



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

ÖFFENTLICHE SITZUNG DES PLANUNGSTEAMS FORUM ENDLAGERSUCHE

Anpassung der Grenztemperatur nach § 27 StandAG

WOLFRAM RÜHAAK

Online, 25.04.2024

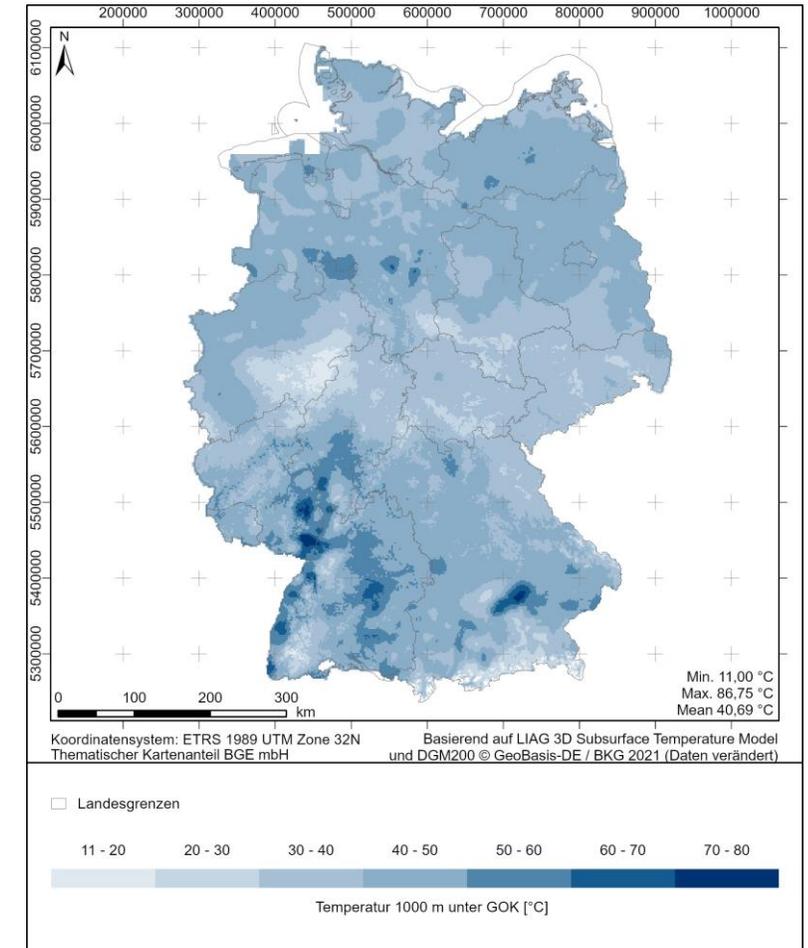


„SOLANGE DIE MAXIMALEN PHYSIKALISCH MÖGLICHEN TEMPERATUREN IN DEN JEWEILIGEN WIRTSGESTEINEN AUFGRUND AUSSTEHENDER FORSCHUNGSARBEITEN NOCH NICHT FESTGELEGT WORDEN SIND, WIRD AUS VORSORGEGRÜNDEN VON EINER GRENZTEMPERATUR VON 100 GRAD CELSIUS AN DER AUßENFLÄCHE DER BEHÄLTER AUSGEGANGEN.“

§ 27 Abs. 4 StandAG

BEDEUTUNG DER GRENZTEMPERATUR IM STANDORTAUSWAHLVERFAHREN

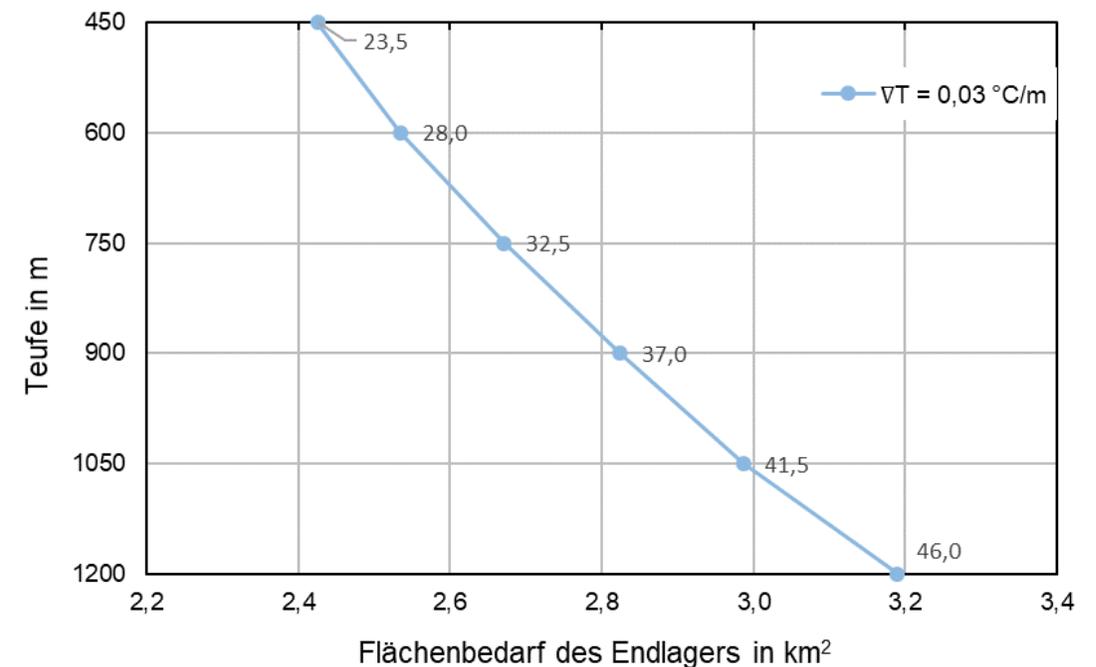
- 100 °C Grenztemperatur basiert auf Empfehlung der Endlagerkommission (K-Drs. 268)
- Kritische Diskussionen hinsichtlich der Grenztemperatur in der Fachwelt
 - Temperaturen von max. 100 °C sind nicht ausschließlich vorteilhaft (Bracke et al. 2019)
 - Eine für alle Wirtsgesteine allgemein gültige Grenztemperatur ist wissenschaftlich und sicherheitstechnisch nicht begründbar (ESK 2022)
- Temperaturabhängige Prozesse wirken unterschiedlich je Wirtsgestein
- **Festlegung wirtsgesteinsspezifischer Temperaturen größer oder gleich 100 °C notwendig für die Durchführung der Standortsuche**



DIE GRENZTEMPERATUR ALS WESENTLICHE RANDBEDINGUNG

- Vorläufige Auslegung des Endlagers
 - Berechnung der Endlagerfläche in Abhängigkeit von der Grenztemperatur
- Endlagerbehälterentwicklung für Phase II
- Teufe der Standortsuche
- Bewertung des sicheren Einschlusses
- Bewertung der Betriebssicherheit und Rückholbarkeit

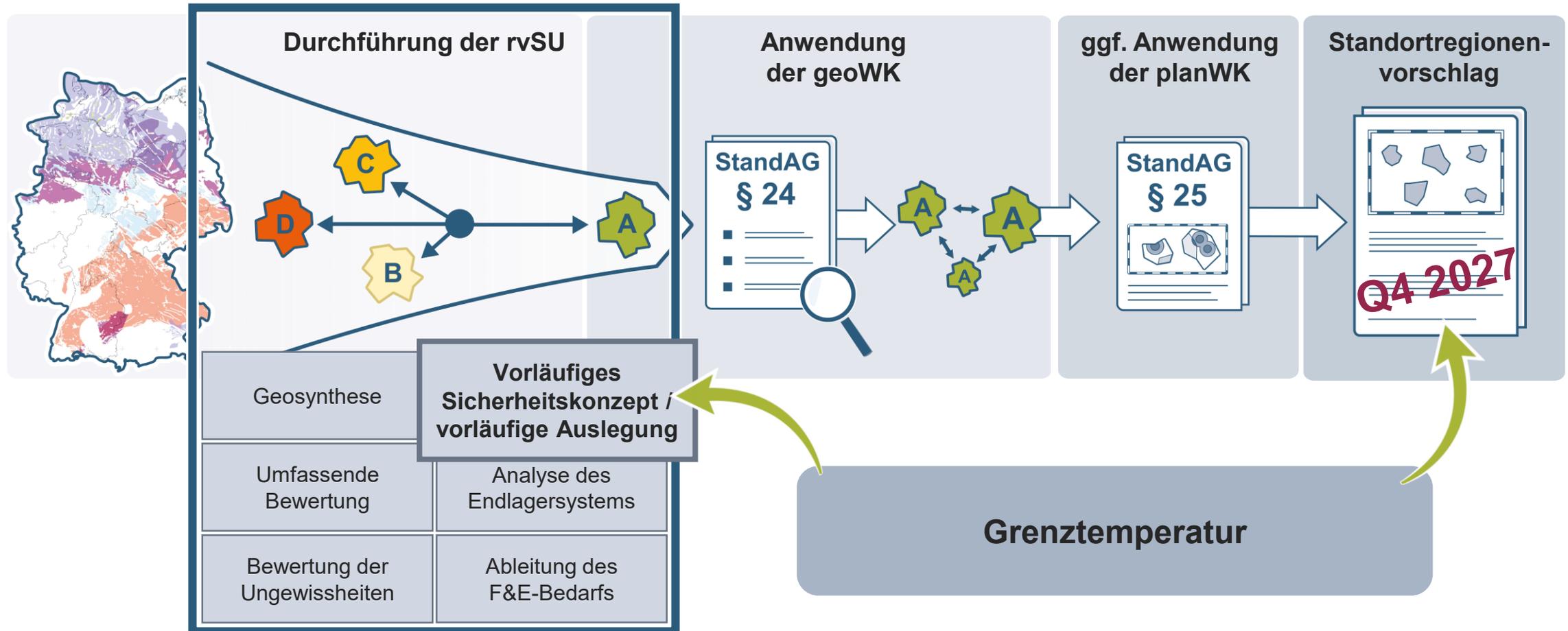
Beispiel für Steinsalz bei 100 °C



*Endlagerfläche = maximale Größe eines möglichen Endlagerbergwerks gem. § 6 Abs. 4 Nr. 2 EndlSiUntV ⇒ verfahrensrelevante Größe

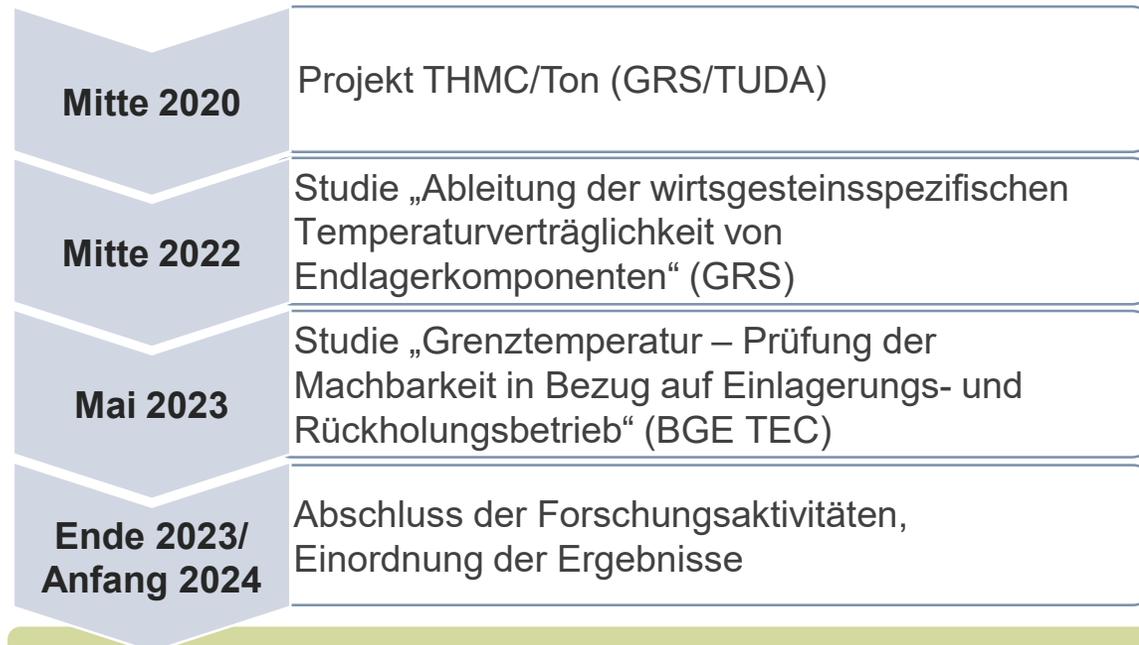
Quelle: BGE 2022/2; Arbeitsstand

ZEITLICHE RELEVANZ DER ANPASSUNG DER GRENZTEMPERATUR



VORGEHEN ZUR ANPASSUNG DER GRENZTEMPERATUR

Fachliche Arbeiten durch BGE



April 2024: Anpassung der Grenztemperatur (BGE 2024/1)

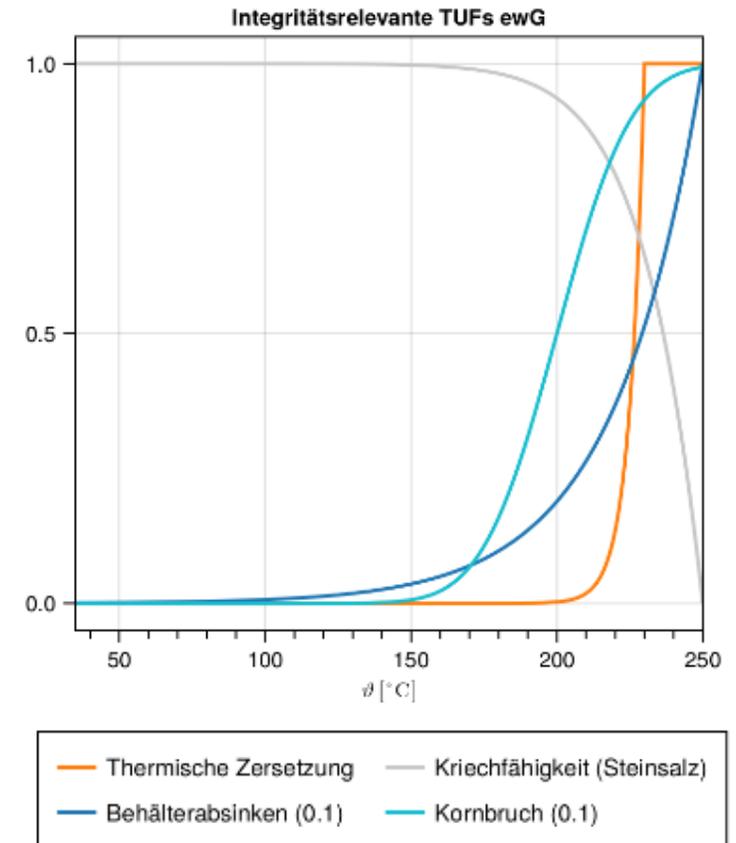
Kommunikation

- 12. Mai 2022 Stellungnahme der ESK (ESK 2022)
- 20.-21. Mai 2022 1. Forum Endlagersuche
- 28. März 2023 Fachworkshop Grenztemperatur des BASE
- 19. Sept. 2023 Stellungnahme des BASE (BASE 2023)
- 17.-18. Nov. 2023 2. Forum Endlagersuche
- 11. April 2024 84. NBG Sitzung
- 25. April 2024 Öffentliche Sitzung des PFE

ABLEITUNG VON TEMPERATURVERTRÄGLICHKEITEN FÜR KOMPONENTEN EINES ENDLAGERSYSTEMS (GRS)

Steinsalz, Tongestein und Kristallin

- Temperaturverträglichkeit für Wirtsgesteine wird ermittelt, durch Berücksichtigung von Konsequenzen hinsichtlich
 - Radionuklidtransport
 - Integrität der Barrieren
- Erstellung von Temperaturunverträglichkeitsfunktionen (TUF) je relevantem Prozess
- Ableitung einer günstigen Temperatur je Wirtsgestein
 - **Tongestein 100 °C (oder 120 °C)**
 - **Steinsalz 170 °C**
 - **Kristallin 100 °C**



➤ Ausschließlich Berücksichtigung der Langzeitsicherheit

EINSCHÄTZUNG BETRIEBLICHER MACHBARKEIT (BGE TEC)

- Zielsetzung: Einschätzung der betrieblichen Machbarkeit bei verschiedenen Grenztemperaturen (basierend auf Ergebnissen der GRS)
- Wenn Rückholung machbar ist, ist auch der Einlagerungsbetrieb machbar
- Untersuchung der klimatischen Bedingungen und der Offenhaltung der Strecken

Ergebnisse

Steinsalz: 170 °C

- Betriebliche Machbarkeit wird in Frage gestellt
(erhebliche Schwierigkeiten bei Offenhaltung der Strecken bei Teufen > 1000 m)

Tongestein: 120 °C, Kristallin: 100 °C

- Positive Bewertung der betrieblichen Machbarkeit

EINORDNUNG DER FACHLICHEN ERGEBNISSE

ERGEBNISSE der fachlichen Arbeiten¹

Günstige Temperaturen für Langzeitsicherheit (GRS)	Betriebssicherheit/Rückholung (BGE TEC)
<ul style="list-style-type: none">• Steinsalz 170 °C• Tongestein 100 °C (oder 120 °C)• Kristallin 100 °C	<ul style="list-style-type: none">• Steinsalz 170 °C Machbarkeit fraglich• Tongestein 120 °C machbar• Kristallin 100 °C machbar

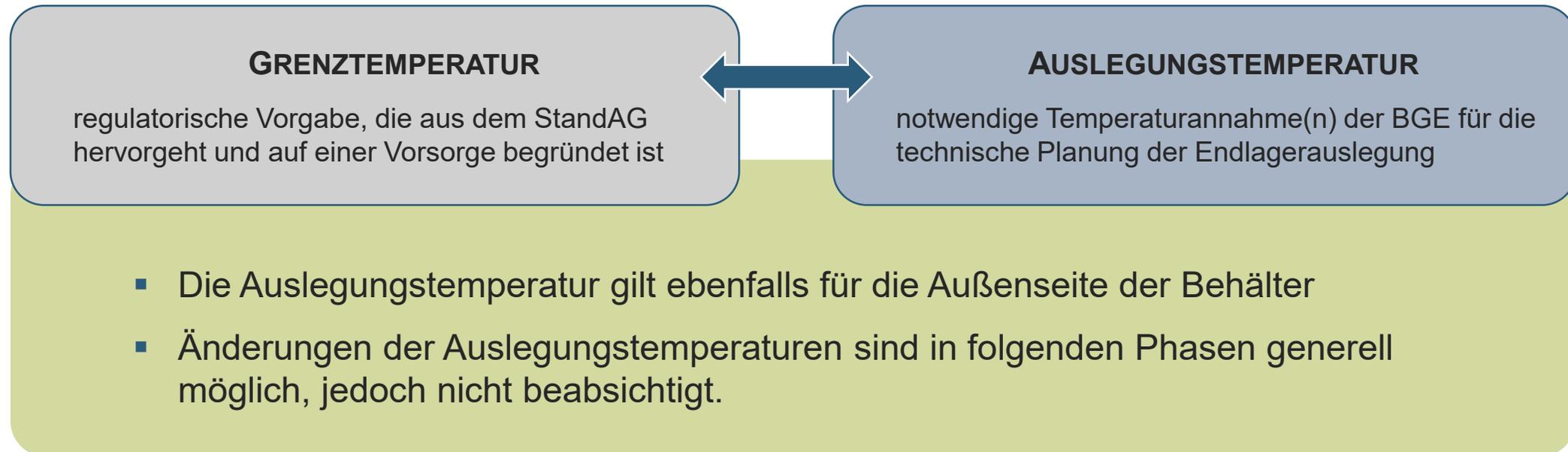
EINORDNUNG der Ergebnisse durch BGE

Ab Schritt 2 Phase I: **FESTLEGUNG wirtsgesteinsspezifischer Auslegungstemperaturen**

¹Die Ergebnisse wurden Anfang 2024 in den Berichten GRS-754, GRS-755 und GRS-756, sowie Bertrams & Leonhard 2024 veröffentlicht.

GRENZTEMPERATUR VERSUS AUSLEGUNGSTEMPERATUR

Gesetz regelt Grenztemperatur, BGE adressiert Auslegungstemperatur:



WIRTSGESTEINSSPEZIFISCHE AUSLEGUNGSTEMPERATUREN



Steinsalz

Versatz: Salzgrus

➤ 150 °C

- Beschleunigtes Salzkriechen mit zunehmenden Temperaturen ist günstig für bestmögliche Langzeitsicherheit
- Bei 150 °C ist der sichere Endlagerbetrieb bzw. die Rückholbarkeit machbar



Tongestein

Versatz: Bentonit (Ton)

➤ 100 °C

- Zunehmende Temperaturen sind nicht günstig für die sicherheitsrelevanten Eigenschaften der Tonminerale
- Schädigungen sollten für bestmögliche Sicherheit minimiert werden



Kristallin

Versatz: Bentonit (Ton)

➤ 100 °C

- Aufgrund der Verwendung von Ton für den Versatz/Verschluss gelten Argumente analog zum Tongestein
- Schädigung des Versatzmaterials muss vermieden werden, da die Sicherheit allein auf (geo-)technischen Barrieren beruhen kann (Endlagersystemtyp 2)

Quelle: BGE

➔ Maßgeblich für abschließende Bewertung sind Standortdaten und ggf. weiter fortgeschrittene Endlagerkonzepte

ZUSAMMENFASSUNG

- Die Grenztemperatur ist wesentliche Planungs-/Randbedingung
- Anpassung der Grenztemperatur ist bereits ab dem aktuellen Schritt des Verfahrens relevant
- Durchführung verschiedener externer Studien zur Langzeitsicherheit, Betriebssicherheit und Rückholung
 - Unterschiedliche Temperaturen sind für verschiedene Wirtsgesteine günstig
 - Entwicklung eines Werkzeugs, das nachvollziehbare Bewertungen ermöglicht
 - „Ausstehende Forschungsarbeiten“ liegen vor, um von der Grenztemperatur nach StandAG abzuweichen
 - Anpassung der Grenztemperatur ist somit aus fachlicher Sicht bzgl. der Sicherheit sinnvoll
- **Für die Standortsuche werden nun die folgenden Auslegungstemperaturen verwendet:**
 - **Tongestein und Kristallin: 100 °C**
 - **Steinsalz: 150 °C → hieraus resultiert keine Bevorzugung**

ABKÜRZUNGEN

BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung GmbH
BGE-TEC	BGE Technology GmbH
EndSiUntV	Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung
ESK	Entsorgungskommission
F&E	Forschung und Entwicklung
geoWK	geowissenschaftliche Abwägungskriterien
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH
planWK	Planungswissenschaftliche Abwägungskriterien
Q	Quartal
rvSU	repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen
StandAG	Standortauswahlgesetz
THMC	thermisch-hydraulisch-mechanisch-chemisch
THMCB	thermisch-hydraulisch-mechanisch-chemisch-biologisch
TUDA	Technische Universität Darmstadt

LITERATUR (1/2)

- BASE (2023): Stellungnahme zur Anwendung des § 27 Abs. 4 StandAG („Grenztemperatur“). Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE). Berlin
- BGE (2024/1): Auslegungstemperaturen in Schritt 2 Phase I des Standortauswahlverfahrens. Einordnung zum Umgang mit der Grenztemperatur. BGE Grundlagenbericht BGE-2024-GB-1. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. DOI: <https://doi.org/10.61046/BGE2024GB1>
- BGE (2022/2): Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH.
- Bertrams, N. & Leonhard, J. (2024): Grenztemperatur - Prüfung der Machbarkeit in Bezug auf Einlagerungs- und Rückholungsbetrieb. Abschlussbericht. BGE TEC 2023-05. BGE TECHNOLOGY GmbH. Peine
- Bracke, G.; Hartwig-Thurat, E.; Larue, J.; Meleshyn, A.; Weyand, T. (2019): Untersuchungen zu den „maximalen physikalisch möglichen Temperaturen“ gemäß § 27 StandAG im Hinblick auf die Grenztemperatur an der Außenfläche von Abfallbehältern. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH. Köln
- Czaikowski, O.; Förster, B.; Hinze, M.; Mayer, K.-M.; Meleshyn, A.; Middelhof, M.; Rübel, A.; Wieczorek, K.; Wolf, J. (2024): Ableitung der wirtsgesteinsspezifischen Temperaturverträglichkeit von Endlagerkomponenten. Wirtsgestein Ton. GRS. 754. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH. Braunschweig

LITERATUR (2/2)

- Czaikowski, O.; Förster, B.; Hinze, M.; Mayer, K.-M.; Meleshyn, A.; Middelhof, M.; Rübel, A.; Wieczorek, K.; Wolf, J. (2024): Ableitung der wirtsgesteinsspezifischen Temperaturverträglichkeit von Endlagerkomponenten. Wirtsgestein Kristallin. GRS. 755. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH. Braunschweig
- Czaikowski, O.; Förster, B.; Hinze, M.; Mayer, K.-M.; Meleshyn, A.; Middelhof, M.; Rübel, A.; Wieczorek, K.; Wolf, J. (2024): Ableitung der wirtsgesteinsspezifischen Temperaturverträglichkeit von Endlagerkomponenten. Wirtsgestein Steinsalz. GRS. 756. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH. Braunschweig
- EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)
- ESK (2022): Stellungnahme der Entsorgungskommission zum 100 Grad Celsius Kriterium in § 27 (4) des Standortauswahlgesetzes. Entsorgungskommission. Bonn
- K-Drs. 268: Abschlussbericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, Berlin, 5. Juli 2016
- StandAG: Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) geändert worden ist



BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

PD DR. WOLFRAM RÜHAAK

Standortauswahl – Sicherheitsuntersuchungen

Peine | Eschenstraße 55 | 31224 Peine

www.bge.de

www.einblicke.de



Die Newsletter der BGE

