

Grenztemperaturen – Einschätzung betrieblicher Machbarkeit

Niklas Bertrams

Vortrag beim 2. Forum Endlagersuche, am 18.01.2023 in Halle (Saale)

Zielsetzung der Arbeiten

Einschätzung der betrieblichen Machbarkeit der Grenztemperaturen

Einlagerungsbetrieb und Rückholbarkeit bei

- 170 °C im Steinsalz
- 120 °C im Tongestein
- 110 °C im kristallinen Wirtsgestein

Kernaspekte der Machbarkeit:

- Wenn die Rückholung machbar ist, ist es auch der Einlagerungsbetrieb.
- Sind die klimatischen Bedingungen in den Strecken bei entsprechender Grenztemperatur derart, dass sie den Einsatz von Personen erlauben (Grenzwerte der KlimaBergV)?
- Ist es möglich, die Strecken bei entsprechender Grenztemperatur über einen ausreichenden Zeitraum offen zu halten, um die betrieblichen Arbeiten durchzuführen?

Grundlagen/Referenzen

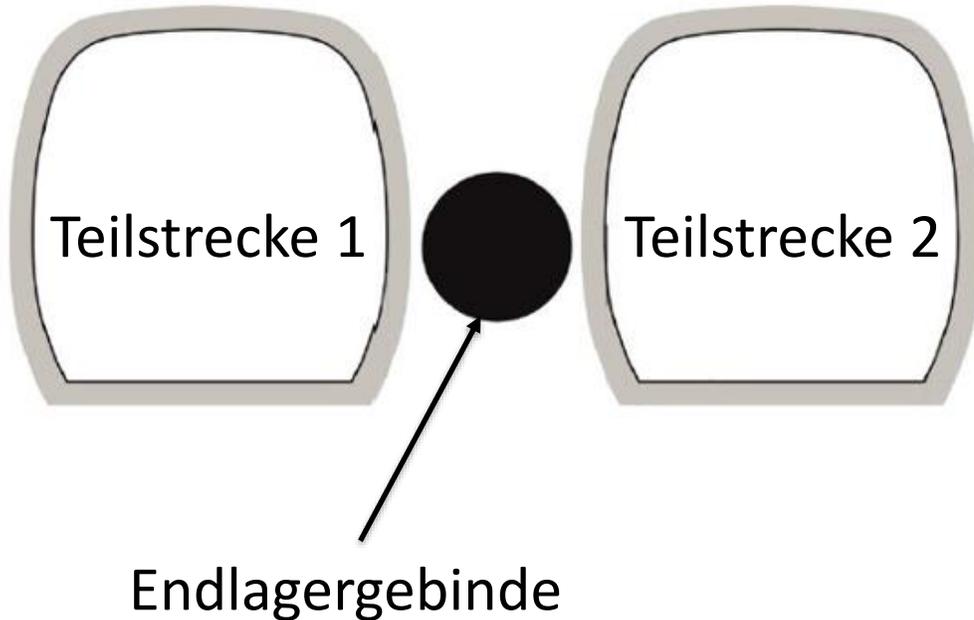
- Einlagerungskonzepte:
 - [Anlage zur BGE Methodik für die rvSU](#)
 - Aktuelle Arbeiten im Rahmen der rvSU

- Rückholungskonzepte:
 - F&E Projekt ERNESTA:
 - [Rückholung aus Streckenlagerung im Steinsalz](#)
 - [Rückholung aus Streckenlagerung im Tongestein](#)
 - Rückholungskonzept SKB/Posiva Oy: [SKB TR-14-19](#)
 - Rückholungskonzept NAGRA: [NAB 21-13](#)

- Konvergenz im Steinsalz: [Prijt \(1991\)](#)

Rückholungsprozess im Steinsalz

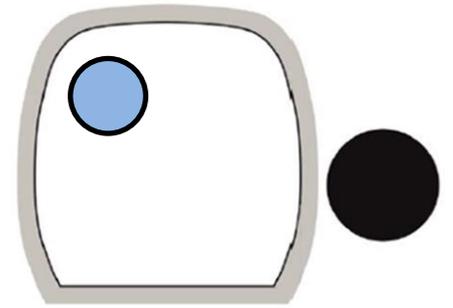
Schritt 1:
Auffahren von Teilstrecken



Schritt 2:
Auffahren der Rückholungsstrecke

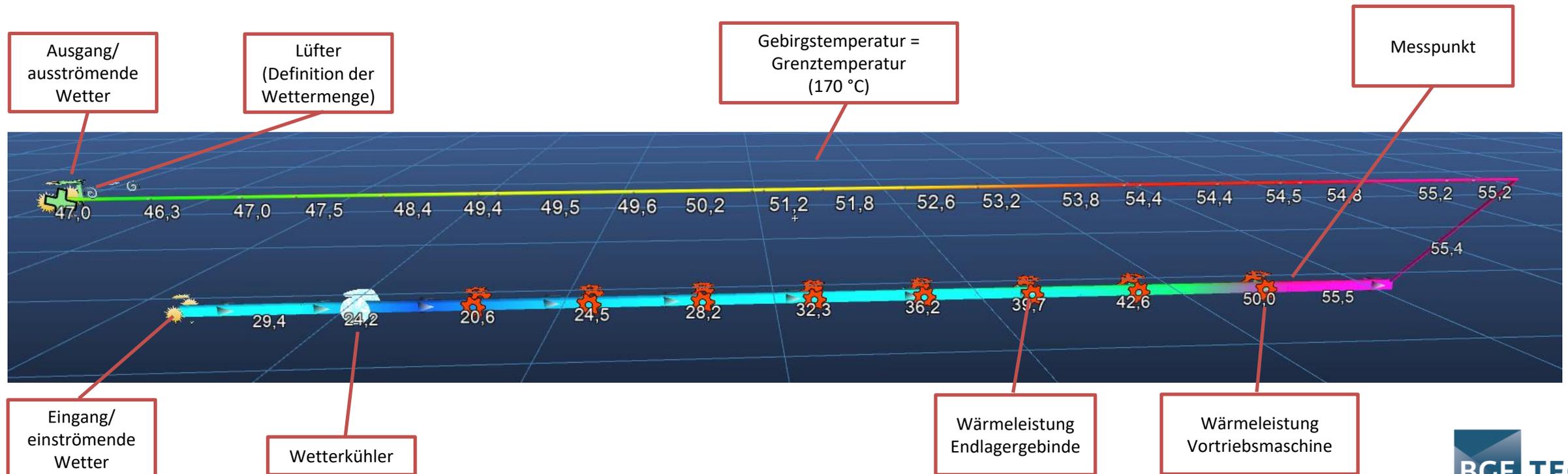


Klimamodell im Steinsalz



Modellierung der „heißesten“ Betriebssituation in VentSim™:

- Die erste Teilstrecke wurde fast vollständig aufgefahren, ist aber noch nicht durchschlänglich
- Es wurde noch kein Endlagergebäude zurückgeholt
- Die Gebirgstemperatur entspricht der Grenztemperatur

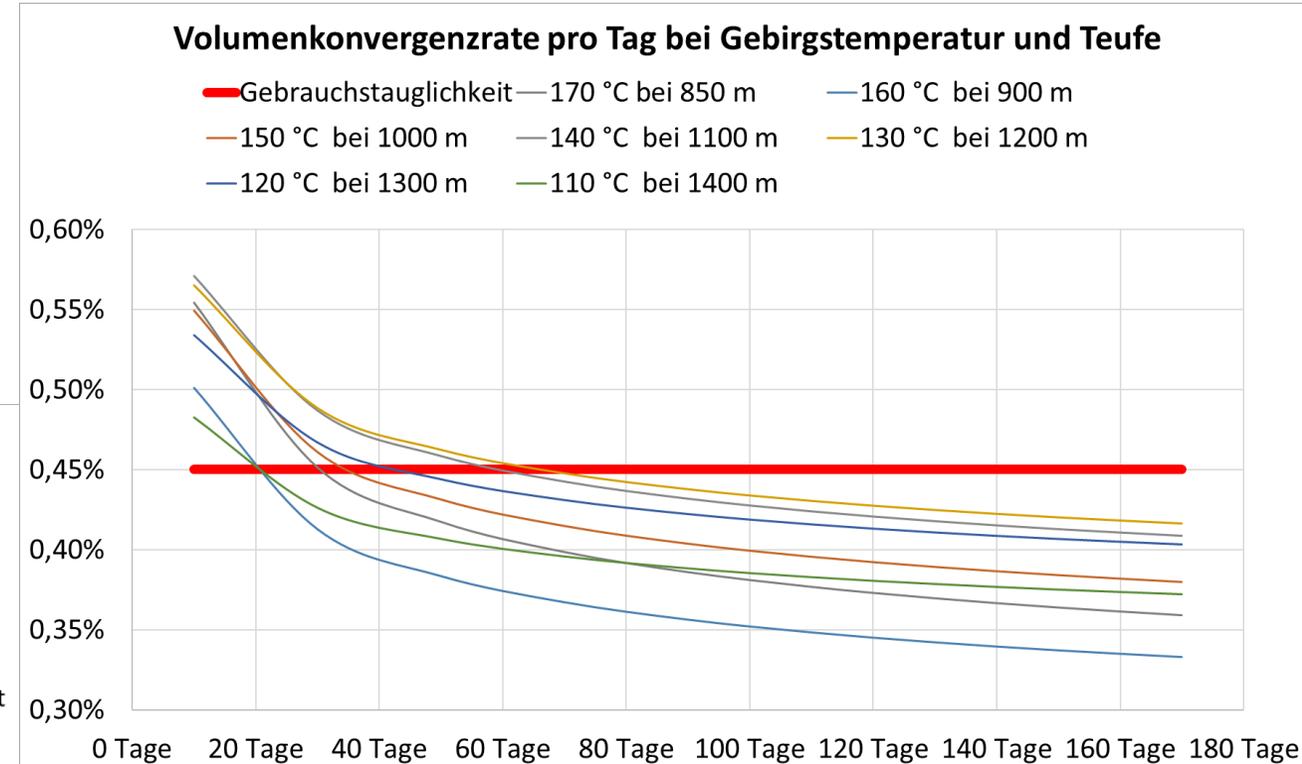
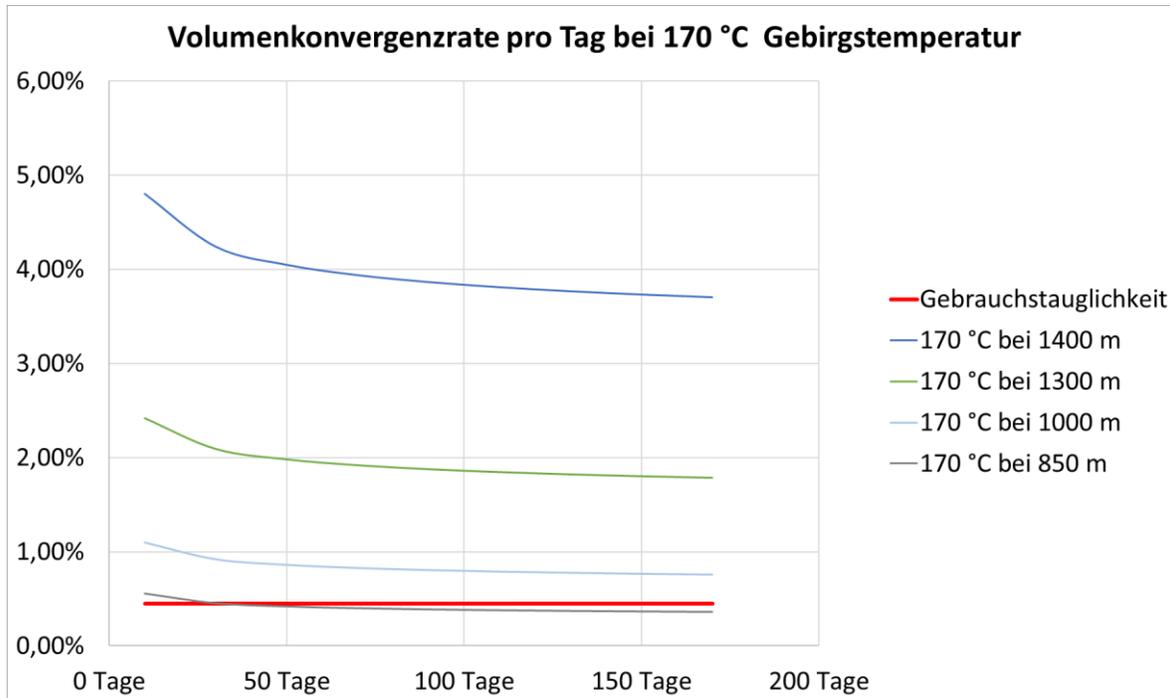
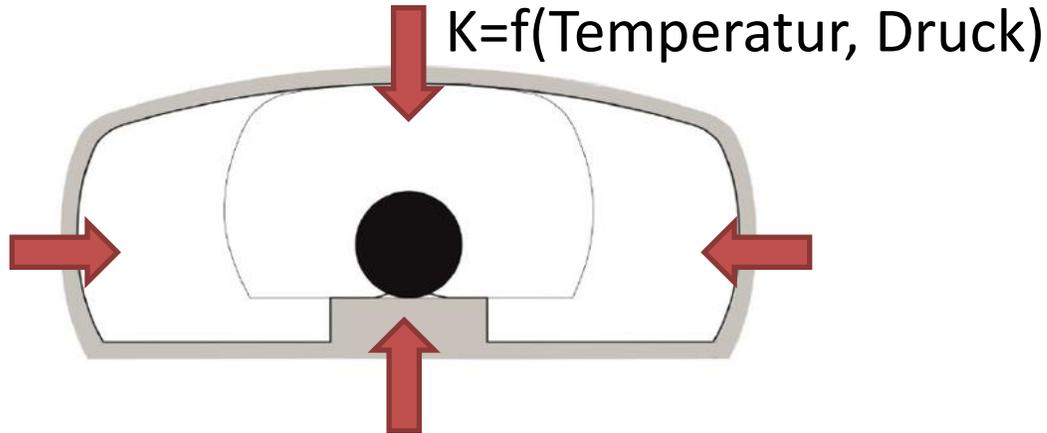


Ergebnisse und Interpretation für Steinsalz

Nr	Eingangsdaten				Simulationsergebnisse		
	Wetterstrom m ³ /s	Wärmeleistung kW/m	Kühlleistung kW	Initiale feuchte Luft- %	Trocken- temperatur °C !< 52 °C	Feucht- temperatur °C !< 27 °C	Bewertung KlimaBergV
01	15	0,5	320	50	52,1	27,5	Nicht o.k.
02	10	0,5	320	50	70,1	31,1	Nicht o.k.
03	20	0,5	320	50	43,7	25,7	o.k.
04	15	0,4	320	50	50,0	26,9	o.k.
05	15	0,6	320	50	54,3	28,1	Nicht o.k.
06	15	0,5	230	50	54,6	28,8	Nicht o.k.
07	15	0,5	350	50	51,1	27,1	Nicht o.k.
08	15	0,5	320	40	50,0	26,1	o.k.
09	15	0,5	320	60	54,1	28,8	Nicht o.k.

→ Trotz thermisch sehr ungünstigen Randbedingungen:
Beherrschung des Klimas durch technische Maßnahmen möglich

Offenhaltung der Rückholungsstrecken - Steinsalz



- Gebirgstemperatur ≠ Grenztemperatur
- Ausbaumaßnahmen?

Zusammenfassung: Klimatische Bedingungen und Offenhaltung im Tongestein und kristallinen Gestein

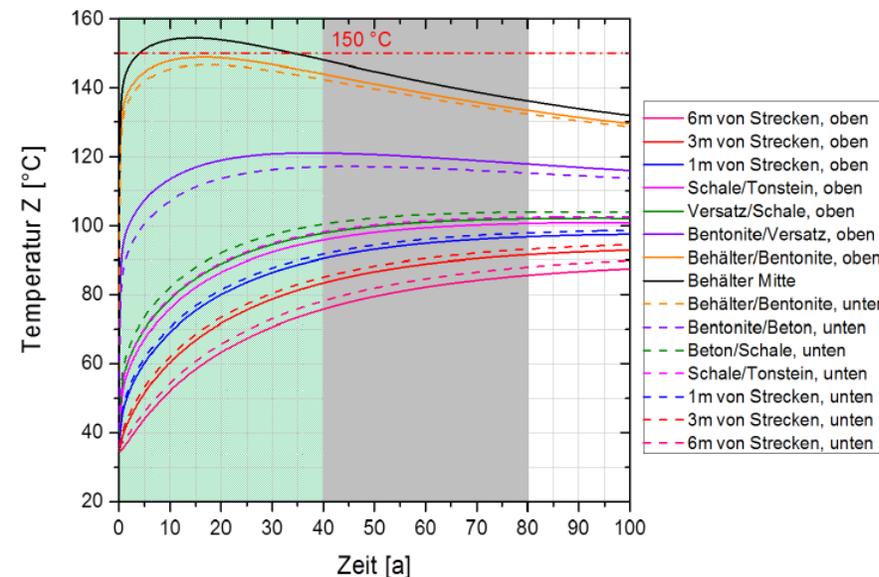
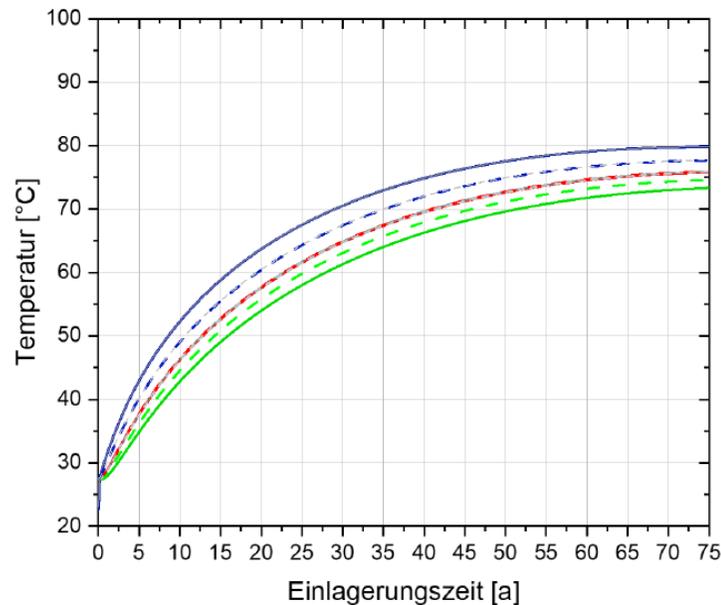
- Grenztemperatur von 120 °C und 110 °C
 - Gebirgstemperatur bei Rückholung deutlich unter 100 °C zu erwarten
- Verhältnisse nachweisbar im Gewinnungsbergbau beherrschbar

Beispiel Tongestein
(Grenztemperatur von 150 °C)

Temperaturentwicklung an
verschiedenen Messpunkten

Beispiel Kristallines Gestein
(Grenztemperatur: 100 °C)

Temperaturentwicklung an
der Streckenkontur



Zusammenfassung

Trotz Wahl sehr nachteiliger Annahmen:

- Steinsalz (170 °C)
 - Grenzwerte der KlimaBergV können mit technischen Maßnahmen vor Ort erreicht werden
 - Bei Endlagerauslegung sollten Gebirgstemperatur und resultierende Konvergenz v.a. in Teufen größer als 1 000 m gegen die Gebrauchstauglichkeit geprüft werden
- Tongestein (120 °C) & Kristallines Wirtsgestein (110 °C)
 - Grenzwerte der KlimaBergV können mit technischen Maßnahmen vor Ort erreicht werden
 - Beherrschung des Gebirges durch Kühlung und Ausbaumaßnahmen
- Weitere Maßnahmen, v.a. Kühlung des Hauptwetterstroms, können die auftretenden Wettertemperaturen weiter senken

Das heißt nicht, dass die Bedingungen für eine Rückholung günstig sind!