



EP1 - Seismische Monitoringkonzepte und bruchmechanische Bewertungen für komplexe Geothermiefelder am Beispiel Südpfalz

- AP1 - Koordination und Öffentlichkeitsarbeit
- AP2 - Seismische Messungen und Routineauswertung
- AP3 - Seismizitätsbestimmende Betriebsparameter
- AP4 - Bruchmechanik
- AP5 - Seismische Dämpfung, Erschütterungskarten
- AP6 - Strukturgeologische Interpretation

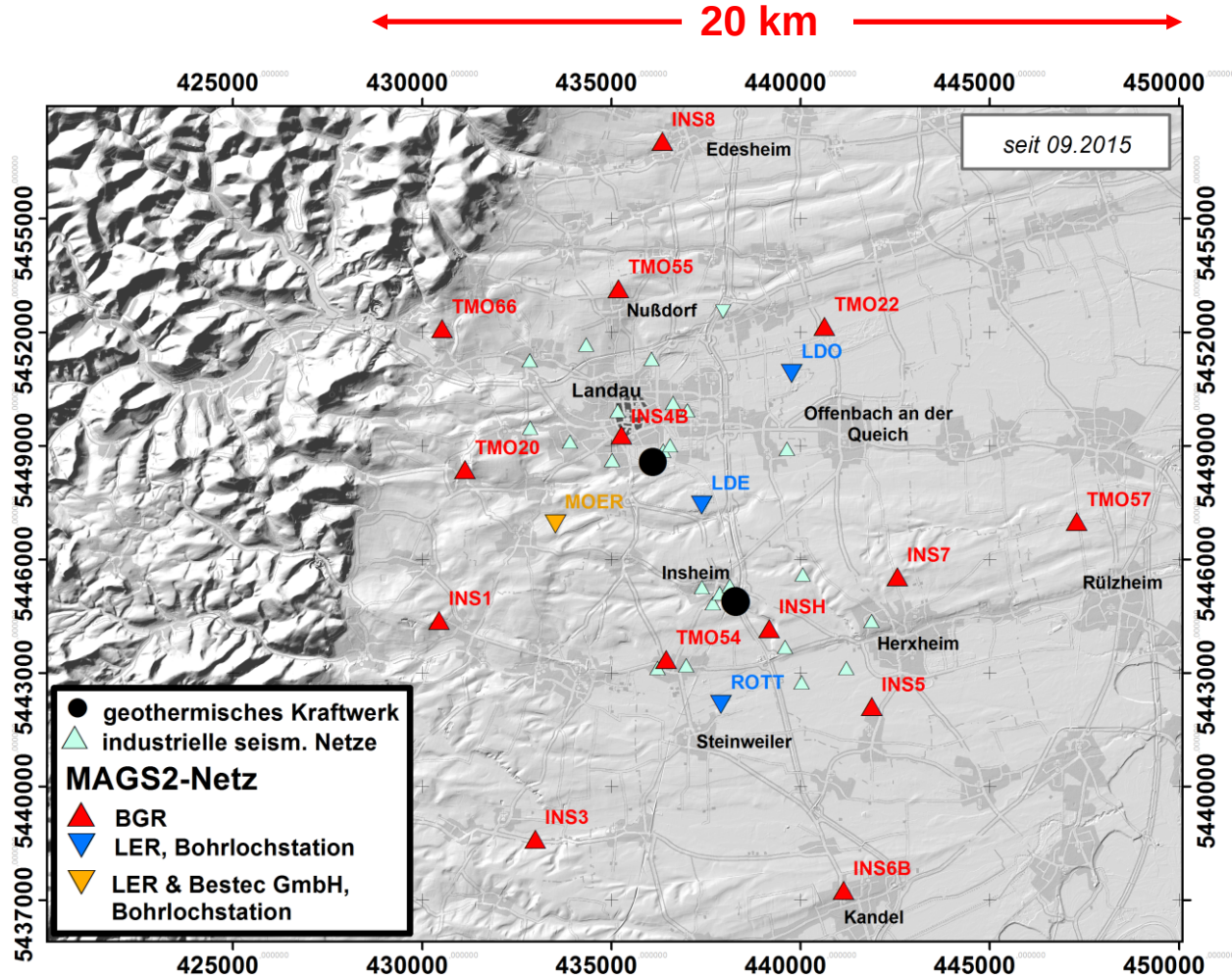
Tom Eulenfeld¹, Andrea Brüstle², Margarete Vasterling¹,
Thomas Plenefisch¹, Bernd Schmidt², Ulrich Wegler^{1,3}

¹ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

² Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

³ jetzt Universität Jena

Stationsnetz des MAGS2-Projektes



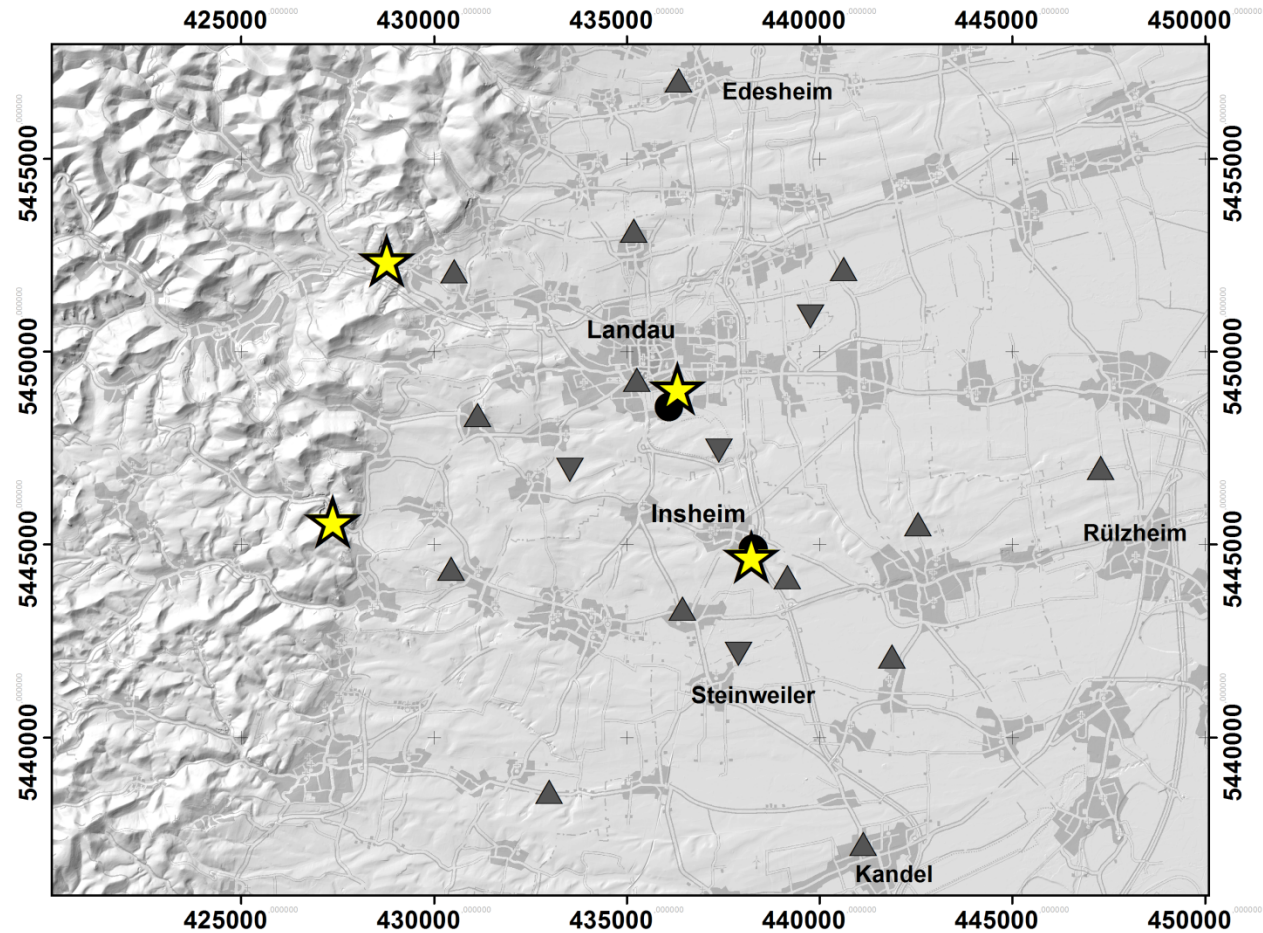
Ereignis-Detektion

Oktober-Dezember 2013

Testphase Echtzeit-Betrieb mit
den Online-Daten

seit Januar 2014

- Echtzeit-Betrieb mit
MAGS2-Stationskonfiguration
(inkl. Zuordnung Insheim bzw.
Landau)
- Detektionen per Mail
an BGR, LER, Bestec GmbH
- Bestimmung der Magnitude
über Referenzereignis

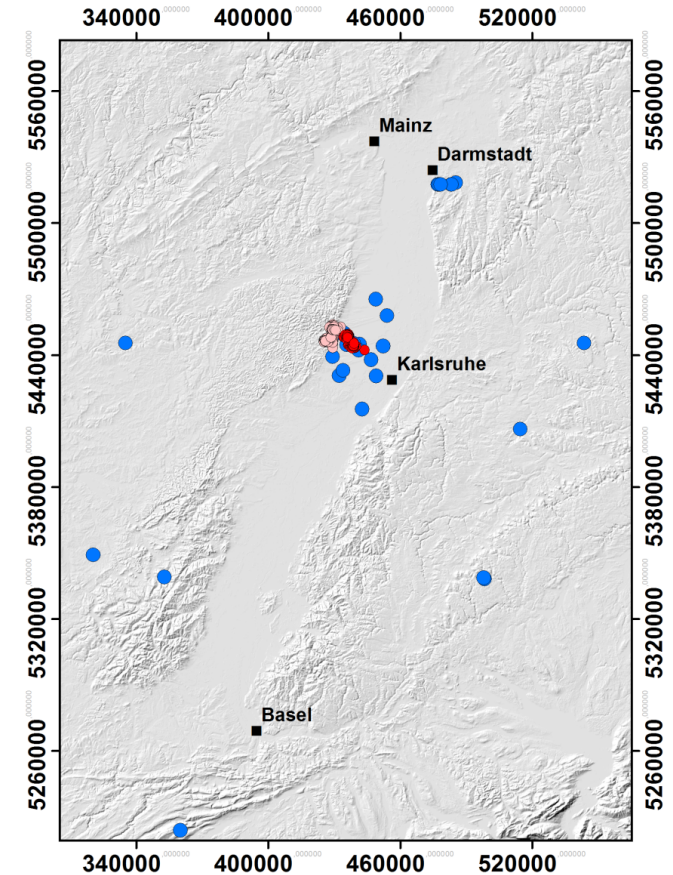
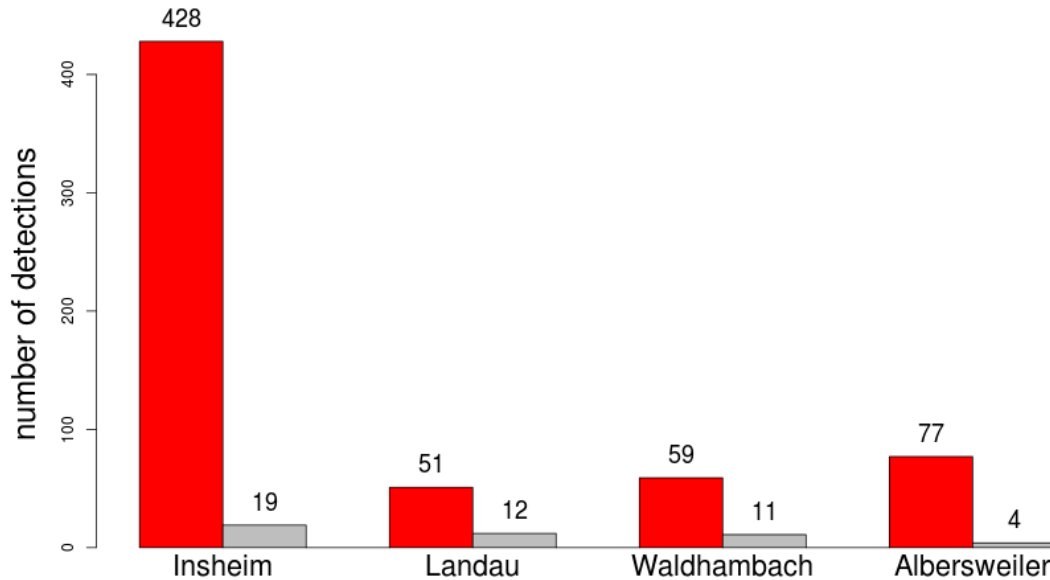


Detektionen 01.10.2013 – 15.09.2016

Insgesamt 661 Detektionen

93% richtig detektiert

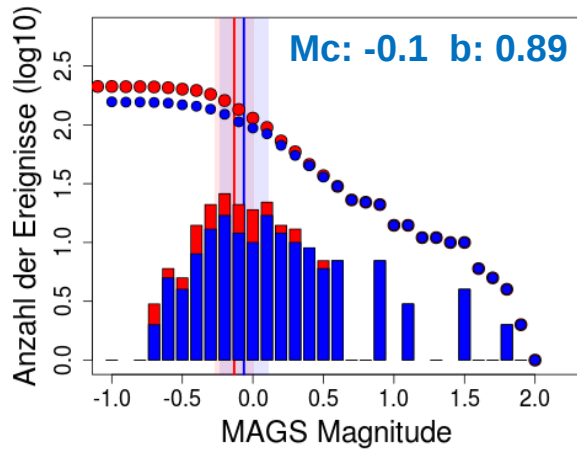
Fehldetektionen sind meist tektonische Lokalbeben im Oberrheingraben & angrenzender Gebiete (z. B. Mühlthal)



Magnituden-Häufigkeits-Verteilung

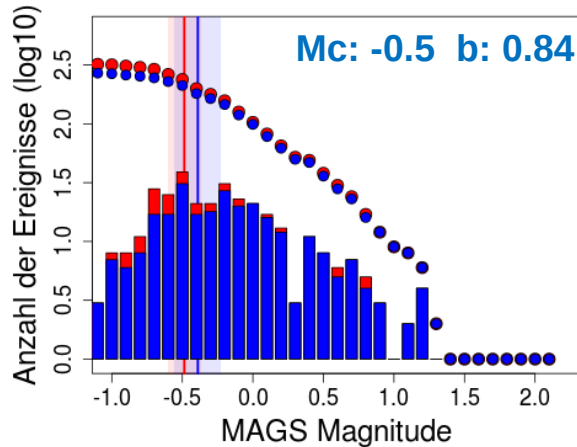
Insheim

Tag
(6-20 Uhr)

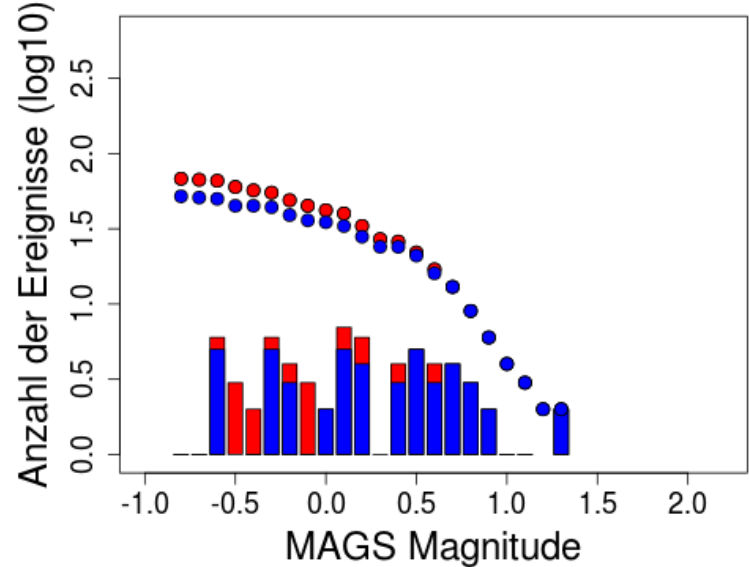


Nacht

(20-6 Uhr)



Landau

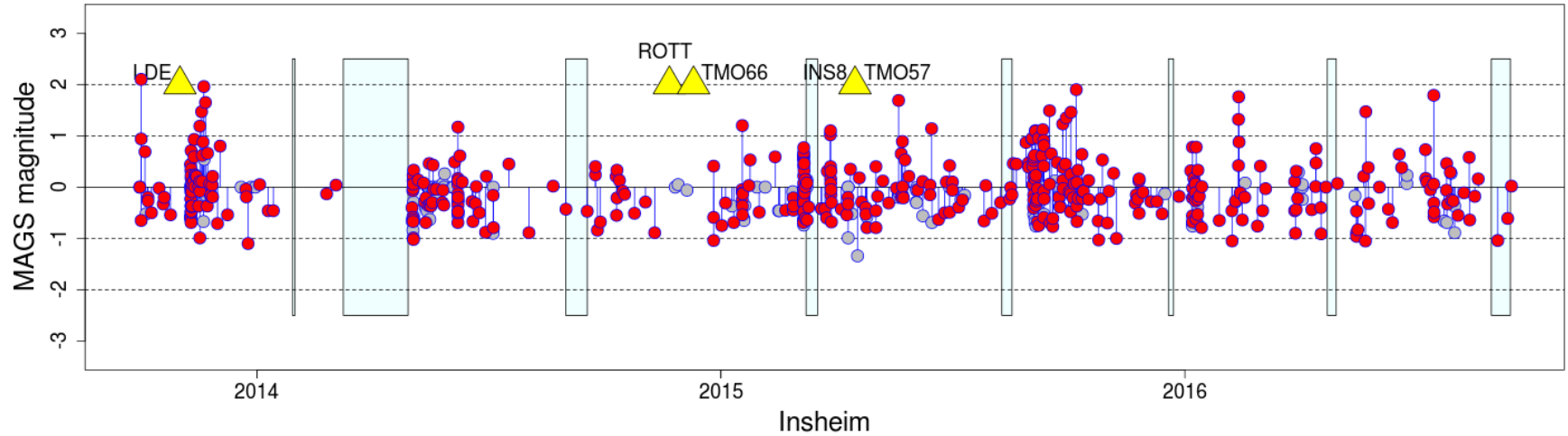


rot: alle bekannten Ereignisse

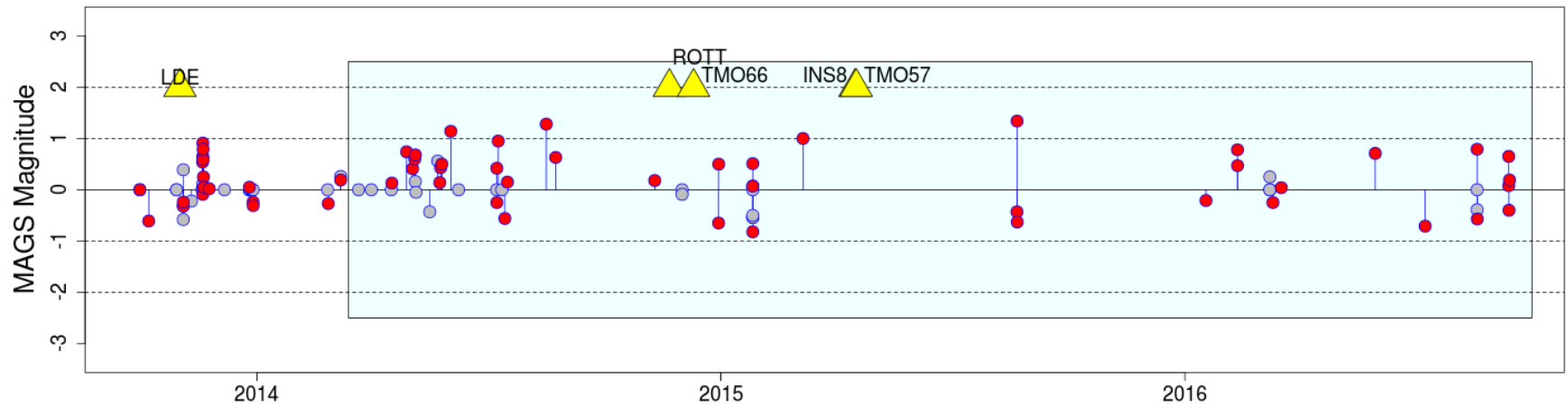
blau: alle vom MAGS-Detektor identifizierten Ereignisse

Magnituden-Zeit-Verteilung (MAGS2)

Insheim



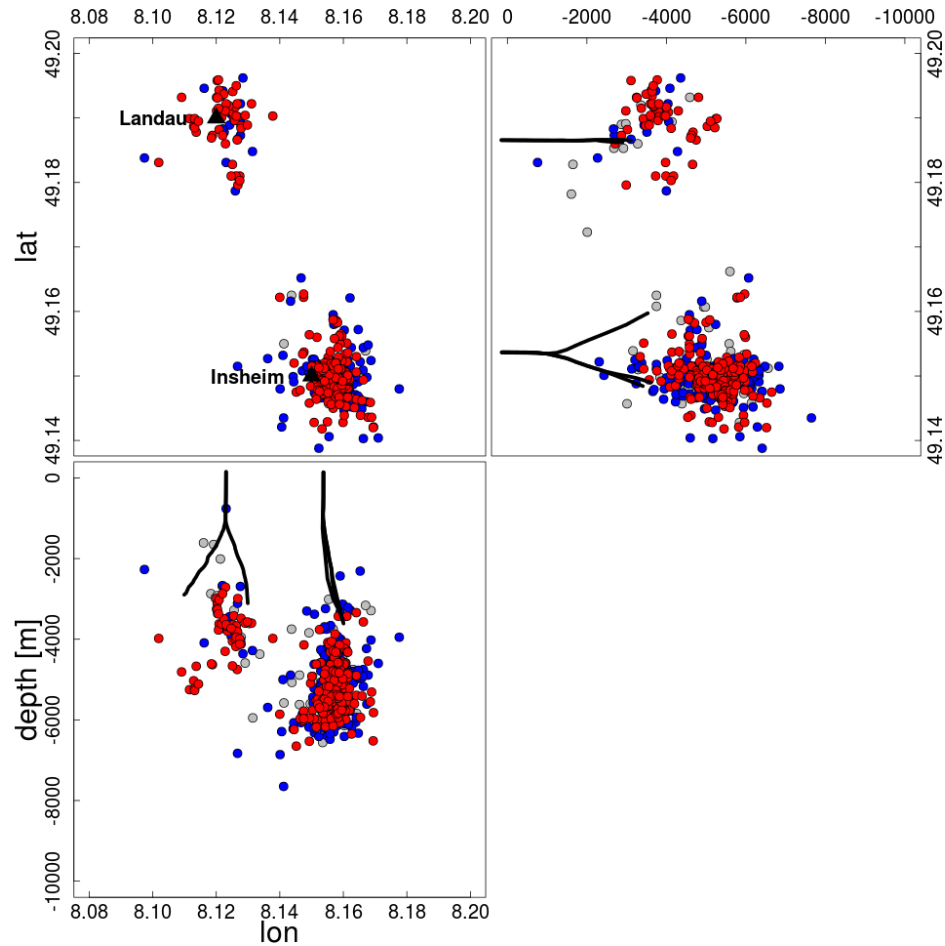
Landau



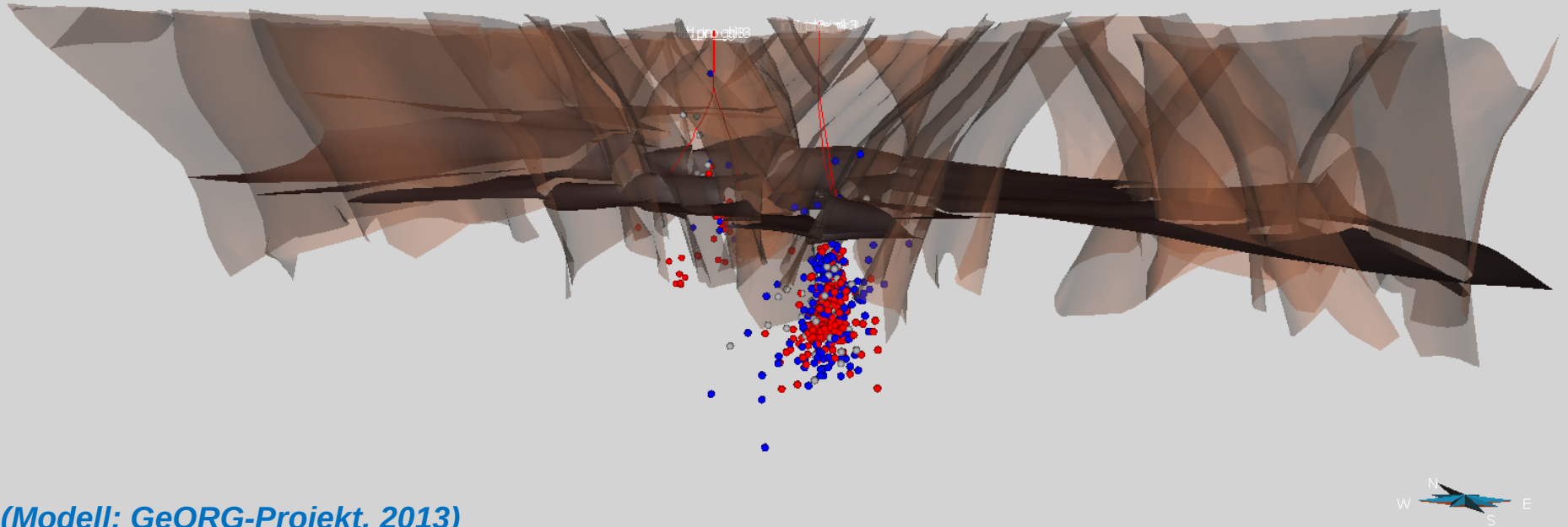
manuelle Lokalisierungen 01.10.2013 – 15.09.2016

Lokalisierungsungenauigkeiten:

- > 5 km
- 1-5 km
- < 1 km



manuelle Lokalisierungen 01.10.2013 – 15.09.2016

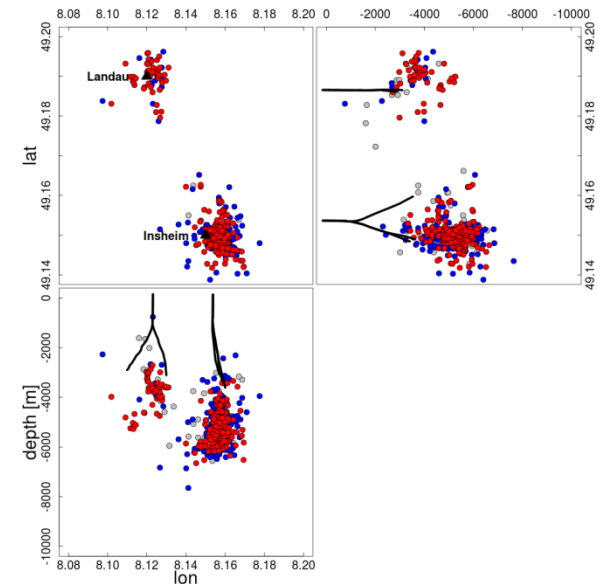
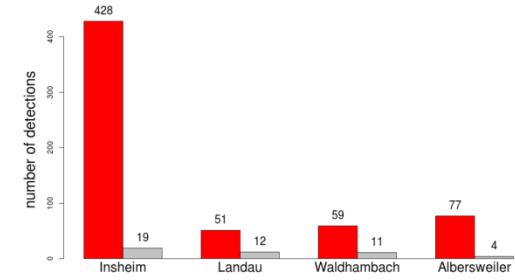


(Modell: GeORG-Projekt, 2013)

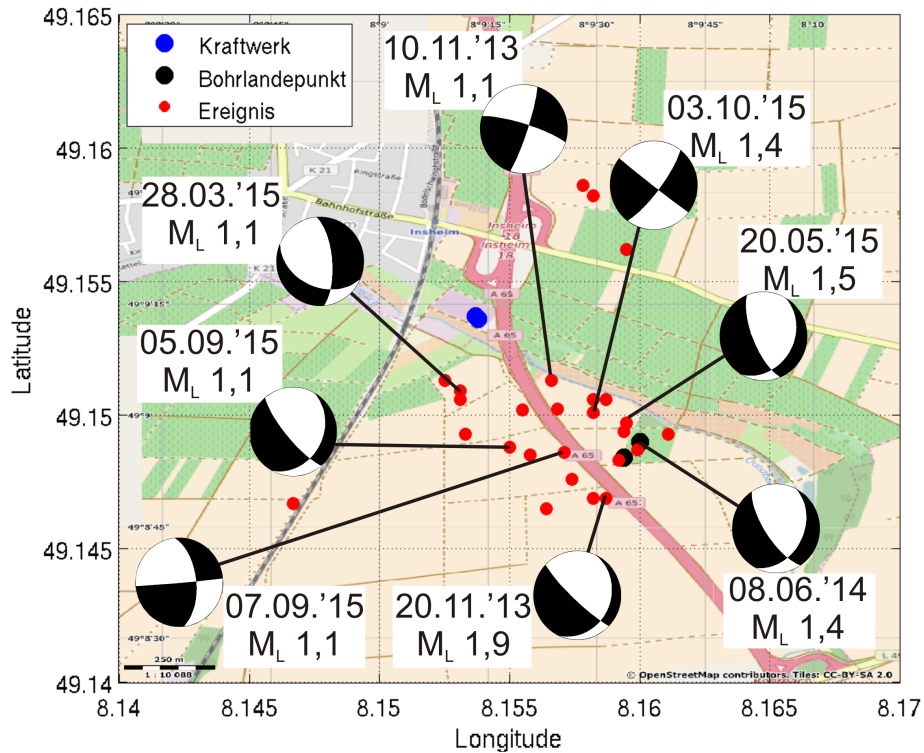
Lokalisierungen wurden in BGR-Erdbebenkatalog eingepflegt.

Zusammenfassung AP2, AP3, AP6

- ✓ Ziel: Echtzeitmonitoring
- ✓ Kreuzkorrelationsdetektor als SeisComP3-Modul implementiert
- ✓ 10/2013 – 09/2016: 661 Detektionen
- ✓ Wenige Fehldetektionen sind lokale tektonische Ereignisse
- ✓ verpasste Ereignisse sind sehr klein, bzw. schlecht lokalisierbar
- ✓ Insheim und Landau lassen sich zuverlässig voneinander abgrenzen
- ✓ Seismizität im kristallinen Grundgebirge
- ✓ Lokalisierungen in BGR-Erdbebenkatalog
 - Poster von Andrea Brüstle
 - Vasterling et al. (2016)

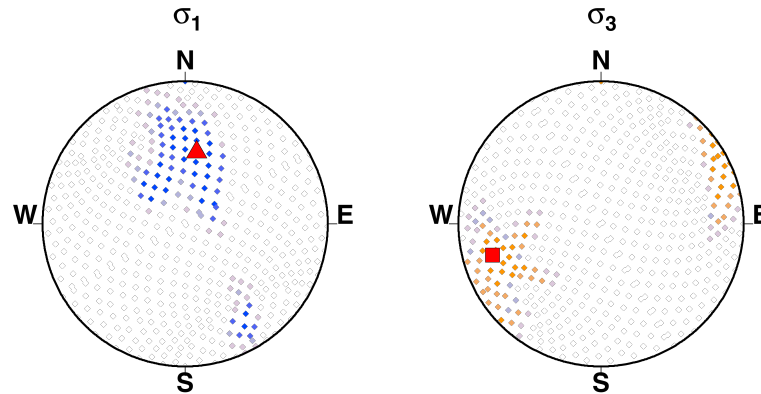


Herdmechanismen für Insheim



- Herdmechanismen für Insheim unter Berücksichtigung der Polaritäten und Amplitudenverhältnisse
- hauptsächlich Abschiebungen (NNW-SSO streichend)
- einige Blattverschiebungen
- Einfluss von Lokalisierungsungenauigkeiten gering

Inversion des Spannungsfeldes



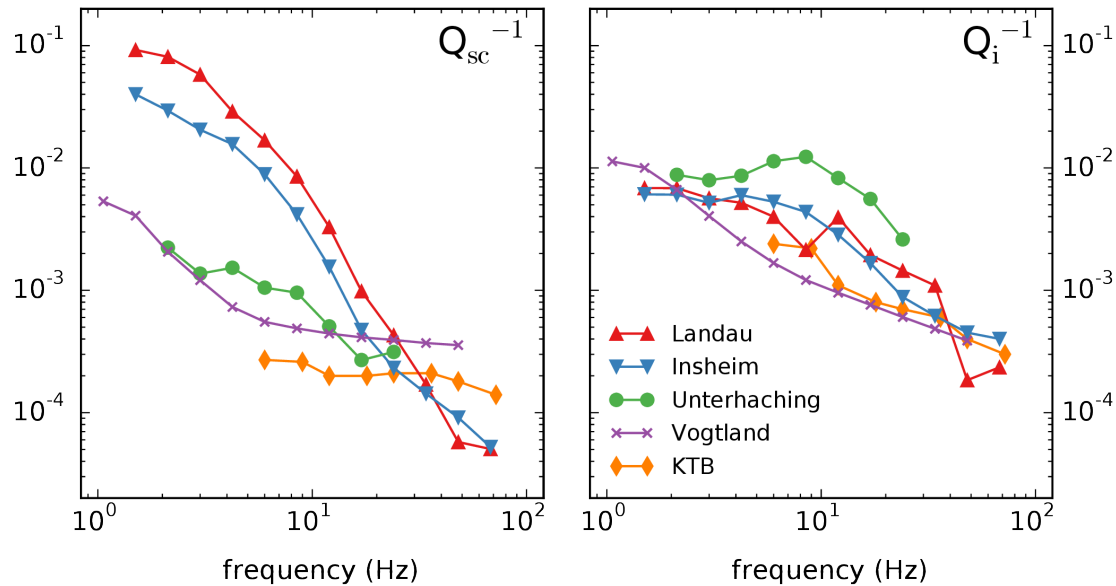
Größte Hauptspannungsachse σ_1

Kleinste Hauptspannungsachse σ_3

Ergebnisse sind im Einklang mit dem regionalem Spannungsfeld des Oberrheingrabens.

Bestimmung der Dämpfung

Inversion der Seismogrammeinhüllenden für verschiedene Gebiete in Deutschland (Eulenfeld & Wegler 2016)

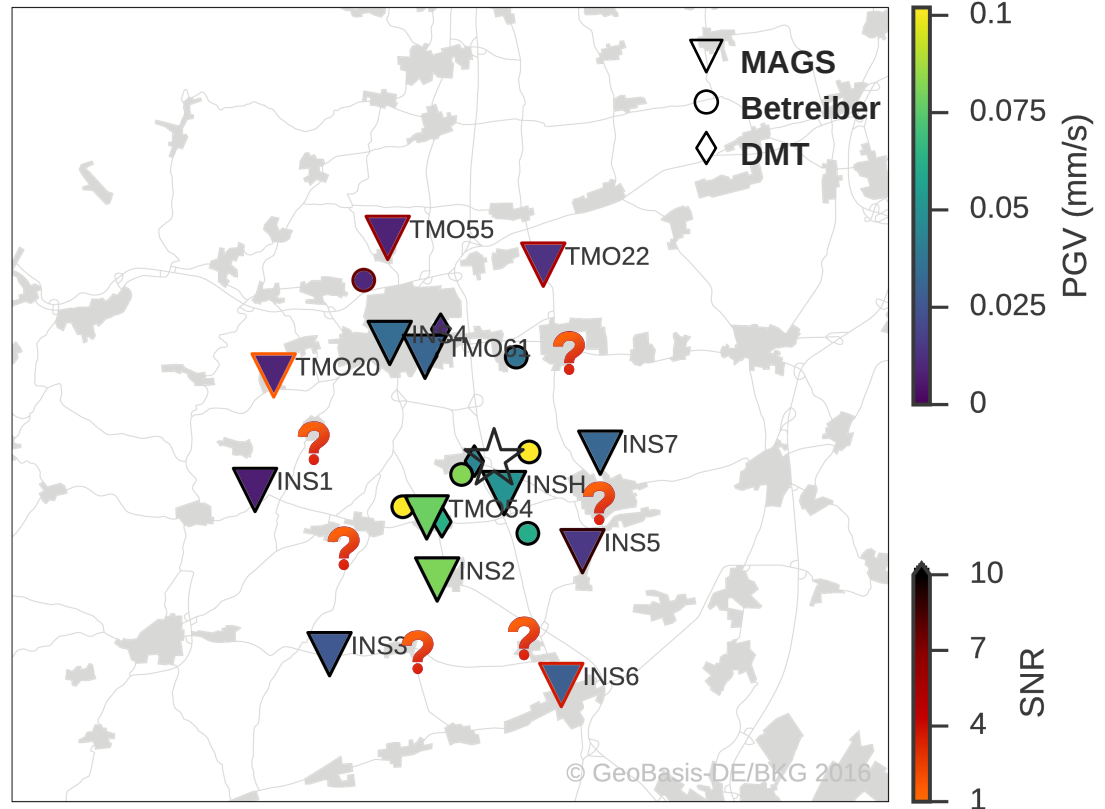


Erstellen von Erschütterungskarten

Motivation

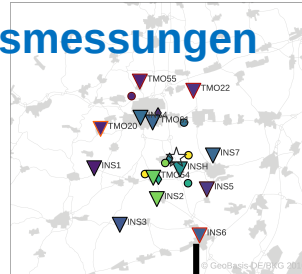
DIN 4150:
Bewertung am Ort der
Erschütterungsmessung

2013-02-27_M1.0 PGV (MAX)



Erstellen von Erschütterungskarten Vorgehen

Erschütterungsmessungen



Bodenbewegungsmodell
PGV(Entfernung, Erdbebenstärke)

Karte der Bodenverstärkung

Erschütterungskarten

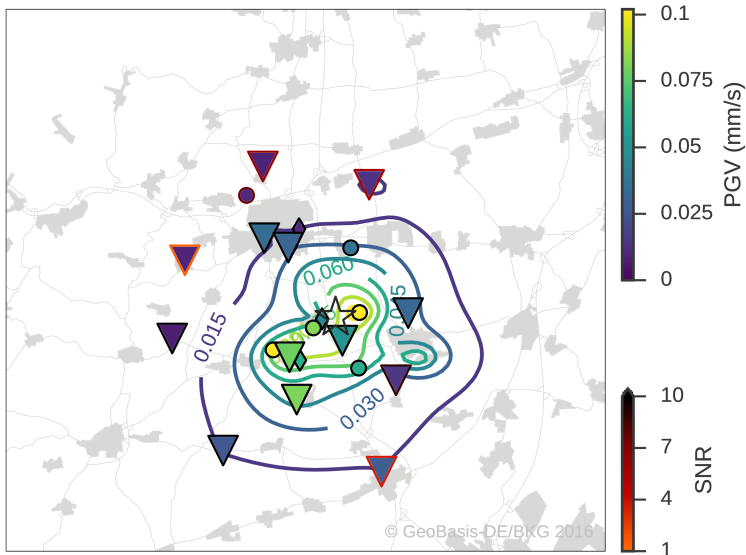


Erstellen von Erschütterungskarten

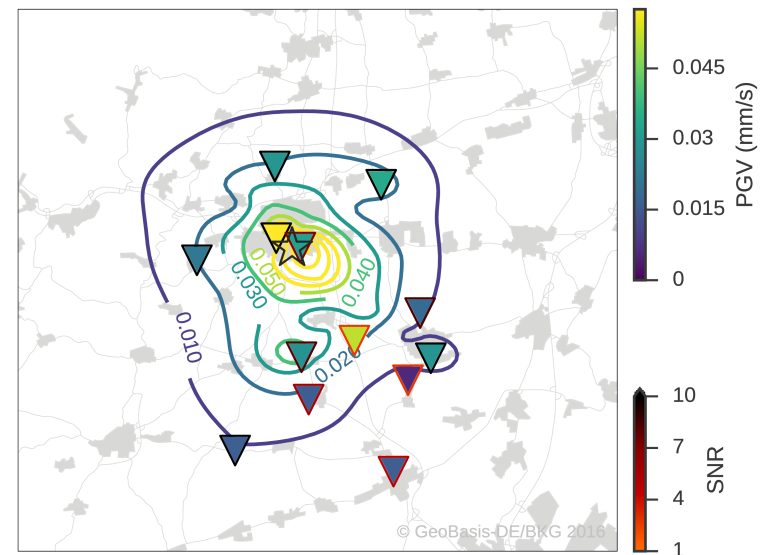
Erschütterungsmessungen und Erschütterungskarten für Erdbeben

- Bestimmung der Erdbebenkorrektur (Magnitude)
- Bestimmung der PGV für alle Entfernungen vom Erdbebenherd
- Korrektur mit Karte der Verstärkungsfaktoren
- Erschütterungskarte

2013-02-27_M1.0 PGV (MAX)

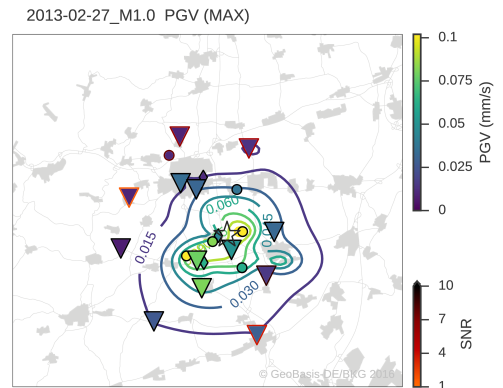
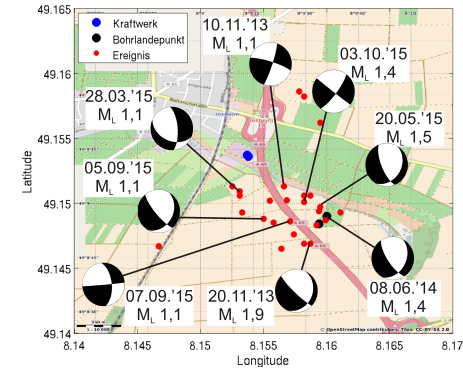


2013-06-21_M1.2 PGV (MAX)



Zusammenfassung AP4, AP5

- ✓ Herdmechanismen
- ✓ Spannungsinversion
- ✓ Bestimmung der intrinsische Dämpfung und Streudämpfung
- ✓ Bodenbewegungsmodell für die Südpfalz aus PGV-Messungen erstellt
- ✓ Erstellung von Erschütterungskarten
- ✓ Simulationen zur Erklärung der Streuung der PGV-Messwerte um Bodenbewegungsmodell



Dank an die Pfalzwerke geofuture GmbH, Bestec GmbH und der DMT für die Bereitstellung von Detektionen sowie Wellenform-Daten und die gute Zusammenarbeit

Das Verbundprojekt MAGS2 - Mikroseismischen Aktivität geothermischer Systeme - Vom Einzelsystem zur großräumigen Nutzung wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert und betreut vom Projektträger Jülich.

Förderkennzeichen: 0325662A



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Literatur (ausgewählt)

Baumgärtner, J. & Lerch, C. (2013). Geothermal 2.0: The Insheim Geothermal Power Plant - The second generation of geothermal power plants in the Upper Rhine Graben , THIRD EUROPEAN GEOTHERMAL REVIEW, Geothermal Energy for Power Production, June 24-26, 2013, Mainz, Germany.

GeORG-Projektteam (2013). Geopotentiale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, Fachlich-technischer Abschlussbericht des INTERREG-Projekts GeORG, Teil 1.-Freiburg i. Br., LGRB-Informationen, 28, 103 S.

Eulenfeld, T. & Wegler, U. (2016). Measurement of intrinsic and scattering attenuation of shear waves in two sedimentary basins and comparison to crystalline sites in Germany, GJI, 205 (2), 744-757.

Hettkamp, T., Baumgärtner, J., Teza, D. & Lerch, C. (2013). Experiences from 5 years operation in Landau , THIRD EUROPEAN GEOTHERMAL REVIEW, Geothermal Energy for Power Production, June 24-26, 2013, Mainz, Germany.
Lomax, A. et al. (2000). Probabilistic earthquake location in 3D and layered models: Introduction of a Metropolis-Gibbs method and comparison with linear locations, in Advances in Seismic Event Location, Thurber, C.H., and Rabinowitz, N. (eds.), Kluwer, Amsterdam, 101-134.

Richter, C.F. (1935). An instrumental earthquake magnitude scale, Bull. Seismol- Soc. Am., 25 (1-2), 1-32.

Ritter, J. & Gross, J. (2014). Abschlussbericht MAGS-EP1: Quantifizierung und Charakterisierung des induzierten seismischen Volumens im Bereich Landau/ Südpfalz.

Vasterling, M. et al. (2016): Real-time envelope cross-correlation detector: application to induced seismicity in the Insheim and Landau deep geothermal reservoirs; Journal of Seismology, doi10.1007/s10950-016-9597-1.

Wiemer, S. & Wyss, M. (2000). Minimum magnitude of complete reporting in earthquake catalogs: examples from Alaska, the western United States, and Japan, Bull. Seismol. Soc. Am., 90, 859-869.