

Tobias Megies und Joachim Wassermann

# MAGS - EP2

## Untersuchung von Mikrobeben in der bayerischen Molasse im Umfeld von geothermischen Reservoirien

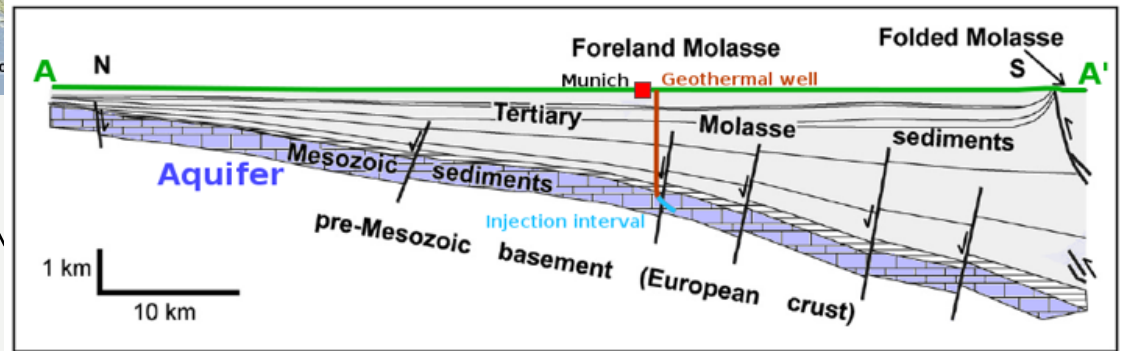
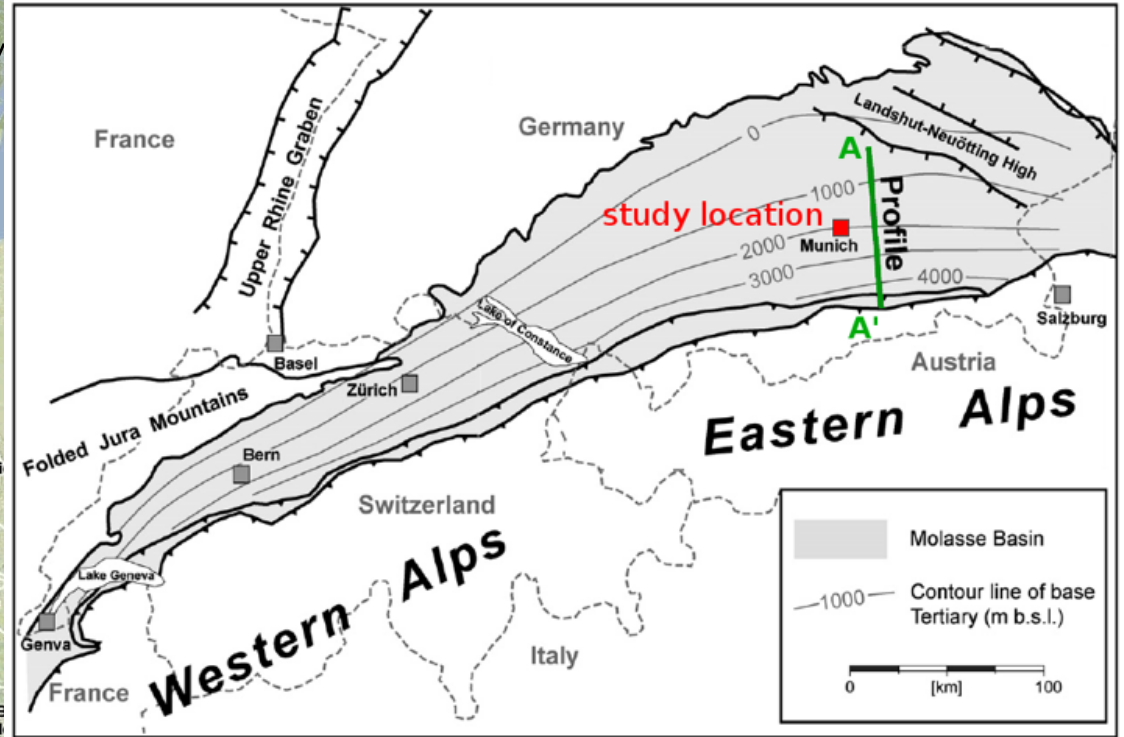
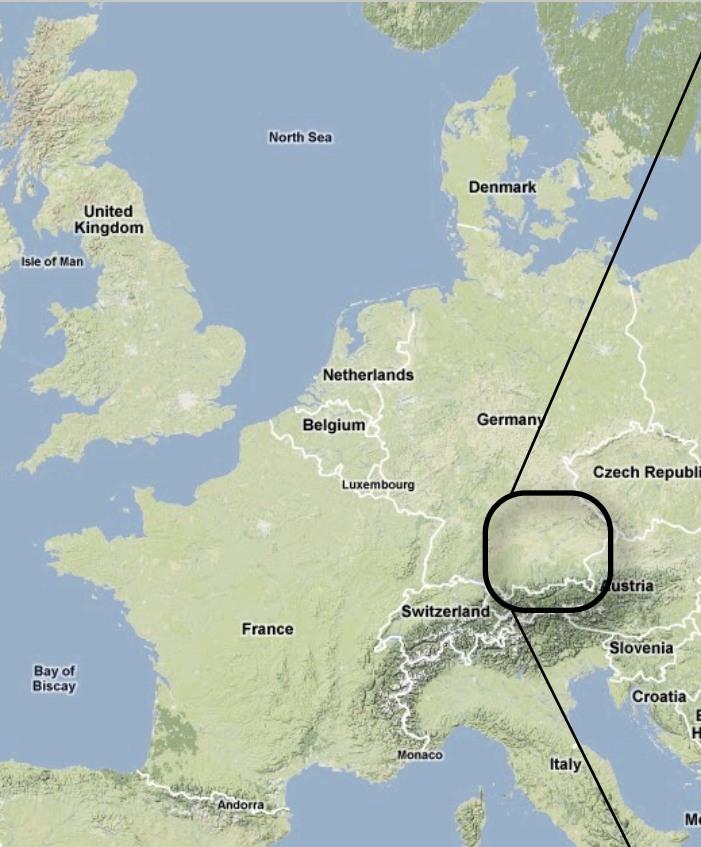
Das Verbundprojekt **MAGS** - Konzepte zur Begrenzung der mikroseismischen Aktivität bei der energetischen Nutzung geothermischer Systeme im tiefen Untergrund wird finanziert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und betreut vom Projektträger Jülich.

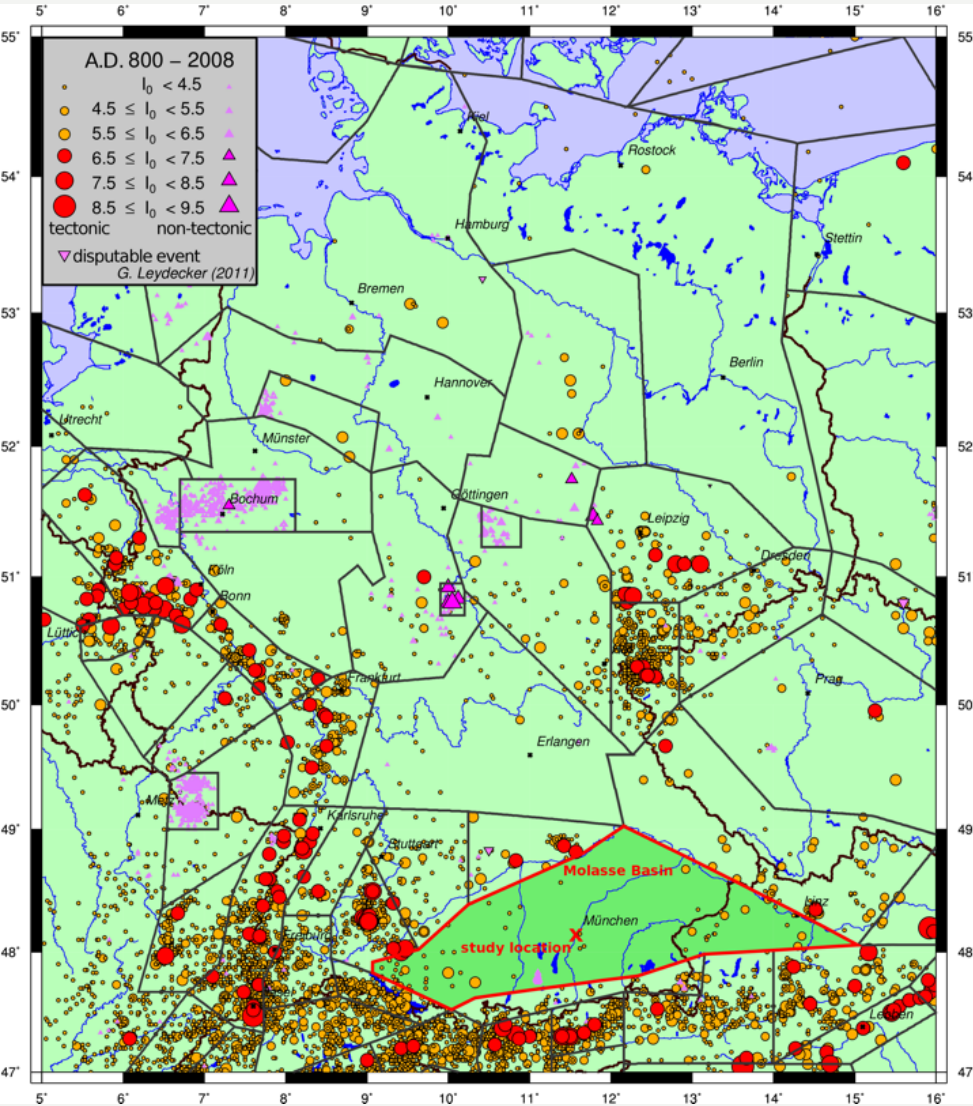
Förderkennzeichen: 0325191A-F

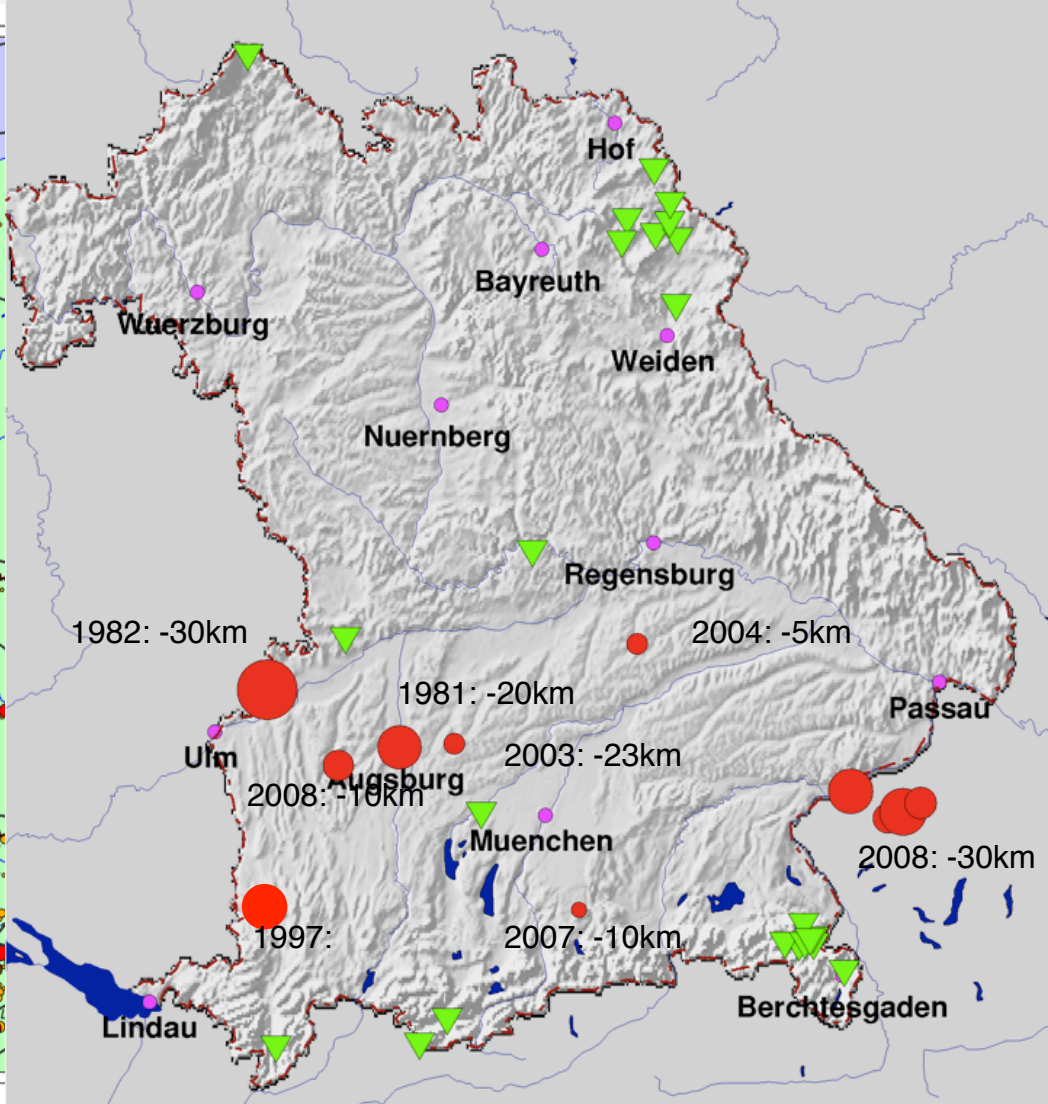
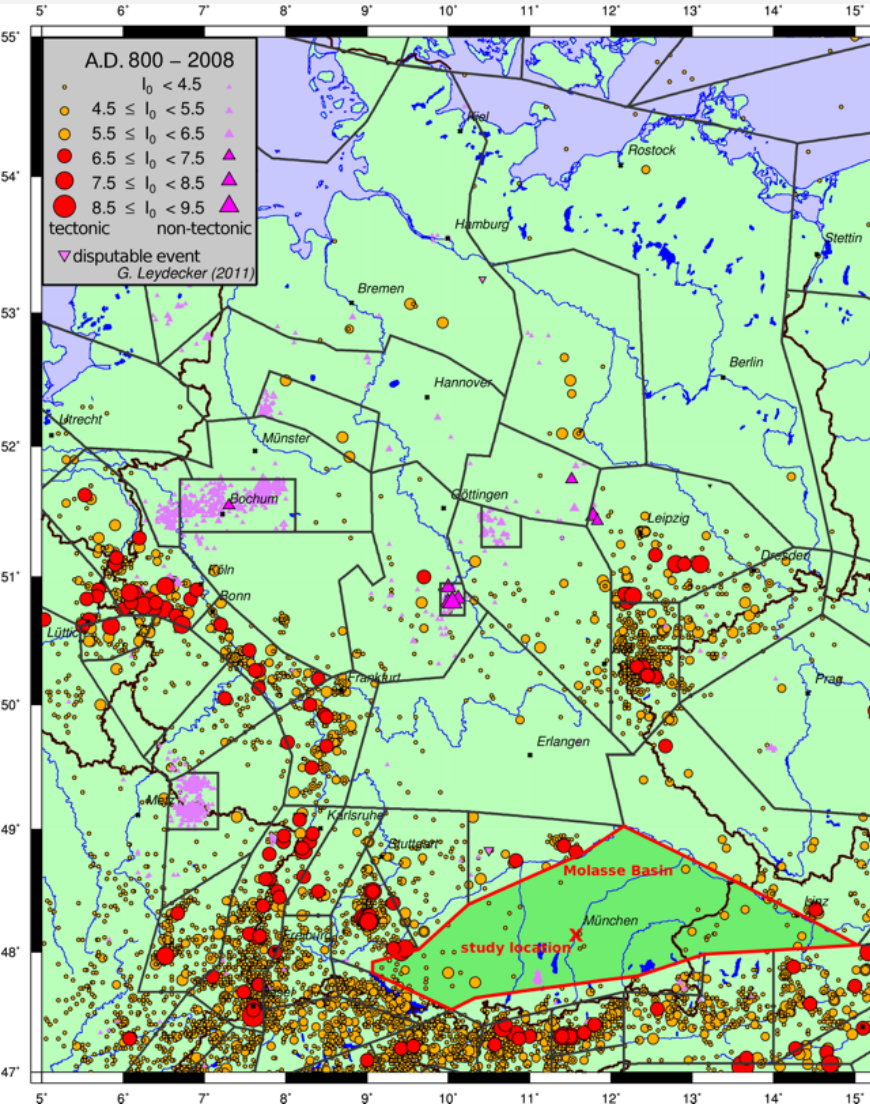


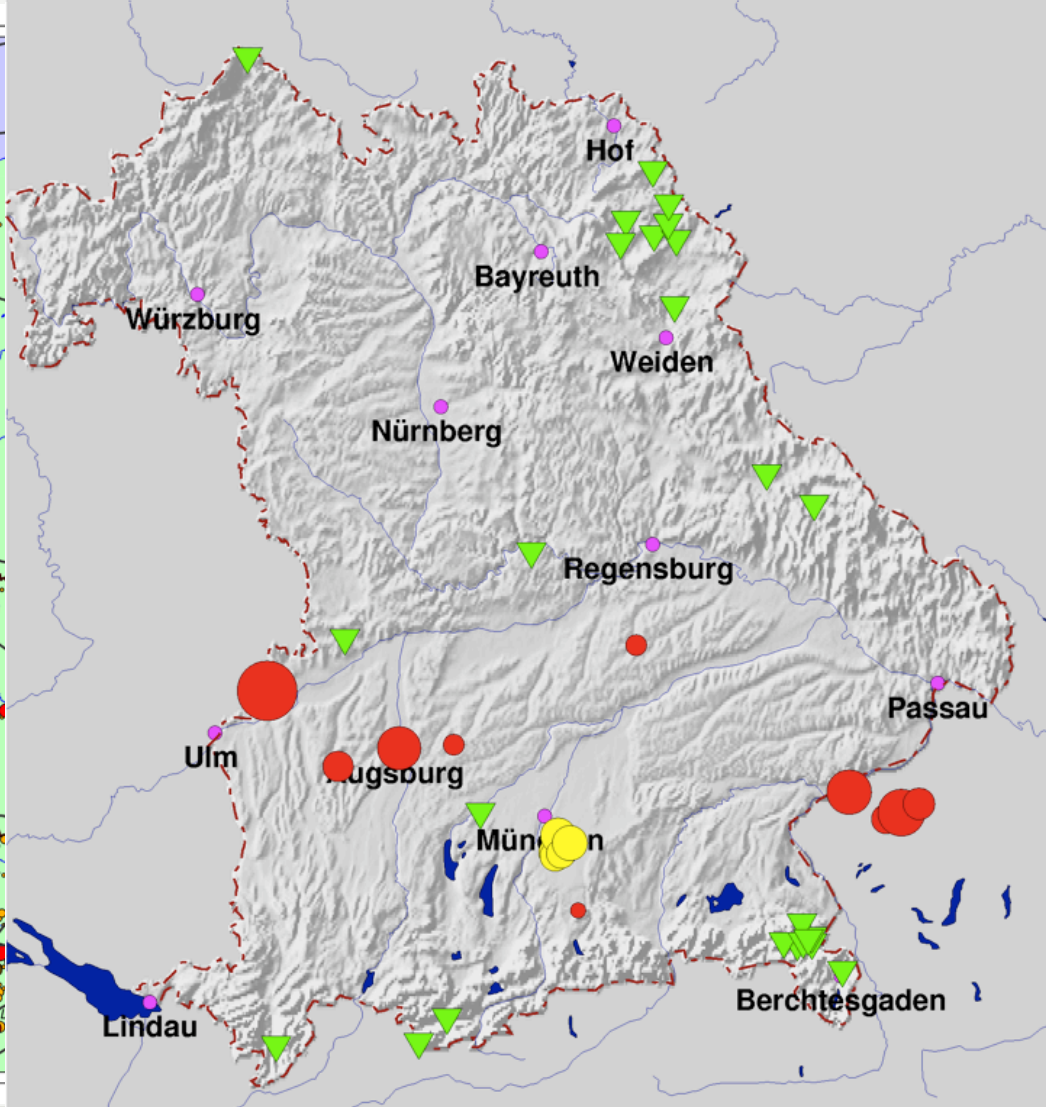
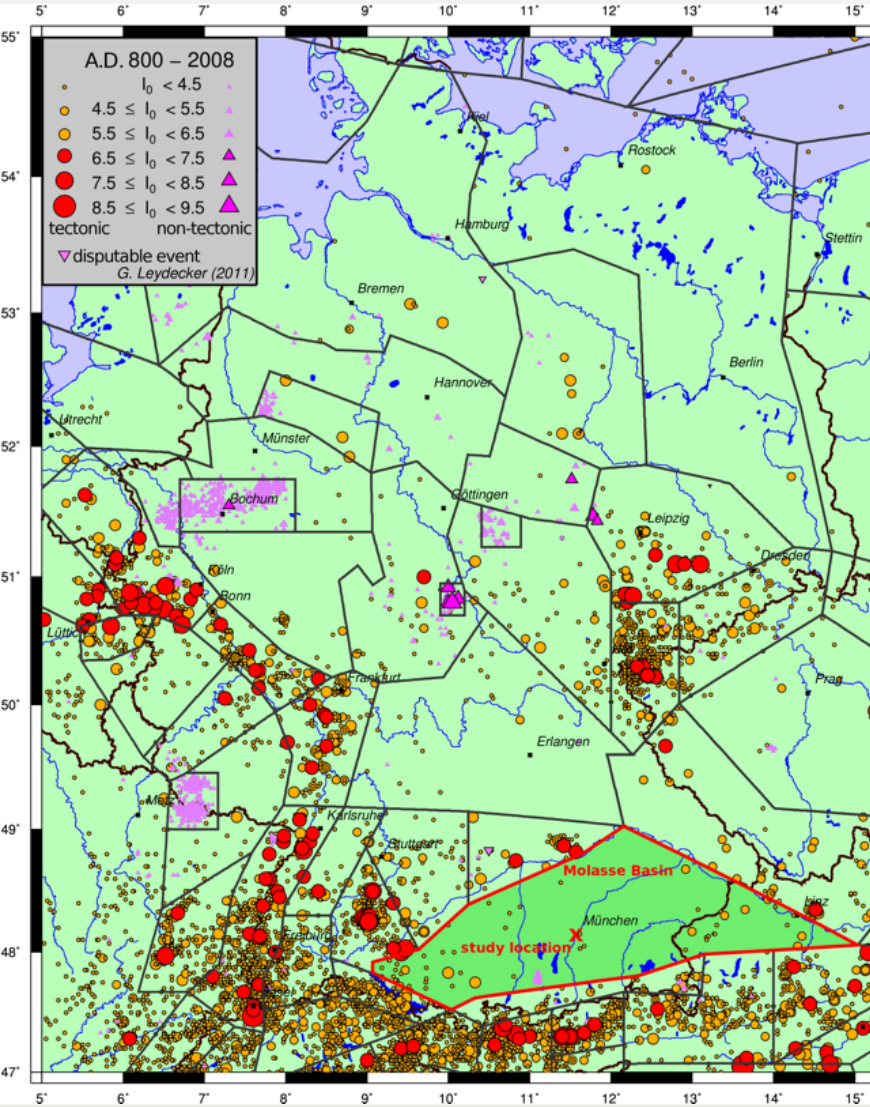
Projektträger für

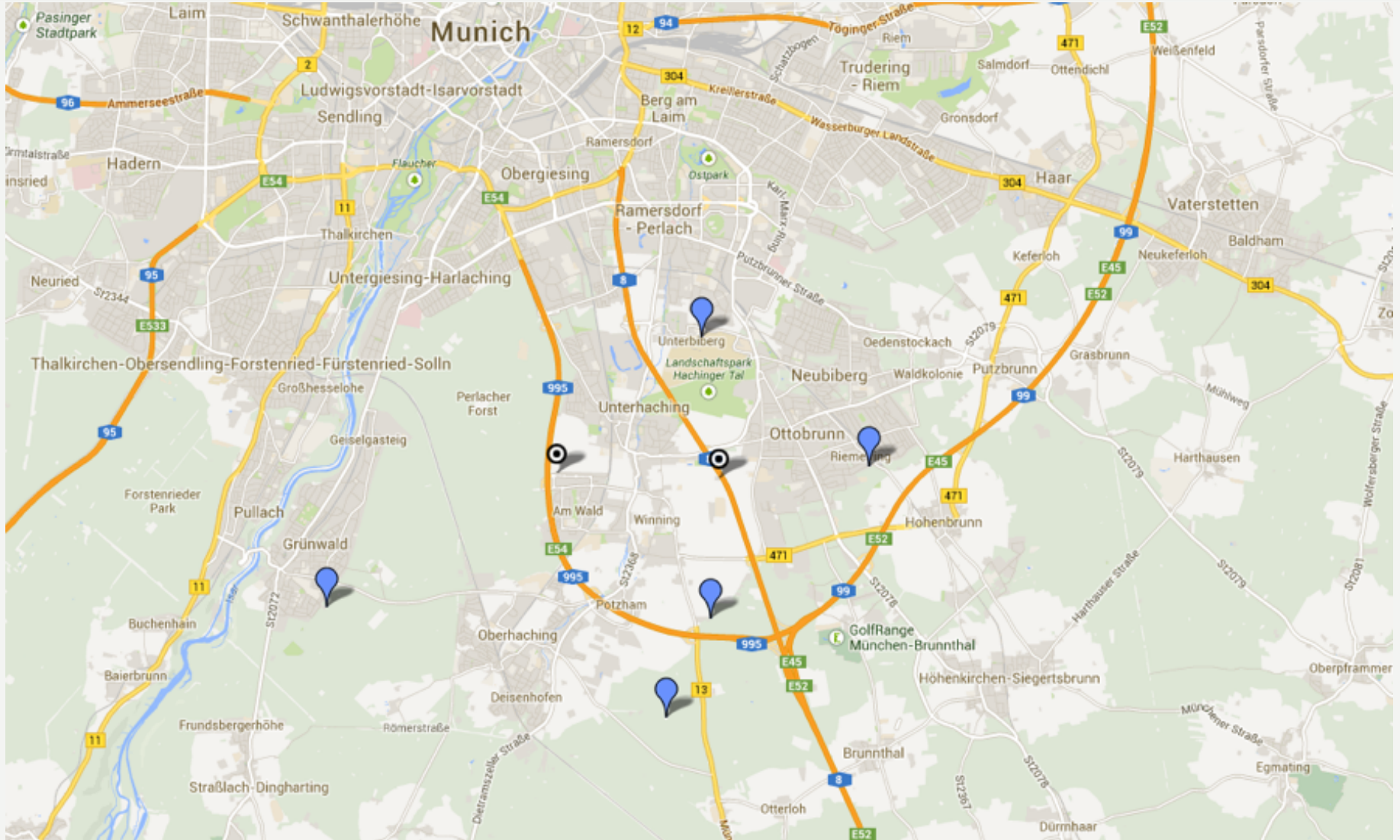


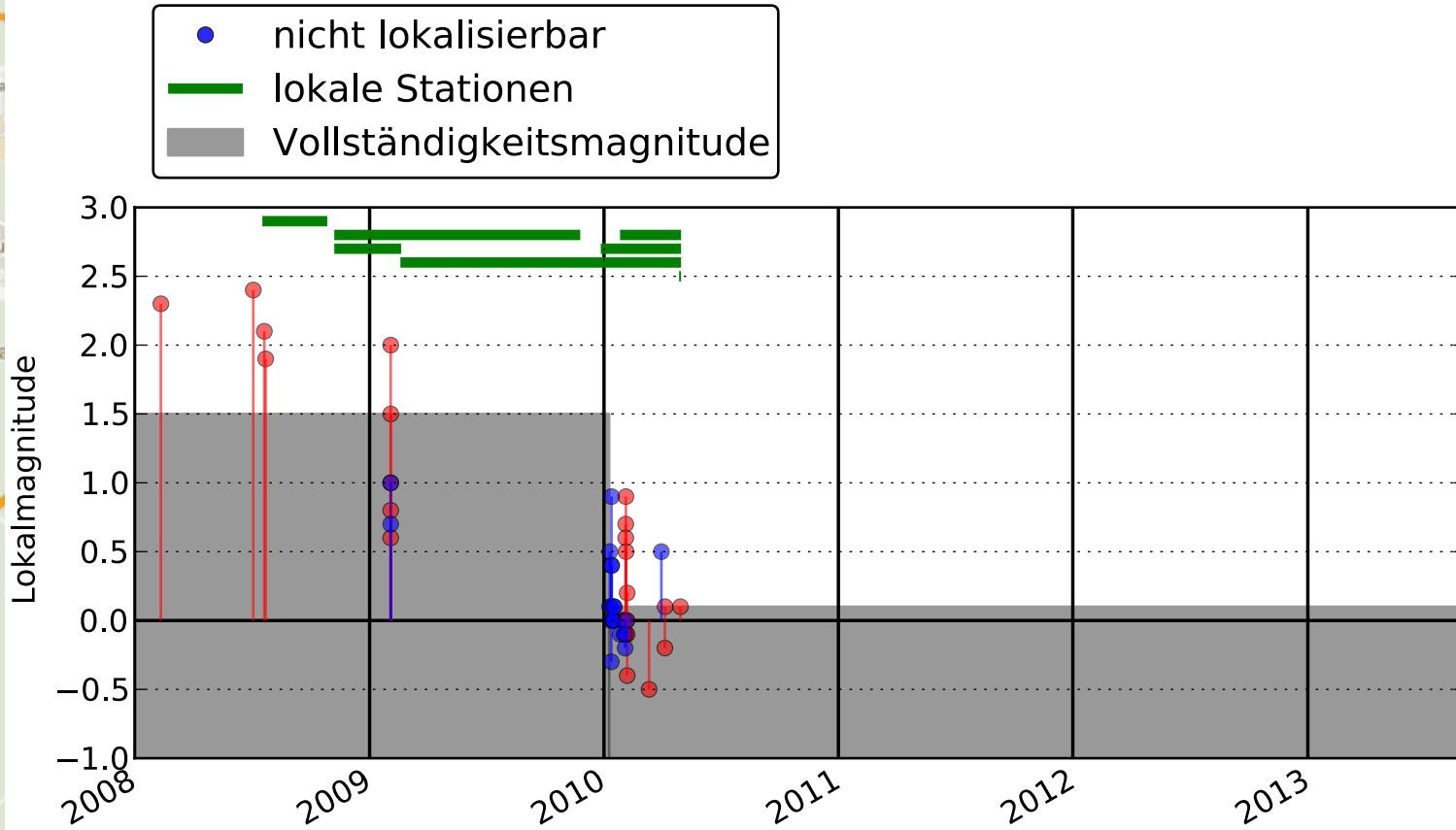


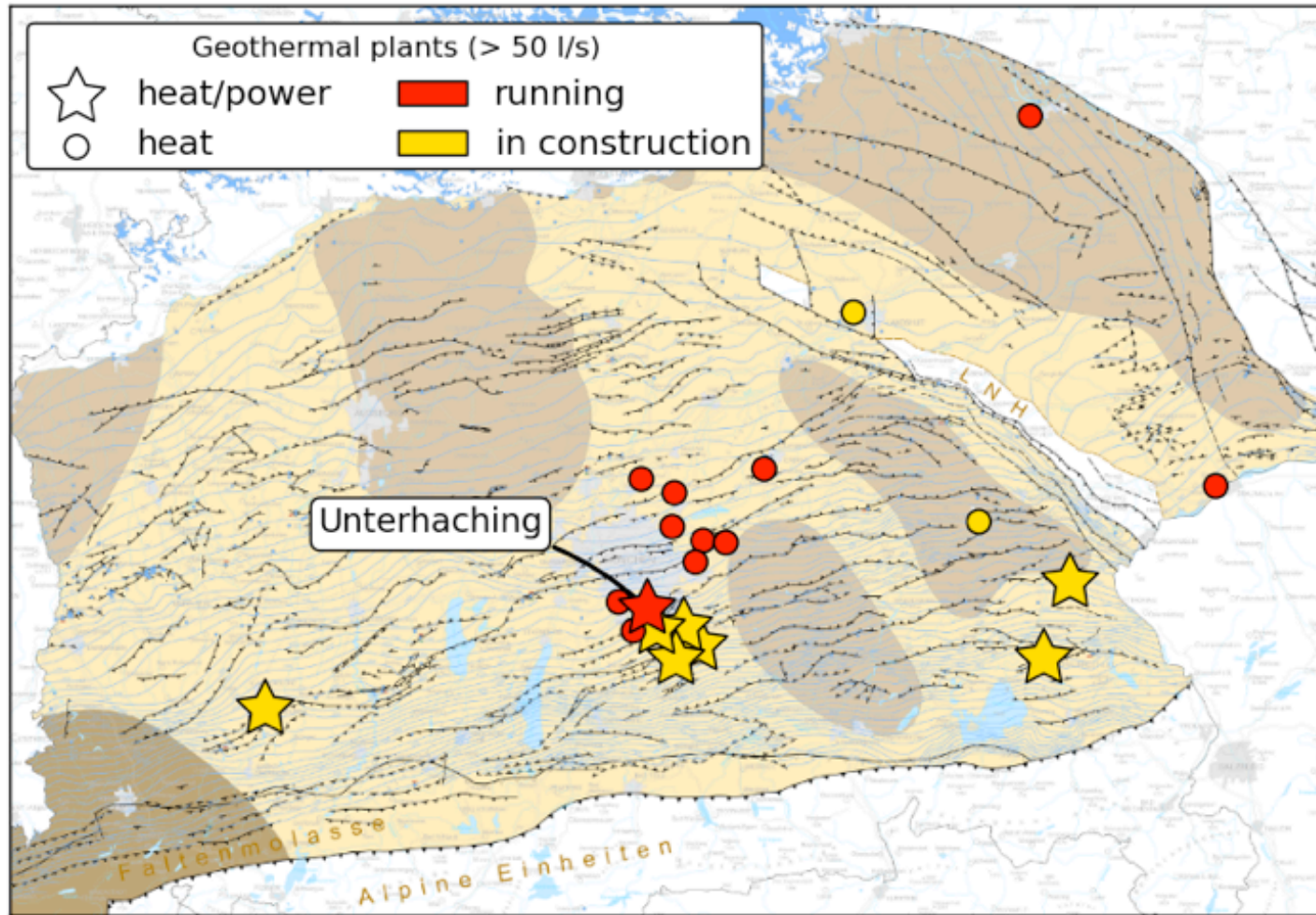










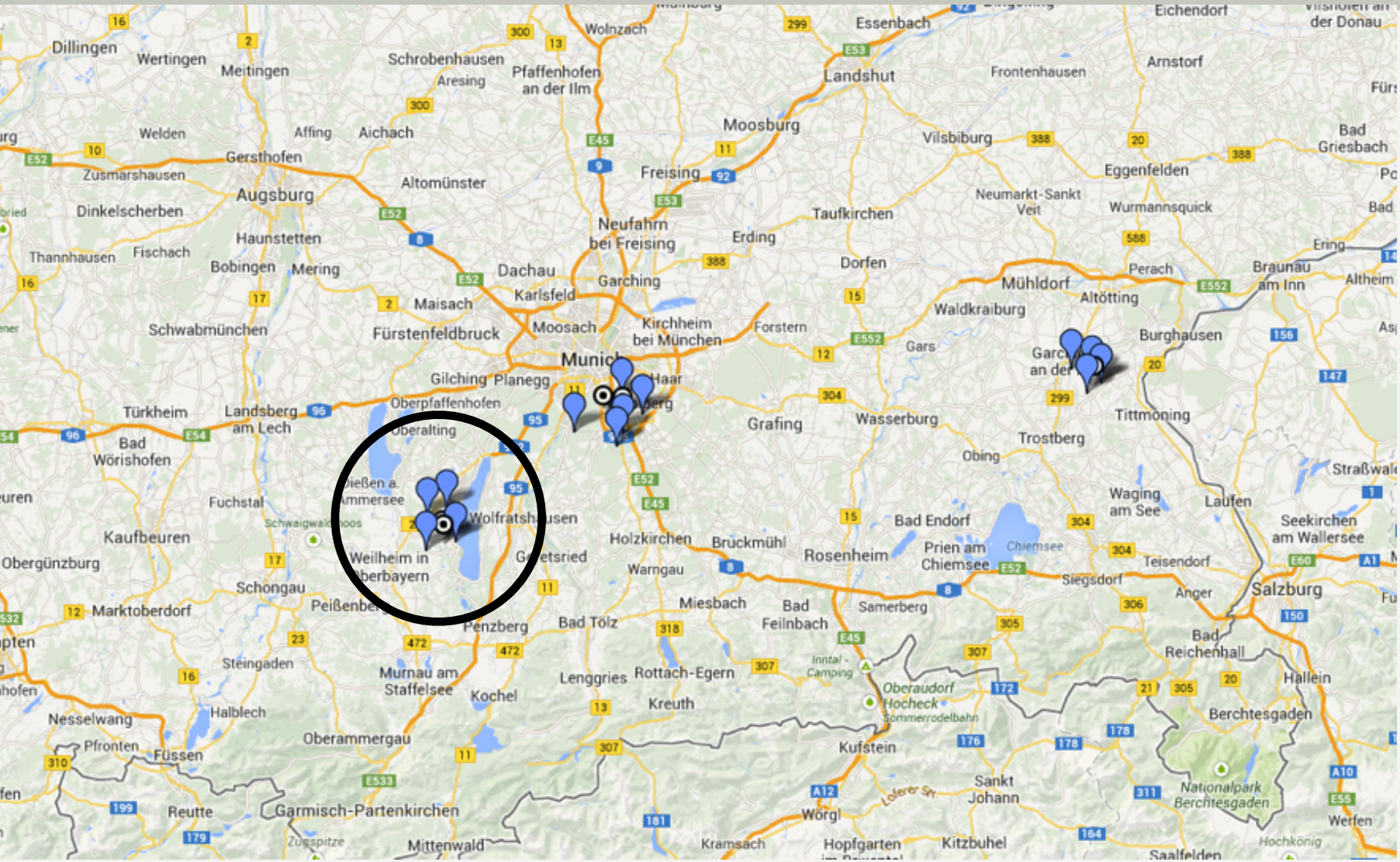






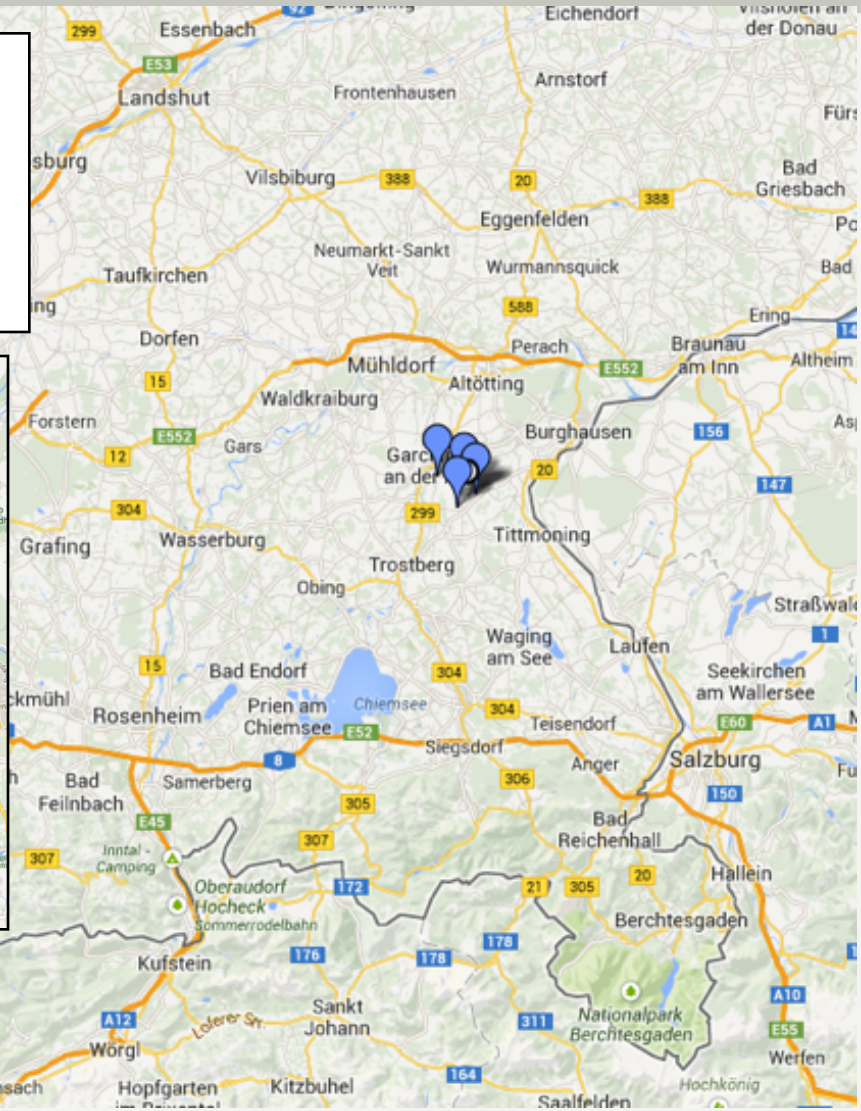
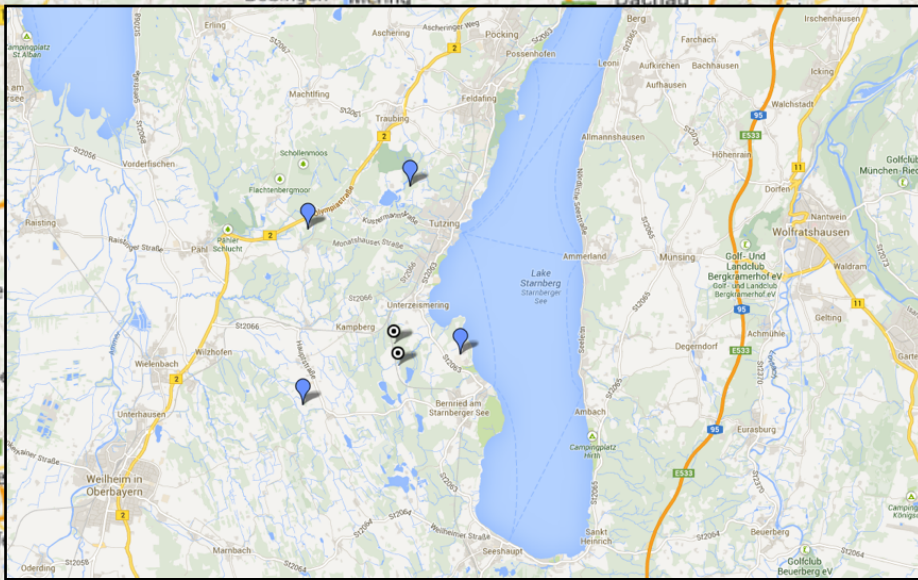
- Existieren tektonische und lagebedingte Voraussetzungen für das Auftreten von induzierter oder getriggelter Seismizität in der bayerischen Molasse?
- Wirken sich unterschiedliche Produktionsbedingungen auf die induzierte/ getriggerte Seismizität aus?
- Welche maximalen Erdbebenereignisse können in der bayerischen Molasse auftreten und welche Folgen können diese Ereignisse haben (-> EP4, EP5)?
- (Können neue Verfahren (seismisch, Remote Sensing - Geomorphologie) im Rahmen der Überwachung bzw. bei der Erkundung geothermaler Erlaubnisfelder eingesetzt werden?)

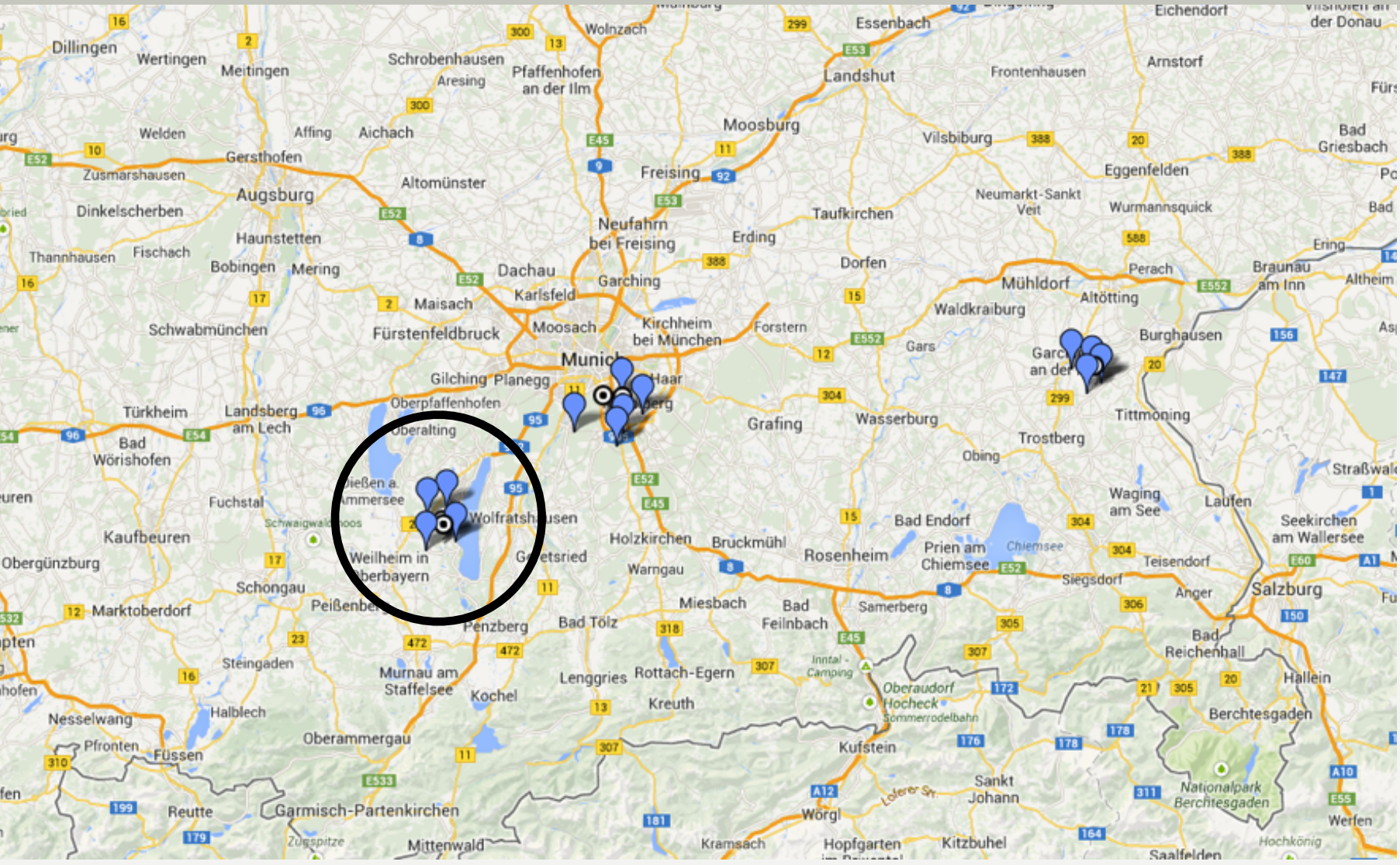




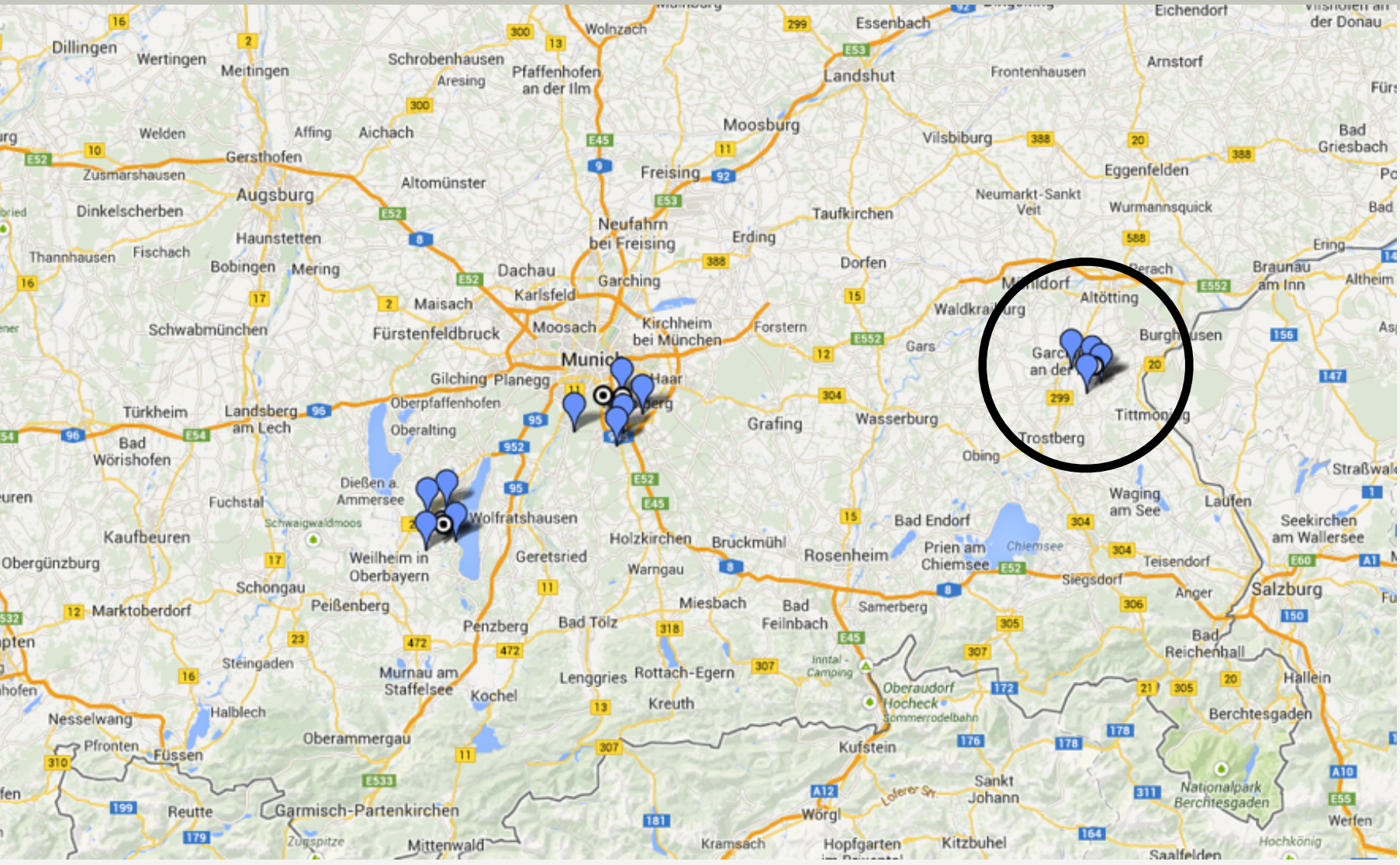


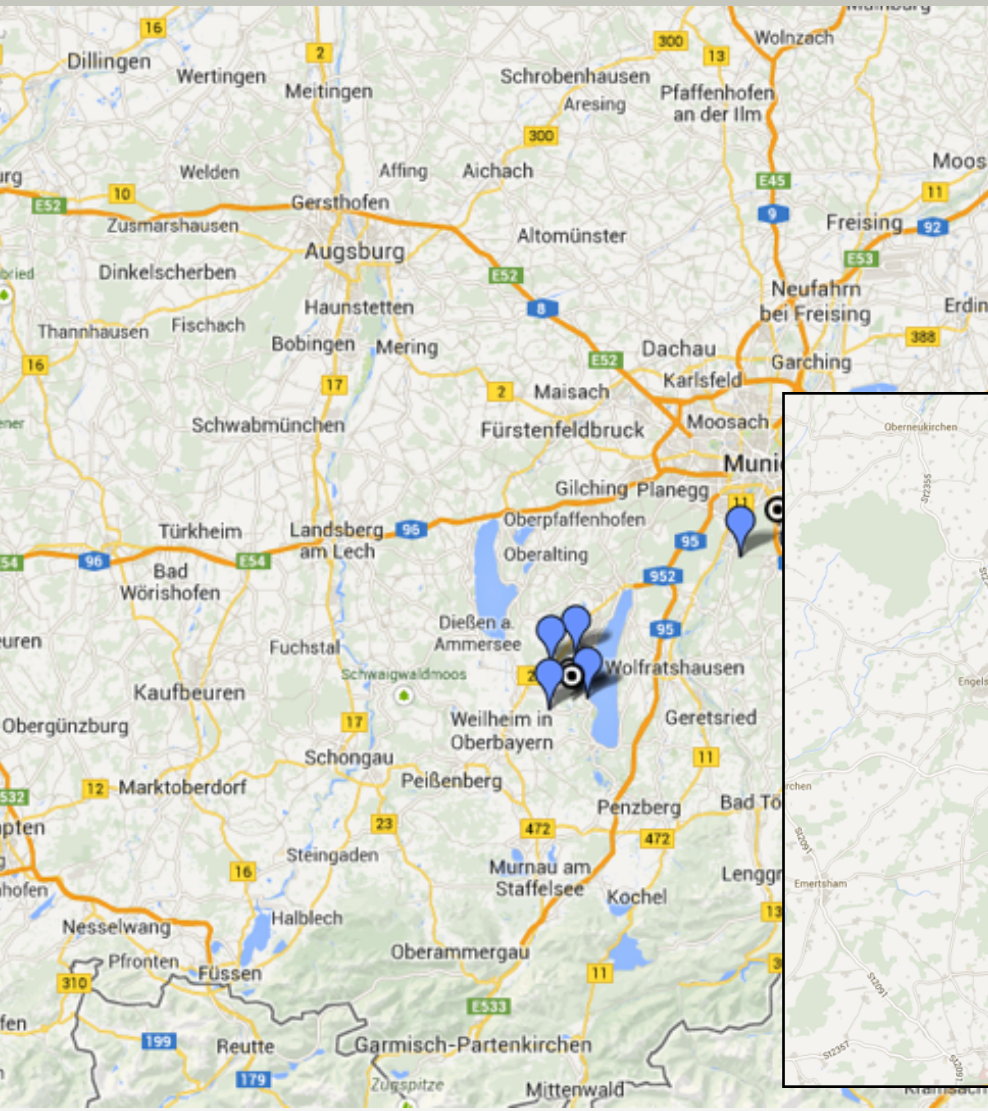
Ähnliche Störungsorientierung wie in Unterhaching  
 Bohrungsbeginn: 2014?  
 4 Stationen installiert  
 1 Bohrlochstation geplant  
 bisher keine Mikrobeben detektiert ( $MI > 0$ )



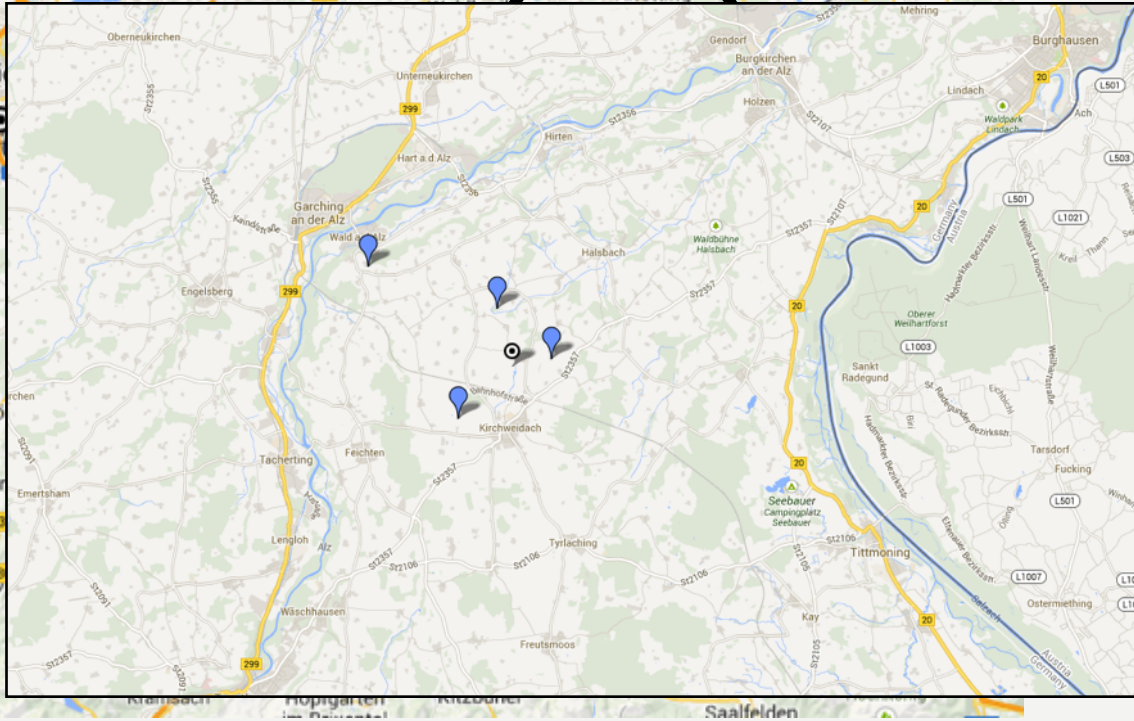




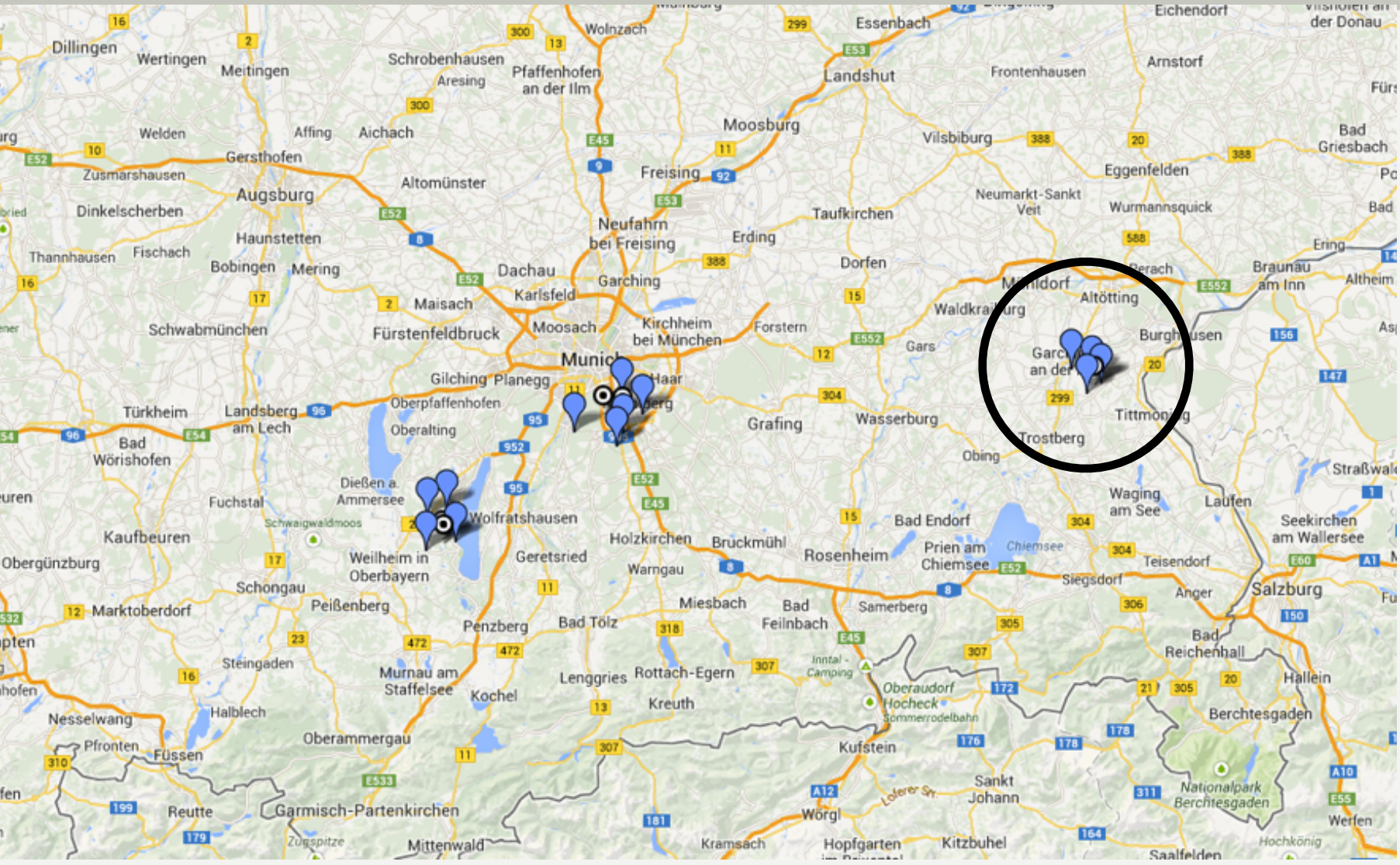




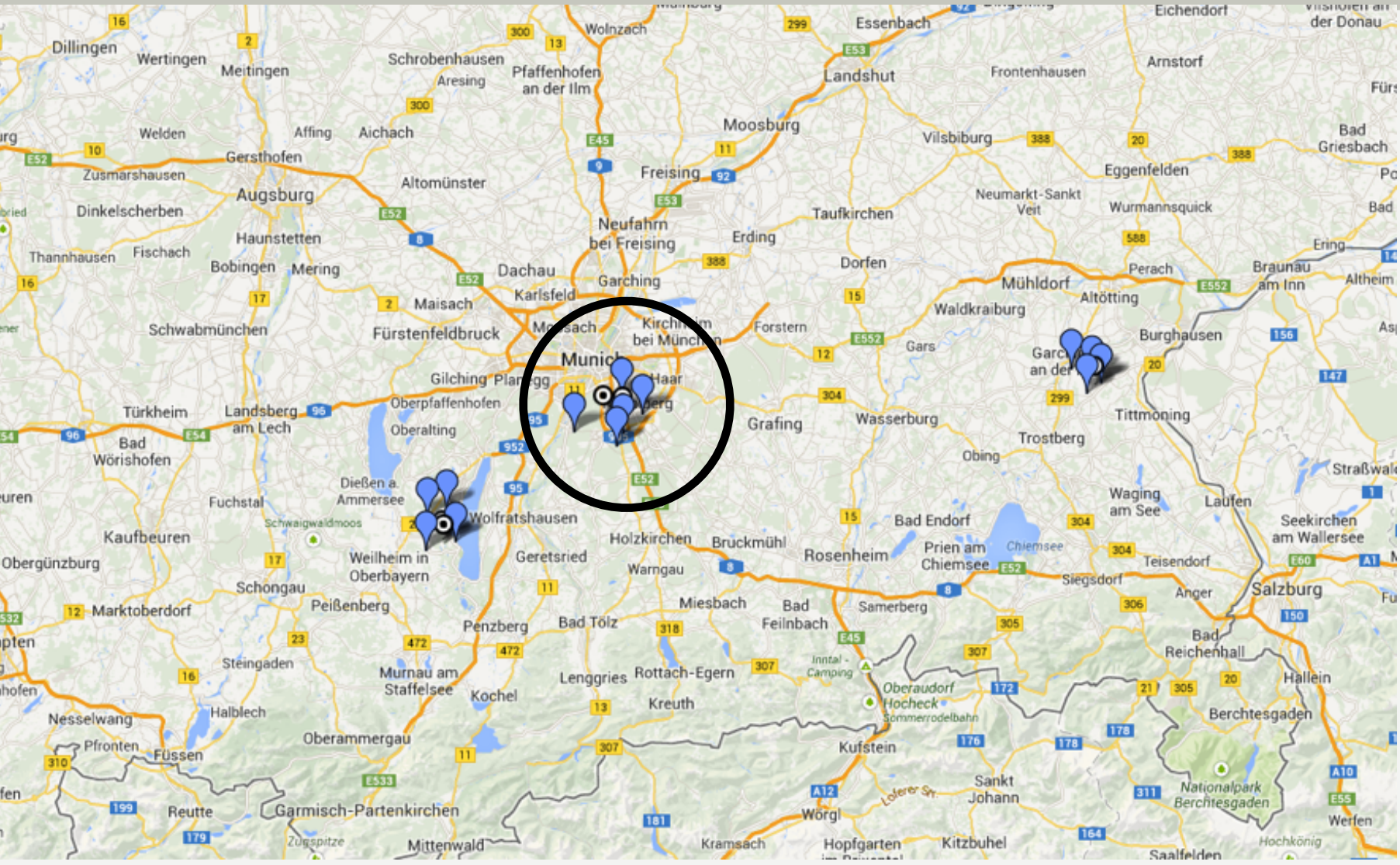
Ost-West gerichtete Störung  
 Zirkulationstests: 2012-2013  
 3 Stationen installiert  
 1 Station bei Tests temporär installiert  
 Förderrate: < 50l/s  
 bisher keine Mikrobeben detektiert ( $M_I > 0$ )

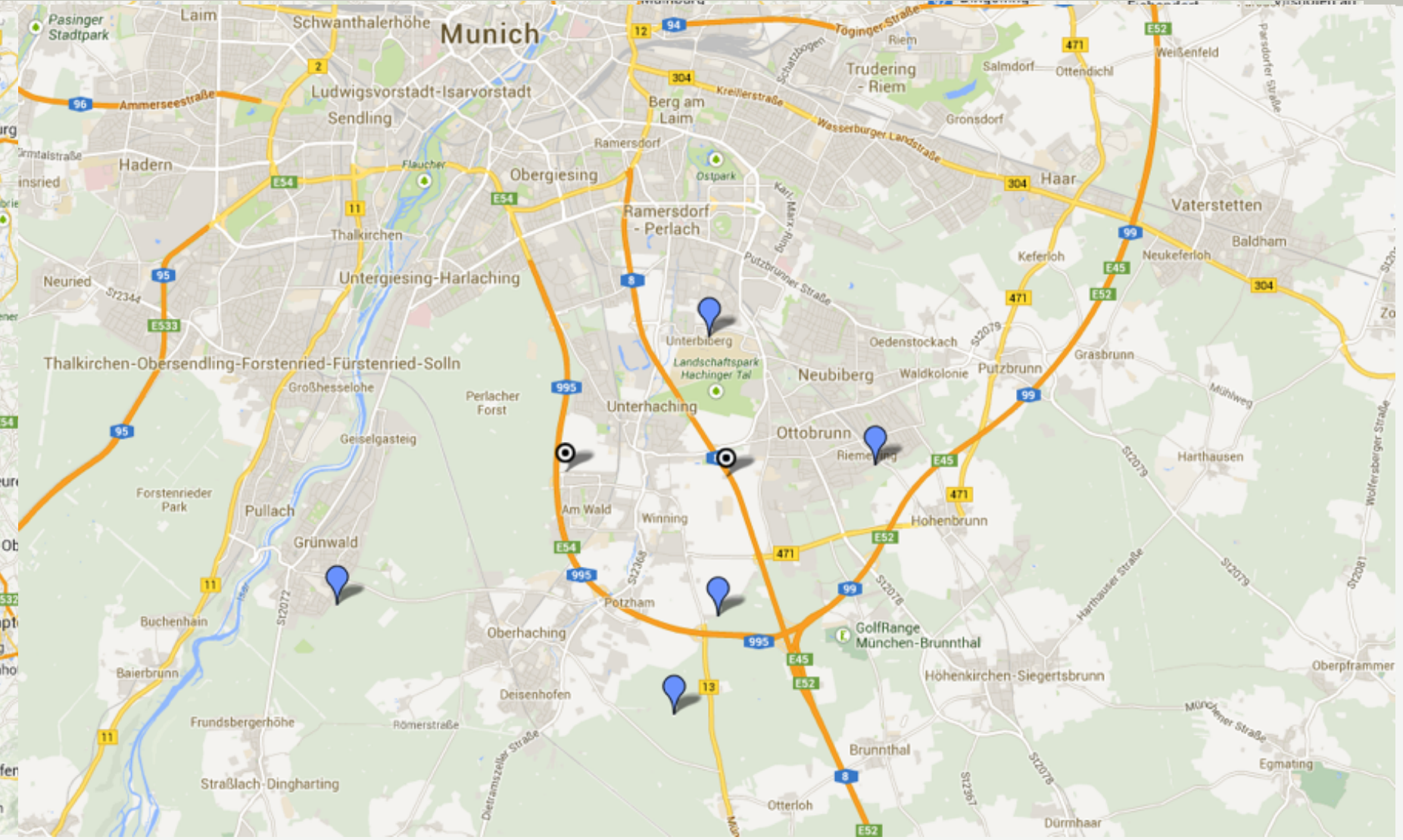










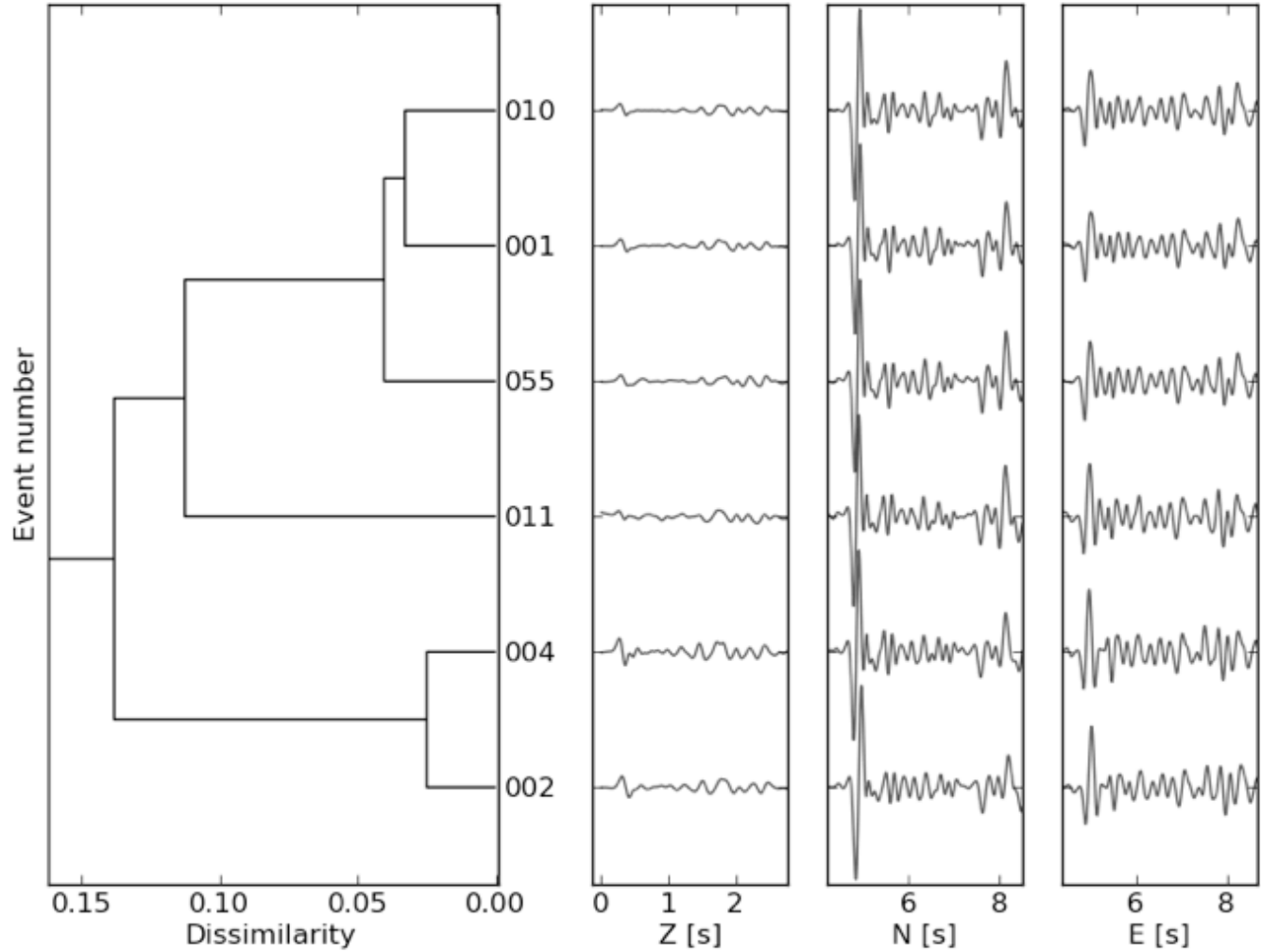




- Einzelstations Trigger (rekursiver STA/LTA) mit nachfolgender Netzwerk-Koinzidenz
- Detektion basierend auf Wellenformähnlichkeiten von 'Musterereignissen'
- Stärkere Ereignisse ( $M_I > 1.8$ ) werden automatisch durch SeisComp3 detektiert/ analysiert (benötigt mehr als 5 Stationen)
- Automatische Alarmierung bei stärkeren Ereignissen durch SeisComp3
- Alle Ereignisse werden manuell unter Verwendung der ObsPy-Library ausgewertet



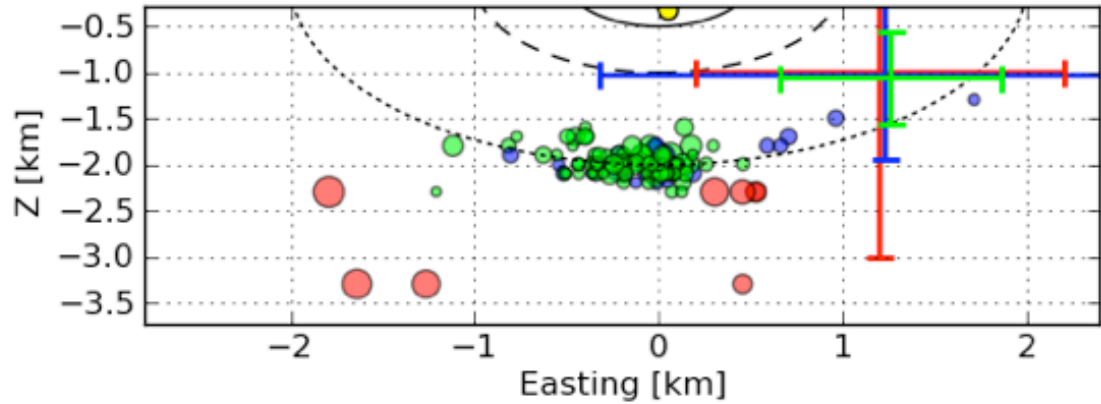
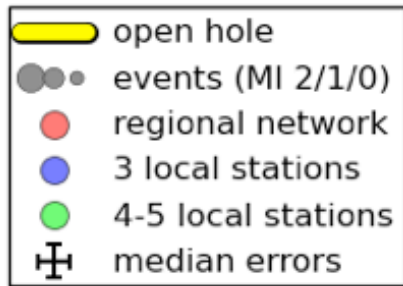
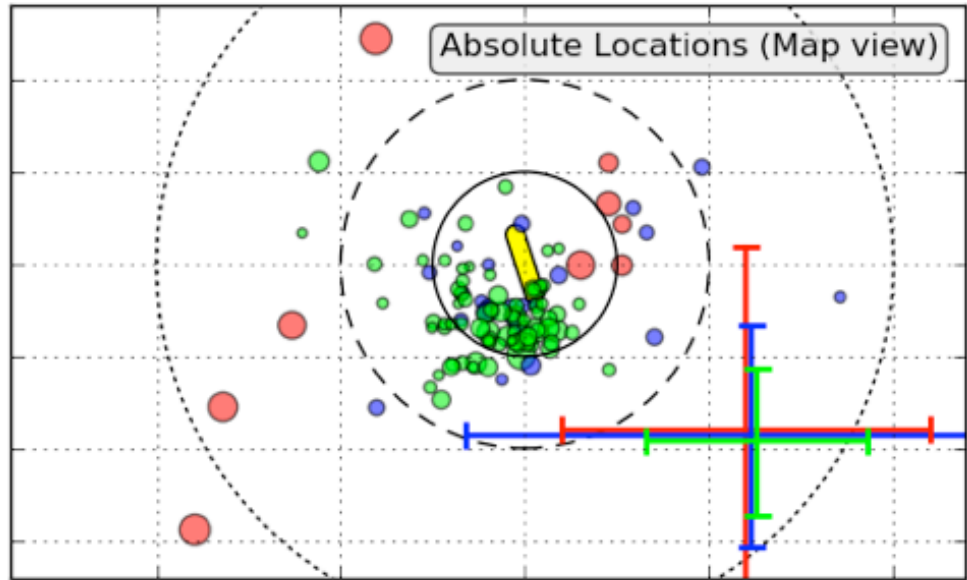
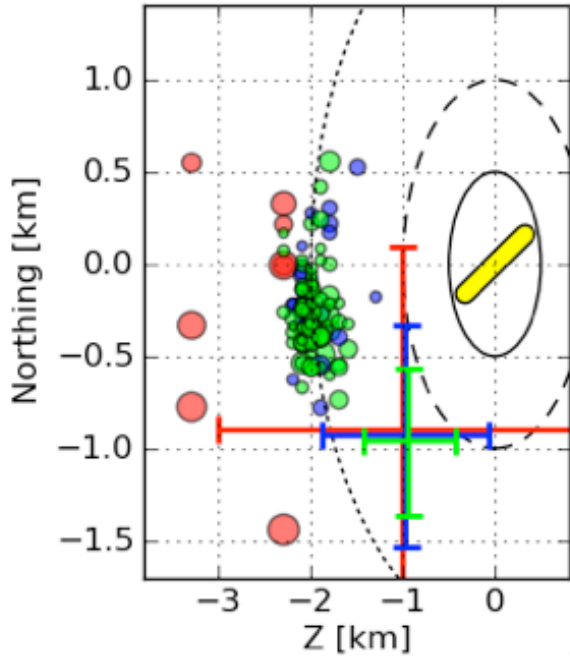
- Einzelsta  
Koinz
- Detektor
- Stärkere  
analy
- Automati
- Alle Ereig



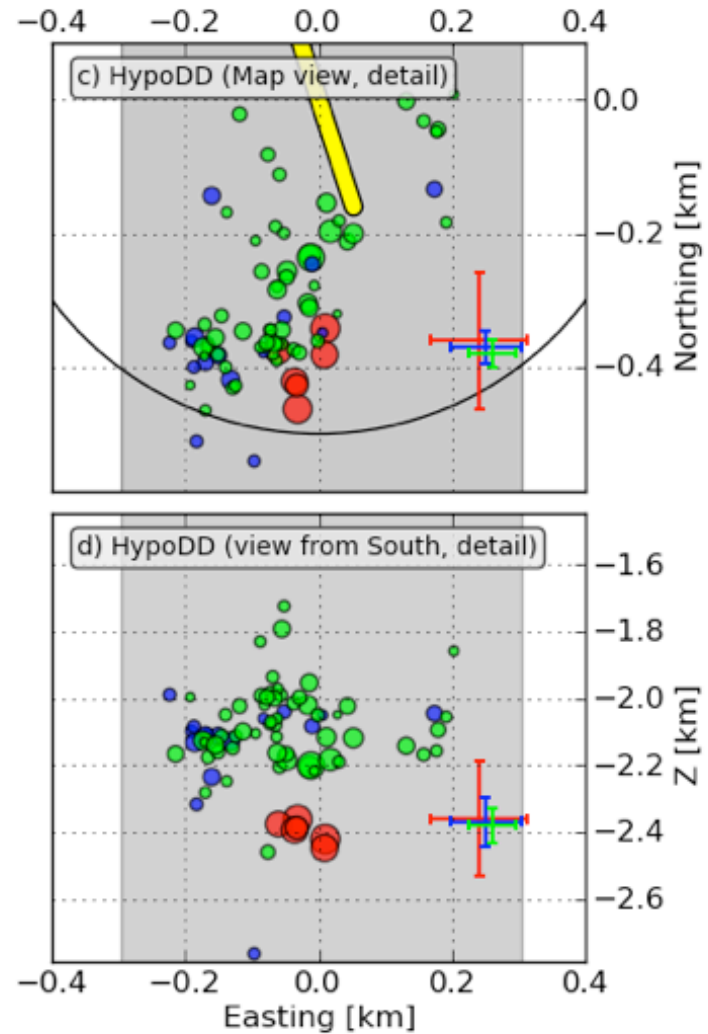
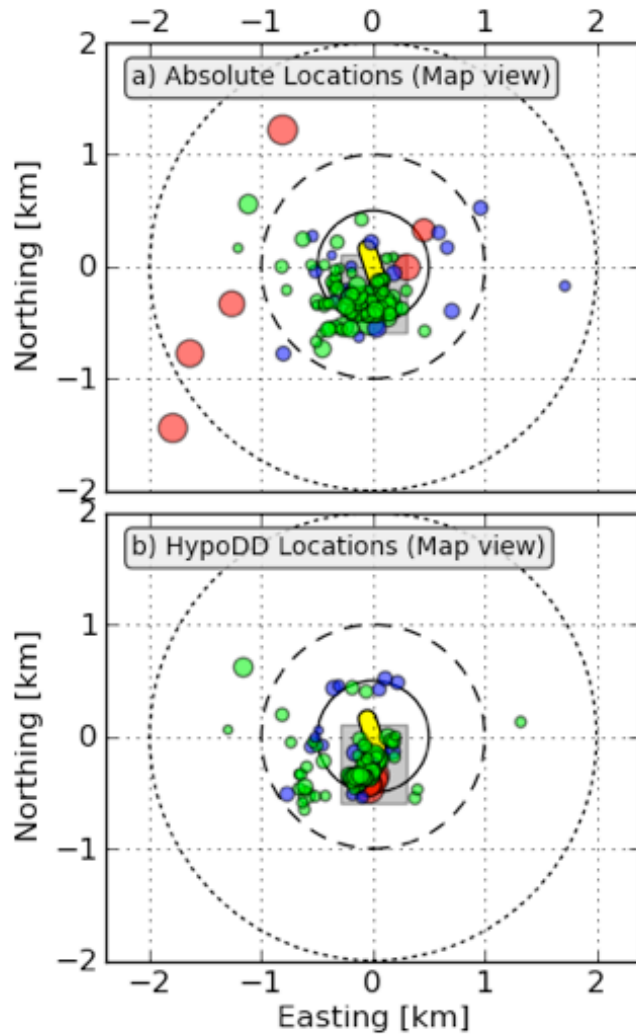
tiert/  
wertet

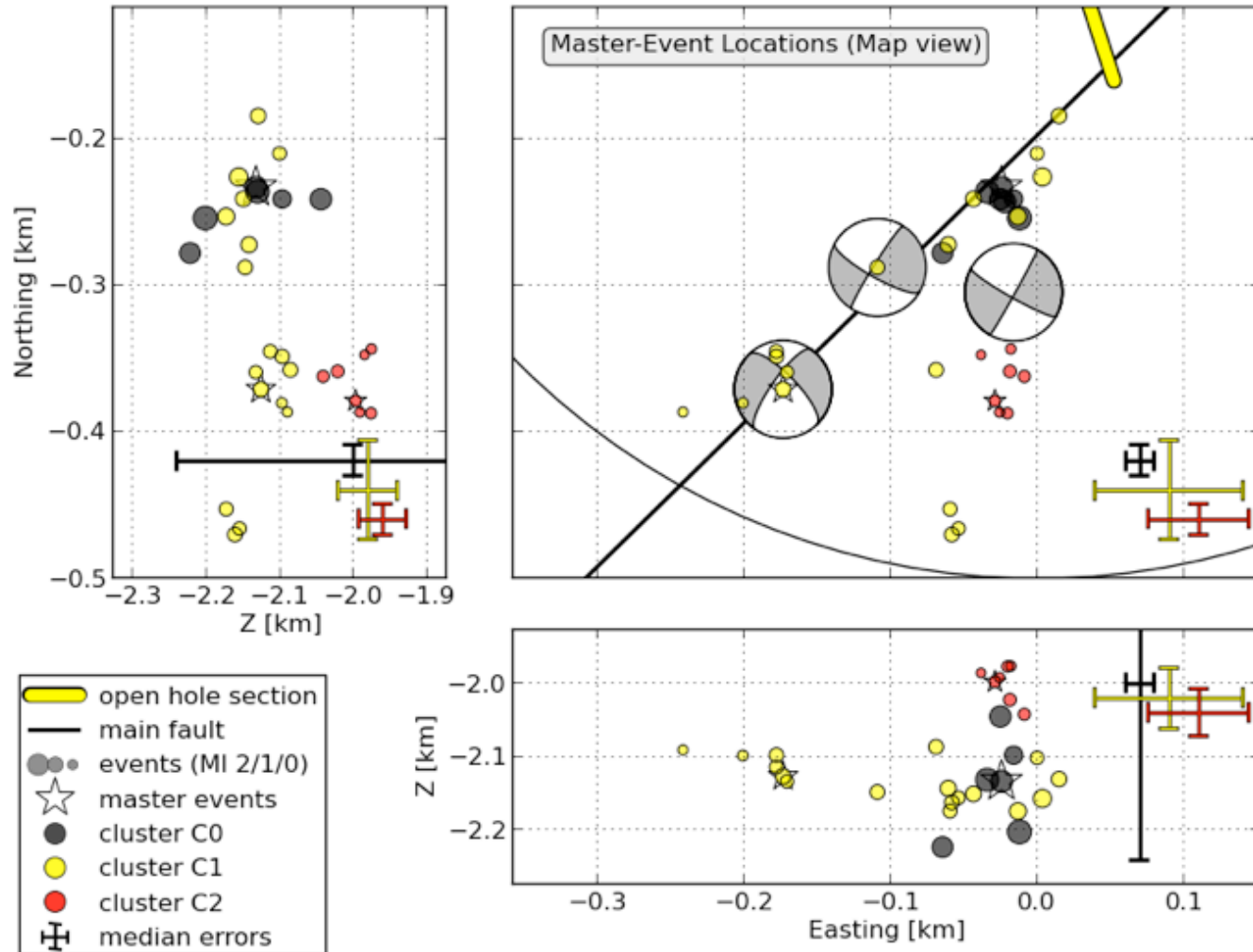


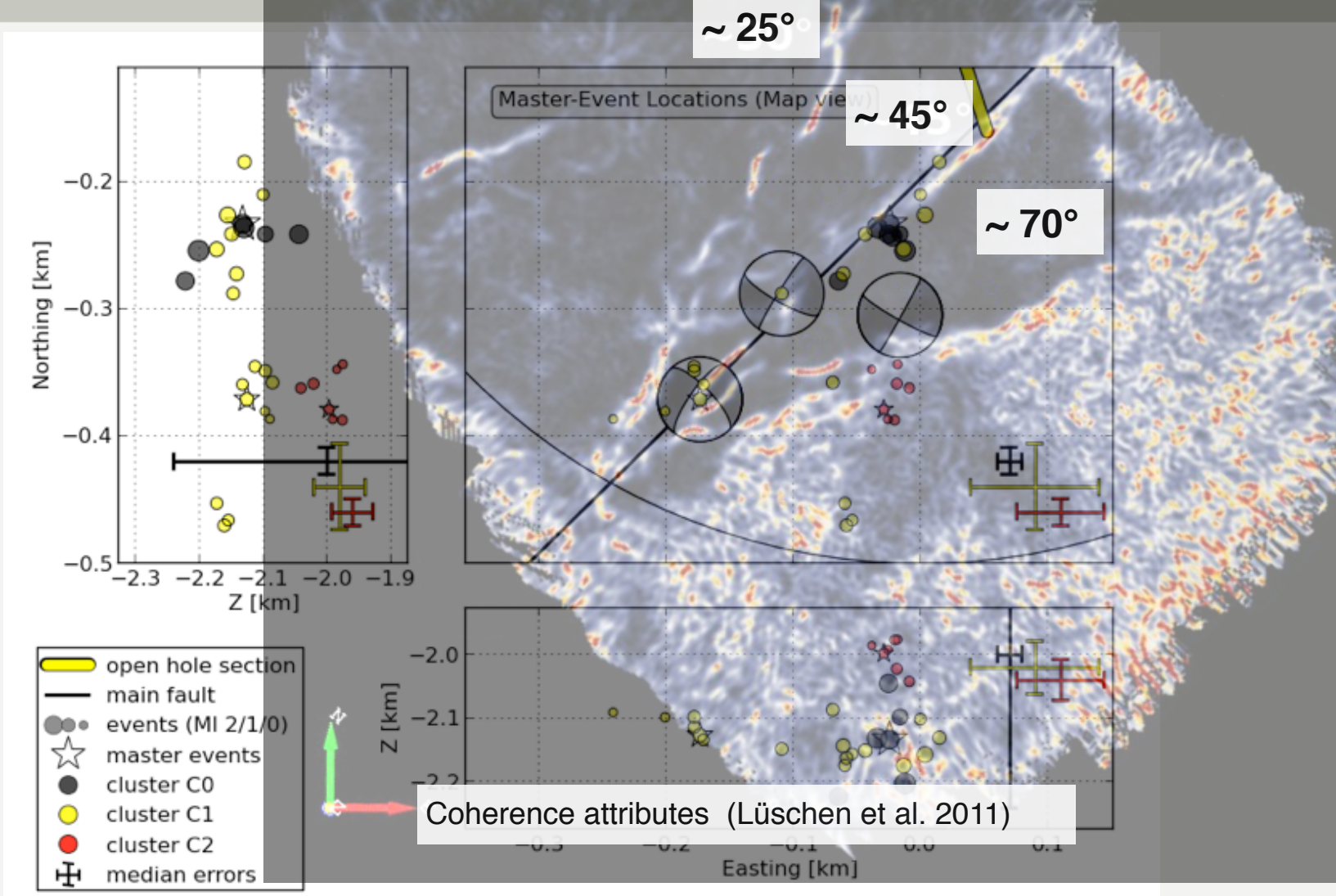
- Einzelstations Trigger (rekursiver STA/LTA) mit nachfolgender Netzwerk-Koinzidenz
- Detektion basierend auf Wellenformähnlichkeiten von 'Musterereignissen'
- Stärkere Ereignisse ( $M_I > 1.8$ ) werden automatisch durch SeisComp3 detektiert/analysiert (benötigt mehr als 5 Stationen)
- Automatische Alarmierung bei stärkeren Ereignissen durch SeisComp3
- Alle Ereignisse werden manuell unter Verwendung der ObsPy-Library ausgewertet

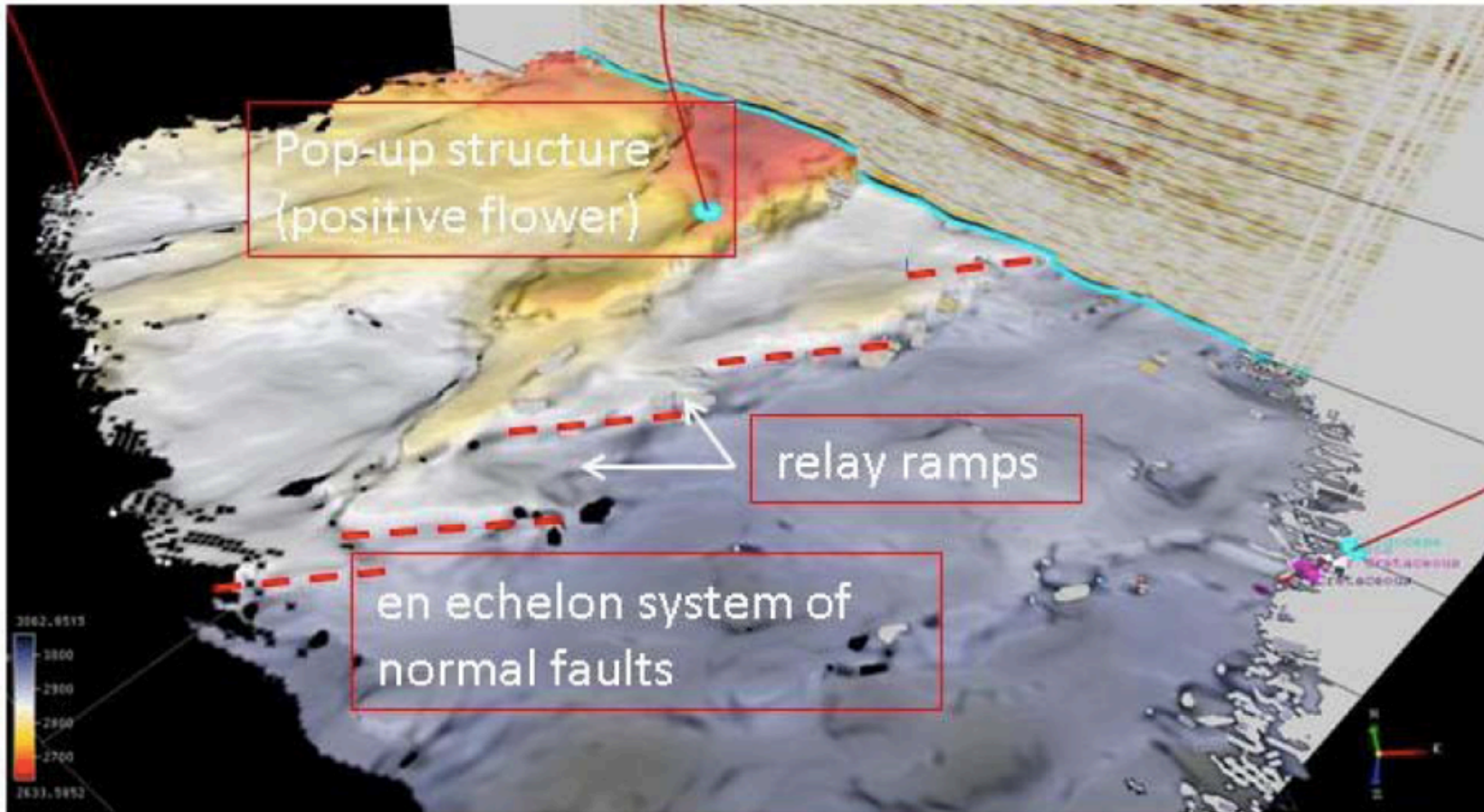




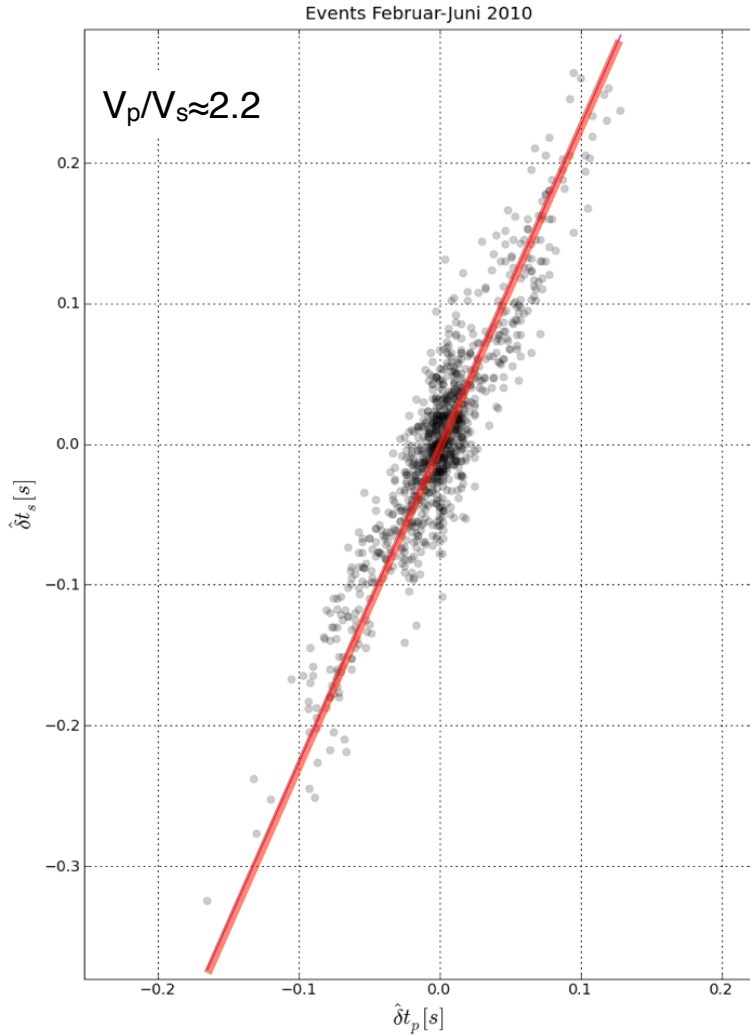




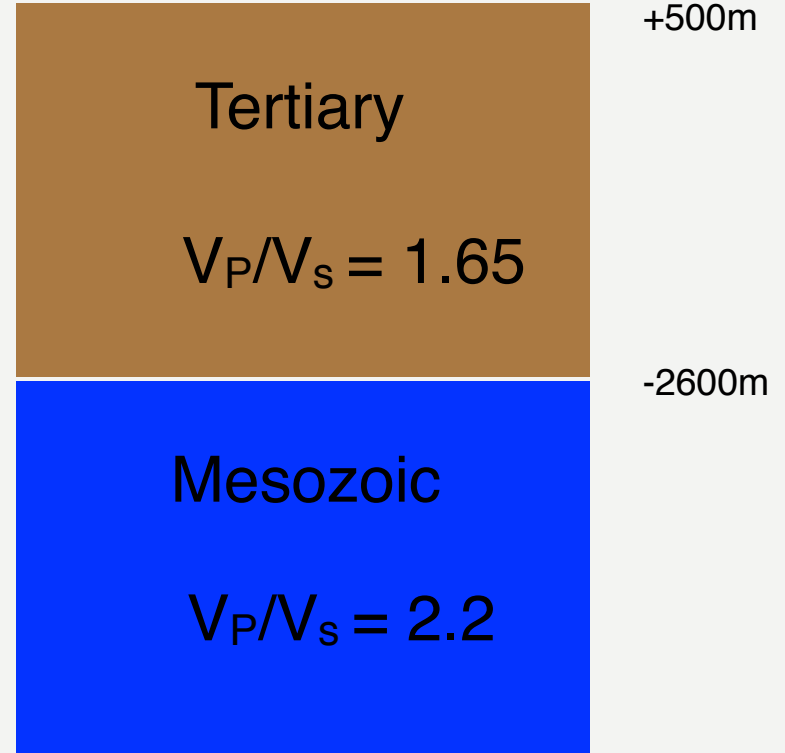


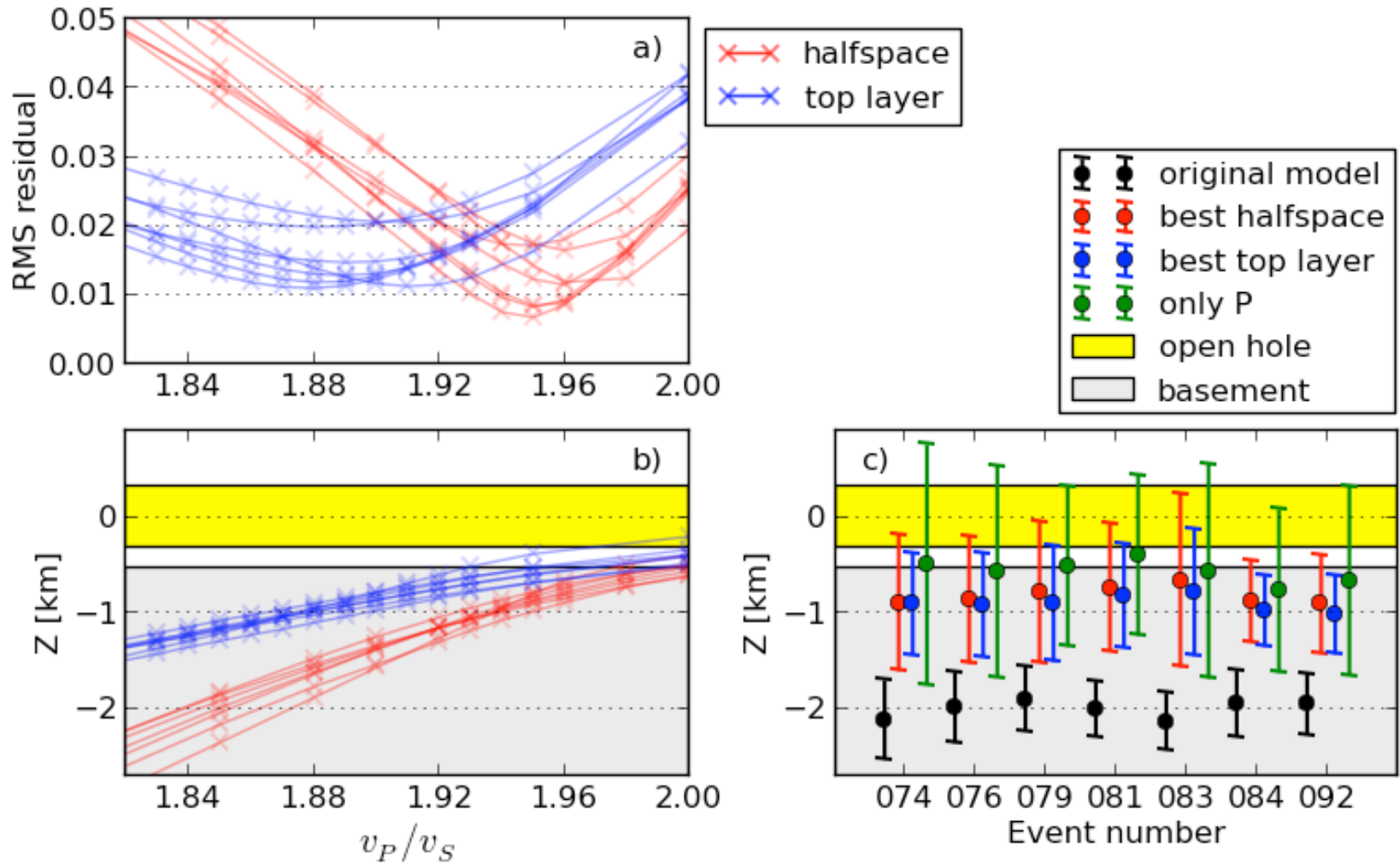


(LIAG, 2012)



$V_p/V_s$  nach Lin und Shearer (2007)

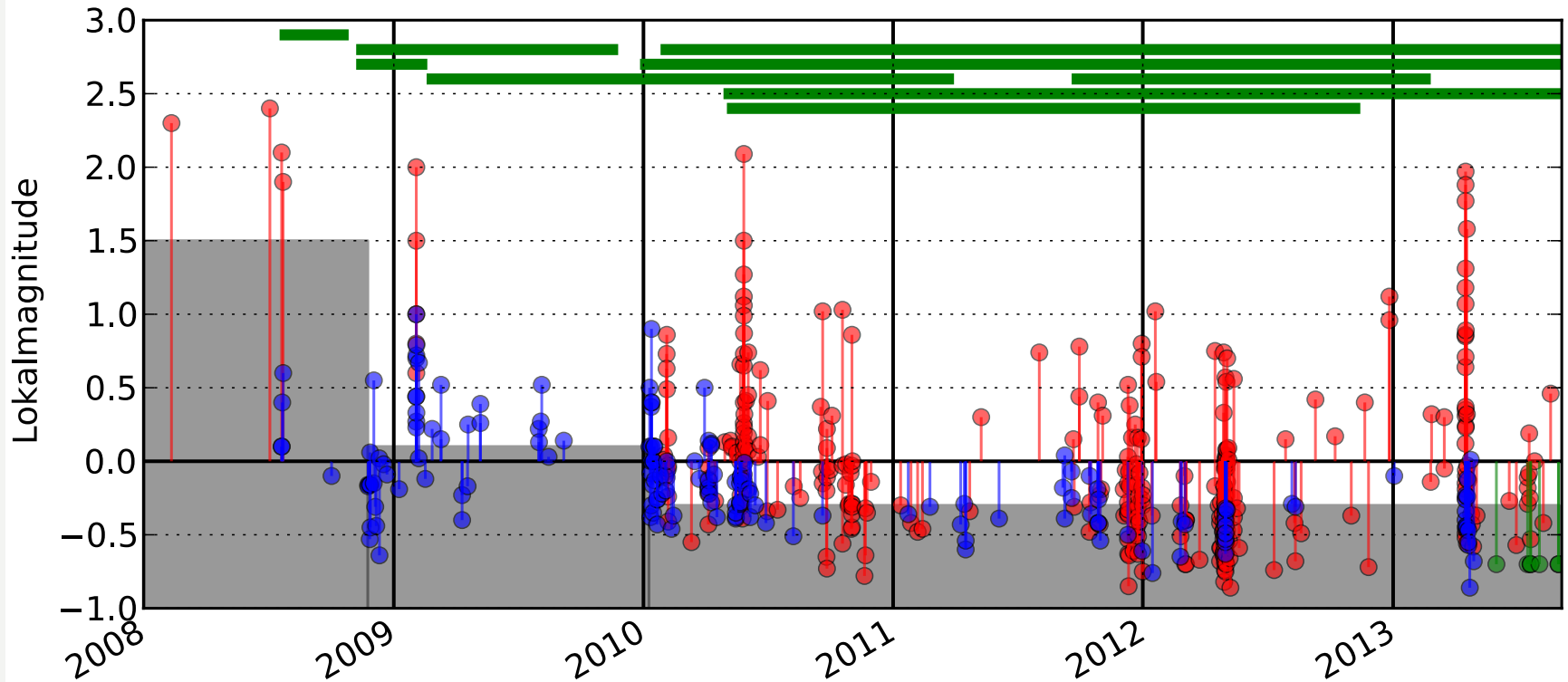






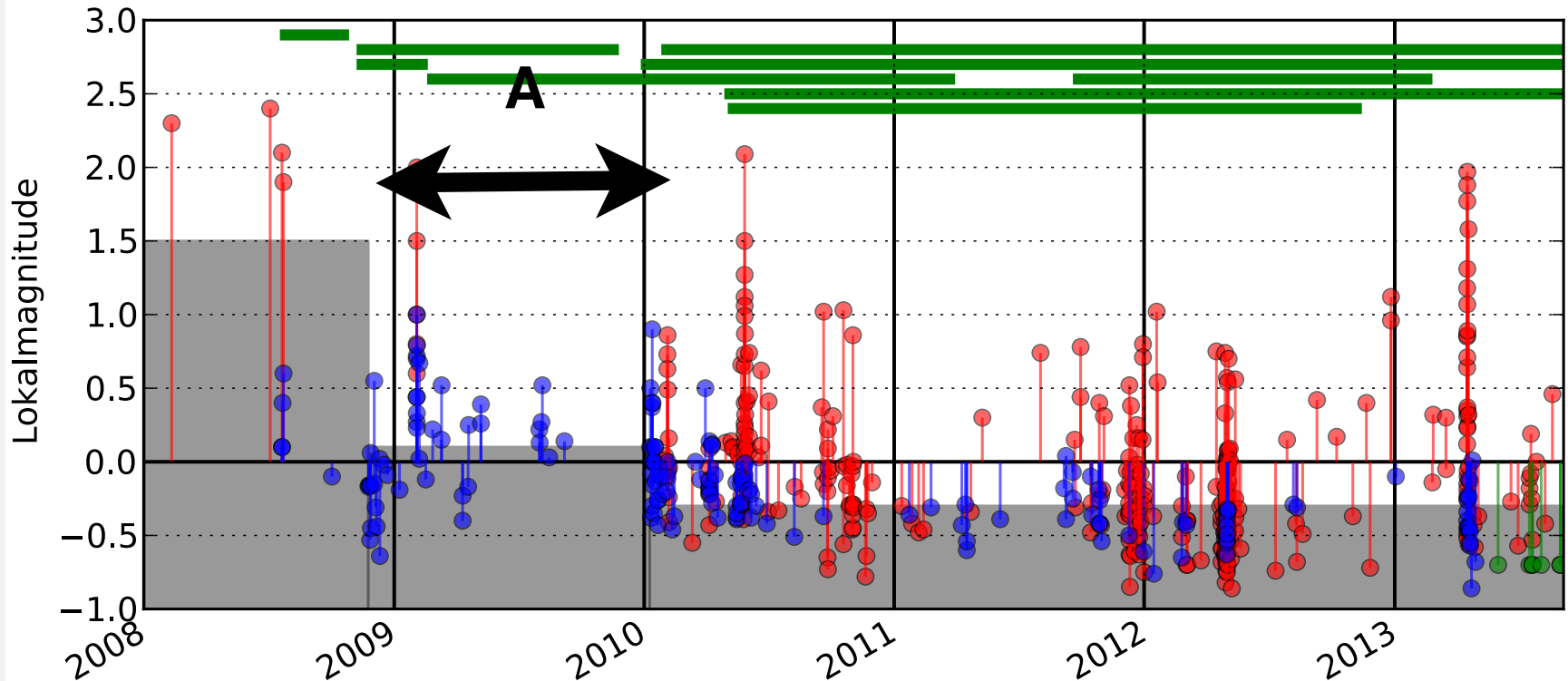
$\Sigma \approx 500$  Ereignisse

- nicht lokalisierbar
- keine Magnitude bestimmt
- lokale Stationen
- Vollständigkeitsmagnitude



$\Sigma \approx 500$  Ereignisse

- nicht lokalisierbar
- keine Magnitude bestimmt
- lokale Stationen
- Vollständigkeitsmagnitude

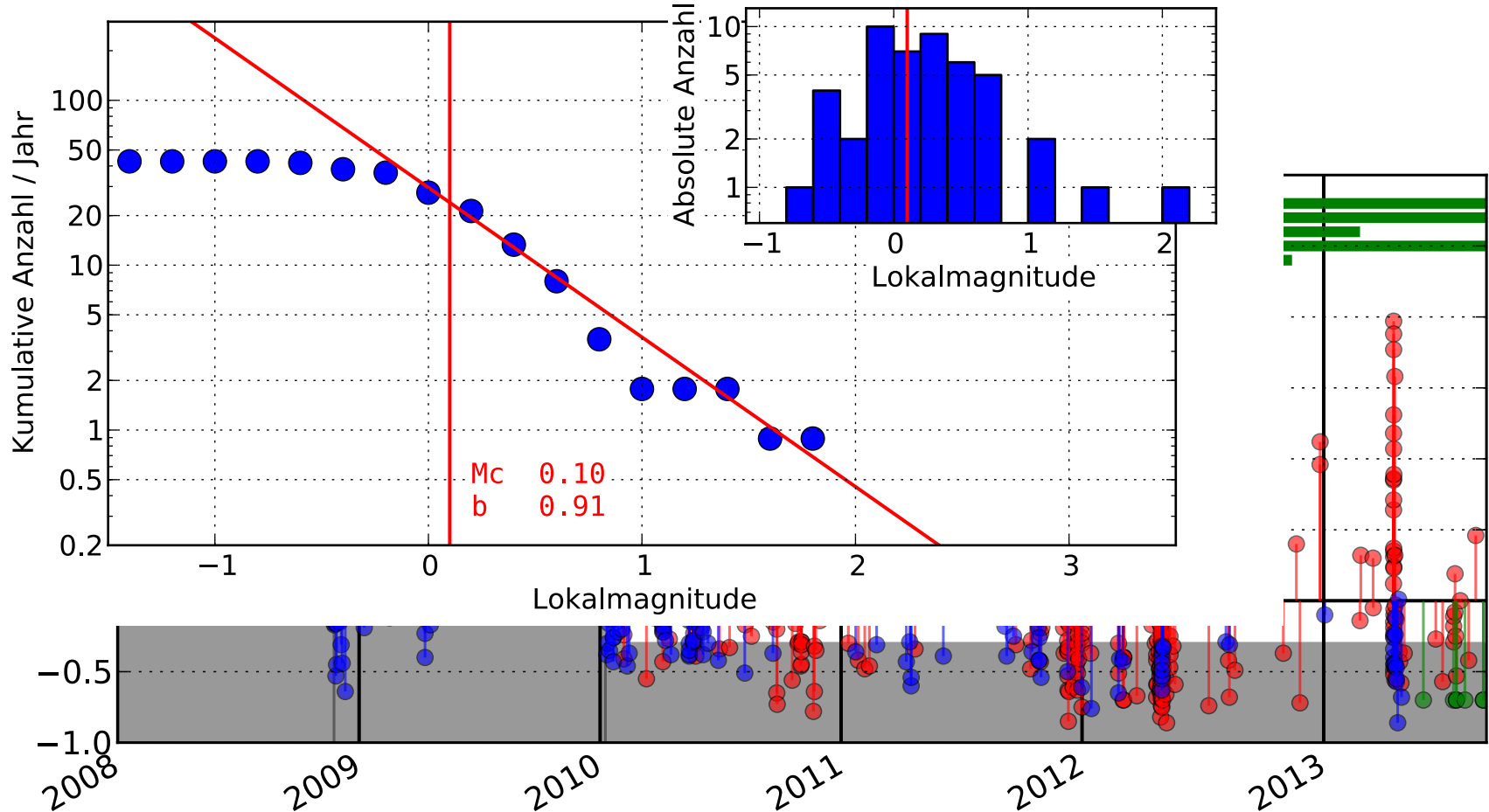






$\Sigma \approx 500$  Ereignisse

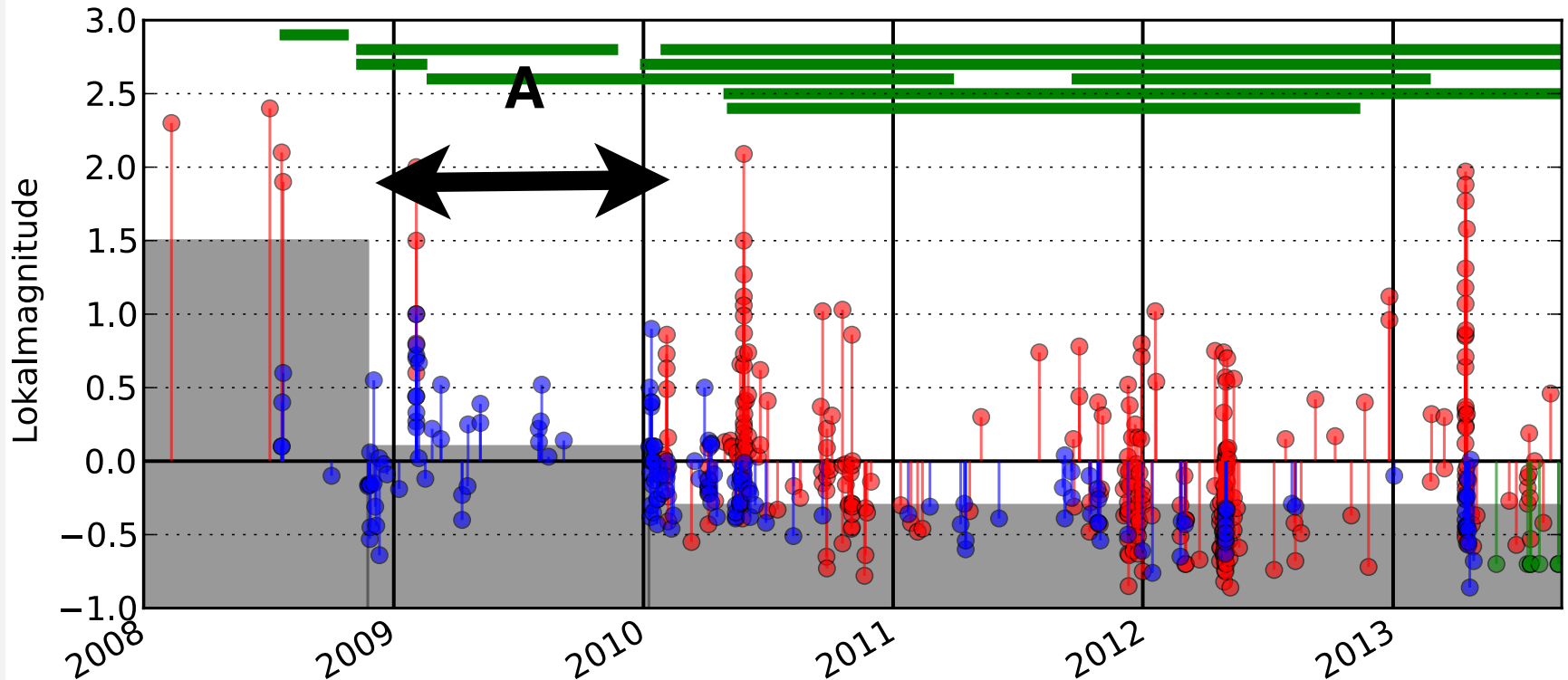
● nicht lokalisierbar  
2008-11-24 -- 2010-01-09





$\Sigma \approx 500$  Ereignisse

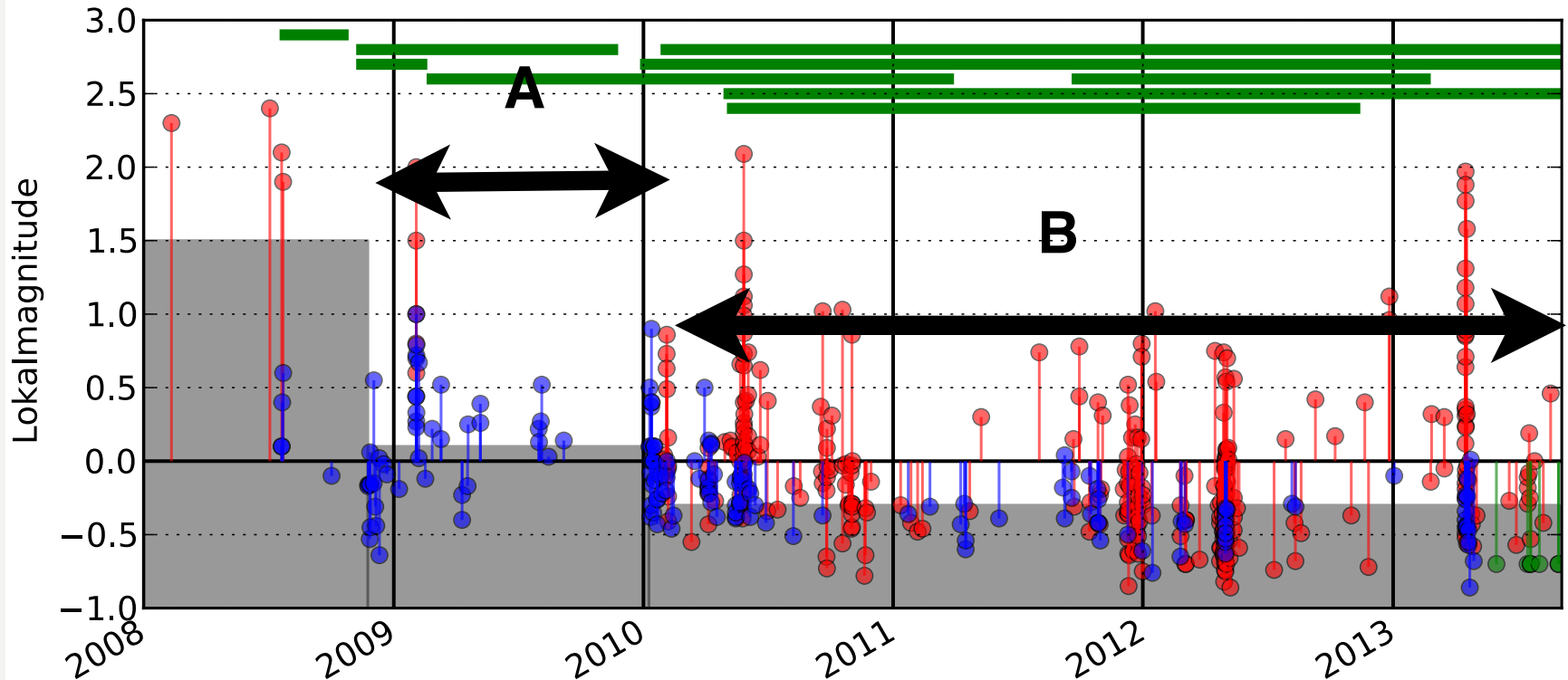
- nicht lokalisierbar
- keine Magnitude bestimmt
- lokale Stationen
- Vollständigkeitsmagnitude

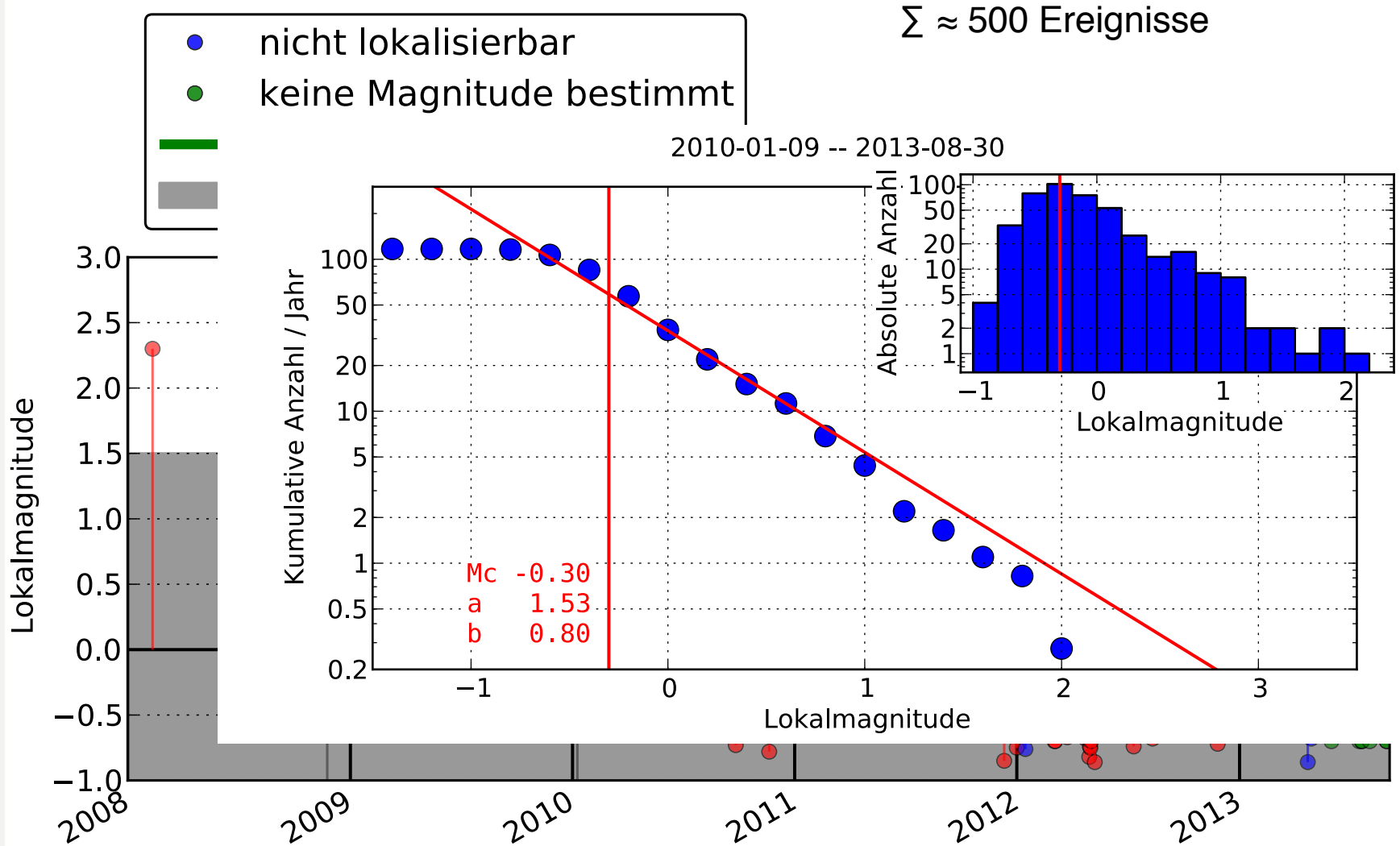




$\Sigma \approx 500$  Ereignisse

- nicht lokalisierbar
- keine Magnitude bestimmt
- lokale Stationen
- Vollständigkeitsmagnitude

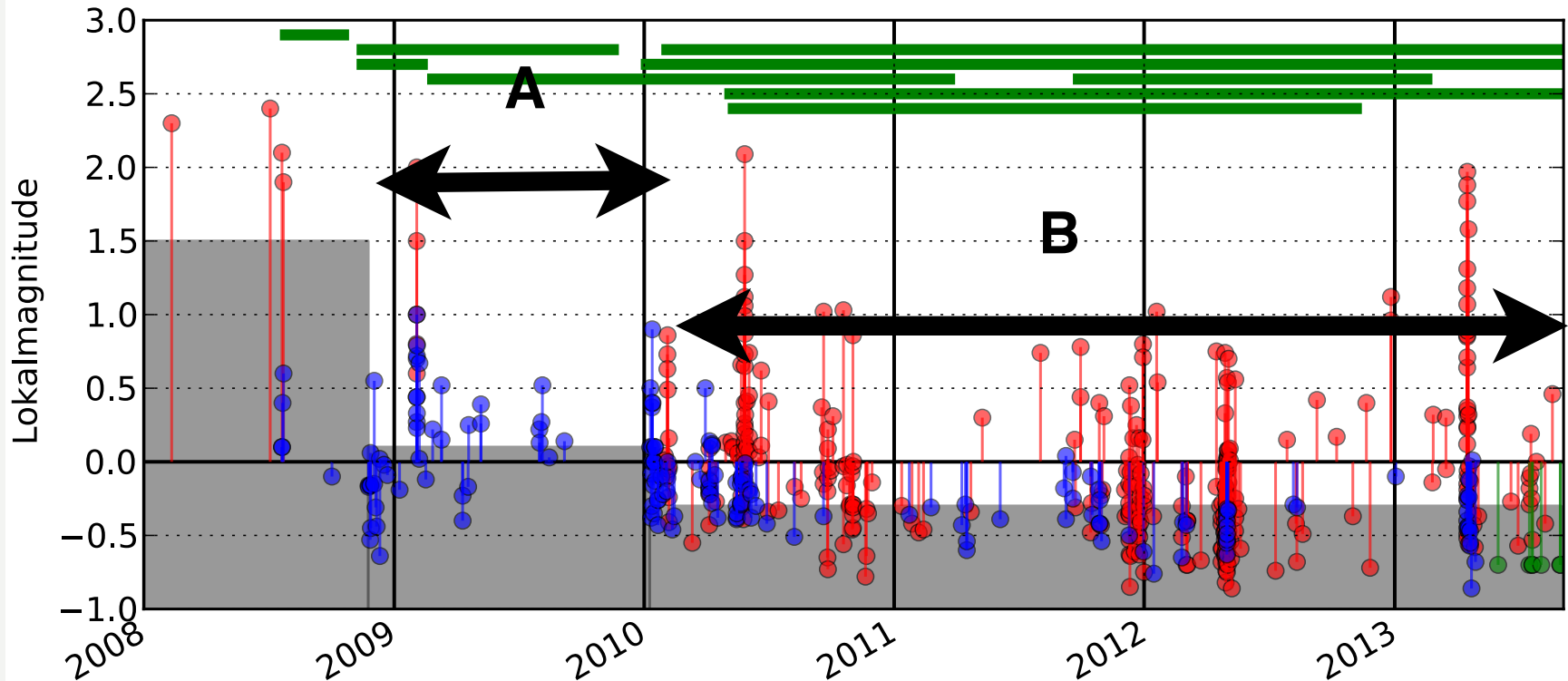






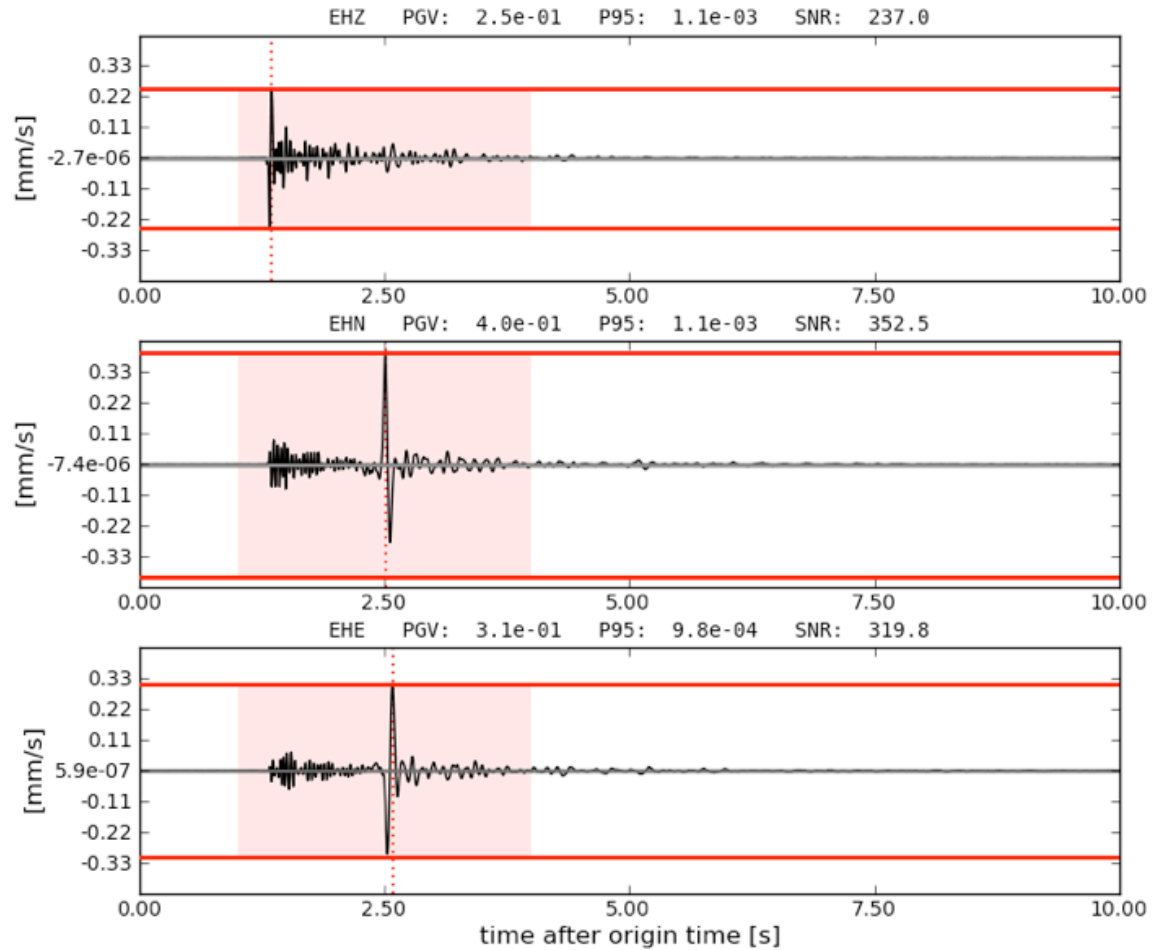
$\Sigma \approx 500$  Ereignisse

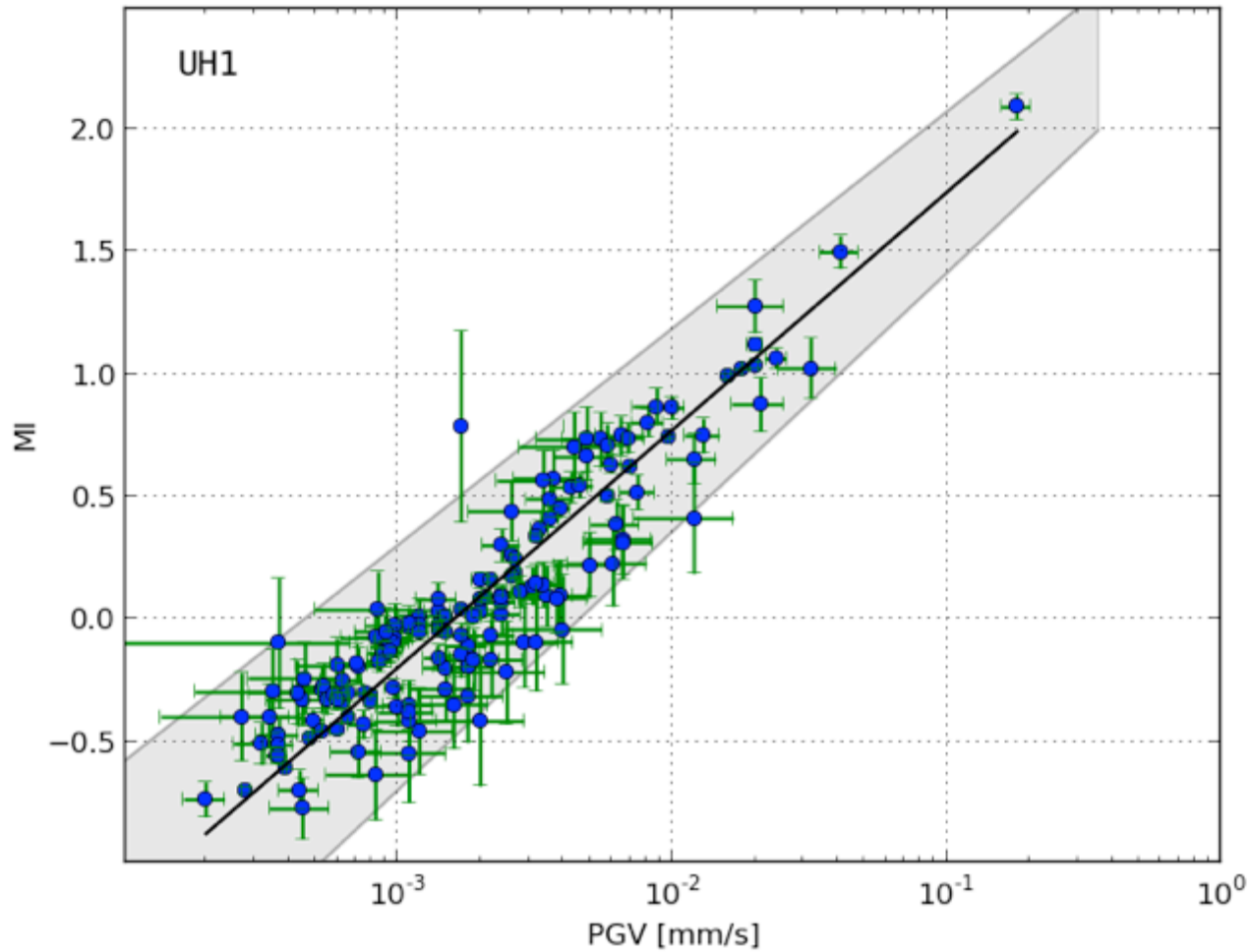
- nicht lokalisierbar
- keine Magnitude bestimmt
- lokale Stationen
- Vollständigkeitsmagnitude





2010-05-27T16:24:31.8 ML 2.1 UH3 epi 1.7 hypo 4.4





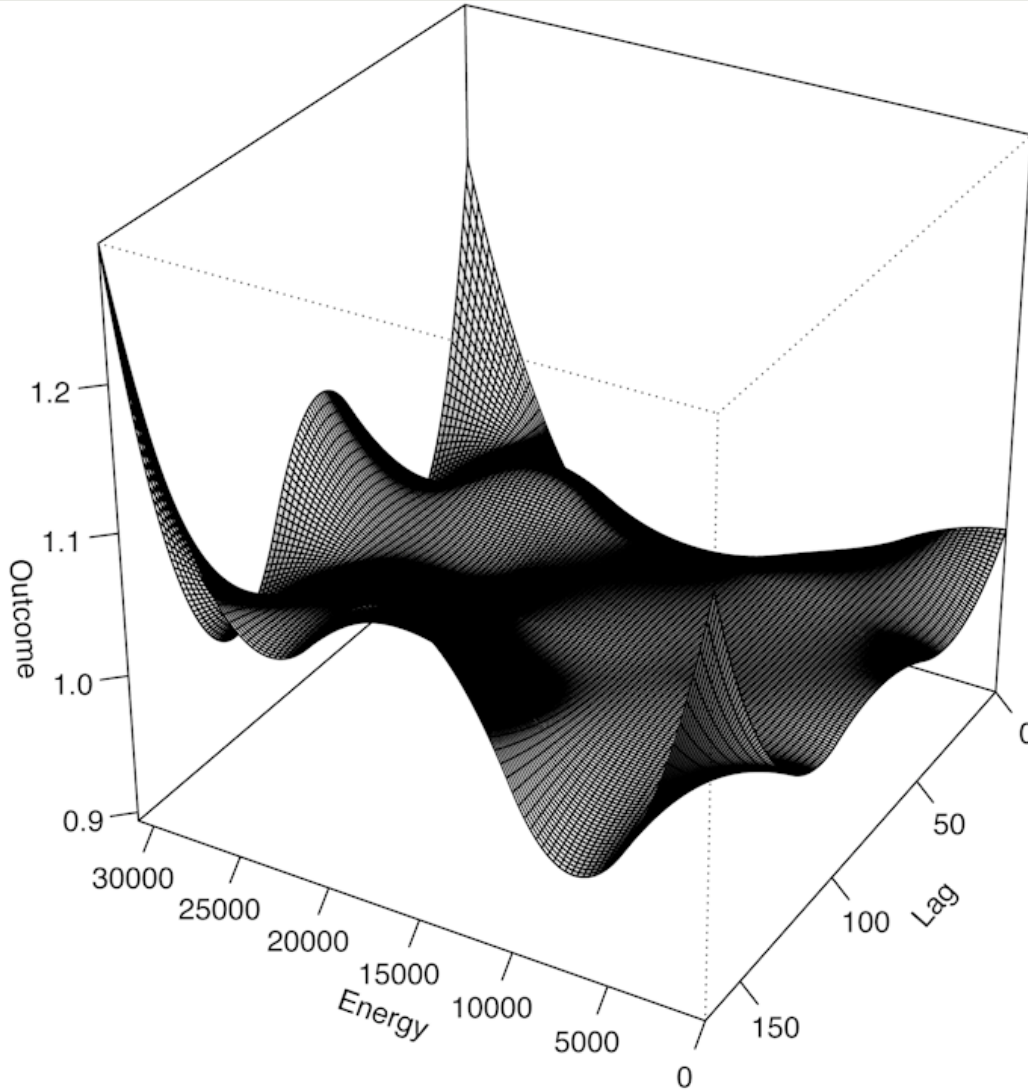


- In Zusammenarbeit mit dem StaLab der LMU München.
- ‘Distributed Lag’ Ansatz zur Untersuchung von multi-variaten, nicht-linearen Korrelationen.
- Einzelgrößen (Kopfdruck, Re-Injektionstemperatur, Volumenrate, Pumpenausfälle) ergeben keine signifikanten Korrelation mit der Seismizität
- ‘Energieentzug’ des Reservoirs (Temperaturdifferenz \* Volumen) durch re-injiziertes, kaltes Wasser ergibt positive Korrelation.

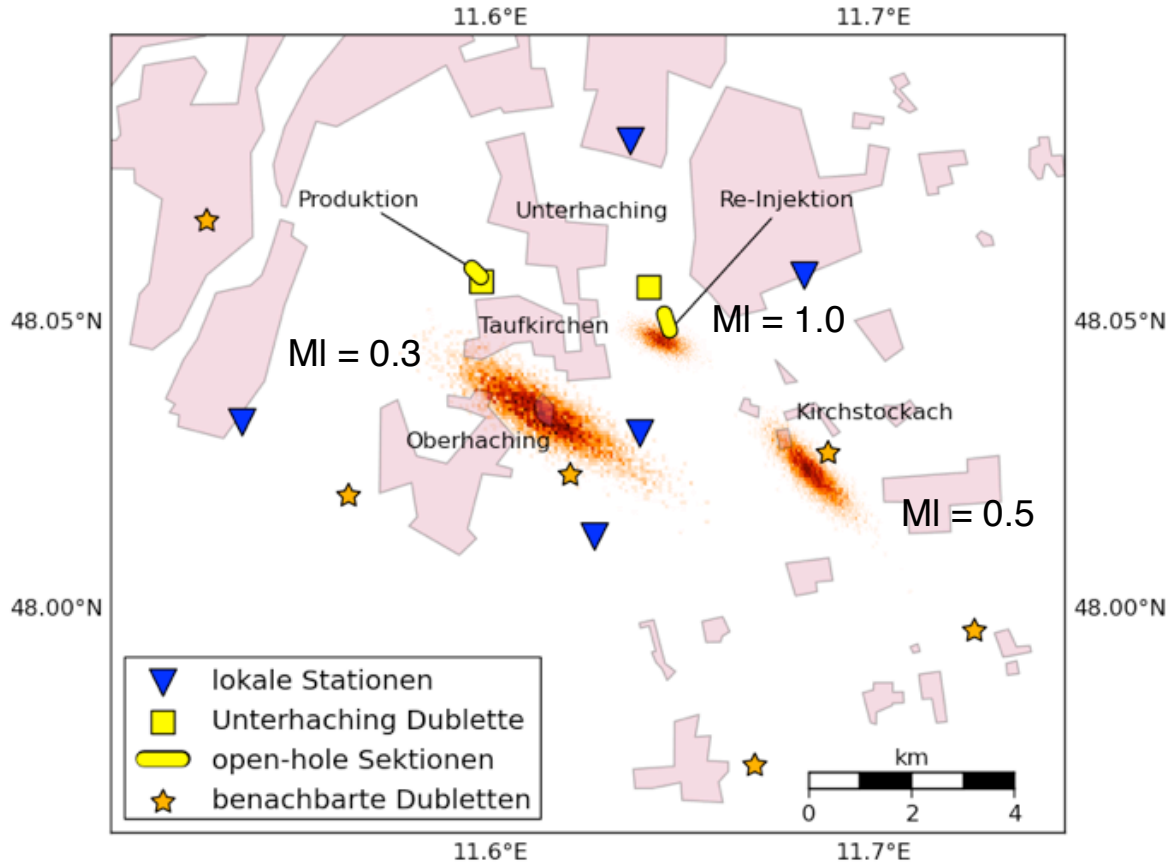




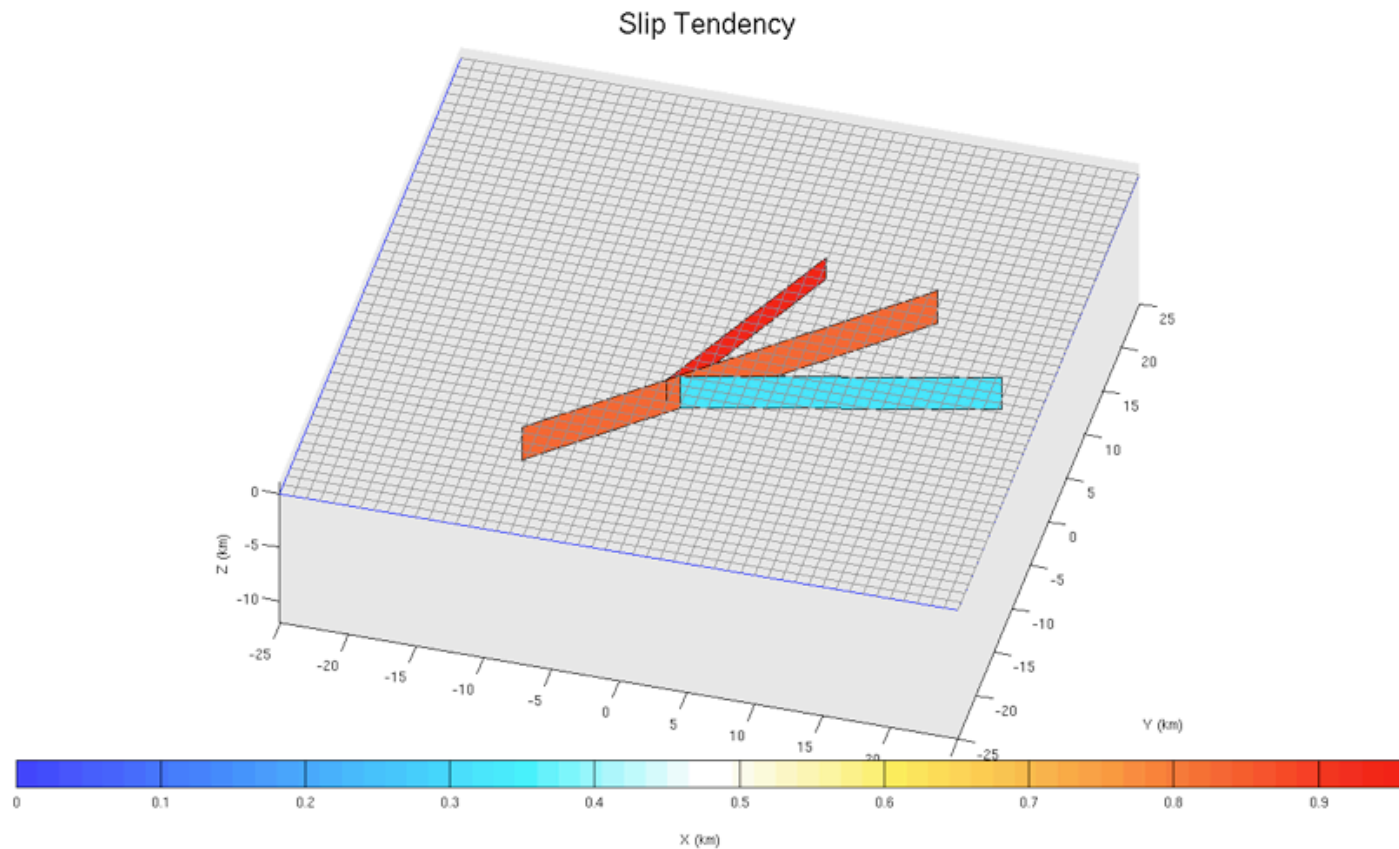
- In Zusammenarbeit
- 'Distributed Lag' Korrelationen
- Einzelgrößen (Korrelationen) ergeben kein
- 'Energieentzug' (Korrelationen) injiziertes, ka

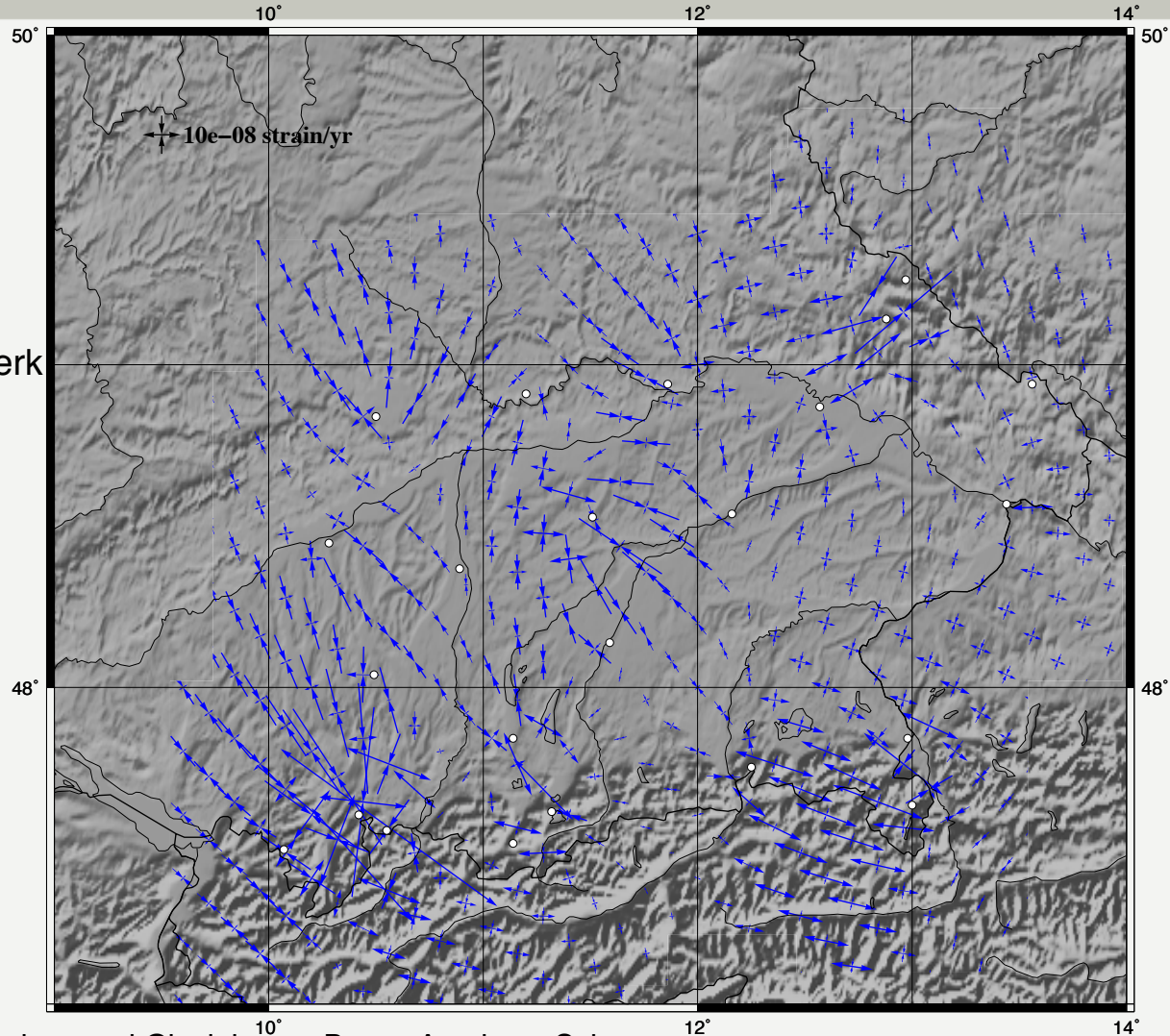


linearen  
 (Energieausfälle)  
 doch re-



## Coulomb 3.3 &amp; plugin - Regionales Stressverhältnis 0.8 - Blattverschiebungs Regime





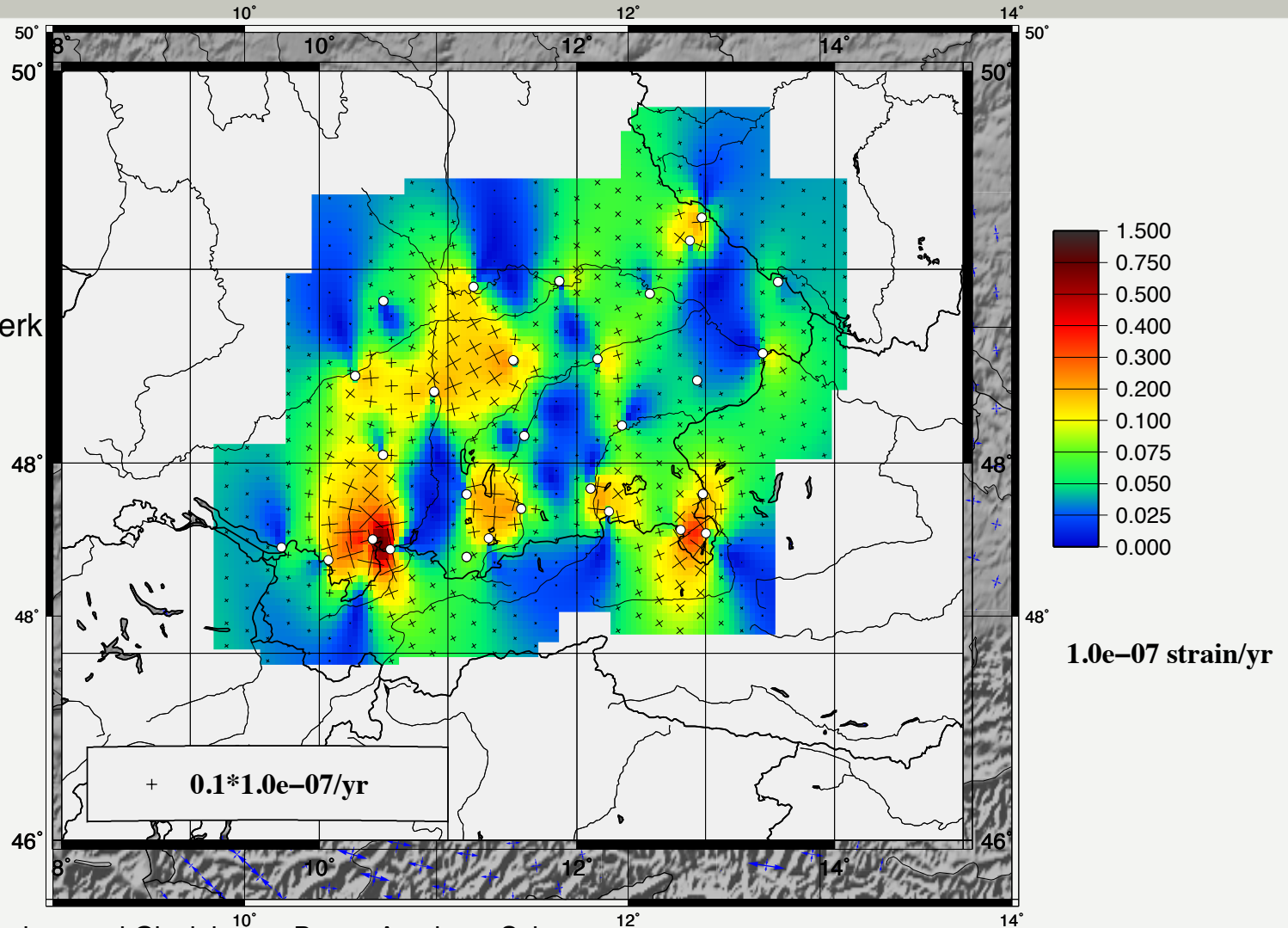
SAPOS GPS Netzwerk  
2006 - 2010

Commission of Geodesy and Glaciology - Bavar. Academy Science

bavar. State Bureau of Geodesy and Geoinformation



SAPOS GPS Netzwerk  
2006 - 2010



Commission of Geodesy and Glaciology - Bavar. Academy Science

bavar. State Bureau of Geodesy and Geoinformation



- Umfassender seismischer Katalog für den Standort Unterhaching. PGV Werte als Eingangsgrößen für die Risikomodellierung (-> EP4, EP5). Mw Bestimmung mit großer Varianz.
- Ereignisse eindeutig der Re-Injektionsbohrung und einem Störungssystem zuzuordnen. Unsicherheitstests sprechen für Top-Kristallin als seismogene Zone.
- Aufgrund fehlender Fündigkeit bzw. Verzögerung im Bohrablauf (Kirchweidach und Bernried) konnte bisher ein direkter Vergleich unterschiedlich zum Spannungsfeld orientierter Störungszonen nicht durchgeführt werden.
- Ereignisse bei Zirkulationstests an den Standorten Taufkirchen und Kirchstockach deuten lageunabhängige (Störungsgeometrie) Seismizität an.
- Korrelation der Seismizität mit den Betriebsparameter zeigt einen möglichen Zusammenhang mit Abkühlung des Reservoirs.
- Daten des SAPOS-GPS Netzwerks zeigen geringe, aber signifikante Deformation des Untersuchungsgebiets.