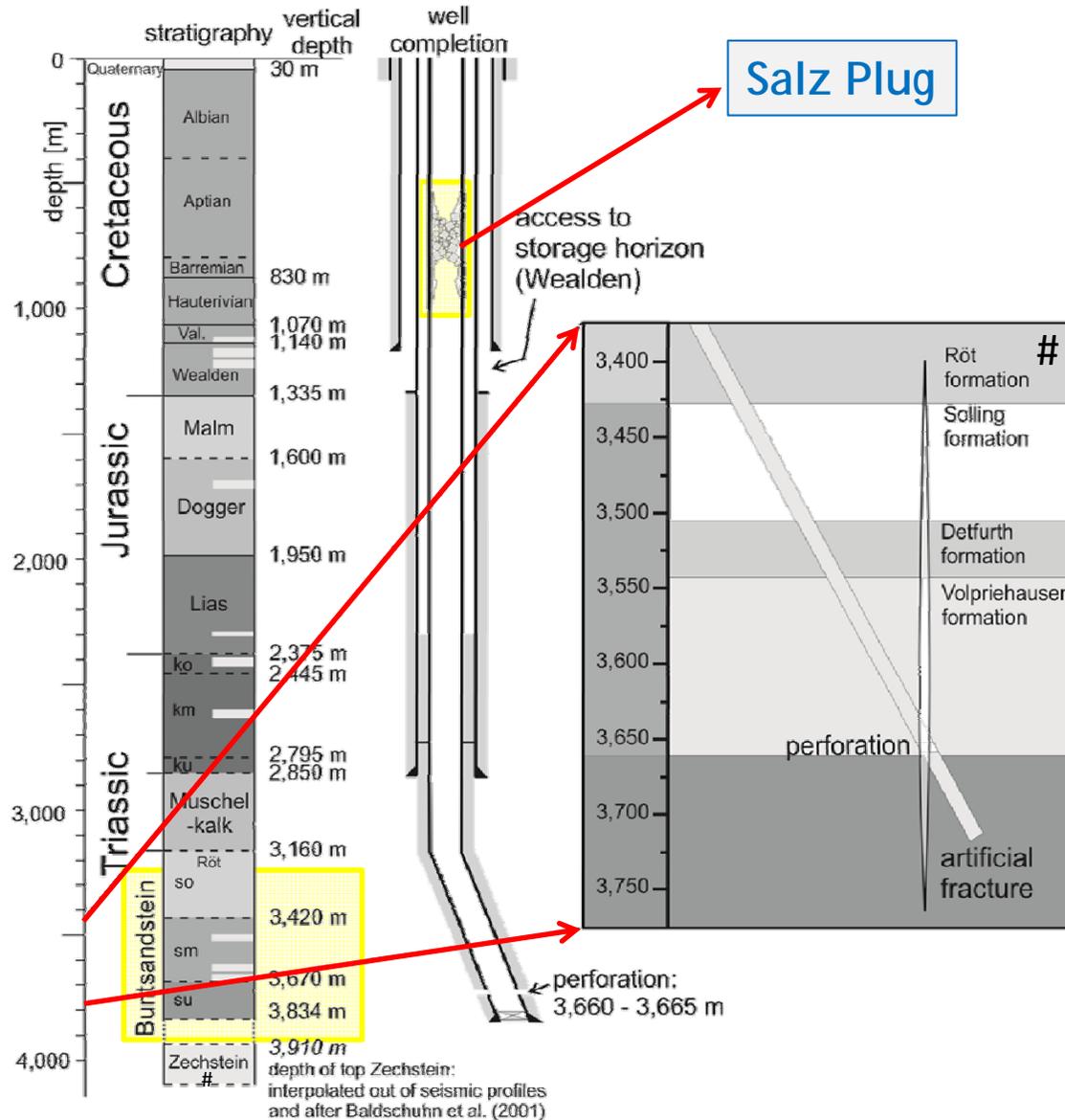


Hohe Salzgehalte in der Bohrung Groß Buchholz Gt1 - ein generelles Problem für die Geothermie im Norddeutschen Becken?

Hesshaus, A., Houben, G. & Kringel, R.

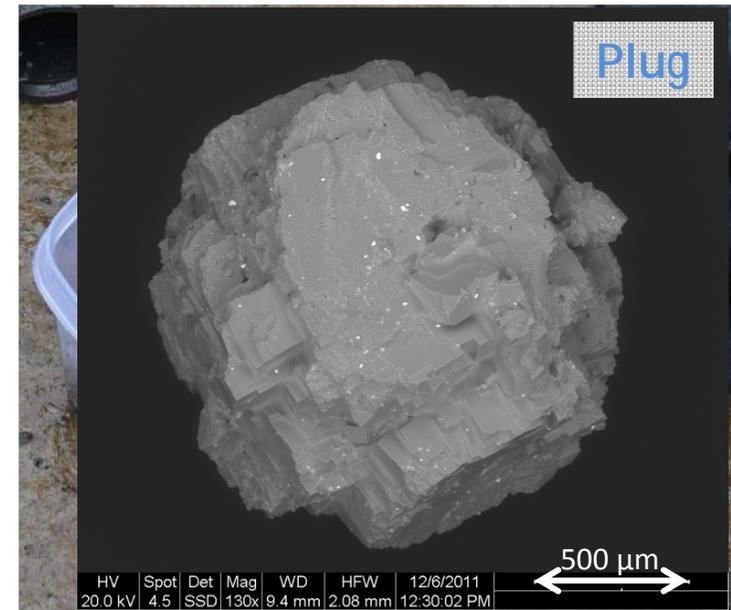


Geothermie-Bohrung Groß Buchholz Gt1



- 20,000 m³ Frischwasser injiziert
- Verweilzeit ca. 6 Monate
- Rückförderung ca. 500 m³
- Nach Stillstand und Kaltwasserinjektion im Wealden (Ringraum):
→ Salz Plug in 655 m

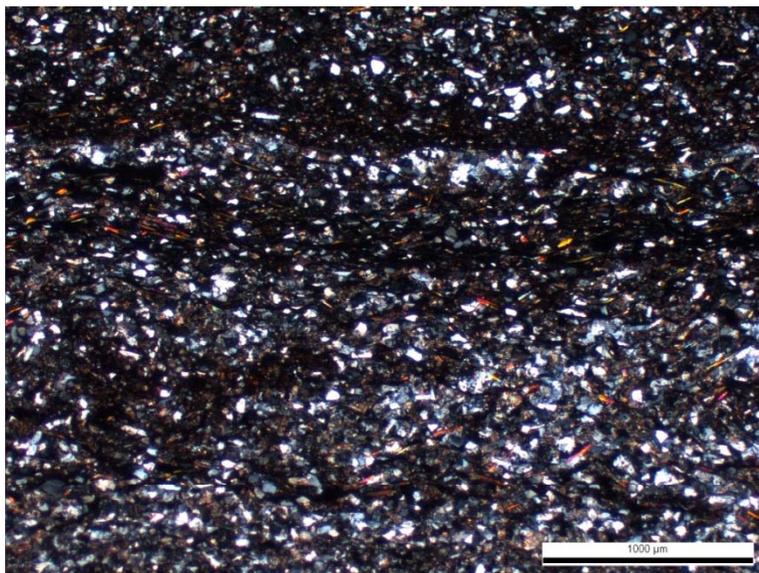
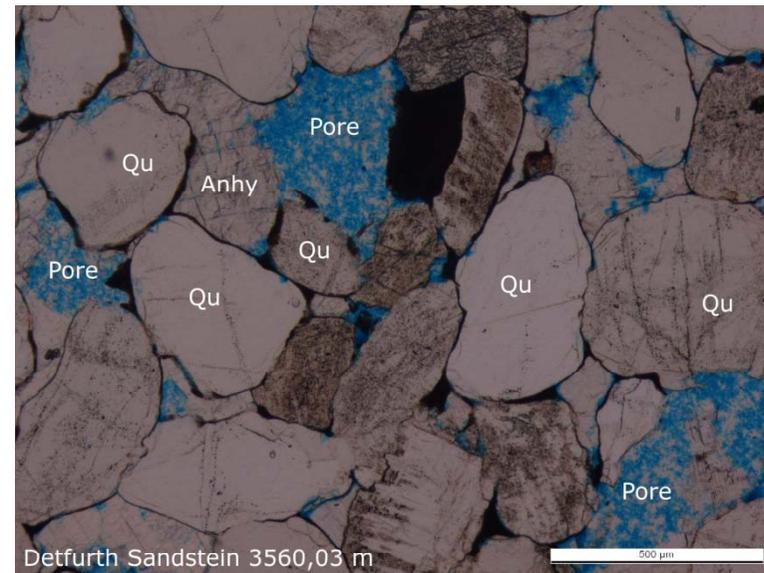
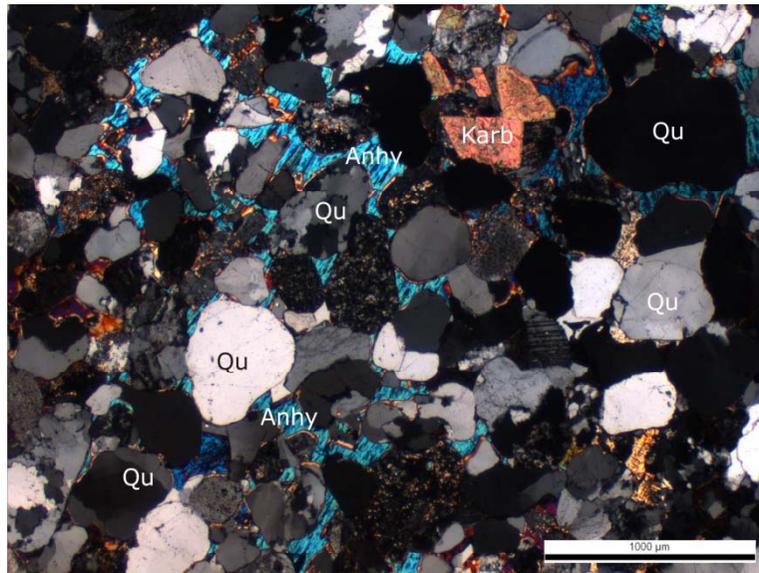
Befund: Rückförderung von Salzwasser



- Sehr harte Na-Ca-Cl-Sole
- TDS \approx 380 g/L (in-situ höher)
- Dichte \approx 1.23 g/cm³ (25° C)
- Bei Abkühlung an NaCl übersättigt
→ Bildung des Salzplugs

- NaCl (ca. 99 Gew.-%)
- Nebenphasen: gediegen Blei, (Ba,Sr)SO₄, Laurionit (Pb(OH)Cl)

Befund: Reservoirgestein



Litharenit bis (Sub-)Arkose, Ton bis Grobschluff, teilweise bis Mittelsand

„dicht“, Porosität <1 bis ~2 Vol.-%

1 Probe: Halit nachgewiesen (XRD)

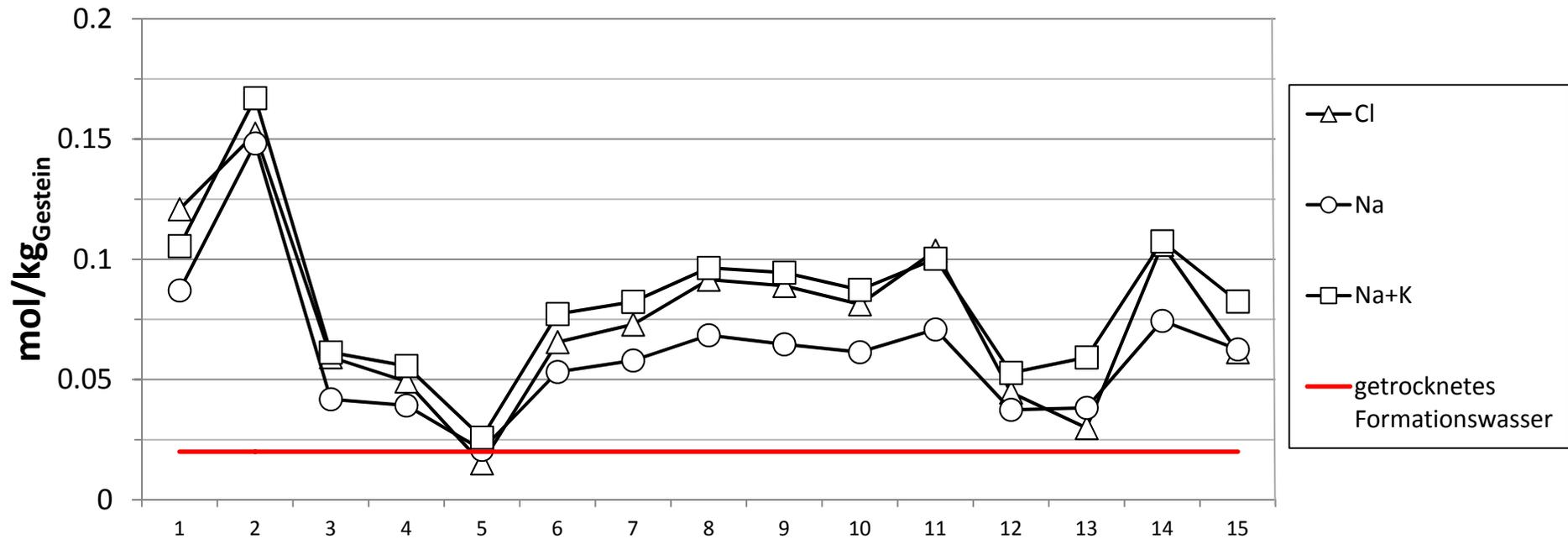
Ergebnisse erster Leaching-Experimente weisen ebenso Salz nach!

Befund: Halit-Nachweis



- Trocken erbohrtes Gestein mit destilliertem Wasser versetzt
- 15 Proben, verschiedene Kerntiefe
- Ergebnisse:
 - Sulfate und Karbonate
 - Chloride
 - Mehr als durch Trocknung von Formationswasser im Porenraum erzeugbar wäre!

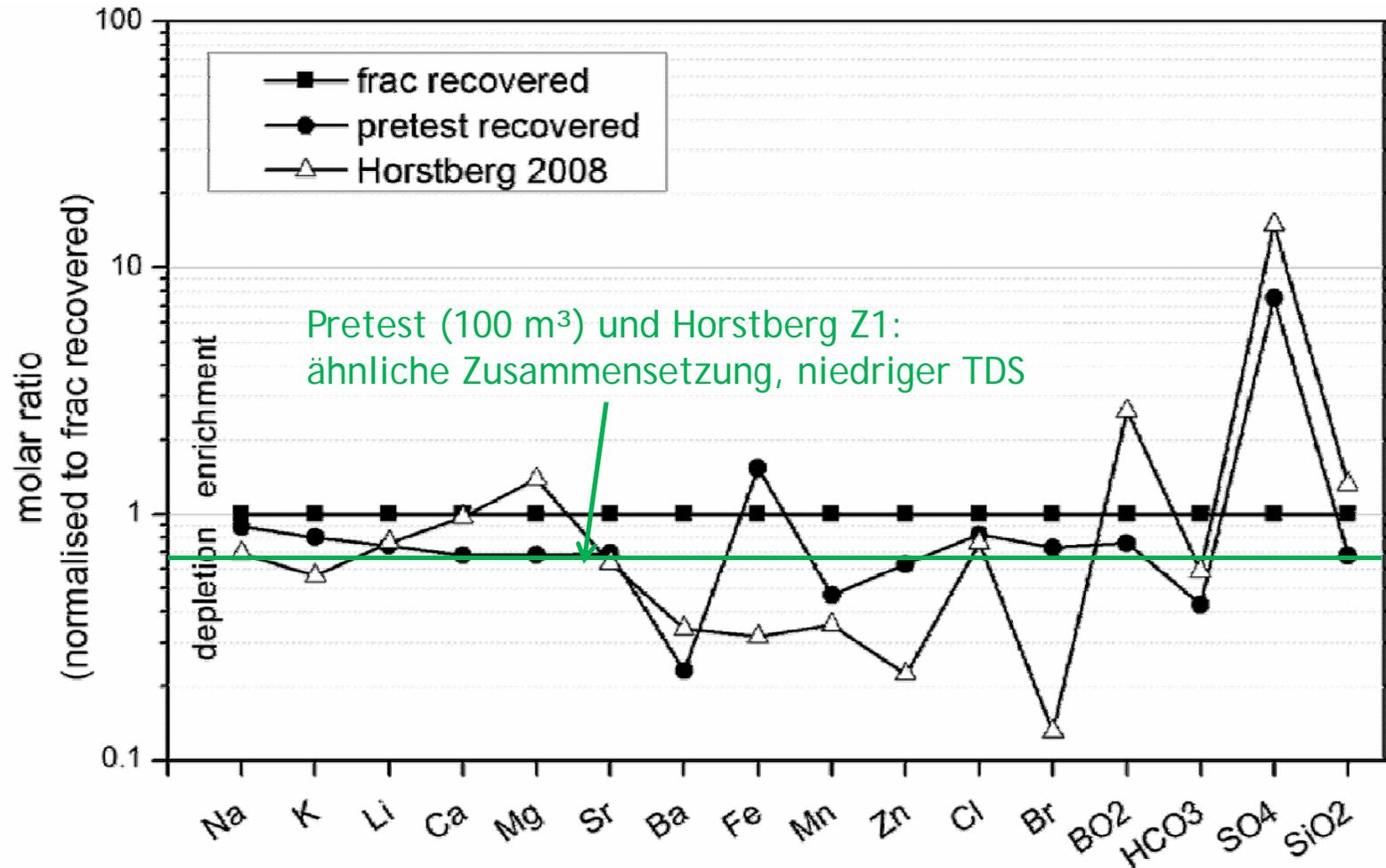
Befund: Halit-Nachweis



- Trocken erbohrtes Gestein mit destilliertem Wasser versetzt
- 15 Proben, verschiedene Kernteufe
- Ergebnisse:
 - Sulfate und Karbonate
 - Chloride: **im Mittel: 0,3 Gew.-%**
 - Mehr als durch Trocknung von Formationswasser im Porenraum erzeugbar wäre!

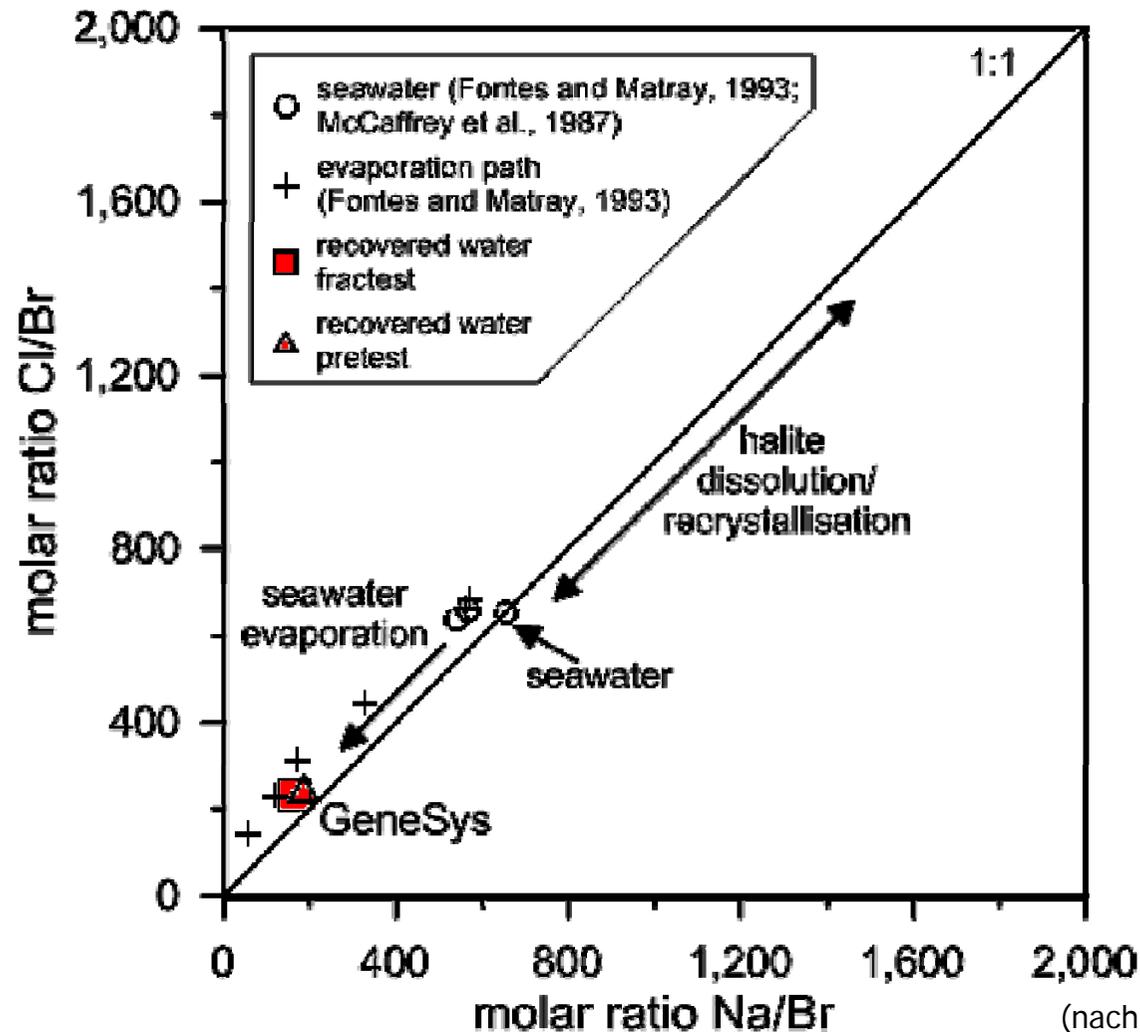
Räumliche Herkunft des Salzes

Vergleich mit Pretest und Horstberg Z1



Ionenverhältnisse = evaporitische Restlösung

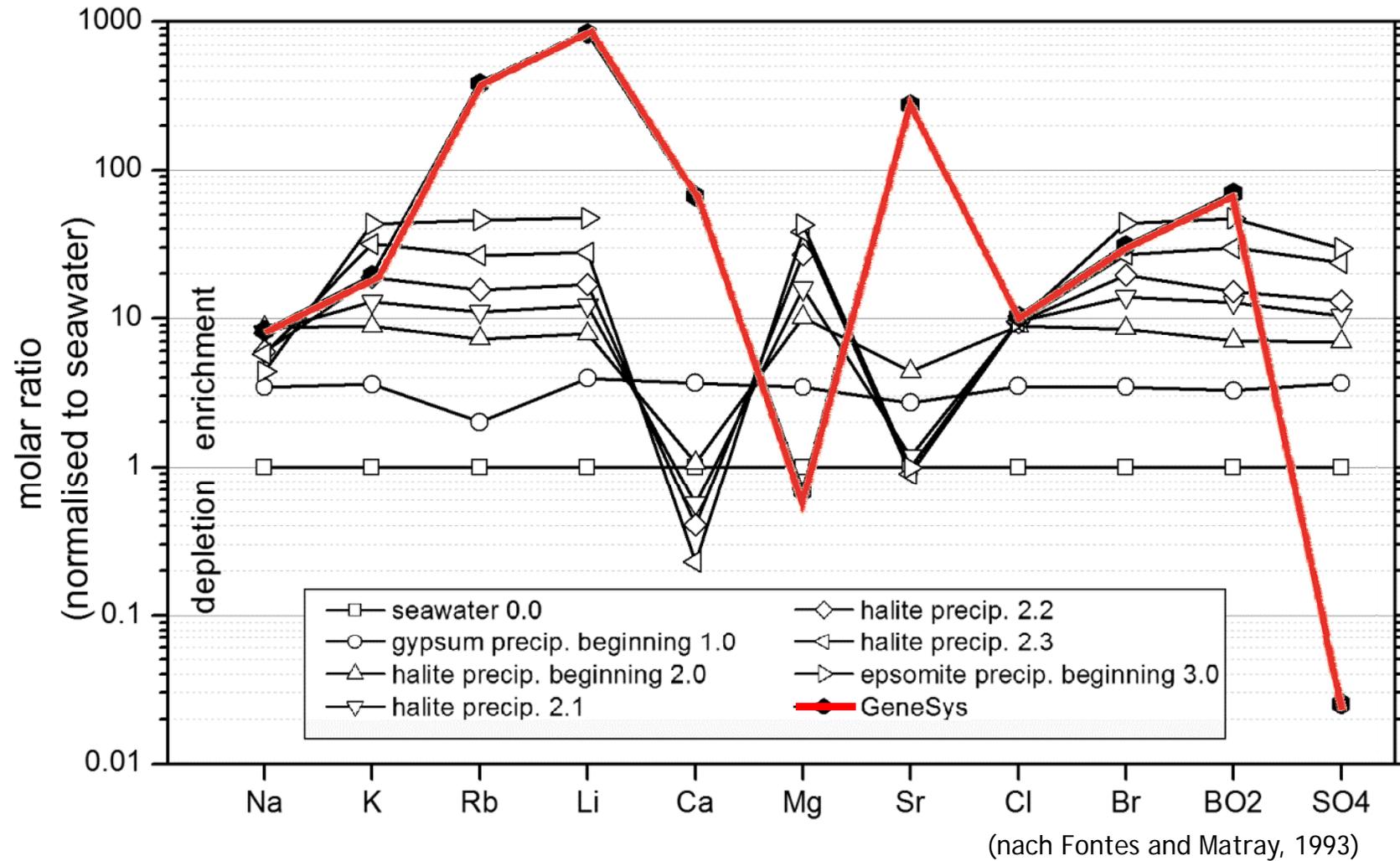
Evaporation I



(nach Kesler et al., 1995)

Vergleich zu Meerwasser

Evaporation II

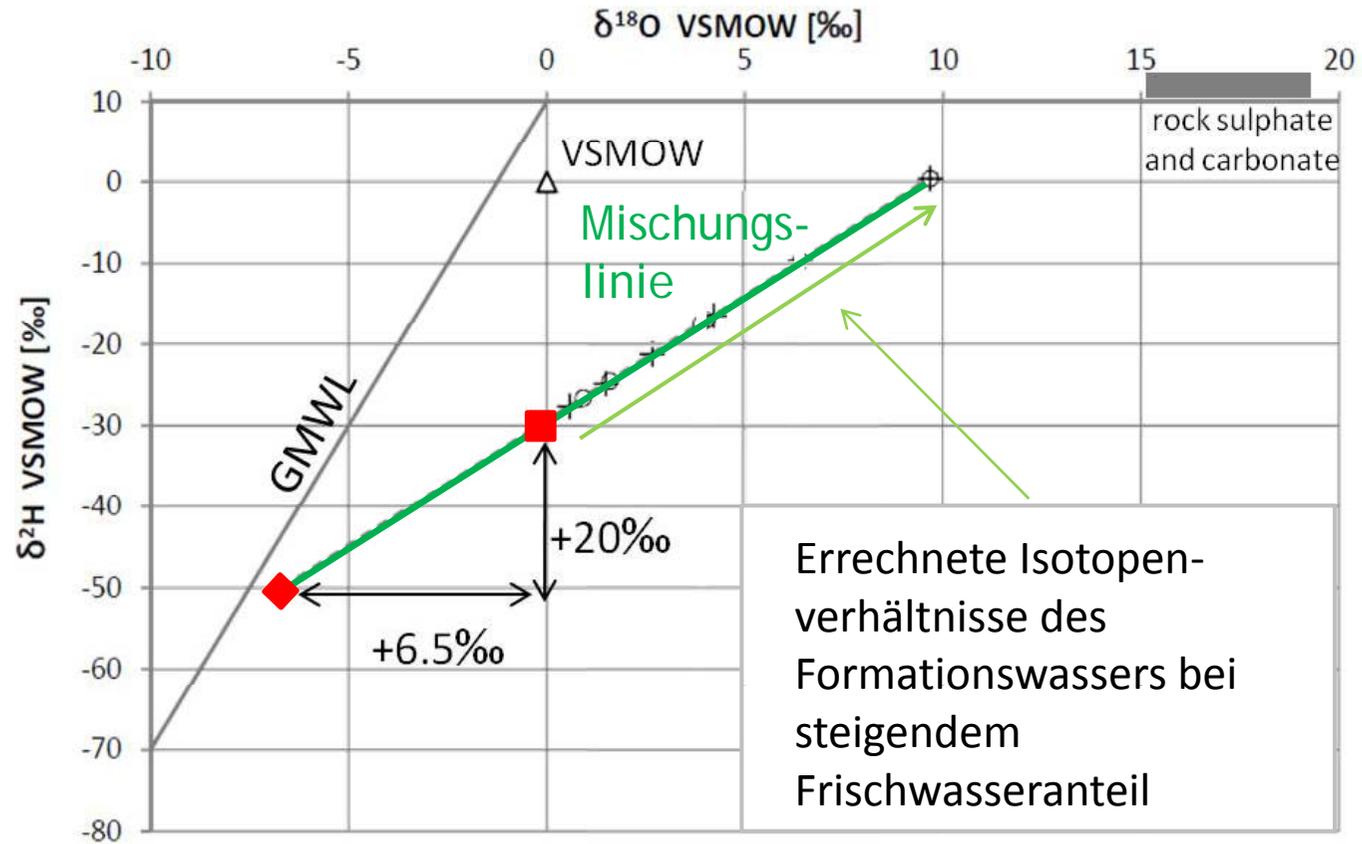


Mischungsberechnungen: stabile Isotope, Tritium

Isotopie des Wassers

◆ Frischwasser
■ Salzwasser

Tritium im rückgeförderten Salzwasser!
(3,3 TU)



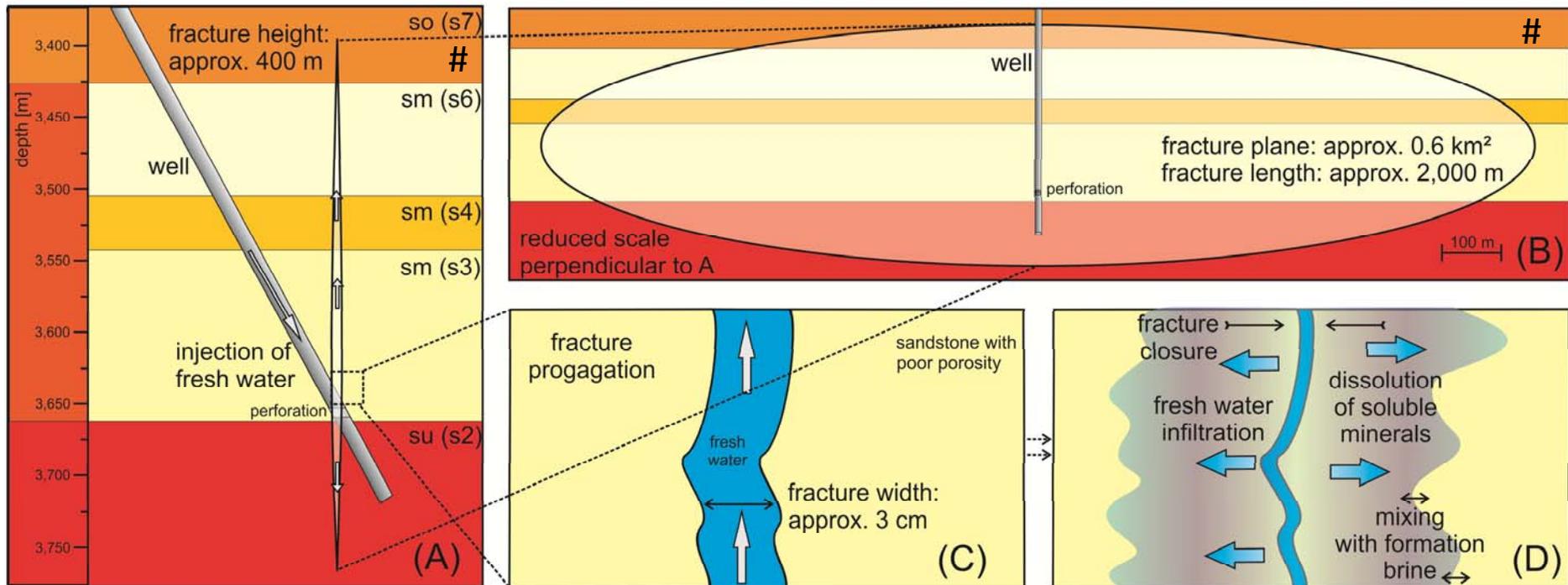
VSMOW: Vienna Standard Mean Ocean Water

Prozesse - Wo kommt das Salz her?

- Rückförderung von Formationswasser:
 - Cl/Br und Na/Br-Verhältnisse (evaporitische Restlösung)
 - Verschiebung der stabilen Isotope des Wassers
 - Lösung von Salzmineralen:
 - Tritium im rückgeführten Wasser
 - Halithaltiges Gestein
- ↳ Es muss sich um eine Kombination von beiden Prozessen handeln!
- ↳ Das Salz muss bohrlochnah vorhanden sein!
- Ein direkter Anschluss an eine Salzformation (Röt oder Zechstein) ist nicht erforderlich

Prozesse - Wo kommt das Salz her?

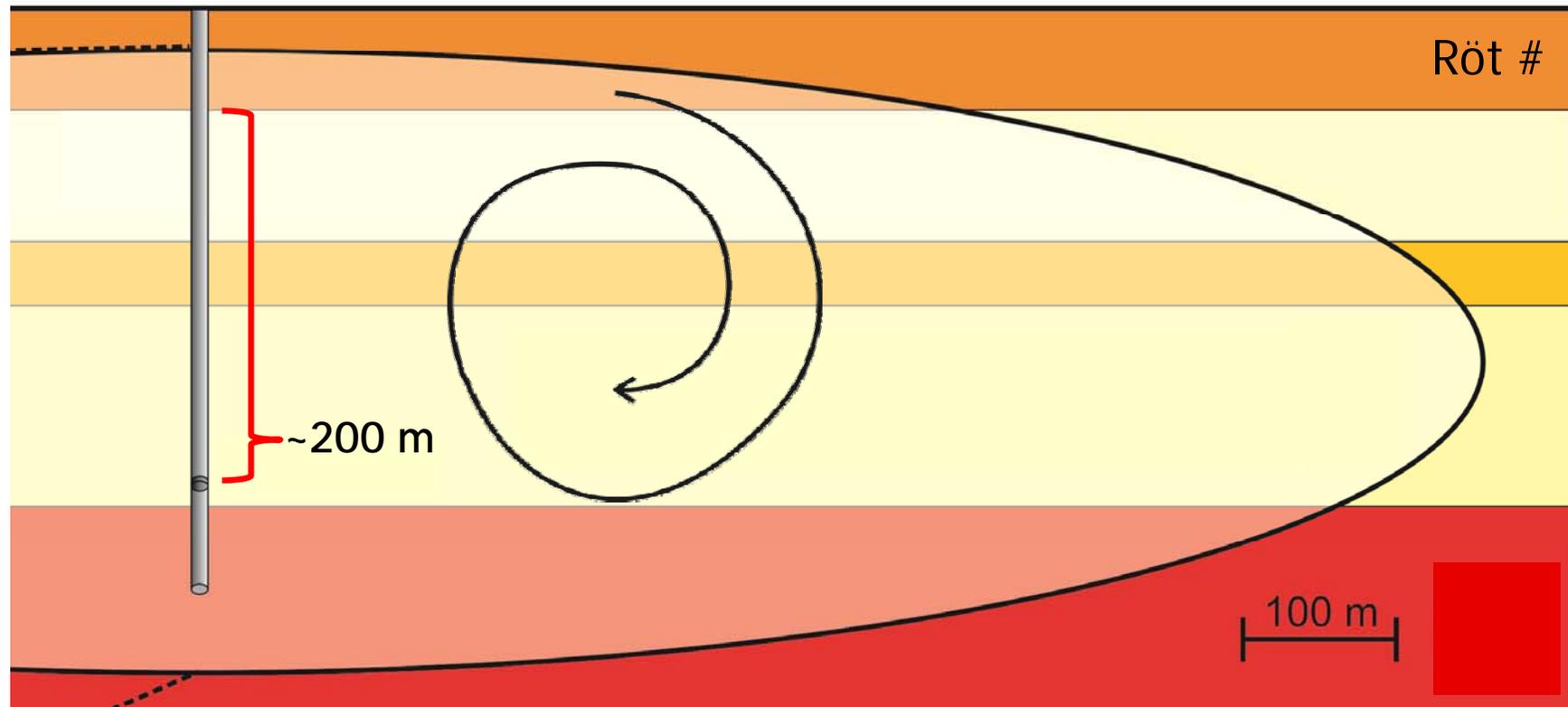
Prozesse im Frac



- Rissausbreitung (C): ➡ Lösungsprozesse an der Frac-Oberfläche
 - Einschlussphase (D): ➡ Lösungs- und Mischungsprozesse im Gestein
- ➡ Salzwasser wird zurück gefördert

Prozesse - Wo kommt das Salz her?

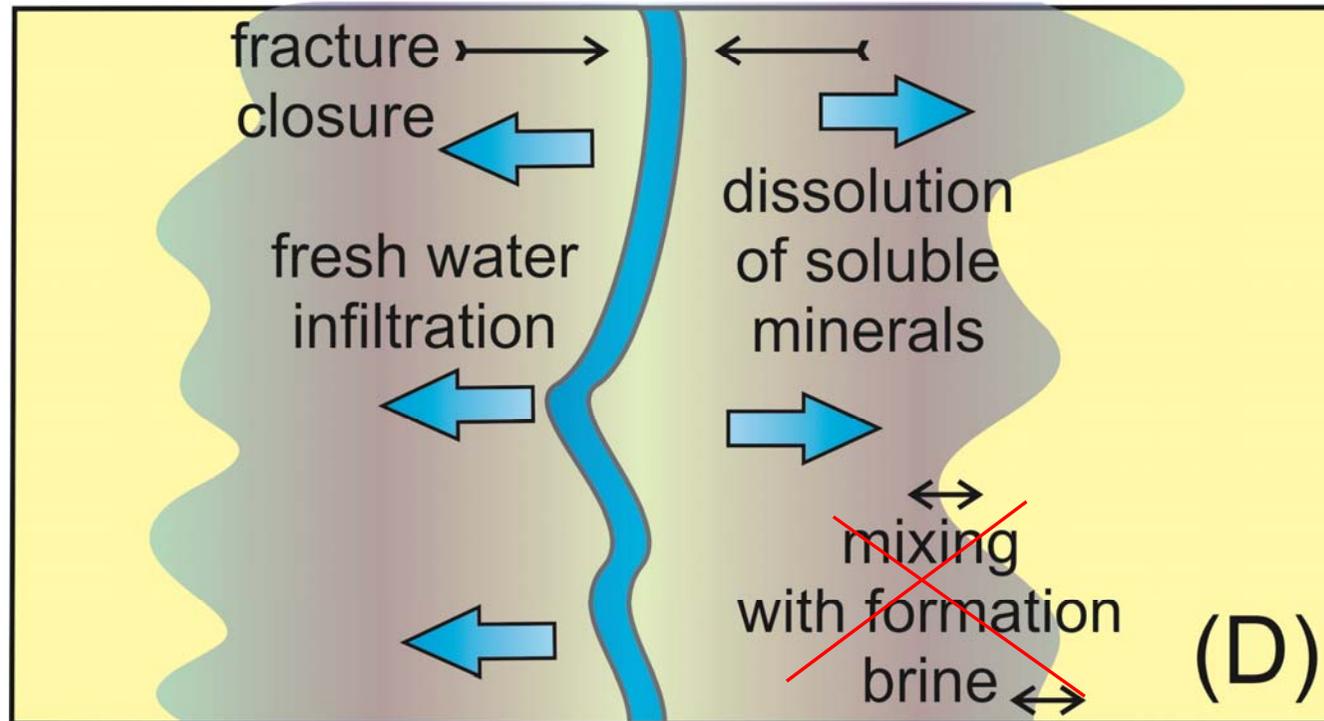
Diffusion und Konvektion



- 200 m: Diffusion ist ausgeschlossen!
- Konvektion auf der Riss-Flanke vorstellbar

Prozesse - Wo kommt das Salz her?

Prozesse im Frac



- Bei 0.6 km² Rissfläche und
- 1 Gew.-% Salz im Gestein → Ca. 30 cm Infiltration ins Gestein
- 0.5 Gew.-% Salz im Gestein → Ca. 70 cm Infiltration ins Gestein

Zusammenfassung - Fazit

Wichtige Beobachtungen:

- Unmittelbar nach Austausch Bohrlochvolumen: hoch salinare Na-Ca-Cl-Sole (TDS min. 380 g/L)
- Salz bohrlochnah vorhanden (Pretest: ähnliche Chemie, TDS niedriger; Leaching-Experiment)
- Zusammensetzung rückgefördertes Wasser:
 - Anteil von Frischwasser (^3H im rückgeförderten Wasser), 20-60%
 - Anteil von Formationswasser (evaporitische Restlösung)
 - Lösungsprozesse (halithaltiges Gestein)

Ein generelles Problem für die Geothermie im NDB?

- Der Mittlere Buntsandstein kann Salz enthalten
 - Hannover (gesättigt): Salzfestphase im Gestein
 - Horstberg (untersättigt)
 - Erfahrungen aus der Erdgas/-Öl-Industrie?!
- Abkühlungsbedingte Salzausfällungen machen den Betrieb einer geothermischen Anlage sehr schwierig
- Wichtig ist eine spezifische Voruntersuchung (Probenentnahme, Präparation) der Gesteine auf Salzminerale im Reservoir, schon bei der Bohrung!

Noch offen:

- Ist eine Aussüßung des Gesteins durch wiederholte Frischwasser-Injektions-Produktions-Zyklen erreichbar? (Salzentsorgung)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

mit Dank für die Hilfe und Unterstützung von:
Schlömer, S., Schramm, M., Seeger, C., Wöhrl, C., den Laboren des
Geozentrums und dem GeneSys-Team

