



# 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 Eulendorf<sup>1</sup>, Andrea Brüstle<sup>2</sup>, Thomas Plenefisch<sup>1</sup>, Bernd Schmidt<sup>2</sup>,  
Margarete Vasterling<sup>1</sup>, Ulrich Wegler<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

<sup>2</sup> Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz



# AP2 - Seismische Messungen und Routineauswertung

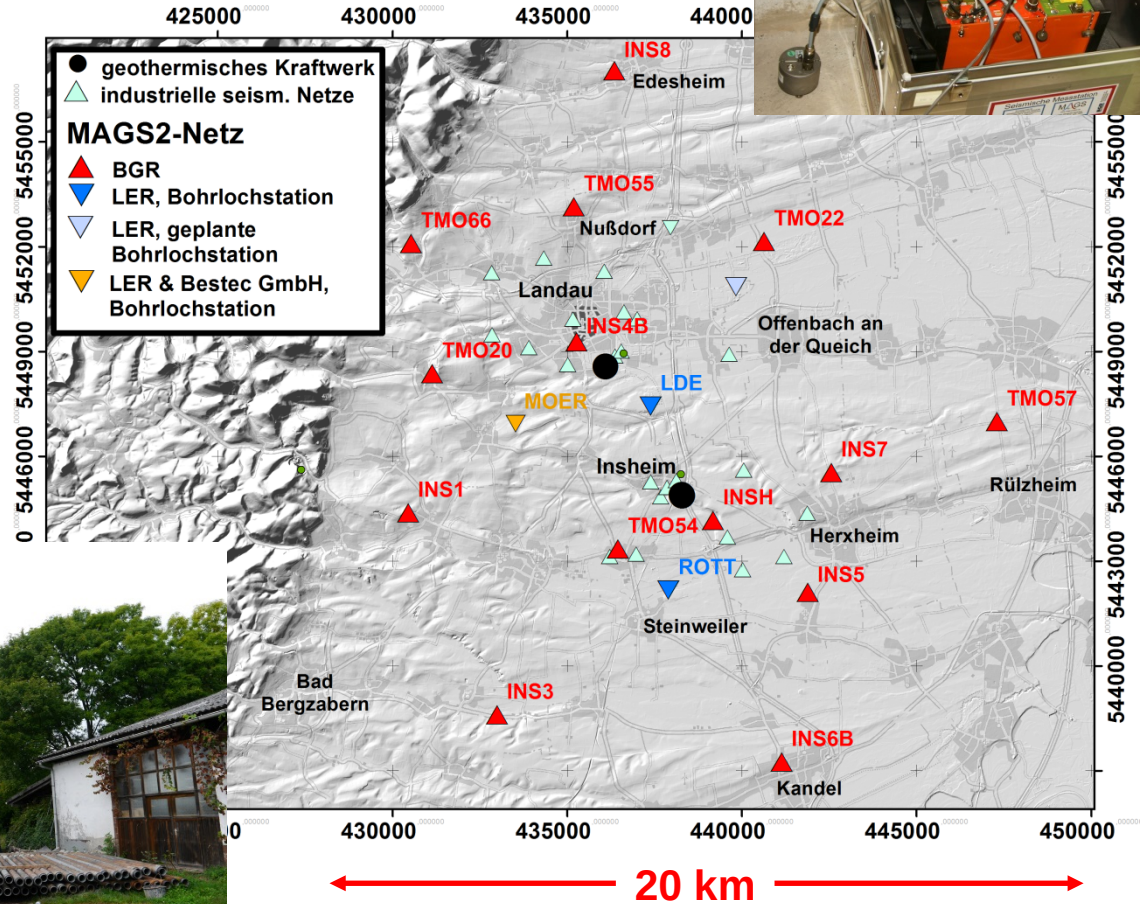
## Stationsnetz des MAGS2-Projektes

### 14 Oberflächenstationen

Lennartz 3D lite 1Hz  
 Quanterra Q330S(+)  
 Lancom-Router

### 3 Bohrlochstationen

MOER, LDE in 100-150 m Tiefe  
 ROTT in ca. 300 m Tiefe  
 Lennartz 3D-BH 1Hz  
 DER-209 bzw. Centaur  
 Industrie-Router



# AP2 - Seismische Messungen und Routineauswertung

## Erdbeben-Detektionen

**Spurkorrelationskoeffizient:**

0.7

**Spuren,**

an denen der Spurkorrelationskoeffizient überschritten sein muss:

60%

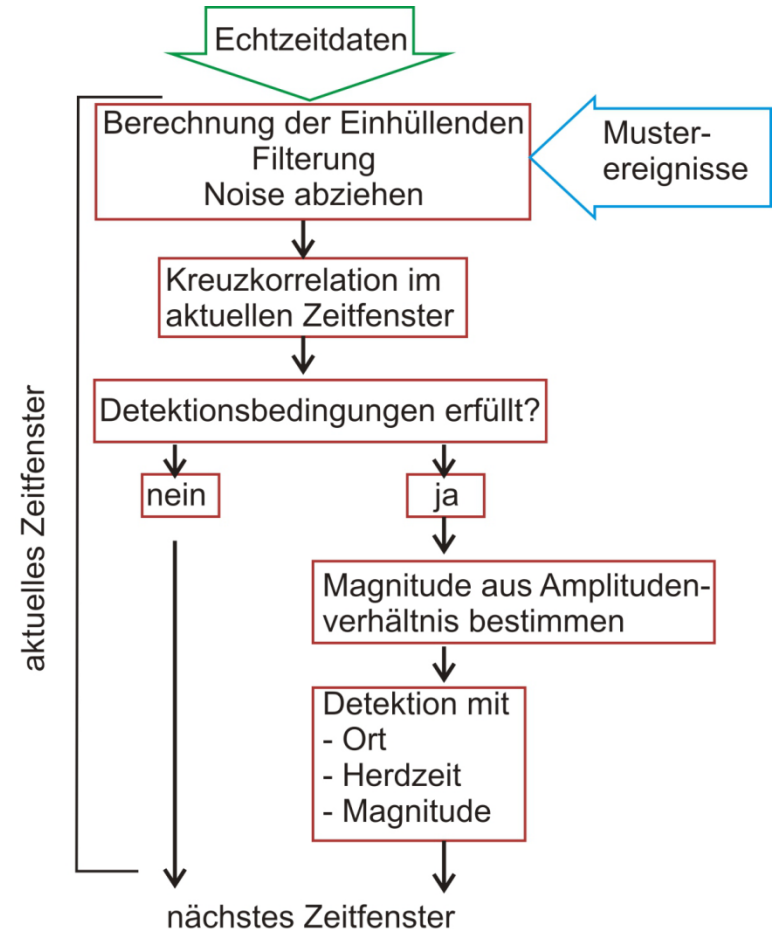
**Stationen,**

an denen der Spurkorrelationskoeffizient überschritten sein muss:

70%

**Netzkorrelationskoeffizient:**

0.7



# AP2 - Seismische Messungen und Routineauswertung

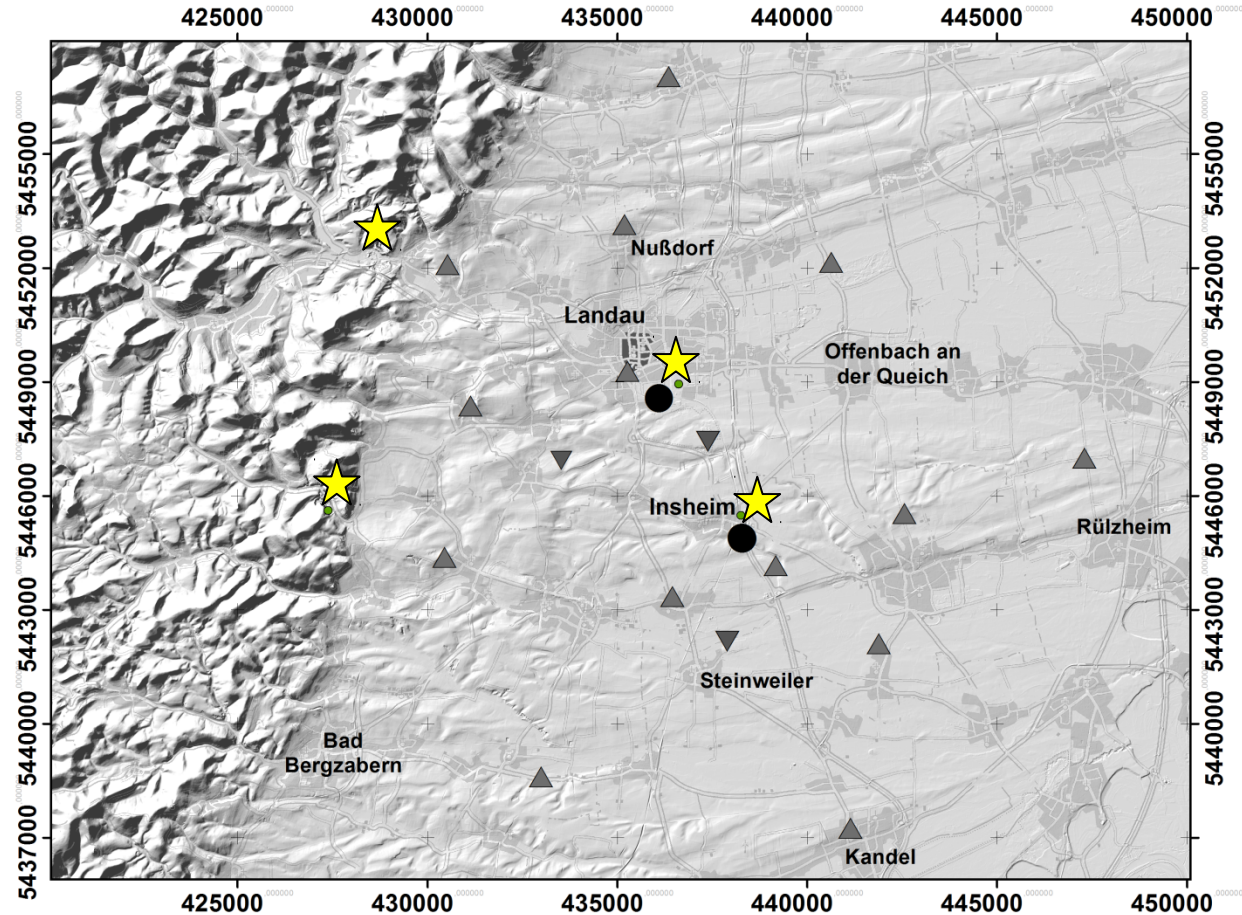
## Erdbeben-Detektionen

**Oktober-Dezember 2013**

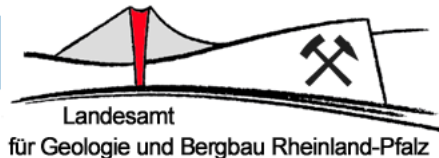
Testphase Echtzeit-Betrieb mit den Online-Daten

**Ab Januar 2014**

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



**MAGS2**



**BGR**

Bundesanstalt für  
Geowissenschaften  
und Rohstoffe

**GEOZENTRUM HANNOVER**

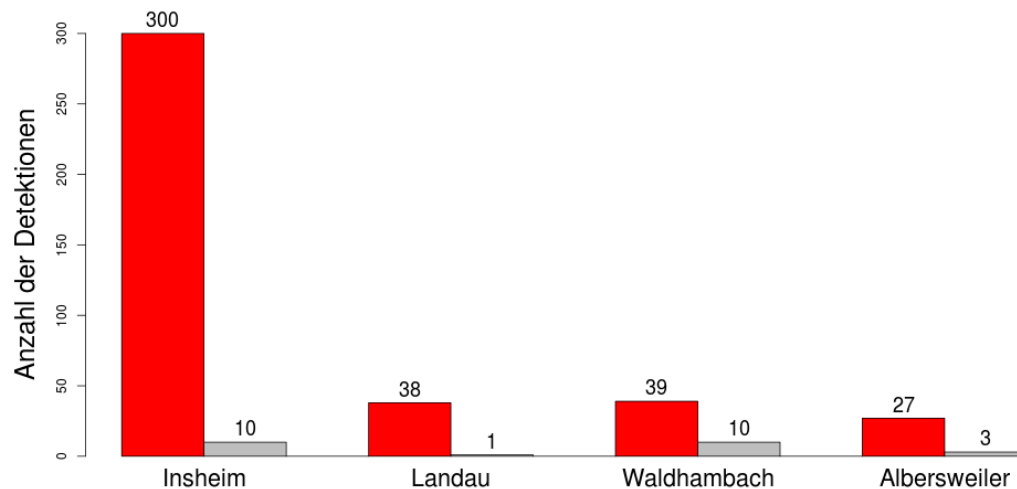
# AP2 - Seismische Messungen und Routineauswertung

## Erdbeben-Detektionen ab Oktober 2013

Insgesamt 428 Detektionen

94% richtig detektiert

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



# AP2 - Seismische Messungen und Routineauswertung

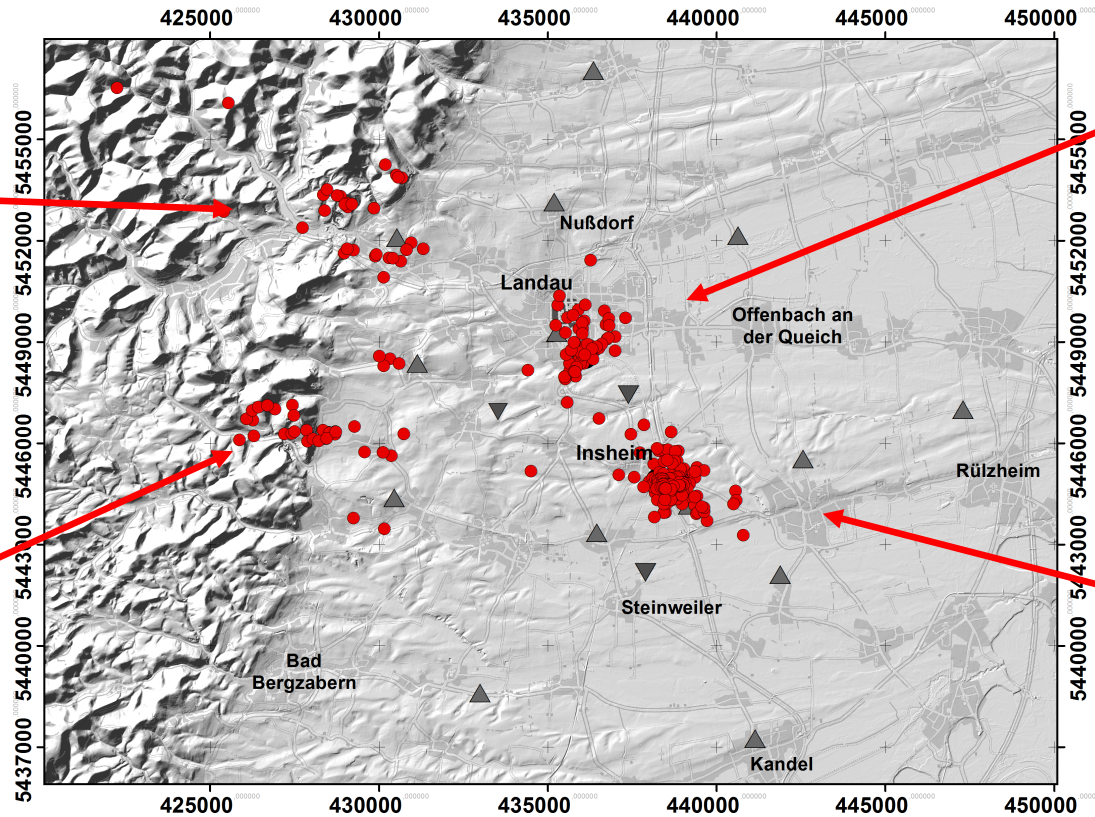
## Lokalisierungen ab Oktober 2013

Steinbruch  
Albersweiler

Landau

Steinbruch  
Waldhambach

Insheim

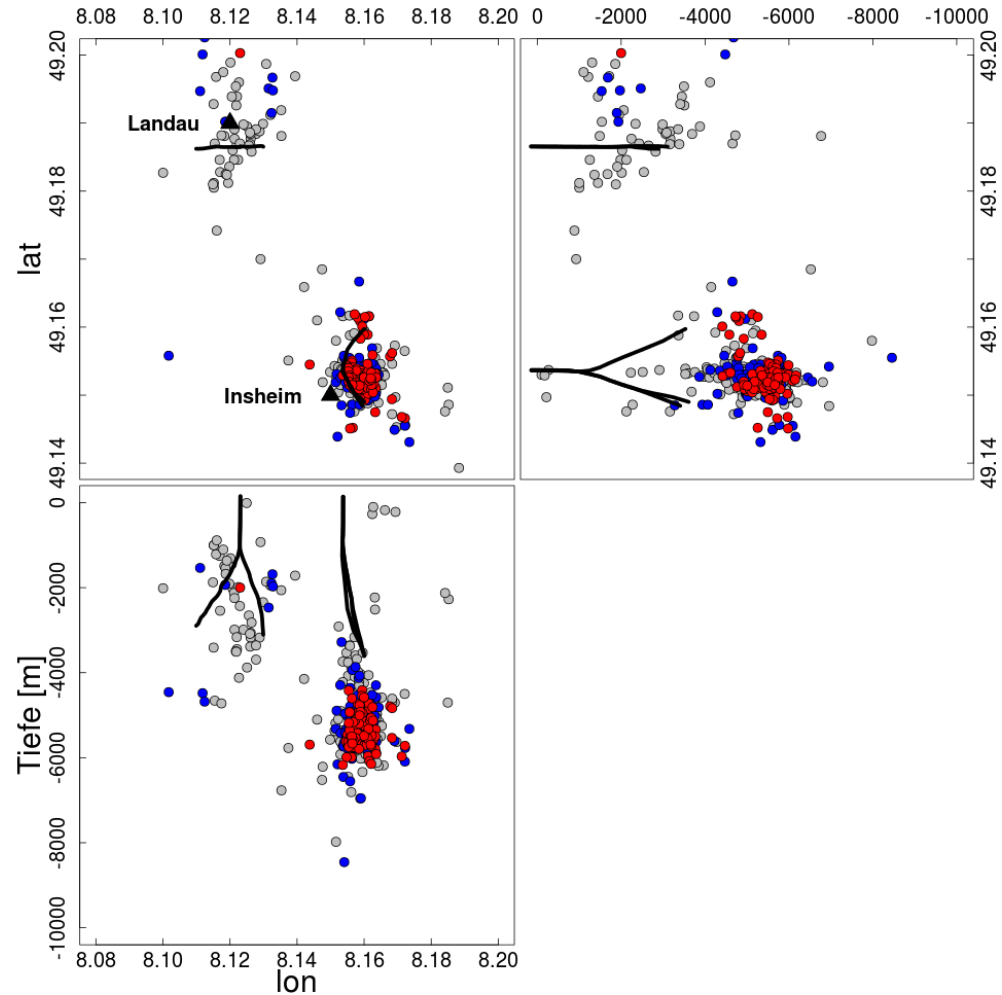


# AP2 - Seismische Messungen und Routineauswertung

Lokalisierungen ab Oktober 2013

Lokalisierungsungenauigkeiten:

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



# AP2 - Seismische Messungen und Routineauswertung

## Bestimmung der Magnitude

### Richter-Magnitude für sehr kleinräumiges Monitoring nicht anwendbar

- Stationen zu nah am Hypozentrum
- Entfernungsabhängigkeit wird nicht berücksichtigt
- Frequenzinhalt der Ereignisse

### Amplitudenverhältnis zwischen Detektion ( $f$ ) und Muster-Ereignis ( $e$ ) für jede Spur ( $j$ )

$$M_{L,f}^j = M_{L,e} + \log_{10} \frac{\max_i |f_i^j|}{\max_i |e_i^j|}$$

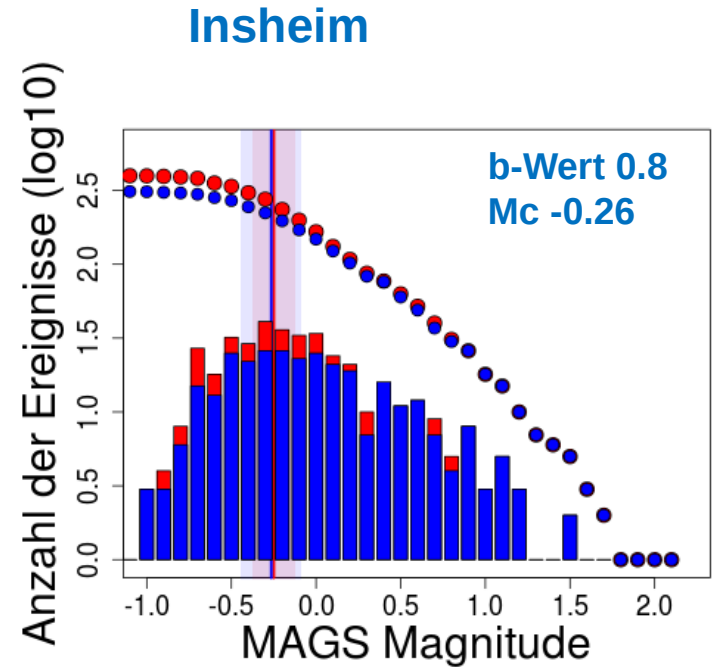
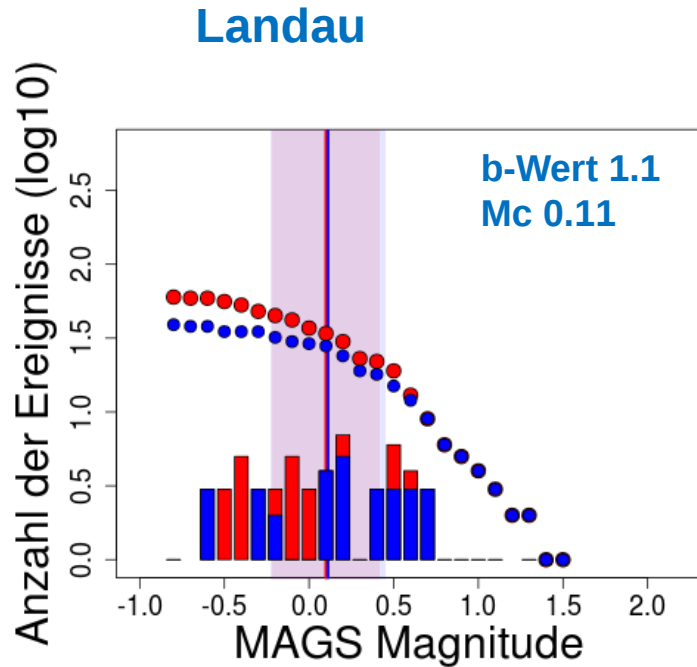
### Ereignismagnitude

$$M_L^{BGR} = \frac{1}{\hat{N}} \sum_{j=1}^{\hat{N}} M_{L,f}^j$$



# AP2 - Seismische Messungen und Routineauswertung

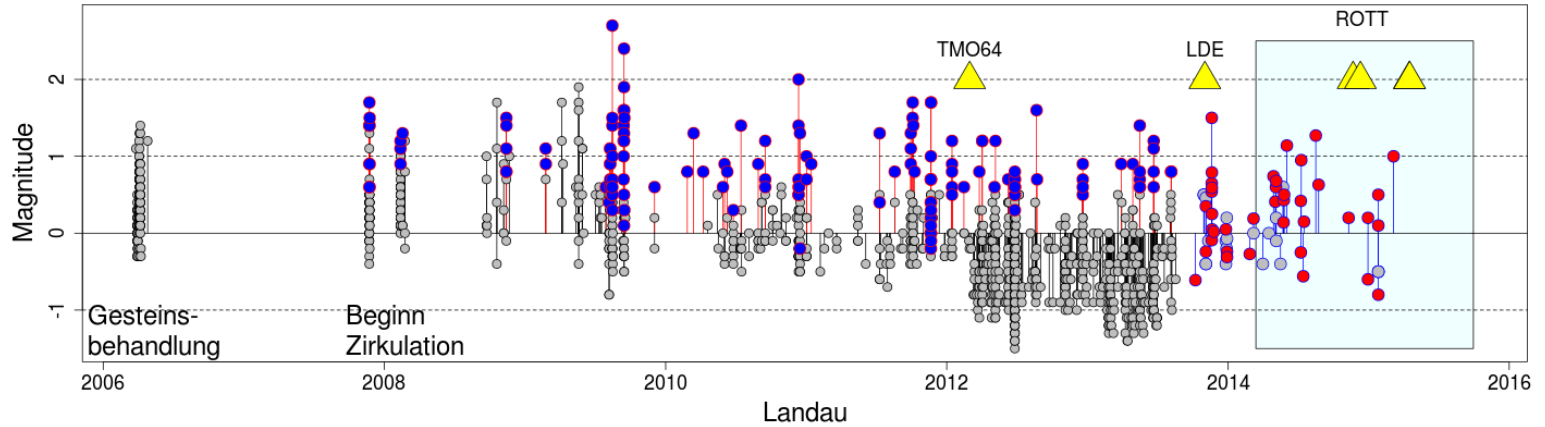
## Magnituden-Häufigkeits-Verteilung



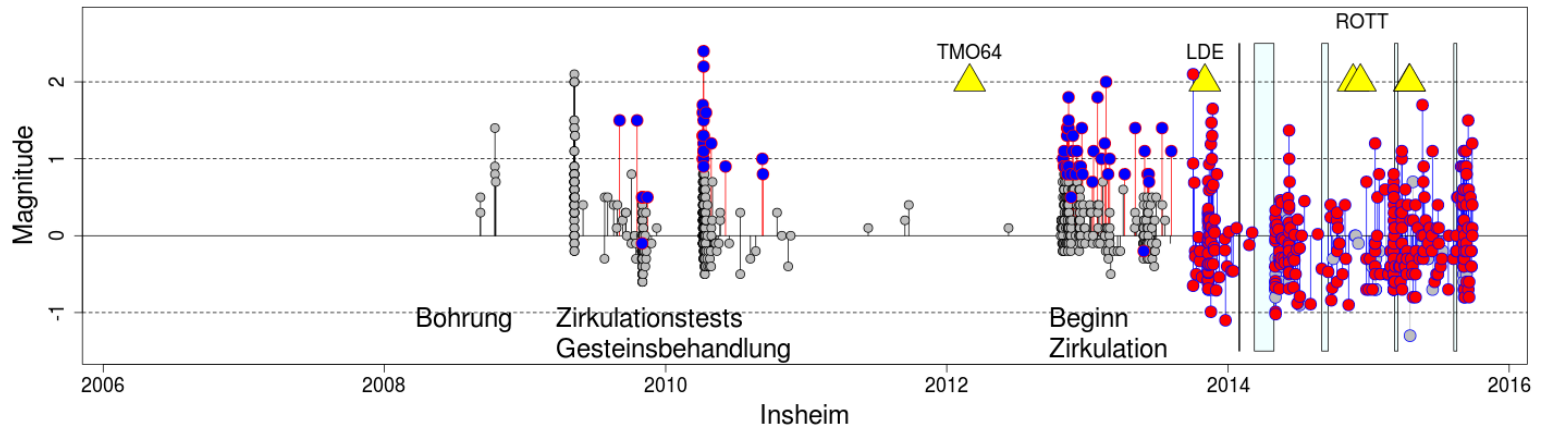
# AP3 – Seismizitätsbestimmende Betriebsparameter

## Magnituden-Zeit-Verteilung

Landau



Insheim



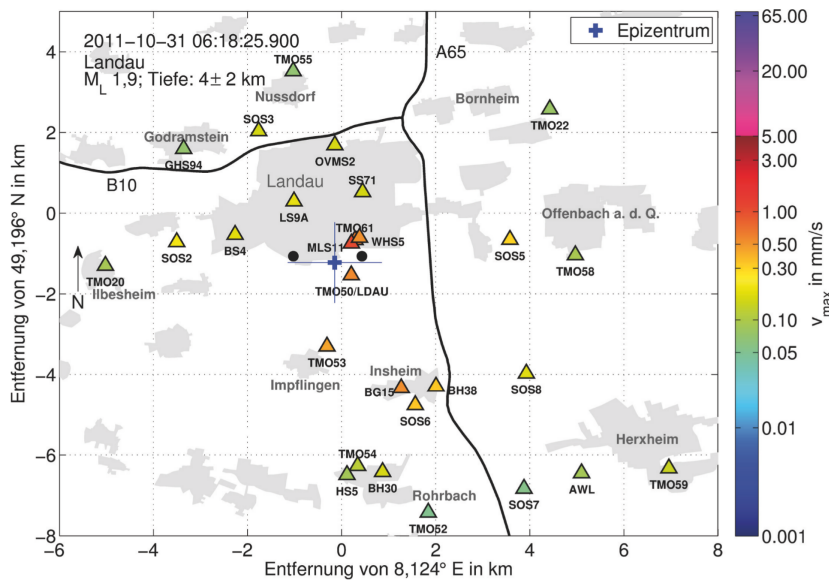
# AP5 - Seismische Dämpfung, Erschütterungskarten

## Erstellung von Erschütterungskarten

Erschütterungskarten  
in MAGS1-EP1 für die einzelnen  
Stationsstandorte

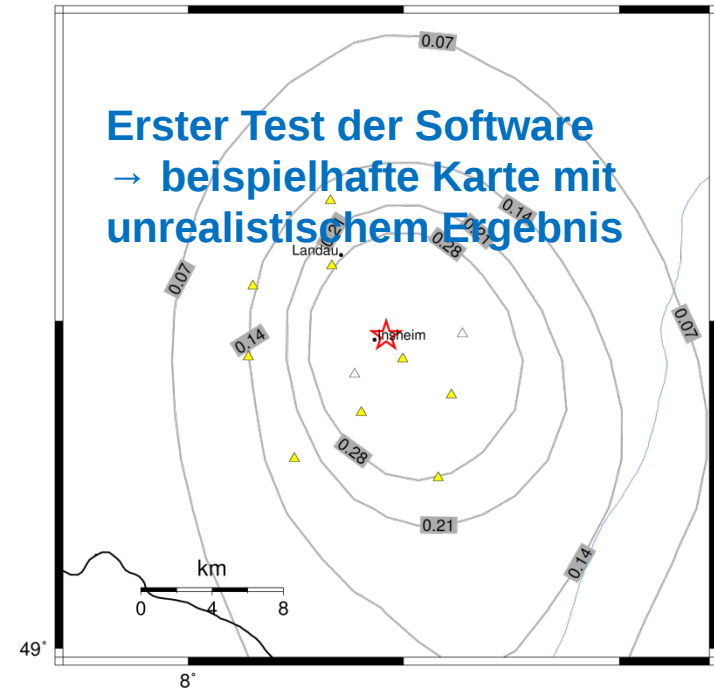


Erschütterungskarten  
in MAGS2-EP1 mit Shakemap (USGS)



Groos et al., 2013

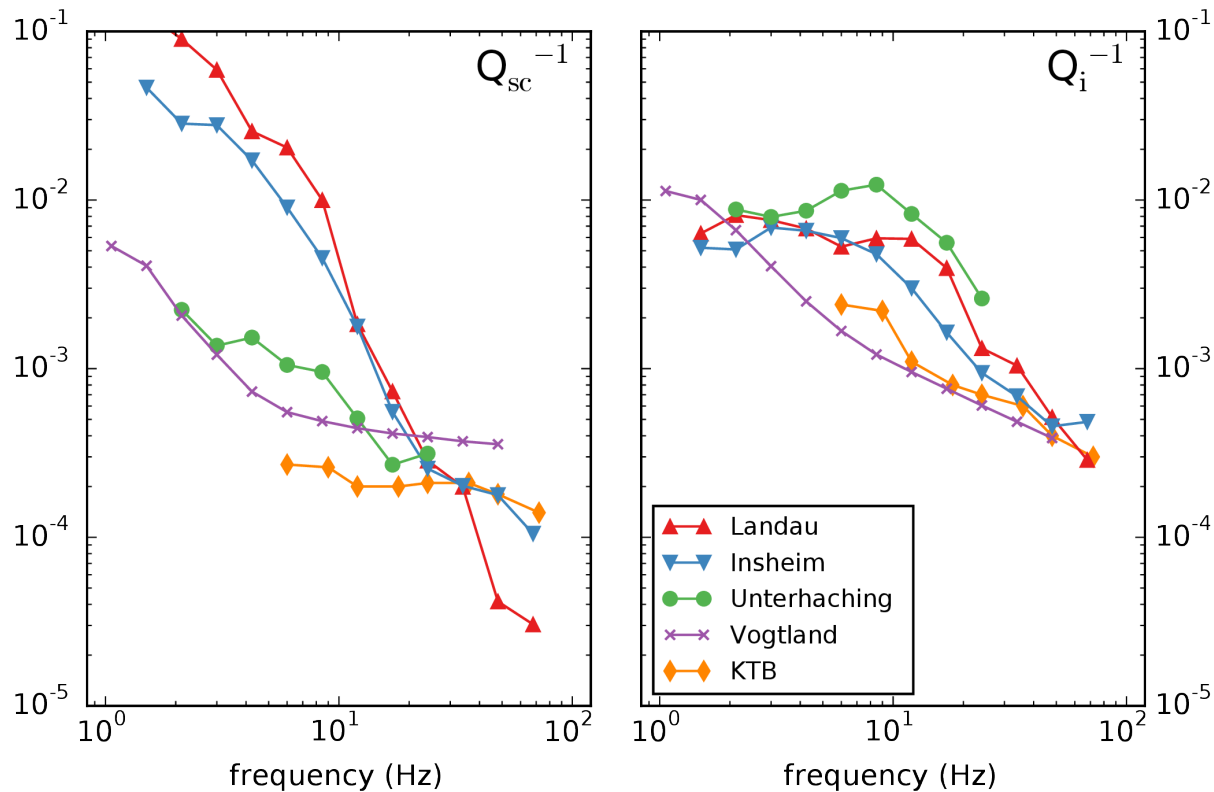
BGR Peak Velocity Map (in cm/s) : mags2013wpma / 49.159 / 8.153  
18.11.2013 13:54:15 CET M 1.5 N49.16 E8.15 Depth: 5.0km ID:20131118125415\_14\_49159\_008153\_20131118125432



# AP5 - Seismische Dämpfung, Erschütterungskarten

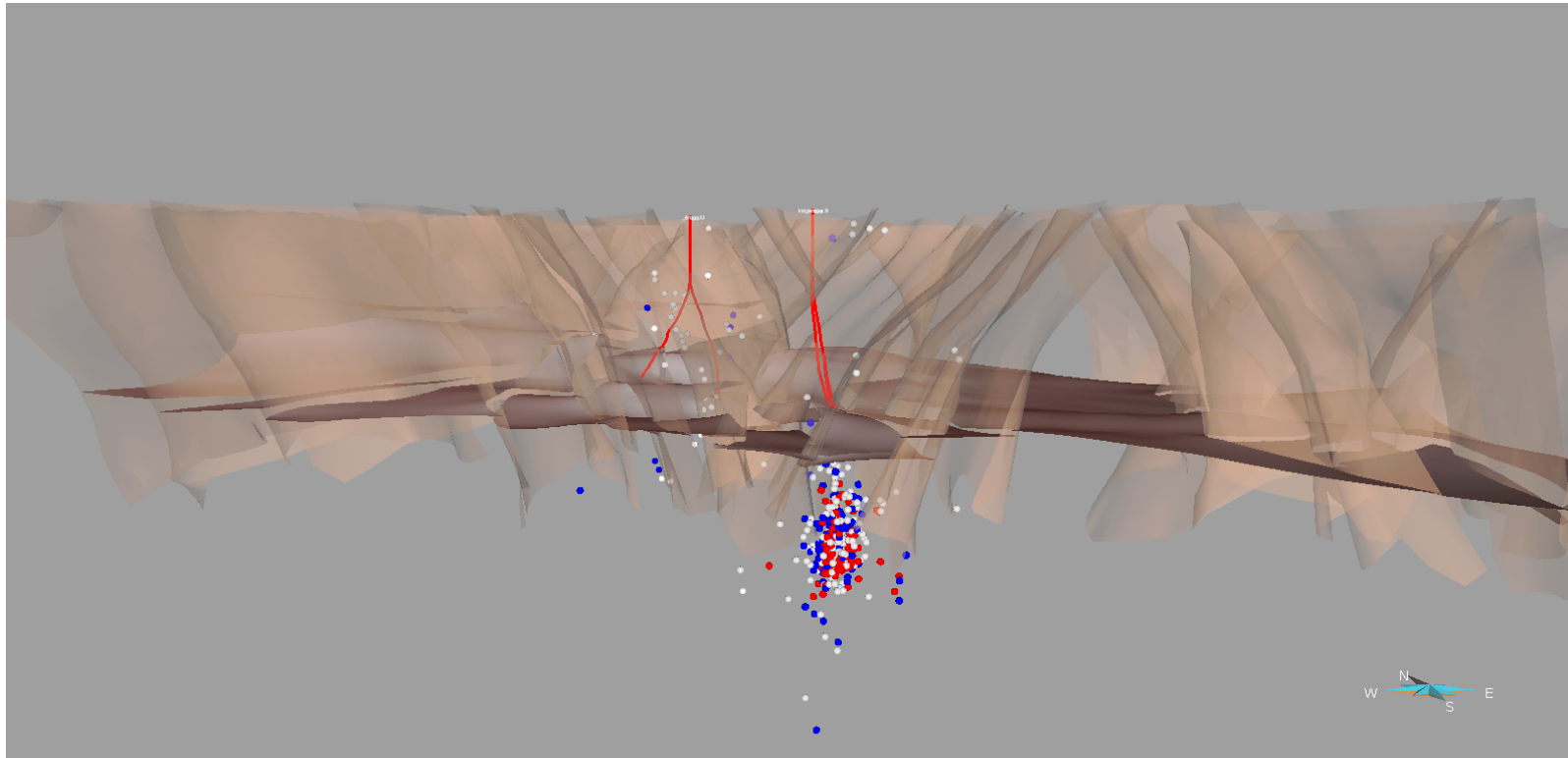
## Bestimmung der Streuung und intrinsischen Dämpfung

- ähnliche Ergebnisse für Landau und Insheim mit starker Streuung für Frequenzen  $< 10$  Hz
- Plateau des intrinsischen Q-Wertes bis 10 Hz  
→ Auswirkungen auf Interpolation der maximalen Bodenbewegung



# AP6 – Strukturgeologische Interpretation

Integration automatischer und manueller seismischer Detektionen  
in des 3D-gocad Modell der Südpfalz und deren Interpretation



*(3D-gocad-Modell mit strukturgeologischen Daten des GeORG-Projekts)*

# Zusammenfassung

## Seismische Messungen und Routineauswertung:

- Zuverlässige automatische Detektion
- Vollständigkeitsmagnitude ungefähr 0
- wenig Fehldetektion durch tektonische Beben
- zeitnahe, manuelle Lokalisation
- Cluster zwischen Landau und Insheim gut getrennt

## Seismizitätsbestimmende Betriebsparameter:

- Zusammenhang zwischen Betriebszeiten und Mikroseismizität
- Detaillierte Analyse im letzten Projektjahr

## Seismische Dämpfung, Erschütterungskarten:

- Messung der Dämpfung erfolgt, nächster Schritt Bestimmung der Abklingrelation für Bodenschwinggeschwindigkeiten (GMPE)

## Strukturgeologische Interpretation:

- Integration der Mikroseismizität in das 3D-gocad Modell der Südpfalz



Das Verbundprojekt **MAGS2** - Mikroseismischen Aktivität geo-thermischer 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



Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich



Landesamt  
für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz



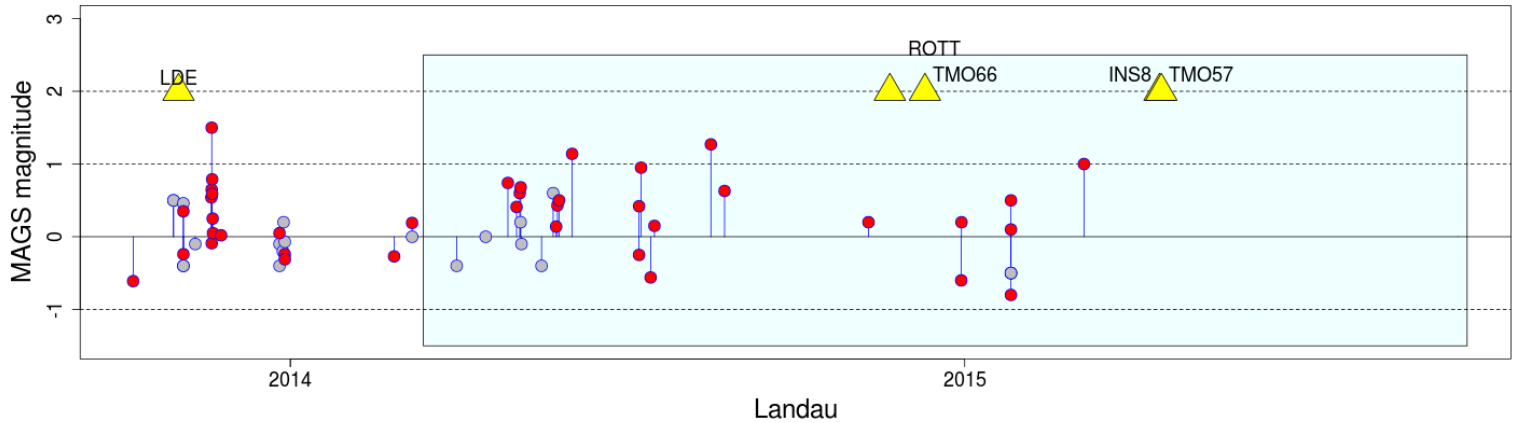
Bundesanstalt für  
Geowissenschaften  
und Rohstoffe

GEOZENTRUM HANNOVER

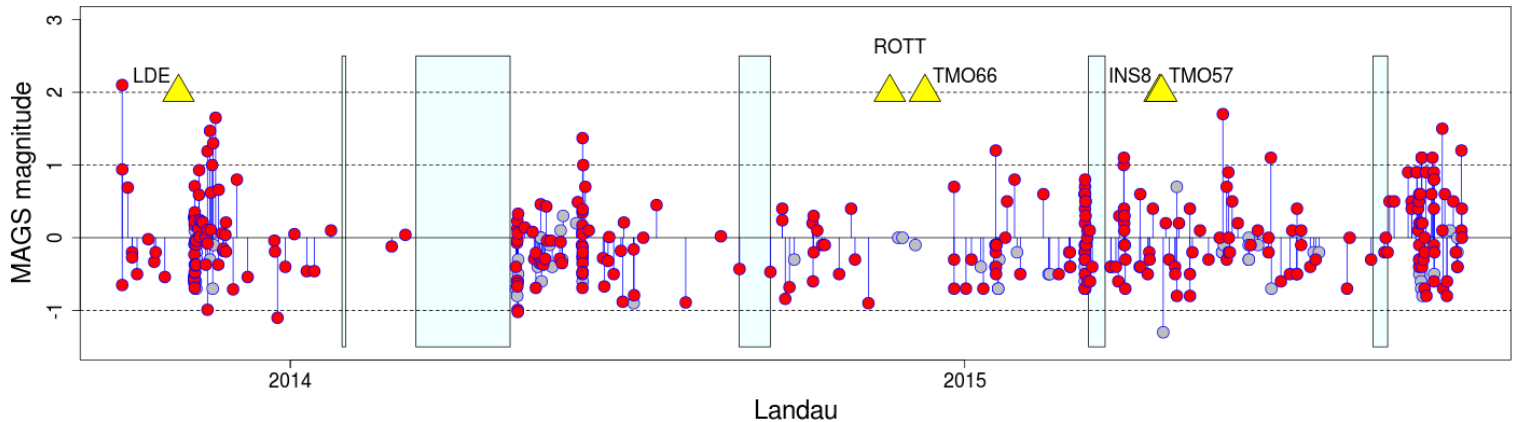
# AP3 – Seismizitätsbestimmende Betriebsparameter

## Magnituden-Häufigkeits-Verteilung ab Oktober 2013

Landau



Insheim





# AP5 - Seismische Dämpfung, Erschütterungskarten

## Bestimmung der Streuung und intrinsischen Dämpfung

