

Fachgespräch „**AKW-Rückbau - Mammutaufgabe und Konfliktherd**“

Vortrag „**Strahlungsgefährdung im Vergleich**“

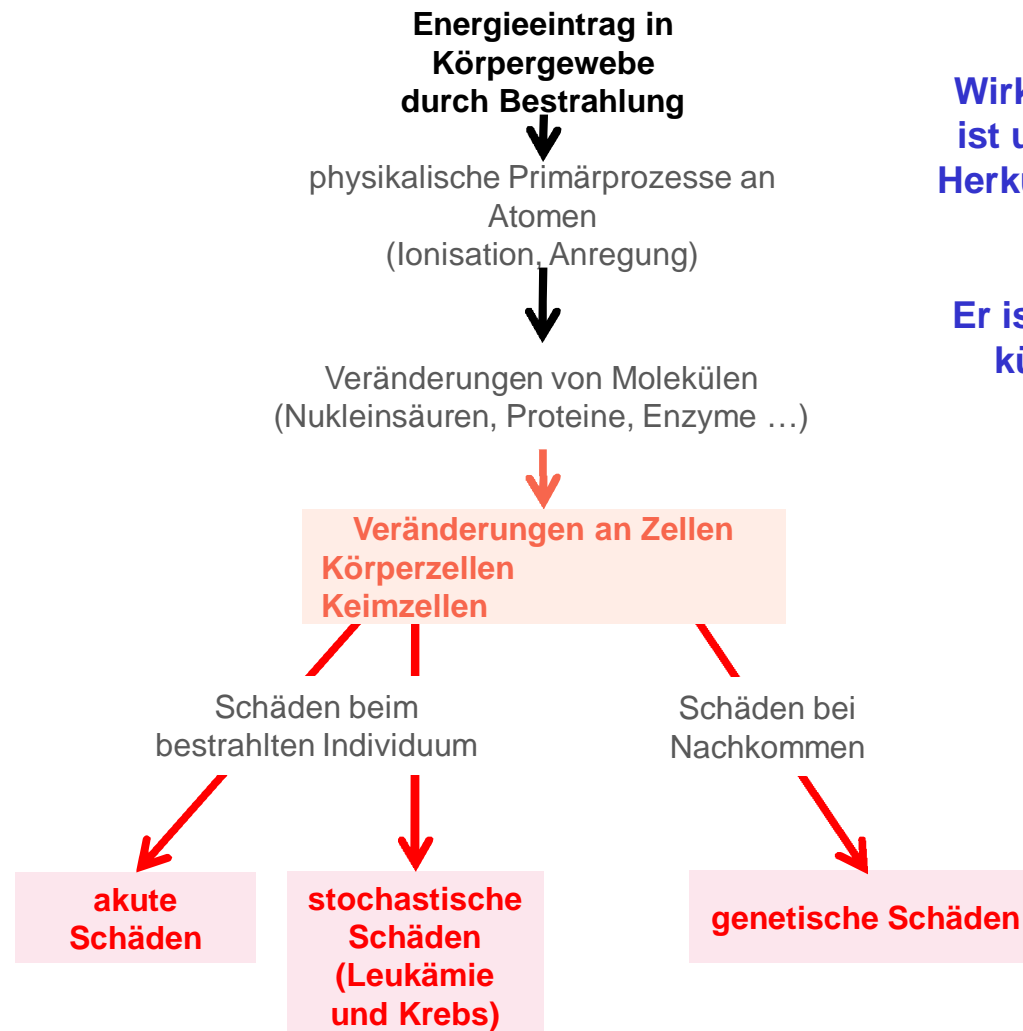
7. November 2016 im Deutschen Bundestag, Berlin

Christian Küppers

Öko-Institut e.V., Darmstadt

- **Wirkung von ionisierender Strahlung**
- **Ermittlung der Strahlendosen**
- **Welchen natürlichen Dosen sind wir ausgesetzt?**
- **Wie hoch sind Konzentrationen natürlicher Radionuklide?**
- **Regulierung**

Wirkungsmechanismus ionisierender Strahlung

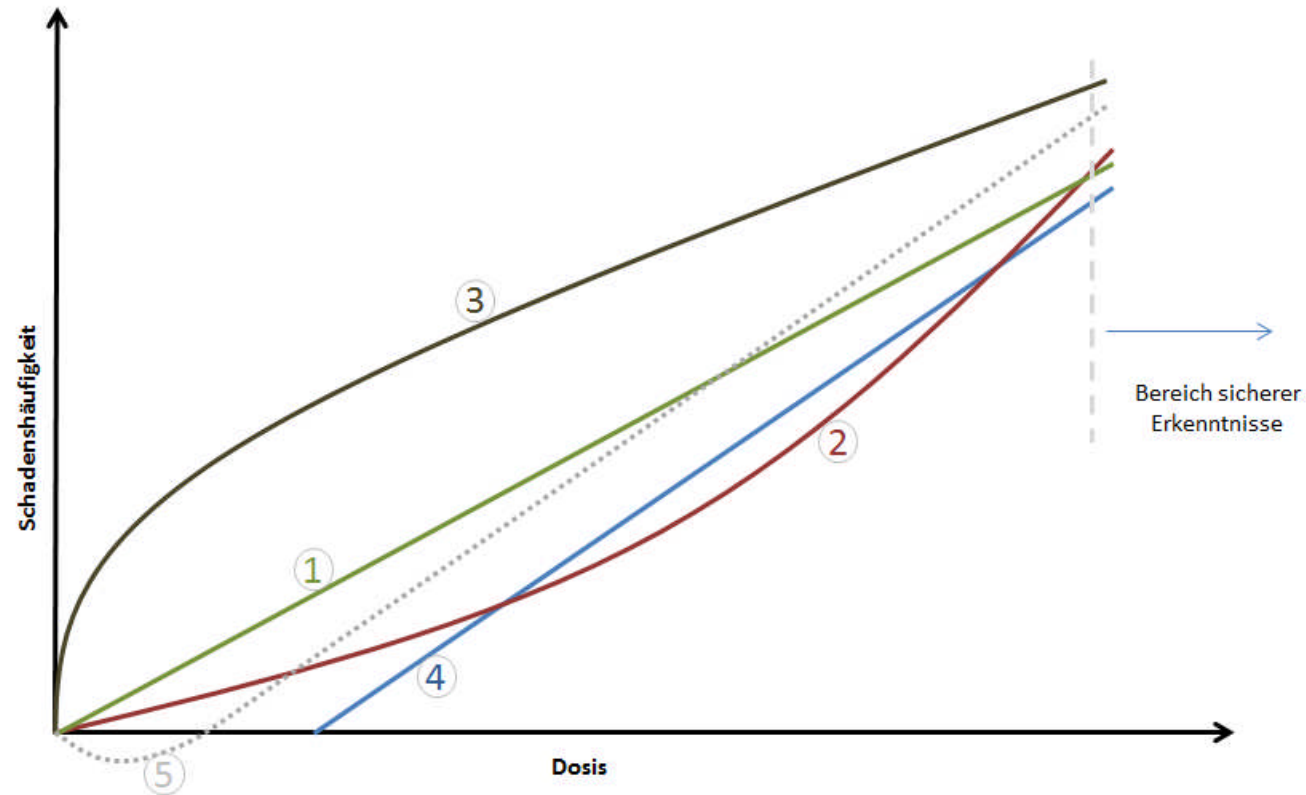


Wirkungsmechanismus ist unabhängig von der Herkunft der radioaktiven Stoffe

–
Er ist für natürliche und künstliche Strahler identisch

Wirkung der Strahlung (2)

verschiedene Zusammenhänge von Dosis und Schadenshäufigkeit



- ① lineare Zunahme des Risikos mit der Dosis, kein Schwellenwert
- ② linear-quadratische Zunahme des Risikos mit der Dosis, kein Schwellenwert
- ③ lineare Zunahme im höheren Dosisbereich, im niedrigen stärkere Zunahme des Risikos mit der Dosis, kein Schwellenwert
- ④ lineare Zunahme des Risikos mit der Dosis ab einem Schwellenwert
- ⑤ lineare Zunahme des Risikos mit der Dosis ab einem Schwellenwert, Hormesis bei sehr niedriger Dosis

Wie geht man mit den Unsicherheiten um?

Übliche Annahme zu Strahlenschutz Zwecken:
linearer Zusammenhang von Dosis und Wirkung -
ohne Schwelle

Konsequenz:

Prinzipien

- **Rechtfertigung**
- **Dosisbegrenzung**
- **Dosisminimierung (oder auch Optimierung oder ALARA)**

(Strahlenschutzverordnung: Minimierung „unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls“)

- **Messbar sind physikalische Effekte der Strahlung**
- **Dosimeter zur Ermittlung der Dosis durch äußere Bestrahlung**
- **Berechnungsmodelle zur Ermittlung der Dosis durch in den Körper aufgenommene radioaktive Stoffe**
- **altersabhängiges Verhalten der Nuklide im Körper (Metabolismus, biologische Halbwertszeit ...)**
- **Wichtung der Strahlungsarten (α, β, γ ...) nach Wirkung**
- **Wichtung der Empfindlichkeit von Organen**

Resultat: „Effektive Dosis“

(auch hier gibt es keinen Unterschied zwischen natürlichen und künstlichen radioaktiven Stoffen)

natürliche Dosis (1)

Expositionspfad	jährliche Effektive Dosis (mSv), Mittelwert und Schwankungsbereich in Deutschland
kosmische Strahlung	0,3 (Meereshöhe) – 0,45
terrestrische Strahlung im Freien	0,05 (0,02 – 0,15)
terrestrische Strahlung in Gebäuden	0,34 (0,11 – 0,72)
Ingestion	0,3 (0,2 – 0,4)
Inhalation von Radon-Folgeprodukten	1,1 (sehr groß)
Summe	2,1 (sehr groß)

kosmische Strahlung beim Fliegen

Flugstrecke	Dosis pro Flug in μSv
Frankfurt – Rom	3 – 6
Frankfurt – Kanarische Inseln	10 – 20
Frankfurt - San Francisco oder Tokyo	45 - 110

Zur Vergleichbarkeit der Wirkung von natürlichen und künstlichen Radionukliden

- äußere Strahlung (γ, n ...) gibt es in beiden Fällen
- der größte Teil der natürlichen Dosis resultiert aus der Aufnahme von Radionukliden in den Körper
- der größte Teil der natürlichen Dosis rührt von α -Strahlern her
- es gibt auch Tritium und Kohlenstoff-14 natürlicher Herkunft
- ein „Gewöhnungseffekt“ nur an die natürliche Strahlung ist bei deren Schwankungsbereich nicht möglich
- von natürlichen und künstlichen Radionukliden geht bei gleicher Dosis das gleiche Risiko aus

natürliche Aktivitätskonzentration

Radionuklid	Stoff	Bq/kg
K-40	Granit	600 - 4000
K-40	PK-Dünger	5900 (Mittelwert)
Ra-226	Boden (außerhalb Bergbau)	9 - 15
Ra-226	Granit	30 – 500
Ra-226	PK-Dünger	370 (Mittelwert)

Zum Vergleich:

- K-40: Freigabewert Bauschutt/Bodenaushub (>1000 t/a): 800 Bq/kg
- Ra-226+: Freigabewert uneingeschränkte Freigabe: 30 Bq/kg
- Ra-226+: Freigabewert Beseitigung auf Deponie (bis 1000 t/a): 40 Bq/kg
- Bei natürlichen und künstlichen Radionukliden (oder technisch genutzten natürlichen Radionukliden) wird im Strahlenschutzrecht nicht der gleiche Maßstab angelegt.

Warum ist das so?

Bestimmte Tätigkeiten etc. unterliegen den Regelungen von Atomgesetz (AtG) und Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)

- **Bau/Betrieb/Stilllegung/Abbau bestimmter Anlagen (z. B. Kernkraftwerke) und Einrichtungen**
- **Überschreitung von Werten der massenbezogenen Aktivität oder Gesamtaktivität radioaktiver Stoffe („Freigrenzen“)**

Die Regelungen gelten z. B. nicht für:

- **Gebrauch einer Uhr mit radioaktiven Leuchtziffern**
aber: Uhr mit Tritium-Leuchtziffern enthält 200-300 Mio Bq Tritium, der Freigabewert für uneingeschränkte Freigabe 1 Mio Bq/kg
- **Verwendung eines thoriumhaltigen Objektivs**
- **Einbau von Granitsteinen im Straßenpflaster**
- ...

Unter welcher Voraussetzung kommt man aus den Regelungen von AtG/ StrISchV wieder heraus, wenn eine Tätigkeit oder ein Anlagenbetrieb wieder eingestellt wird?

- **hierzu gibt es die „Freigabe“, auch “Entlassung aus dem Atomgesetz“ genannt**

zu beachten:

- kein Stoff ist physikalisch „nicht radioaktiv“ (natürliche Radioaktivität, allgemeine Kontamination durch Fallout der Atomwaffentests etc.)
 - Grenzen der Messtechnik
- **Kriterien für die Freigabe müssen definiert werden:
Radiologisches Kriterium / zumutbares Risiko: „De minimis-Konzept“**

Warum ist die Regulierungstiefe so unterschiedlich?

- an Anlagenbetrieb etc. werden sehr hohe Anforderungen gestellt
 - diese wären für natürliche Radionuklide nicht praktikabel (z. B. bei einer Freigabe von Gelände oder entkernten Gebäuden)
- geringere Anforderungen bei manchen Gebrauchsgütern
 - sonst nicht mehr praktikabler Kontrollaufwand
(Ausweg: Verbot der Herstellung/Inverkehrbringung nach dem Prinzip der Rechtfertigung)

Begründbar letztlich mit dem Prinzip der Dosisminimierung:

- ein Schwellenwert der Dosis ist nicht bekannt
- es ist demzufolge nicht möglich, Grenzwerte so festzulegen, dass kein Risiko resultiert
 - dort wo eine Dosis mit verhältnismäßigem Aufwand reduziert werden kann, wird dies getan
 - dort wo eine Reduzierung unpraktikabel wäre, wird sie nicht vorgenommen

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Haben Sie noch Fragen?

