

# Bekanntmachungen

Der Bundesminister des Innern

## Bekanntmachung von Empfehlungen der Reaktor-Sicherheitskommission

Vom 17. Dezember 1982

Nach § 12 Abs. 4 der Bekanntmachung über die Bildung einer Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) in der Fassung vom 15. Dezember 1980 (BAnz. Nr. 10 vom 16. Januar 1981) wird als Ergebnis der Beratungen der

178. Sitzung am 15. September 1982  
nachstehende Empfehlung bekanntgegeben.

Bonn, den 17. Dezember 1982  
RS 14 - 517 016/2

Der Bundesminister des Innern  
Im Auftrag  
Dr. Gasi

### Empfehlung der Reaktor-Sicherheitskommission auf ihrer 178. Sitzung am 15. September 1982 Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk

#### Gliederung

1. Einführung
2. Schutzziele
3. Maßnahmen zur Verwirklichung der Schutzziele
  - 3.1 Standortauswahl
  - 3.2 Mehrbarrierenkonzept
  - 3.3 Anerkannte Regeln der Technik
4. Standortanforderungen
  - 4.1 Topographische Lage
  - 4.2 Bevölkerungsdichte
  - 4.3 Bodenschätze
  - 4.4 Endlagerformation, Deckgebirge und Nebengestein
  - 4.5 Tektonik
  - 4.6 Hydrogeologische Verhältnisse
5. Voraussetzungen für Errichtung und Betrieb eines Endlagers
  - 5.1 Einhaltung der Auslegungsdaten
- Sicherheitsanalysen
  - Standorterkundung
    - 6.1 Standorterkundung von über Tage
    - 6.2 Standorterkundung von unter Tage
  7. Errichtung und Betrieb
    - 7.1 Schächte
    - 7.2 Untertägige Hohlräume und Hohlraumssysteme
    - 7.3 Bewitterung
    - 7.4 Betriebliche Überwachung
  8. Abfälle
  9. Stilllegung
  10. Nachbetriebsphase
    - 10.1 Überwachung der Umwelt
    - 10.2 Dokumentation und Kennzeichnung
1. Einführung
 

In der Nuklearmedizin und Kernforschung, in Kernkraftwerken, in der Kernbrennstoffkreislaufindustrie und in anderen Industrien fallen verschiedene Arten von radioaktiven Abfällen an, die je nach ihrer spezifischen Aktivität

und dem physikalisch-chemischen Zustand in unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden. Ihr radiologisches Gefährdungspotential, nach dem sich der Umfang der zu treffenden Schutzmaßnahmen richtet, hängt außer von den vorgenannten Eigenschaften noch vom Aktivitätsinventar, der Strahlungsart und der Halbwertszeit der enthaltenen Radionuklide ab.

Zum langfristigen Ausschluss unzulässiger Radionuklidkonzentrationen in der Biosphäre müssen die radioaktiven Abfälle in eine ausreichend korrosions- und auslaugungsresistente Form überführt werden. Zur Endlagerung können sie in eine geeignete geologische Formation eingebracht werden. Nur diese Form der Endlagerung wird in den vorliegenden Kriterien betrachtet. Unter diesen Voraussetzungen werden nach Beendigung der Einlagerung und Verfüllung und nach Verschluss des Endlagerbergwerkes grundsätzlich keine weiteren Maßnahmen notwendig.

Für die Auswahl und Erkundung eines Standortes sowie die Planung und den Betrieb eines Endlagerbergwerkes ist es zweckmäßig, Kriterien zu entwickeln, welche die im folgenden Kapitel behandelten Schutzziele garantieren. Sie dienen auch der internationalen Harmonisierung bei der Planung, der Errichtung und dem Betrieb von Endlagern und bei der Formulierung von Anforderungen an radioaktive Abfälle.

Weil die Ingenieurkonzepte für das Endlagerbergwerk und die Anforderungen an die Einlagerungsprodukte von der betrachteten nicht normierbaren geologischen Gesamtsituation geprägt werden, können keine allgemeingültigen quantitativen Sicherheitskriterien festgelegt werden. Die erforderliche Sicherheit eines Endlagerbergwerkes in einer geologischen Formation muß daher durch eine standortspezifische Sicherheitsanalyse nachgewiesen werden, die dem Gesamtsystem geologische Verhältnisse, Endlagerbergwerk und Abfallprodukte/-gebilde Rechnung trägt.

Die im folgenden zusammengestellten Kriterien beziehen sich auf die Endlagerung radioaktiver Abfälle, die als „wartungsfreie, zeitlich unbefristete und sichere Beseitigung dieser Abfälle“ definiert ist. Bei der Endlagerung in großtechnischem Maßstab kommen Verfahren und Methoden zum Einsatz, bei denen eine Rückholbarkeit der Abfälle nicht erforderlich ist.

Die Kriterien lassen bewußt einen Ermessensspielraum zu. Ihre Konkretisierung erfolgt im Rahmen des Planfeststellungs- und Genehmigungsverfahrens nach dem jeweiligen Stand von Wissenschaft und Technik unter besonderer Berücksichtigung des Einzelfalles.

Die vorliegenden Kriterien für die Endlagerung in Bergwerken gelten für alle Kategorien radioaktiver Abfälle, die in Bergwerken eingelagert werden.

#### 2. Schutzziele

Die Endlagerung der radioaktiven Abfälle in Bergwerken soll den Schutz von Mensch und Umwelt vor der Schädigung durch ionisierende Strahlung dieser Abfälle gewährleisten. Um diese Schutzziele zu erreichen, sind bestimmte Anforderungen einzuhalten.

Die für den Betrieb eines Endlagerbergwerkes geltenden Schutzziele werden durch das Atomgesetz und die Strahlenschutzverordnung vorgegeben. Darüber hinaus sind alle übrigen einschlägigen Vorschriften zu beachten.

Nach Beendigung der Betriebsphase muß das gesamte Endlager sicher gegen die Biosphäre abgeschlossen werden. Auch nach der Stilllegung dürfen Radionuklide, die als Folge von nicht vollständig ausschließbaren Transportvorgängen aus einem verschlossenen Endlager in die Biosphäre gelangen könnten, nicht zu Individualdosen führen, die die Werte des § 45 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) überschreiten.

#### 3. Maßnahmen zur Verwirklichung der Schutzziele

Zur Erreichung der Schutzziele sind auf der Basis geologischer Gegebenheiten technische Maßnahmen und Vorgehensweisen sorgfältig aufeinander abzustimmen.

Für das aus geologischer Gesamtsituation, Bergwerk sowie Abfallformen und -gebilden zusammengesetzte System

„Endlager“ werden die Schutzziele durch folgende Vorgehensweise erreicht:

#### Standortauswahl

Die Wahl des Standortes ist nicht nur für die Errichtung und den Betrieb des Endlagerbergwerkes, sondern vor allem für die Langzeitsicherheit von Bedeutung. Die Endlagerformation in Verbindung mit dem geologischen Gesamtsystem ist dabei entscheidend.

#### 3.2 Mehrbarrierenkonzept

Das Mehrbarrierenkonzept hat sich in der Technik bewährt. Beim Endlager wird zum sicheren Abschluß gegen die Biosphäre eine Kombination folgender möglicher Barrieren betrachtet:

- Abfallform
- Verpackung
- Versatz
- Endlagerformation
- Deckgebirge/Nebengestein

Durch einzelne oder die Summe dieser Barrieren muß sichergestellt werden, daß nach menschlichem Ermessen keine unzulässige Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Biosphäre erfolgt. Je nach unterstelltem Störfall trägt die einzelne Barriere ihren Anteil dazu bei, die Ausbreitung radioaktiver Stoffe ausreichend zu verhindern bzw. zu verzögern.

#### 3.3 Anerkannte Regeln der Technik

Bei Errichtung, Betrieb und Stilllegung eines Endlagers sind die anerkannten Regeln der Technik anzuwenden. Der Weiterentwicklung von Wissenschaft und Technik ist dabei ausreichend Spielraum zu geben.

#### 4 Standortanforderungen

Der Standort ist so auszuwählen, daß die Einhaltung der Schutzziele während des Betriebes, der Stilllegung und der Zeit nach der Stilllegung des Endlagerbergwerkes gewährleistet werden kann.

##### 4.1 Topographische Lage

Die topographische Lage ist von untergeordneter Bedeutung für die Errichtung eines Endlagerbergwerkes.

##### 4.2 Bevölkerungsdichte

Die Bevölkerungsdichte in der Umgebung eines Endlagerbergwerkes ist nur im Hinblick auf die übertägigen Anlagen relevant.

##### 4.3 Bodenschätze

Bei der Auswahl des Standortes ist die Erhaltung wirtschaftlich bedeutender Rohstofflagerstätten einschließlich Grundwasservorkommen zu berücksichtigen.

##### 4.4 Endlagerformation, Deckgebirge und Nebengestein

Die Endlagerformation muß aus Gesteinen bestehen, die eine Erstellung und Nutzung von untertägigen Hohlräumen unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an die Endlagerung radioaktiver Abfälle ermöglichen.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Mineralien und Gesteine sowie mögliche Mineralreaktionen unter dem Einfluß der vorgesehenen Einlagerungsgebände sind zu berücksichtigen.

Deckgebirge und Nebengestein müssen bei Radionuklidfreisetzungen aus dem Endlagerbergwerk dazu beitragen, unzulässige Konzentrationen in der Biosphäre zu verhindern. Daher ist eine hohe Sorptionsfähigkeit für Radionuklide zur Erfüllung der Barrierenfunktion von Deckgebirge und Nebengestein von Vorteil.

Es sind geologische Formationen zu bevorzugen, die auf Beanspruchungen visko-plastisch reagieren bzw. an Bruchflächen keine Wegsamkeiten für unzulässig große Flüssigkeitsmengen entstehen lassen.

#### 4.5 Tektonik

Der Standort eines Endlagerbergwerkes soll sich durch geringe tektonische Aktivität auszeichnen und von Bereichen starker tektonischer Aktivität so weit entfernt sein, daß die Integrität des Endlagers durch sie nicht gefährdet wird.

#### 4.6 Hydrogeologische Verhältnisse

Wasserwegsamkeiten zwischen der Biosphäre und dem im Betrieb befindlichen Endlagerbergwerk stellen einen potentiellen Freisetzungspfad für Radionuklide dar. Solche Wegsamkeiten dürfen bei Endlagerformationen allenfalls so gering sein, daß die Schutzfunktionen des geologischen und technischen Barrierensystems erhalten bleibt. Mögliche Auswirkungen durch die Einlagerung radioaktiver Stoffe (z. B. Wärmeeintrag) müssen dabei berücksichtigt werden.

Nach der Stilllegung des Endlagerbergwerkes dürfen in der Endlagerformation vorhandene oder möglicherweise zutretende Wasser oder Salzlösungen nicht bzw. nicht in unzulässigem Umfang in die Biosphäre gelangen.

#### 5 Voraussetzungen für Errichtung und Betrieb eines Endlagers

Zur Erreichung der in Abschnitt 2 genannten Schutzziele ist folgendes zu beachten:

##### 5.1 Einhaltung der Auslegungsdaten

Die wesentlichen Daten aus der Erkundung des Standortes sind zu bewerten und bei der Planung zu berücksichtigen. Die Einhaltung der Annahmen und Auslegungsdaten sind während Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers zu überwachen.

##### 5.2 Sicherheitsanalysen

Störfallszenarien sind im einzelnen zu begründen und in ihren Randbedingungen festzulegen. Auf der Basis dieser Störfallbetrachtungen sind standortspezifische Sicherheitsanalysen nach naturwissenschaftlichen Methoden durchzuführen. Für die Sicherheitsanalysen werden Teilsysteme und Ereignisabläufe im Gesamtsystem durch geeignete Modelle auf der Basis ausreichend konservativer Annahmen nachgebildet.

Mögliche Schwachstellen sind auf diese Weise zu identifizieren. Bei der Analyse des Gesamtsystems können eventuelle Schwachstellen in einem Teilsystem durch entsprechende vorbeugende Maßnahmen oder verbesserte Ausgestaltung anderer Teilsysteme ausgeglichen werden.

Solche Sicherheitsanalysen sind sowohl für die Betriebs- und die Stilllegungsphase als auch für die Zeit nach der Stilllegung eines Endlagerbergwerkes erforderlich. Dabei sind gegebenenfalls mögliche Transportvorgänge von Radionukliden in die Biosphäre nach der Einlagerungsphase zu berücksichtigen.

##### 6 Standorterkundung

Zur Feststellung der Eignung eines Standortes in einer geologischen Formation für die Endlagerung radioaktiver Abfälle müssen unter Berücksichtigung des für die Einlagerung vorgesehenen Radionuklidinventars Erkundungsarbeiten sowohl von über als auch von unter Tage aus durchgeführt werden.

##### 6.1 Standorterkundung von über Tage

Zur Bereitstellung von Daten für erste Aussagen über die Eignung einer geologischen Formation für die Endlagerung sind Erkundungsarbeiten von über Tage durchzuführen. Sie dienen zur Erlangung von Kenntnissen über die



Schichtenfolge im Deckgebirge/Nebengestein und in der Endlagerformation sowie über die hydrogeologische Situation. Diese Kenntnisse sind außerdem zur Festlegung geeigneter Schachtausatzpunkte erforderlich.

Untersuchungsbohrungen von über Tage in einen möglichen Endlagerbereich müssen auf ein Minimum beschränkt werden, um die Funktionsfähigkeit der natürlichen Barrieren zu erhalten. Um diese Bohrungen sind bei einem späteren Auffahren des Endlagerbergwerkes Sicherheitsfesten einzuhalten. Die Verluste von für die Endlagerung geeigneten Gesteinspartien, die sich aus der Festlegung von Sicherheitsfesten um diese Bohrungen ergeben, sind durch eine Beschränkung ihrer Anzahl gering zu halten.

Alle Bohrungen sind nach den im Bergbau und in der Tiefbohrtechnik geltenden Regeln sowie nach den Erfahrungen der Geowissenschaften niederzubringen, zu dokumentieren und auszuwerten. Bei der Nutzung der Bohrlocher zur Bestimmung von Ausgangswerten oder zur Überwachung der Betriebsphase dürfen keine nachteiligen Veränderungen im Gesteinsverband verursacht werden.

Nach Nutzung der Bohrungen sind diese so zu verfüllen, daß die Barrierenwirkung des Gebirges unter Einbeziehung der Sicherheitsfesten nicht eingeschränkt ist.

## 6.2 Standort erkundung von unter Tage

Zur untertägigen Erkundung müssen Schächte und Strecken – diese bis etwa zum äußeren Rand der voraussichtlichen Einlagerungsfelder – erstellt werden. Es sollten Techniken zum Einsatz kommen, die ein gebirgsschonendes Auffahren gewährleisten und einen möglichst geringen Instandhaltungsaufwand für Schächte und Strecken erfordern.

Zusätzlich erforderliche Erkundungsbohrungen in der Endlagerformation zum Nebengestein hin sind unter Berücksichtigung von Sicherheitsgesichtspunkten vorzutreiben.

Um weitere Aussagen über den Aufbau der Endlagerformation, insbesondere hinsichtlich ihrer Barrierenfunktion zu erhalten, sind gegebenenfalls zusätzliche geophysikalische Arbeitsmethoden einzusetzen.

## 7. Errichtung und Betrieb

Auf die Errichtung und den Betrieb eines Endlagerbergwerkes sind die Gesetze, Verordnungen und sonstigen Vorschriften zum Schutz des Betriebspersonals und der Bevölkerung vor Strahlenschäden sowie die berggesetzlichen Vorschriften und die Verordnungen und sonstigen Bestimmungen der zuständigen Bergbehörde anzuwenden.

Der Einlagerungsbetrieb im Endlager beginnt nach Erteilung der Betriebsgenehmigung zur planmäßigen Einlagerung von radioaktiven Abfällen und endet mit der Stilllegung des gesamten Endlagerbergwerkes.

Den besonderen sicherheitstechnischen Anforderungen eines Endlagerbergwerkes entsprechend sind über die Belange eines konventionellen Bergwerkes hinausgehend folgende zusätzliche Gesichtspunkte bei Errichtung und Betrieb eines Endlagers zu beachten.

### 7.1 Schächte

Die Schachtausatzpunkte sind unter optimaler Nutzung der geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten sowie der gebirgsmechanischen Eigenschaften des Deckgebirges/Nebengesteins und der Endlagerformation festzulegen. Durch einen geeigneten Schachtausbau ist sicherzustellen, daß ein Wassereintrich während des Betriebes und auch nach der Stilllegung nach menschlichem Ermessen ausgeschlossen werden kann.

Die Zahl der Schächte ist zu minimieren, wobei aus förder-, wetter- und sicherheitstechnischen Gründen jedoch mindestens zwei Schächte erforderlich sind.

### 7.2 Untertägige Hohlräume und Hohlraumssysteme

Strecken und Betriebsräume müssen so bemessen sein, daß ein störungsfreier Einlagerungsbetrieb unter Berücksichtigung der Gesteinsforderung möglich ist.

Betriebsräume müssen eine solche Lage haben, daß sie auch bei Störungen den Einlagerungsbetrieb wenig behindern.

Einlagerungstransport und Gesteinsförderung sollen möglichst in voneinander getrennten Strecken erfolgen.

Transporteinrichtungen für die Einlagerung sind so auszuliegen, daß die Strahlenexposition von Personen möglichst gering bleibt und Schaden an den Einlagerungsbehältern auch bei Störungen an den Transporteinrichtungen verhindert werden können.

Alle Hohlräume sind so herzustellen, daß ihre Standsicherheit bis zu ihrer planmäßigen Verfüllung erhalten werden kann. Hierzu sind u. a. zwischen den Einlagerungsräumen ausreichend bemessene Sicherheitsfesten zu belassen.

Durch eine optimale Lagergeometrie ist sicherzustellen, daß – insbesondere unter Berücksichtigung der Wärmeentwicklung als Folge der Endlagerung hochradioaktiver Abfälle – die Standsicherheit der offenen Grubenbaue nicht gefährdet wird. Ebenso muß durch Einhaltung eines geeigneten Sicherheitsabstandes zwischen der Begrenzung der Endlagerformation und dem Einlagerungsbereich gewährleistet sein, daß die Strömungsverhältnisse im wasserführenden Deckgebirge/Nebengestein thermisch nicht unzulässig beeinflusst werden. In Salzformationen sind bei der Einlagerung wärmeproduzierender Abfälle ausreichende Sicherheitsabstände zu Carnallitflozen einzuhalten.

Das Endlagerbergwerk ist in Einlagerungsfelder mit einzelnen Einlagerungsräumen zu untergliedern. Während oder nach Befüllung eines Einlagerungsraumes mit radioaktiven Abfällen ist das verbleibende Volumen mit geeignetem Versatzmaterial zu verfüllen. Bei anderen untertägigen Hohlräumen des Endlagerbereichs, die außer Betrieb gesetzt werden, ist entsprechend zu verfahren. Sind entsprechende Teile dieser Felder für die Einlagerung genutzt, werden diese Teile und schließlich die Felder abgeworfen. Dazu sind die Felder nach Verfüllung gegen das offene Bergwerk hin so abzuschließen, daß aus den abgeworfenen Feldesteilen keine unkontrollierbaren Zuflüsse in das offene Grubengebäude erfolgen können.

Der Einlagerungsbetrieb soll im Rückbau erfolgen.

Die Anzahl der offenen Einlagerungsräume (Strecken, Kammern, Bohrlocher) ist unter Beachtung einer betrieblichen erforderlichen Vorhaltung zu minimieren.

Durch ein entsprechendes Einlagerungskonzept sind die Einlagerungsräume so kurzzeitig wie möglich offen zu halten und nach beendeter Nutzung zu verschließen.

### 7.3 Bewetterung

Verschiedene Einlagerungsfelder und Transportstrecken sollen in der Regel in selbständig voneinander abtrennbare Wetterabteilungen eingeordnet werden, um bei Auftreten einer Kontamination deren Ausbreitung in nicht betroffene Bereiche zu vermeiden.

### 7.4 Betriebliche Überwachung

Obwohl der Standort für das Endlager mit einem intensiven Erkundungsprogramm untersucht, das Endlagerbergwerk nach gesicherten technischen Erkenntnissen errichtet und die Einlagerung radioaktiver Abfälle mit bereits er-

Mittwoch, den 5. Januar 1983

probten Techniken durchgeführt wird, ist neben den routinemäßigen Betriebs- und Strahlenschutzüberwachungsmaßnahmen ein Überwachungsprogramm des in Betrieb befindlichen Endlagers erforderlich.

Dieses Überwachungsprogramm dient der Bestätigung der betrieblichen Parameter, die mit einer gewissen Bandbreite in die der Errichtung zugrundeliegende Sicherheitsanalyse eingeflossen sind.

Insbesondere sind die thermomechanische Reaktion der Endlagerformation auf das Einbringen hochradioaktiver Abfälle sowie die gebirgsmechanischen Vorgänge zu verfolgen. Werden signifikante Abweichungen von den Ausgangsdaten festgestellt, sind ihre Auswirkungen auf die Sicherheit des Endlagerbergwerkes zu analysieren und gegebenenfalls durch eine Modifizierung des weiteren Betriebes des Endlagers zu berücksichtigen.

#### A. Abfälle

Aufbauend auf den Ergebnissen der Sicherheitsanalyse sind Spezifikationen für die verschiedenen Endlagerprodukte festzulegen. Die Spezifikationen müssen insbesondere Anforderungen an das jeweilige Aktivitätsinventar und die chemische und mechanische Stabilität der Produkte enthalten, welche – im Zusammenhang mit den übrigen Barrieren – die Einhaltung der vorgegebenen Schutzziele garantieren.

Die Festlegung von endlagerspezifischen Anforderungen an die Abfallformen wird durch physikalische und chemische Bedingungen bestimmt, die im Endlager möglich sind und die eine Freisetzung von Radionukliden verursachen können.

Dementsprechend ist durch spezifische Untersuchungen in Verbindung mit Sicherheitsanalysen zu klären, ob und inwieweit durch mögliche Wechselwirkungen zwischen den eingelagerten radioaktiven Abfällen und der Endlagerformation oder zugeflossenen Wässern bzw. Salzlösungen Radionuklidfreisetzungen induziert werden können. In diese Betrachtungen sind die Auswirkungen von Temperatur und ionisierender Strahlung sowie die mechanischen Beanspruchungen der Gebinde durch das Gebirge einzubeziehen.

Bei der Konditionierung und Verpackung von wärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen sind die Nachzerfallswärme und deren mögliche Einflüsse auf die Integrität des Abfallgebindes zu berücksichtigen.

Gebinde, d. h. Behälter, Verpackung und die in ihnen befindlichen radioaktiven Abfälle sowie die Handhabungs-, Transport- und Einlagerungstechnik sind so aufeinander abzustimmen, daß eine sichere Einlagerung gewährleistet ist.

In Spezifikationen festzulegende Anforderungen an die Gebinde sind einzuhalten.

Die mechanischen Einwirkungen auf die Gebinde (z. B. bei einem Absturz) dürfen nur zu so geringen Beschädigungen an der Verpackung bzw. zu Veränderungen am Produkt führen, daß eine mögliche Radionuklidfreisetzung in den Auswirkungen begrenzt bleibt.

Die Gebinde müssen so ausgelegt sein, daß auch unter Berücksichtigung möglicher Brände keine unzulässigen Radionuklidfreisetzungen erfolgen können. Dabei sind die besonderen Eigenschaften brennbarer Abfälle zu berücksichtigen.

Für die Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle müssen Wärmeleistung und Oberflächentemperatur der Gebinde festgelegt werden, daß die spezifizierten Eigenschaften der Gebinde erhalten bleiben und die Integrität der geologischen Formationen nicht gefährdet wird.

Die vorgeschriebenen Grenzwerte von Kontamination und Dosisleistung müssen eingehalten werden.

Die technischen Angaben der Gebinde (z. B. Abmessungen, Werkstoff, Dichtigkeit, Inhalt) müssen dokumentiert sein. Entsprechend ist die Herkunft zu dokumentieren.

#### 9. Stilllegung

Das Endlagerbergwerk ist nach der Betriebsphase stillzulegen. Teilbereiche des Endlagers werden bereits in der Betriebsphase stillgelegt. Die Stilllegung des gesamten Endlagerbergwerkes ist mit der Verfüllung der Schächte abzuschließen.

Verfüllung und Abschluß der Hohlräume sind mit geeigneten Materialien und Techniken durchzuführen und haben zum Ziel, durch Hohlraumreduzierung zur Stabilitätserhöhung beizutragen, den Zutritt von Transportmedien, wie z. B. Wasser, zu den radioaktiven Abfällen zu erschweren bzw. zu verhindern und eine eventuell mögliche Radionuklidfreisetzung auf ein zulässiges Maß zu minimieren.

Die Maßnahmen zur Stilllegung sind ein abschließender Beitrag zur langfristigen Einhaltung der Schutzziele.

#### 10. Nachbetriebsphase

Bei der Nachbetriebsphase handelt es sich um die Zeit nach der Stilllegung des Endlagerbergwerkes.

##### 10.1 Überwachung der Umwelt

Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagerbergwerkes werden so durchgeführt und überwacht, daß in der Nachbetriebsphase ein gesondertes Kontroll- und Überwachungsprogramm entbehrlich ist.

Routinemäßig durchgeführte allgemeine Umweltschutzmessungen sowie Geländevermessungen geben Aufschluß über die Radiologie und das langfristige thermomechanische Verhalten der Endlagerformation, des Deckgebirges und des Nebengesteins.

##### 10.2 Dokumentation und Kennzeichnung

Die markseiderischen Daten des Endlagers, die Charakterisierung der eingelagerten Abfälle sowie die wesentlichen technischen Maßnahmen bei Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagerbergwerkes sind zu dokumentieren. Vollständige Dokumentensätze sind räumlich getrennt an geeigneten Orten geschützt aufzubewahren.

Eine übertägige Kennzeichnung des Endlagers ist im Hinblick auf die regelmäßigen Umweltschutzmessungen und Geländevermessungen nicht erforderlich. Die Kenntnis über die Lage der Standorte ist durch die Dokumentation ausreichend zu sichern.