

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis *xi*

Tabellenverzeichnis *xv*

0	Zusammenfassung	<i>1</i>
1	Einführung	<i>2</i>
1.1	Vorbemerkung	<i>2</i>
1.2	Zweck / Anwendungsbereich	<i>3</i>
1.3	Integritätsnachweis – regulativer Rahmen	<i>4</i>
2	Geologische Rahmenbedingungen	<i>7</i>
2.1	Wirtsgestein / Gesteinsformationen / Teilgebiete	<i>7</i>
2.1.1	Wirtsgestein Steinsalz	<i>7</i>
2.1.2	Wirtsgestein Tongestein	<i>9</i>
2.1.3	Wirtsgestein Kristallingestein	<i>10</i>
2.2	Geologisches Modell	<i>11</i>
2.3	Anforderungen an das geologische Modell	<i>12</i>
3	Einschluss- und Endlagerkonzepte	<i>14</i>
3.1	ewG-Konzept / Sicherer Einschluss	<i>14</i>
3.2	Mindestanforderungen Barrieregestein	<i>15</i>
3.3	Endlagerkonzepte	<i>16</i>
3.3.1	Grundgedanken	<i>16</i>
3.3.2	Endlagerkonzepte für Steinsalz	<i>18</i>
3.3.2.1	Endlager in steil stehenden Salzformationen	<i>20</i>
3.3.2.2	Endlager in flach lagernden Salzformationen	<i>21</i>
3.3.3	Endlagerkonzepte für Tongestein	<i>22</i>
3.3.4	Endlagerkonzepte für Kristallingestein	<i>23</i>
3.4	Standicherheit von Hohlräumen	<i>25</i>

4	Einwirkungen und Szenarienanalysen	27
4.1	Einführung	27
4.2	Einwirkungen und Schädigungsprozesse	27
4.2.1	Geogener Ausgangszustand	27
4.2.1	Geomechanisch induzierte Einwirkungen und Schädigung	28
4.2.2	Bergbau- und betriebstechnisch induzierte Einwirkungen	29
4.2.3	Thermisch-mechanisch induzierte Einwirkungen	30
4.2.4	Fluiddruck-induzierte Einwirkungen	31
4.3	Ableitung von Lastfällen – Szenarienanalyse	32
5	Kriterien für die Integritätsbewertung	35
5.1	Vorbemerkung – Physikalisches Prozessverständnis	35
5.2	Kriterien	37
5.2.1	Dilatanzkriterium	37
5.2.1.1	Hintergrund	37
5.2.2	Fluiddruck- oder Minimalspannungskriterium	41
5.2.2.1	Hintergrund	41
5.2.3	Temperaturkriterium	44
5.2.3.1	Hintergrund	44
5.2.3.2	Anwendung / Relevanz	45
5.2.4	Advektionskriterium	45
5.2.4.1	Hintergrund	45
5.2.4.2	Anwendungsbereich / Relevanz	46
6	Geotechnische Eigenschaften der Wirtsgesteine	48
6.1	Vorbemerkungen	48
6.2	Vorgehensweise Homogenbereichsausweisung	49
6.3	Datenbasis Salzgesteine	49
6.3.1	Vorbemerkung	49
6.3.2	Referenzdatensätze: Steinsalz – Flache / Steile Lagerung	50
6.4	Datenbasis Tongestein	53
6.4.1	Vorbemerkung	53
6.4.2	Referenzdatensätze	54
6.5	Datenbasis Kristallingestein	58
6.5.1	Vorbemerkung	58
6.5.2	Referenzdatensätze	59
7	Gebirgsmechanisches Nachweis- und Prognosemodell	60
7.1	Ziele und Anforderungen	60
7.2	Konzeptuelles Vorgehen	61
7.3	Numerische Modellierung	65
7.3.1	Simplifizierung der realen Verhältnisse	65
7.3.2	Modellierungskonzept / Teilmodelle	65

7.3.3	Gekoppelte Prozesse	67
7.4	Stoffmodelle	71
7.4.1	Einführung	71
7.4.2	Steinsalz	72
7.4.3	Tongesteine	74
7.4.4	Kristallingestein	76
7.5	Auswertung der Berechnungen	78
7.6	Sensitivitätsanalysen	78
8	Bewertung der Integrität der geologischen Barriere	79
8.1	Vorbemerkung	79
8.2	Anforderungen an den sicheren Einschluss	80
8.3	Konsequenzen einer Integritätsverletzung	81
8.3.1	Konsequenzen einer Verletzung des Dilatanzkriteriums	81
8.3.2	Konsequenzen einer Verletzung des Fluiddruckkriteriums	82
8.3.3	Konsequenzen einer Verletzung des Temperaturkriteriums	82
8.3.4	Advektionskriterium	83
Anhang A Beispiele zu Integritätsanalysen für Salzgestein in flacher Lagerung und Tongestein		
85		
A.1	Vorgehensweise Integritätsnachweis	85
A.2	Salzgesteine: „Flache Lagerung – Salzkissen“	85
A.2.1	Referenzmodell – Geologische Situation / Einlagerungskonzept	86
A.2.2	Vorgehensweise Integritätsanalyse	87
A.2.3	Berechnungsergebnisse	87
A.2.4	Zusammenfassung / Bewertung der Barriereintegrität	90
A.3	Tongesteine mit hoher Mächtigkeit	91
A.3.1	Geologisches Modell	91
A.3.2	Modellierungskonzept	92
A.3.3	Ergebnisse	93
A.3.3.1	Thermisch	93
A.3.3.2	Hydraulisch	93
A.3.3.3	Mechanisch	93
A.3.3.4	Indikator Dilatanz	97
A.3.3.5	Indikator Fluiddruck	97
A.3.3.6	Indikator Temperatur	99
A.3.3.7	Indikator Advektion	99
A.3.3.8	Diskussion der Ergebnisse	101
Literatur		
105		
Abkürzungen		
113		
Abkürzungen Forschungsvorhaben		
115		

