

Strahlenschutzaspekte der Endlagerung

T. Jung

Bundesamt für Strahlenschutz

| Verantwortung für Mensch und Umwelt | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■



Grundsätze

- Schutz der gegenwärtigen und zukünftiger Generationen
- Optimierung des Schutzes mit dem Ziel des höchstmöglichen Schutzniveaus
- Begrenzung des Risikos für Einzelne

Schutz gegenwärtiger und zukünftiger Generationen

- **Strahlenrisiken haben keine nationalen Grenzen**

Gleiche Sicherheitsstandards gelten nicht nur für die lokale Bevölkerung, sondern auch für entfernt lebende Menschen.

- **Strahlenrisiken können weit in die Zukunft reichen**

Da wo Risiken auch zukünftige Generationen treffen, müssen diese mindestens gleich geschützt werden wie die gegenwärtigen, ohne dass diese eigene Schutzanstrengungen unternehmen müssen.

- **Strahlenrisiken verursachen Verantwortlichkeit**

Die Generationen, die die Abfälle erzeugt haben, haben die Verantwortung für die sichere, praktikable und für die Umwelt nachhaltig verträgliche Entsorgung der Abfälle. Hierzu gehört auch, die Abfallmenge auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

Optimierung des Schutzes

- **Ein höchstmögliches Schutzniveau ist anzustreben**
Der Schutz für Mensch und Umwelt gilt dann als optimiert, wenn alle praktisch möglichen Maßnahmen ergriffen wurden, um das höchstmögliche Schutzniveau zu erreichen.
- **Alle Phasen eines Endlagers sind zu betrachten**
Der Schutz gilt dann als optimiert, wenn insgesamt über alle Phasen (Betrieb, Stilllegung und Verschluss, Nach-Verschlussphase, ggf. Rückholung) das höchstmögliche Schutzniveau erreicht ist. Hierbei kann es zur Konkurrenz der Optima für einzelne Phasen kommen!
- **Alle Entwicklungsmöglichkeiten eines Endlagers müssen berücksichtigt werden**
Der Schutz gilt dann als optimiert, wenn dies für erwartete Entwicklungen und für weniger wahrscheinliche Entwicklungen geprüft wurde. Dabei kann es zu unterschiedlichen höchstmöglichen Schutzniveaus kommen, je nachdem für wie wahrscheinlich eine Entwicklung eingeschätzt wird.

Begrenzung des Risikos für Einzelne

- **Optimierung und Begrenzung ergänzen sich**

Die Optimierung des Schutzes gewährleistet nicht automatisch, dass einzelne Menschen erhöhten Risiken ausgesetzt werden.

- **Grenzwerte und Richtwerte gewährleisten den Schutz der Einzelperson**

Strahlenrisiken für Einzelpersonen müssen daher zusätzlich durch Grenz- und Richtwerte kontrolliert werden.

- **Grenzwerte alleine gewährleisten kein höchstmögliches Schutzniveau**

Umgekehrt gilt aber auch, dass Grenz- und Richtwerte für Einzelne nicht automatisch für das Erreichen eines insgesamt höchstmöglichen Schutzniveaus sorgen.

Radio- und chemotoxische Risiken

- **Schutz vor allen Gefahrstoffen**

In einem Endlager für radioaktive Abfälle werden neben radioaktiven Stoffen auch große Mengen von Schwermetallen und anderen chemotoxischen Stoffen entsorgt.

- **Vergleichbares Schutzniveau für alle Gefahrstoffe**

Für vergleichbare Wirkungen auf Mensch und Umwelt muss ein vergleichbares Schutzniveau erreicht werden, unabhängig von der Art des Gefahrstoffes.

- **Optimierung und Begrenzung für alle Gefahrstoffe**

Was für Strahlenrisiken im Besonderen gilt, ist allgemein anzuwenden auf alle Risiken für Mensch und Umwelt aus dem Gesamtinventar eines Endlagers, d.h. Für alle Gefahrstoffe. Nur Optimierung und Begrenzung zusammen führen zu einem höchstmöglichen Schutz für Einzelne und die betroffene Generation.

Risikobasierte Schutzziele

- **Risikostandards sind normative Standards**

Risikostandards reflektieren das gesellschaftlich akzeptierte Risiko für Mensch und Umwelt aus technischen Anwendungen. Sie basieren zwar auf wissenschaftlichen Erkenntnissen sind aber vom Grundsatz her normativer Natur, d.h. sichtbar für Alle das Ergebnis eines gesellschaftlich-politischen Diskurses.

- **Risikostandards bedürfen keiner laufenden Anpassung und sind anwendbar auf radio- wie chemotoxische Gefahrstoffe**

Wegen dieser wesentlich normativen Natur müssen Risikostandards nicht laufend dem Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden. Sie können in gleicher Weise auf radiotoxische wie chemotoxische Gefahrstoffe, sowie auf unterschiedliche Expositionspfade (Wasser, Luft, Lebensmittel etc.) angewandt werden. Sie ermöglichen somit Risikovergleiche.

- **Risikostandards sollten sich auf unmittelbare Risiken beziehen**

Risikostandards für die menschliche Gesundheit sollten sich auf das Erkrankungsrisiko und nicht auf das Sterblichkeitsrisiko (Basis des Dosisstandards im Strahlenschutz) beziehen, d.h. sie dürfen keinen Kredit nehmen vom bestehenden gesellschaftlichen System (Gesundheitssystem, medizinischer Fortschritt etc.). Standards für die Umwelt sollten sich beziehen auf die Regenerationsfähigkeit und den nachhaltige Beständigkeit des Schutzgutes, ohne menschliche Eingriffe.

Strahlenrisiko als Sicherheitsindikator

- **Unsicherheiten und Nicht-Wissen ist bei der Bewertung Rechnung zu tragen**

Mit Verlängerung des Betrachtungszeitraums nehmen Unsicherheiten und Nicht-Wissen zu. Berechnete Werte für das Strahlenrisiko und andere Sicherheitskriterien verlieren zunehmend ihre Belastbarkeit und können schließlich nur noch als Sicherheitsindikatoren bewertet werden.

- **Wechselwirkungen und Konkurrenz von Schutzziele sind zu benennen**

Das höchstmögliche Schutzniveau für Mensch und Umwelt ergibt sich aus der Abwägung teils konkurrierender Schutzziele. Diese sind häufig nicht unabhängig voneinander, sondern stehen in gegenseitigen Wechselwirkungen.

- **Schrittweises Vorgehen zur Optimierung des Schutzes**

Nur ein schrittweises Vorgehen, das Phasen des lernenden Innehaltens und der fachlichen sowie gesellschaftlichen Reflektion vorsieht, führt zum Ziel des optimalen Schutzes.

Schutzniveau

- **Akzeptierte Risikostandards für Umweltmedien**

Für Gefahrstoffe mit krebsauslösendem Potential wird in der Regel ein Schutzniveau im Bereich von 10^{-4} und 10^{-6} für das Erkrankungsrisiko bei lebenslanger Exposition angestrebt. Der niedrigere Wert findet dabei Anwendung bei nicht in der Natur vorkommenden Schadstoffen, der höhere bei solchen, die auch natürlich vorkommen, deren Expositionspfad aber kontrolliert werden kann.

- **Risikostandard für die Endlagerung radioaktiver Abfälle**

Es wird daher empfohlen, die genannte Bandbreite von 10^{-6} bis 10^{-4} für das Lebenszeitrisiko einer schwerwiegenden Erkrankung auch als Risikostandard bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle heranzuziehen.

Risikoziel und Risikoschranke

- **Risikoziel**

Dem Wert von 10^{-6} kommt dabei die Bedeutung eines Risikoziels zu. Optimierung sollte das Ziel haben, dass für die überwiegende Mehrzahl der direkt von möglichen Freisetzungen betroffenen Personen dieser Wert sicher unterschritten wird (höchstmögliches Schutzniveau, entspricht etwa dem Niveau der Freigabe).

- **Risikoschranke**

Der Wert von 10^{-4} bestimmt die Risikoschranke, die auch für einzelne Personen bei erwarteten Entwicklungen eines Endlagers nicht überschritten werden darf. Für weniger wahrscheinliche Entwicklungen sollte diese Risikoschranke nicht höher als 10^{-3} (entspricht etwa dem Niveau heutiger Grenzwerte für die Bevölkerung) liegen.

(-> Rückholkriterium?)

Rückholung

- **Wie lange ist ein Endlager für radioaktive Abfälle mit Rückholoption eine Anlage nach Atomrecht?
Oder anders formuliert:**
- **Wie lange kontrolliert der Mensch aktiv die endgelagerten radioaktiven Quellen? Zu welchem Zeitpunkt endet die atomrechtliche Überwachung?**

Rückholung

- **Bleiben die Grenzwerte des §47 StrISchV (0,3 mSv per annum) und damit ein deterministischer Sicherheitsnachweis wirksam bis zum Verschluss des Endlagers oder bis zum Ende der Rückholoption?**
- **Ab wann gelten die langzeitlichen Sicherheitsanforderungen an ein Einlager für radioaktive Abfälle, mit dem Verschluss des Endlagers oder mit dem Ende der Rückholoption?**

Rückholung

- **Stehen Rückholung und der Grundsatz des Schutzes zukünftiger Generationen** (mindestens genauso wie für die gegenwärtige, ohne dass sie eigen Schutzanstrengungen übernehmen müssen) **im Widerspruch zueinander?**
- **Heißt Rückholung auch die Pflicht zum permanenten Monitoring des Endlagers** (in den Einlagerungskammern, hinter Barrieren und Verschlussbauwerken, in Umweltmedien) **und der dauerhaften Vorhaltung technischer Ressourcen für eine Rückholung?**

| Verantwortung für Mensch und Umwelt | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■



Bedeutung der Risikostandards

- **Individuelle Lebenszeitriskiken**

Falls es zu Emissionen aus einem verschlossenen Endlager kommt, so werden diese Freisetzungen zeitlich andauernd sein und zu Expositionen führen, die ein Leben lang anhalten.

- **Erkrankungsrisiko**

Wegen der Unmöglichkeit, gesellschaftliche Entwicklungen vorherzusagen, sollte im Schutzstandard keine Kredit vom medizinischen Fortschritt bzw. vom Gesundheitssystem genommen werden.

- **Schutz kommender Generationen**

Das vorgeschlagene Schutzniveau entspricht der ethischen Verpflichtung, zukünftige Generationen nicht höher zu belasten als die gegenwärtigen Generationen.

- **Risikostandards als normative Festlegungen**

Das vorgeschlagene Schutzniveau stimmt mit dem international im Allgemeinen als akzeptabel betrachteten Risikobereich für Gesundheitsschäden durch Schadstoffe in Umweltmedien überein (siehe Trinkwasser etc.)

Bedeutung der Risikostandards

- **Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung**

Mit dem Verschluss des Endlagers bzw. mit dem Ende des Zeitraums für den eine Rückholbarkeit maximal diskutiert wird, werden die radioaktiven Abfälle aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen. Hier ergibt sich eine praktische Analogie zur Freigabe radioaktiver Stoffe. In beiden Fällen ist zu gewährleisten, dass allenfalls ein unerhebliches Individualrisiko verursacht wird. Die vorgeschlagenen Risikostandards entsprechen diesem Grundsatz.

- **Risikobegrenzung und Optimierung des Schutzes**

Häufig wird für Schutzziele nur ein einzelner Werte als Standard festgesetzt. Mit dem Vorschlag einer Bandbreite und der Definition des oberen Wertes als Risikoschranke und des unteren Wertes als Risikoziel wird verdeutlicht, dass der Nachweis der Unterschreitung eines Grenz- oder Richtwertes als nicht ausreichend angesehen wird. Vielmehr muss über den Prozess der Optimierung ein höchstmögliches Schutzniveau erzielt werden, d.h. aber nicht der ultimative Schutz, sondern der praktisch machbare bestmögliche Schutz.

- **Schutzziele für das Gesamtrisiko**

Die vorgeschlagenen Werte sind als Schutzziele für das Gesamtrisiko durch alle endgelagerten Gefahrstoffe (Radionuklide, chemotoxische Stoffe) zu verstehen.