

MAGS2

Mikroseismische Aktivität Geothermischer Systeme – Vom Einzelsystem zur großräumigen Nutzung

Förderung:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



FKZ 0325662A-G

Laufzeit: 10/2013 – 09/2016

(MAGS1: 2010 – 2013)

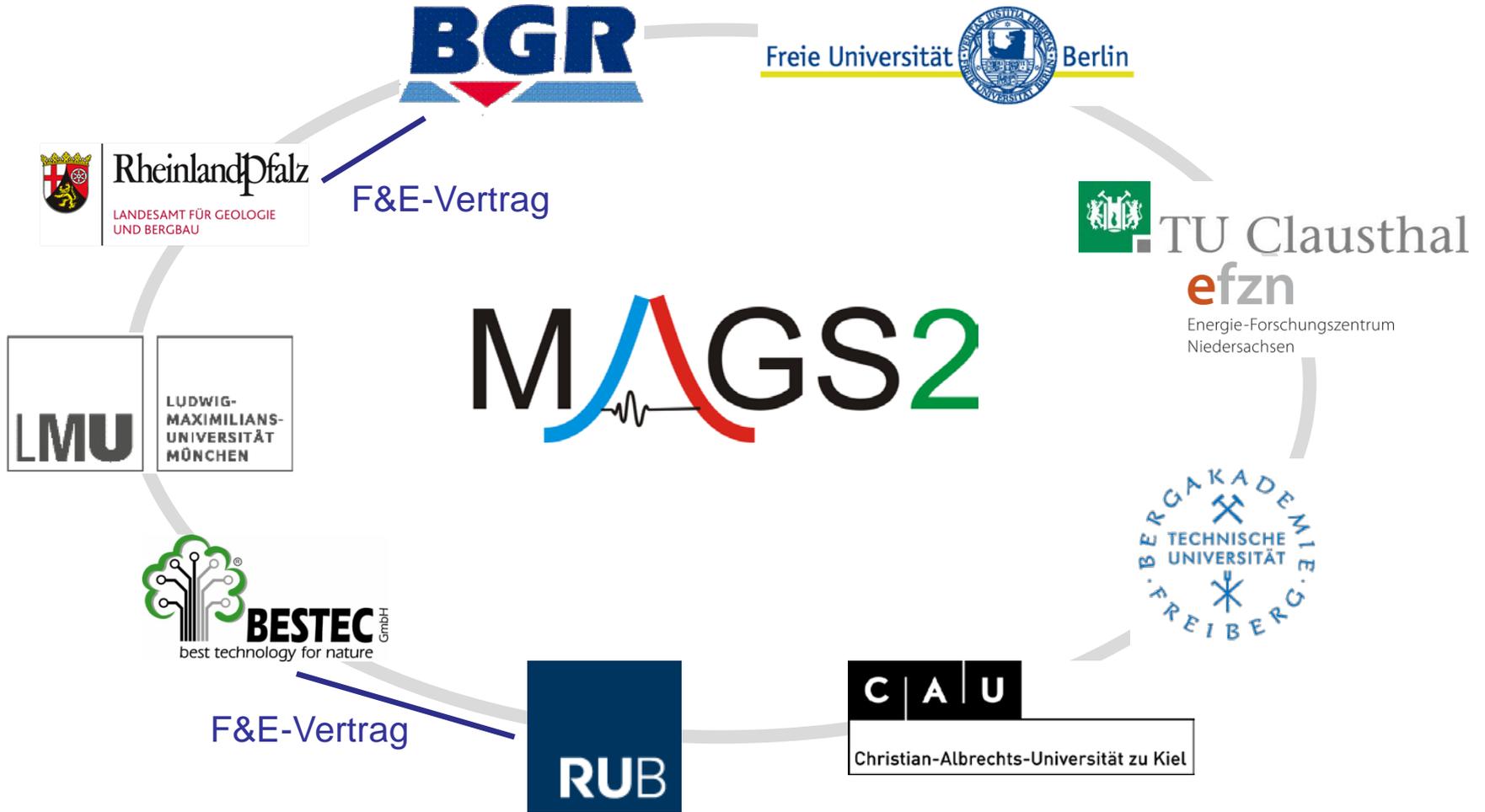
Koordination: BGR



Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

GEOZENTRUM HANNOVER

Projektpartner



M/AGS2

BGR Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe
GEOZENTRUM HANNOVER

Industriepartner

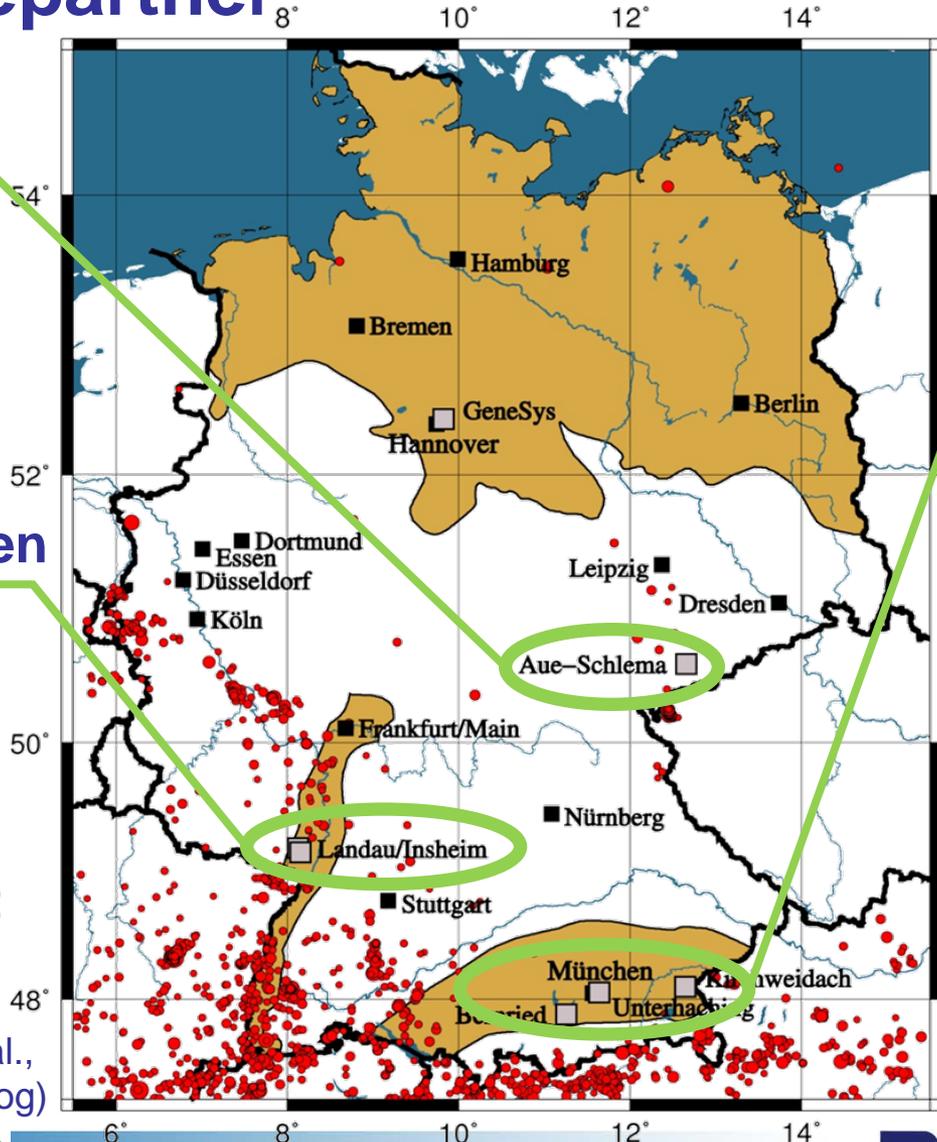
Kristallin
Aue-Schlema



Oberrrheingraben



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



Molasse

Bernried



Kirchstockach,
Dürrnhaar



GEOZENTRUM HANNOVER

Mikroseismische Aktivität Geothermischer Systeme – Vom Einzelsystem zur großräumigen Nutzung

- 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

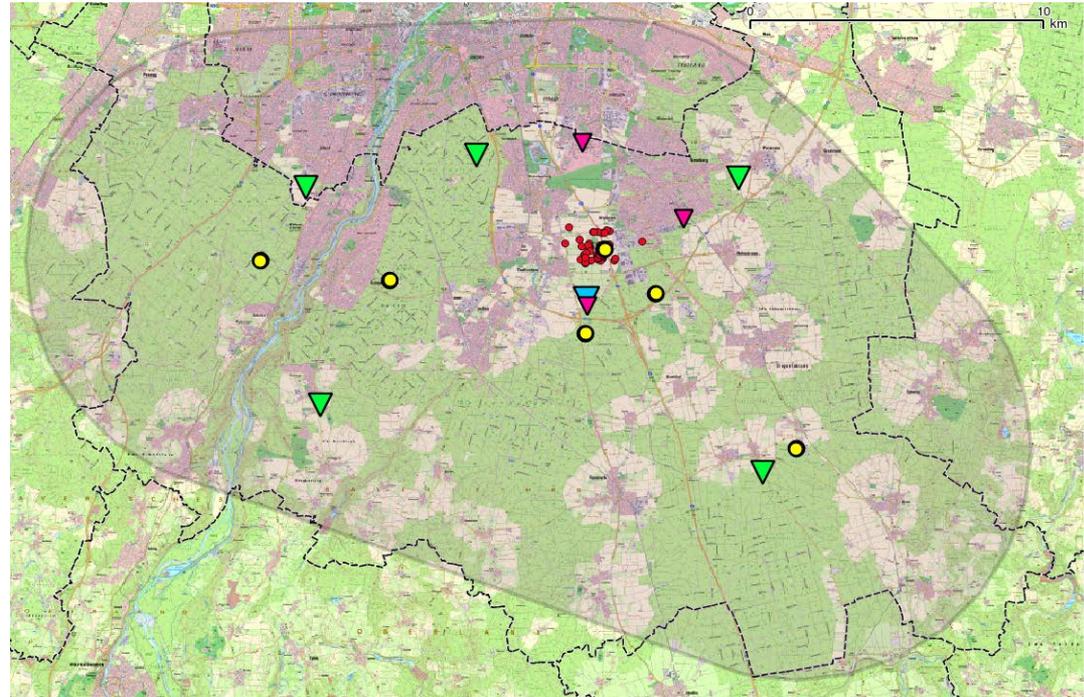
B) Fluidinduzierte Seismizität in Geothermiefeldern

C) Seismizitätsabschätzung vor dem Bohren

Leitfaden zum seismischen Monitoring in komplexen Geothermiefeldern: Südl. München

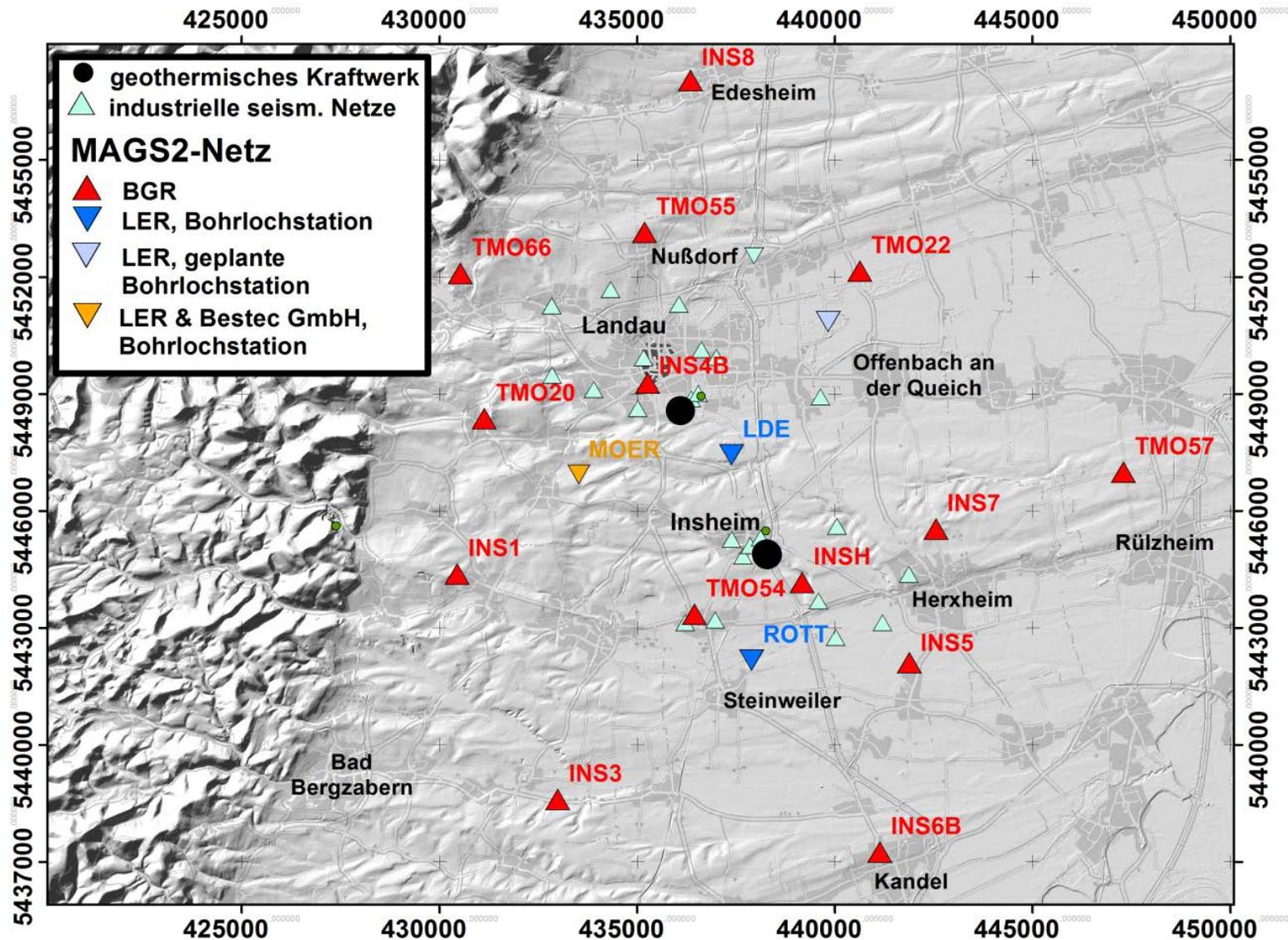
- Gemeinsames Netz
- Netzwerkoptimierung
- Datenaustausch und Zugriffsrechte
- Informationskette
Fachbehörden

- ▼ Oberflächenstationen (MAGS 2)
- ▼ Oberflächenstationen (andere)
- ▼ flache Bohrlochstation (geplant)
- Mikrobeben Unterhaching
- Landepunkte der Dubletten/Tripletten
- ▶ Bereich der Netzwerkoptimierung, ca. 8 km Umkreis um die Landepunkte

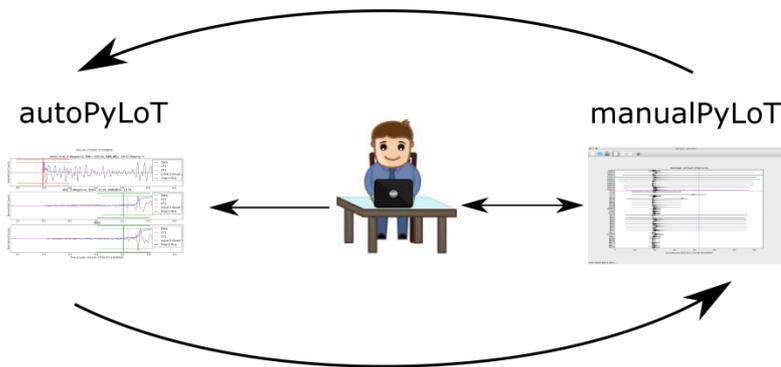


EP2, LMU München

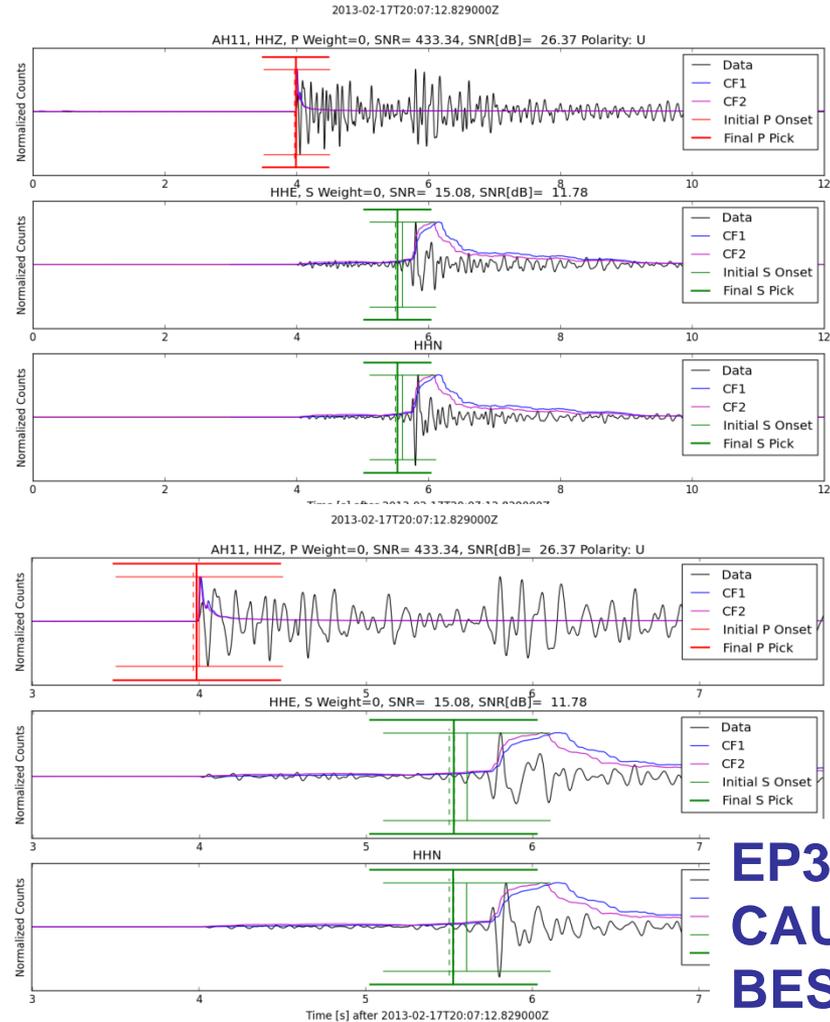
Monitoring in Landau/Insheim



EP1, BGR und LGB-RP



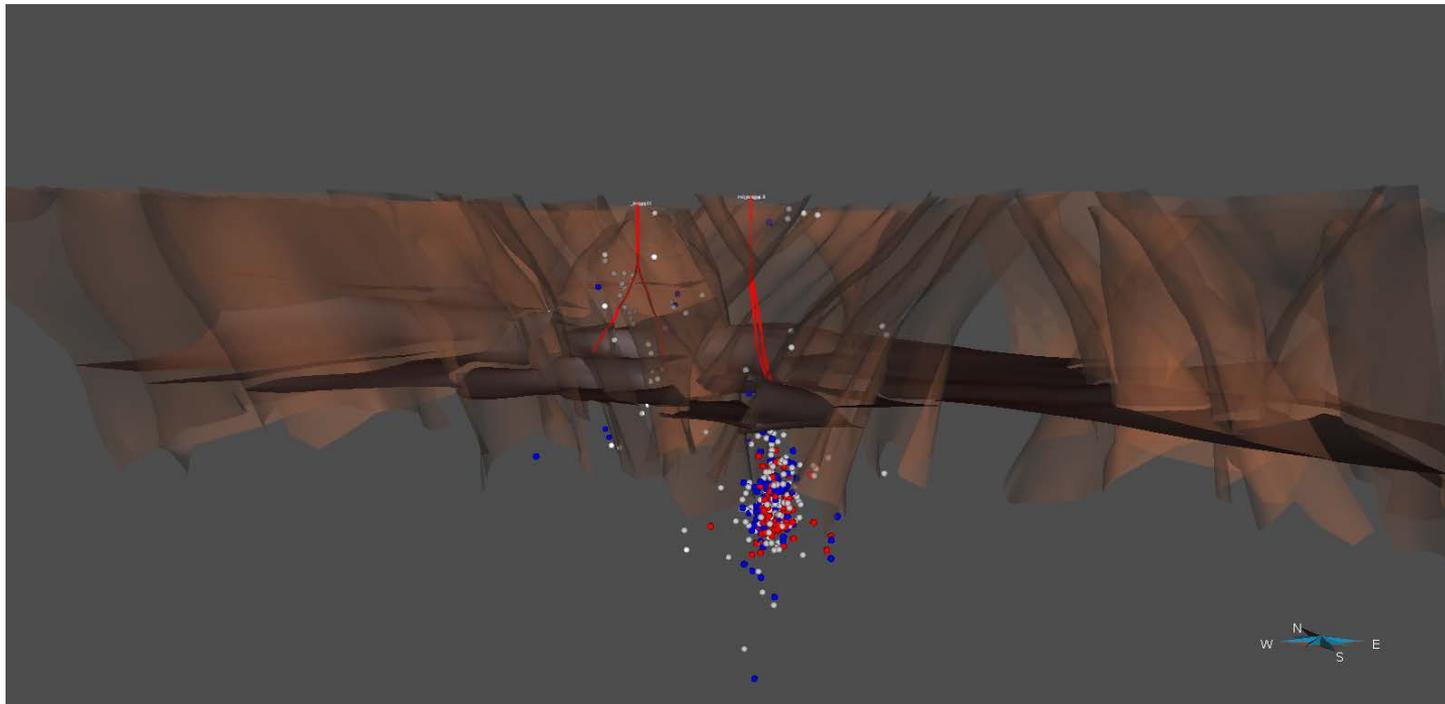
- Detektion
- Lokalisierung
- Magnitude
- Herdmechanismen
- Herdradius
- Spannungsabfall
- Minimum-1D-Modell



**EP3, RUB,
CAU Kiel,
BESTEC**

Visualisierung

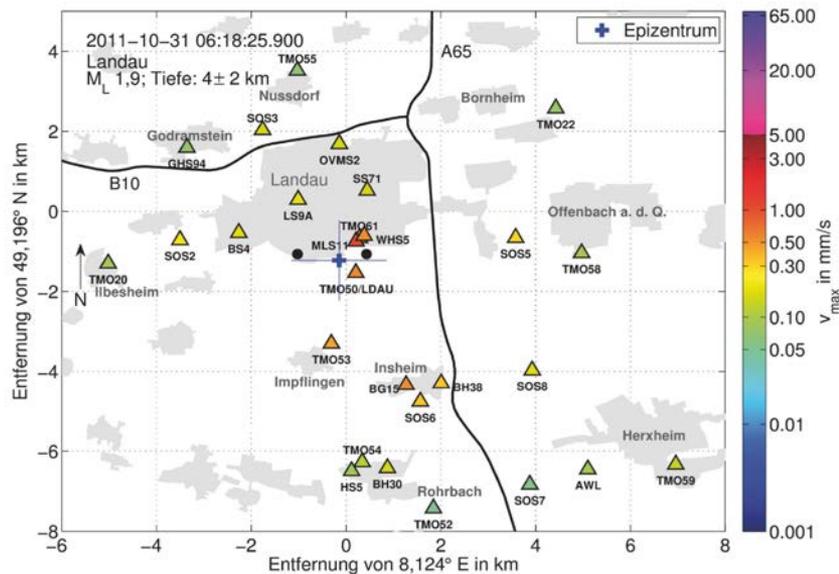
- Langfristige Sicherung der Ergebnisse
- Ort der Ereignisse mit geologischen Strukturen verschneiden



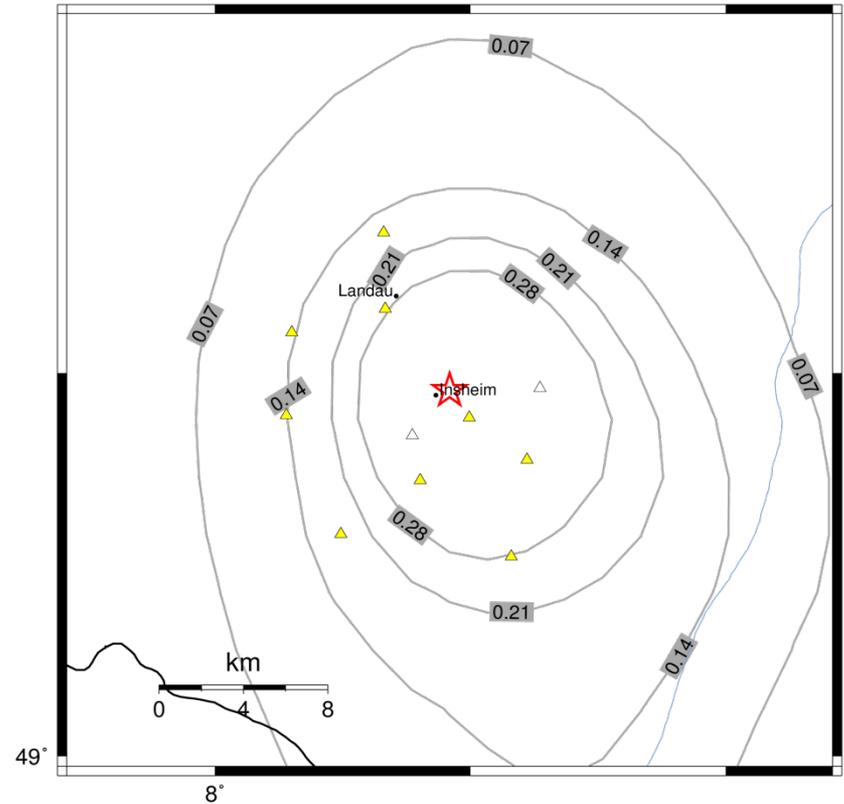
**EP1,
LBG-RP**

Erschütterungskarten

- Flächenhafte Auswertung der PGVs (Echtzeit)
- Berücksichtigung von Unsicherheiten
- Standortverstärkungen



BGR Peak Velocity Map (in cm/s) : mags2013wpma / 49.159 / 8.153
18.11.2013 13:54:15 CET M 1.5 N49.16 E8.15 Depth: 5.0km ID:20131118125415_14_49159_008153_20131118125432



Shakemap für Insheim-Ereignis 18.11.2013
13:54:15 CET, M_L 1,8
Detektiert mit Echtzeitkreuzkorrelationsdetektor

Erschütterungskarten, deterministische Gefährdungsanalyse

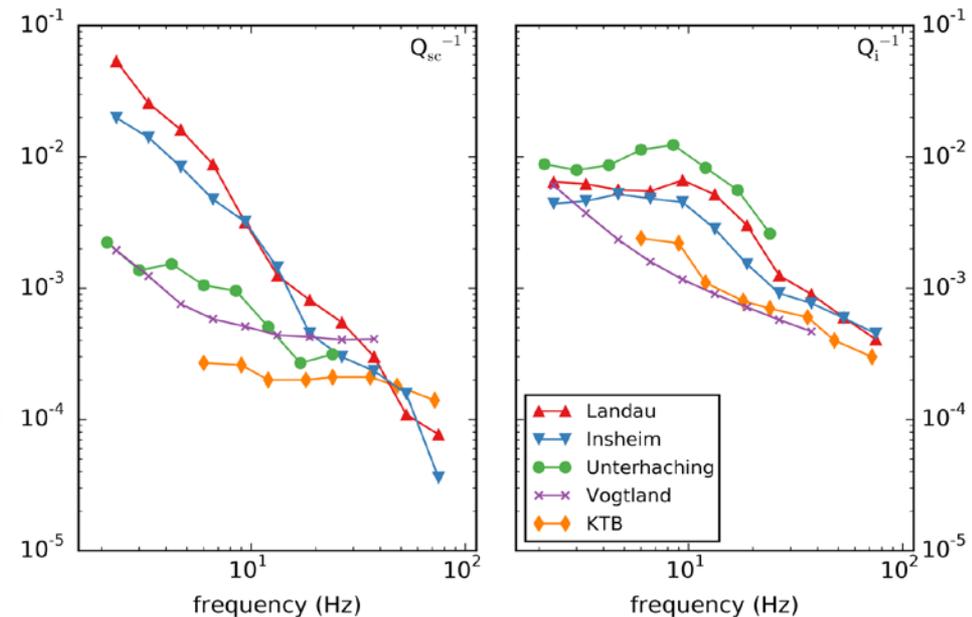
- Wellenfeldsimulation für ein Ereignis mit gegebene Magnitude zur Beschreibung der Erschütterungswirkung an der Erdoberfläche
- deterministische Gefährdungsanalyse: Erschütterungsszenario für M_{\max}

Input

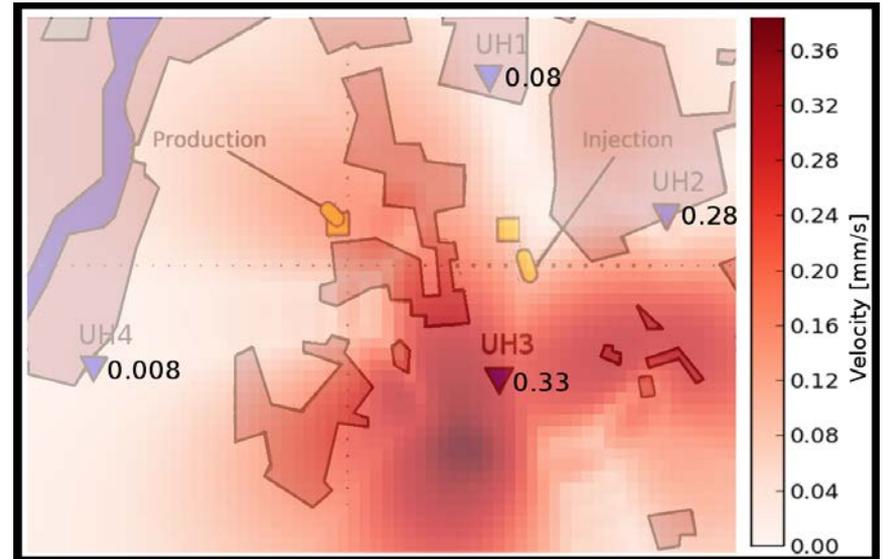
- Geschwindigkeitsmodell
- seismische Dämpfung
- Abstrahlcharakteristik
- Eigenschaften des oberflächennahen Untergrunds (Mikrozonierung)

EP 2, LMU München

EP 1, EP4, BGR



Erschütterungskarten, deterministische Gefährdungsanalyse



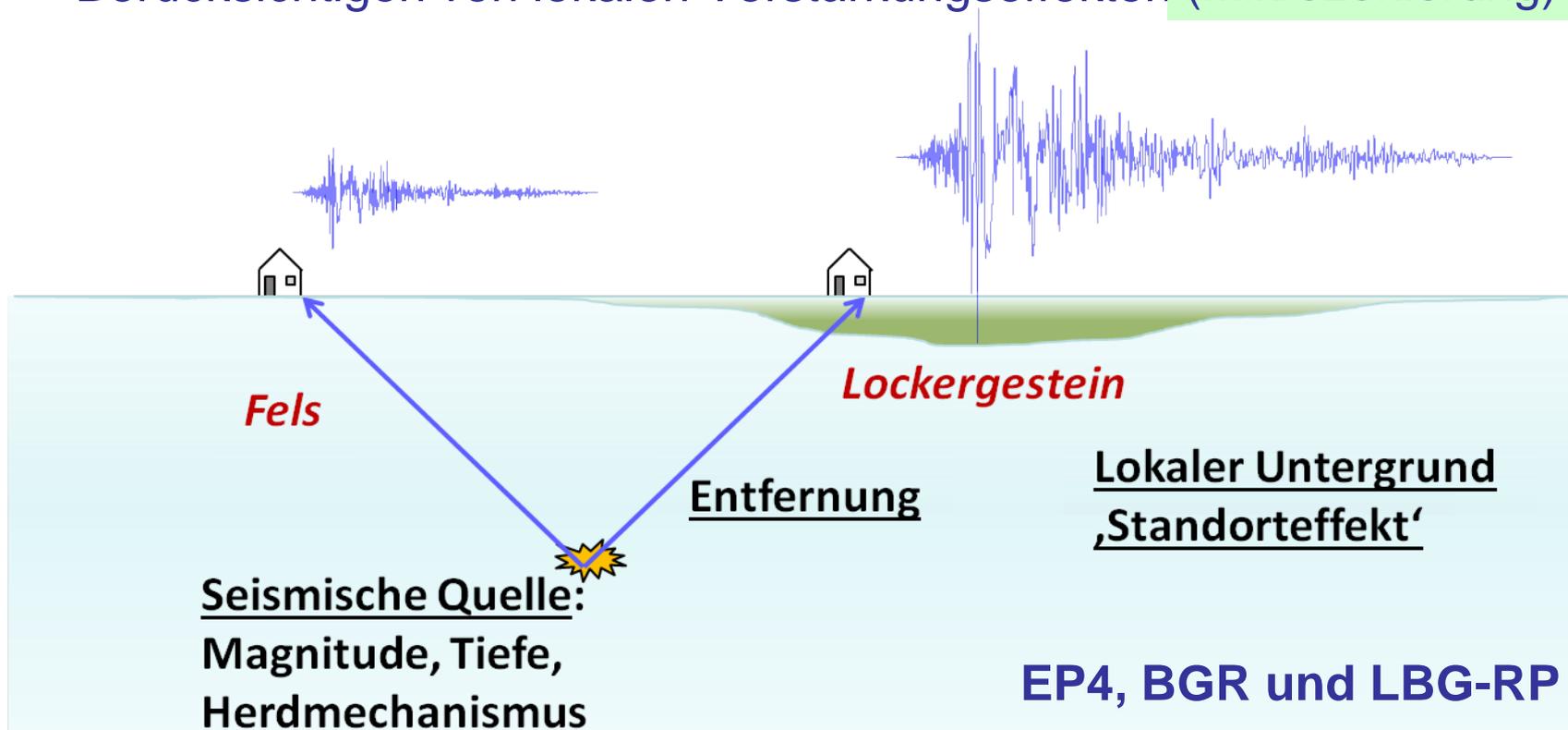
EP 2, LMU München

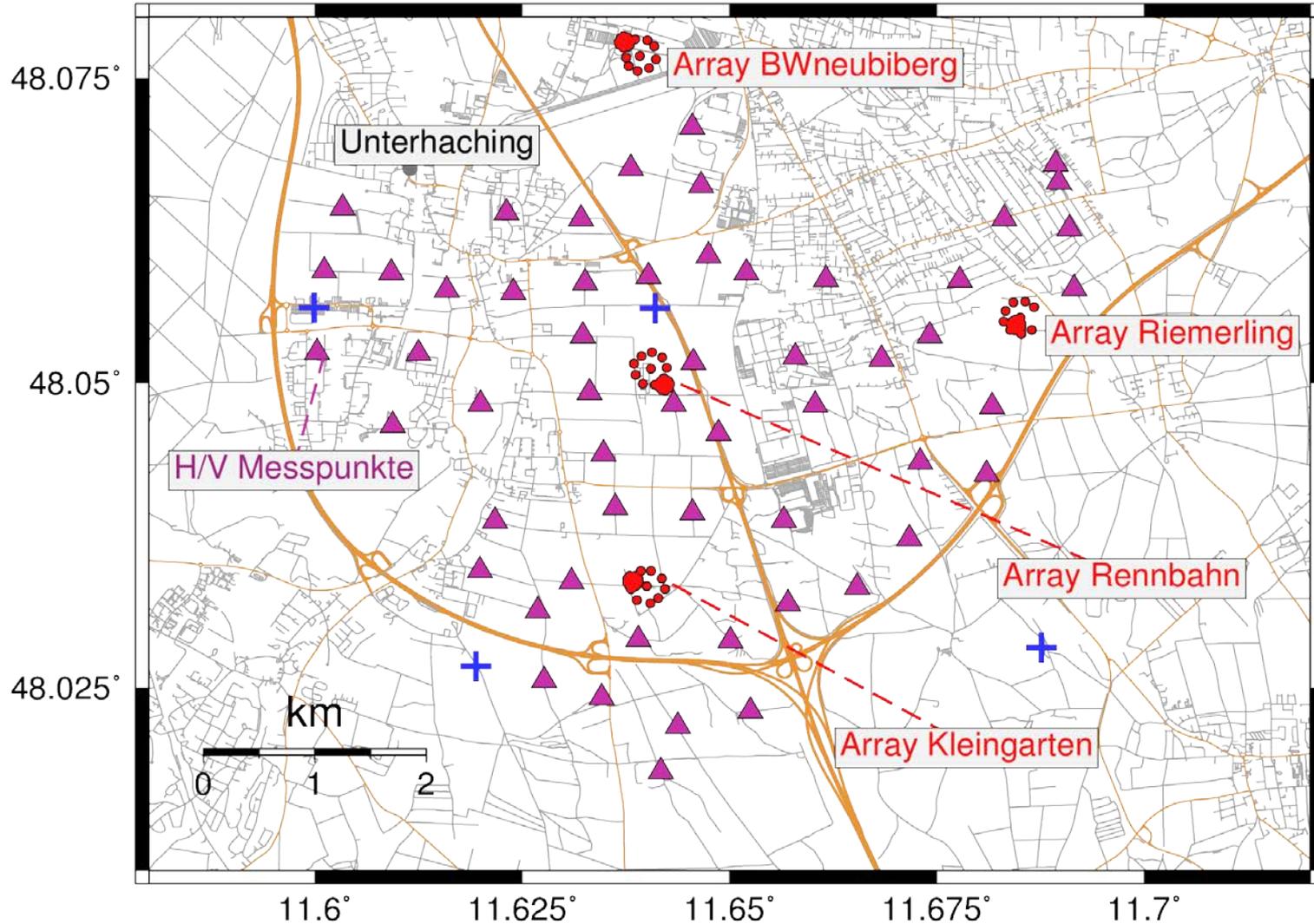
Themenfelder und Arbeitsziele

- 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

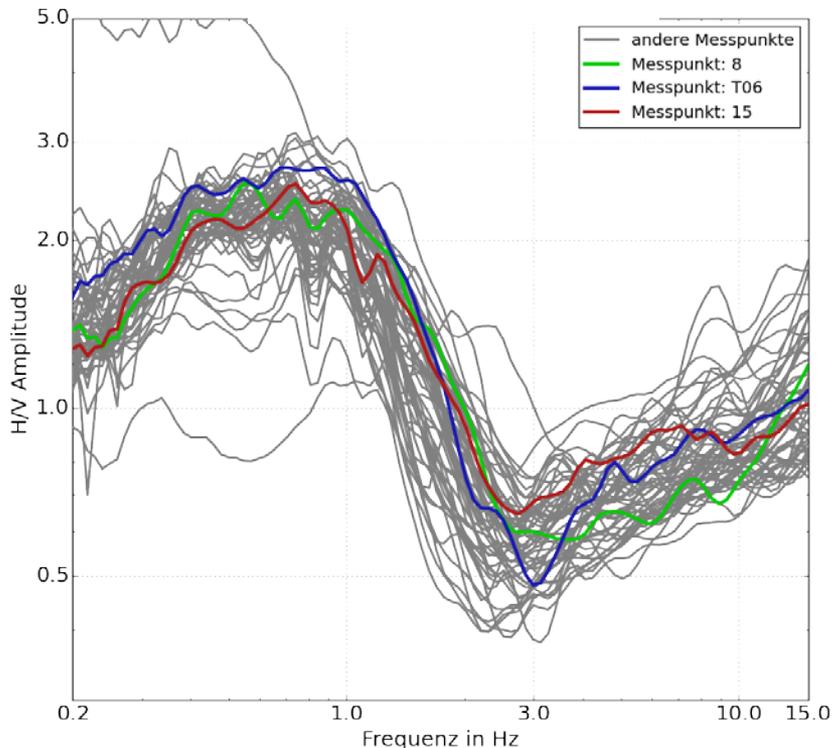
Probabilistische Gefährdungsanalyse

- Auftretenswahrscheinlichkeit für Ereignisse mit gegebener Magnitude/PGV/Intensität
- Berücksichtigen von lokalen Verstärkungseffekten (Mikrozonierung)



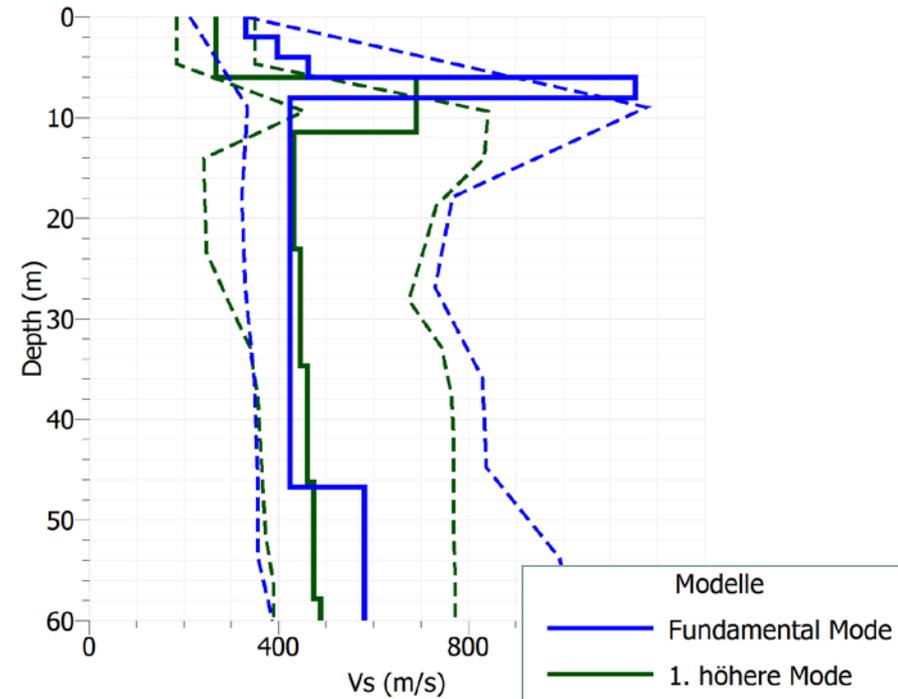


H/V - Messungen



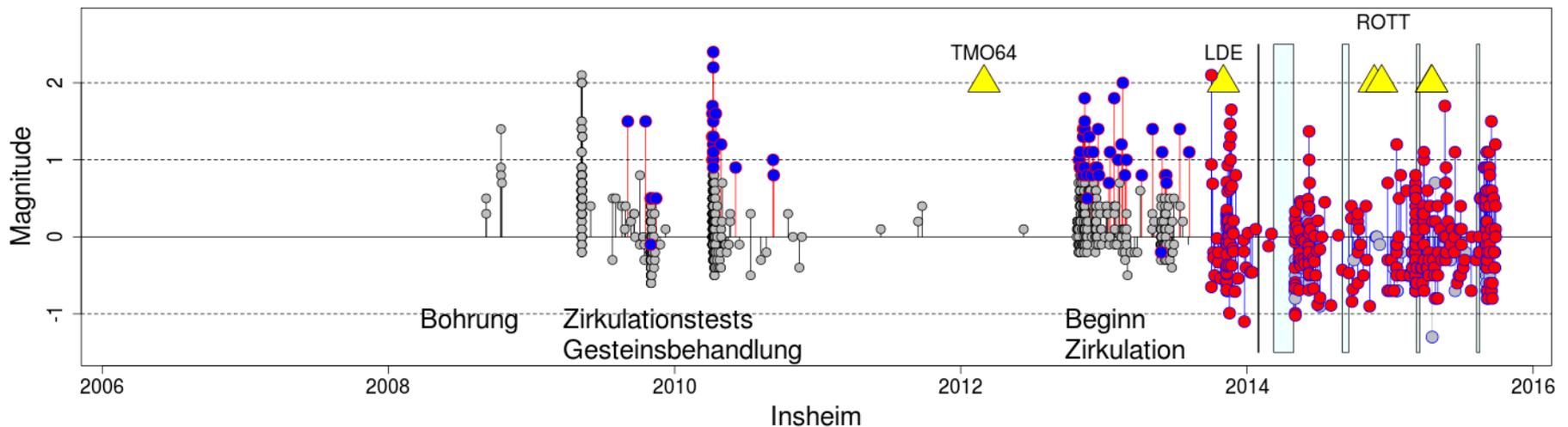
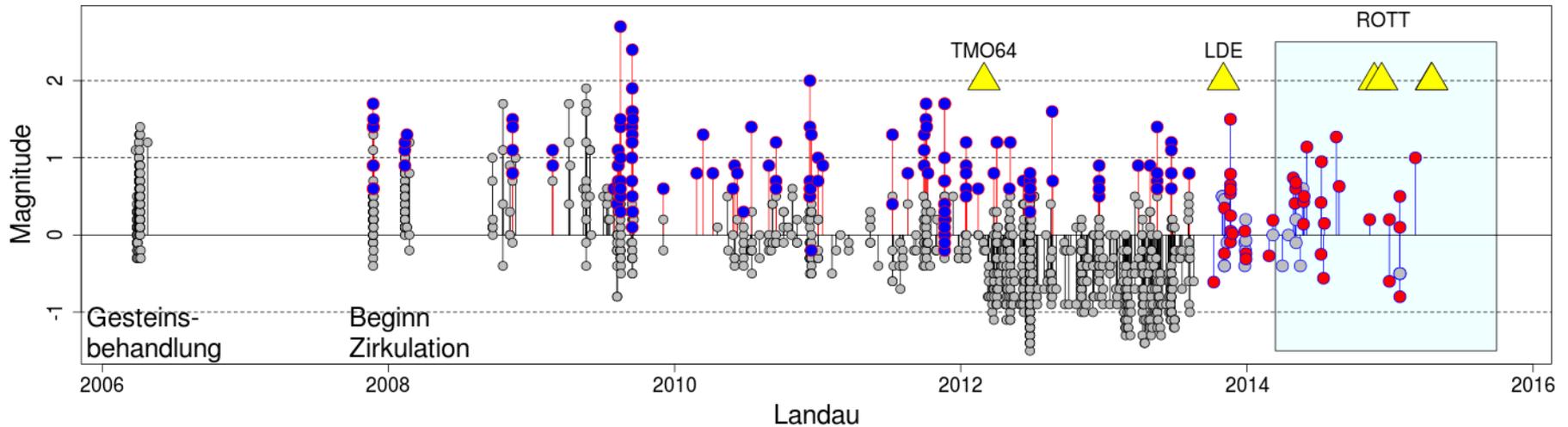
H/V Kurven deuten auf homogene Untergrundeigenschaften im Untersuchungsgebiet hin

Arraymessungen

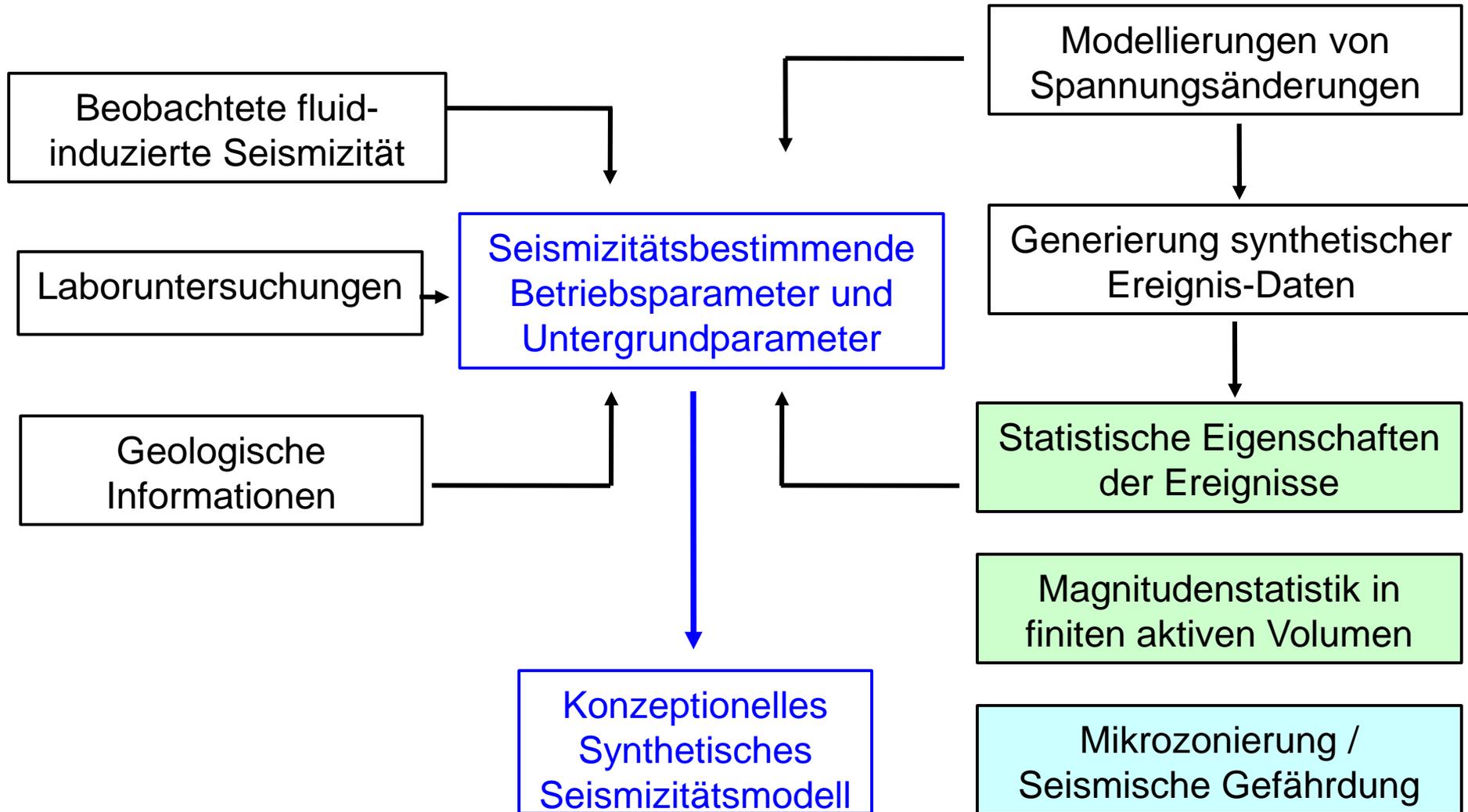


Untergrundmodelle als Ergebnis der Inversion der Dispersionskurven aus Arraymessungen

Erfassung von Veränderungen der seismischen Gefährdung



Methoden zur Reduktion der seismischen Gefährdung



Methoden zur Reduktion der seismischen Gefährdung

Modellierung von Spannungsänderungen



Poroelastische
Modellierung für 1
Dublette (2 Bohrungen),
10 Jahre Produktion:

Porendruck
Hauptspannungen



Berechnung der
Änderungen von
Coulomb Failure Stress



Basis für synthetische
Ereignis-Kataloge

Methoden zur Reduktion der seismischen Gefährdung

Modellierung von Spannungsänderungen



Synthetische Ereignisse basierend auf poroelastischen Spannungsänderungen als Folge des Produktionsbetriebes

Vergleich mit beobachteter Seismizität in Unterhaching nach dem Entklustern des Kataloges



Deutliche Verbesserung zwischen Beobachtung und Simulation

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

THM-gekoppelte Simulationen

Geothermiefeld Unterhaching und Kirchstockach

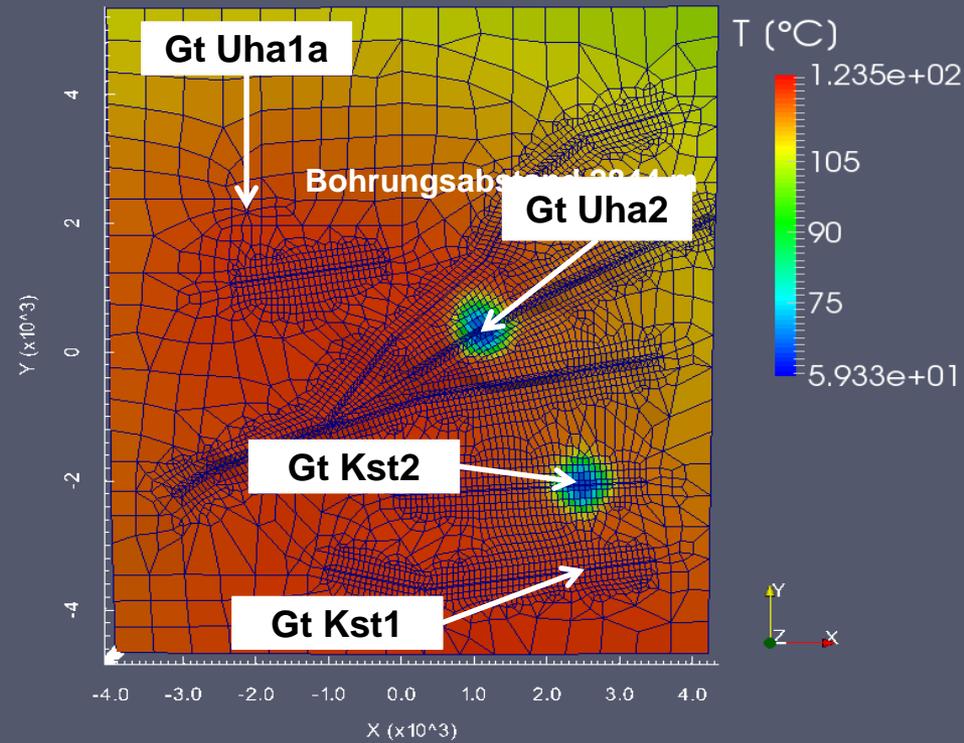
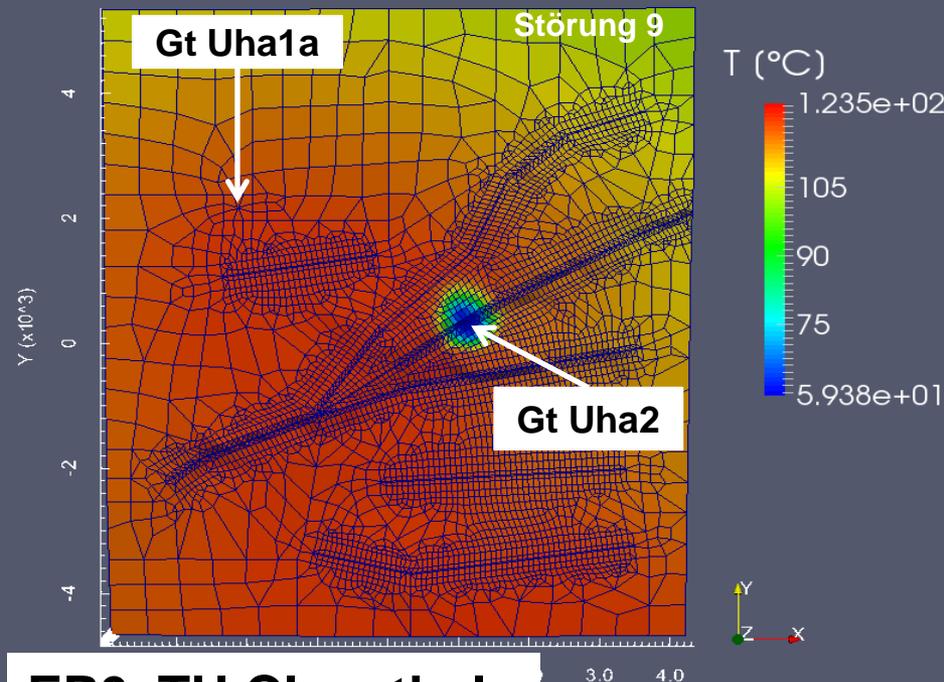
Simulationsszenario gleichzeitiger Betrieb von zwei Geothermieranlagen

- Produktions- bzw. Re-Injektionsrate: 120 l/s x 10a (Re-Injektionstemperatur: 60 °C)

⇒ Keine gegenseitigen Beeinflussungen aller Zustandsgrößen (hier: nur Temperatur)

Nur Unterhaching

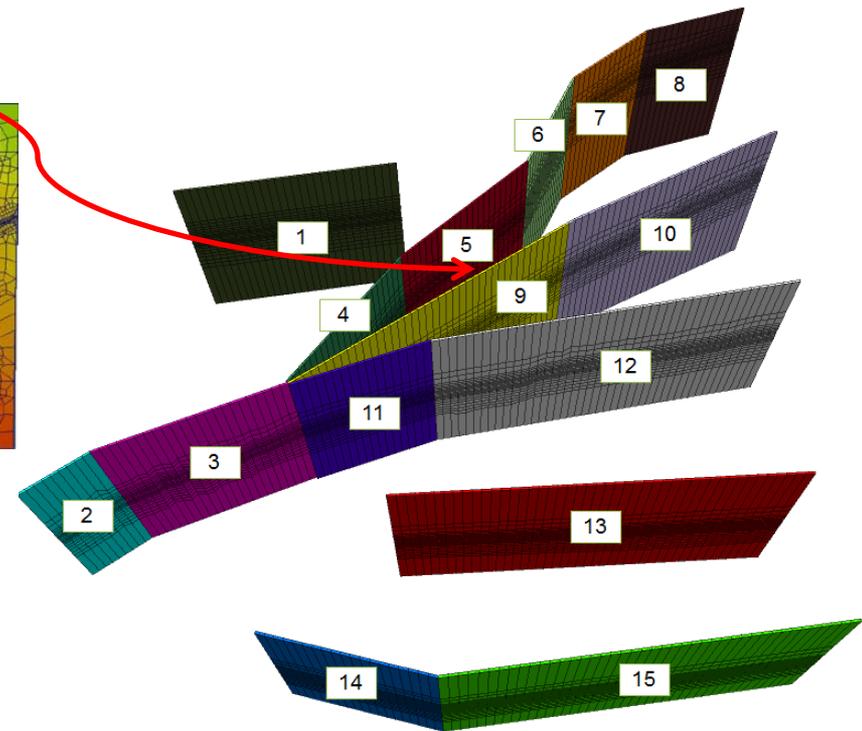
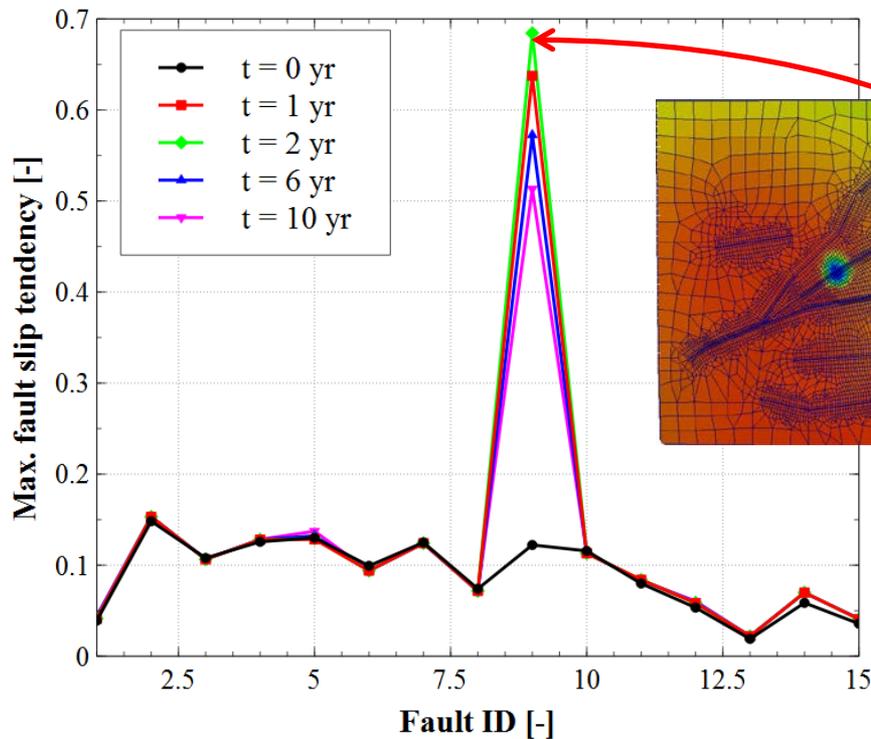
Unterhaching und Kirchstockach



THM-gekoppelte Simulationen Geothermie Unterhaching

Slip tendency der Störungen (1-9) im Laufe der Produktionsphase bis zu 10 Jahren

- ⇒ Ungleichmäßige Spannungsreduzierung im Reservoir: max. 23 MPa nach 10a Produktion
- ⇒ Entwicklung der *slip tendency* der, wegen der geringsten Entfernung zur Re-Injektionsbohrung, risikoreichsten Störung 9 (0,12 → 0,68 → 0,51, ohne Versagen jedoch ohne Berücksichtigung sprunghafter Betriebsdatenänderungen)
- ⇒ Maximale *slip tendency* (0,68) tritt bei Störung 9 im zweiten Betriebsjahr auf. Danach nimmt die Gefährdung wieder ab.



Zusammenfassung

Mikroseismische Aktivität Geothermischer Systeme – Vom Einzelsystem zur großräumigen Nutzung

Themenfelder

A - Monitoringkonzepte für komplexe Geothermiefelder

B - Fluidinduzierter Seismizität in komplexen Geothermiefeldern

C - Übertragbarkeit auf neu zu erschließende Standorte

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



Projektträger für



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

GEOZENTRUM HANNOVER