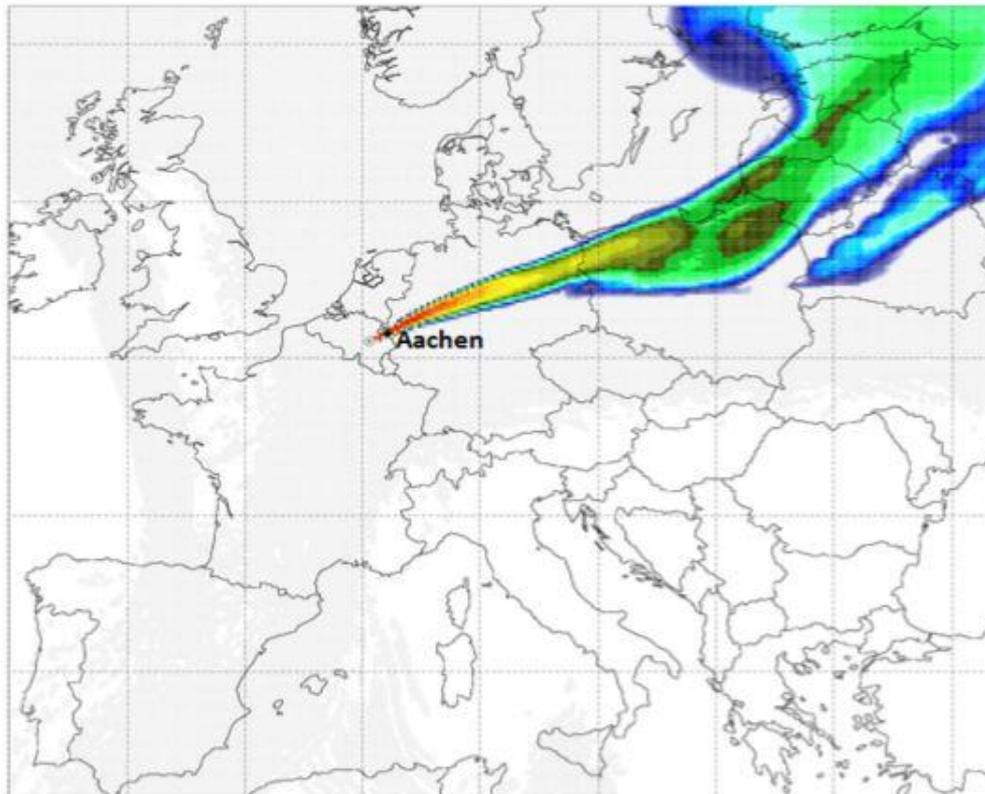
BfS-SW-11-12-  
AnlagenExternerNotfalls  
chutz-rev120420,  
Philippsburg



Tihange-2 | Effective dose adult 07 d

Release R02-44 | 118.7 PBq (30.00%) of Cs-137, etc.

Simulation start 19950215 14 stop 19950302 14



Copyright: Project flexRISK (flexrisk.boku.ac.at), financed by Klima- + Energiefonds, Austria



0,01 0,1 1 10 100 [mSv]

Ungünstige reale meteorologischer Situation an einem Wintertag  
Simulation für 24h

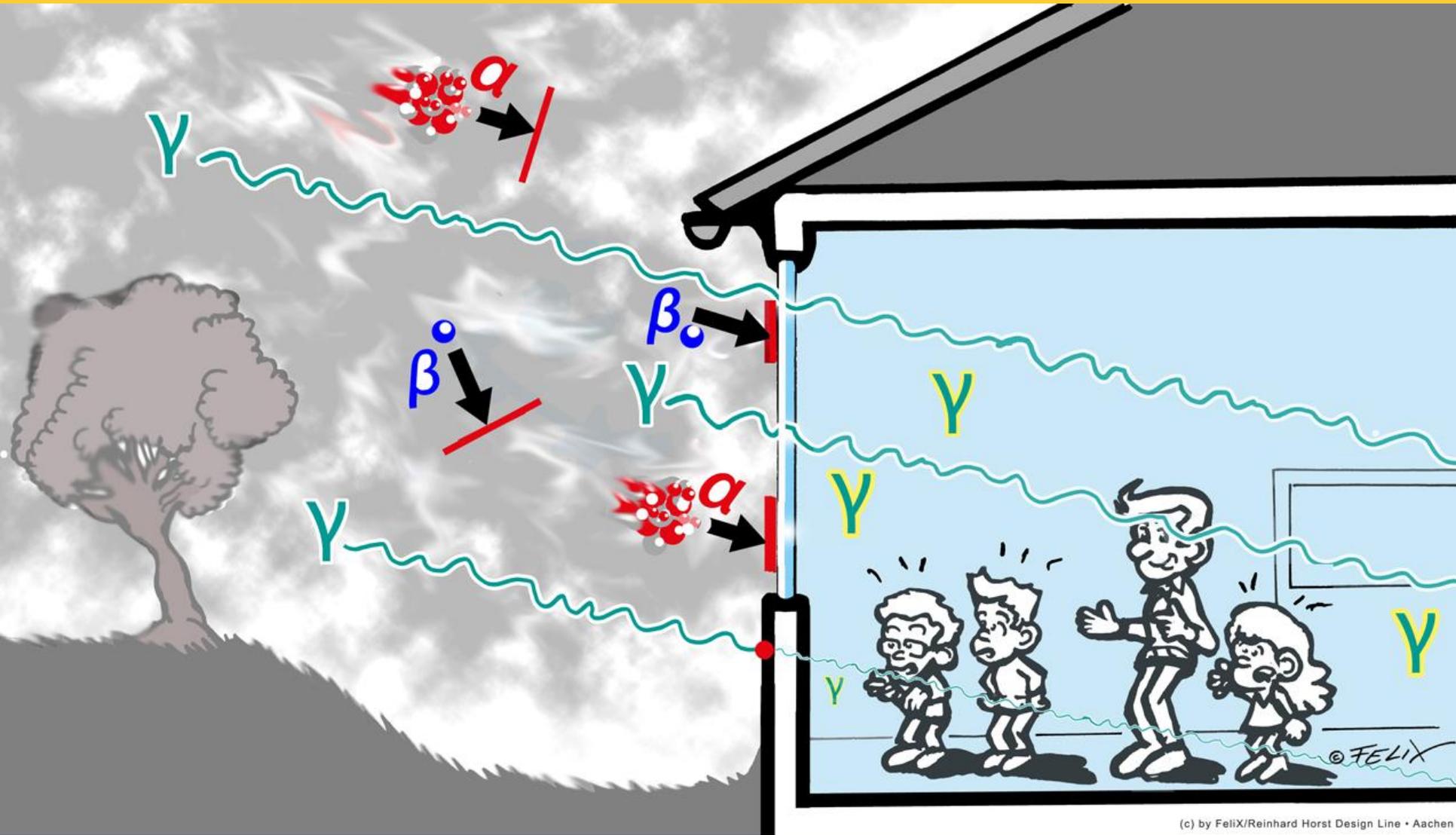
7-Tage Dosis: größer als 100 mSv

⇒ Richtwert für kurzfristige Evakuierung überschritten

= 0,6 mSv/h

## Welche rational begründete Verhaltensweisen sind notwendig und sinnvoll?

- Jede Art von Panik oder unüberlegtem Verhalten verhindern
- **Kontakt mit Radioaktiven Fall out so gering wie möglich halten**



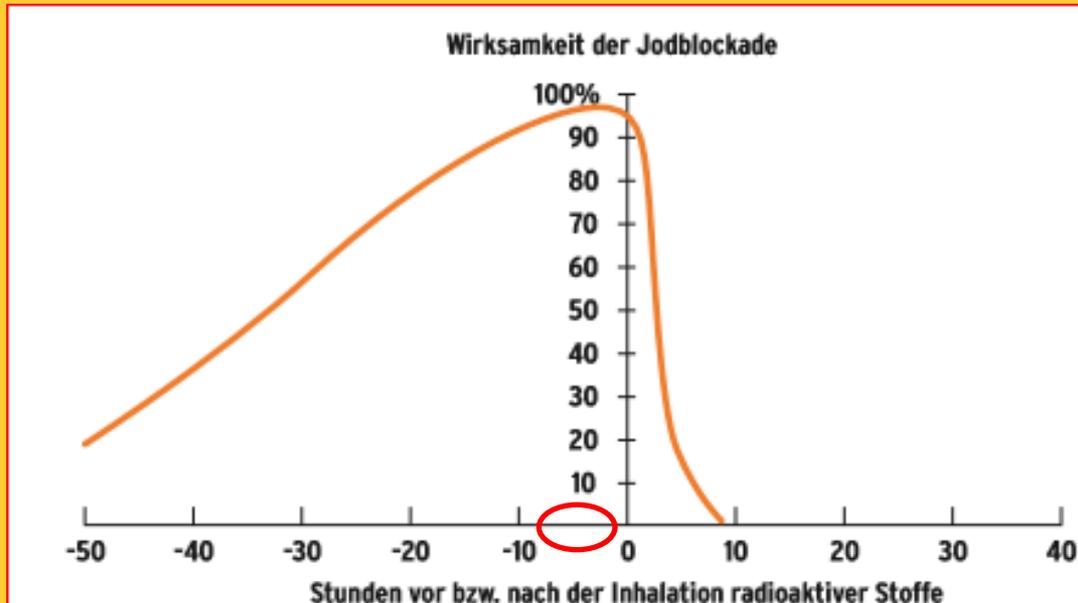
(c) by Felix/Reinhard Horst Design Line • Aachen

## Welche rational begründete Verhaltensweisen sind notwendig und sinnvoll?

- Jede Art von Panik oder unüberlegtem Verhalten verhindern
- **Kontakt mit Radioaktiven Fall out so gering wie möglich halten**
  - **Aufenthalt in geschlossenen Räumen**
  - **Fenster und Türen geschlossen halten**
  - **Mauerwerk als Gammenschutz nutzen**

## Welche rational begründete Verhaltensweisen sind notwendig und sinnvoll?

- Jede Art von Panik oder unüberlegtem Verhalten verhindern
- Kontakt mit Radioaktiven Fall out so gering wie möglich halten
- **Jodprophylaxe frühzeitig beginnen**



## Sofortige Verteilung von Jodtabletten

- Müssen in Schule lagern und für max. Klassengröße konfektioniert sein
  - <1 Monat:  $\frac{1}{4}$  Tablette,
  - 1-36 Monate:  $\frac{1}{2}$  Tablette
  - 3-12 Jahre: 1 Tablette
  - bis 12 J. 1 Tablette, ab 13 J. 2 Tabletten
- Müssen zügig auf die Klassen verteilt werden können
- Einverständnis der Eltern muss vorliegen
- Kinder mit Kontraindikationen müssten im Klassenbuch erfasst sein
- Beruhigende Info durch Lehrer an Kinder, die kein Jod nehmen dürfen
  - Maske schützt auch vor Aufnahme von Jodaerosolen und -stäuben

## Welche rational begründete Verhaltensweisen sind notwendig und sinnvoll?

- Jede Art von Panik oder unüberlegtem Verhalten verhindern
- Kontakt mit Radioaktiven Fall out so gering wie möglich halten
- Jodprophylaxe frühzeitig beginnen
- **Aufnahme von Radioaktivität in den Körper vermeiden!**
  - **Schutzmaskenverteilung organisieren**
    - Zentrale Lagerung an der Schule
    - Vorab konfektionierte Mengen und Größen
    - Anleitung zur sinnvoller Handhabung
    - Kontrolle des dichten Sitzes bei jedem einzelnen Schüler
    - Tragen üben zum Angstabbau
    - Ausziehen üben
    - Infos zur Entsorgung

**!! Es gibt keine Schutzmasken für Kinder unter 12 Jahren !!**

## Welche rational begründete Verhaltensweisen sind notwendig und sinnvoll?

- Jede Art von Panik oder unüberlegtem Verhalten verhindern
- Kontakt mit Radioaktiven Fall out so gering wie möglich halten
- Jodprophylaxe frühzeitig beginnen
- Schutzmaskenverteilung organisieren
- **Nahrung und Trinken für einige Stunden zur Verfügung stellen**
  - **Trinkbecher reichen, da Leitungswasser ok ist**
  - **Nahrungsmittel? > Unterzuckerung im Stress möglich**

## Welche rational begründete Verhaltensweisen sind notwendig und sinnvoll?

- Jede Art von Panik oder unüberlegtem Verhalten verhindern
- Kontakt mit Radioaktiven Fall out so gering wie möglich halten
- Jodprophylaxe frühzeitig beginnen
- Schutzmaskenverteilung organisieren
- Nahrung und Trinken für einige Stunden zur Verfügung stellen
- **Sichere Heimkehr der Kinder organisieren**

## Transport der Schüler nach Hause

- **Verweildauer im Freien so kurz wie möglich**
  - oberste Priorität: geordnet und ohne Hektik
- **Stäube haften der Kleidung und den Haaren an**
  - Haare waschen! Am besten außer Haus
  - Schutzanzüge könnten dem vorbeugen
    - im Schulbereich wohl kaum organisierbar
  - äußere Kleidung zu Hause vor dem Haus ausziehen und separat lagern
- **Bei Regen nicht nach draußen gehen**
  - besser erst **nach dem Regen**, da RA dann aus der Luft ausgewaschen ist
- **Koordinierte Transportlogistik mit Eltern abstimmen**
  - z.B. Zeitfenster für Klassen oder Stufen festlegen
  - ältere freiwillige Männer in Schutzkleidung koordinieren auf dem Schulhof alle Arbeiten
  - Konkretes Vorgehen muss **vorab** geplant und kommuniziert sein

## **Welche rational begründete Verhaltensweisen sind notwendig und sinnvoll?**

- Jede Art von Panik oder unüberlegtem Verhalten verhindern
- Kontakt mit Radioaktiven Fall out so gering wie möglich halten
- Jodprophylaxe frühzeitig beginnen
- Schutzmaskenverteilung organisieren
- Nahrung und Trinken für einige Stunden zur Verfügung stellen
- Sichere Heimkehr der Kinder organisieren
- **Wenn alle Einrichtungen so verfahren, sind auch Ihre eigenen Kinder gut betreut**

# Atomunfälle machen mehr als Schilddrüsenkrebs!

- Sie bedrohen uns auch mit
  - anderen Krebsen und Leukämien,
  - Herzinfarkte, Hirnschläge, Darmkrankheiten
  - seelische Erkrankungen
- Sie zerstören
  - unsere Lebensgrundlage,
  - unsere Heimat
- Machen uns alle arm,  
da AKWs nicht ausreichend versichert sind

IPPNW Forderung seit 1982

**Atomwaffen und Atomkraft sind für  
die Menschheit zu gefährlich**

**Sie müssen endgültig und sicher  
abgeschafft werden!**



# Internetseiten

- Deutsche Sektion der IPPNW [ippnw.de](http://ippnw.de)
- Regionalgruppe Aachen der IPPNW [ippnw.de/bit/aachen](http://ippnw.de/bit/aachen)
- IPPNW-Schulvortrag [ippnw.de/bit/schulvortrag](http://ippnw.de/bit/schulvortrag)
- TDRM- Messsystem [TDRM.eu](http://TDRM.eu)
- 3 Rosen e.V Aachen [3Rosen.eu](http://3Rosen.eu)
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz.... [www.bbk.bund.de](http://www.bbk.bund.de)