

MAGS2 -- EP2

Untersuchungen zur optimierten seismischen
Überwachung hydrogeothermaler Systeme bei
dichter räumlicher Lage der Bohrerlaubnisfelder am
Beispiel der Situation im Süden Münchens

Tobias Megies, Joachim Wassermann

MAGS2 Workshop Mainz
2015-09-30



Übersicht

- Situation in Bayern
- AP 1: Netzwerkauslegung, seismologische Messung/Auswertung,
- AP 2: VSP Messung, Modellverbesserung, Relokalisierung
- AP 3: Wellenfeldsimulation, PGV Karten

Situation in Bayern

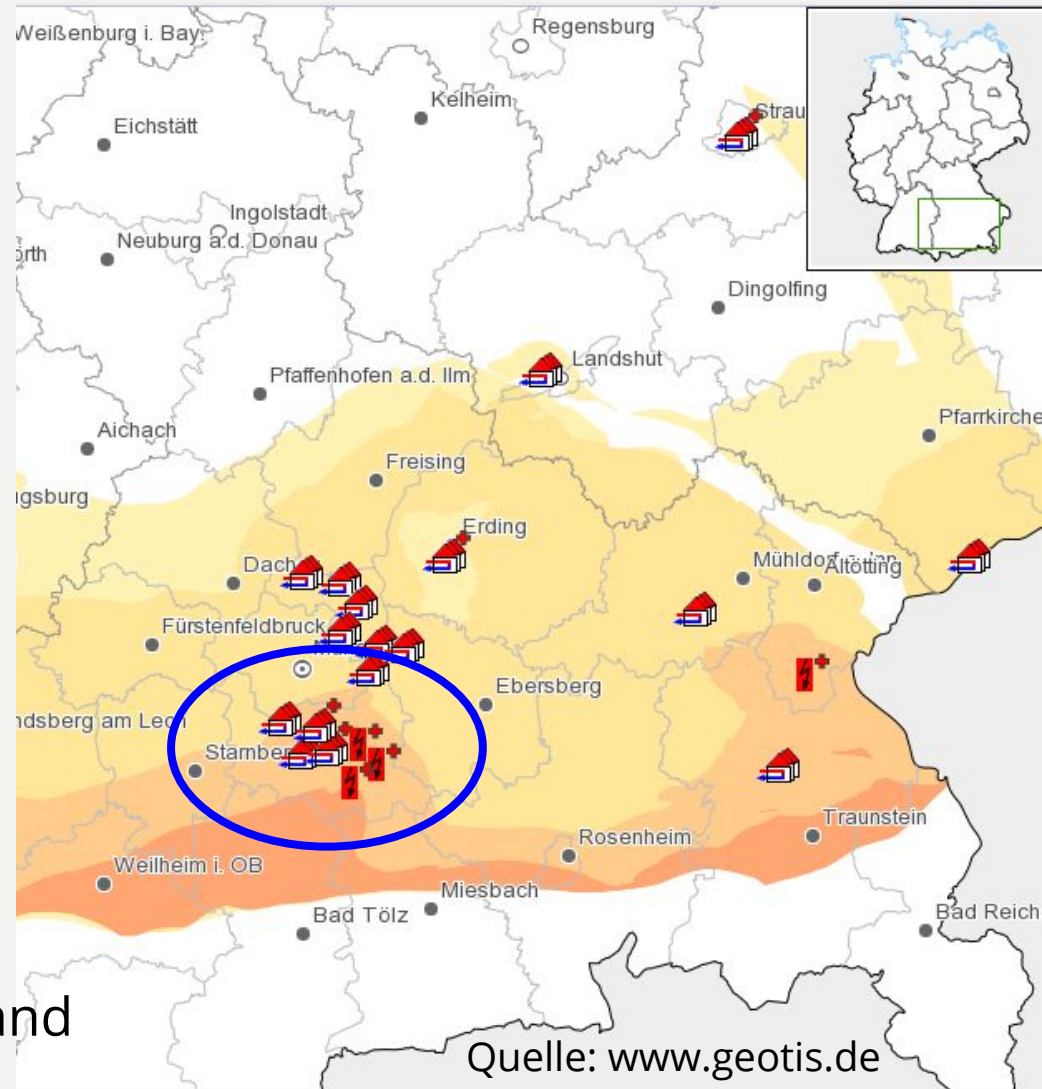
- 2008: zwei verspürte Beben bei München
- seither Untersuchung der Seismizität im Umfeld von Geothermieranlagen (u.a. MAGS/MAGS2)
- Standort Unterhaching
 - ca. 600 Mikrobeben detektiert
 - Epizentren nahe der Reinjektionsstrecke
 - Seismizität assoziiert mit durchteufter Störungszone
 - bis zu M_l 2,4 größtenteils $M_l < 1$
 - bis zu PGV 0,4 mm/s bei M_l 2,1
- weitere Standorte um München
 - 39 Mikrobeben an neueren Geothermieprojekten, bis zu M_l 1,2
 - 37 Mikrobeben mit unklarer Zuordnung

Situation in Bayern

- südl. Landkreis München:
7 große Geothermieprojekte
auf 10x20 km
- Injektionsstrecken z.T.
nur 2-3 km entfernt

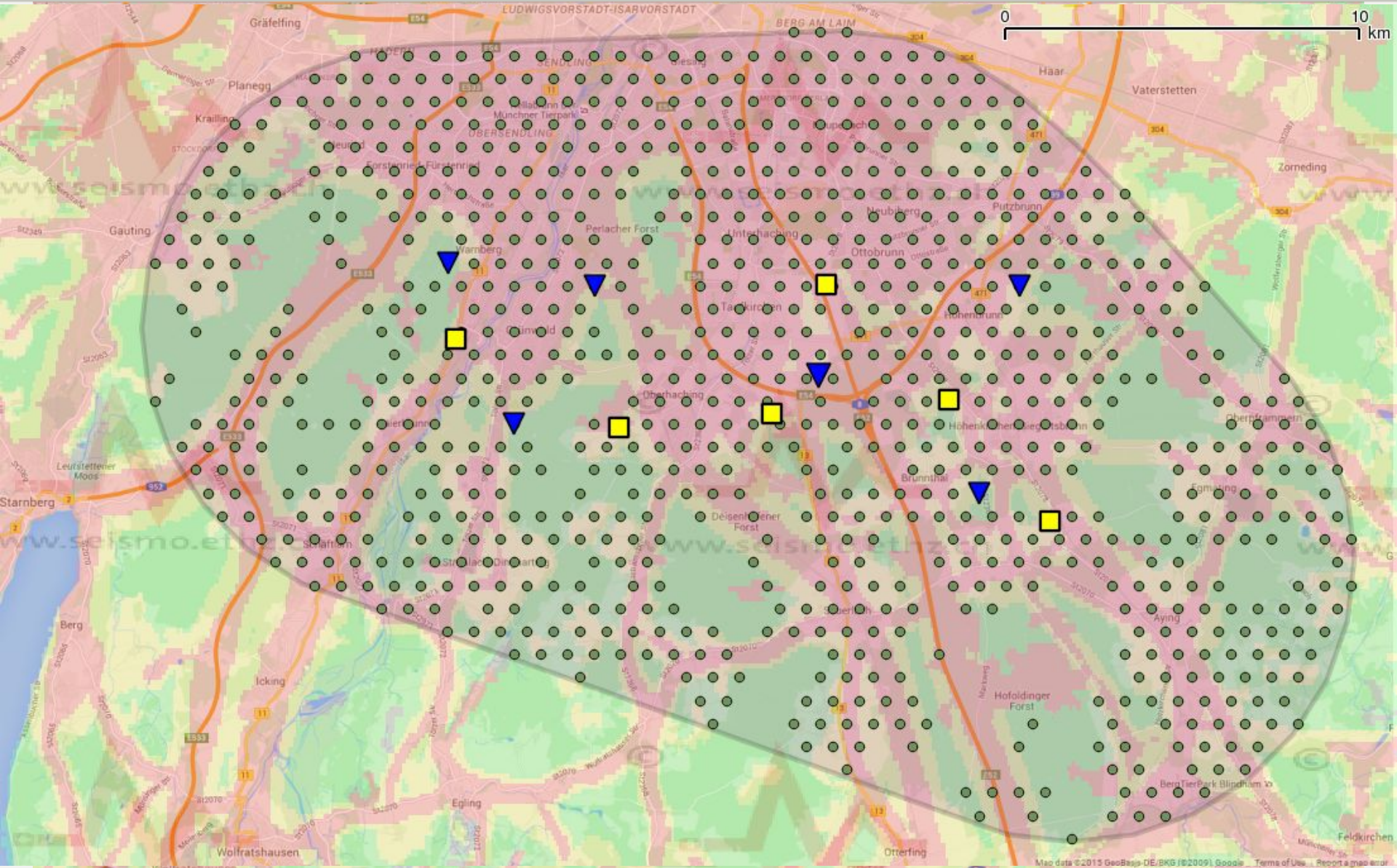
⇒ Umsetzung der
Monitoringauflagen nur
standortübergreifend
sinnvoll

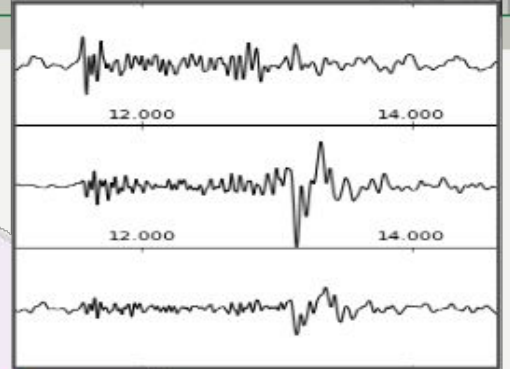
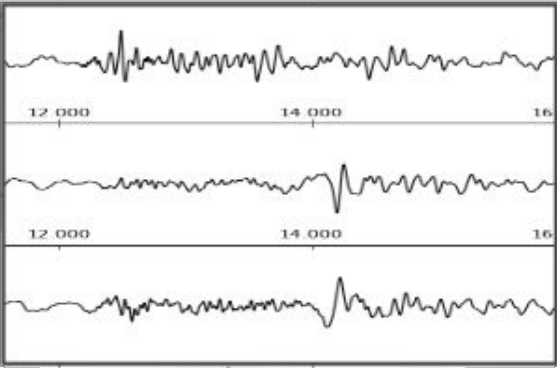
⇒ maximaler Informationsoutput
bei minimiertem Kostenaufwand



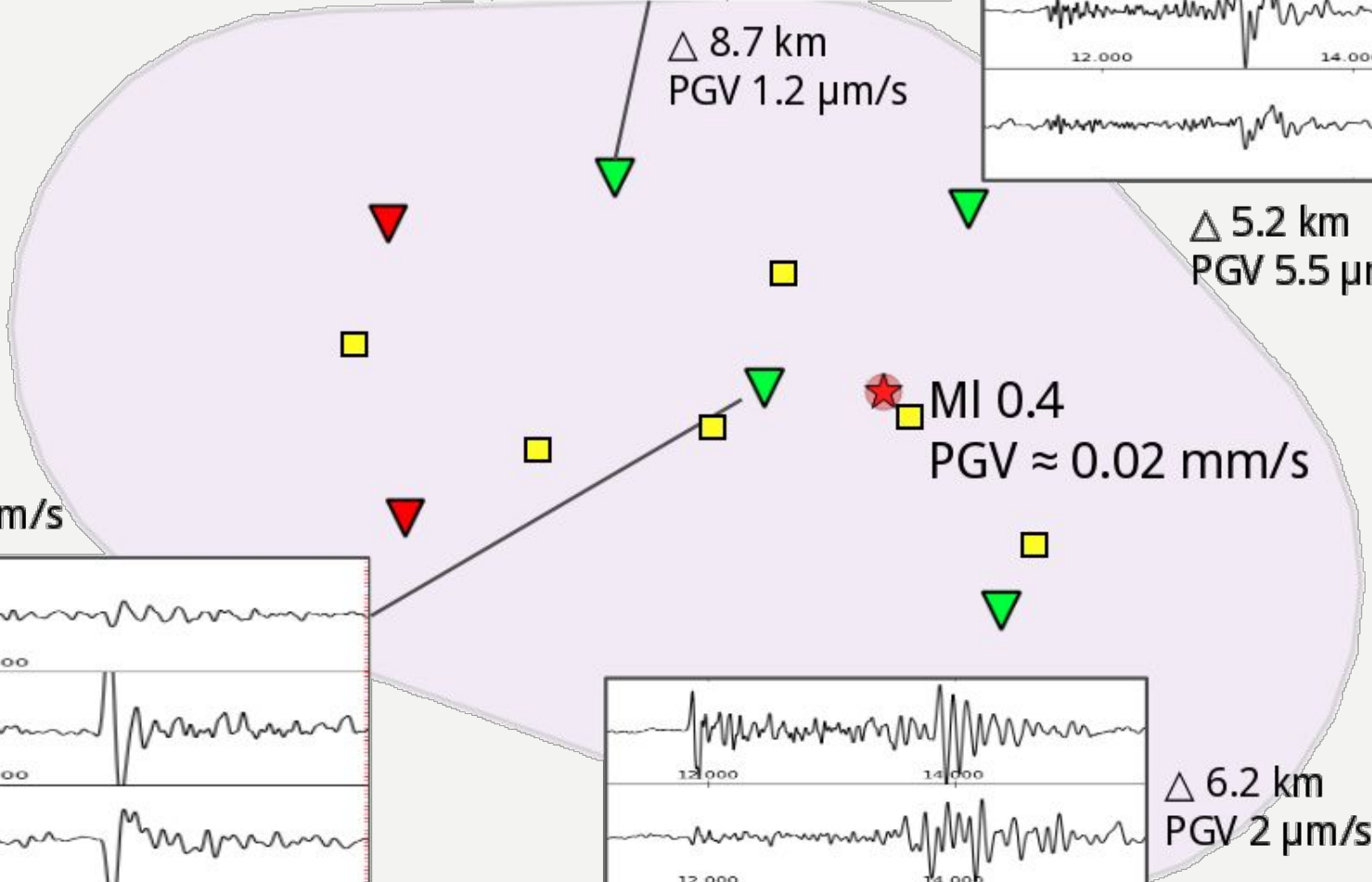
Optimierte seismische Überwachung

- exemplarisches standortübergreifendes Monitoringnetzwerk für 6 benachbarte Tiefengeothermieprojekte
 - optimierte Netzwerkgeometrie
 - minimierter Stationsaufwand
- Inversion des optimalen Netzwerklayouts
 - potentielle Quellregionen/mechanismen
 - Injektionsstrecken, Störungzonen, synthetischer Bebenkatalog
 - Realisierbarkeit von Stationen
 - Infrastruktur, Landnutzungsdaten
 - zu erwartende Standortqualität
 - lokales Noisemodell





Beispieldetektion



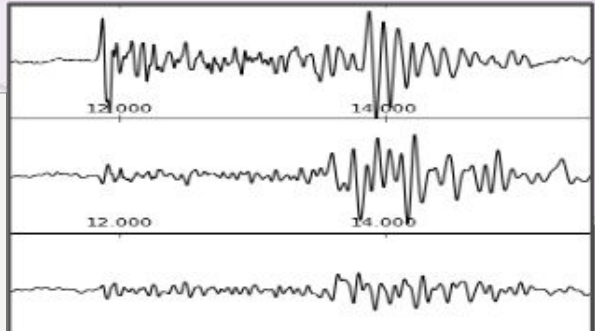
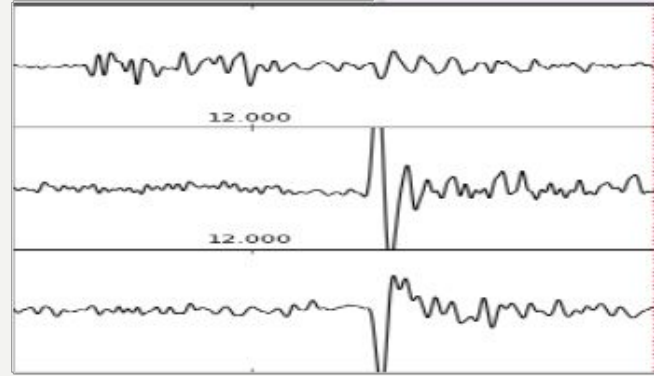
Δ 8.7 km
PGV 1.2 $\mu\text{m/s}$

Δ 5.2 km
PGV 5.5 $\mu\text{m/s}$

Δ 3 km
PGV 11 $\mu\text{m/s}$

MI 0.4
PGV \approx 0.02 mm/s

Δ 6.2 km
PGV 2 $\mu\text{m/s}$



VSP / Modellverbesserung / Relokalisierung

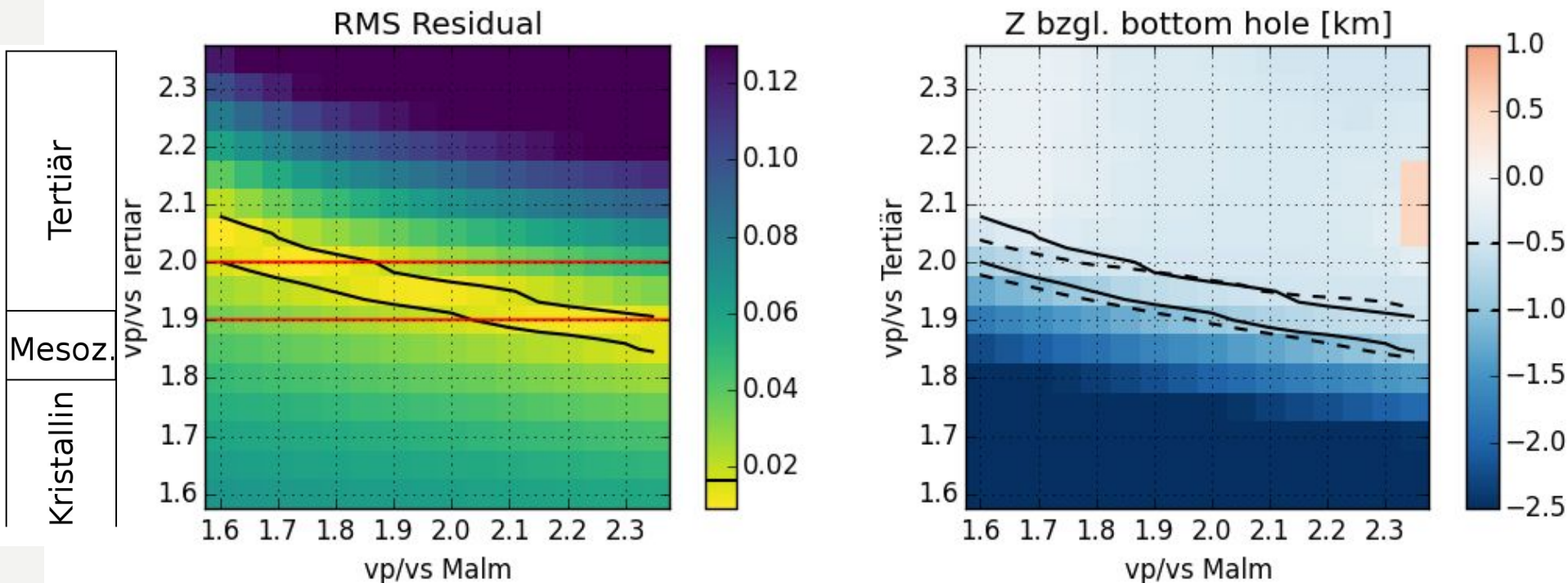
- geplante VSP Messung mit Scherwellenanregung nicht realisiert
 - zögerliches Verhalten von Betreiberseite
 - technische Probleme/Risiken mit verfügbarem Tool des LIAG

Alternativ..

- Automatisierung der Relokalisierung des gesamten Katalogs mit NonLinLoc
 - schnelle Reaktionsmöglichkeit auf geänderte Modellparameter
- v_p/v_s Modellverbesserung
 - Minimierung des Lokalisierungsresiduums des gesamten Katalogs im 3D Modell mit NonLinLoc für 3-Schicht v_p/v_s Modell

v_p/v_s Modell -- Minimierung der Residuen

- Ergebnisse konsistent mit Scherwellenseismik Traunreut
- Tiefenlage ca. 500-700 m unter bottom hole = einige 100m unter top basement

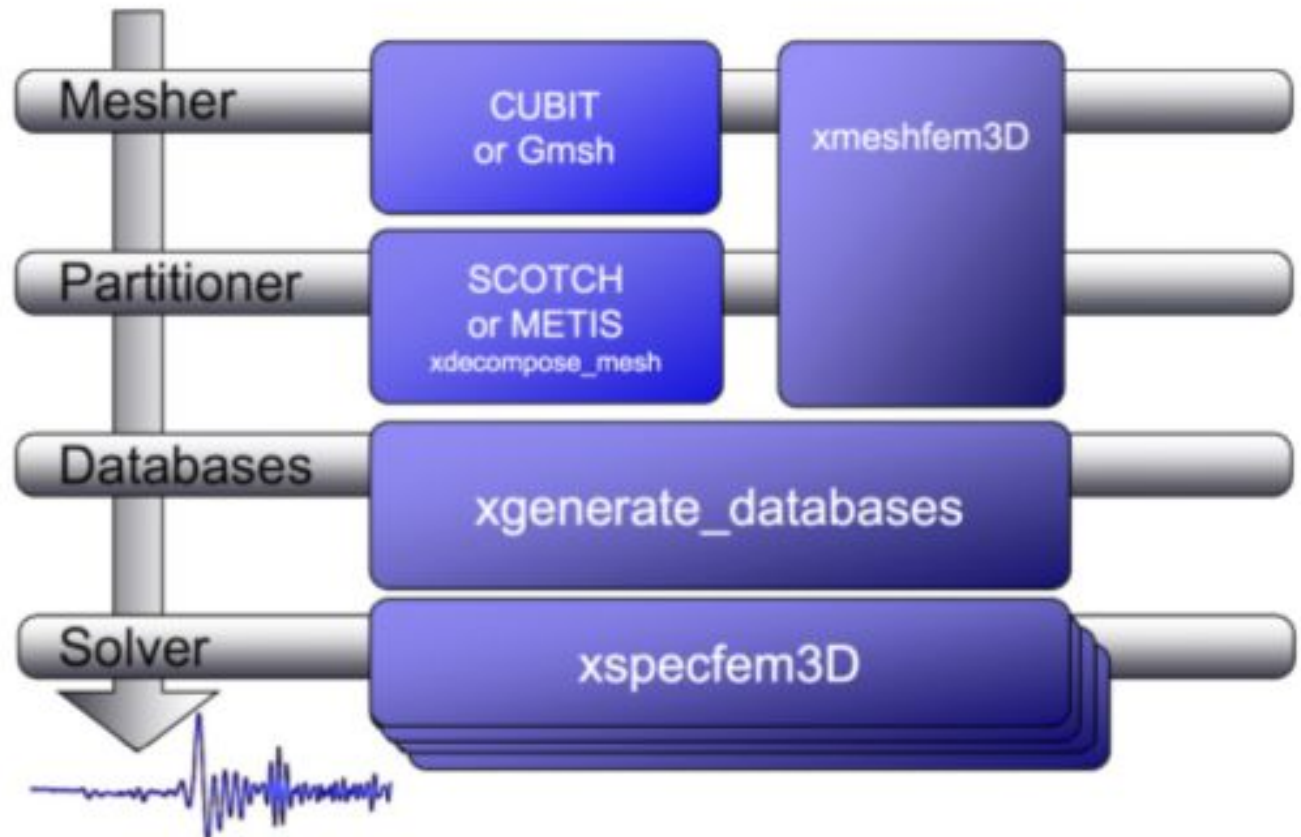


Wellenfeldmodellierung / PGV Karten

- aktuell nur punktuelle PGV Werte aufgetretener Beben
 - Modellierung des Wellenfeldes
 - flächige PGV Karten / Shakemaps aufgetretener Beben
 - Berechnung hypothetischer Szenarien
- Abgleich mit Siedlungsräumen
- Einschätzung möglicher Auswirkungen an neuen Standorten
- Ort, Tiefe, Störungsorientierung

Wellenfeldmodellierung / PGV Karten

Arbeitsschritte..

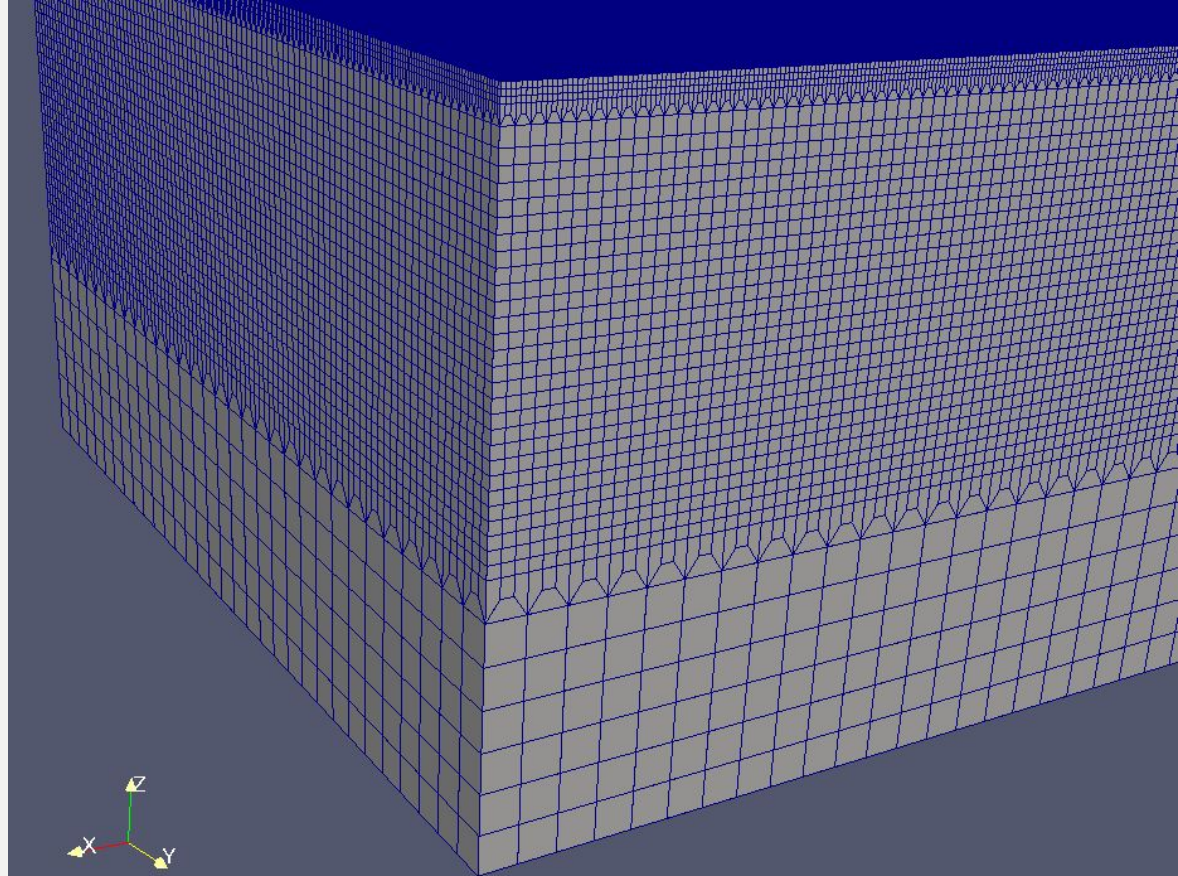


Wellenfeldmodellierung / PGV Karten

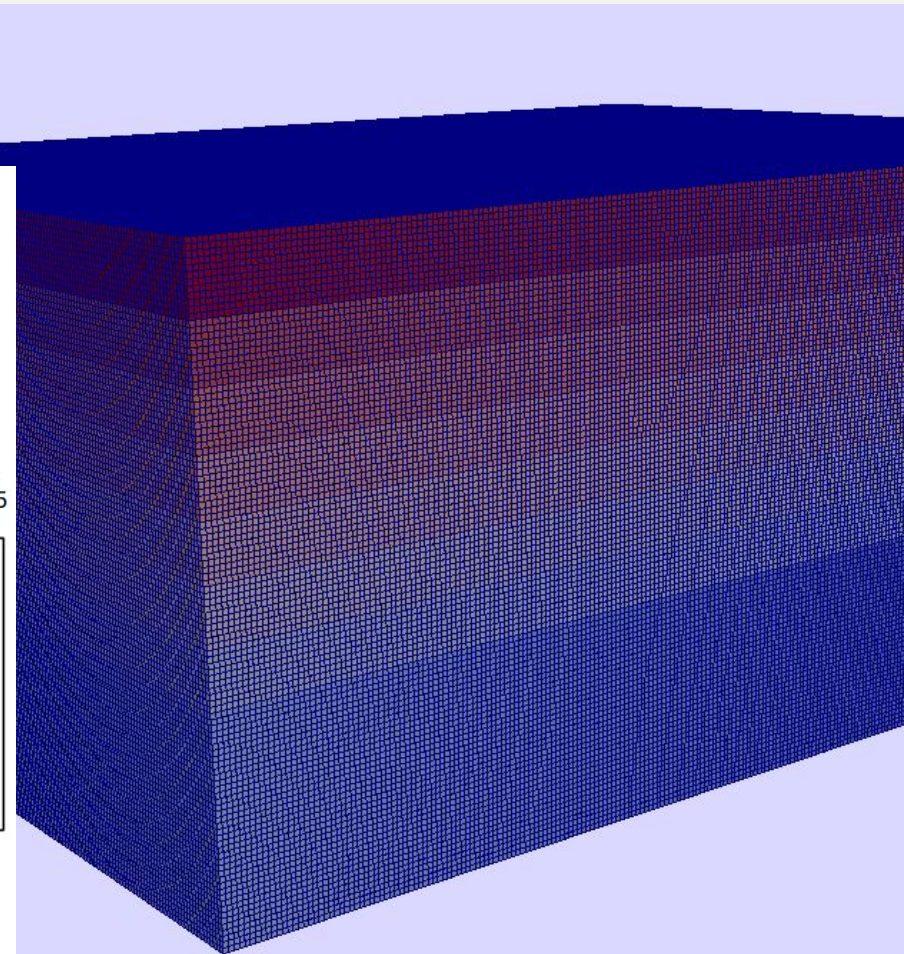
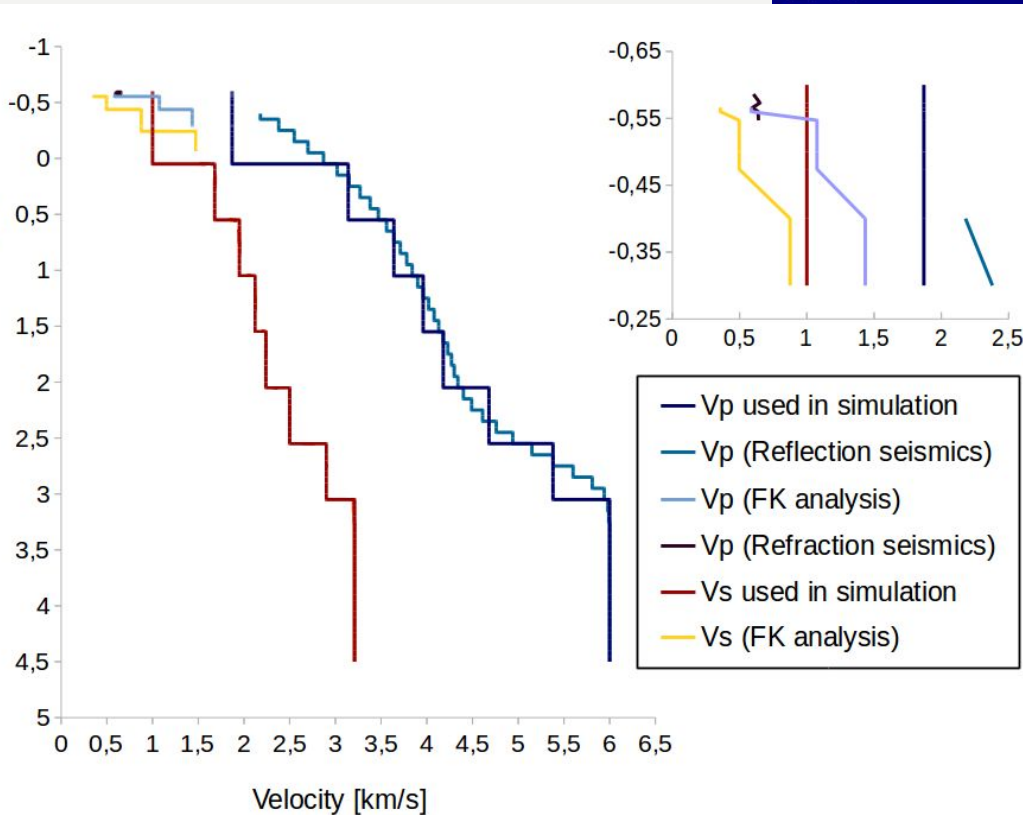
Mesh Geometrie?

- Elemente/Wellenlänge
- Frequenzgehalt +
Geschwindigkeitsmodell

⇒ triplication layers

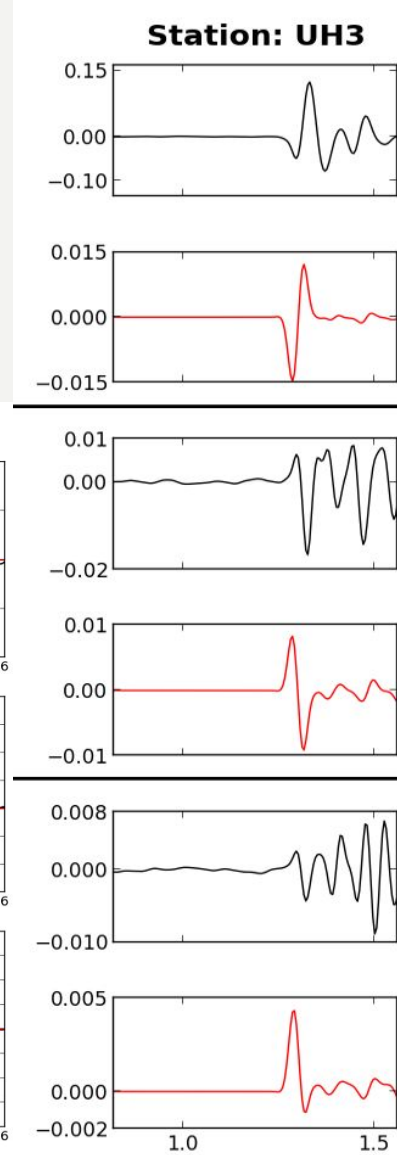
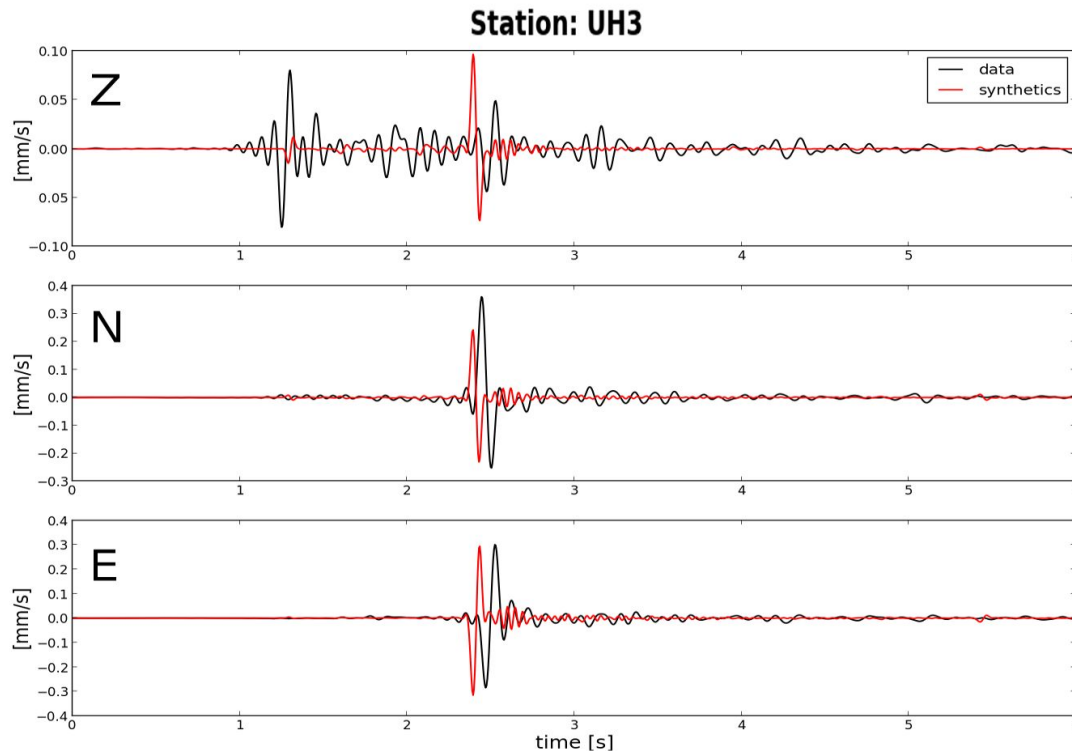


Wellenfeldmodellierung / PGV Karten



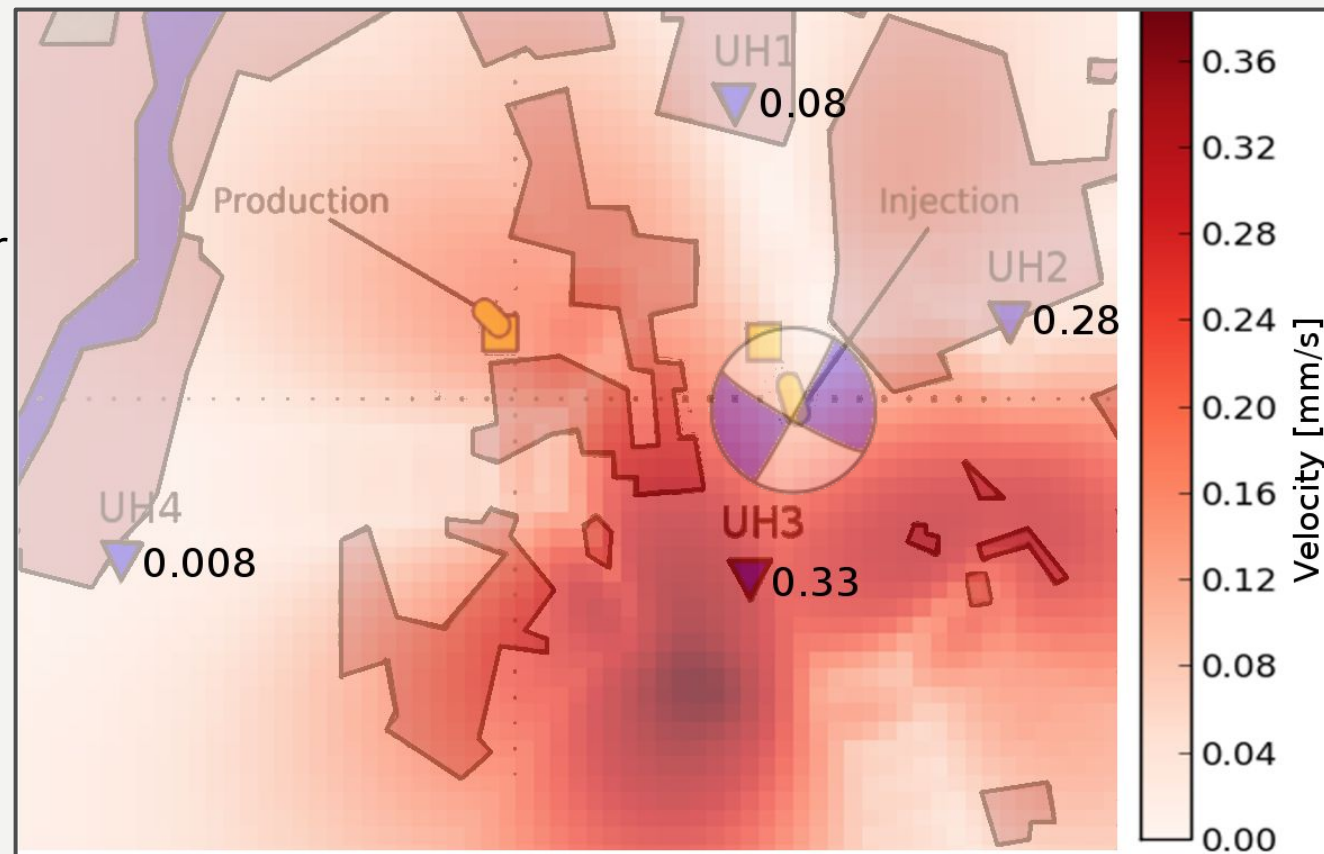
Wellenfeldmodellierung / PGV Karten

- Einsatzzeiten: 1-5% Abweichung
- Polaritäten: meist gute Übereinstimmung
- Amplituden..



Wellenfeldmodellierung / PGV Karten

- Abstrahlcharakteristik
- starke laterale Unterschiede
- stark unterschiedlicher Einfluss in Bezug auf Siedlungsräume / Spürbarkeit



Zusammenfassung

- optimiertes Netzwerk für standortübergreifendes Monitoring
- gute Detektionsmöglichkeiten trotz minimalem Stationseinsatz
- Hypozentraltiefen im oberen Bereich des kristallinen Basement durch Minimierung von Residuen im 3D Modell mit 3-Schicht vp/vs Modell erhärtet
- synthetische PGV Karten hilfreich bei Beurteilung von..
 - Beobachtungen von aufgetretenen Beben
 - möglichen Auswirkungen an neuen Standorten

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Das Verbundprojekt **MAGS2** - Mikroseismischen Aktivität geothermischer Systeme - **Vom Einzelsystem zur großräumigen Nutzung** wird finanziert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und betreut vom Projektträger Jülich.

Förderkennzeichen: 0325662A-G

Projektträger für

