

MAGS2

Mikroseismische Aktivität Geothermischer Systeme – Vom Einzelsystem zur großräumigen Nutzung

Ulrich Wegler, MAGS-Projektteam

Förderung:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



FKZ 0325662A-G

Laufzeit: 10/2013 – 01/2017

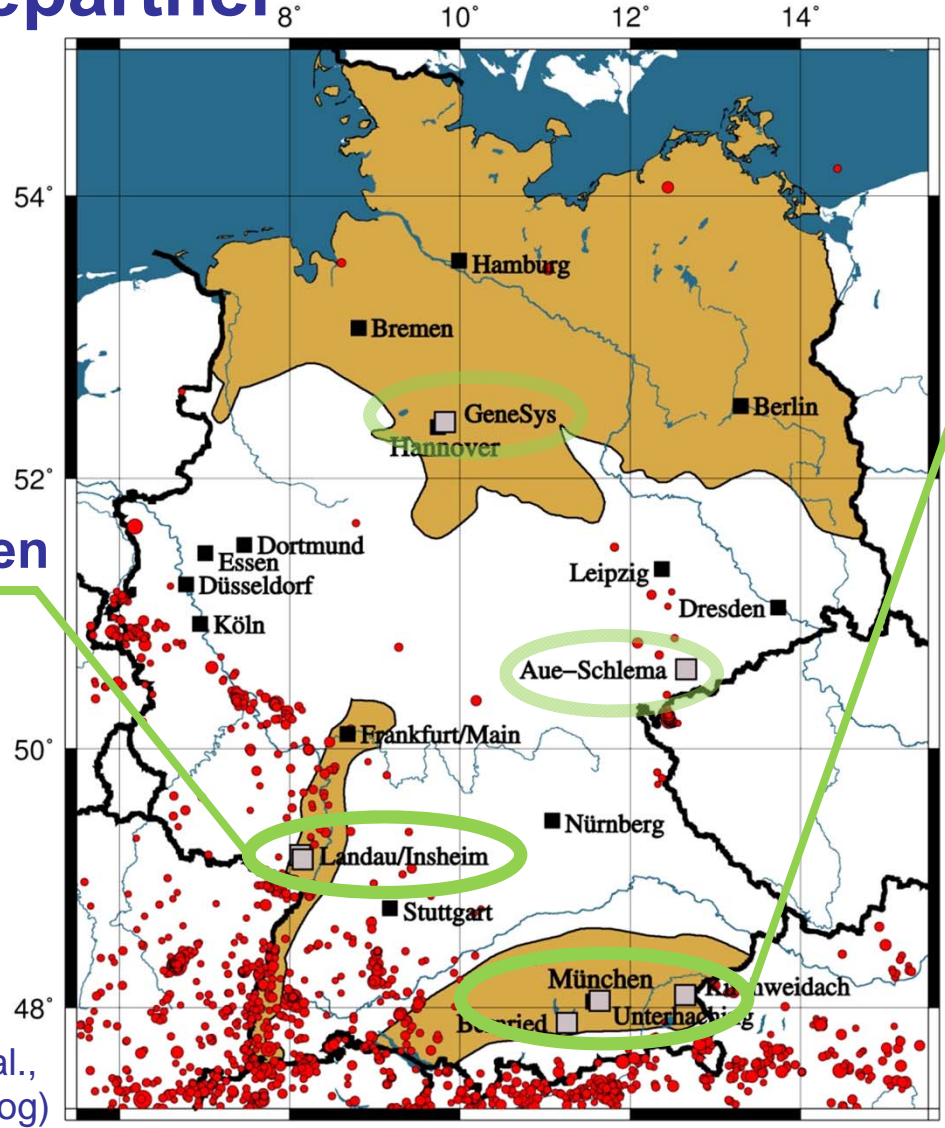
(MAGS: 2010 – 2013)



Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

GEOZENTRUM HANNOVER

Industriepartner



Molasse

Bernried



Unterhaching



Taufkirchen



Erdwärme Grünwald



Kirchstockach,
Dürrnhaar



IEOP Pullach



Oberrheingraben

Insheim



Landau



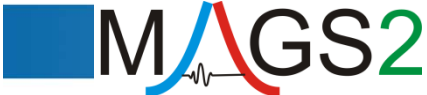
(Quellen: Schulz et al.,
BGR-Erdbebenkatalog)



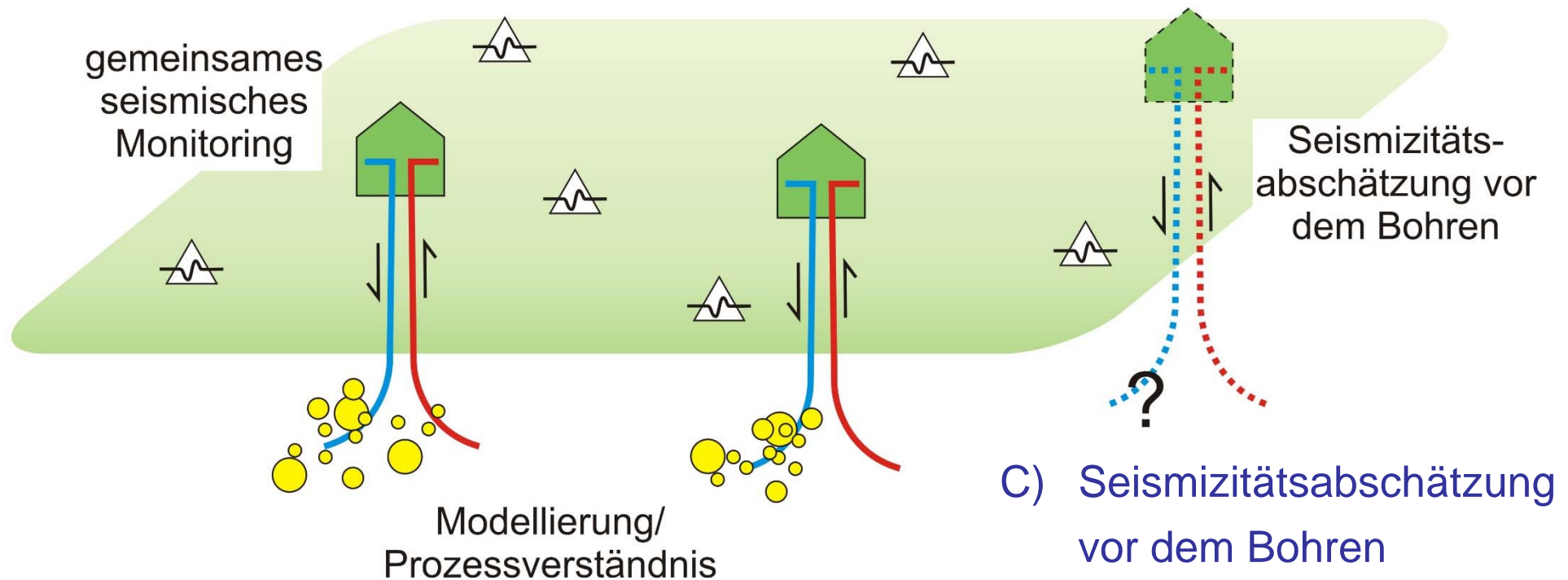
Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

GEOZENTRUM HANNOVER

Projektpartner



MAGS2 - Themenfelder



A) Monitoringkonzepte
für Geothermiefelder

B) Fluidinduzierte Seismizität
in Geothermiefeldern

C) Seismizitätsabschätzung
vor dem Bohren

Themenfeld A

A) Monitoringkonzepte für Geothermiefelder

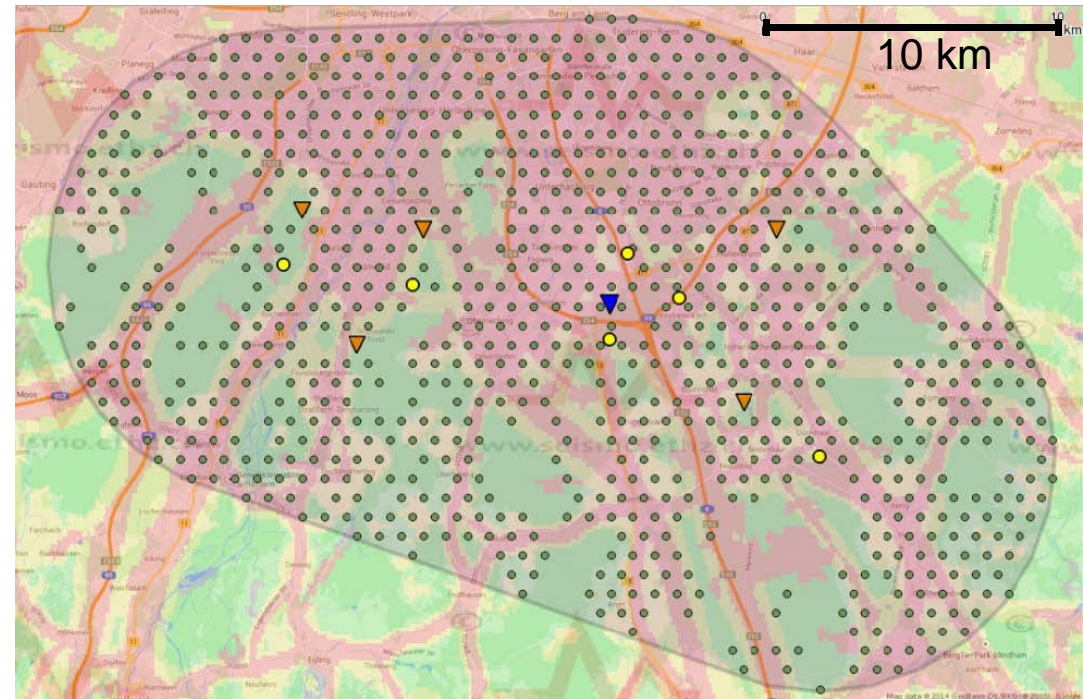
- Leitfaden seismisches Monitoring Geothermiefelder
- Programmpaket zur Seismogrammauswertung
- Visualisierung
- Erschütterungskarten

B) Fluidinduzierte Seismizität in Geothermiefeldern

C) Seismizitätsabschätzung vor dem Bohren

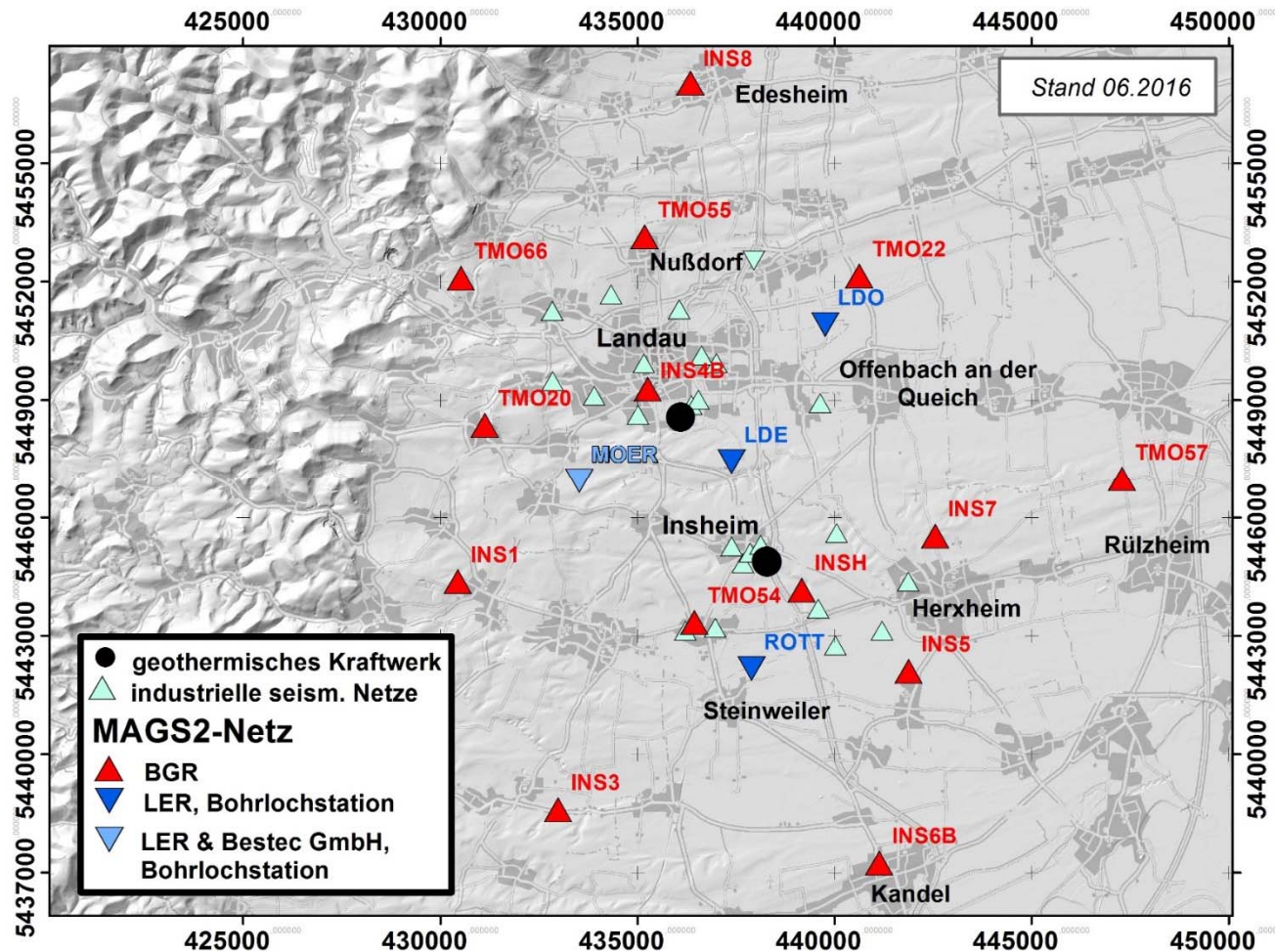
Leitfaden zum seismischen Monitoring in komplexen Geothermiefeldern: Südl. München

- Gemeinsames Netz:
 - optimierte Netzwerkgeometrie
 - minimierter Stationsaufwand
- Netzwerkoptimierung:
 - potentielle Quellregionen
 - Realisierbarkeit von Stationen
 - zu erwartende Standortqualität (lokales Noise-Modell)
- Datenaustausch und Zugriffsrechte
- Informationskette Fachbehörden



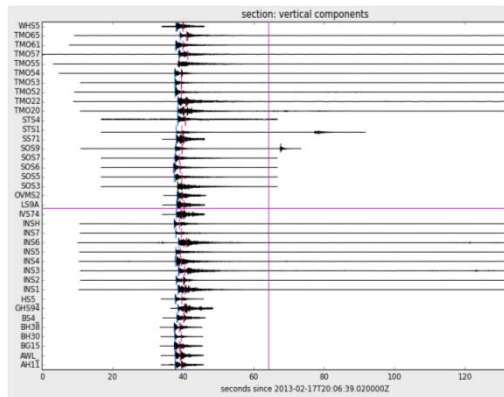
- ▽ Oberflächenstationen
- ▼ Bohrlochstation
- Landepunkte der Dubletten/Tripletten
- mögliche Stationsstandorte

Monitoring im Geothermiefeld Landau/Insheim

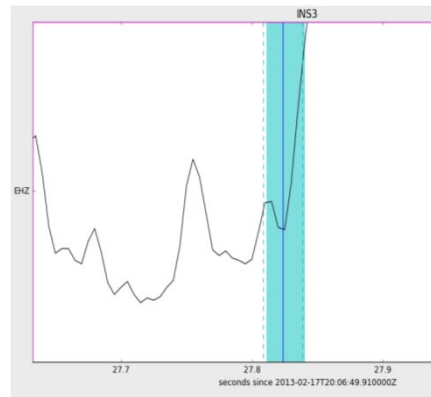


- 14 Oberflächenstationen
- 4 Bohrlochstationen
- Alle Stationen mit Online-Übertragung
- Echtzeitdetektion mit „MAGS-Detektor“
- Anschließend manuelle Auswertung
- Seit 10/2013 ca. 660 induzierte Beben (560 Insheim und 100 Landau)

Programmpaket zur Seismogrammauswertung



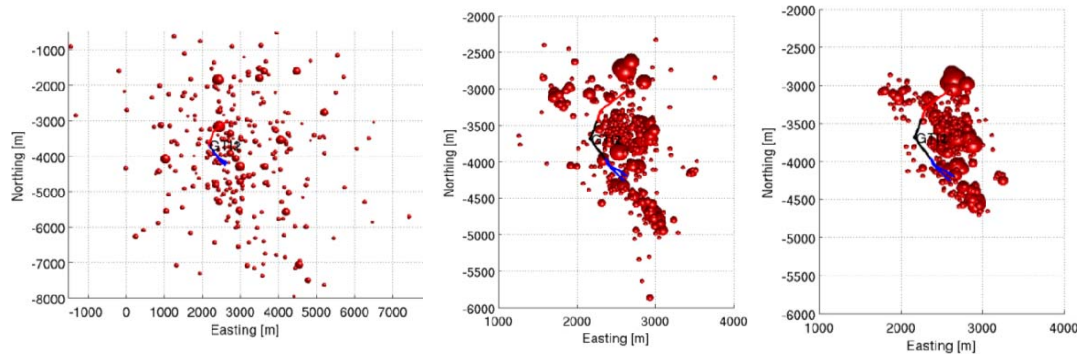
Detektion



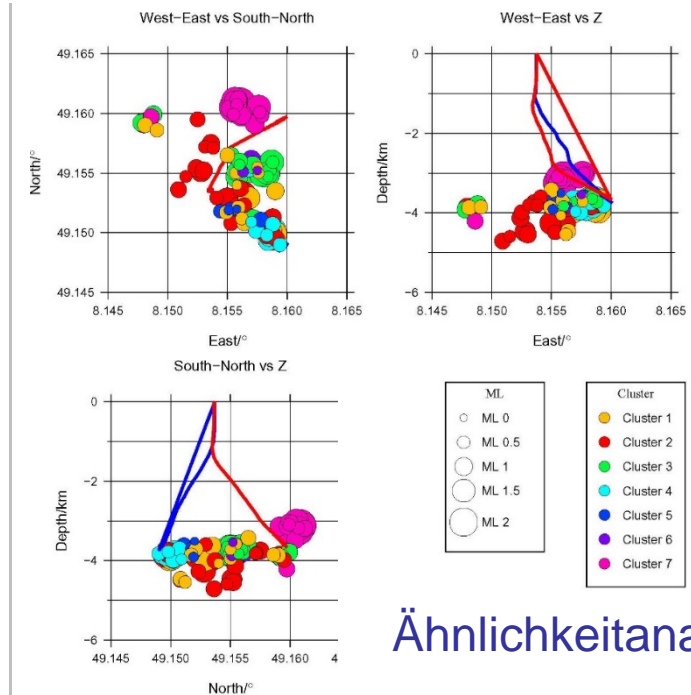
Automatische Picks

sowie

- Magnitude
- Herdradius
- Herdmechanismen
- Spannungsabfall



- Lokalisierung:
- HYPOSAT mit 10-Schichtmodell
 - VELEST mit Minimum-1D-Modell
 - hypoDD-Relativlokalisierungen



Ähnlichkeitsanalyse



Quelle: RUB, CAU, BESTEC

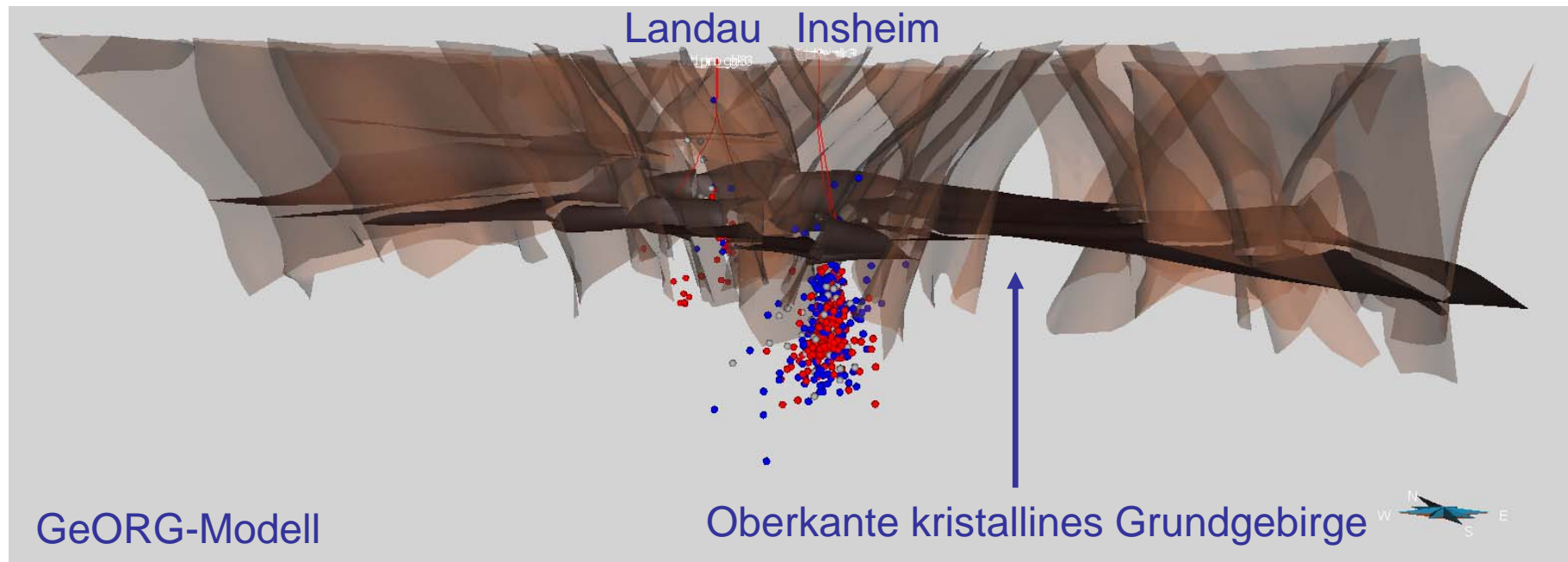


Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

GEOZENTRUM HANNOVER

Visualisierung

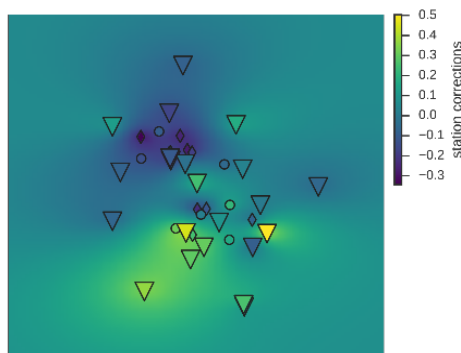
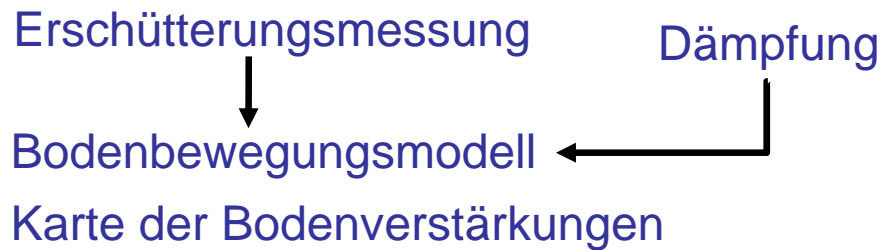
- Langfristige Sicherung der Ergebnisse
- Ort der Ereignisse mit geologischen Strukturen verschneiden



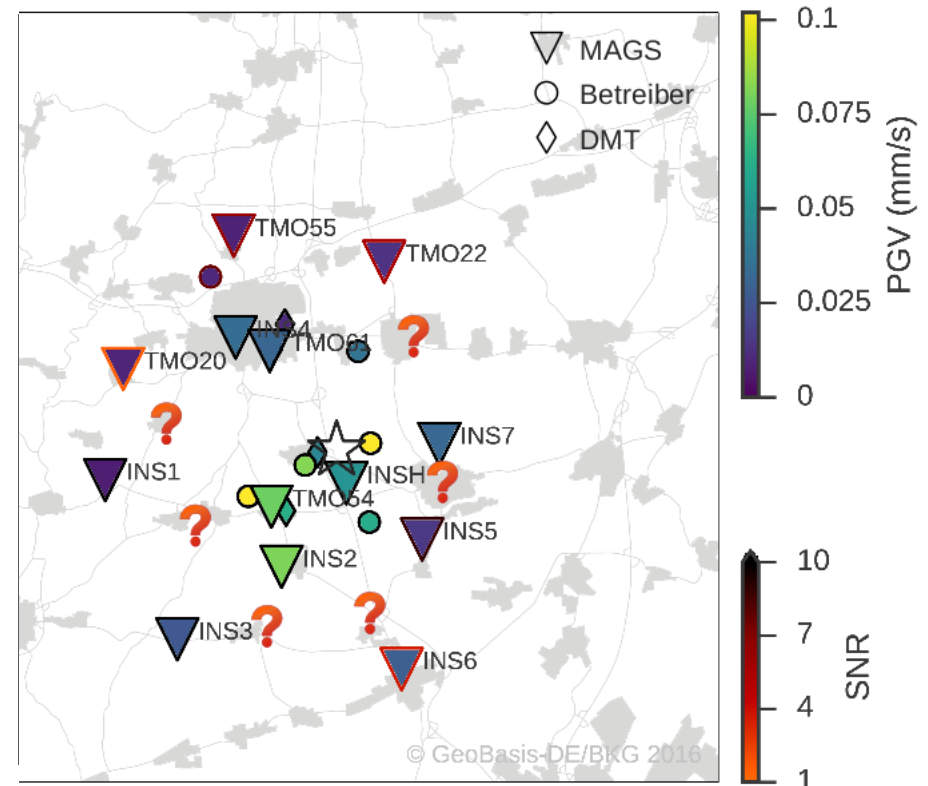
Lokalisierungsunsicherheit < 1 km ●
1 – 5 km ●
> 5 km ●

Erschütterungskarten

- Ziel: Flächenhafte Auswertung der Bodenschwinggeschwindigkeit (PGV)
- unter Berücksichtigung von Standortverstärkungen und
- kleinräumigen Fluktuationen



Erschütterungskarte



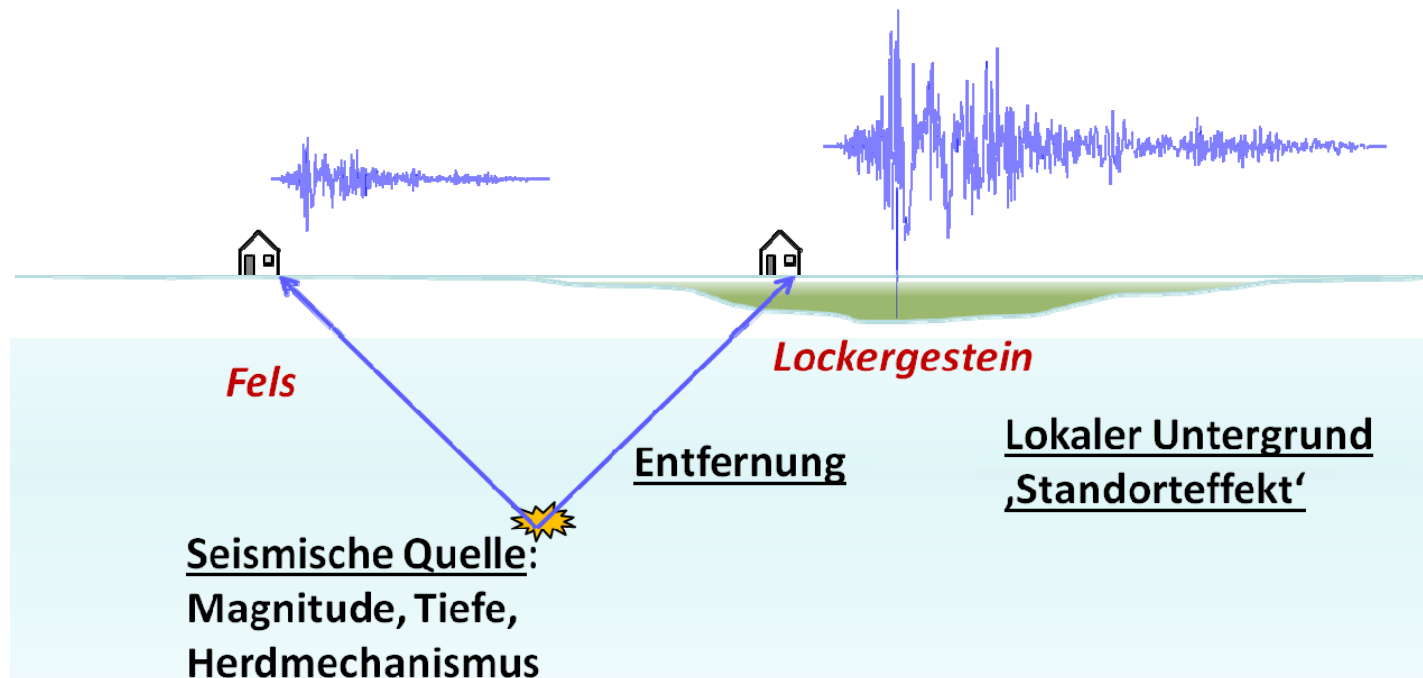
Insheim-Ereignis am 27.02.2014, M_L 1,0

Themenfelder und Arbeitsziele

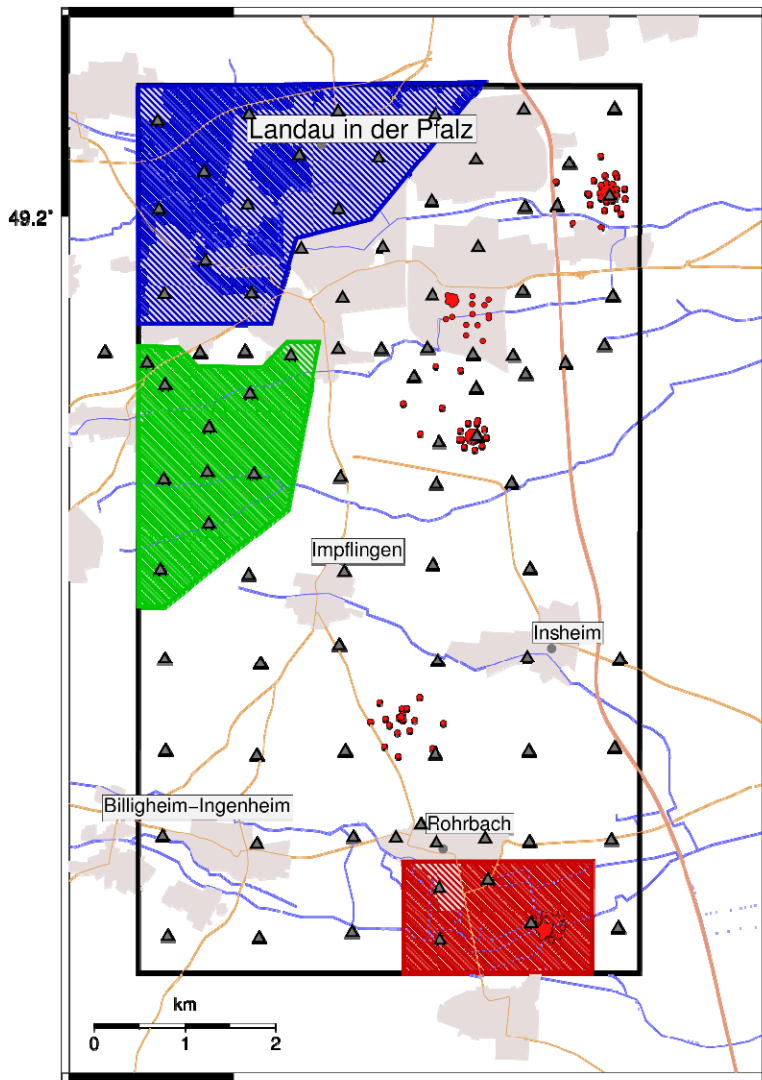
- A) Monitoringkonzepte für Geothermiefelder
- B) Fluidinduzierte Seismizität in Geothermiefeldern
 - Probabilistische Gefährdungsanalyse
 - Erfassung von Veränderung der seismischen Gefährdung
 - Methoden zur Reduktion der seismischen Gefährdung
- C) Seismizitätsabschätzung vor dem Bohren

Probabilistische Gefährdungsanalyse - Ansatz

- Auftretenswahrscheinlichkeit für Ereignisse mit gegebener Magnitude, bzw. PGV, bzw. Intensität
- Berücksichtigen von lokalen Verstärkungseffekten → Mikrozonierung



Probabilistische Gefährdungsanalyse - Ergebnisse



Mikrozonierung für das Geothermiefeld Landau/Insheim

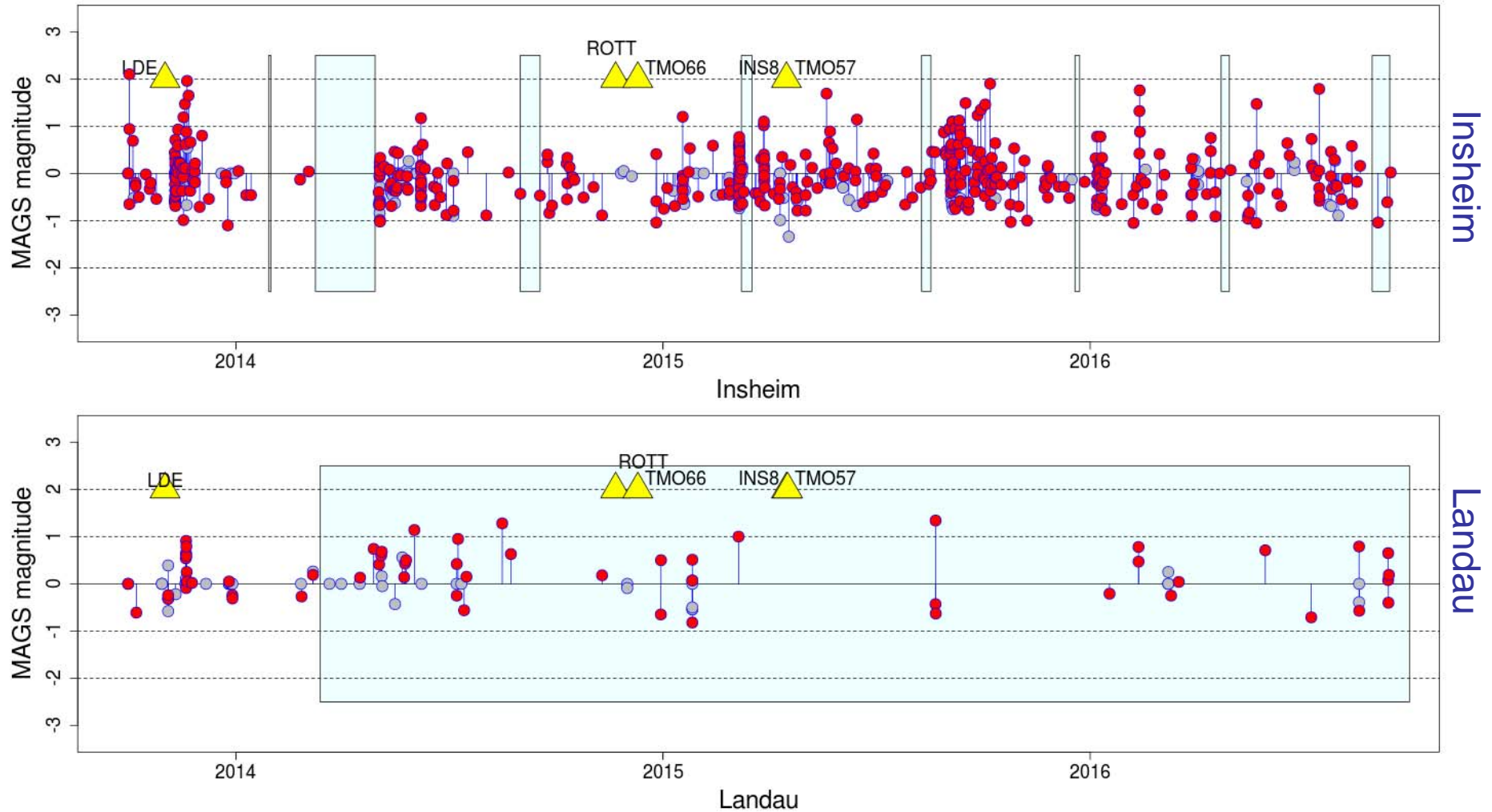
- Großteil des Messgebiets: Zone 0
- Zone 1 im Nordwesten bei Landau
- Zone 2 im Westen
- Zone 3 südl. von Rohrbach

- ▲ H/V-Messung
- Array-Messung

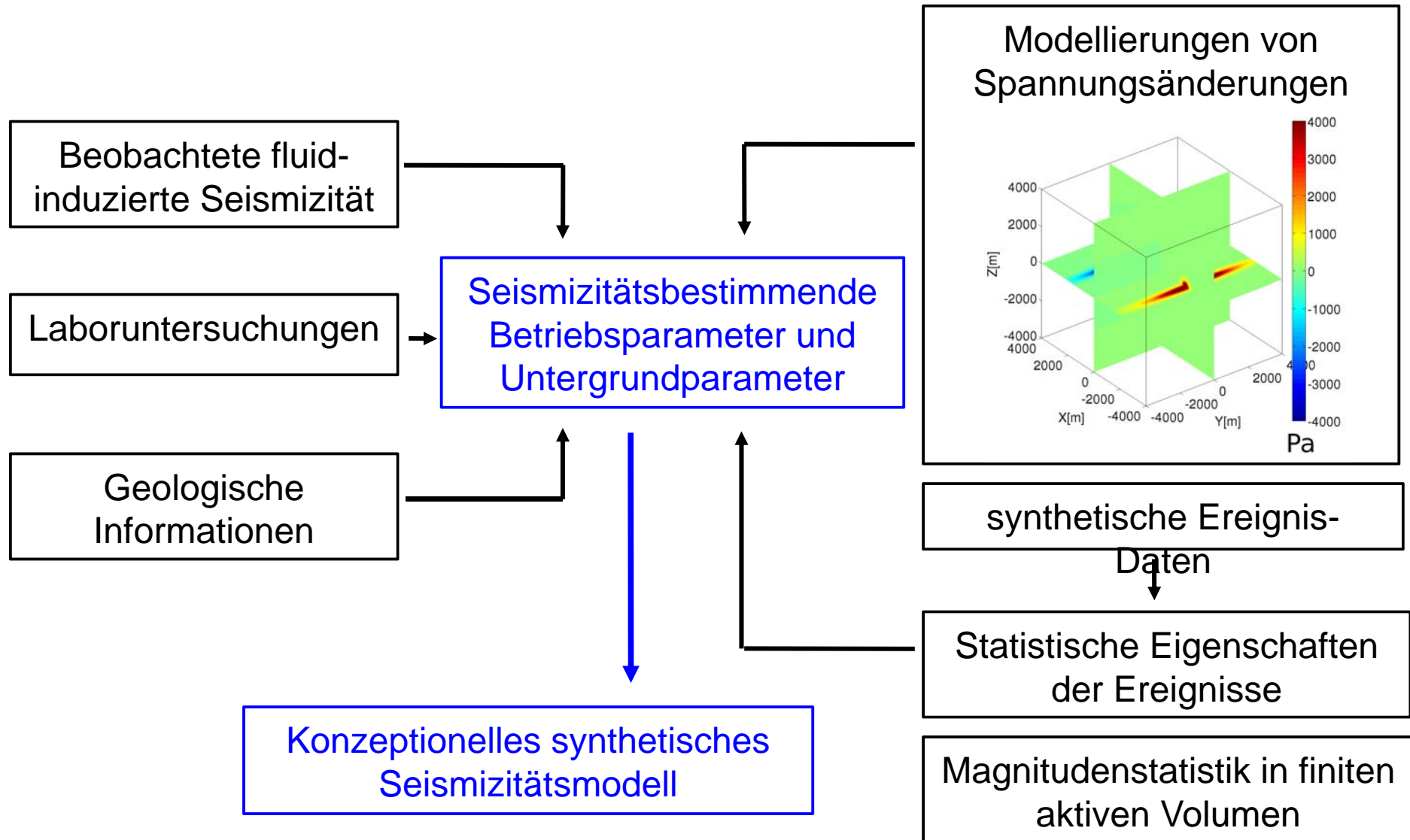
- Zone 0
- ▨ Zone 1
- ▨ Zone 2
- ▨ Zone 3

Zunahme der Standortverstärkung

Erfassung von Veränderungen der seismischen Gefährdung



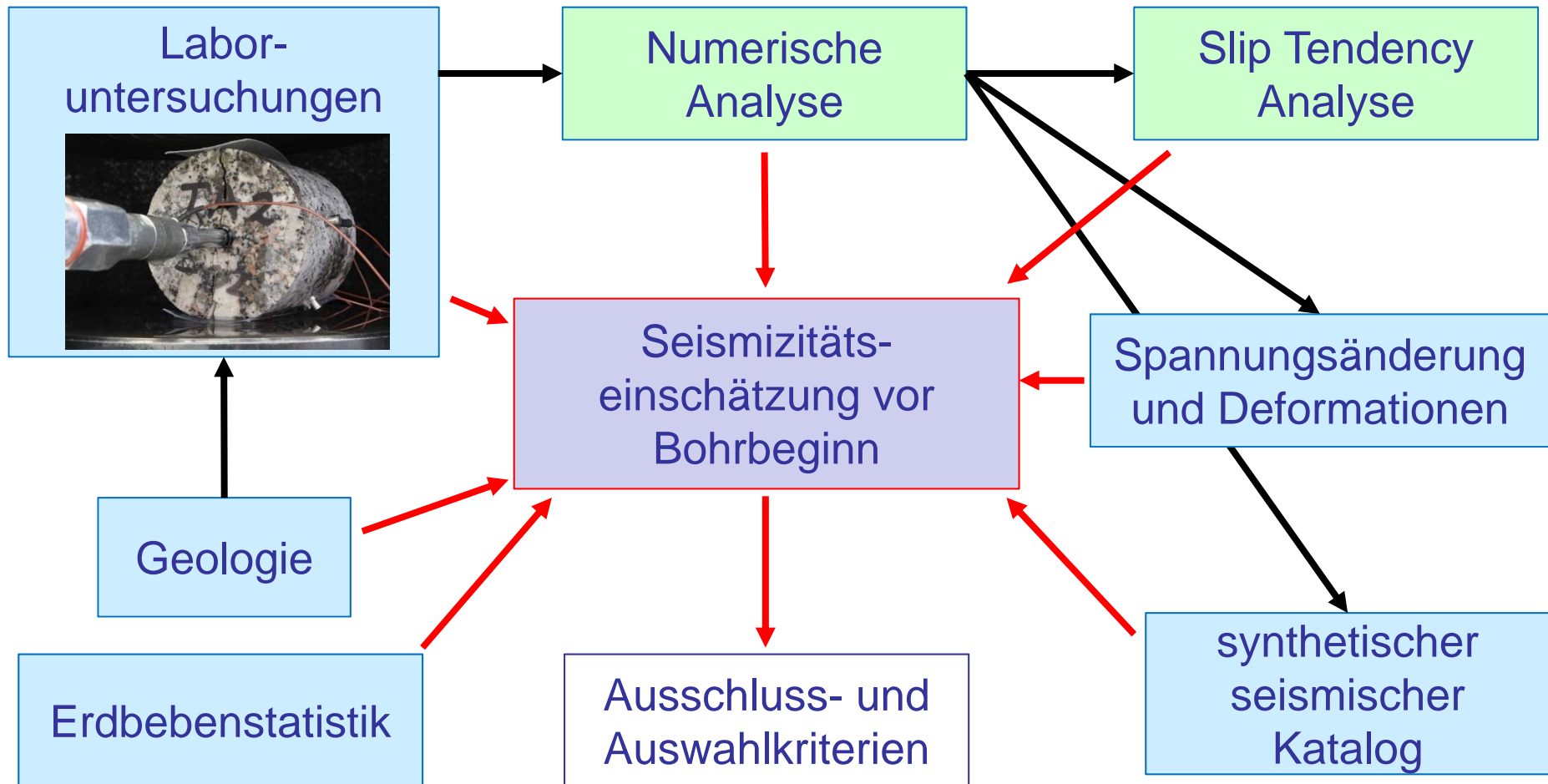
Methoden zur Reduktion der seismischen Gefährdung



Themenfelder und Arbeitsziele

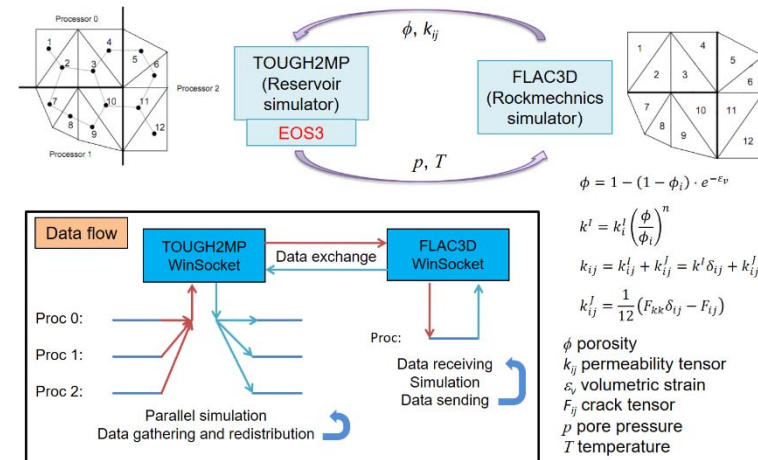
- A) Monitoringkonzepte für Geothermiefelder
- B) Fluidinduzierte Seismizität in Geothermiefeldern
- C) Seismizitätsabschätzung vor dem Bohren
 - Slip Tendency
 - Methoden zur Abschätzung der Seismizität vor Bohrbeginn

Methoden zur Abschätzung der Seismizität vor Bohrbeginn



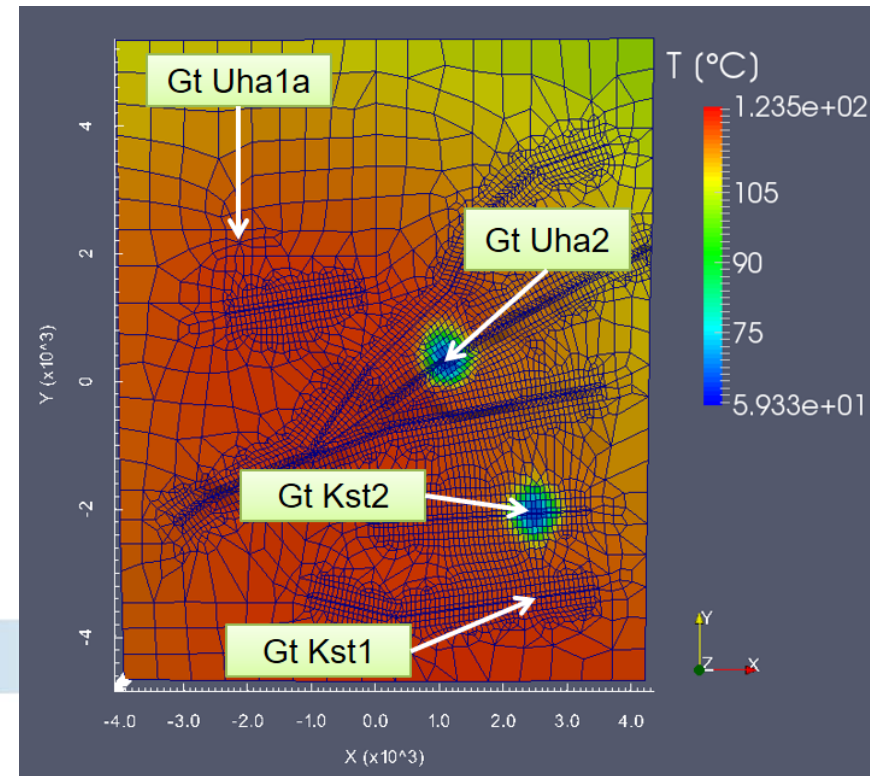
THM-gekoppelte Simulationen

- TM-Modellierung (FLAC3D)
→ Porosität und Permeabilität
- HM-Modellierung (TOUGH2MP)
→ Porendruck und Temperatur
- Kopplung über Austausch der Parameter in jedem Zeitschritt



Gleichzeitigen Betrieb von Unterhaching und Kirchstockach

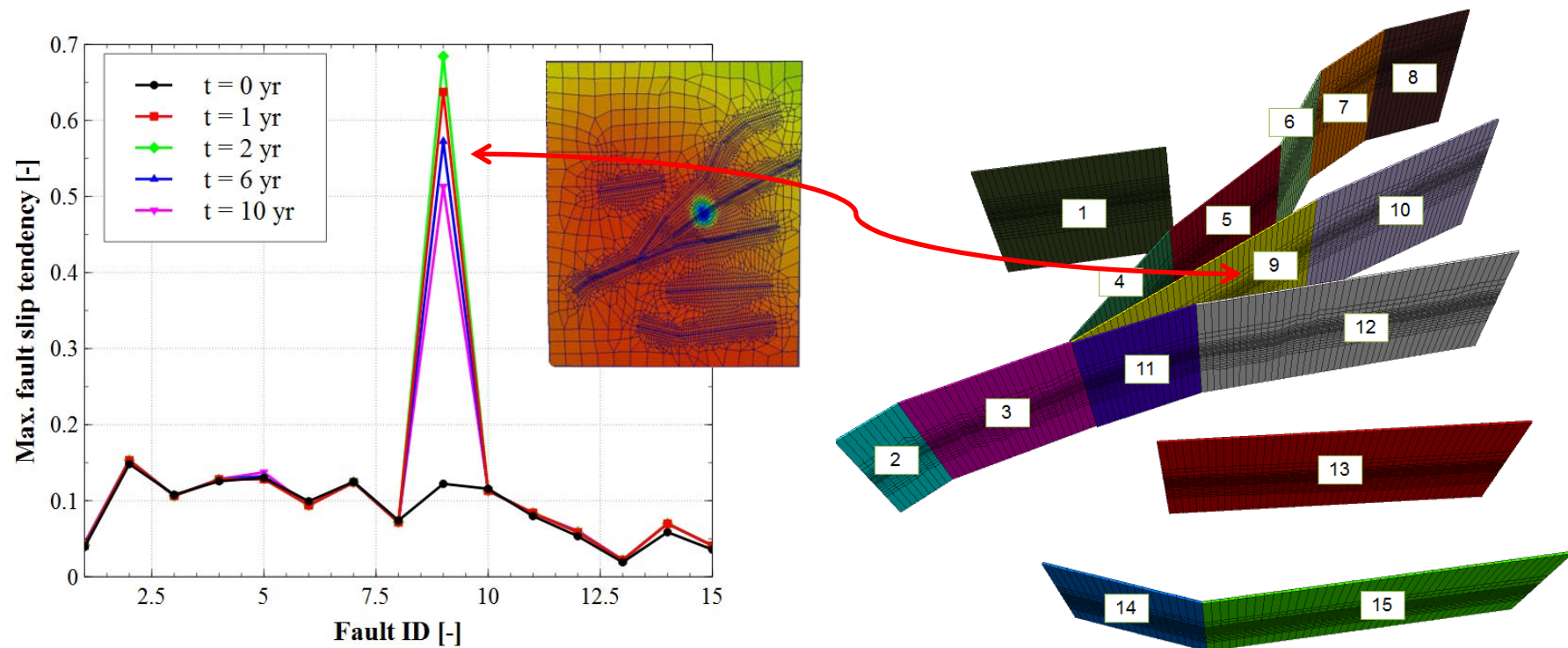
- Injektion- bzw. Produktionsrate 120 l/s über 10 Jahre
 - Re-Injektionstemperatur: 60 °C
- ⇒ Keine gegenseitige Beeinflussung bzgl. Temperatur



THM-gekoppelte Simulationen – Slip Tendency

Simulation der Slip Tendency der Störungen über 10 Jahre Produktionsphase ohne Berücksichtigung sprunghafter Betriebsdatenänderungen

- Spannungsabnahme im Reservoir ungleichmäßig => Schubspannung \uparrow
- Simulation zeigt kein Versagen entlang der Störung



Zum Ende

Danke... an das MAGS2-Team für die gute Zusammenarbeit,



für Förderung und Betreuung von 

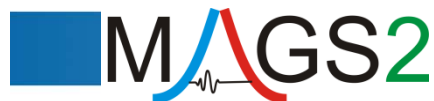
und an Sie für Ihr Interesse an unseren Arbeiten!

Weitere Infos

... zu MAGS2 und dem Vorgängerprojekt MAGS unter

www.mags-projekt.de

Das Verbundprojekt **MAGS2** - Mikroseismischen Aktivität geothermischer Systeme - **Vom Einzelsystem zur großräumigen Nutzung** wird finanziert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie nach einem Beschluss des Deutschen Bundestages und betreut vom Projektträger Jülich. **Förderkennzeichen:** 0325662A-G



GEOZENTRUM HANNOVER