

Tobias Backers | Ruhr-Universität Bochum, AGIF

STRUKTURDOMINIERTER 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 existierenden 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.

STRUKTURDOMINIERTER 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.

ehrllicher Titel

**| Was Stoiber nicht weiss und
niemanden erschütterte**

demütiger Titel

**| Erfahrungen aus dem Versuch
einer Produktivitätssteigerung
in Geretsried**

Geothermie

ist grundlastfähig

weil die Energie immer zur Verfügung steht

ist erneuerbar

weil es in der Erde heiß ist



Bildmaterial: wikipedia.de,
liag.de, Backers

geht überall

.... nicht ganz falsch

erzeugt Erdbeben

Landau, Deutschland. M 2.7, 2009.

Basel, Schweiz. M 3.4, 2006.

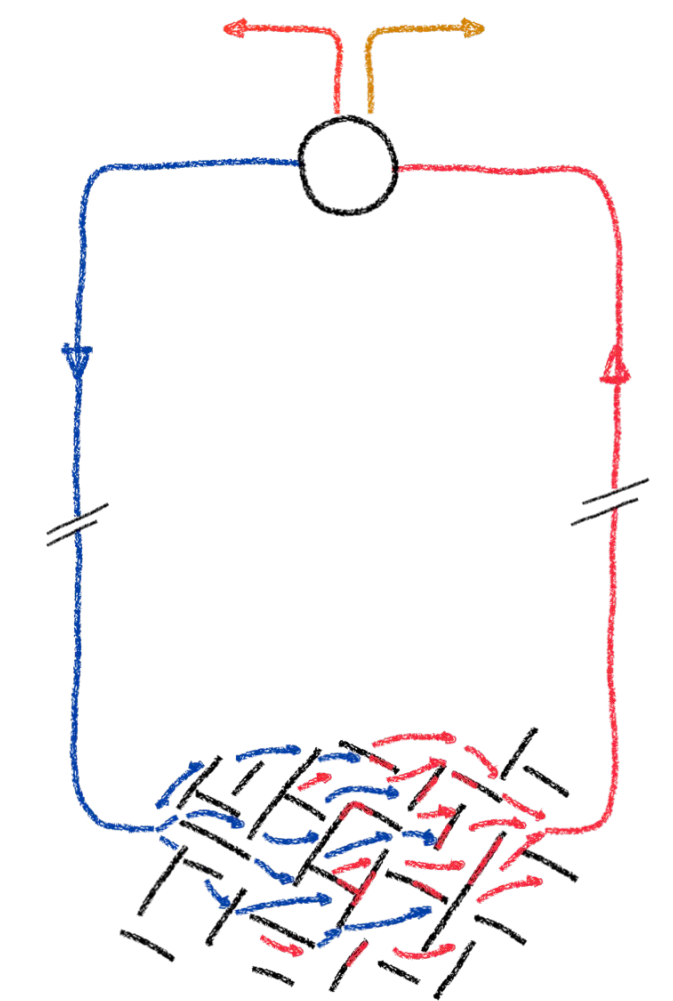
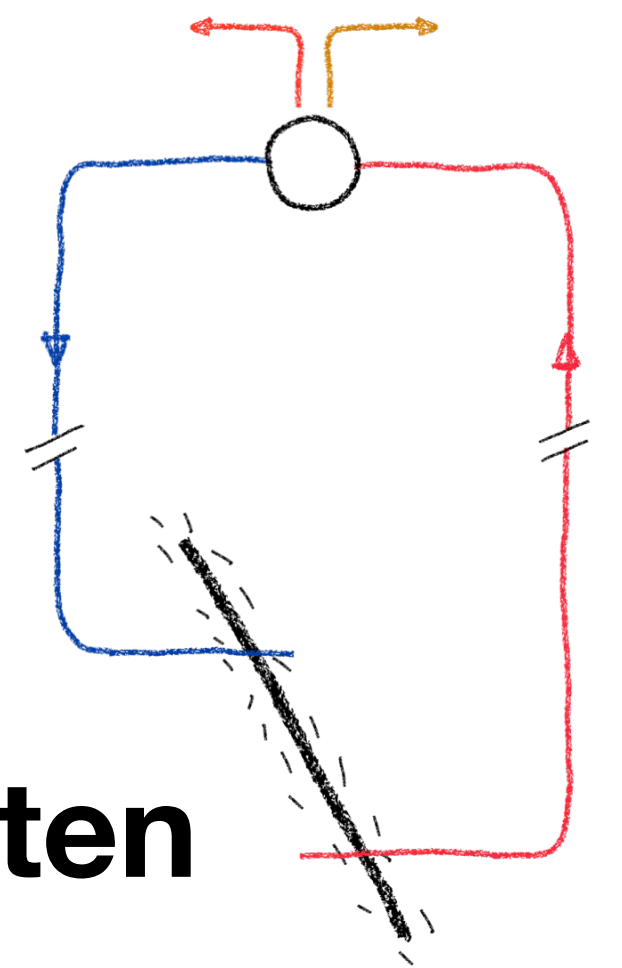
ist nicht so häßlich

wie Windräder



braucht Wegsamkeiten

natürlich oder künstlich



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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Geothermie
+ Spannungsfeld
+ Störung
+ Stimulation

Geretsried

Geretsried



Apple Maps



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

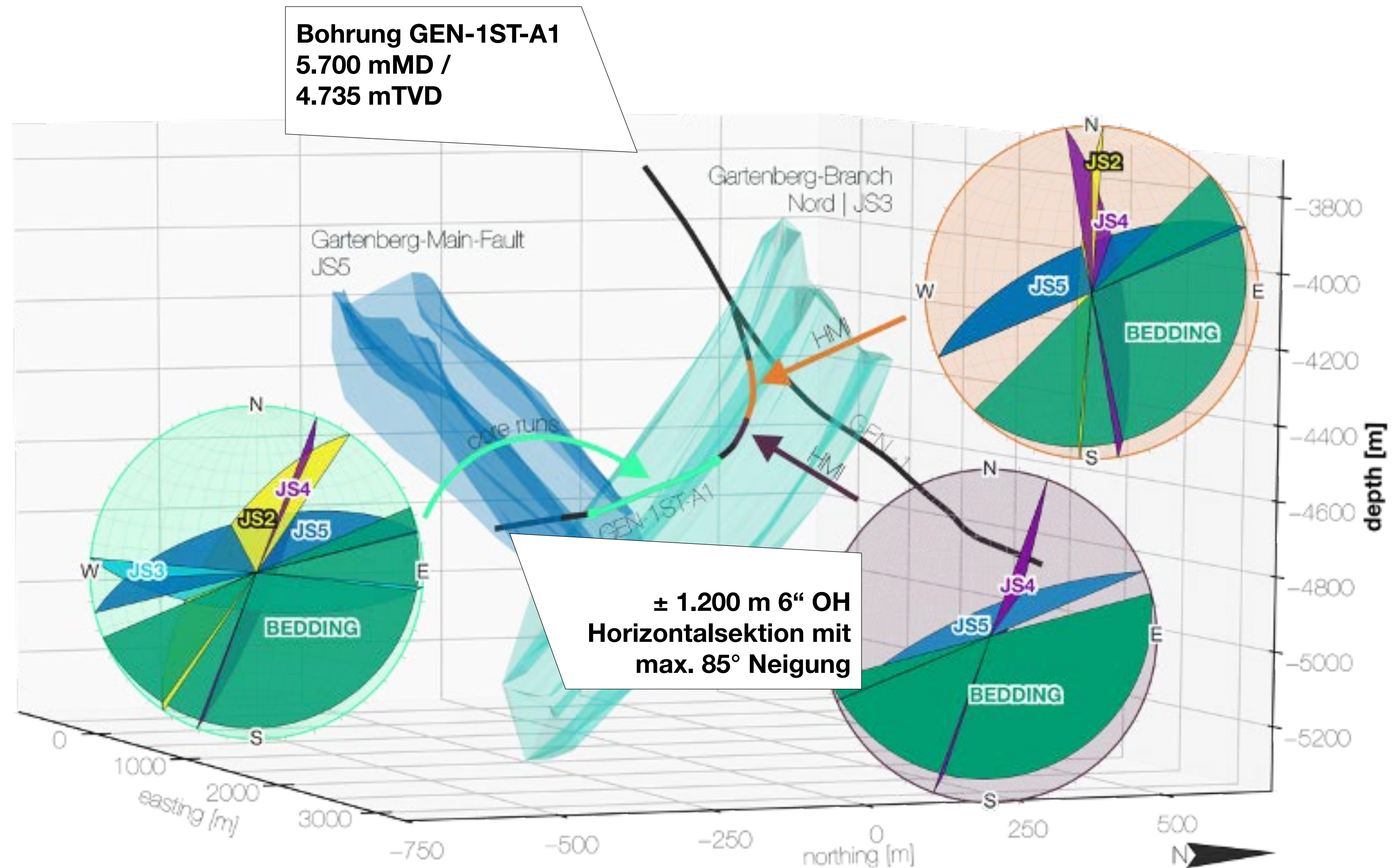
Säuerung

Schüttung 5 l/s bei 163°C

Zustand 2021

Herausforderungen

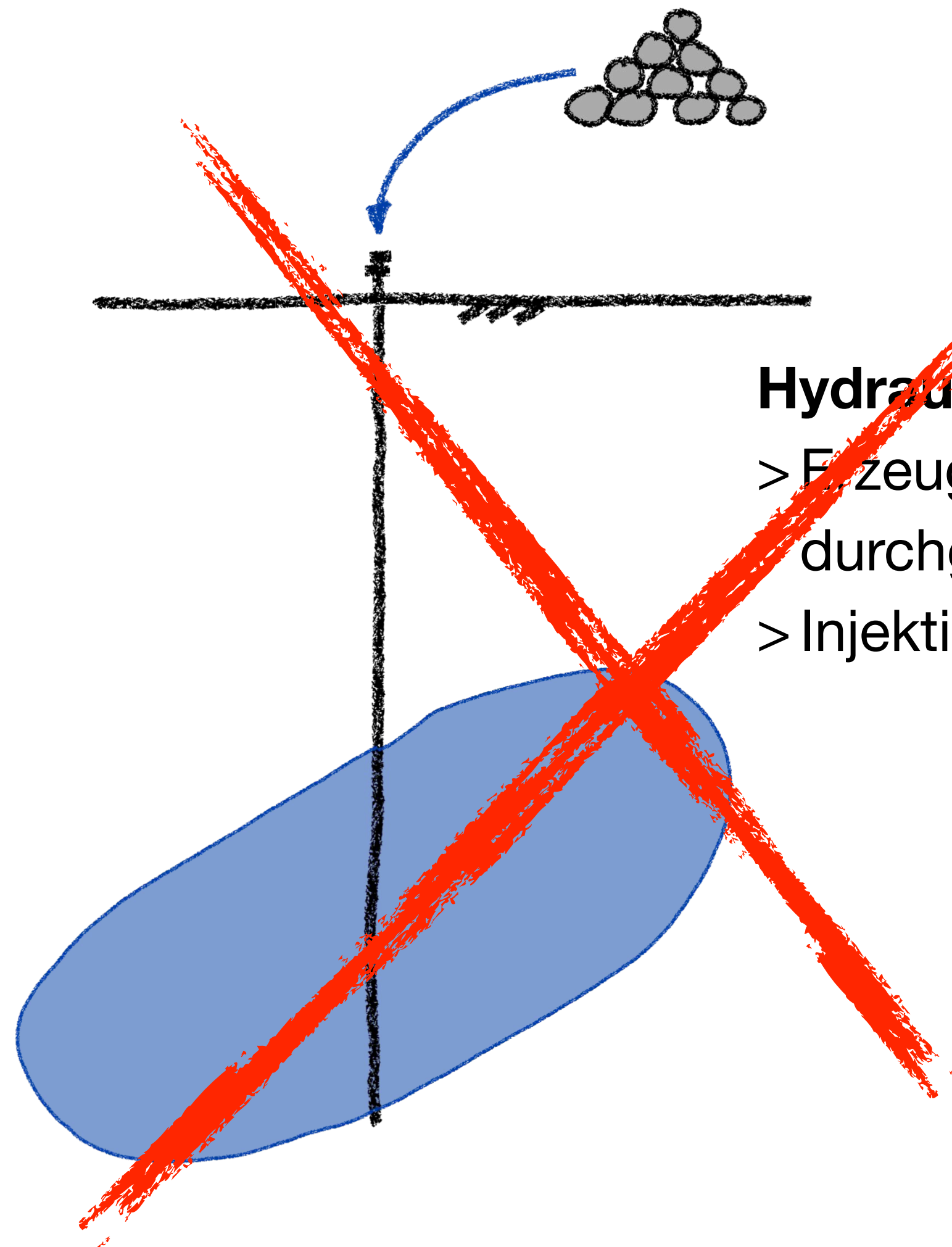
KWs
H₂S
Fish in OH
Kalibriererweiterungen bis 10“
nach Säuerung



Aufgabenstellung

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

Reservoirbehandlung

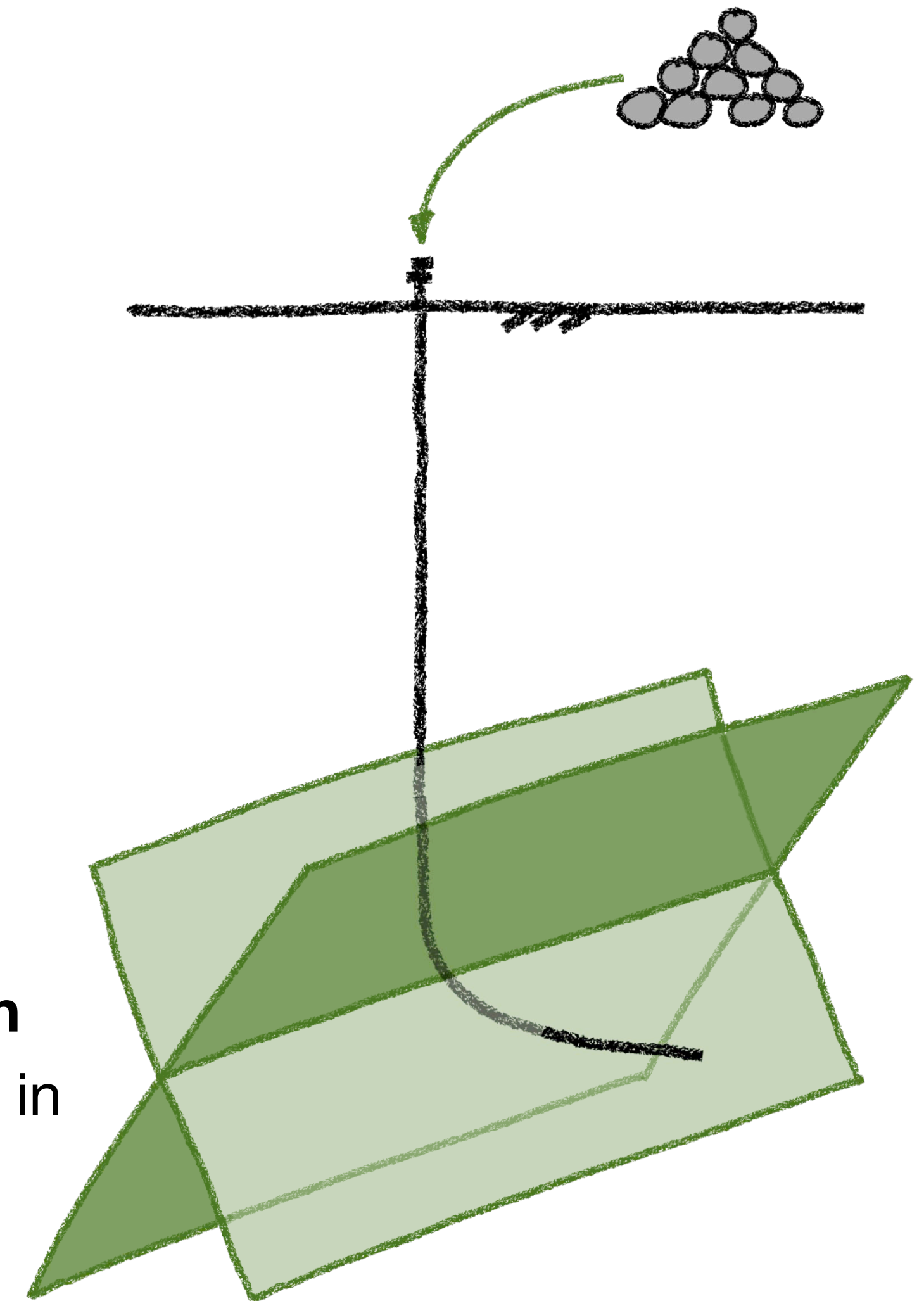


Hydraulic fracturing

- > 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

grad.SV = 24,0 MPa/km

grad.Sh > 17,0 MPa/km

grad.P = 9,5 MPa/km

Gesteinskennwerte

UCS = 141 ± 23 MPa

$S_t = 9,4 \pm 2,0$ MPa

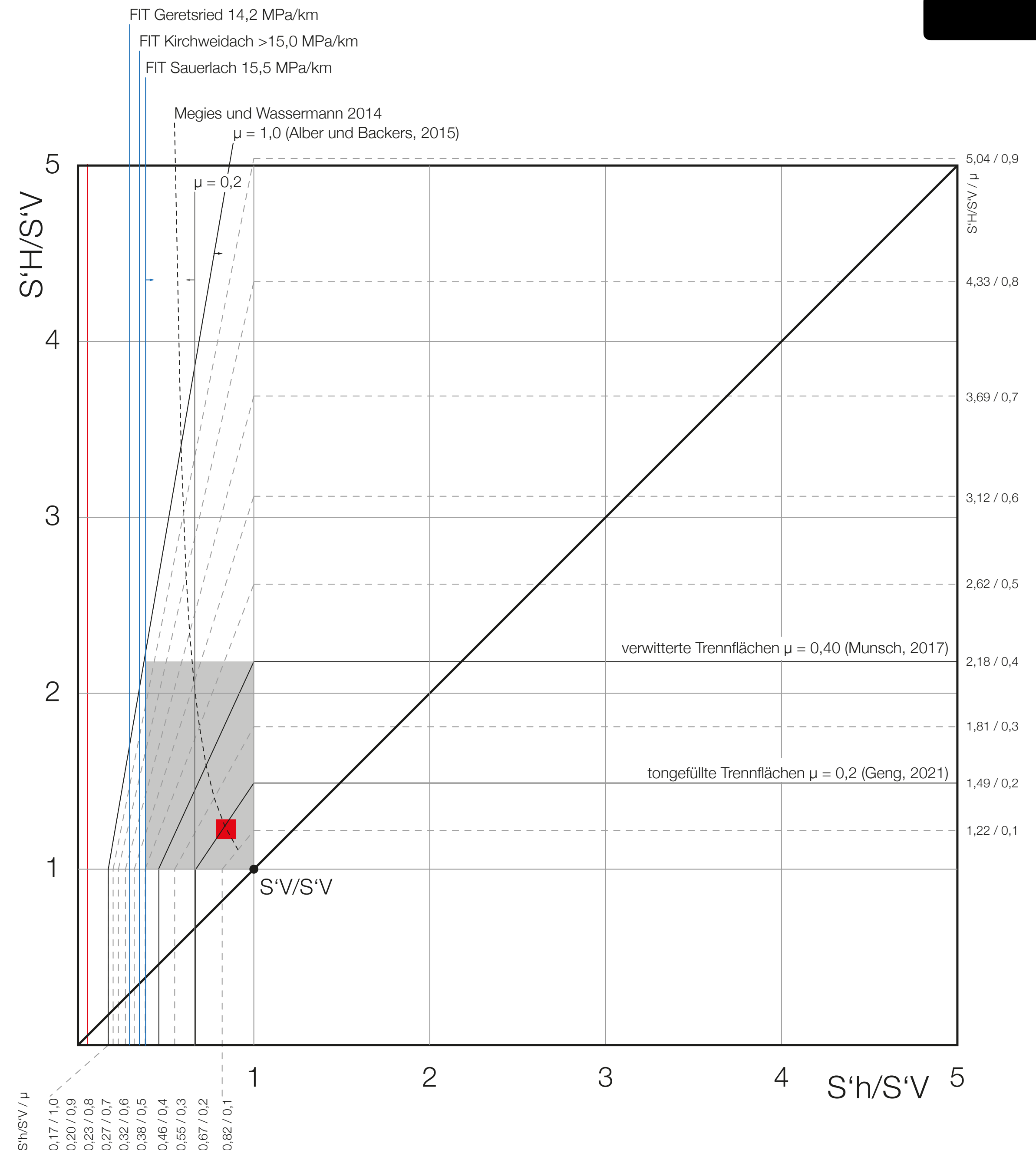
$E = 35 \pm 4$ GPa

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

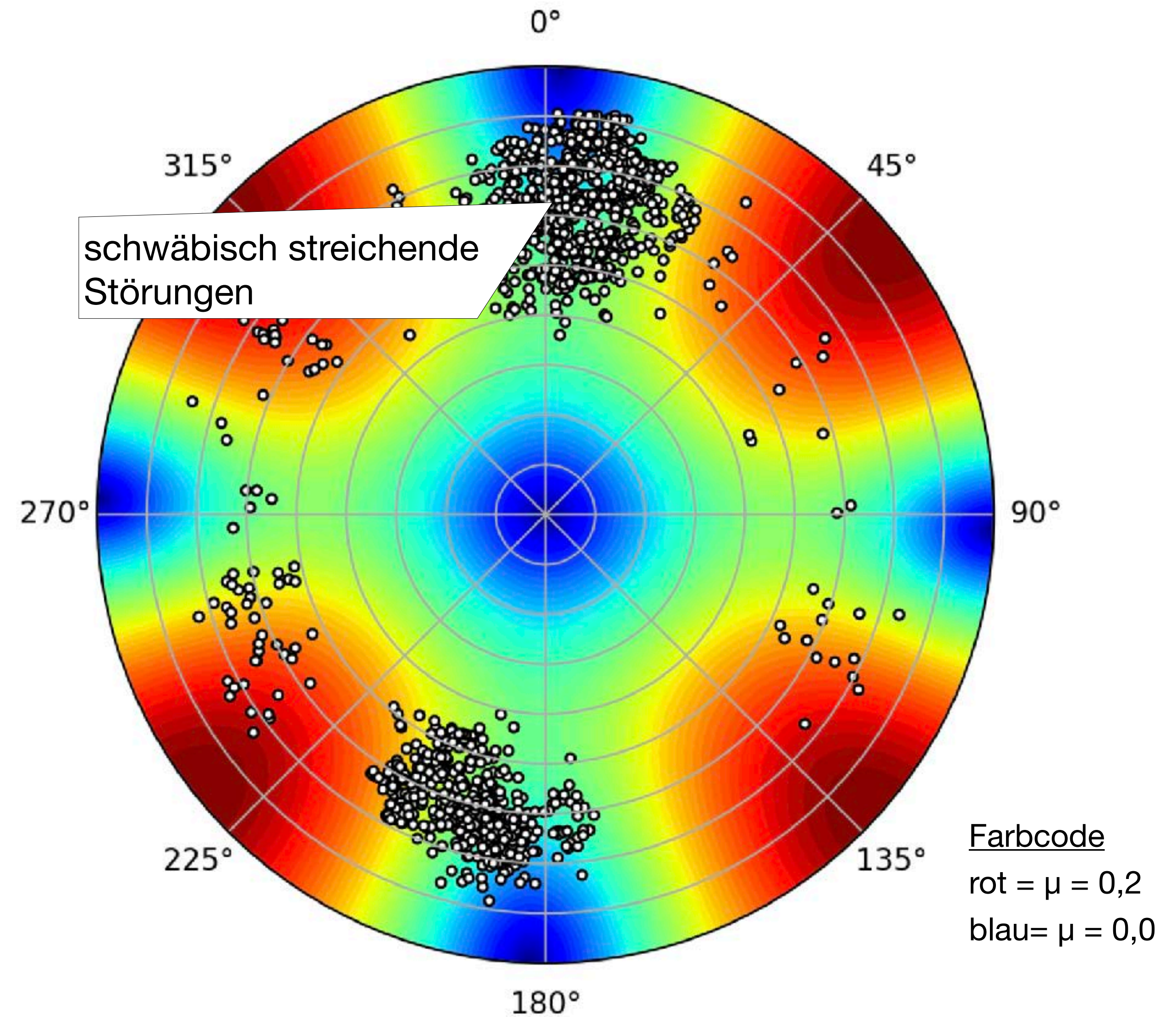
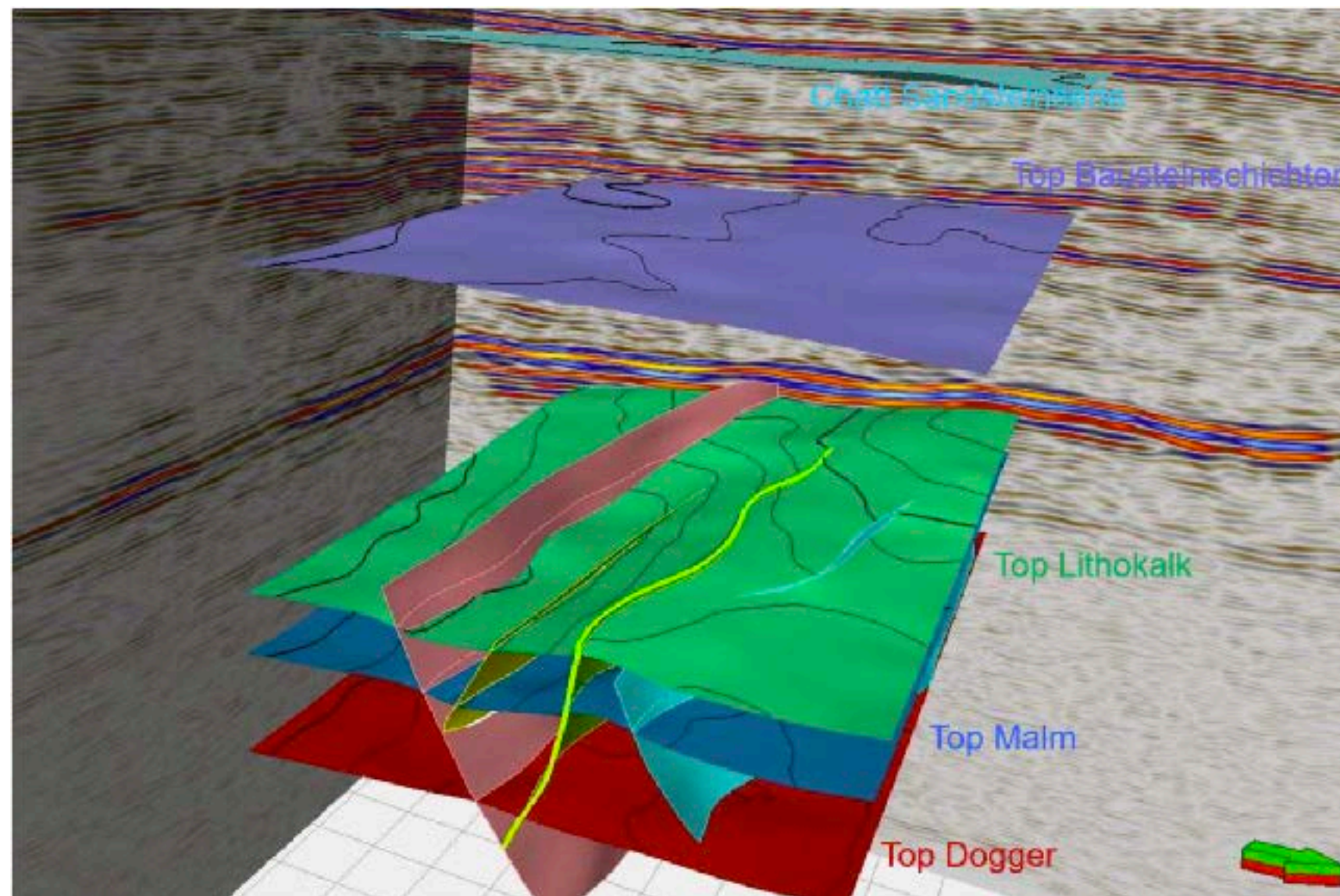
$k = 10^{-18}$ m²

$\mu_D = 1$

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

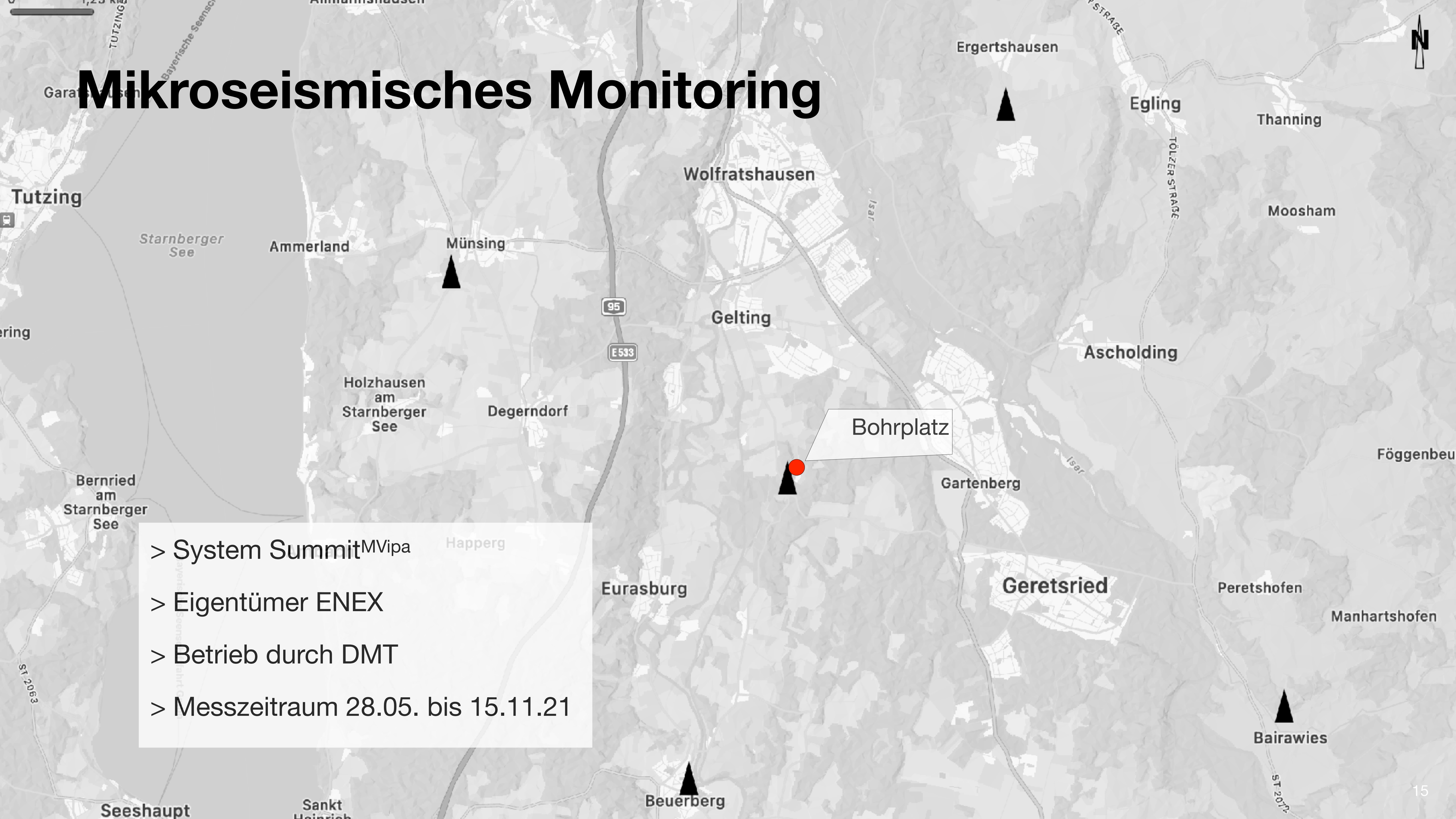


Stabilität der Störungen *aka* Reaktivierungspotential



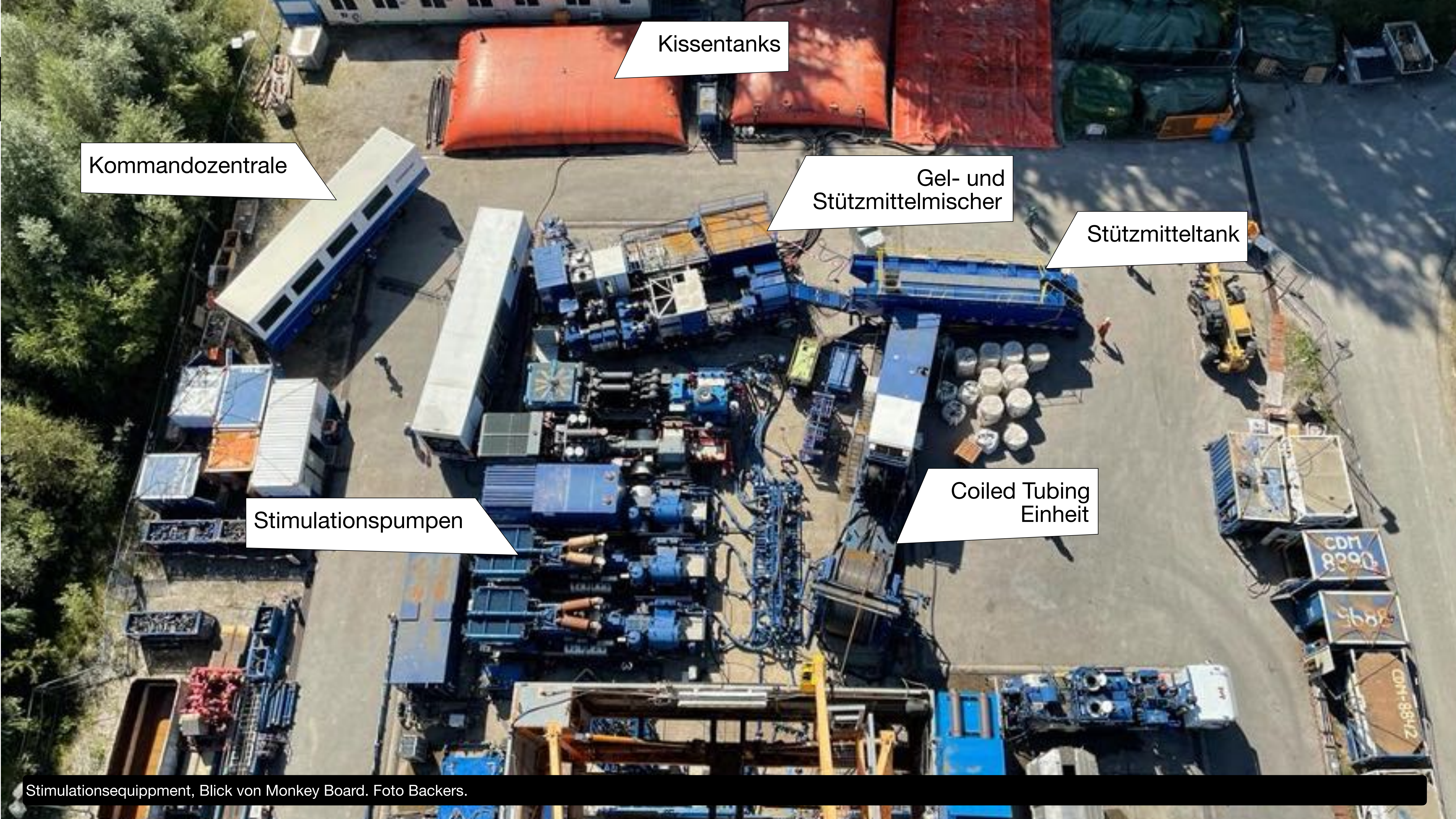
Mikroseismisches Monitoring

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





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



Kissentanks

Kommandozentrale

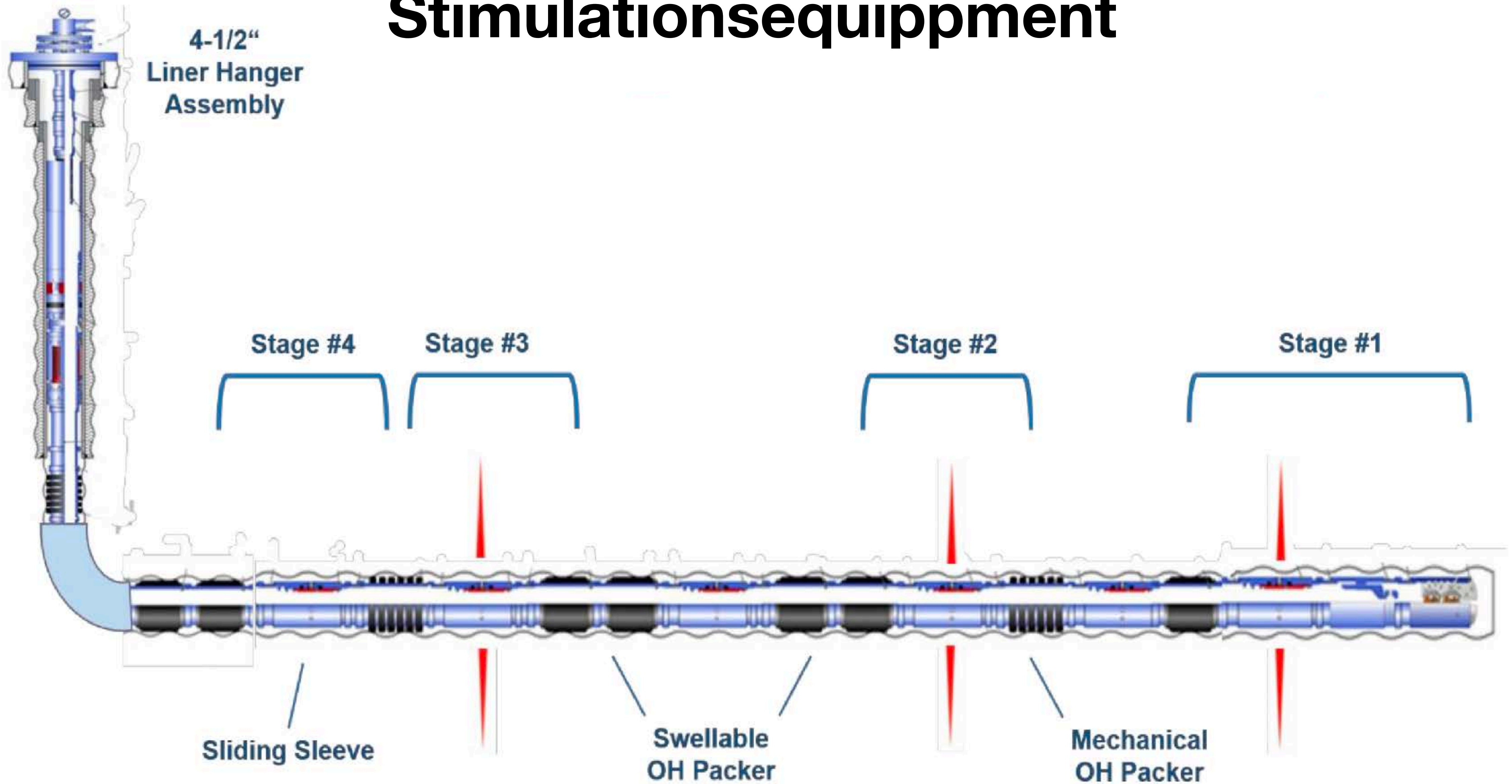
Gel- und
Stützmittelmischer

Stützmitteltank

Stimulationspumpen

Coiled Tubing
Einheit

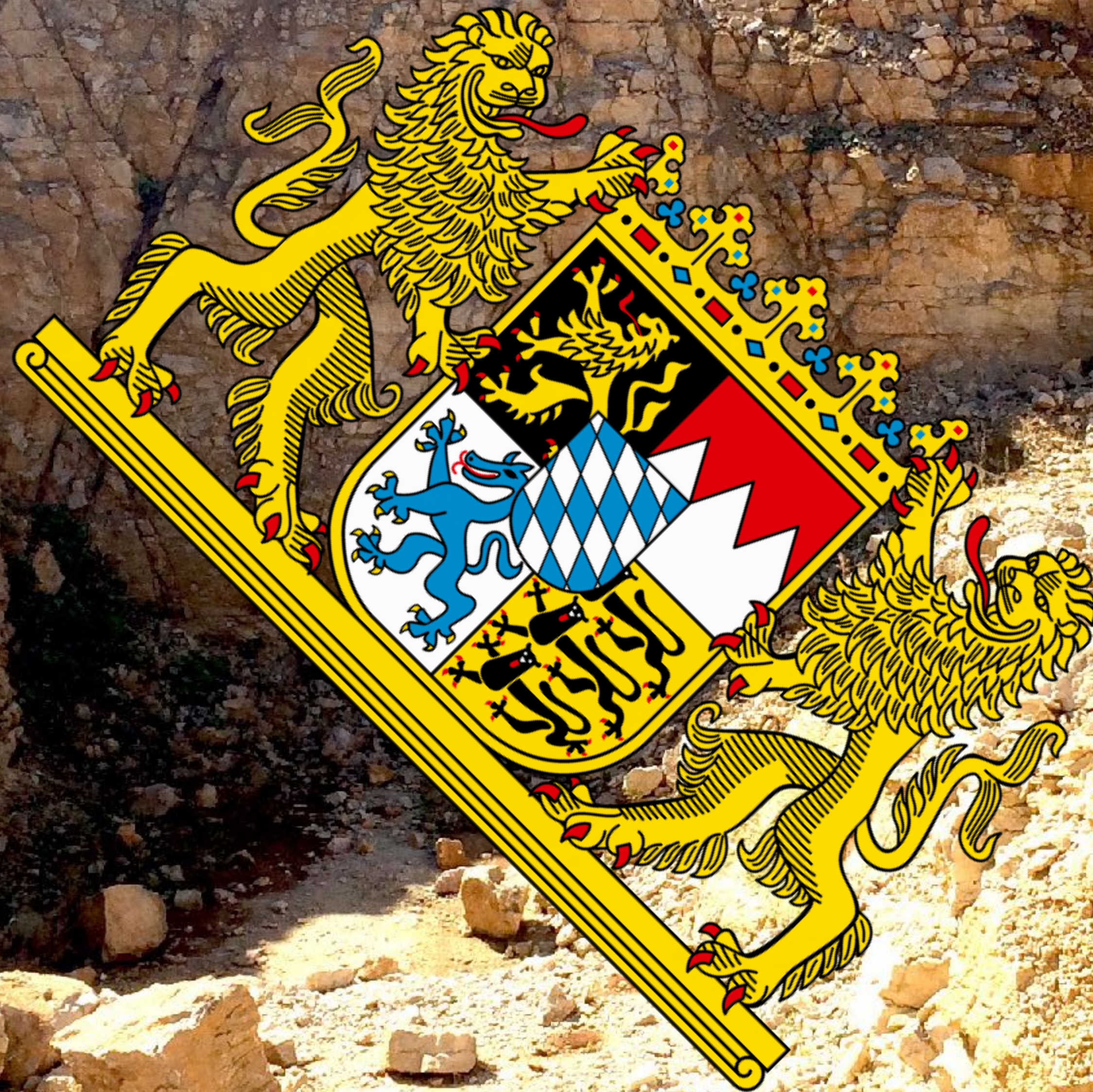
Stimulationsequippment



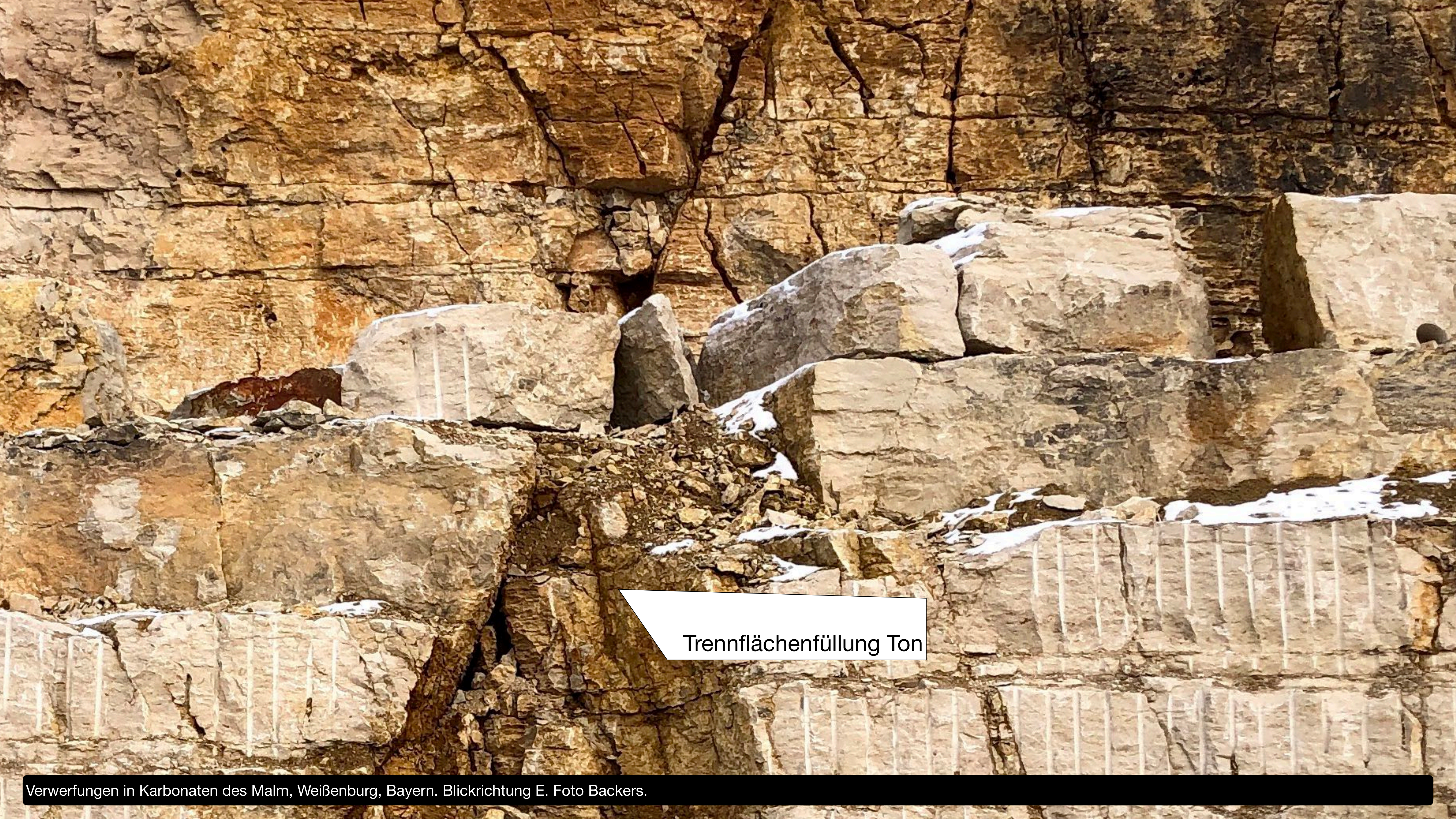


Kalkstein,
undurchlässig

Trennfläche,
durchlässig?



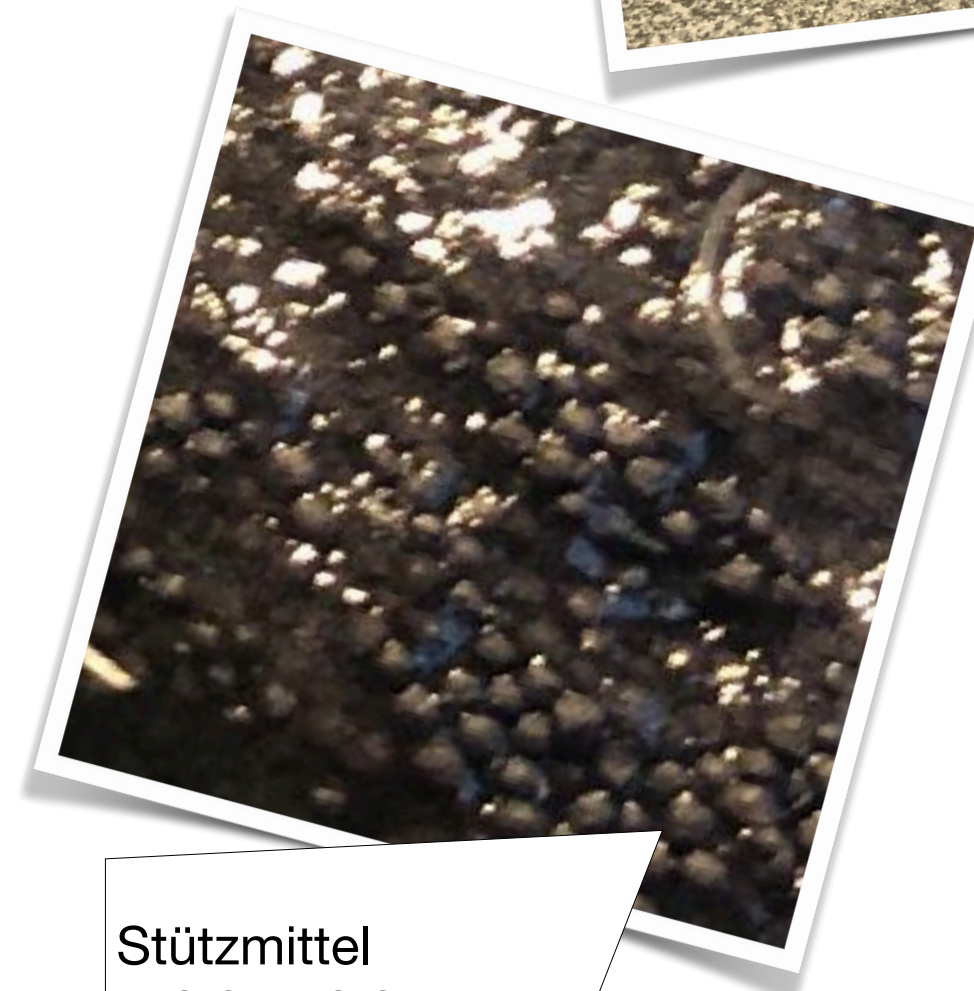
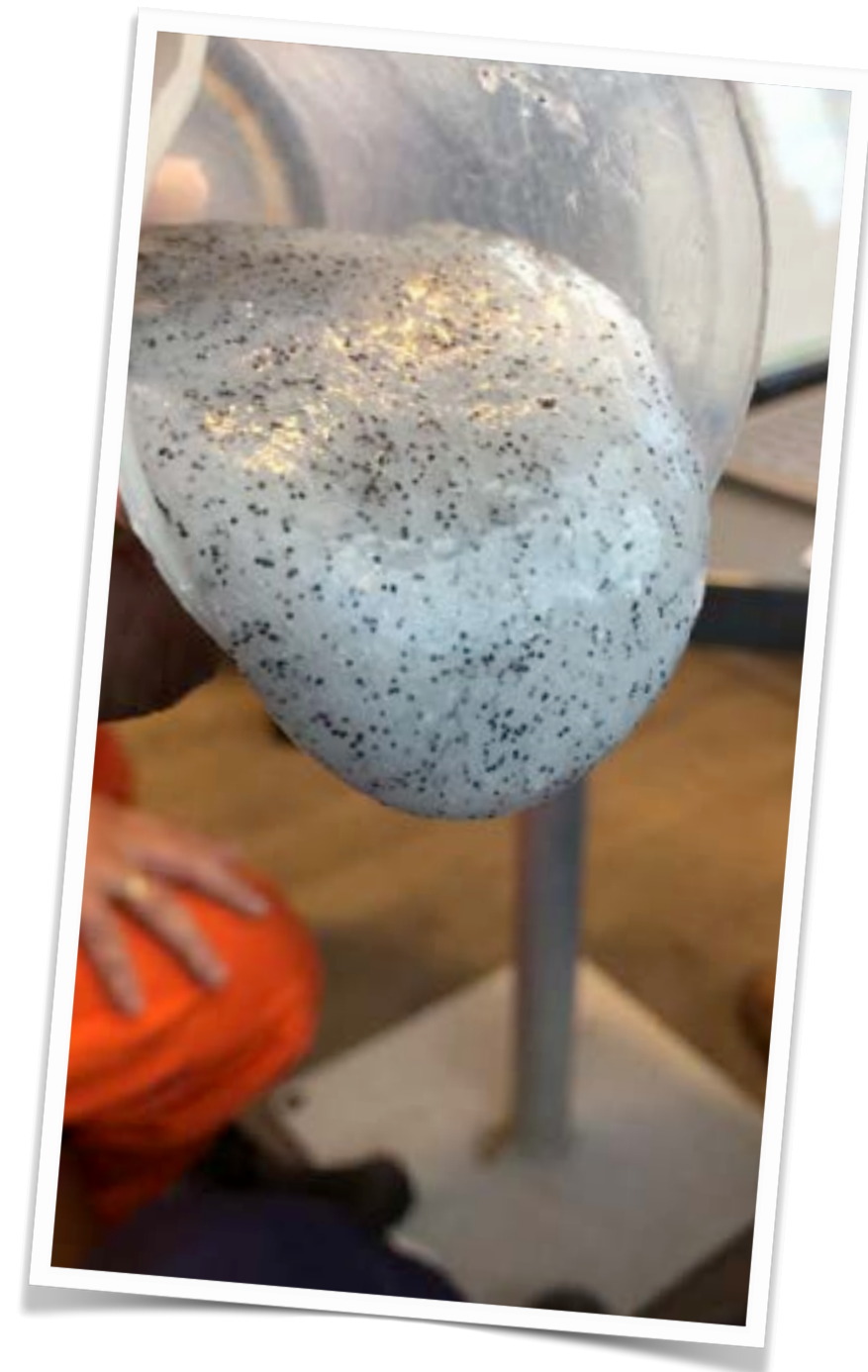
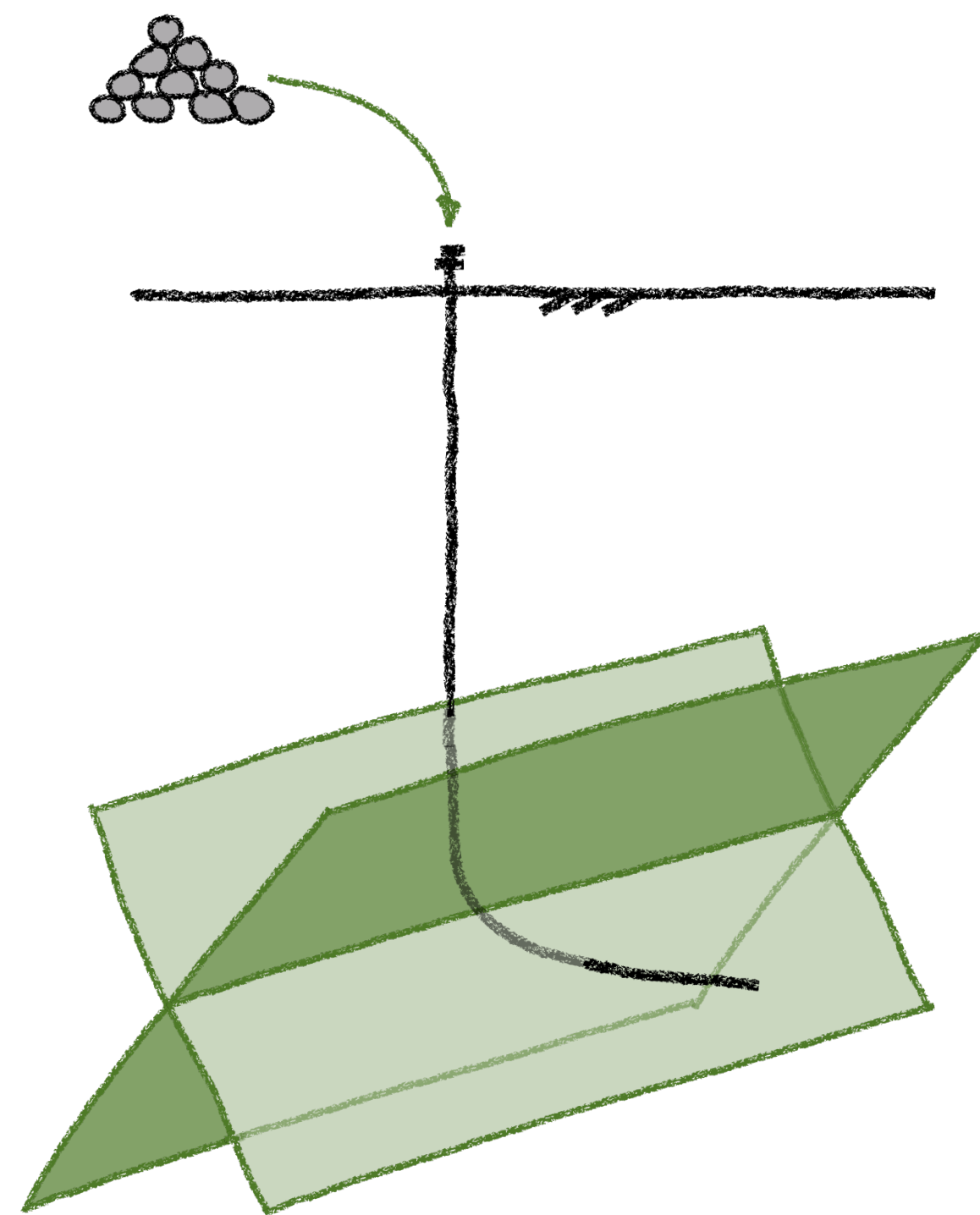
Störung in Karbonaten des Malm, Weißenburg, Bayern. Foto Backers.



Trennflächenfüllung Ton

hydraulische Stimulation

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



Stützmittel
Ø 0,27 - 0,85 mm

Stimulationsfluid

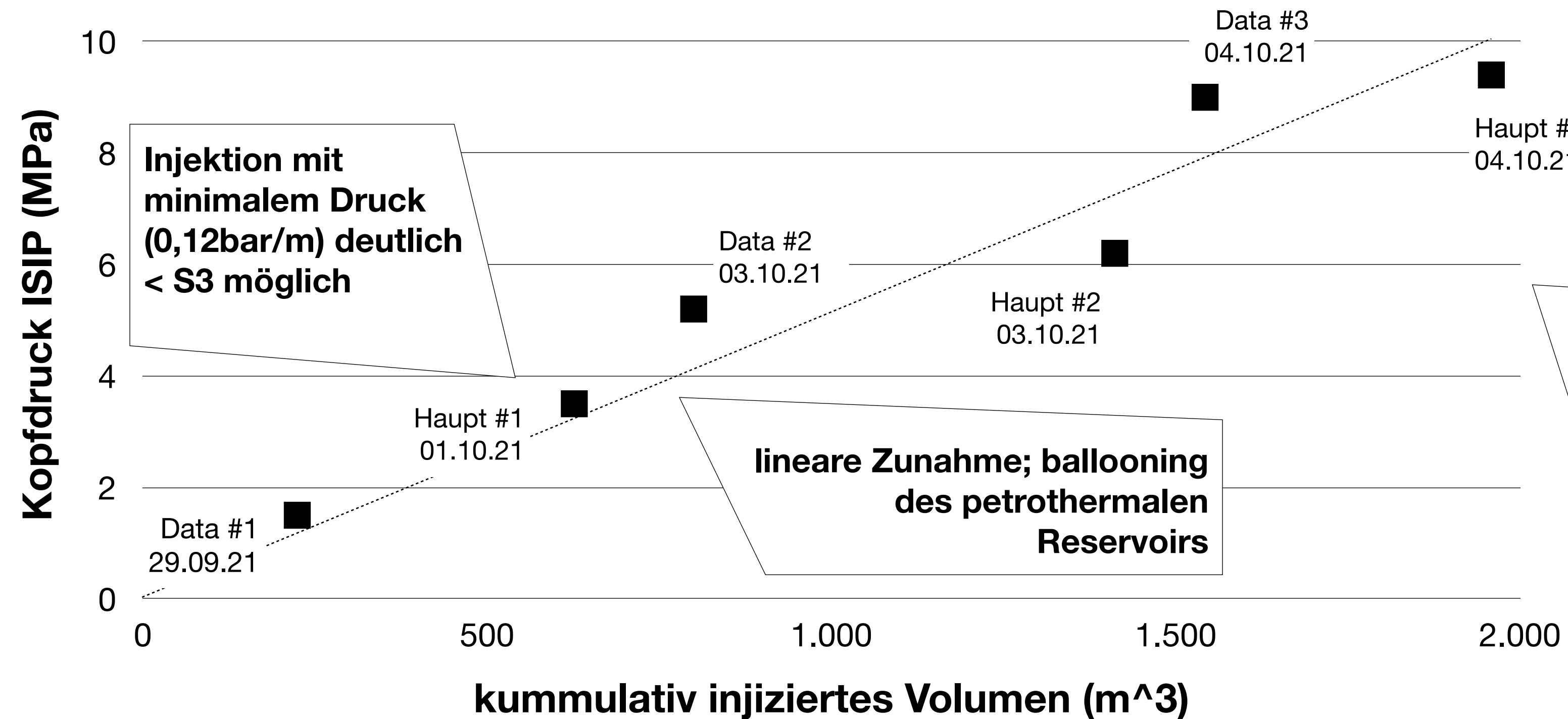
- | wasserbasiert
- | alle Zusatzstoffe max. WGK1
- | Risiko: Transportunfall zur Baustelle (UBA Studie)

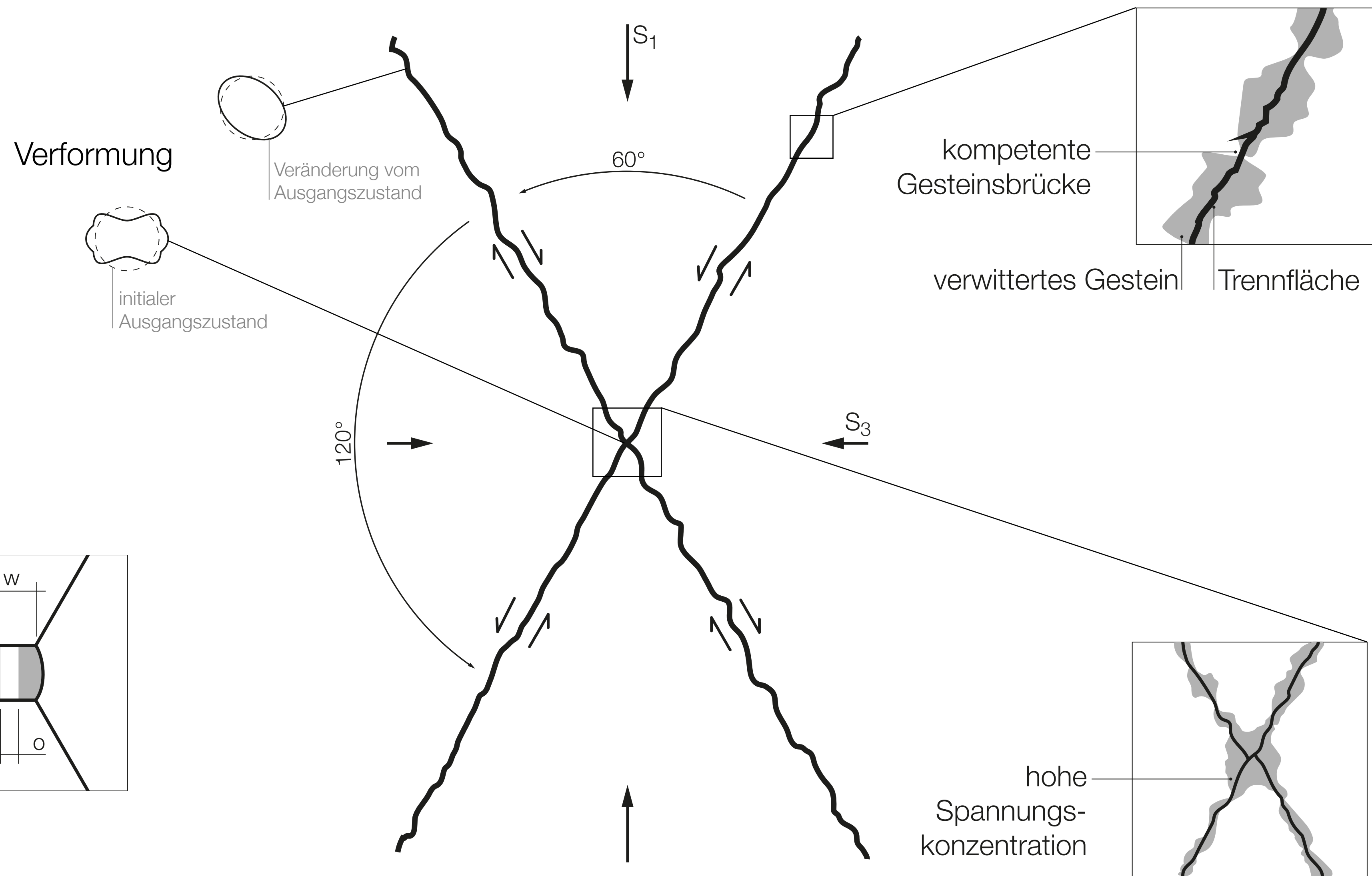


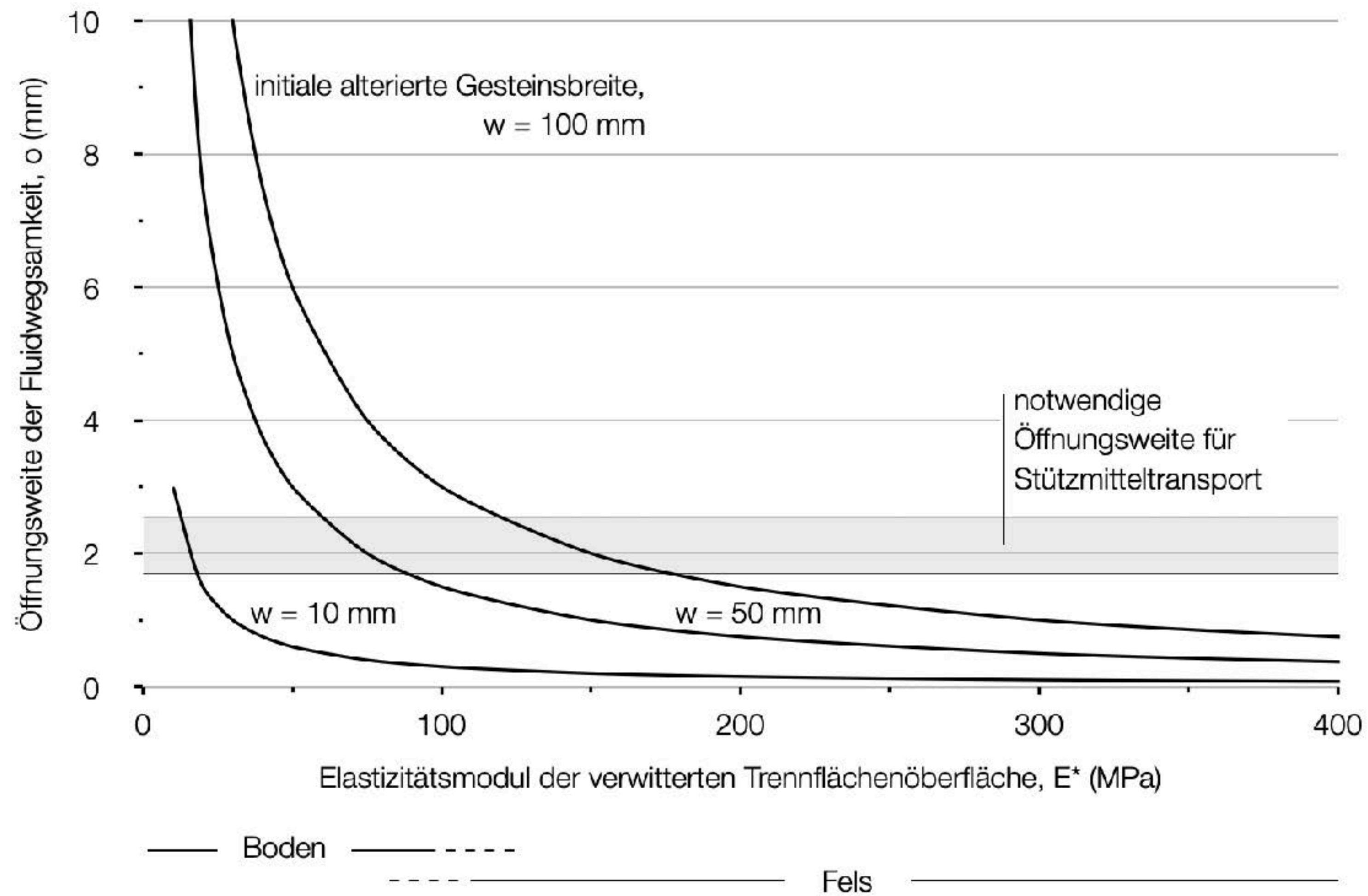
Feierstunde zum 80. Geburtstag E. Stoibers im Buchheim-Museum



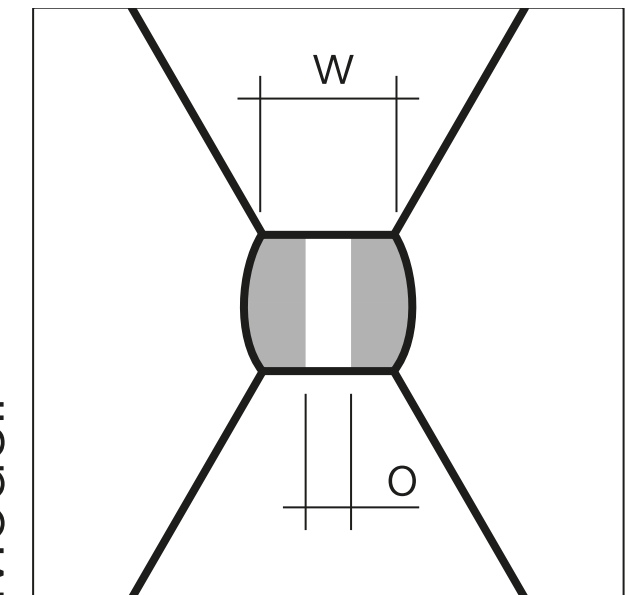
500 m³ linear Gel
1.350 m³ SLB_ThermaFrac
340 t Stützmittel HSP 20/40 u. 30/50







schematisches
Modell



... 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 Reservoirs geomechanisch funktionieren.

ZoKrateS

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

RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM
INSTITUT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN
ARBEITSGRUPPE INGENIEURGEOLOGIE UND FELSMCHANIK

RUB

PROF. DR. DIPL.-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!

