

Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0002	00

Blatt: 557

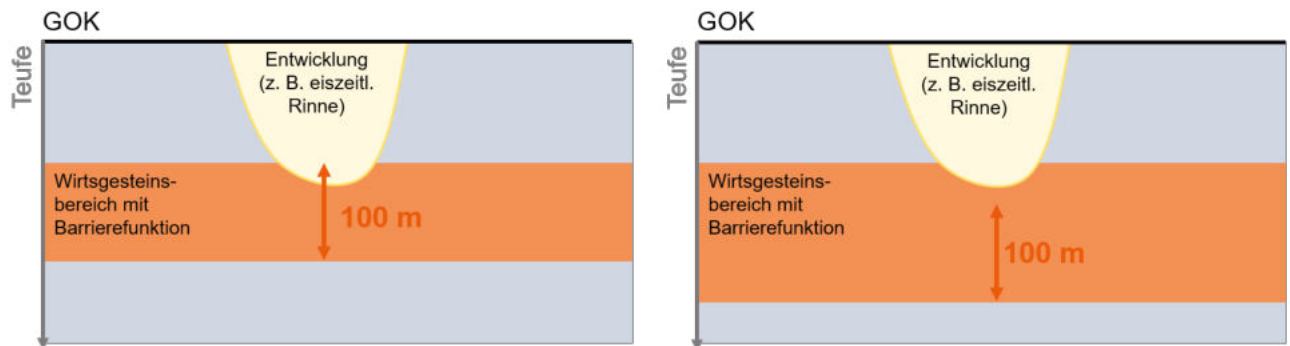


Abbildung 207: Unterschiedliche Einflüsse einer Entwicklung je nach betrachtetem Bereich innerhalb eines Teiluntersuchungsraums. Die Variation der Mächtigkeit des Wirtsgesteins mit Barrierefunktion führt dazu, dass im linken Beispiel die zweite Mindestanforderung nicht eingehalten werden kann, wobei im rechten Beispiel trotz der Entwicklung ein Bereich mit der vorgesehenen Mindestmächtigkeit existiert.

Ist zu erwarten, dass eine Mindestanforderung im Bewertungszeitraum nicht erfüllt wird, kann kein einschlusswirksamer Gebirgsbereich ausgewiesen werden. Ist jedoch zu erwarten, dass alle Mindestanforderungen über den Bewertungszeitraum erhalten bleiben, besteht potenziell die Möglichkeit zur Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs. In diesem Falle wird zusätzlich eine Information hinsichtlich bestehender Sicherheitsreserven, welche sich positiv auf die Robustheit des Systems auswirken können, geliefert. Diese Information kann dazu beitragen, geeignete Teiluntersuchungsräume oder Bereiche von Teiluntersuchungsräumen innerhalb des sicherheitsgerichteten Diskurses (vgl. Kapitel 9) weiter voneinander zu differenzieren.

8.6 Bewertung des Flächenbedarfs und der thermischen Verhältnisse

8.6.1 Einleitung und thematischer Hintergrund

Neben der Bewertung des sicheren Einschusses der Radionuklide und der Beurteilung der Möglichkeit zur Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs sind nach § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndSiUntV zusätzlich die thermischen Verhältnisse im Endlagersystem (§ 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. c) EndSiUntV) und der Flächenbedarf zur Realisierung eines Endlagerbergwerkes (§ 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. d) EndSiUntV) zu bewerten (Abbildung 208). Da die thermischen Verhältnisse im Endlagersystem und der Flächenbedarf zur Realisierung des Endlagerbergwerkes eng miteinander verbunden sind, ist es sinnvoll, diese beiden Aspekte gemeinsam zu betrachten.

In den folgenden Unterkapiteln 8.6.1.1 und 8.6.1.2 wird zunächst der Hintergrund zu beiden Aspekten separat erläutert. Die Methodik zur kombinierten Bewertung beider Aspekte wird in Kapitel 8.6.3 vorgestellt.

Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0002	00

Blatt: 558

§ 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV zu bewertende Aspekt c) und d)

„in Verbindung mit der vorläufigen Auslegung des Endlagers sind für den Bewertungszeitraum anhand überschlägiger Abschätzungen und Analogiebetrachtungen folgende Aspekte zu bewerten:

[...]

c) die thermischen Verhältnisse im Endlagersystem,

d) der Flächenbedarf zur Realisierung des Endlagerbergwerkes,

[...]“

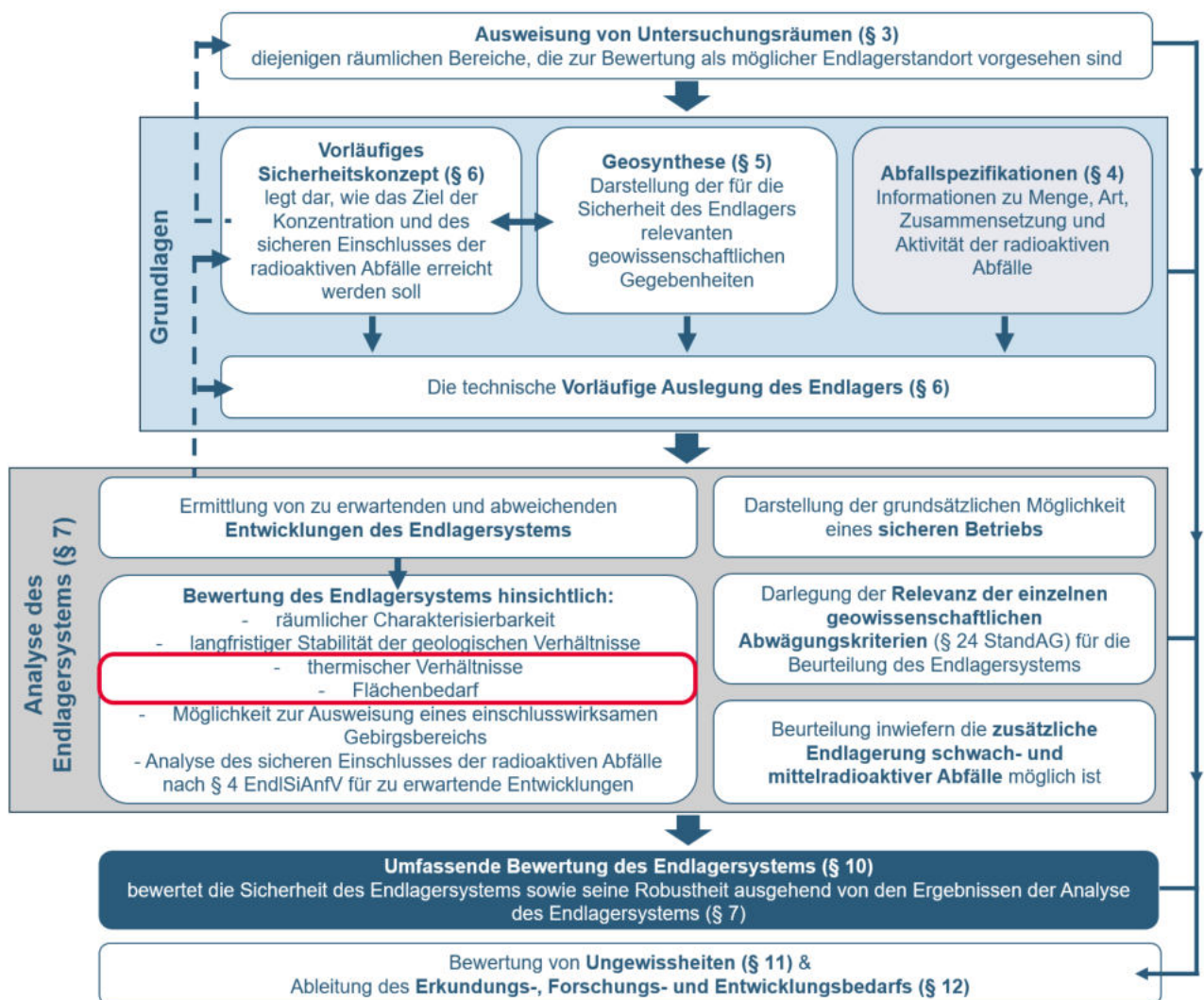



Abbildung 208: Ablauf der rvSV nach EndlSiUntV.

Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung								 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG	
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev	Blatt: 559
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
SG	0330				EA	TF	0002	00	

Die Bewertung des Endlagersystems, u. a. hinsichtlich der thermischen Verhältnisse und dem Flächenbedarf zur Realisierung des Endlagerbergwerkes, folgt auf die Ermittlung von zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen.

8.6.1.1 Hintergrund zu den thermischen Verhältnissen im Endlagersystem

Um innerhalb des Endlagersystems die Sicherheit beschreiben und bewerten zu können, ist es wichtig, sowohl Ausgangszustand als auch mögliche Entwicklungen des Systems zu betrachten (vgl. Kapitel 8.2). Dies beinhaltet auch Kenntnisse zu den vorherrschenden und zukünftigen thermischen Verhältnissen im Endlagersystem. Infolge der Einlagerung der hochradioaktiven Abfälle wird aufgrund ihres radioaktiven Zerfalls Wärme im Endlagersystem frei, was zu einer Temperaturerhöhung im Einlagerungsbereich führt. Die genauen thermischen Verhältnisse hängen im Wesentlichen von den geothermischen Verhältnissen, den thermischen Eigenschaften des Wirtsgesteins und des Verfüllmaterials, sowie der Zerfallswärme und der Anordnung (Bracke et al. 2019) der endgelagerten radioaktiven Abfälle ab.


Die Temperaturänderung innerhalb des Endlagersystems beeinflusst weitere, parallel im Endlager ablaufende Prozesse, die für die Sicherheit des Systems relevant sind. Diese Prozesse umfassen hydraulische, mechanische, chemische, biologische und mineralogische Prozesse (beispielsweise Salzgruskompektion, mikrobielle Aktivitäten oder Mineralumwandlungen), welche ebenfalls miteinander gekoppelt sein können. Neben den thermischen Einflüssen auf das Wirtsgestein und die Langzeitsicherheit, haben die thermischen Verhältnisse auch technische Auswirkungen. Erhöhte Temperaturen können z. B. die Betriebssicherheit des Endlagers beeinflussen²⁵. Weiterhin wird in Hinblick auf die maximale Temperatur an der Außenfläche der Behälter vom StandAG Folgendes vorgegeben:

„Solange die maximalen physikalisch möglichen Temperaturen in den jeweiligen Wirtsgesteinen aufgrund ausstehender Forschungsarbeiten noch nicht festgelegt worden sind, wird aus Vorsorgegründen von einer Grenztemperatur von 100 Grad Celsius an der Außenfläche der Behälter ausgegangen“ (§ 27 Abs. 4 StandAG)

Entsprechend der Forderung des StandAG wird die anzuwendende Grenztemperatur basierend auf dem Stand von Wissenschaft und Technik weiter untersucht, wobei unterschiedliche temperaturrelevante Prozesse miteinbezogen werden müssen, um eine Anpassung der Grenztemperatur durchführen zu können. Derzeit wird die Festlegung auf einen bestimmten Wert der Grenztemperatur und nicht auf eine Wertespanne bevorzugt. Dabei kann die Grenztemperatur, je nach wissenschaftlichen Erkenntnissen, unterschiedlich für jedes Wirtsgestein, ggf. auch unterschiedlich je Standort (Standortregion) sein und im Laufe des Verfahrens weiter variiert werden.

Wie im Folgenden diskutiert wird, kann die Einhaltung einer Grenztemperatur dadurch gewährleistet werden, dass die Anordnung und Behälterbeladung der Endlagergebäude geeignet gewählt wird.

²⁵ Da sie voraussichtlich jedoch keinen nachteiligen Effekt auf die Betriebssicherheit im Sinne des Atomrechts und des Strahlenschutzrechts haben, werden, ist die Temperatur im Rahmen der rvSU kein Kriterium, dass in die Bewertung im Rahmen der Möglichkeiten des sicheren Betriebs mit eingeht.

Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung									 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Blatt: 560
SG	0330				EA	TF	0002	00	

Dies beeinflusst den Flächenbedarf, weshalb die gemeinsame Betrachtung beider Punkte – thermische Verhältnisse und Flächenbedarf – sinnvoll ist.

Da die verschiedenen Wirtsgesteinstypen (Steinsalz, Tongestein, Kristallingestein, vgl. § 1 Abs. 3 StandAG) unterschiedliche Eigenschaften haben, ist es wichtig, die Wirtsgesteinstypen differenziert zu betrachten. Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften sind für jeden Wirtsgesteinstyp verschiedene temperaturabhängige Prozesse relevant. Im Folgenden werden beispielhaft einige unterschiedliche Eigenschaften dargestellt.

Tongestein

Im Tongestein wird durch eine erhöhte Temperatur die Umwandlung von Tonmineralen beschleunigt. Hier ist vor allem die Umwandlung von Smektit zu Illit (Illitisierung) zu nennen, welche mit zunehmender Temperatur verstärkt stattfindet (Meleshyn et al. 2016). Da Illit eine geringere Kationenaustauschkapazität und Quellfähigkeit hat (Bracke et al. 2019, S.98), nehmen diese (positiv wirkenden) Eigenschaften des Tongesteins mit einer erhöhten Temperatur ab. Gleichzeitig nimmt jedoch auch die mikrobielle Aktivität ab, wodurch eine längere Behälterlebensdauer zu erwarten ist. Eine Übersicht der relevantesten temperaturabhängigen Prozesse im Tongestein ist in Abbildung 209 dargestellt.

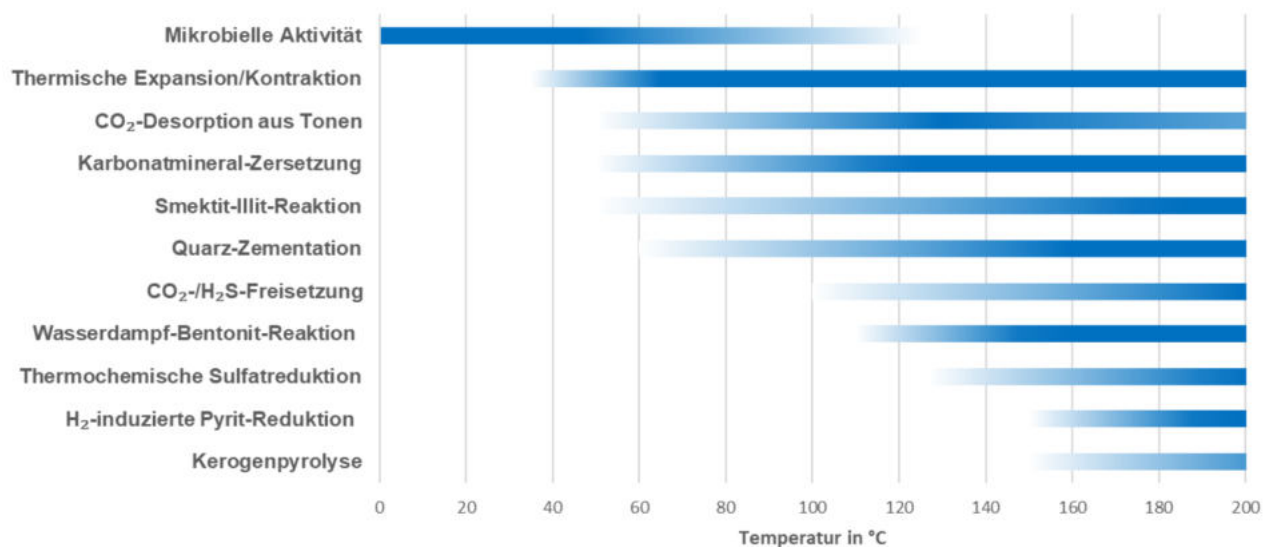



Abbildung 209: Auszug der ablaufenden Prozesse im Tongestein in Abhängigkeit von der Temperatur.

Die blaue Färbung kennzeichnet den Temperaturbereich, in dem der Prozess generell abläuft (Bracke et al. 2019).

Steinsalz

Steinsalz hat eine hohe Wärmeleitfähigkeit und spezifische Wärmekapazität (Meleshyn et al. 2016). Daher kann Zerfallswärme gut aufgenommen und abgeleitet werden. Darüber hinaus beeinflusst eine erhöhte Temperatur das Salzkriechen und Selbstheilungseffekte, beispielsweise von Klüften, positiv. Demgegenüber kann es durch den Eintrag von Wärme und bei Anwesenheit von Hydratsalzen zur thermischen Zersetzung und Kristallwasserfreisetzung kommen. Dies kann wiederum den

Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung									 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Blatt: 561
SG	0330				EA	TF	0002	00	

Transport von Radionukliden verstärken. Die wichtigsten temperaturabhängigen Prozesse in Steinsalz werden in Abbildung 210 gezeigt.

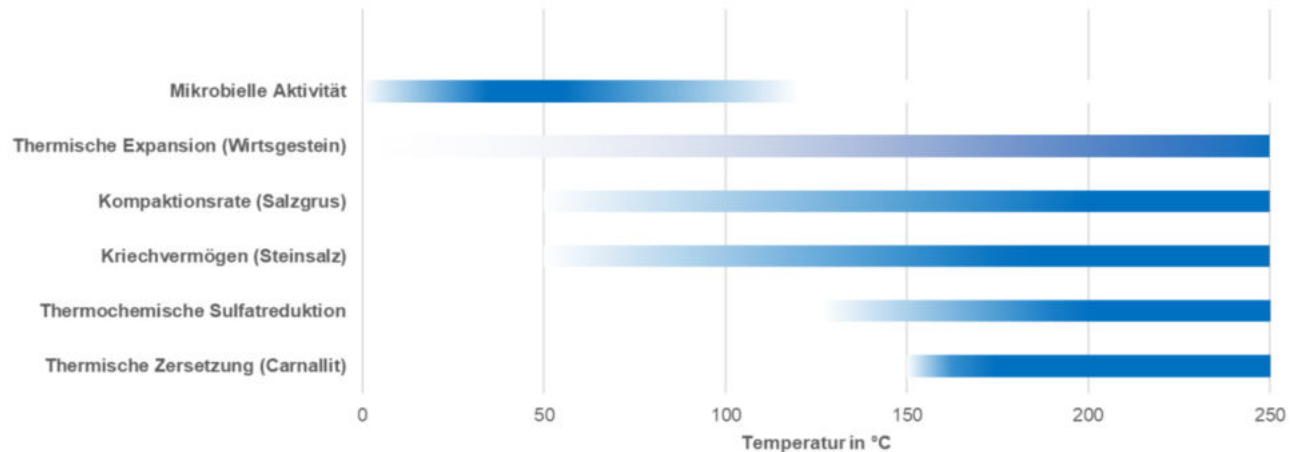


Abbildung 210: Auszug der ablaufenden Prozesse im Steinsalz in Abhängigkeit von der Temperatur.
Die blaue Färbung kennzeichnet den Temperaturbereich, in dem der Prozess generell abläuft (Bracke et al. 2019).


Kristallines Wirtsgestein

Durch ihre Genese haben kristalline Gesteine bereits hohe Temperaturen über lange Zeiträume in der Vergangenheit erfahren. Daher sind für das Wirtsgestein selber keine Veränderungen sicherheitsrelevanter Eigenschaften durch temperaturabhängige Prozesse zu erwarten. Jedoch werden wahrscheinlich tonhaltige Materialien (z. B. Bentonit) für die geotechnischen Barrieren verwendet. Für diese Materialien greifen die gleichen temperaturabhängigen Prozesse wie die oben allgemein für Tongestein beschriebenen Prozesse.

8.6.1.2 Hintergrund zur Betrachtung des Flächenbedarfs

Der Flächenbedarf eines Endlagers ist abhängig von verschiedenen Faktoren. Je nach Wirtsgestein erhöht sich der Flächenbedarf mit der Teufe und initialen Temperatur im Einlagerungsbereich (Kapitel 4.2). Verschiedene gebirgsmechanische Eigenschaften des Wirtsgesteins wirken sich auf die Endlagerauslegung und den Ausbau aus. Die Festigkeit von Tongestein ist beispielsweise geringer als die von Steinsalz oder Kristallingestein. Sie erfordert es, dass die Einlagerungsstrecken mit zunehmender Teufe (und damit verbundenem zunehmenden gebirgsmechanischen Druck) weiter auseinanderliegen liegen und somit die Pfeilergrößen zunehmen (Kapitel 4.2.7). Durch einen größeren Abstand bzw. größere Pfeiler zwischen den Einlagerungsstrecken erhöht sich der Flächenbedarf.

Darüber hinaus ist der Flächenbedarf abhängig von den vorherrschenden thermischen Verhältnissen. Um höhere geothermisch bedingte Umgebungstemperaturen zu kompensieren, müssen mit zunehmender Teufe auch größere Abstände zwischen den einzelnen Behältern oder eine andere Beladung gewählt werden. Dies führt dazu, dass mit zunehmender Umgebungstemperatur und in

Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung									 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Blatt: 562
SG	0330				EA	TF	0002	00	

Folge der größeren Abstände oder Anzahl an Endlagergebänden der Flächenbedarf eines Endlagers erhöht wird.

8.6.2 Die Berechnung des Flächenbedarfs

Zur Bewertung dieses Aspekts erfolgt eine rechnerische Abschätzung der Endlagerflächenbedarfe in Abhängigkeit der Entwurfsgrößen „Zielteufe des Endlagers“ und „initiale Temperatur im Einlagerungsbereich“. Die resultierende vorläufige Flächenbedarfsprognose ist spezifisch für eine vorläufige Endlagerauslegung. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik zur Ermittlung der vorläufigen Flächenbedarfsprognosen ist Kapitel 4.2.8 zu entnehmen.

Für die wärmeentwickelnden Abfälle erfolgt die Abschätzung der notwendigen Flächenbedarfe mittels numerischer thermischer Berechnungen auf Basis der Finite-Elemente-Methode. Als Resultat dieser Berechnungen ergibt sich für jede Inventarart eine zulässige Behälterbeladung, die das Grenztemperaturkriterium erfüllt. Anschließend kann auf Grundlage des Abfallmengengerüsts die Anzahl an Behältern und darauf aufbauend die notwendige Fläche für die Einlagerungsfelder abgeschätzt werden. Durch die zusätzliche Berücksichtigung weiterer Flächenbedarfe, im Wesentlichen für Infrastrukturbereiche und auf Grund von vorgesehenen Sicherheitsabständen (siehe hierzu auch Kapitel 4.2.6.9), kann der kumulierte Endlagerflächenbedarf berechnet werden. Die resultierenden Flächenbedarfsprognosen für eine vorläufige Endlagerauslegung im Tongestein und Steinsalz können Kapitel 4.2.8.7 entnommen werden.

8.6.3 Kombinierte Bewertung von thermischen Verhältnissen (Aspekt c)) und Flächenbedarf (Aspekt d))

8.6.3.1 Allgemeines Vorgehen bei der kombinierten Bewertung

Wie im Kapitel 8.6.1 dargestellt, stehen die thermischen Verhältnisse in direktem Zusammenhang mit dem Flächenbedarf. Da der teufenabhängige Flächenbedarf sowohl abhängig von den gebirgsmechanischen Eigenschaften des Wirtsgesteins, als auch den thermischen Verhältnissen im Endlagersystem ist, ist eine kombinierte Bewertung der Aspekte c) „die thermischen Verhältnisse [...]“ und d) „Flächenbedarf(s) zur Realisierung des Endlagerbergwerks“ sinnvoll.

Für die Bewertung des Flächenbedarfs des Endlagers ist im Wesentlichen das Platzangebot in der Zielteufe eines Teiluntersuchungsraums entscheidend. Anschaulich kann anhand einer Kennzahl $I_{T,z}$ gezeigt werden, wie häufig das potenzielle Endlager mit einer Fläche $A_{T,z}$, in einer bestimmten Teufe in das Wirtsgestein mit einer zusammenhängend verfügbaren Fläche A , hineinpasst. Dabei berücksichtigt $A_{T,z}$, wie in Kapitel 8.6.2 dargestellt, den Einfluss der thermischen Verhältnisse und die gebirgsmechanischen Eigenschaften des Wirtsgesteins. Je größer die Kennzahl $I_{T,z}$ ist, desto größer ist das Platzangebot im Vergleich zum Flächenbedarf und desto positiver wird der Aspekt bewertet:

$$I_{T,z} = A/A_{T,z} \quad (7)$$

Mit:

**Methodenbeschreibung zur Durchführung
der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen
gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung**



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0002	00

Blatt: 563

$I_{T,z}$ (-): Kennzahl für die Bewertung der Aspekte c) und d) (§ 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. c) und d) Endl-SiUntV), Bewertung des Flächenbedarfs in Abhängigkeit der gebirgsmechanischen Eigenschaften und der thermischen Verhältnisse.

A (m²): Verfügbare zusammenhängende Fläche(n) im Teiluntersuchungsraum mit günstiger Mächtigkeit. Die günstige Mächtigkeit ist die Mächtigkeit, welche mindestens der Transportlänge d_{1Ma} entspricht.

$A_{T,z}$ (m²): Flächenbedarf eines Endlagers in Abhängigkeit der gebirgsmechanischen Eigenschaften in der jeweiligen Teufe und der thermischen Verhältnisse

Z (m): Mittlere Teufe der Wirtsgesteinsformation


T (°C): Initiale Temperatur im Endlagerbereich

Die Bereiche des Teiluntersuchungsraums, in denen keine Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs möglich ist (Kapitel 8.5.10), werden für die Bewertung der Aspekte c) und d) nicht weiter betrachtet, da in diesen Bereichen kein sicherer Einschluss zu erwarten ist. Die verfügbare Fläche A umfasst demnach nur die Fläche der Bereiche des Teiluntersuchungsraums, in welchen die Mächtigkeit des Wirtsgesteins mindestens der zweifachen bestmöglichen Einschätzung der berechneten Transportlänge d_{1Ma} (zzgl. Endlagerhöhe) entspricht (Kapitel 8.5.7). Der Wert für $A_{T,z}$ lässt sich in Abhängigkeit von Wirtsgestein, Temperatur und Teufe bestimmen.

Um die Kennzahl $I_{T,z}$ zu bestimmen wird zunächst ein Raster Z der mittleren Teufe des Teiluntersuchungsraums erstellt, wobei jedes Rasterelement i eine Fläche A_R abdeckt. Für jedes Rasterelement Z_i wird nun die Fläche des Elements durch den aus der zugehörigen Teufe und Temperatur berechneten potenziellen Flächenbedarfs geteilt. Die Kennzahl $I_{T,z}$ ergibt sich dann als Summe über alle Rasterelemente.

Über die Fläche des Teiluntersuchungsraums ändern sich mittlere Teufenlage, Temperatur und andere Eigenschaften, und daher auch der Flächenbedarf. Die Kennzahl $I_{T,z}$ enthält keine Aussage bezüglich dieser räumlichen Variabilität. Dies bedeutet, dass sich anhand der Kennzahl nicht ableiten lässt, ob sich die Teufe und somit auch der Flächenbedarf stark oder kaum über die gesamte zu betrachtende Fläche des Teiluntersuchungsraums ändert. Dieser Aspekt ist für die Planung eines Endlagers relevant, da im Allgemeinen homogene Teufen- und Temperaturbereiche zu bevorzugen sind. Um Informationen bezüglich Teufenänderungen und somit Information zur Variabilität des Flächenbedarfs zu erhalten, kann zusätzlich zur Ermittlung der Kennzahl $I_{T,z}$ eine Clusteranalyse durchgeführt werden.

Es ist hervorzuheben, dass die Kennzahl $I_{T,z}$ eine Gesamtaussage zu einem Teiluntersuchungsraum ermöglicht und somit den Vergleich verschiedener Gebiete miteinander unterstützt. Auf Grundlage der Kennzahl erfolgt kein Prüfschritt und somit keine Zuordnung in eine bestimmte Kategorie der umfassenden Bewertung. Die Kennzahl (bzw. Kennzahlen im Falle von mehreren, nicht zusammenhängenden Bereichen) und ggf. das Ergebnis der Clusteranalyse dient insbesondere als Information und Input bei der umfassenden Bewertung nach § 10 EndlSiUntV (vgl. Kapitel 9).

Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung									 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Blatt: 564
SG	0330				EA	TF	0002	00	

Zusätzlich zu der Berechnung einer Kennzahl werden Bereiche mit möglichst homogenen Werten des Flächenbedarfs identifiziert. Da der Flächenbedarf abhängig von Teufe und Temperatur ist, ermöglicht dies, innerhalb eines Teiluntersuchungsraums Rückschlüsse zu ziehen, wo sich räumlich zusammenhängende Bereiche mit ähnlicher Teufe und Temperatur zur Realisierung eines Endlagers befinden. Zu diesem Zweck wird voraussichtlich eine Clusteranalyse durchgeführt dessen Analyse den zu betrachtenden Teiluntersuchungsraum in verschiedene Klassen mit ähnlichem Flächenbedarf einteilt. Jedes Rasterelement wird basierend auf seiner räumlichen Lage und den Flächenbedarfen seiner Nachbarn einer der definierten Klassen zugewiesen. Anhand dieser Zuweisungen lassen sich die Klassen räumlich in kartografischer Form darstellen. Dabei stellt jeder Farbbereich einen Bereich mit ähnlichem Flächenbedarf dar. Je größer der Bereich einer Farbe, desto größer der zu erwartende Homogenbereich. Da für die Endlagerung homogene Teufen und Temperaturen als positiv bewertet werden, sind im Allgemeinen große Bereiche einer Farbe zu favorisieren. Das Ergebnis der Clusteranalyse soll nicht direkt zur Bewertung von Aspekt c) und d) beitragen, sondern mehr einen qualitativen Einblick in die Verbreitung von Homogenbereichen geben. Dennoch kann das Ergebnis aus der Clusteranalyse in die umfassende Bewertung (§ 10 EndlSiUntV) miteinfließen, um besonders geeignete Teiluntersuchungsräume bzw. besonders geeignete Bereiche innerhalb von Teiluntersuchungsräumen zu identifizieren.

8.6.3.2 Vorgehen bei Steinsalz in steiler Lagerung

Beim Wirtsgestein Steinsalz in steiler Lagerung ist die Lage homogener, geeigneter Internbereiche wichtig, wie z. B. der Staßfurt-Folge (z2) des Zechsteins. Diese geeigneten Bereiche sind abhängig vom Internbau, der in der aktuellen Phase des Verfahrens in der Regel nicht ausreichend bekannt ist. Für Steinsalz in steiler Lagerung, bzw. je nach Lage der z2 Bereiche, ist es wahrscheinlich, dass die vertikale Ausdehnung des Wirtsgesteins ebenso wichtig ist wie die horizontale Ausdehnung. Daher wird für das Wirtsgestein Steinsalz in steiler Lagerung ein anderer Ansatz zur Bewertung des Flächenbedarfs und der thermischen Verhältnisse verfolgt als für die großflächigen Teilgebiete.

Bei Salzstöcken besteht die Möglichkeit das Endlager in unterschiedlichen Teufen oder auch mehrschichtig zu realisieren. Daher kann es bei der Bewertung von Vorteil sein, das verfügbare Volumen des Salzstockes zu betrachten und nicht wie im vorigen Kapitel beschrieben die verfügbare Fläche. Dazu muss zunächst das geeignete, verfügbare Volumen identifiziert werden. In die Teufe wird dies von der bisher festgelegten maximalen Teufe von 1500 m begrenzt. In die Höhe wird das verfügbare Volumen durch die Mindestanforderung der minimalen Teufe von 300 m des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs, sowie der vorausgesetzten 300 m mächtigen Salzscheibe zwischen Top der Salzstockstruktur und einschlusswirksamen Gebirgsbereich begrenzt. In der Horizontalen wird das Volumen u. a. von der Form und Größe des Salzstocks bestimmt. Darüber hinaus werden überhängende Bereiche des Salzstockes nicht zum vorhandenen Volumen gezählt, da in diesen Bereichen kein geeigneter Internbau zu erwarten ist. An dieser Stelle kann auch die Verwendung eines Puffers, als Abstand zu Deck- und Nebengebirge, in Erwägung gezogen werden. Dieser würde sich ebenfalls auf das vorhandene Volumen auswirken, aber da er bei allen Salzstöcken gleich ausfallen würde, würde dieser nicht zur weiteren Differenzierung von Salzstöcken untereinander helfen.

Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0002	00

Blatt: 565

Ähnlich zu der Bewertung von stratiformen Wirtsgesteinen anhand der Kennzahl $I_{T,z}$ können nun auch Salzstöcke bewertet werden. Dafür kann das Volumen in horizontale Schnitte segmentiert werden, beispielsweise in Schnitte mit einer Höhe, welche der zu erwartenden Höhe eines Endlagers entspricht. Aus der Fläche des Segments und des teufen- und temperaturabhängigen Flächenbedarfs entsprechend der Teufe des Segments, kann dann das Verhältnis gebildet werden. Dies kann für jedes Segment wiederholt werden. Die resultierenden Größen können dann summiert werden um eine Kennzahl zur Bewertung des gesamten Teiluntersuchungsraums zu erhalten. Solch ein Vorgehen kann auf ähnliche Weise realisiert werden wie das Vorgehen der Positionsoptimierung, welches im Beispiel 93 gezeigt ist.

Ähnlich wie die Kennzahl $I_{T,z}$, wäre ein solche Kennzahl nicht sensitiv gegenüber dem Internbau oder der Charakterisierbarkeit des Salzstockes. Dafür kann sie jedoch eine globale Aussage bezüglich des Verhältnis zwischen Flächenbedarf und der tatsächlich verfügbaren Fläche, bzw. Volumen treffen, welche die weitere Differenzierung und Bewertung von Teiluntersuchungsräumen innerhalb der umfassenden Bewertung nach § 10 EndlSiUntV unterstützen kann.

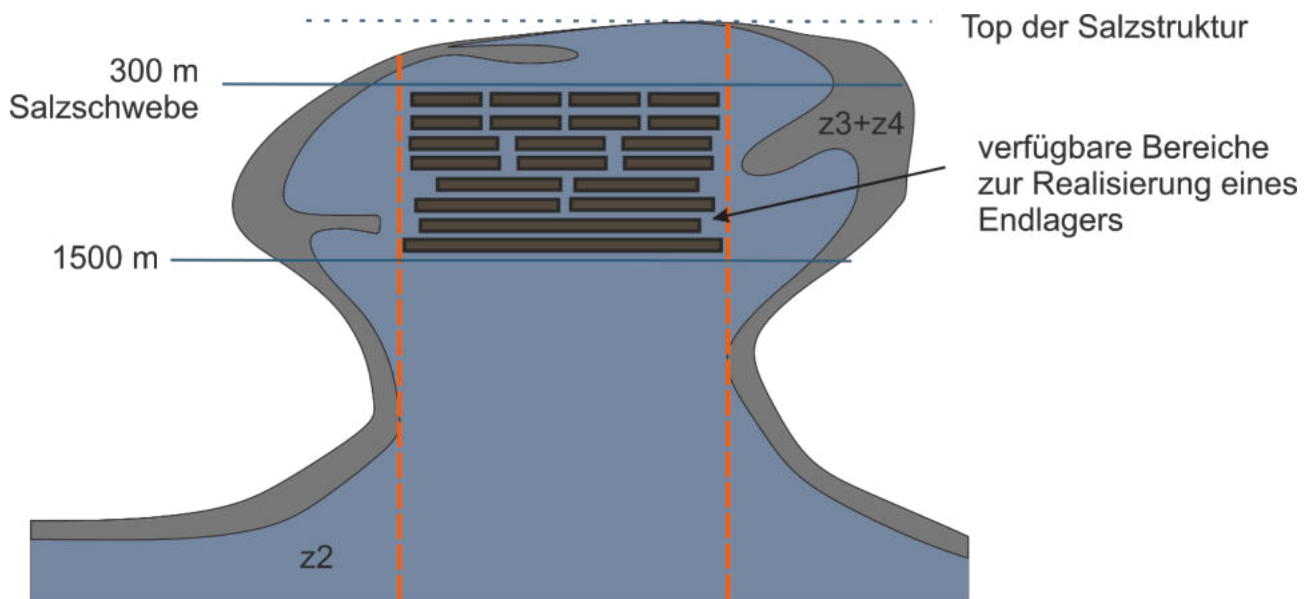



Abbildung 211: Beispielgrafik für die Flächenbedarfskennzahl in einem Salzstock (zur Darstellungszwecken in 2D)

Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung									 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Blatt: 566
SG	0330				EA	TF	0002	00	

8.6.4 Ungewissheiten bei der kombinierten Bewertung der thermischen Verhältnisse und des Flächenbedarfs

Wie bereits in Kapitel 8.6.3 beschrieben, erfolgt die Bewertung unter anderem anhand der Kennzahl $I_{T,z}$, welche sich aus dem Verhältnis der verfügbare Fläche und des Flächenbedarfs zusammensetzt. Dabei umfasst die verfügbare Fläche nur die Fläche der Bereiche des Teiluntersuchungsraums, in welchen die Mächtigkeit des Wirtsgesteins die Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs erlaubt. Die verfügbare Fläche innerhalb eines Teiluntersuchungsraums kann jedoch auch aufgrund der Charakterisierung und Charakterisierbarkeit eingeschränkt sein. Es ist beispielsweise möglich, dass aufgrund der Charakterisierbarkeit die Ausweisung entsprechender homogenen, geeigneten Flächen für ein Endlager in manchen Bereichen oder Teiluntersuchungsräumen schwieriger ist als in anderen Bereichen. Bei kristallinem Wirtsgestein kann dies der Fall sein, da es aufgrund seiner inhärenten Klüftigkeit schwieriger zu charakterisieren ist. Auch im Steinsalz oder im Tongestein kann es je nach Lithologie und Genese heterogene Bereiche geben, welche die Ausweisung von entsprechenden Flächen erschweren oder die verfügbare Fläche einschränken. Insbesondere beim Steinsalz in steiler Lagerung können je nach Internbau günstige Bereiche begrenzt oder zerschnitten sein. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist der Internbau der Teilgebiete mit Steinsalz in steiler Lagerung in der Regel noch nicht ausreichend bekannt. Eine Bewertung der Charakterisierbarkeit hinsichtlich des Flächenbedarfs findet bei der Anwendung der Kennzahl $I_{T,z}$ keine Berücksichtigung, da sie als Teil der Bewertung von Aspekt a) „die räumliche Charakterisierbarkeit des Endlagersystems“ (Kapitel 6) bewertet wird. Potenzielle Kopplungen zwischen der Bewertung des Flächenbedarfs und der Charakterisierbarkeit fließen daher unter § 10 EndlSiUntV zusammen.