

**Anhang 6****Untertagedeponien –  
Sicherheitsbewertung für die Abfallannahme****1. SICHERHEIT FÜR UNTERTAGEDEPONIE: ALLE DEPONIE(UNTER)KLASSEN****1.1. Die Bedeutung der geologischen Barriere**

Die Ablagerung von Abfällen in Untertagedeponien hat deren Isolierung von der Biosphäre zu gewährleisten.

Die Abfälle, die geologische Barriere und die Hohlräume einschließlich aller baulichen Anlagen haben gemeinsam ein System zu bilden, das mit allen übrigen technischen Aspekten die unten stehenden Voraussetzungen erfüllen muss.

Es darf keine direkte Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser erfolgen und es darf zu keiner Verschlechterung des Zustands der Gewässer, insbesondere des Grundwassers, kommen.

**1.2. Anforderungen an den Standort**

Als Standort einer Untertagedeponie sind ausgeschlossen:

- Wasserschutzgebiete gemäß § 34 Abs. 1 des Wasserrechtsgesetzes 1959 (WRG 1959), BGBI. Nr. 215, in der Fassung des Bundesgesetzes BGBI. I Nr. 123/2006;
- Heilquellenschutzgebiete gemäß § 37 WRG 1959;
- Hochwasserabflussgebiete gemäß § 38 Abs. 3 WRG 1959;
- Gebiete zur Sicherung künftiger Wasserversorgung gemäß § 35 WRG 1959;
- Einzugs-, Quell- und Grundwassergebiete, für die eine wasserwirtschaftliche Rahmenverfügung getroffen wurde (§ 54 WRG 1959), wenn das Deponievorhaben im Widerspruch dazu steht;
- Flussgebietseinheiten, Planungsräume oder Teile derselben, für die ein Gewässerbewirtschaftungsplan (§ 55c WRG 1959), ein Maßnahmenprogramm (§ 55f WRG 1959) oder ein Regionalprogramm (§ 55g WRG 1959) erlassen wurde, wenn das Deponievorhaben im Widerspruch dazu steht;
- Standorte über wasserwirtschaftlich bedeutsamen Grundwasservorkommen, die eine überregionale Bedeutung für die Wasserversorgung haben;
- Standorte, die verkarstungsfähige, stark gestörte, sehr inhomogene oder spröde Gesteine aufweisen;
- Standorte, an denen aufgrund der geringen Mächtigkeit des Gesteinsvolumens keine ausreichenden hydrogeologischen Isolationsbedingungen bestehen;
- Standorte mit starker seismischer Aktivität;
- Standorte, die durch Massenbewegungen (zB Hangbewegungen, Bergsturz oder Bergsenkung und Lawinen) bedroht sind, sofern diese Gefährdungen nicht durch technische Maßnahmen beherrschbar sind;
- Standorte ohne ausreichende Überdeckung;
- Standorte, an denen aufgrund der Wasserdurchlässigkeit des Wirtsgesteins Wasserein- oder -austritte zu erwarten sind.

Ein Standort hat folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Vorhandensein homogener kristalliner Gesteine (Hartgesteine) mit geschlossenen Fugen oder Fugensystemen und großer Ausdehnung (großes Gesteinsvolumen), ausgenommen Bergwerke im Salzstock;
- weitgehend trockene Gebirgsverhältnisse mit sehr geringer bis geringer Wasserdurchlässigkeit; das Deckgebirge muss aus Gesteinen mit großer Dichte und geringer Porosität bestehen;
- Langzeitsicherheit auf Basis der standortspezifischen Gegebenheiten über einen geologischen Zeitraum;
- Stabilität des Standortes aufgrund der topographischen, geologischen und tektonischen Verhältnisse der geologischen Großeinheit;

- keine nachteiligen Auswirkungen auf Bestand und Betrieb der Deponie aufgrund seismischer Aktivität;
- Berücksichtigung des Lagerstättenschutzes gemäß § 116 des Mineralrohstoffgesetzes, BGBI. I Nr. 38/1999, in der Fassung des Bundesgesetzes BGBI. I Nr. 113/2006.

### **1.3. Standortspezifische Sicherheitsbewertung**

Für jeden gemäß Kapitel 1.2. geeigneten Standort ist eine standortspezifische Sicherheitsbewertung durchzuführen, welche den Nachweis der ausreichenden Isolierung der abgelagerten Abfälle von der Biosphäre zu erbringen hat. Im Rahmen der standortspezifischen Sicherheitsbewertung sind Kriterien für die Annahme von Abfällen zu erarbeiten. Dabei sind in Untertagedeponien für Inertabfälle oder für nicht gefährliche Abfälle nur solche Abfälle annehmbar, die jedenfalls die jeweiligen Anforderungen für Inertabfälle oder nicht gefährliche Abfälle erfüllen.

Im Rahmen der Sicherheitsbewertung ist Folgendes zu ermitteln:

- die Gefahr, die von den abzulagernden Abfällen ausgehen kann,
- die Rezeptoren, dh. die Biosphäre, insbesondere das Grundwasser,
- die Wegsamkeiten, über die Stoffe aus den Abfällen in die Biosphäre gelangen können, und
- die Wirkungen der Stoffe, die in die Biosphäre gelangen können.

Die Annahmekriterien für die Deponierung unter Tage sind anhand der örtlichen Randbedingungen zu erstellen. Dies erfordert den Nachweis, dass die geologischen Schichten für die Anlage einer Deponie geeignet sind, dh. eine Bewertung der Risiken für eine Einlagerung unter Berücksichtigung des Gesamtsystems von Abfall, baulichen Anlagen und Hohlräumen und des aufnehmenden Gesteinsmassivs.

Die standortspezifische Risikobewertung der Einrichtung muss sowohl für die Betriebsphase als auch für die Nachsorgephase durchgeführt werden. Anhand dieser Bewertungen sind die erforderlichen Kontroll- und Sicherheitsmaßnahmen sowie die Annahmekriterien auszuarbeiten.

Es ist eine integrierte Leistungsbewertung mit folgenden Elementen zu erstellen:

1. geologische Bewertung;
2. geomechanische Bewertung;
3. hydrogeologische Bewertung;
4. geochemische Bewertung;
5. Bewertung der Auswirkungen auf die Biosphäre;
6. Bewertung der Betriebsphase;
7. langfristige Bewertung;
8. Bewertung der Auswirkungen sämtlicher Übertageeinrichtungen vor Ort.

#### 1.3.1. Geologische Bewertung

Es ist eine eingehende Untersuchung oder Kenntnis des geologischen Aufbaus eines Standorts erforderlich. Dazu gehören Untersuchungen und Analysen der Gesteinsarten, der Böden und der Topografie. Die geologische Bewertung muss die Eignung des Standorts für eine Untertagedeponie nachweisen. Dabei sind die Lage, die Häufigkeit und die Struktur aller Verwerfungen oder Brüche in der umgebenden geologischen Schicht sowie die etwaigen Auswirkungen seismischer Aktivitäten auf diese Strukturen zu berücksichtigen. Alternative Standorte müssen in Betracht gezogen werden.

#### 1.3.2. Geomechanische Bewertung

Die Stabilität der Hohlräume muss durch geeignete Untersuchungen und Prognosen nachgewiesen werden. Die abzulagernden Abfälle müssen in diese Bewertung einbezogen werden. Die Prozesse sind systematisch zu analysieren und zu dokumentieren.

Folgende Aspekte sind nachzuweisen:

1. Während und nach der Schaffung der Hohlräume sind weder am Hohlraum selbst noch an der Erdoberfläche größere Deformationen zu erwarten, die den Betrieb der Untertagedeponie beeinträchtigen oder Wegsamkeiten zur Biosphäre herstellen könnten.
2. Die Tragfähigkeit des Hohlraums ist so groß, dass es während des Betriebs nicht zu einem Zusammenbruch kommen kann.
3. Die Abfälle haben die erforderliche Stabilität, die mit den geomechanischen Eigenschaften des aufnehmenden Gesteins verträglich ist.

#### 1.3.3. Hydrogeologische Bewertung

Zur Ermittlung der Grundwasserströme in den umgebenden geologischen Schichten ist eine eingehende Untersuchung der hydraulischen Eigenschaften erforderlich, die sich auf Angaben über die hydraulische Leitfähigkeit des Gesteinsmassivs, über Verwerfungen und hydraulische Gradienten stützt.

#### 1.3.4. Geochemische Bewertung

Es ist eine eingehende Untersuchung der Zusammensetzung des Gesteins und des Grundwassers erforderlich, um die gegenwärtige Zusammensetzung des Grundwassers und ihre eventuelle Veränderung im Lauf der Zeit und die Art und Menge der die Verwerfungen füllenden Mineralien zu ermitteln und eine quantitative mineralogische Bestandsaufnahme des aufnehmenden Gesteins vorzunehmen. Die Auswirkungen der Veränderlichkeit des Abfalls auf das geochemische System sind zu prüfen.

#### 1.3.5. Bewertung der Auswirkungen auf die Biosphäre

Es ist eine Untersuchung der Biosphäre erforderlich, die durch die Untertagedeponie beeinflusst werden kann.

Ferner ist die Ausgangssituation zu ermitteln und durch Untersuchungen die natürliche örtliche Konzentration der relevanten Stoffe festzustellen.

#### 1.3.6. Bewertung der Betriebsphase

Für die Betriebslaufzeit ist nachzuweisen, dass

1. die Hohlräume ausreichend standsicher sind (siehe Kapitel 1.3.2),
2. kein unannehmbares Risiko dafür besteht, dass die Abfälle in Kontakt mit der Biosphäre kommen,
3. kein unannehmbares Risiko für den Betrieb der Einrichtung besteht.

Beim Nachweis der Betriebssicherheit ist eine systematische Analyse des Betriebs der Einrichtung auf der Grundlage der Eigenschaften der abzulagernden Abfälle, zum Betriebsmanagement und zum Betriebsablauf durchzuführen.

Es ist nachzuweisen, dass die abzulagernden Abfälle keinerlei chemische oder physikalische Reaktion mit dem Gestein eingehen, welche die Festigkeit und Dichtigkeit des Gesteins beeinträchtigt und so die Anlage selbst gefährdet. Mögliche besondere Vorfälle, die während der Betriebsphase zur Entwicklung von Wegsamkeiten zwischen den Abfällen und der Biosphäre führen können, müssen in die Analyse einbezogen werden. Die verschiedenen Arten von möglichen Betriebsrisiken müssen in besonderen Kategorien zusammengefasst werden und ihre möglichen Auswirkungen sind zu evaluieren. Es muss nachgewiesen werden, dass an der Betriebsstätte kein unannehmbares Risiko für eine Freisetzung des eingelagerten Abfalls besteht. Notfallpläne sind aufzustellen.

#### 1.3.7. Langfristige Bewertung

Zur Einhaltung der Ziele einer umweltverträglichen Ablagerung muss eine Risikobewertung lange Zeiträume erfassen. Es ist sicherzustellen, dass in der Nachsorgephase keine Wegsamkeiten zur Biosphäre entstehen.

Die Barrieren des Standorts der Untertagedeponie (zB Abfalleigenschaften, bauliche Anlagen, Verfüllung und Verschluss von Schächten und Bohrlöchern), das Verhalten des aufnehmenden Gesteins, der umgebenden geologischen Schichten und des Deckgebirges müssen für lange Zeiträume quantitativ bewertet und auf der Grundlage der standortspezifischen Daten oder hinreichend vorsichtiger Schätzungen evaluiert werden. Die geochemischen und geohydrologischen Bedingungen, zB der Grund-

wasserfluss (siehe Kapitel 1.3.3 und 1.3.4), die Wirksamkeit der Barrieren, ihr natürliches Schwächerwerden und das Auslaugungsverhalten der abzulagernden Abfälle, müssen berücksichtigt werden.

Die langfristige Sicherheit einer Untertagedeponie muss durch eine Sicherheitsprüfung nachgewiesen werden, die einen anfänglichen Zustand zu einem gegebenen Zeitpunkt (zB Schließung der Anlage) darstellt und anschließend ein Szenario mit den wichtigsten Veränderungen in geologischen Zeiträumen entwickelt. Schließlich müssen die Folgen einer Freisetzung relevanter Stoffe aus der Untertagedeponie für verschiedene Szenarien bewertet werden, welche die möglichen langfristigen Veränderungen in der Biosphäre, der Geosphäre und der Untertagedeponie wiedergeben.

Behälter und Auskleidungen der Hohlräume dürfen wegen ihrer begrenzten Lebensdauer bei der langfristigen Risikobewertung der Abfalleinlagerungen nicht berücksichtigt werden.

#### 1.3.8. Bewertung der Auswirkungen der Aufnahmeeinrichtungen über Tage

Die Aufnahmeeinrichtungen über Tage für die Umladung, für Untersuchungen und gegebenenfalls für eine Zwischenlagerung sind so zu planen und zu betreiben, dass Schädigungen der menschlichen Gesundheit und der örtlichen Umwelt vermieden werden. Weiters müssen sie die sonstigen Voraussetzungen gemäß § 43 AWG 2002 erfüllen.

#### 1.3.9. Bewertung der übrigen Risiken

Aus Gründen des Schutzes des Personals dürfen Abfälle nur in solchen Untertagedeponien abgelagert werden, die von Bergbauaktivitäten sicher isoliert sind. Abfälle dürfen nicht angenommen werden, wenn sie gefährliche Stoffe enthalten oder bilden, die gesundheitsschädlich sein könnten.

## **2. ANNAHMEKRITERIEN FÜR UNTERTAGEDEPONIE: ALLE KLASSEN**

### **2.1. Ausgeschlossene Abfälle**

Abfälle, die nach einer Ablagerung nachteilige physikalische, chemische oder biologische Veränderungen erfahren können, dürfen nicht in Untertagedeponien abgelagert werden. Dazu gehören jedenfalls:

- a) die in § 7 aufgeführten Abfälle; auch die gemäß § 7 Z 7 lit. a, b und d bis j ausgenommenen Abfälle dürfen nicht abgelagert werden;
- b) Abfälle und ihre Behälter, die mit Wasser oder dem aufnehmenden Gestein unter Deponiebedingungen reagieren und zu Folgendem führen können:
  - Volumenveränderung,
  - Bildung von selbstentzündlichen oder giftigen oder explosiven Stoffen oder Gasen oder
  - sonstige Reaktionen, welche die Betriebssicherheit oder die Unversehrtheit der Barrieren gefährden könnten;
- c) Abfälle, die durch eine chemische Reaktion oder durch Druck Wasser bilden können;
- d) Abfälle mit einem stechenden Geruch;
- e) Abfälle, die ein giftiges oder explosives Luft-Gas-Gemisch bilden können; dies gilt insbesondere für Abfälle, die
  - toxische Gaskonzentrationen aufgrund der Partialdrücke ihrer Bestandteile bilden,
  - bei Sättigung in Behältern Konzentrationen bilden, die höher sind als eine Zehnerpotenz unterhalb der Explosionsgrenze;
- f) Abfälle mit ungenügender Stabilität gegenüber den geomechanischen Bedingungen;
- g) Abfälle, die unter Deponiebedingungen sich selbst entzünden oder zu spontaner Entzündung neigen, gasförmige Erzeugnisse, flüchtige Abfälle und solche, die aus nicht identifizierten Mischungen stammen.

### **2.2. Standortspezifische Risikobewertung**

Abfälle dürfen nur angenommen werden, wenn sie die Vorgaben der standortspezifischen Sicherheitsbewertung erfüllen, insbesondere wenn ein Abschluss von der Biosphäre gewährleistet ist.

### **2.3. Annahmekriterien**

Abfälle dürfen nur in solchen Untertagedeponien abgelagert werden, die von Bergbauaktivitäten sicher getrennt sind.

Abfälle, die miteinander reagieren können, sind zu definieren und nach Kompatibilitätsgruppen zu klassifizieren; die verschiedenen Kompatibilitätsgruppen sind an der Lagerstätte räumlich zu trennen.

### **2.4. Besondere Anforderungen an den Betrieb einer Untertagedeponie für gefährliche Abfälle**

Der Betreiber einer Untertagedeponie für gefährliche Abfälle hat im Rahmen der Eingangskontrolle folgende Untersuchungen an jedem Gebinde durchzuführen:

- Explosionsfähigkeit des Gebindeinhalts mittels Explosionsmessgerät;
- Gasgehalt mittels geeigneter Gasspürsonden;
- Radioaktivität mittels Szintillometer;
- Das Vorhandensein freier Flüssigkeiten im Gebinde ist durch einen Rütteltest zu prüfen.

## **3. SONSTIGE BESTIMMUNGEN FÜR BERGWERKE IN SALZSTÖCKEN**

### **3.1. Die Bedeutung der geologischen Barriere**

Für Bergwerke in Salzstöcken hat das Gestein, das den Abfall umgibt, eine zweifache Funktion:

- Es wirkt als aufnehmendes Gestein, in dem die Abfälle eingekapselt werden. Das Salz in Salzstöcken gilt als vollkommene Kapselung. Abfälle kommen mit der Biosphäre nur bei einem Störfall, zB bei einem Erdbeben, einer Erosion oder einem Ereignis in geologischen Zeiträumen (zB dem Ansteigen des Meeresspiegels) in Berührung. Die Abfälle dürfen sich in der Untertagedeponie nicht verändern und die Folgen solcher Störfall-Szenarien müssen bei der Sicherheitsbewertung in Betracht gezogen werden.
- Zusammen mit der undurchlässigen Gesteinsschicht (zB Anhydrit) als Sohle und Deckschicht wirkt es als geologische Barriere, die das Grundwasser von einem Eindringen in die Deponie abhält und gegebenenfalls Flüssigkeiten oder Gase aus dem Deponiebereich wirksam an einem Entweichen hindert. Wo diese geologische Barriere von Schächten und Bohrlöchern durchlöchert ist, müssen diese während der Betriebsphase so gedichtet werden, dass kein Wasser eindringen kann, und nach der Stilllegung der Untertagedeponie hermetisch verschlossen werden. Wenn der Bergbaubetrieb länger aufrechterhalten wird als der Deponiebetrieb, muss der Ablagerungsbereich nach der Beendigung der Deponietätigkeit mit einem wasserundurchlässigen Bauwerk verschlossen werden, das entsprechend dem berechneten hydraulischen Druck in der jeweiligen Tiefe errichtet wird, sodass Wasser, das in die noch betriebene Mine eindringt, nicht in den Deponiebereich durchsickern kann.

### **3.2. Langfristige Bewertung**

Der Nachweis der langfristigen Sicherheit einer Untertagedeponie im Salzgestein muss durch eine Bestimmung des Salzgesteins als Sperrgestein vorgenommen werden. Salzgestein erfüllt die Bedingung, für Gase und Flüssigkeiten undurchlässig zu sein, die Abfälle aufgrund seines Konvergenzverhaltens abzukapseln und sie nach Abschluss des Transformationsprozesses vollständig einzuschließen. Das Konvergenzverhalten des Salzgesteins widerspricht nicht der Bedingung, dass die Hohlräume während der Betriebslaufzeit standsicher sein müssen. Die Standsicherheit ist wichtig, um einen sicheren Betriebsablauf zu gewährleisten und die Unversehrtheit der geologischen Barriere für unbegrenzte Zeit zu erhalten, sodass ein andauernder Schutz der Biosphäre gewährleistet ist. Die Abfälle müssen dauerhaft von der Biosphäre isoliert werden. Eine kontrollierte Absenkung des Deckgesteins oder andere langfristige Schäden sind nur dann zulässig, wenn sich nachweisen lässt, dass lediglich bruchfreie Veränderungen stattfinden, die Unversehrtheit der geologischen Barriere gewahrt bleibt und sich keine Wegsamkeiten bilden, durch die Wasser mit den Abfällen in Berührung kommen oder die Abfälle oder ihre Bestandteile in die Biosphäre entweichen können.

#### **4. SONSTIGE BESTIMMUNGEN FÜR TIEFENDEPONIE IN FESTGESTEIN**

Eine Tiefendeponie in Festgestein ist eine unterirdische Ablagerung in mehreren hundert Metern Tiefe, wo Festgestein aus verschiedenen magmatischen Gesteinsarten, zB Granit oder Gneis, besteht.

##### **4.1. Sicherheitskonzept für Tiefendeponien in Festgestein**

Eine Tiefendeponie in Festgestein ist so zu errichten, dass keine Wartungsmaßnahmen erforderlich sind.

Die Rückholung der Abfälle oder spätere Korrekturmaßnahmen müssen möglich sein. Eine Tiefendeponie muss auch so geplant werden, dass negative Umweltauswirkungen oder eine Betreuung der Anlage nicht künftige Generationen treffen.

Um eine Gefährdung der Menschen und der Umwelt für lange Zeiträume, dh für mehrere tausend Jahre auszuschließen, sind bestimmte Arten gefährlicher Stoffe und Abfälle von der Biosphäre auszuschließen. Ein solches Schutzniveau kann durch Tiefendeponien in Festgestein erzielt werden.

Eine Tiefendeponie in Festgestein kann entweder in aufgelassenen Minen oder in eigens dafür geschaffenen Bergwerken errichtet werden.

Um das erforderliche Schutzniveau zu erreichen, ist eine Tiefendeponie so zu errichten, dass die natürliche Rückhaltefähigkeit der umgebenden Schichten die Auswirkungen von Schadstoffen so weit senkt, dass sie keine negativen Folgen mehr für die Umwelt haben. Dies bedeutet, dass die Zulässigkeit von Freisetzungen aus solchen Einrichtungen von der Fähigkeit der näheren Umwelt zur Abschwächung und zum Abbau von Schadstoffen abhängt.

Bei einer Tiefendeponie in Festgestein wird die direkte Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser und eine Verschlechterung des Zustands der Gewässer, insbesondere des Grundwassers, dadurch verhindert, dass alle freigesetzten gefährlichen Stoffe aus der Tiefendeponie weder die Biosphäre noch die oberen Teile des Grundwassersystems, die Verbindungen zur Biosphäre haben, in solchen Mengen oder Konzentrationen erreichen, die schädlich werden könnten; dies ist nachzuweisen. Die Auswirkungen von Veränderungen auf das geohydraulische System müssen bewertet werden. Eine mögliche Gasbildung aufgrund von langfristigen Prozessen muss bei der Konzeption von Tiefendeponien in Festgestein berücksichtigt werden.