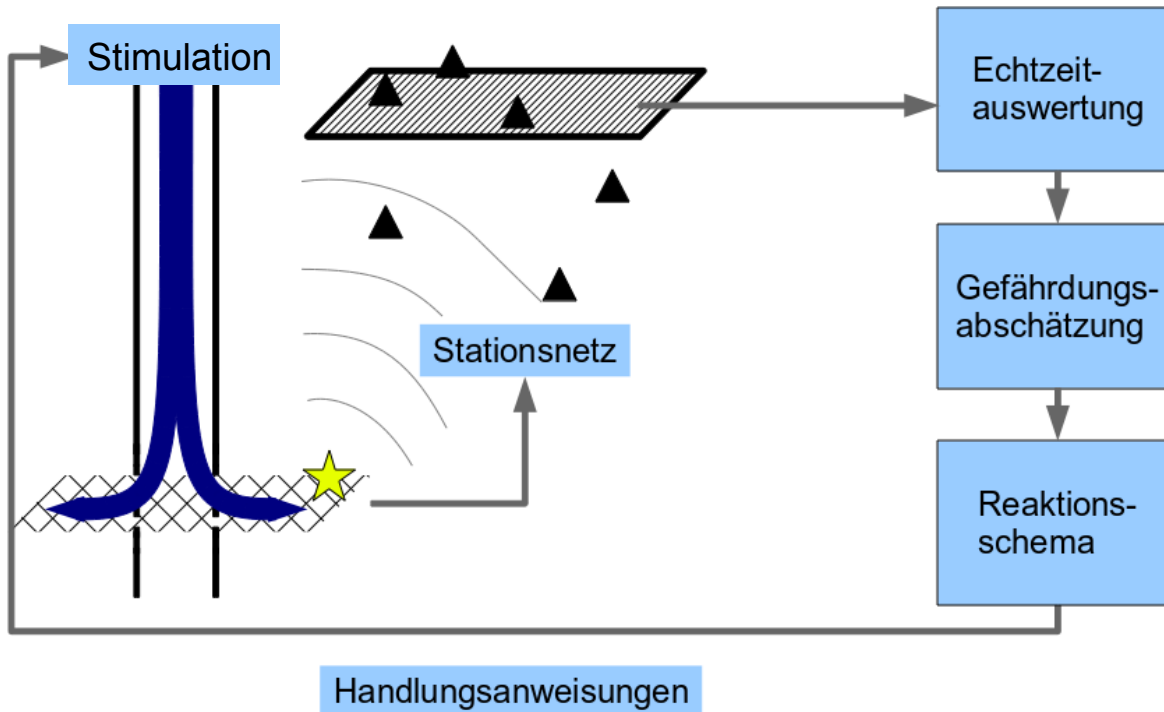


MAGS-Einzelprojekt 3: Echtzeitauswertung induzierter Erdbeben und Gefährdungs- abschätzung bei hydraulischen Stimulationen geothermischer Reservoire

M. Bischoff, M. Keyser, U. Wegler, C. Bönemann, BGR

Echtzeitüberwachung und -auswertung



- Überwachung der hydraulischen Stimulation an der GeneSys-Bohrung
 - Detektionsvermögen des seismologischen Stationsnetzes
- Verbesserung des Echtzeitmonitorings
- Feldexperimente

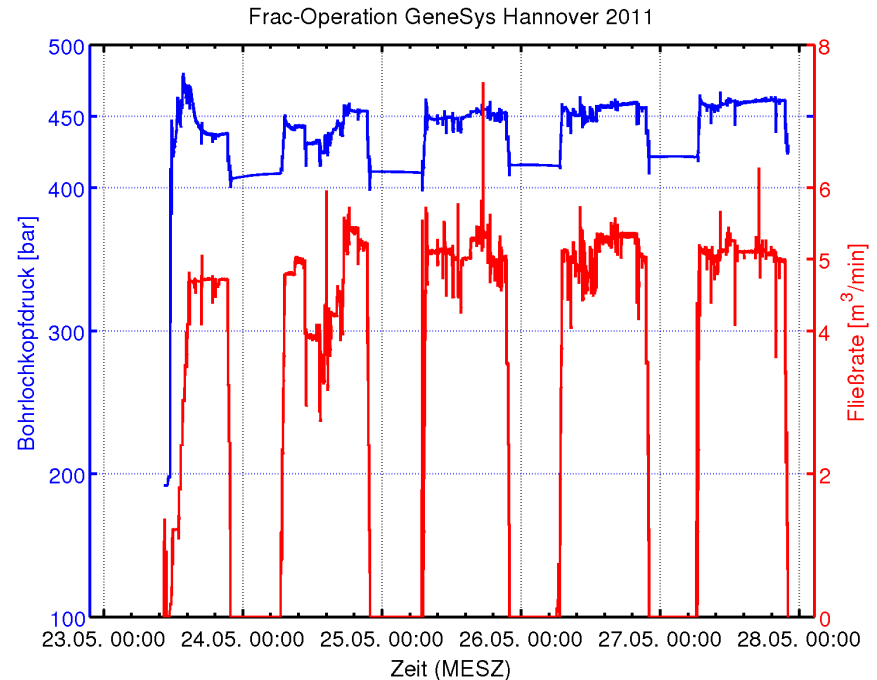
GeneSys-Projekt, Hannover

- **Projekt**

- Einbohrlochkonzept
- Zielformation Mittlerer Buntsandstein (Dethfurt) in 3700 m Tiefe
- Temperatur: 160°C

- **massiver Wasserfrac Mai 2011**

- 20.000 m³ Frischwasser injiziert
- angestrebte Reservoirgröße 0.5 km²
- Stimulation:
5 Tage, täglich 06:00 – 22:00 Uhr
- **Fließraten bis zu 90 l/s**
- **Bohrlochkopfdruck bis 470 bar**



Stationsnetz GeneSys

Echtzeit-Stationen (permanent)

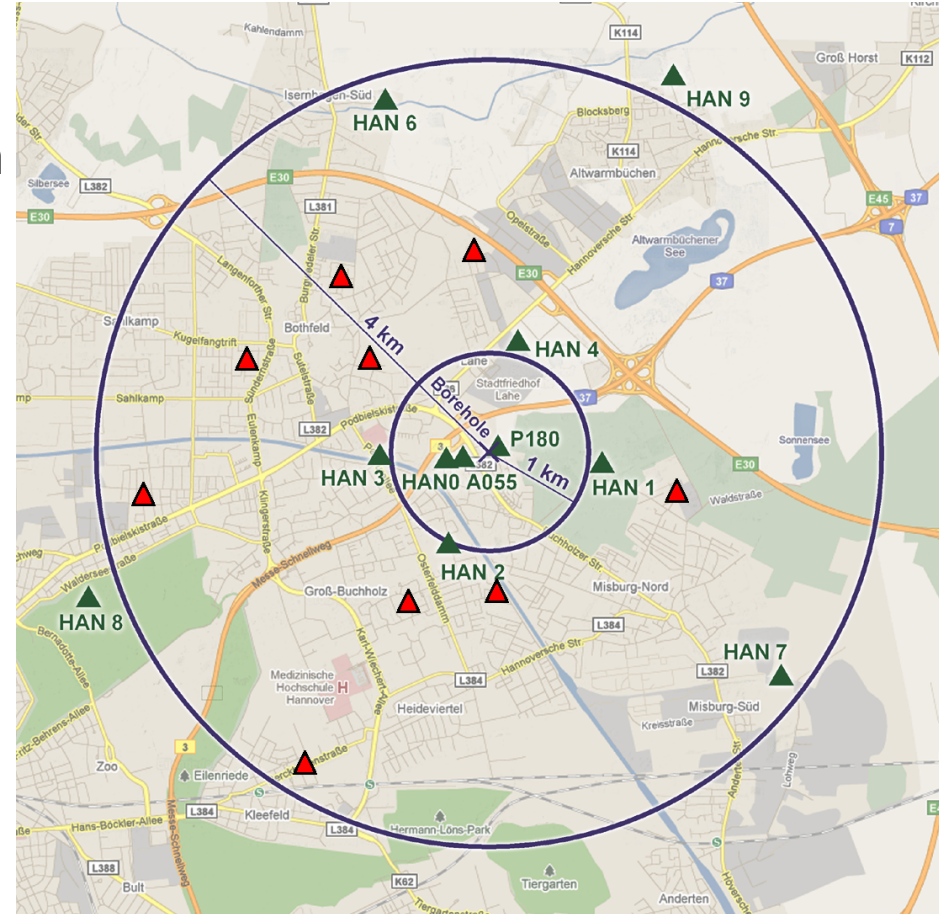
- 4 Bohrlochgeophone, 4.5 Hz, 100 m
- 2 zentrale Bohrlochstationen, 180 & 100 m
- 1 zentrale Breitbandstation, STS-2
- 4 Oberflächenstationen, LE-3Dlite, 1Hz

Offline-Stationen (temporär)

- 8 LE-3Dlite, 1Hz

**kontinuierliche Überwachung
der Seismizität**

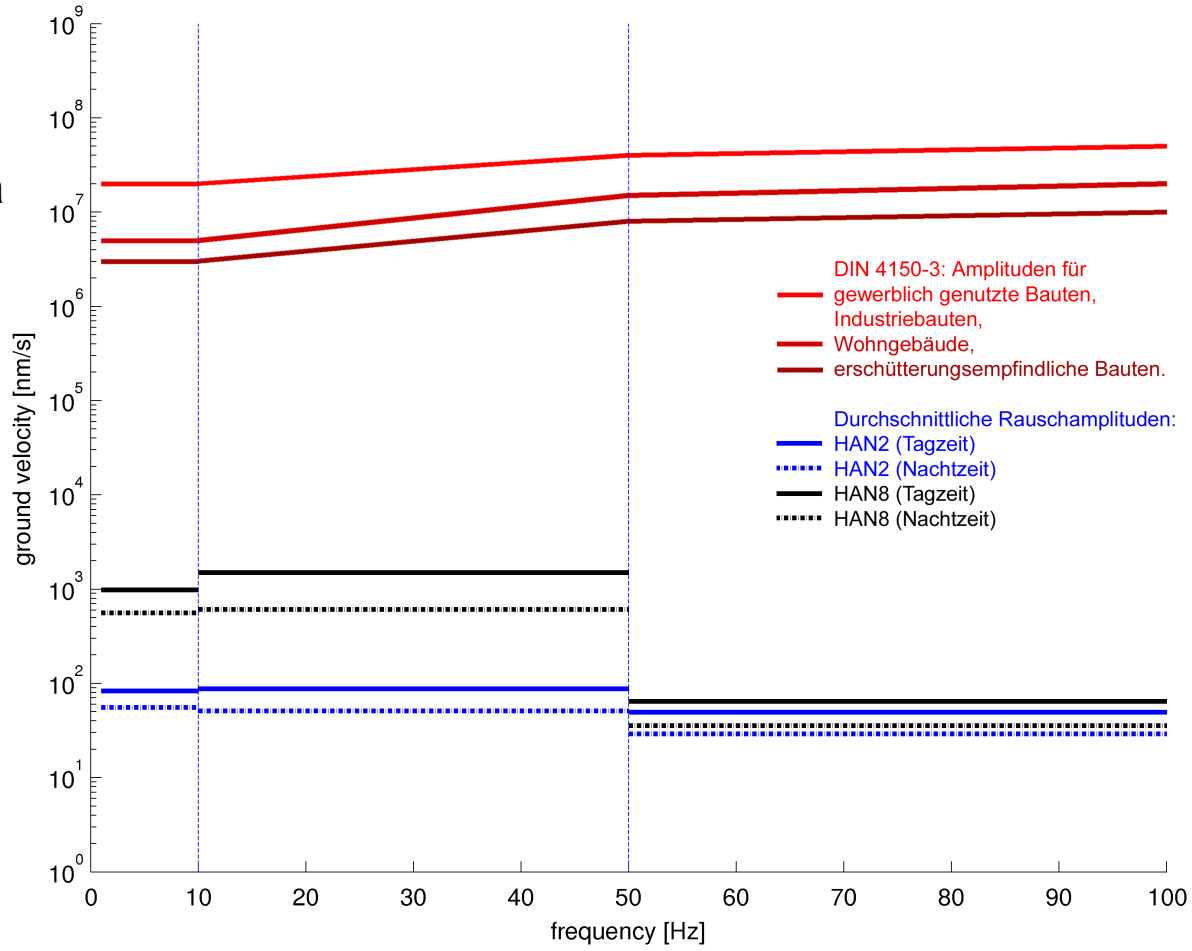
→ keine Seismizität beobachtet



▲ Mobilstationen mit lokaler Datenaufzeichnung M_{AGS}

Reaktionsschema GeneSys

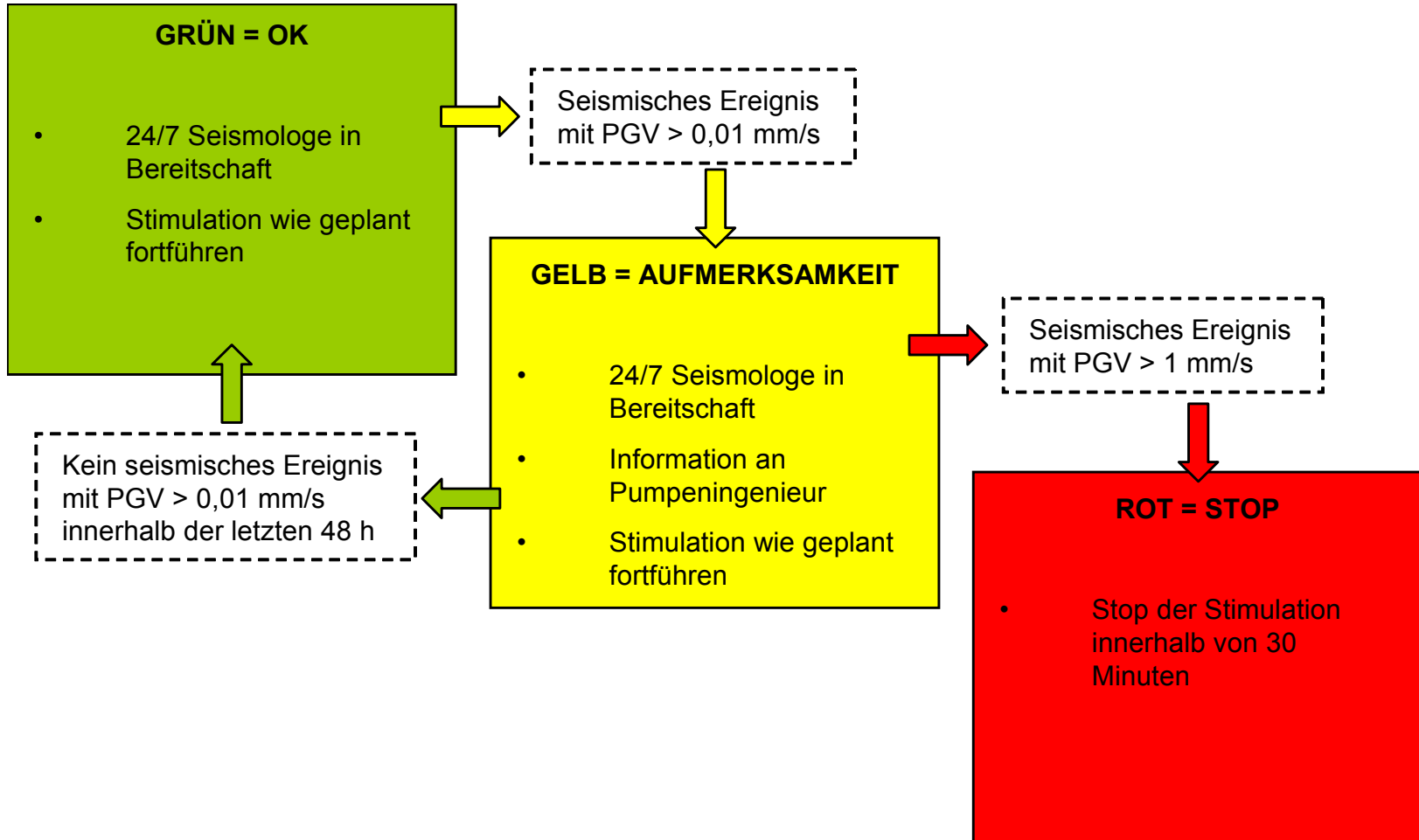
Reaktionsschema
GeneSys



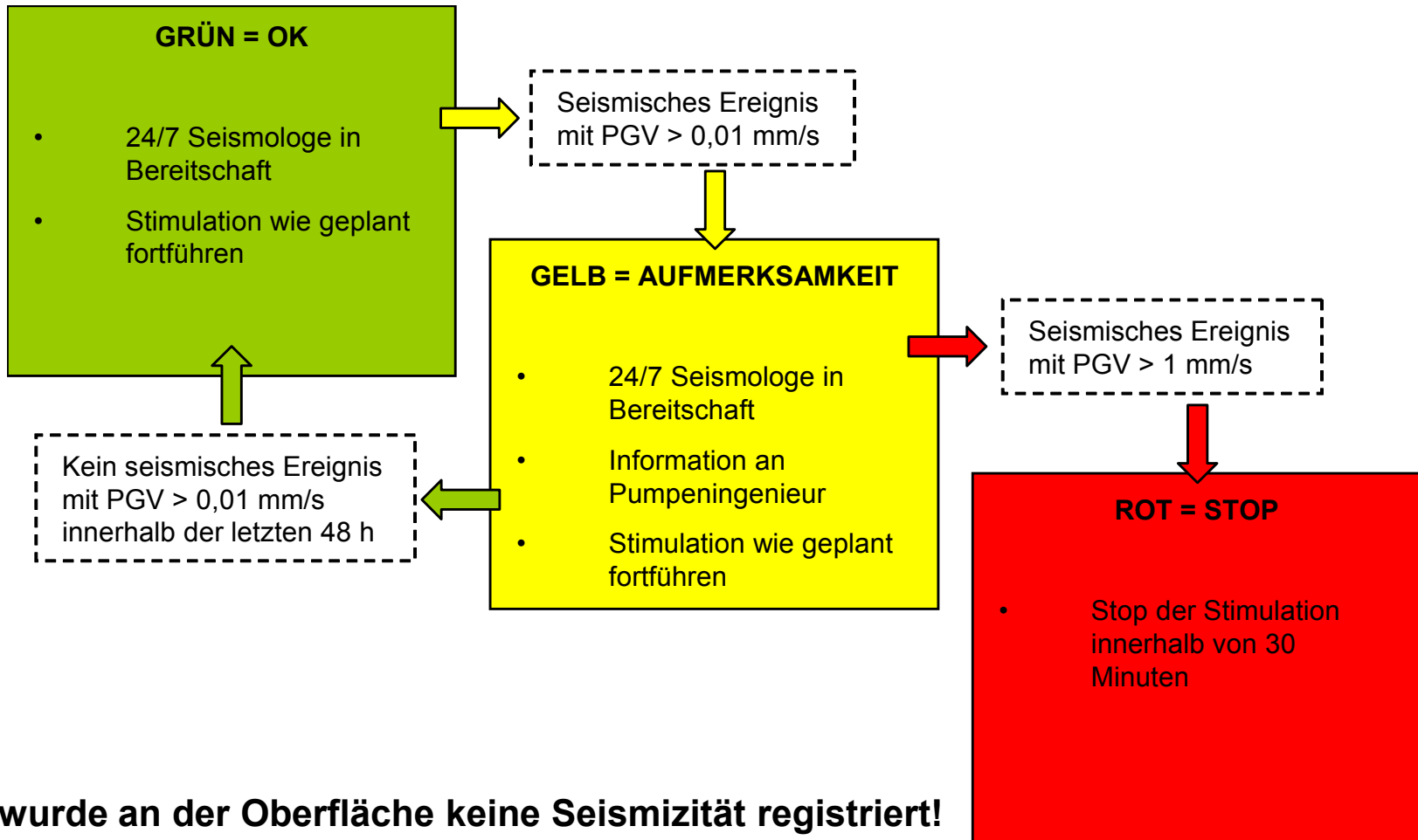
Anhaltswerte DIN

Messwerte

Reaktionsschema GeneSys



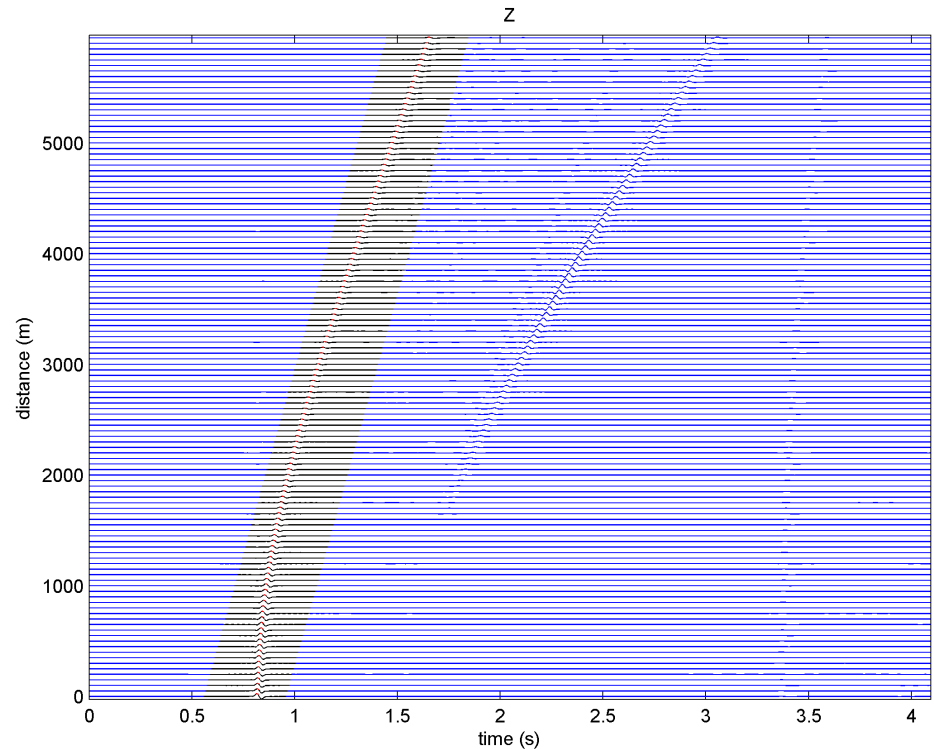
Reaktionsschema GeneSys



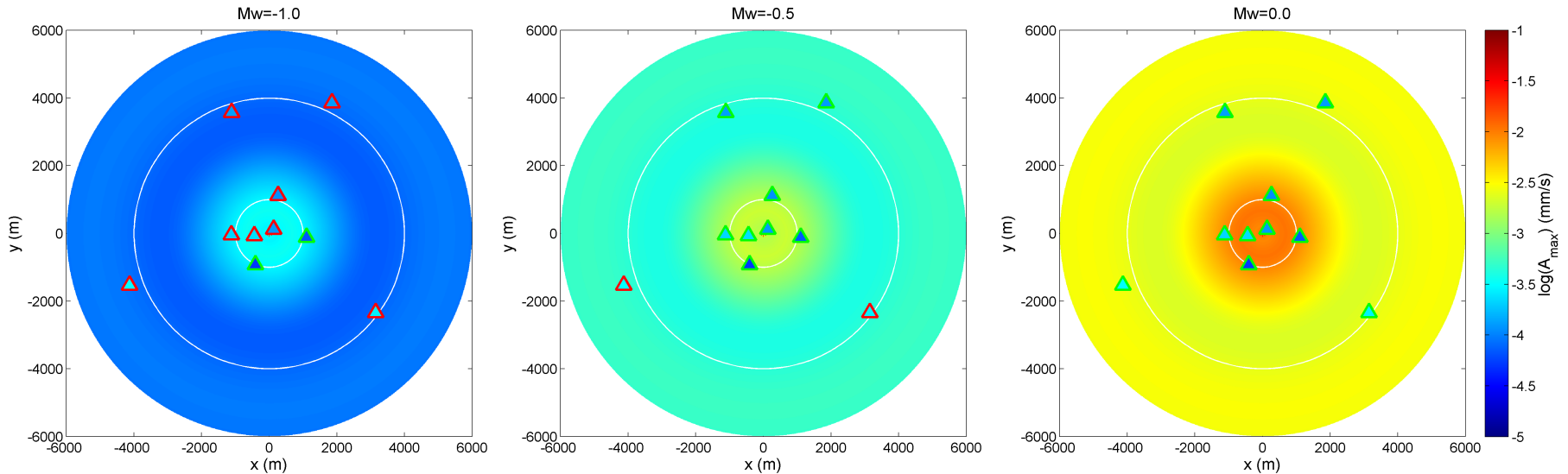
Detektionsvermögen GeneSys

- **synthetische Berechnungen**

- Reflectivity
- Geschwindigkeitsmodell aus SonicLog-Messung
- Dämpfung $Q_p=100$, kritischer Parameter
- Explosionsquelle
- Quellstärke variiert:
 $-1.0 \leq M_w \leq 0.5$



Detektionsvermögen GeneSys



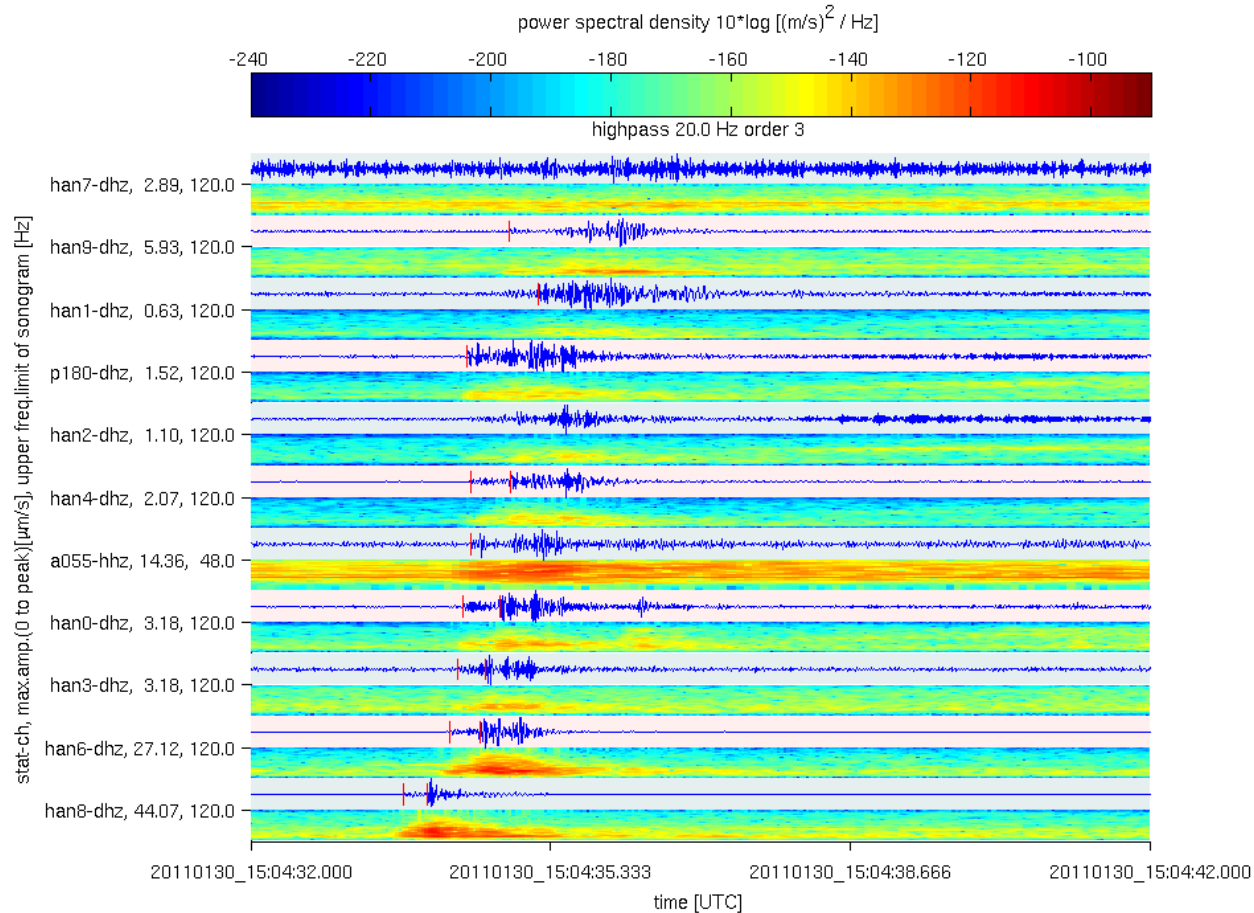
- **Kriterien für sichere Detektion eines Ereignisses**

- $SNR > 3$
- Ereignis an mindestens 4 Stationen detektiert

→ Detektionsschwelle $M_c \approx -0.5$

Beispiel für Detektionen GeneSys

- Bombensprengung, $M_L=0.5$



Zusammenfassung

- **Überwachung der Stimulation GeneSys**
 - Reaktionsschema auf Basis von Schwingungsamplituden der DIN 4150
- **Detektionsvermögen GeneSys + Monitoring**
 - Vergleich synthetischer Wellenformen mit gemessener Bodenunruhe
 - Detektionsschwelle abgeschätzt zu $M_w = -0.5$
 - Unsicherheiten bzgl. Dämpfung

→ **Es wurden keine Ereignisse mit $M_w \geq 0$ induziert!**

→ **Beispiel für erfolgreiche Stimulation ohne spürbare Seismizität im Norddeutschen Becken**
- **Ausblick:**
 - Implementation der Gefährdungsabschätzung (Kooperation mit EP5, FU Berlin)
 - Feldexperiment II zum Test des Echtzeitsystems
 - mögliche Beobachtung innerhalb des Projektzeitraums:
Standort Insheim gemeinsam mit EP2 (KIT) und geo x GmbH

Vielen Dank!