

76. BHT - FREIBERGER UNIVERSITÄTSFORUM 2025 - KOLLOQUIUM
„DAS POTENZIAL DES GEOLOGISCHEN UNTERGRUNDSES FÜR DIE ENERGIESICHERHEIT DEUTSCHLANDS
NACH DEM FOSSILEN ZEITALTER“
5. UND 6. JUNI 2025

Tobias Backers | Ruhr-Universität Bochum, AGIF

**STRUKTURDOMINIERTE REAKTION DES GEOTHERMISCHEN RESERVOIRS WÄHREND
EINES STÜTZMITTELEINTRAGS IN GERETSRIED, BAYERN**

Geothermie als nachhaltige, erneuerbare und saubere Energie bekommt eine zunehmende Bedeutung als Baustein der Energiewende. In Deutschland ist das Nordalpine Vorlandbecken die Erfolgsgeschichte der hydrothermalen geothermischen Systeme. Im Raum München wurden einige erfolgreiche geothermische Projekte umgesetzt. Allerdings waren Projekte südlich Münchens, so wie das Projekt Geretsried, aufgrund geringer Felspermeabilität nicht erfolgreich. Das Forschungsprojekt 'ZoKrateS' in Geretsried konnte nachweisen, dass existierende Trennflächen gering bis gar nicht durchlässig waren.

Das Forschungsprojekt 'ZoKrateS' hat das Reservoir Geretsried als petrothermales System verstanden und die existenten Trennflächen stimuliert, um die Trennflächen konduktiv durch den Eintrag von Stützmitteln zu erhalten. Vier abgetrennte Zonen der Bohrung GEN-1ST-A1 wurden einzeln stimuliert. In diese Zonen wurden erfolgreich Stützmittel bei Injektionsdrücken unterhalb der kleinsten Hauptnormalspannung ohne mikroseismische Aktivität eingebracht. Nach der Stimulation bestand eine erhöhte, wenngleich keine ausgeprägte Kommunikation zwischen Formation und Bohrung. Es konnte eine lineare Korrelation zwischen injiziertem Volumen und quasi-statischem Druck beobachtet werden, dies kann als röhrenartiger Fluidfluss in stark zerklüftetem Fels an Störungsverschnitten interpretiert werden. Die hohe Elastizität dieser Bereiche erlaubt eben bei geringen Drücken eine Öffnung der Trennflächen.

STRUKTURDOMINIERTE REAKTION DES GEOTHERMISCHEN RESERVOIRS WÄHREND DES STÜTZMITTELEINTRAGS IN GERETSRIED, BAYERN

Tobias Backers, Rene Kahnt, Georg Stockinger

Ruhr Universität Bochum, Arbeitsgruppe „Ingenieurgeologie und Felsmechanik“
ENEX Power Germany GmbH
G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft

Backers T, Kahnt R, Stockinger G. 2022.

| Structural dominated geothermal reservoir reaction during proppant emplacement in Geretsried, Bavaria.

Geomechanics and Tunnelling, 15.

ehrlicher Titel

| Was Stoiber nicht weiss und
niemanden erschütterte

demütiger Titel
| Erfahrungen aus dem Versuch
einer Produktivitätssteigerung
in Geretsried

Geothermie

| ist erneuerbar

weil es in der Erde heiß ist



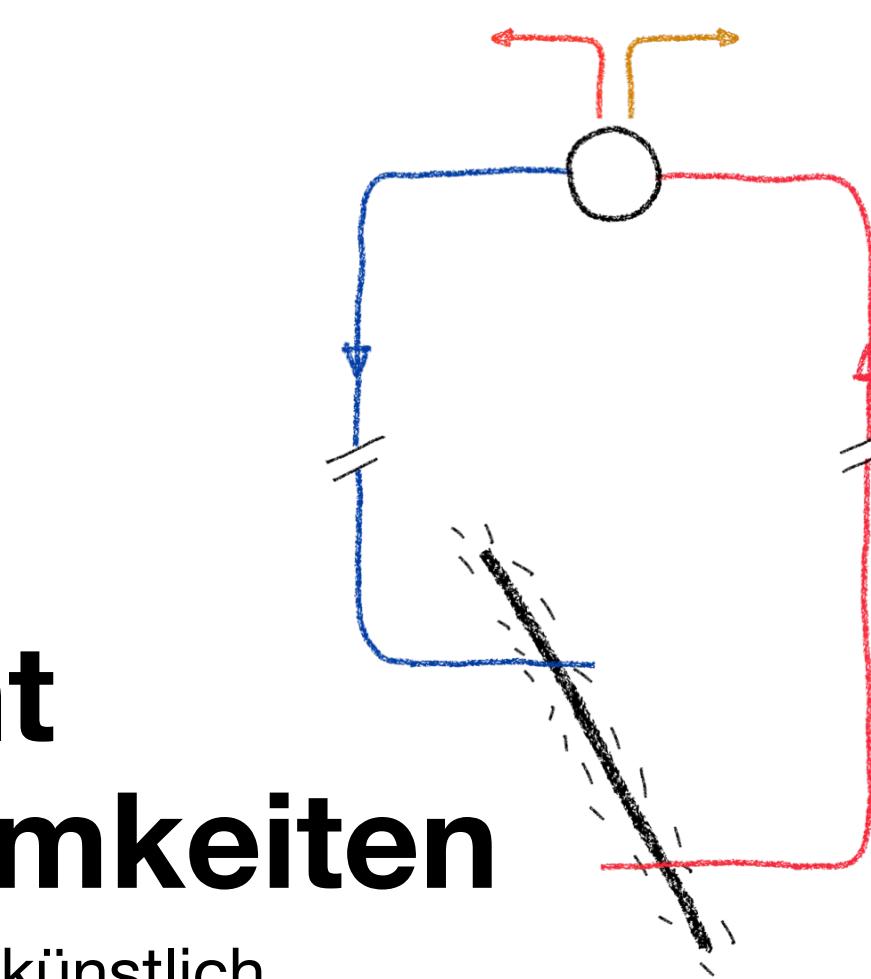
| geht überall

.... nicht ganz falsch

Bildmaterial: wikipedia.de,
liag.de, Backers

| ist grundlastfähig

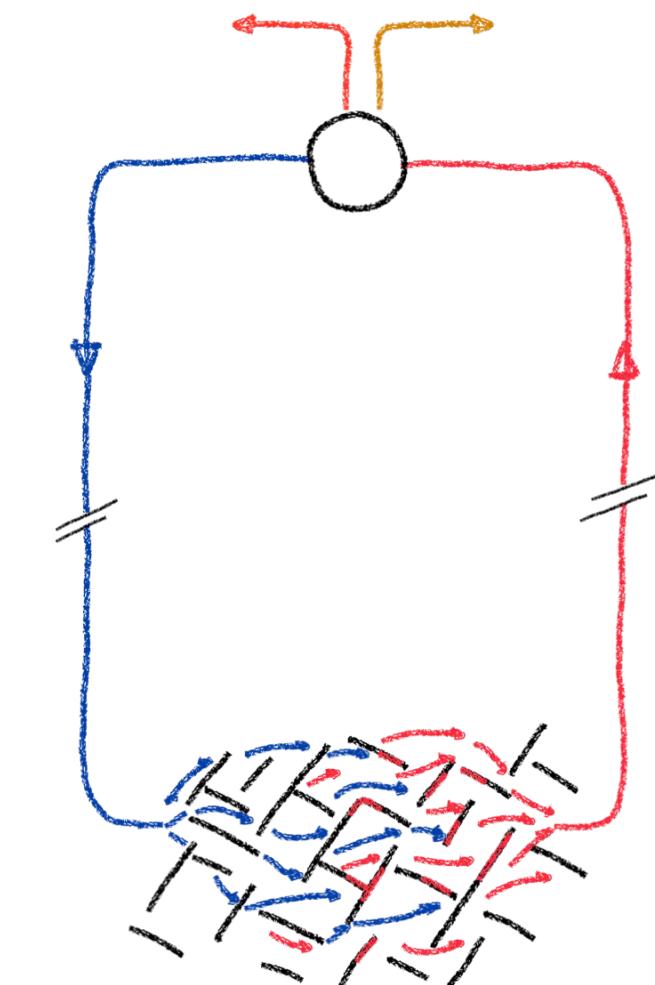
weil die Energie immer zur Verfügung steht



| erzeugt
Erdbeben

Landau, Deutschland. M 2.7, 2009.

Basel, Schweiz. M 3.4, 2006.



| ist nicht
so häßlich

wie Windräder



Geomechanik der Geothermie

Expertenaussage
| „Wir empfehlen nicht die
Bohrungen in Störungen
reinzusetzen.“
25.4.2023 18:00 Uhr, SWR Aktuell Rheinland-Pfalz,
SWR Fernsehen RP

Geothermie
+ Spannungsfeld
+ Störung

Erdbeben

Höhere Geomechanik der Geothermie

- | **Verbundprojekt ZoKrateS**
- | **Titel** Zonierte Reservoirbehandlung an natürlichen Kluftzonen in tiefliegenden Karbonaten zur Entwicklung eines petrothermalen Standortes in Deutschland
- | **Fördervolumen** 10 Mio. €
- | **Bearbeitungszeitraum** 01.2020 - 11.2022
- | **Verbundpartner** Ruhr-Universität Bochum, LIAG, G.E.O.S, GTN, ENEX
- | **Mitarbeiter** T Backers, W Büchl, C Buse, M Dussel, A Gabriel, A Gahr, J Gallas, F Grünert, J Hebold, R Kahnt, N Karafotis, E Meneses, I Moeck, A Nair, N Pollmann, M Schlegel, R Straubinger, R Tegeler, S Thiem, L Witte, M Wunsch

Geothermie
+ **Spannungsfeld**
+ **Störung**
+ **Stimulation**

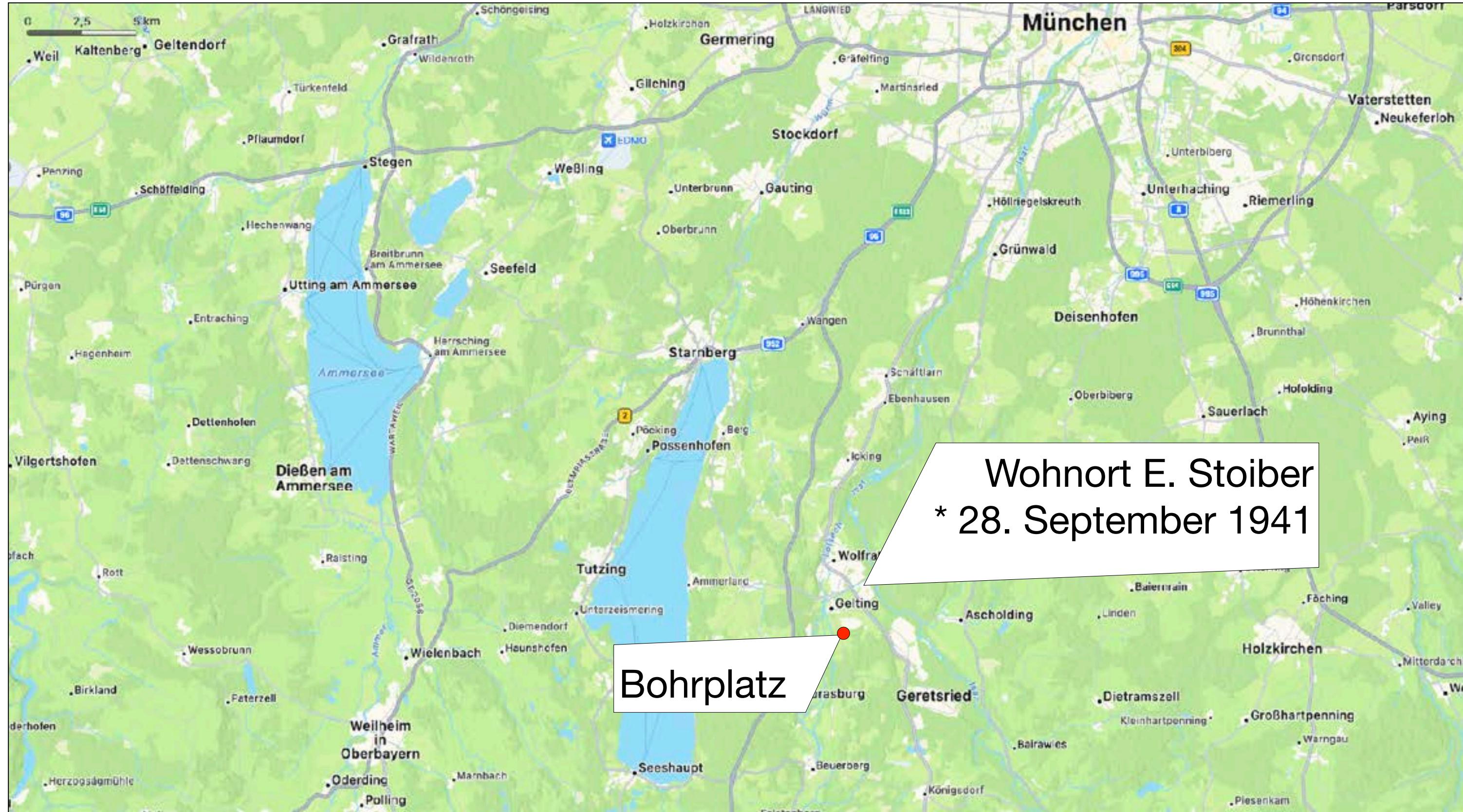
Geretsried

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Geretsried



Leidensgeschichte

2013

| **Bohrung GEN-1 geteuft**

ENEX Power Germany GmbH

nicht fündig, kein Zufluss aus Trennflächen

Teilverfüllung bis 4.287 mMD

2016

| **Überarbeitung Strukturmodell**

VSP

2017

| **Erstellung sidetracks**

Verbundforschungsvorhaben ‚Dolomitkluft‘

Teufen des Sidetracks GEN-1ST

Verlust von Teilen des Rollenmeißels

Teufen des Sidetracks GEN-1ST-A1

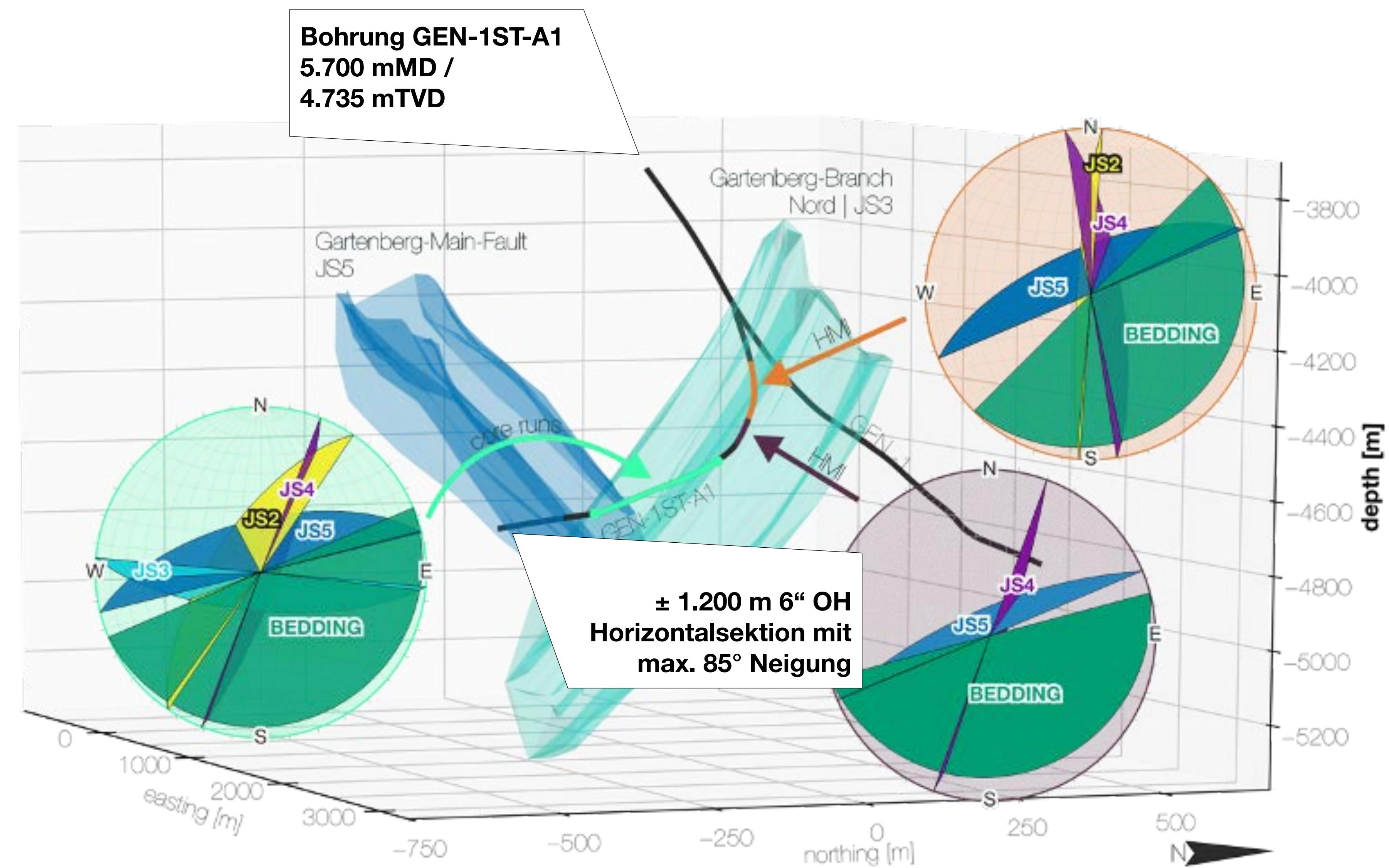
Säuerung

Schüttung 5 l/s bei 163°C

Zustand 2021

| Herausforderungen

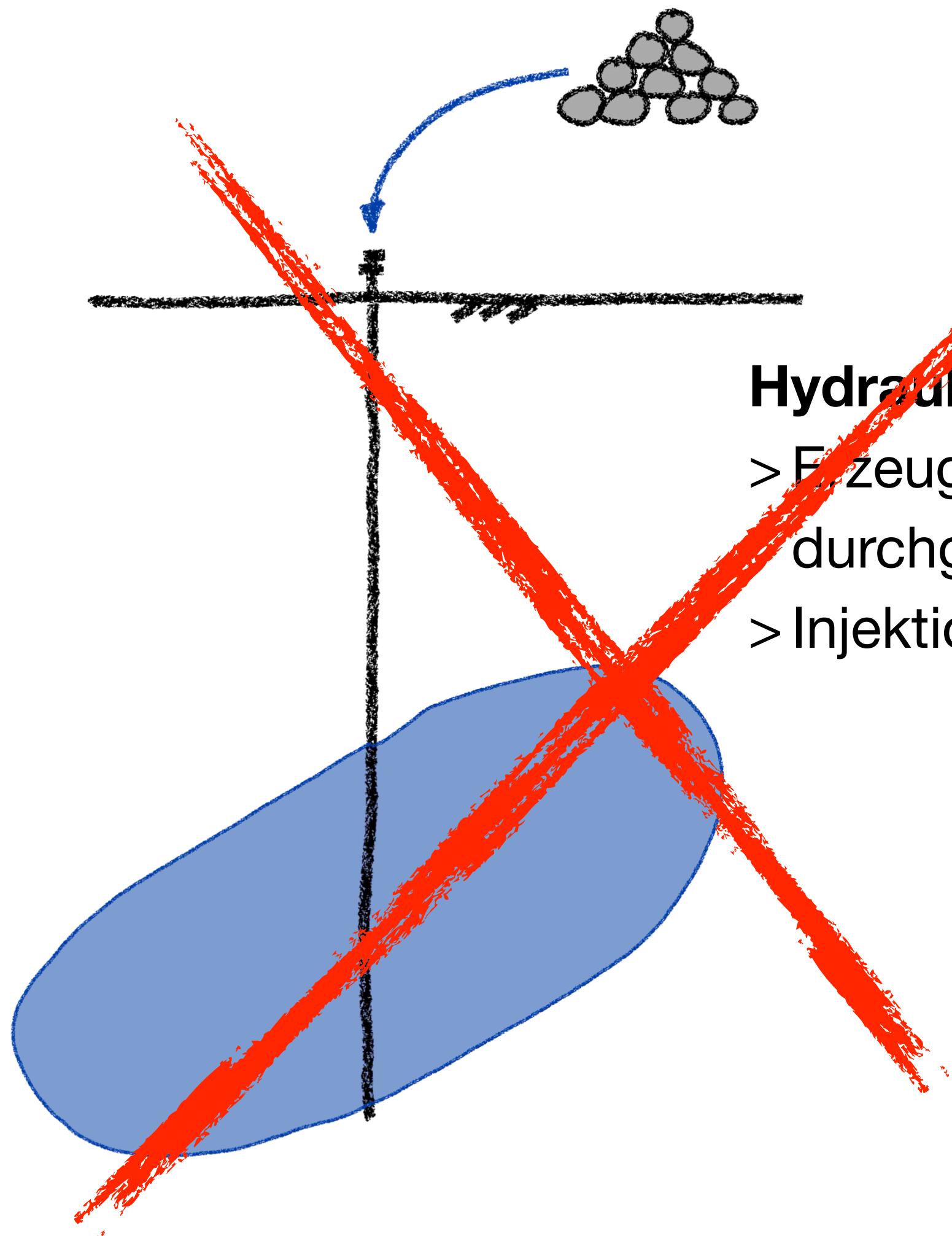
- KWs
- H₂S
- Fish in OH
- Kalibererweiterungen bis 10“ nach Säuerung



Aufgabenstellung

| Nachweis der Machbarkeit und Wirksamkeit
von Stützmitteln zur Produktivitätssteigerung
in Malm Karbonatfels

Reservoirbehandlung

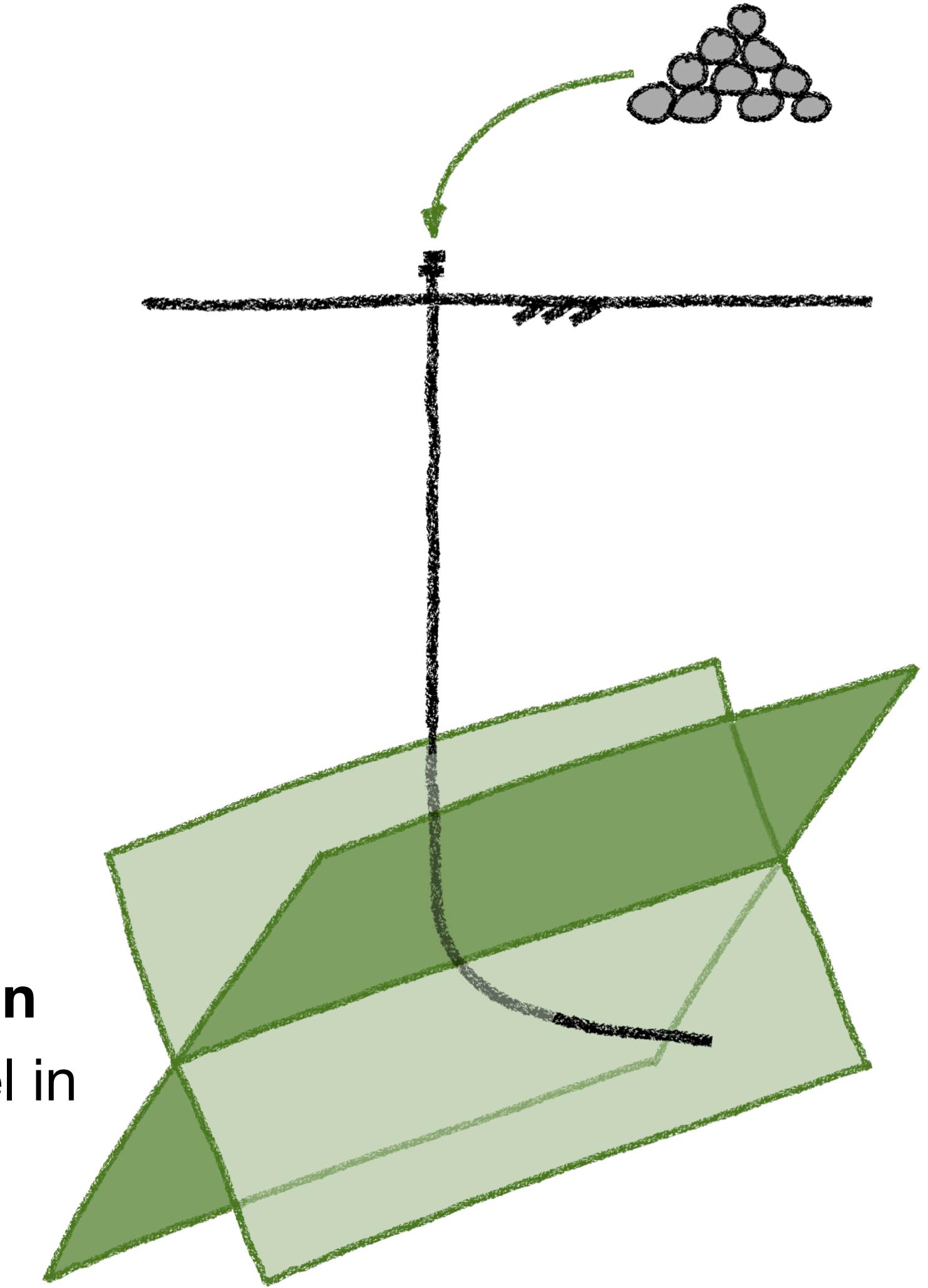


Hydraulic fracturing

- > Erzeugung eines neuen, durchgängigen Riss(netzwerk)es
- > Injektionsdruck $\geq S_3$

Einspülen von Stützmitteln

- > Verbringen der Stützmittel in Trennflächenzone
- > Injektionsdruck $< S_3$



Fragen/Aufgaben

- | geeignetes Stimulationsfluid und Stützmittel verfügbar?
- | wird mikroseismische Aktivität induziert?
- | genehmigungsrechtlich umsetzbar?
- | Injektion unterhalb des Fracgradienten möglich?

Spannungstensor

Spannungsfeldmodell

$$\text{grad.SV} = 24,0 \text{ MPa/km}$$

$$\text{grad.Sh} > 17,0 \text{ MPa/km}$$

$$\text{grad.P} = 9,5 \text{ MPa/km}$$

Gesteinskennwerte

$$\text{UCS} = 141 \pm 23 \text{ MPa}$$

$$S_t = 9,4 \pm 2,0 \text{ MPa}$$

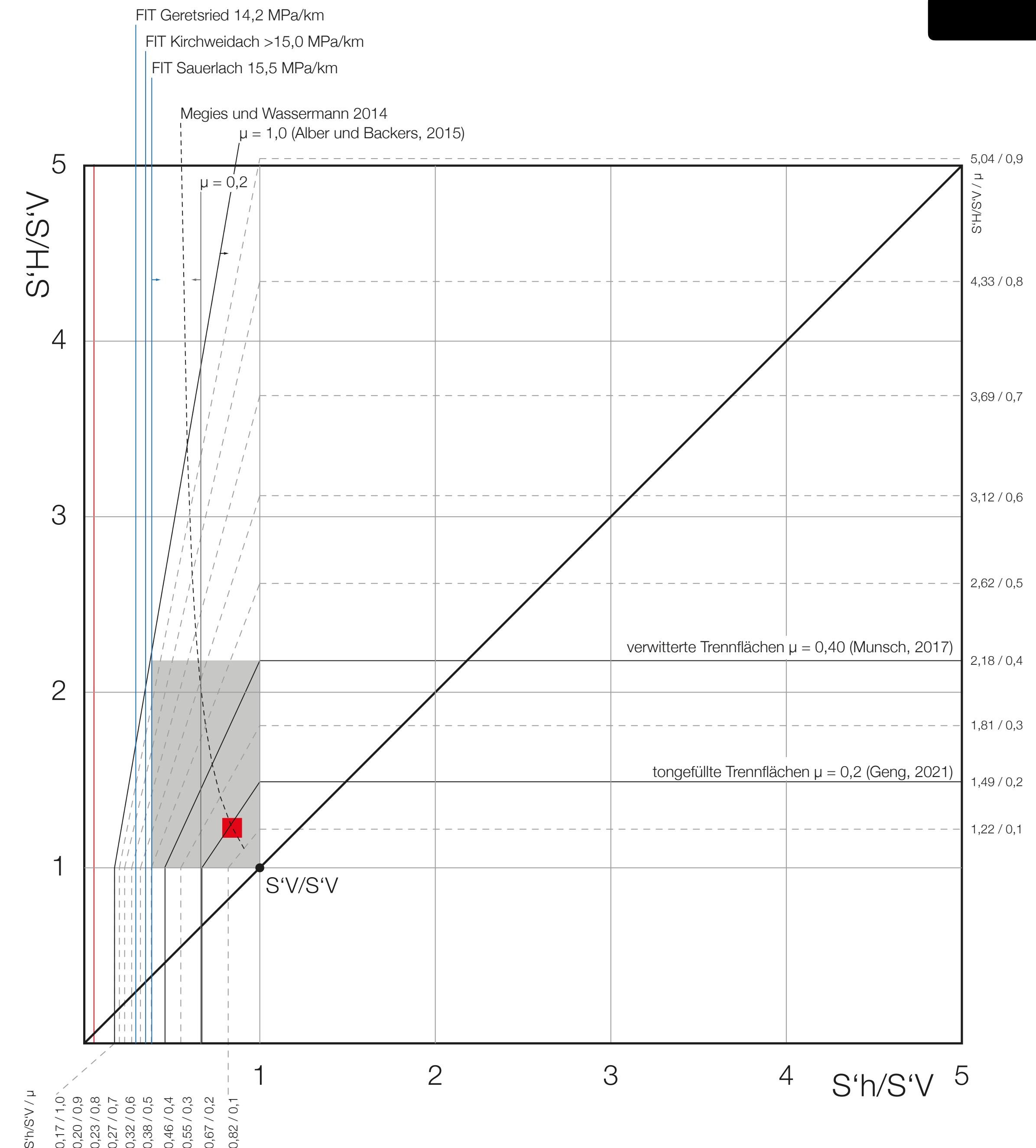
$$E = 35 \pm 4 \text{ GPa}$$

$$v_p = 5,6 \pm 0,3 \text{ km/s}$$

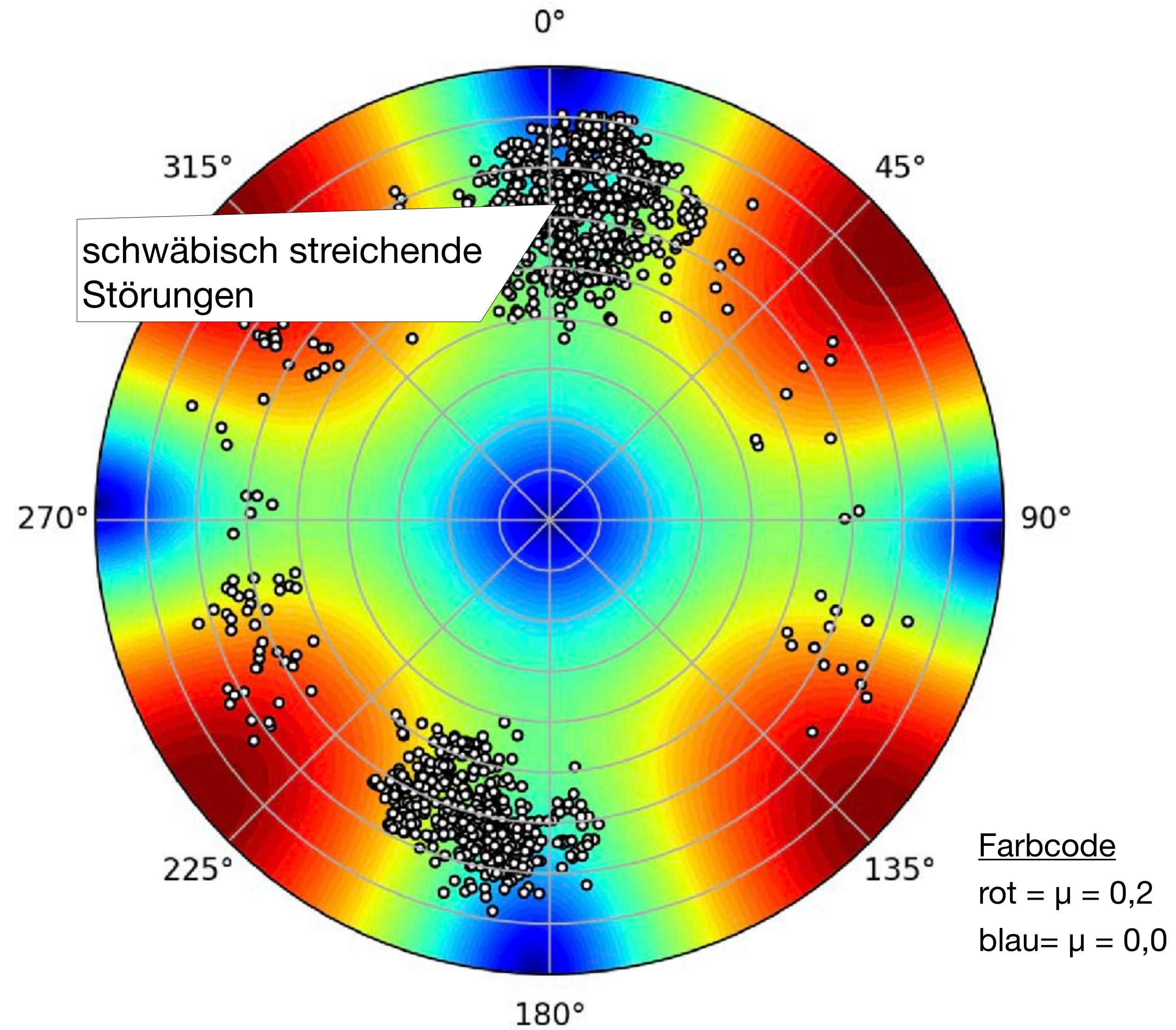
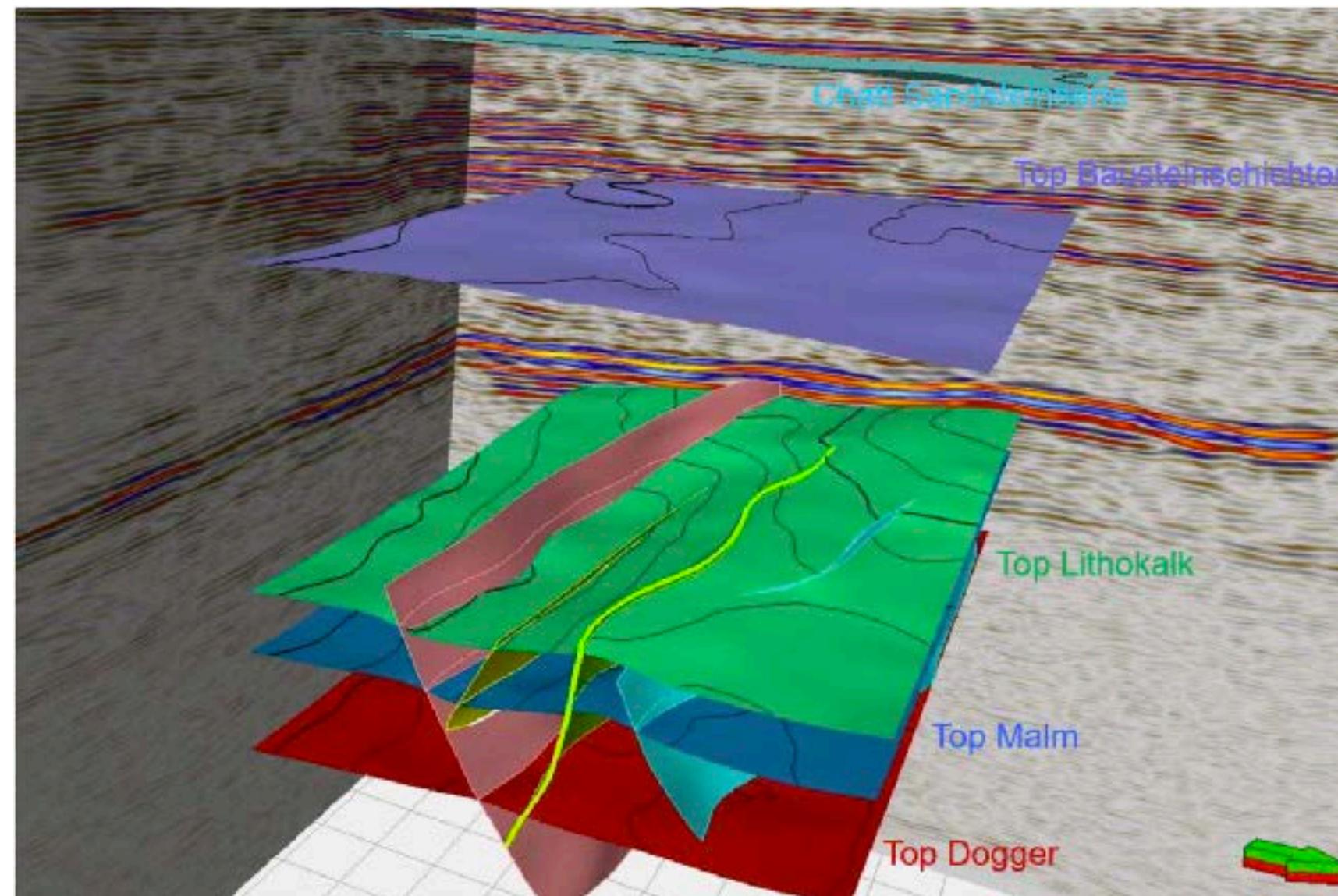
$$k = 10^{-18} \text{ m}^2$$

$$\mu_D = 1$$

$$\mu_C = 0,2 - 0,4$$

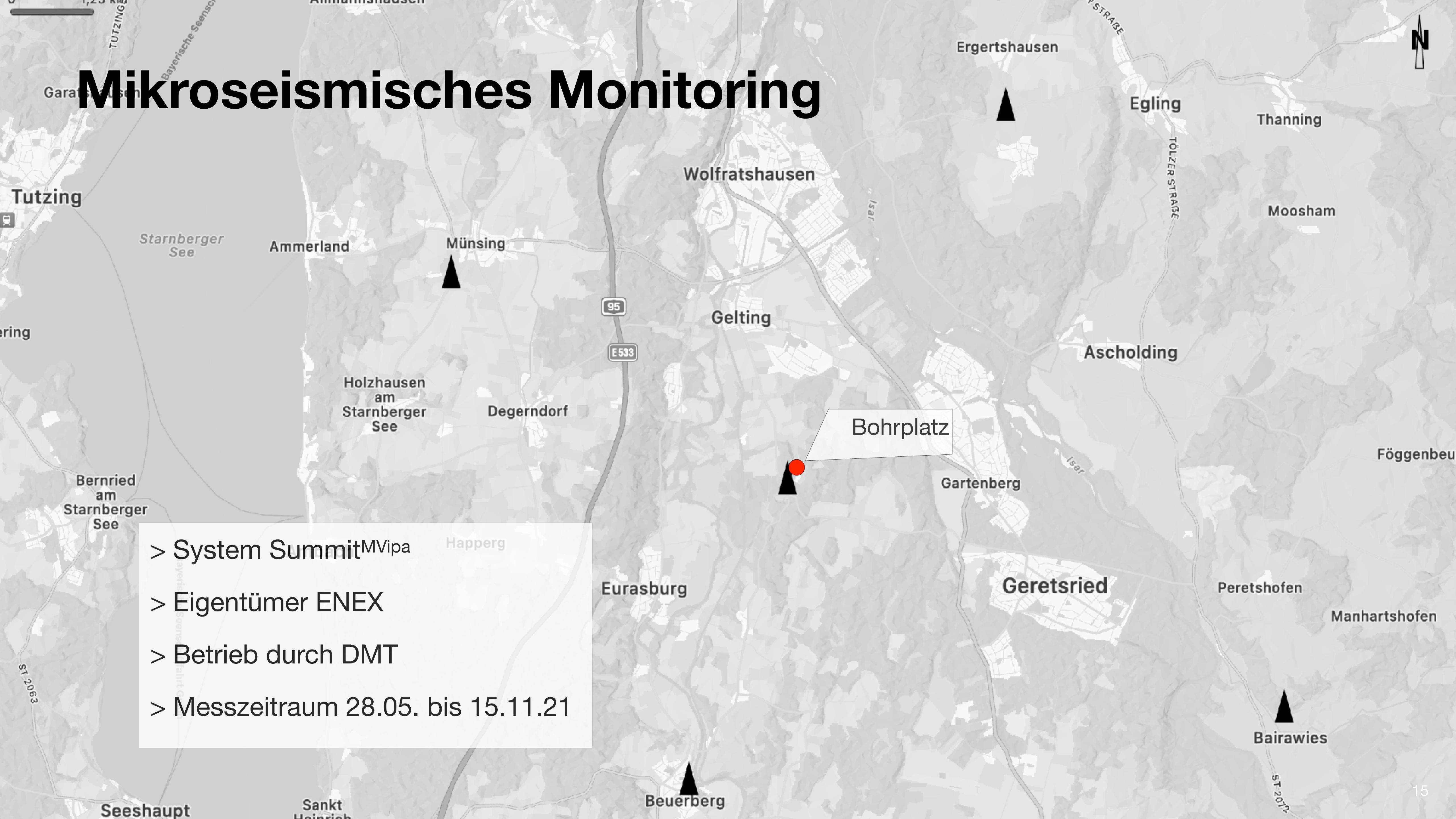


Stabilität der Störungen aka Reaktivierungspotential



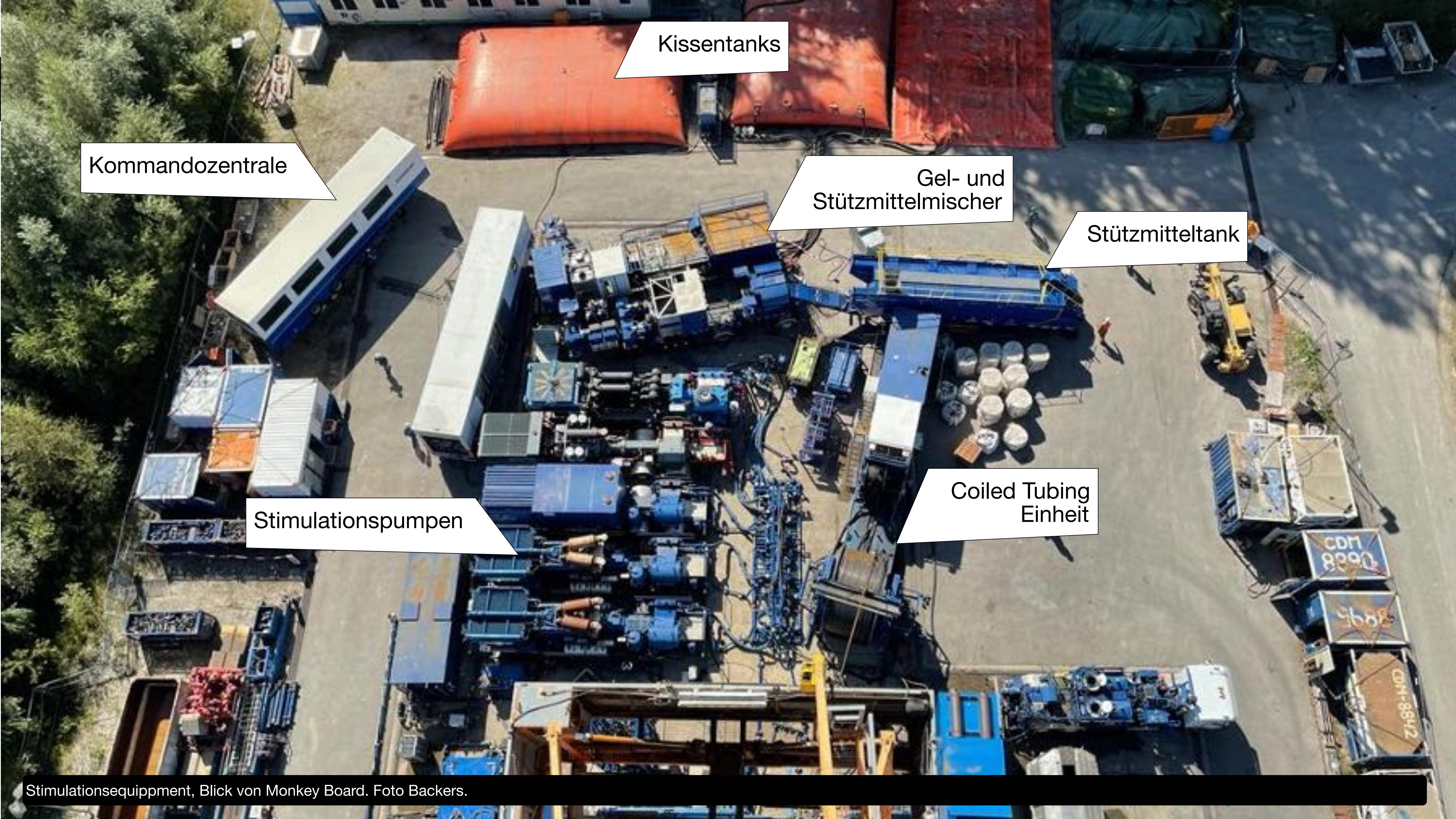
Mikroseismisches Monitoring

- > System Summit^{MVipa}
- > Eigentümer ENEX
- > Betrieb durch DMT
- > Messzeitraum 28.05. bis 15.11.21





Geothermiebohrung Geretsried, September 2021. Blickrichtung S. Foto Backers.



Kommandozentrale

Kissentanks

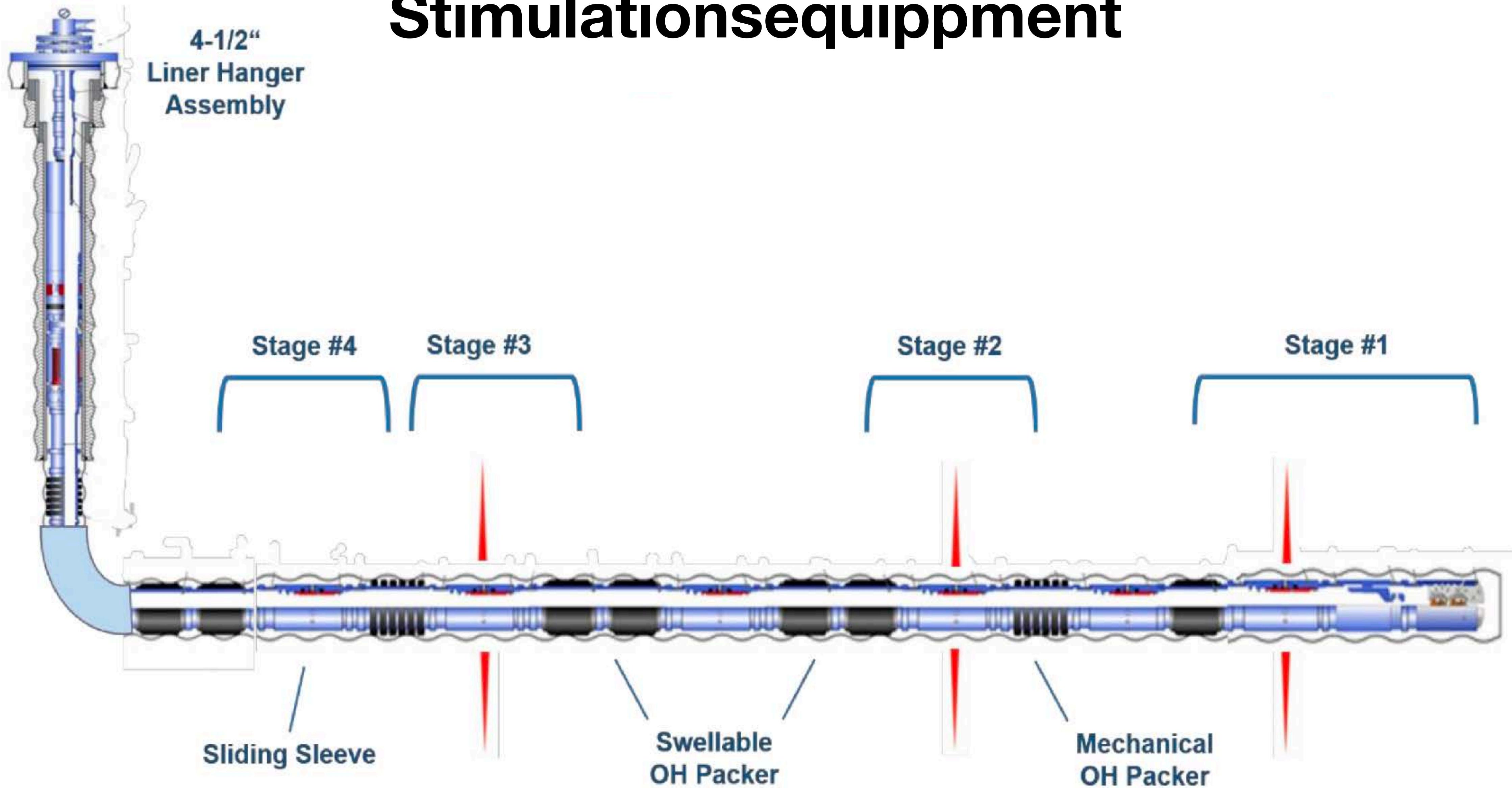
Gel- und
Stützmittelmischer

Stützmitteltank

Stimulationspumpen

Coiled Tubing
Einheit

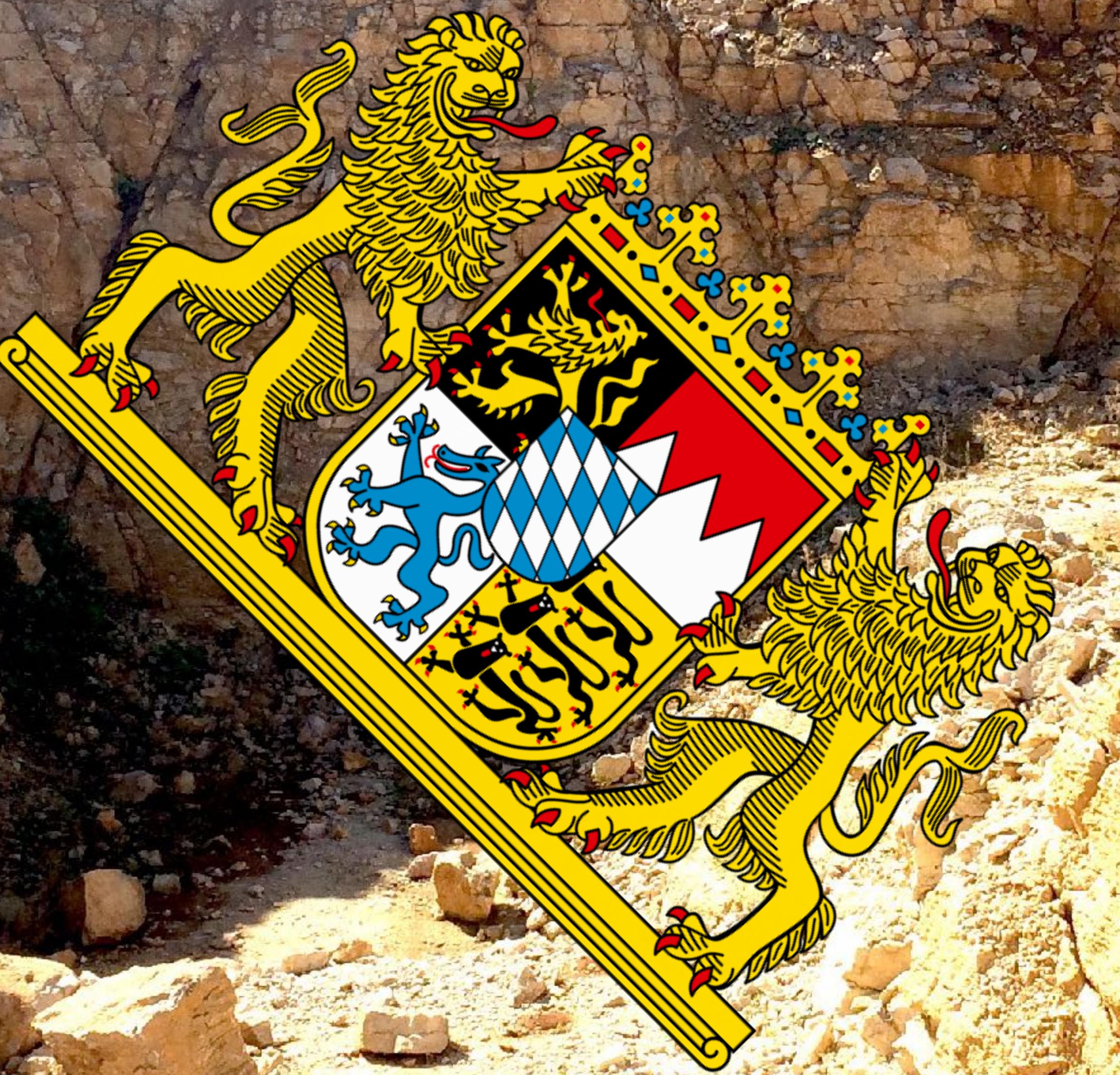
Stimulationsequipment



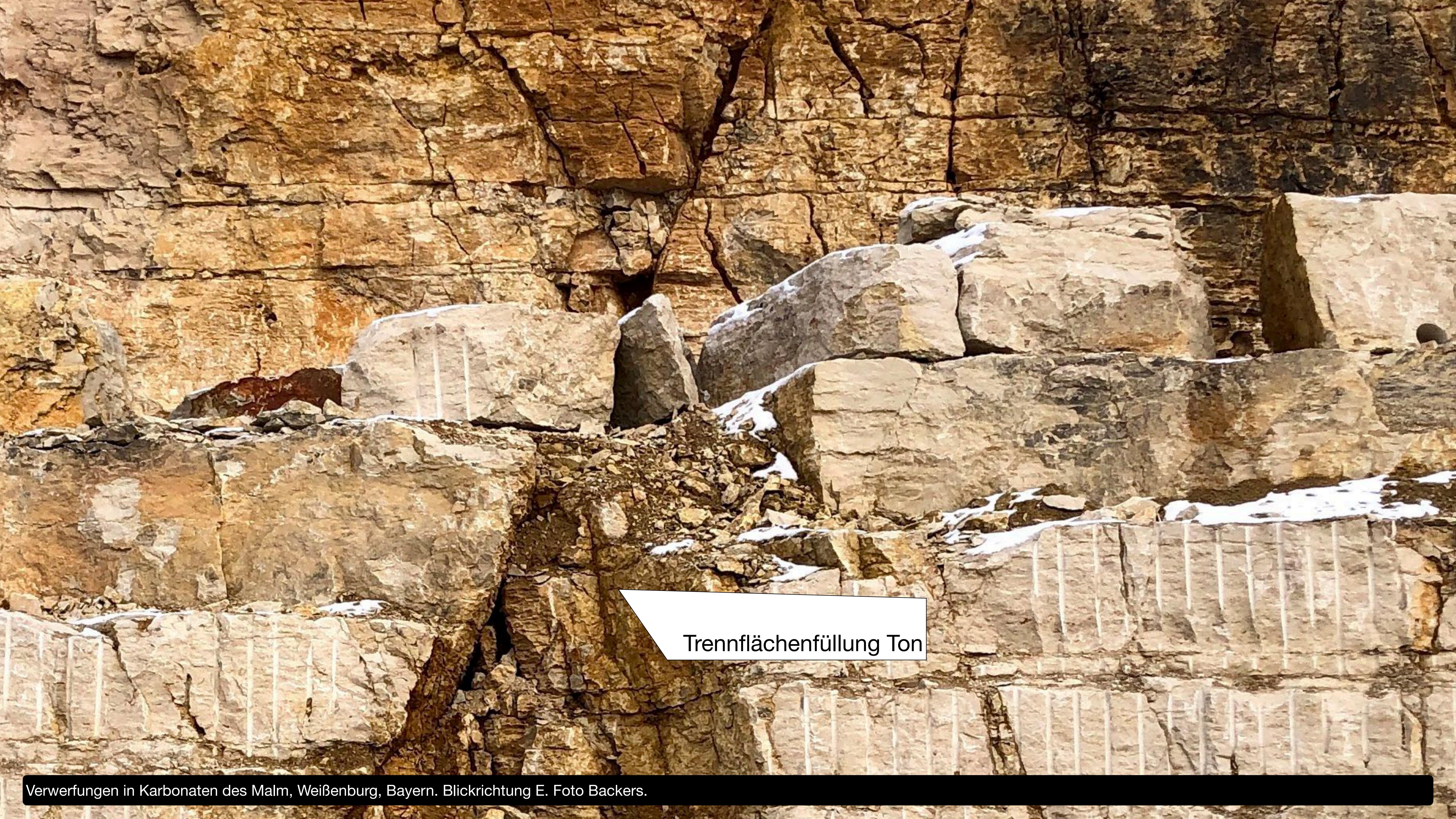


Kalkstein,
undurchlässig

Trennfläche,
durchlässig?



Störung in Karbonaten des Malm, Weißenburg, Bayern. Foto Backers.

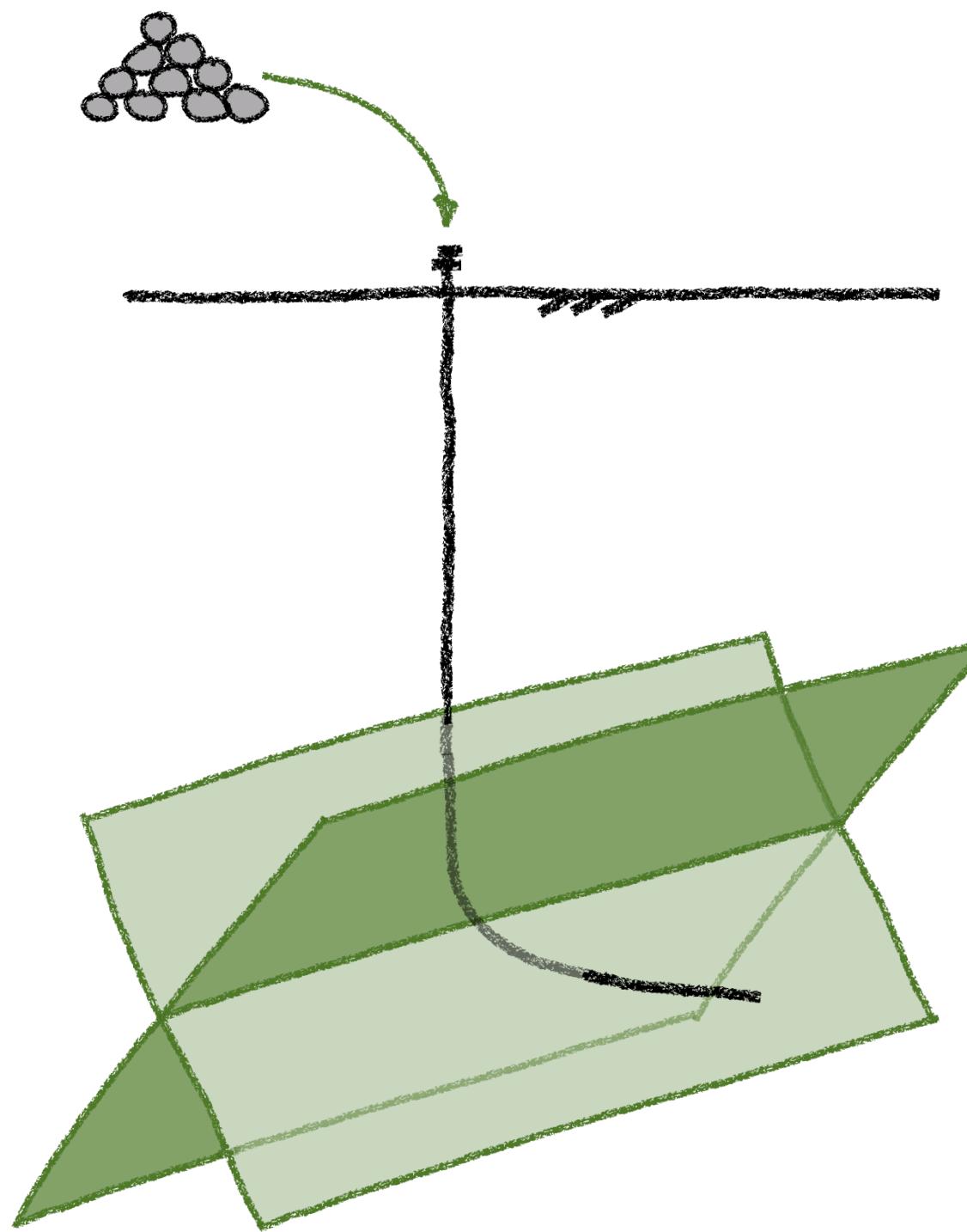


Verwerfungen in Karbonaten des Malm, Weißenburg, Bayern. Blickrichtung E. Foto Backers.

Trennflächenfüllung Ton

hydraulische Stimulation

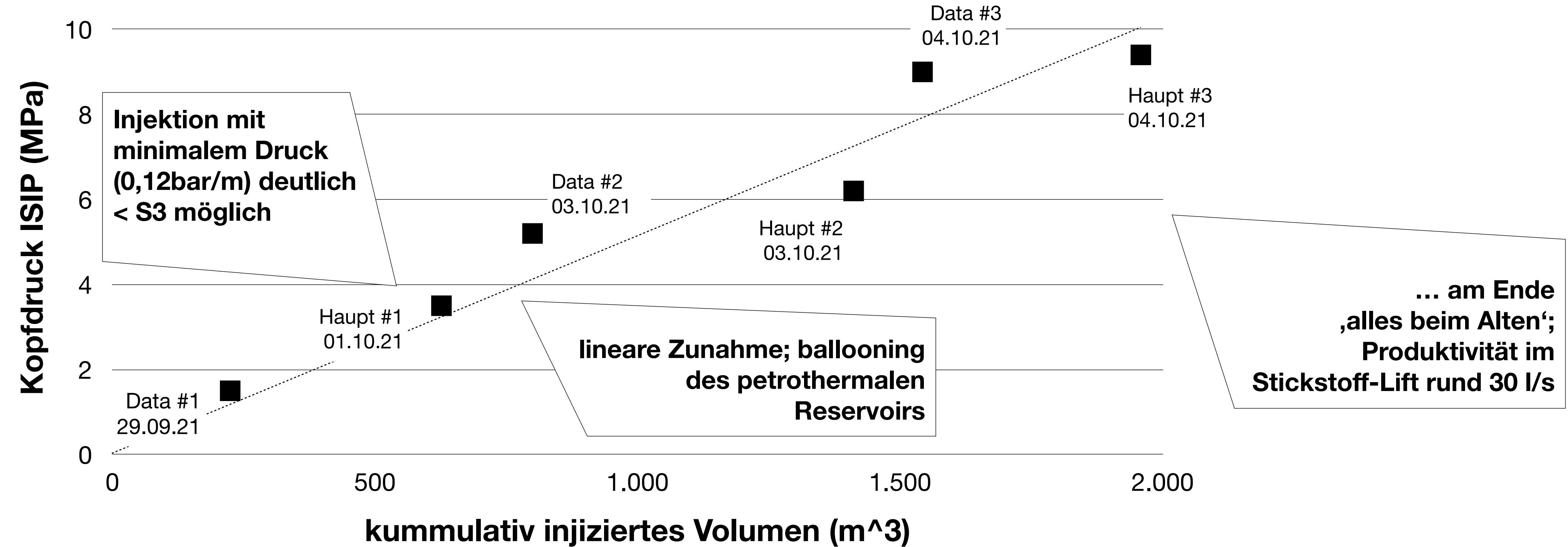
- | Erzeugung eines durchgängigen Riss(netzwerk)es
- | Einpressen von Stimulationsfluid
- | Eintrag von Proppants



Stimulationsfluid

- | wasserbasiert
- | alle Zusatzstoffe max. WGK1
- | Risiko: Transportunfall zur Baustelle (UBA Studie)

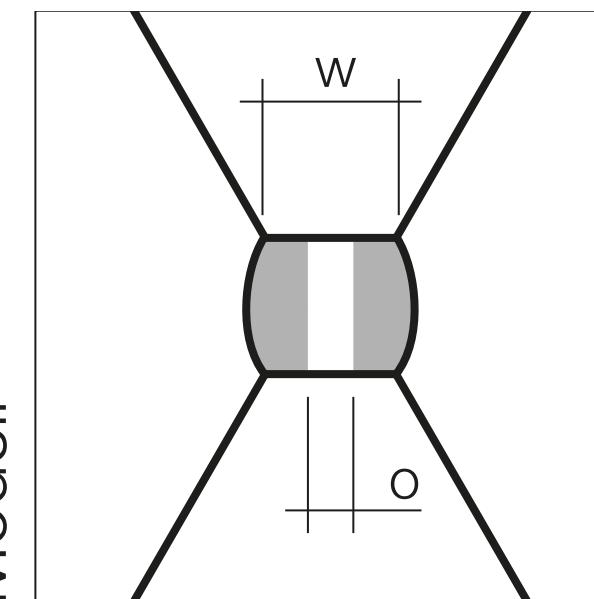
500 m³ linear Gel
1.350 m³ SLB_ThermaFrac
340 t Stützmittel HSP 20/40 u. 30/50



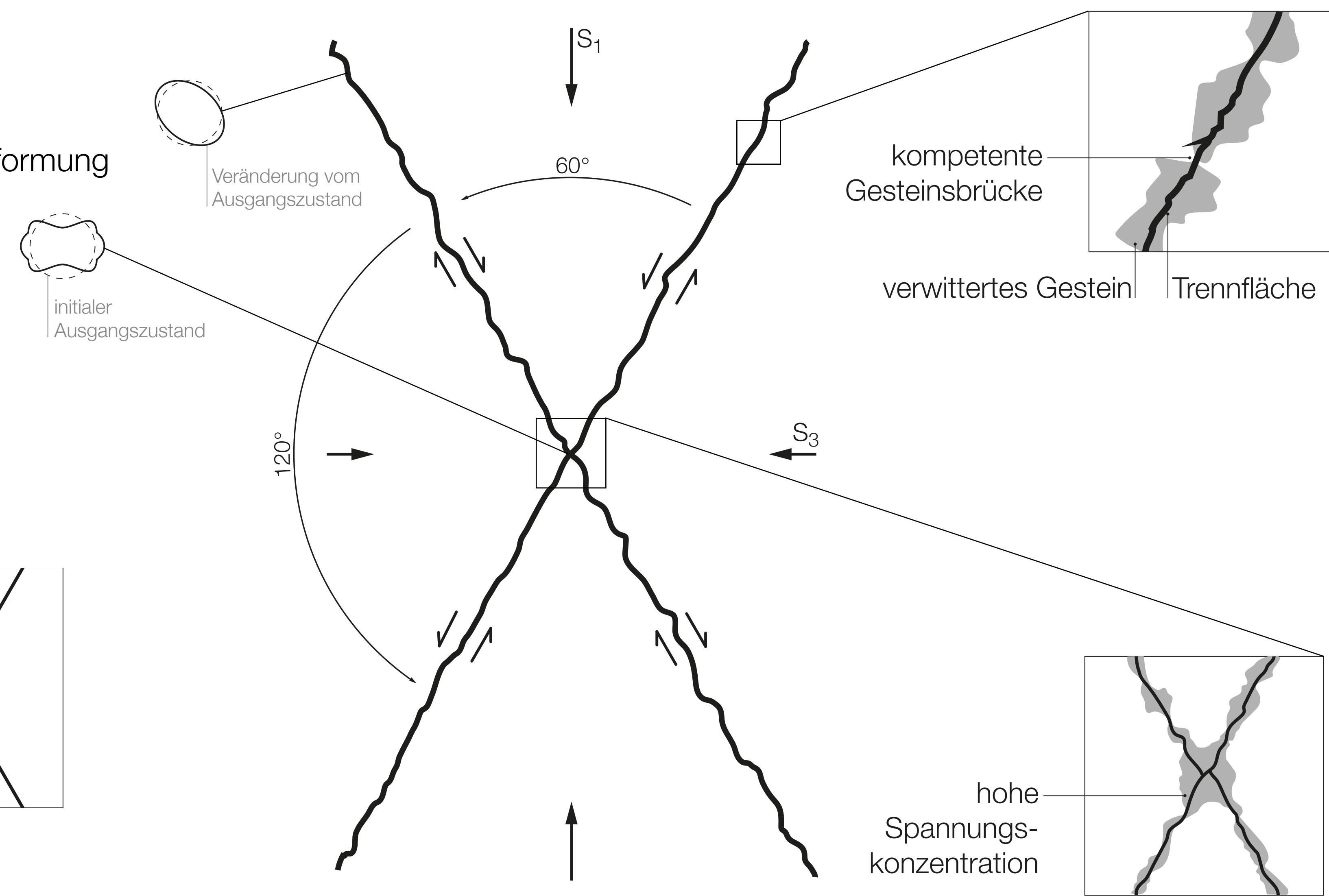
Feierstunde zum 80. Geburtstag E. Stoibers im Buchheim-Museum

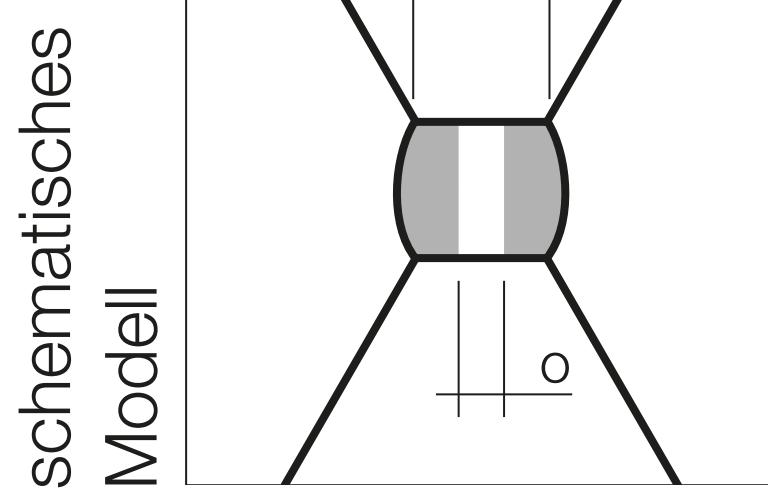
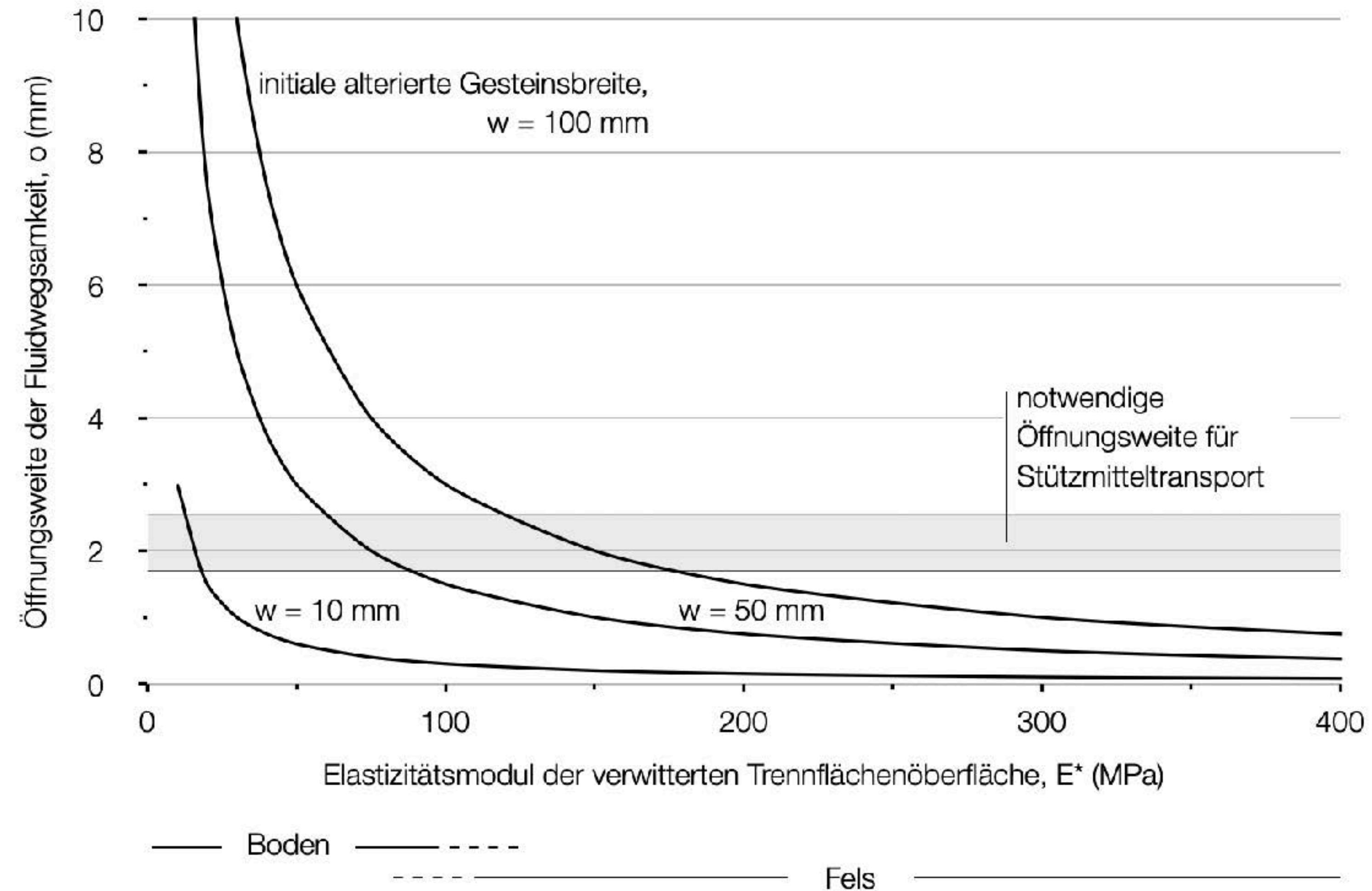


schematisches Modell



Verformung





... man kann also in München

- | EINEN Mittelfeldspieler bei Fulham einkaufen (João Palhinha, 51 Mio €), oder SIEBEN geothermische Lagerstätten stimulieren,
- | beim Stimulieren weniger erschütternd sein als die Rede von Söder zu Stoibers 80. Geburtstag,
- | und verstehen wie gekarstete Reservoir geomechanisch funktionieren.

ZoKrateS

- | hydraulische Stimulation im Geothermiekontext genehmigungsfähig
- | Analyse des geomechanischen Systems kann das Risiko induzierter Seismizität einschätzen
- | Verbesserung des Zuflussverhaltens im Bohrlochnahmbereich in petrothermalen System durch Stützmittel
- | Geretsried unter ‚Überdruck‘ als petrothermales System betreibbar

PROF. DR. DIPLO.-ING. TOBIAS BACKERS
EMAIL TOBIAS.BACKERS@RUB.DE
MOBIL +49 160 94812576

MITGLIEDSCHAFTEN UND EHRENAMT

SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS
AKADEMIE FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND GEOTECHNOLOGIEN
VORSTANDSVORSITZENDER ROHSTOFFWISSEN!

