Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

http://www.ssk.de

Strahlenschutzaspekte bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle in geologischen Formationen

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 60. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 28. Juni 1985
Veröffentlicht in: – Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 6

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ... 3

2 Behandlung radioaktiver Abfälle ... 3

3 Betriebsphase ... 4

3.1 Begrenzung der Strahlenexposition ... 4

3.1.1 Strahlenschutz des Betriebspersonals ... 4

3.1.2 Strahlenschutz der Bevölkerung beim bestimmungsgemäßen Betrieb ... 4

3.1.3 Dosisgrenzwerte für die Bevölkerung beim Störfall ... 4

3.2 Emissions- und Umgebungsüberwachung ... 5

4 Nachbetriebsphase

4.1 Grundsatzforderung ... 5

4.2 Planungsrichtwerte ... 6

4.3 Expositionspfade ... 6

4.4 Umgebungsüberwachung ... 6

5 Zusammenfassung ... 7

1 Einleitung

Bei der friedlichen Nutzung der Kernenergie und der Verwendung radioaktiver Stoffe in Medizin, Forschung und Industrie entstehen radioaktive Abfälle, die gemäß § 9a des Atomgesetzes geordnet zu beseitigen sind.

Für radioaktive Stoffe, für die eine langfristige Beseitigung notwendig ist, werden weltweit folgende Konzepte der Endlagerung verfolgt:

– Endlagerung in tiefen geologischen Formationen

– Oberflächennahe Endlagerung

– Versenkung in die Tiefsee und Einlagerung im Meeresboden

Die Bundesrepublik Deutschland hat schon sehr früh der Endlagerung in tiefen geologischen Formationen den Vorrang gegeben. Deshalb wird in dieser Empfehlung nur diese Technik betrachtet. Zur Zeit sind Endlager in der Salzformation des Salzstocks Gorleben und im ehemaligen Eisenerzbergwerk Konrad in der Planung. Die Sicherheitsanalysen für die Einlagerung in einen Salzstock sind weiter fortgeschritten. Versuchseinlagerungen im ehemaligen Salzbergwerk Asse haben seit 1967 eine Reihe wichtiger Erfahrungen für die sichere Endlagerung von radioaktiven Abfällen geliefert.

Im Jahr 1983 hat der Bundesminister des Innern "Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk" veröffentlicht GMBl 1983, S. 220). In der hier vorliegenden Empfehlung werden wesentliche Strahlenschutzaspekte für die Behandlung und Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen präzisiert und begründet. Dabei werden Aussagen sowohl zur Betriebsphase, d.h. Einlagerungsphase, als auch zur Nachbetriebsphase, d.h. zur sogenannten Langzeitsicherheit, des Endlagers gemacht.

2 Behandlung radioaktiver Abfälle

Die radioaktiven Abfälle sollen bereits bei den Erzeugern unter Beachtung der Strahlenschutzgrundsätze durch geeignete Sortierung für die weitere Behandlung vorbereitet werden. Ein wichtiges Ziel ist es, das Volumen der endzulagernden radioaktiven Abfälle zu reduzieren, wobei die Optimierung des Strahlenschutzes zu berücksichtigen ist.

Die so vorbereiteten radioaktiven Abfälle werden anschließend in einen endlagerfähigen Zustand gebracht. Dieses geschieht durch Konditionieren, d.h. durch Einbinden z.B. in Zement, Bitumen, Kunststoff oder Glas mit anschließender Verpackung oder ohne Einbinden durch Einfüllen in geeignete Behälter.

Durch die Konditionierung wird eine Freisetzung von Radionukliden aus dem Abfall beim bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen während Transport, Einlagerung und Endlagerung vermieden oder zumindest weitgehend reduziert. Die Kombination aus Abfallendprodukt und Behälter stellt somit die erste Barriere im Mehrbarrierensystem eines Endlagers dar.

3 Betriebsphase

Die Betriebsphase eines Endlagers für radioaktive Abfälle umfaßt den Zeitraum von der Inbetriebnahme bis zum Abschluß des Betriebes, d.h. bis zur Verfüllung der Hohlräume, Verschließung des Grubengebäudes sowie Verfüllung der Schächte.

3.1 Begrenzung der Strahlenexposition

Auch für Endlager verlangt das Atomgesetz die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch den Betrieb der Anlage. Die Strahlenschutzverordnung präzisiert diese Forderung durch Festlegung von Strahlenschutzgrundsätzen und Einführung von Dosisprenzwerten. Diese sind auch für die Betriebsphase eines Endlagers einzuhalten.

3.1.1 Strahlenschutz des Betriebspersonals

Beim Betrieb eines Endlagers für radioaktive Abfälle gelten die Regelungen der Strahlenschutzverordnung und damit die im § 49 StrlSchV festgelegten Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen.

3.1.2 Strahlenschutz der Bevölkerung beim bestimmungsgemäßen Betrieb

Beim bestimmungsgemäßen Betrieb gelten für die Bevölkerung die Dosisgrenzwerte, wie sie in den §§ 44 und 45 der Strahlenschutzverordnung für alle kerntechnischen Anlagen und somit auch für ein Endlager festgelegt sind. Die potentiellen Strahlenexpositionen sind entsprechend der "Allgemeinen Berechnungsgrundlage für die Bestimmung der Strahlenexposition bei radioaktiven Ableitungen mit der Abluft oder in Oberflächengewässer (Richtlinie zu § 45 StrlSchV) vom 15.8.1979"[+)] zu ermitteln.

3.1.3 Dosisgrenzwerte für die Bevölkerung beim Störfall

Als Planungsrichtwerte für die Auslegung von Kernkraftwerken gegen Störfälle sind die Dosisgrenzwerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV festgelegt worden. Bei allen in letzter Zeit bewerteten kerntechnischen Anlagen des Brennstoffkreislaufs wurden diese Grenzwerte der Sicherheitsbeurteilung im Hinblick auf die Auslegung gegen Störfälle zugrunde gelegt. Die SSK sieht keine Veranlassung, bei Endlagern andere Dosisgrenzwerte für den Schutz der Bevölkerung beim Störfall zu empfehlen.

Die potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung eines Endlagers für radioaktive Abfälle ist gemäß den "Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien des BMI zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV"[*)] zu ermitteln. Wie bisherige Analysen gezeigt haben, erfolgt im Störfall eine Freisetzung von

---

[+)] Gemeinsames Ministerialblatt 1979, S. 371

[*)] Bundesanzeiger 35 (1983) Nr. 245a vom 31.12.1983

Radionukliden über den Luftpfad. Es sind somit die gleichen Expositionspfade und Modelle anwendbar, wie sie im Kapitel 4 der Störfallberechnungsgrundlagen für Kernkraftwerke dargestellt sind. Für die Berücksichtigung eventueller Besonderheiten werden zur Zeit Ergänzungen für die "Allgemeine Berechnungsgrundlage" erarbeitet.

3.2 Emissions- und Umgebungsüberwachung

Die Überwachung eines Endlagers für radioaktive Abfälle soll in der Betriebsphase eine Beurteilung der Strahlenexposition der in der Umgebung des Endlagers lebenden Menschen ermöglichen, die aus der Abgabe von radioaktiven Stoffen über Luft und Abwasser resultiert. Sie soll die Kontrolle der Einhaltung der einschlägigen Vorschriften der Strahlenschutzverordnung gewährleisten. Der Schwerpunkt der Uberwachung ist aus Strahlenschutzgründen auf eine ständige nuklidspezifische Emissionsüberwachung, bei der alle möglichen Freisetzungen oberirdisch und unterirdisch erfaßt werden, zu legen. In der Regel sind beim Betrieb eines Endlagers die Emissionen so gering, daß sich eine Immissionsüberwachung, d.h. Umgebungsüberwachung, erübrigt. Aus Gründen der Vorsorge und auch im Hinblick auf eventuelle Störfälle sollten in der Umgebung der jeweiligen Anlage Maßnahmen vorgesehen werden, die eine Umgebungsüberwachung unter radiologischen Gesichtspunkten jederzeit insbesondere bei einem Störfall ermöglichen.

4 Nachbetriebsphase

4.1 Grundsatzforderung

Die geologischen und hydrologischen Bedingungen der vorgesehenen Endlagerformation und ihres Deckgebirges sowie die technische Auslegung des Endlagers müssen sicherstellen, daß aus dem Endlager langfristig keine radioaktiven Stoffe in die Biosphäre gelangen und eine feststellbare Strahlenexposition der Bevölkerung durch die eingelagerten radioaktiven Abfälle auch in ferner Zukunft ausgeschlossen werden kann.

Dieses muß durch die vorgesehene technische Auslegung des Endlagers sichergestellt und durch eine Sicherheitsanalyse nachgewiesen werden. Trotz Forderung nach vollständiger Isolierung des Endlagers gegenüber der Biosphäre müssen auch sehr unwahrscheinliche Ereignisse, die zur Freisetzung von Radionukliden fuhren könnten, betrachtet werden, um mögliche Strahlenexpositionen zu quantifizieren. Darüber hinaus werden durch Annahme derartiger unwahrscheinlicher Ereignisse und Durchführung entsprechender Sicherheitsanalysen Erkenntnisse für die sichersten Einlagerungstechniken und -strategien gewonnen. Bei der Endlagerung im Salz wird der Laugeneinbruch in das Endlager über den Anhydrit als das zu betrachtende unwahrscheinliche Ereignis in der Nachbetriebsphase angenommen. Noch unwahrscheinlichere Ereignisse, wie z.B. Erdbeben, Meteoriteneinschlag oder Ereignisse wie Subrosion, die nur in geologischen Zeiträumen denkbar sind, sollen nicht berücksichtigt werden.

Um der oben gestellten Forderung nach Vermeidung jeder Strahlengefährdung der Bevölkerung zu genügen, soll die maximale Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch ein Endlager am ungünstigsten Aufpunkt zu keinem Zeitpunkt den Bereich der mittleren Schwankungsbreite (Standardabweichung) der natürlichen Strahlenexposition der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland überschreiten. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn der in

den "Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk" festgelegte Planungsrichtwert (0,3 mSv/a effektive Äquivalentdosis) eingehalten wird.

Bei der Abschätzung der möglichen Strahlenexposition infolge der relevanten Freisetzungsszenarien sind Berechnungsverfahren anzuwenden, die einerseits so realistisch wie möglich den am Standort vorliegenden Bedingungen entsprechen und andererseits ausreichend konservativ sind.

4.2 Planungsrichtwerte

Wie bereits in den Grundsatzforderungen dargelegt, sollte die potentielle Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung nach dem Eintritt unwahrscheinlicher Ereignisse den Betrag der mittleren Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenexposition (effektive Äquivalentdosis) in der Bundesrepublik Deutschland nicht überschreiten. Damit wird sichergestellt, daß die Bevölkerung auch in ferner Zukunft und für viele Generationen durch die Endlagerung radioaktiver Abfälle keiner größeren zusätzlichen potentiellen Strahlenexposition ausgesetzt wird als dies bereits durch zeitliche und örtliche Schwankungen der natürlichen Strahlenexposition geschieht.

Die alternative oder zusätzliche Festlegung eines Grenzwertes für eine Kollektivdosis der Bevölkerung in dem genannten Dosisbereich ist aus den ausführlich in der Empfehlung der Strahlenschutzkommission zu den "Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung der Kollektivdosis"*) dargelegten Gründen nicht sinnvoll.

4.3 Expositionspfade

Modelle zur Berechnung der potentiellen Strahlenexposition nach dem Ereignis Wasserzutritt in das Endlager müssen zum einen den Transport der Schadstoffe aus den Abfallgebinden in das Grundwasser bzw. in Oberflächengewässer und zum anderen den Transfer zum Menschen mit nachfolgender Strahlenexposition beschreiben. Geeignete Modelle zum ersten Komplex sind in der jüngeren Vergangenheit entwickelt worden[+)]. Zum zweiten Komplex bietet sich grundsätzlich das Modell der Allgemeinen Berechnungsgrundlage an. Jedoch sind dort, wo langfristige oder andere spezielle Aspekte berücksichtigt werden müssen, entsprechende Änderungen vorzusehen.

4.4 Umgebungsüberwachung

Durch den vollständigen Abschluß des Endlagers erübrigt sich eine Umgebungsüberwachung in der Nachbetriebsphase, die über die der allgemeinen Umweltüberwachung hinausgeht.

---

*) Empfehlung der Strahlenschntzkommission vom Dezember 1984

+) Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung (PSE), Berlin, Januar 1985

5 Zusammenfassung

Bei der Beseitigung radioaktiver Abfälle lassen sich folgende Phasen unterscheiden:

1. Behandlung , Transport und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle

2. Einlagerung in die für die Endlagerung vorgesehene Formation (Betriebsphase)

3. Nachbetriebsphase des Endlagers

Die radioaktiven Abfälle sind bereits durch den Abfallproduzenten unter Beachtung der Strahlenschutzgrundsätze zu behandeln.

Auch für die Einlagerung der Abfallgebinde (Betriebsphase) sind die Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung zu erfüllen. Die bereits für andere kerntechnische Einrichtungen erstellten Strahlenschutzrichtlinien und Anforderungen sind sinngemäß anzuwenden.

Für die Nachbetriebsphase muß durch die geologischen und hydrologischen Bedingungen der vorgesehenen Endlagerformation und ihres Deckgebirges sowie die technische Auslegung des Endlagers die langfristige Isolierung gegenüber der Biosphäre sichergestellt sein.

Es gilt der Grundsatz, daß zukünftigen Generationen und ihrer Umwelt der gleiche Schutz zu gewährleisten ist, wie er heute in der Bundesrepublik Deutschland durch die Strahlenschutzgesetzgebung für die Bevölkerung und die Umwelt festgelegt ist (§ 45 StrlSchV). Daher ist durch eine Sicherheitsanalyse nachzuweisen, daß auch bei unwahrscheinlichen Ereignissen diese Werte eingehalten werden können.

Bei der Festlegung des oben aufgeführten Schutzzieles ist davon ausgegangen worden, daß die hierdurch bedingte Strahlenexposition der Bevölkerung den Bereich der mittleren Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenexposition in der Bundesrepublik Deutschland nicht überschreitet. Damit wird sichergestellt, daß die Bevölkerung auch in ferner Zukunft durch die Endlagerung radioaktiver Abfälle keiner größeren zusätzlichen Strahlenexposition ausgesetzt wird, als dies durch zeitliche und örtliche Schwankungen der natürlichen Strahlenexposition geschieht.