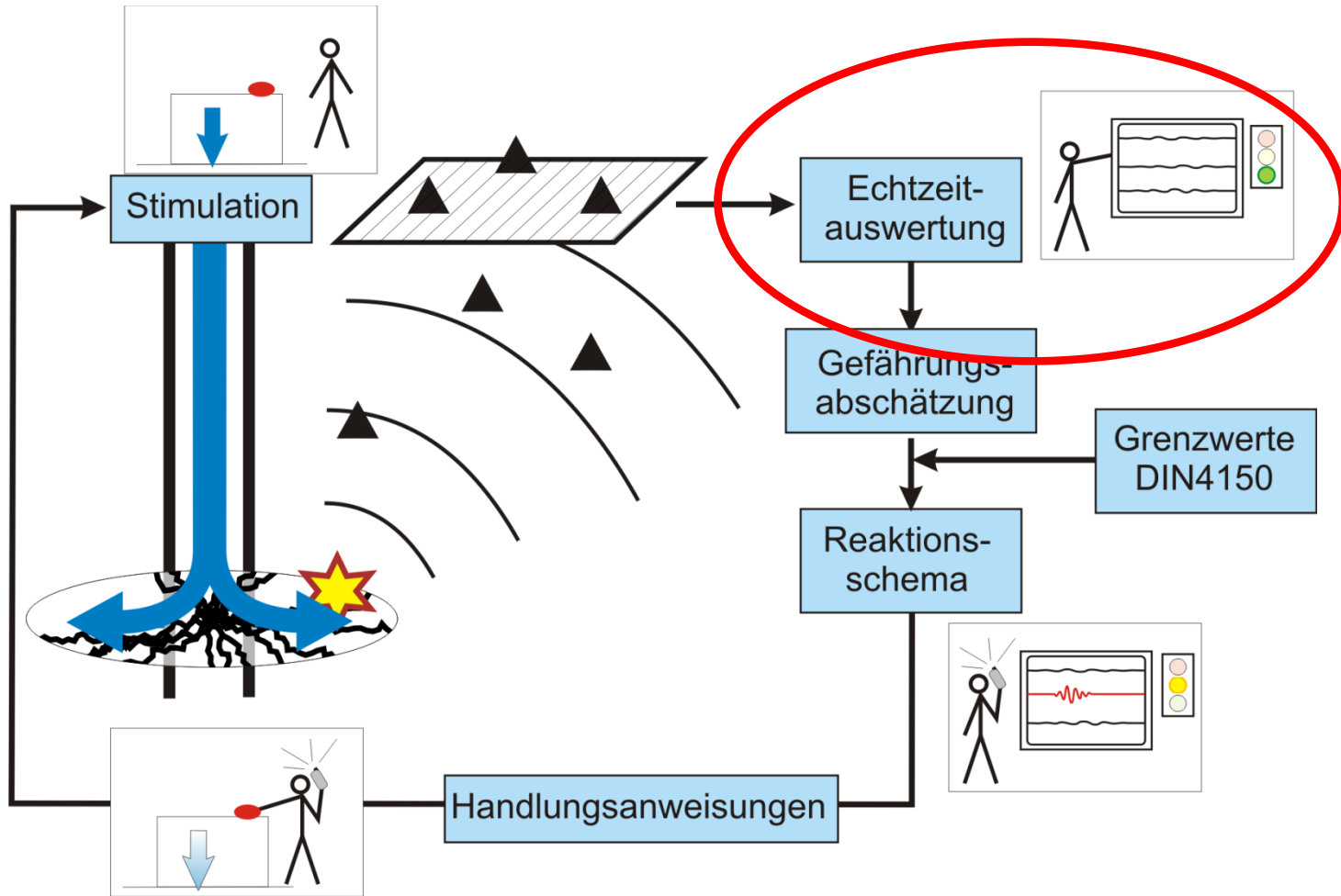


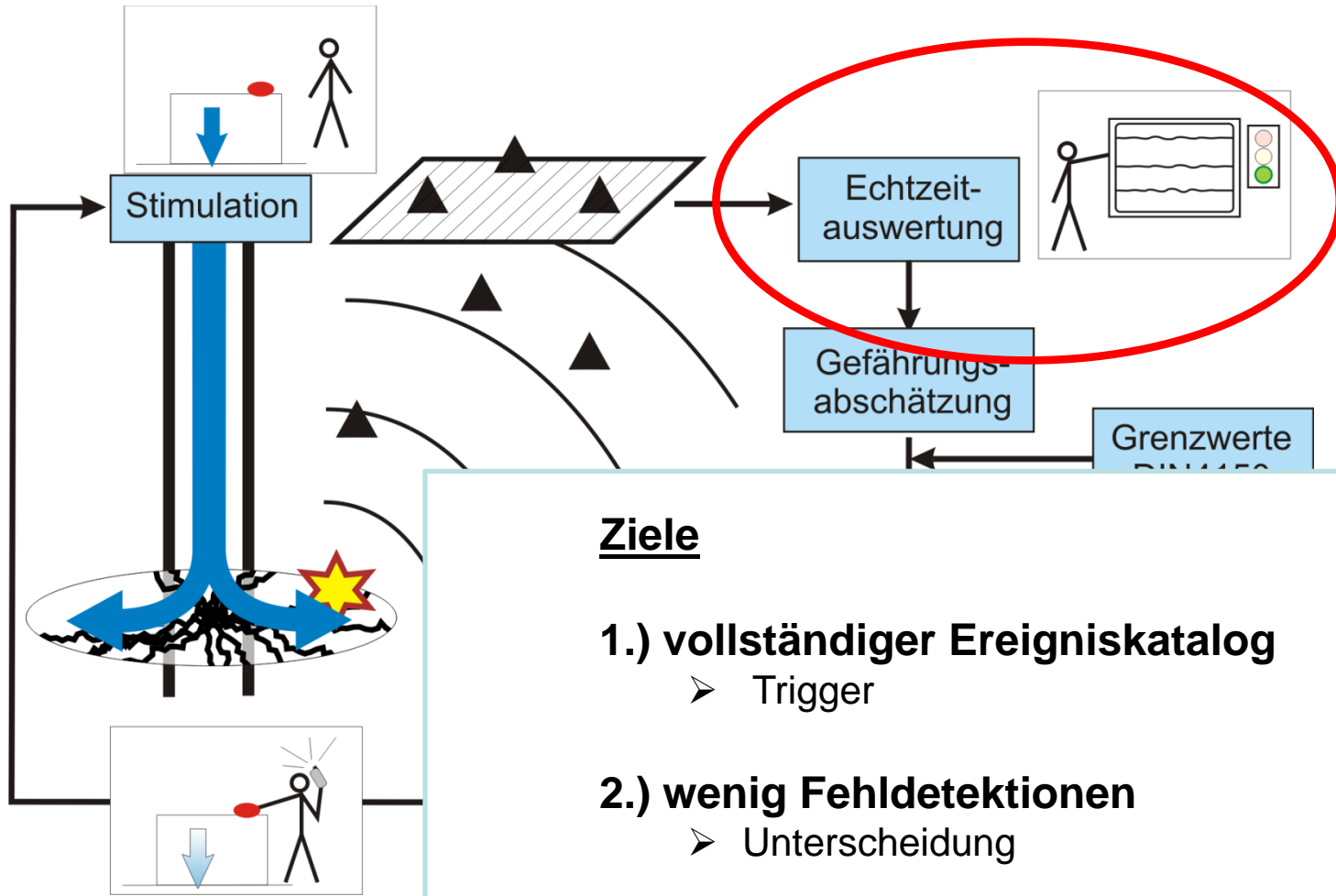
MAGS-Einzelprojekt 3: Echtzeitauswertung induzierter Erdbeben und Gefährdungs- abschätzung bei hydraulischen Stimulationen geothermischer Reservoire

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

Motivation



Motivation



Herkömmliche Ereignisdetektion

- **Funktionsweise STA/LTA-Detektor**

1. Trigger separat auf jeder Spur

- Verhältnis der mittleren Amplituden des potentiellen Signalzeitfensters (STA) und des Hintergrundrauschens (LTA)
- Reduktion der Wellenformen auf Phaseneinsätze

2. Assoziation der Einsatzzeiten

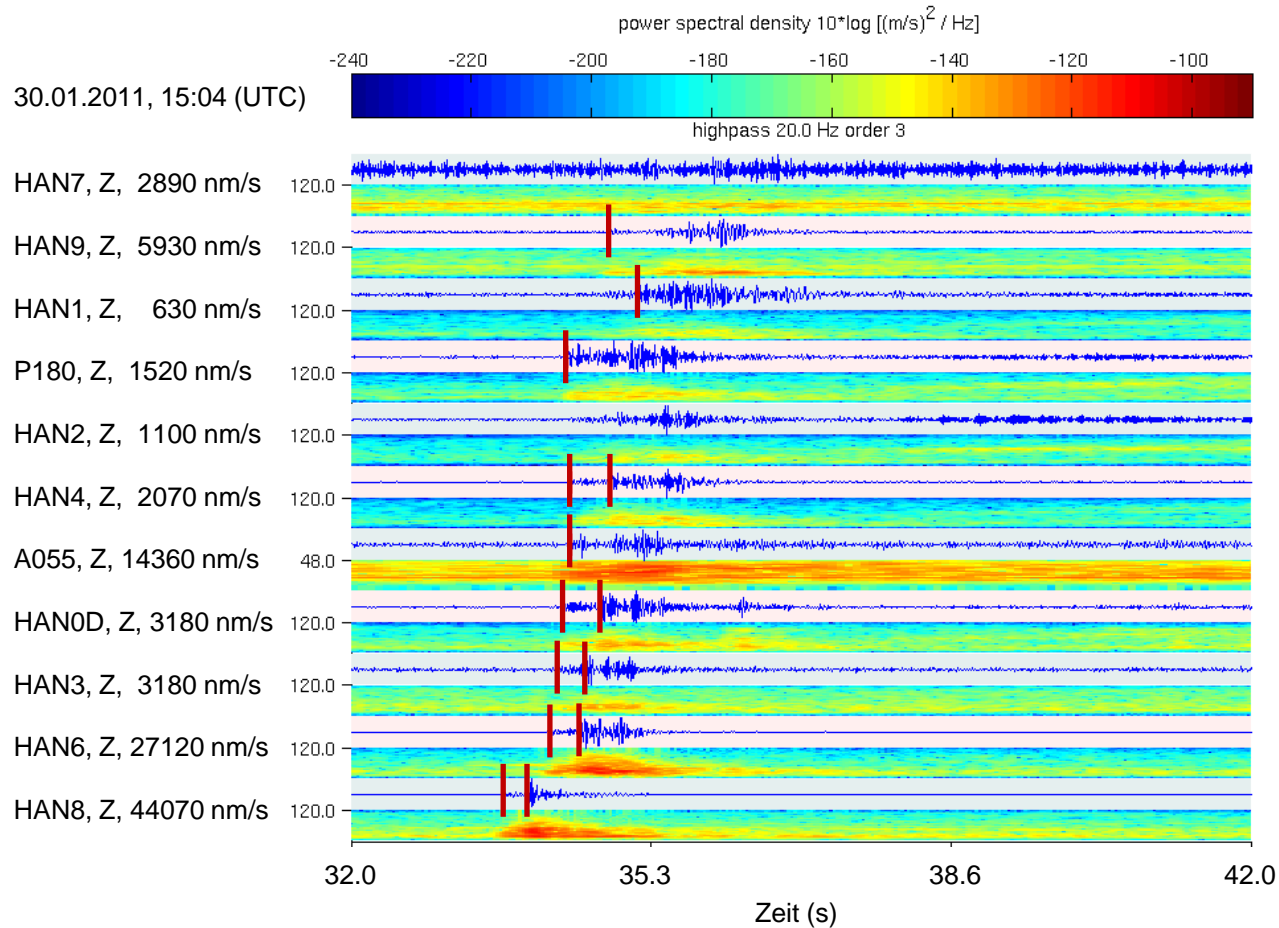
- Vergleich mit theoretischen Einsatzzeiten

→ **Schwierigkeiten:**

- P- und S-Welle werden nicht unterschieden
 - nur wenige Parameter der Wellenformen werden ausgewertet
- viele Rauschdetektionen
 - ständige Assoziation bei vielen Triggern

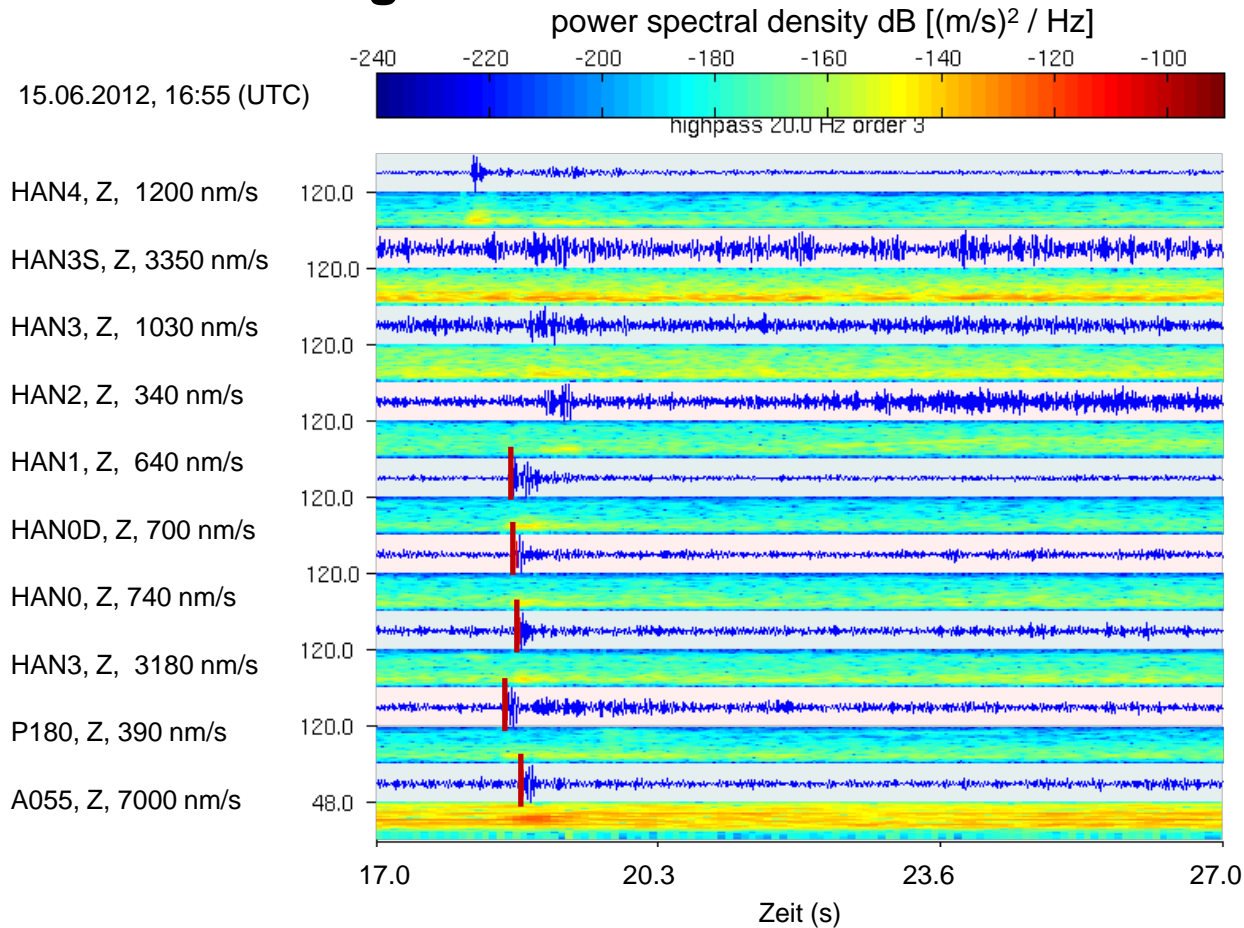
STA/LTA: erfolgreiche Detektion

- Bombensprengung, $M_L=0.5$, GeneSys



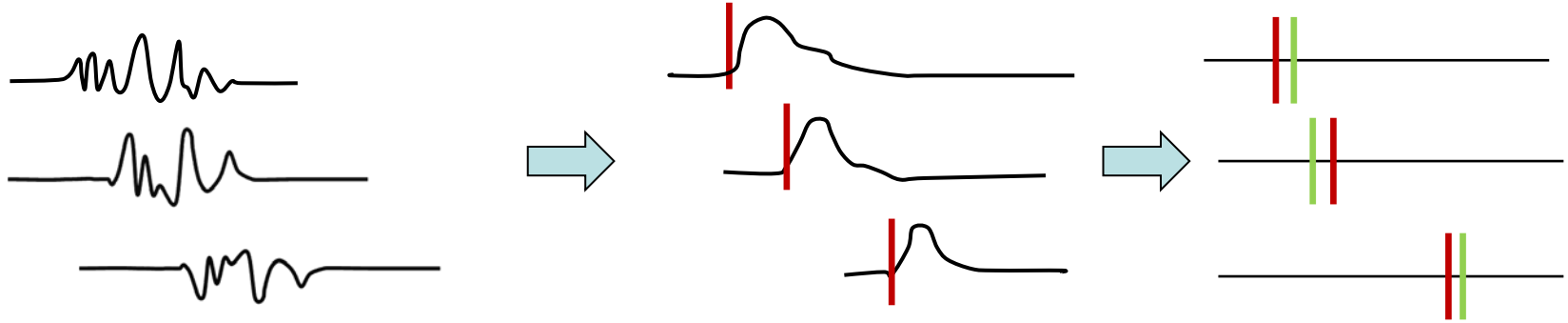
STA/LTA: Rauschereignis

- Lokale Störungen

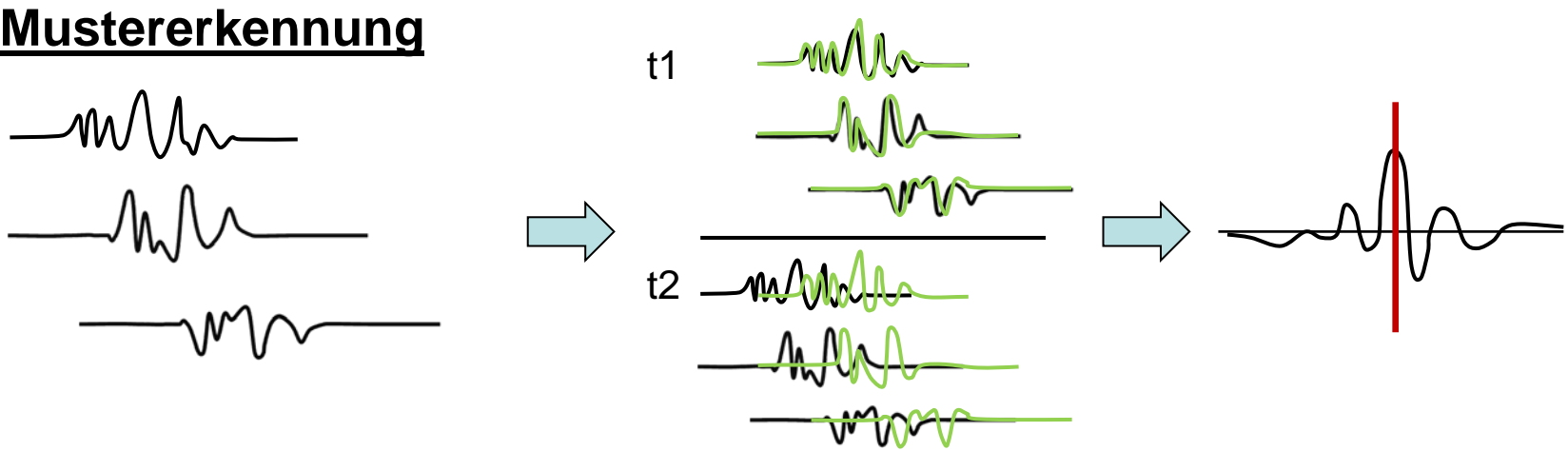


STA/LTA vs. Mustererkennung

STA/LTA



Mustererkennung



Wellenformähnlichkeiten zur Ereignisdetektion

- **Mustererkennung**

1. Bewertung der Signalform jeder Spur

- Vergleich mit bekanntem Musterereignis
- Kreuzkorrelationsfunktion als Maß für die Ähnlichkeit

2. Trigger auf der Summenspur

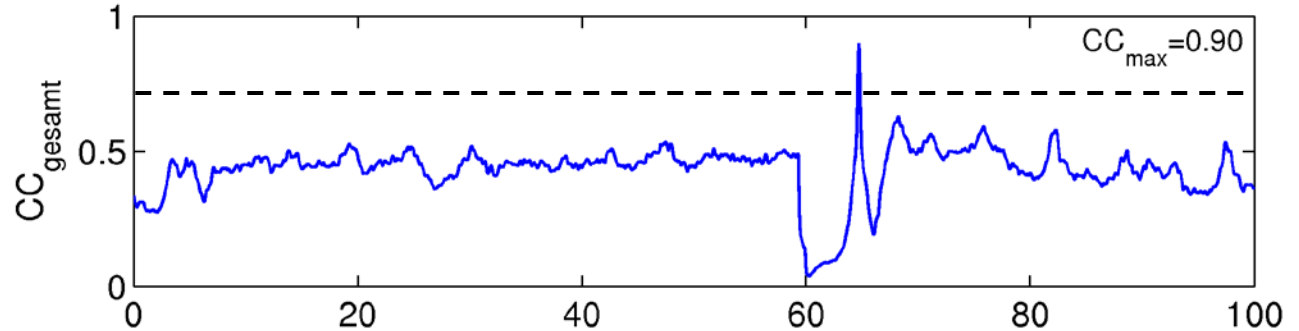
- jeweils für feste Verschiebungszeiten
 - Relativlaufzeiten zwischen Stationen werden berücksichtigt

→ **Vorteile:**

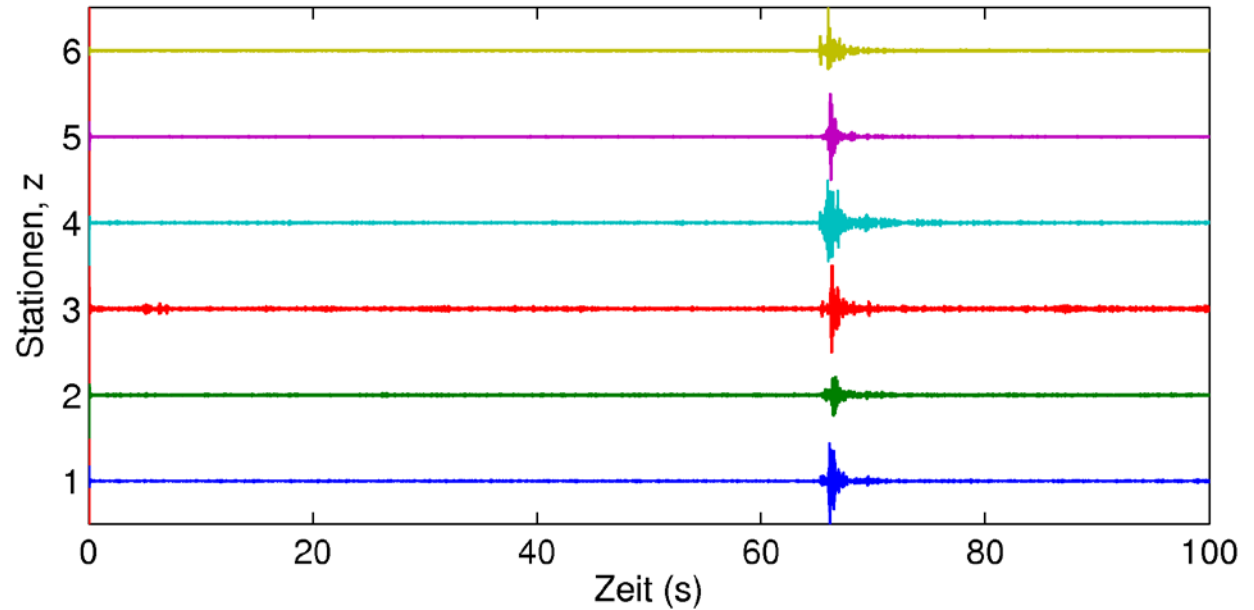
- die gesamte Wellenform wird berücksichtigt
 - zeitliche Energieverteilung (P-, S-Welle)
 - räumliche Energieverteilung (Stationsgeometrie, Herdabstrahlung)

Beispiel Mustererkennung

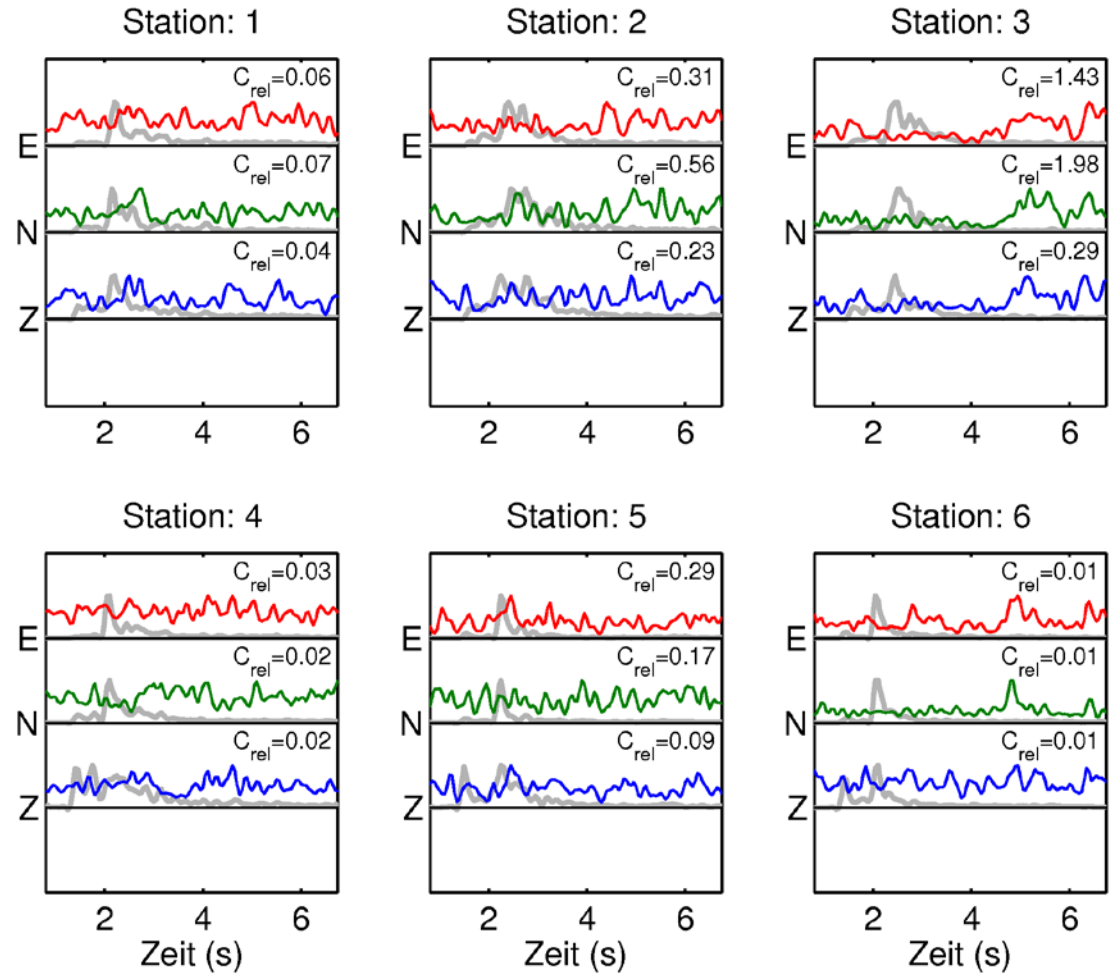
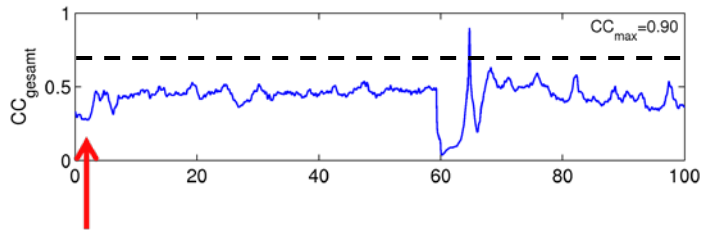
charakteristische Funktion



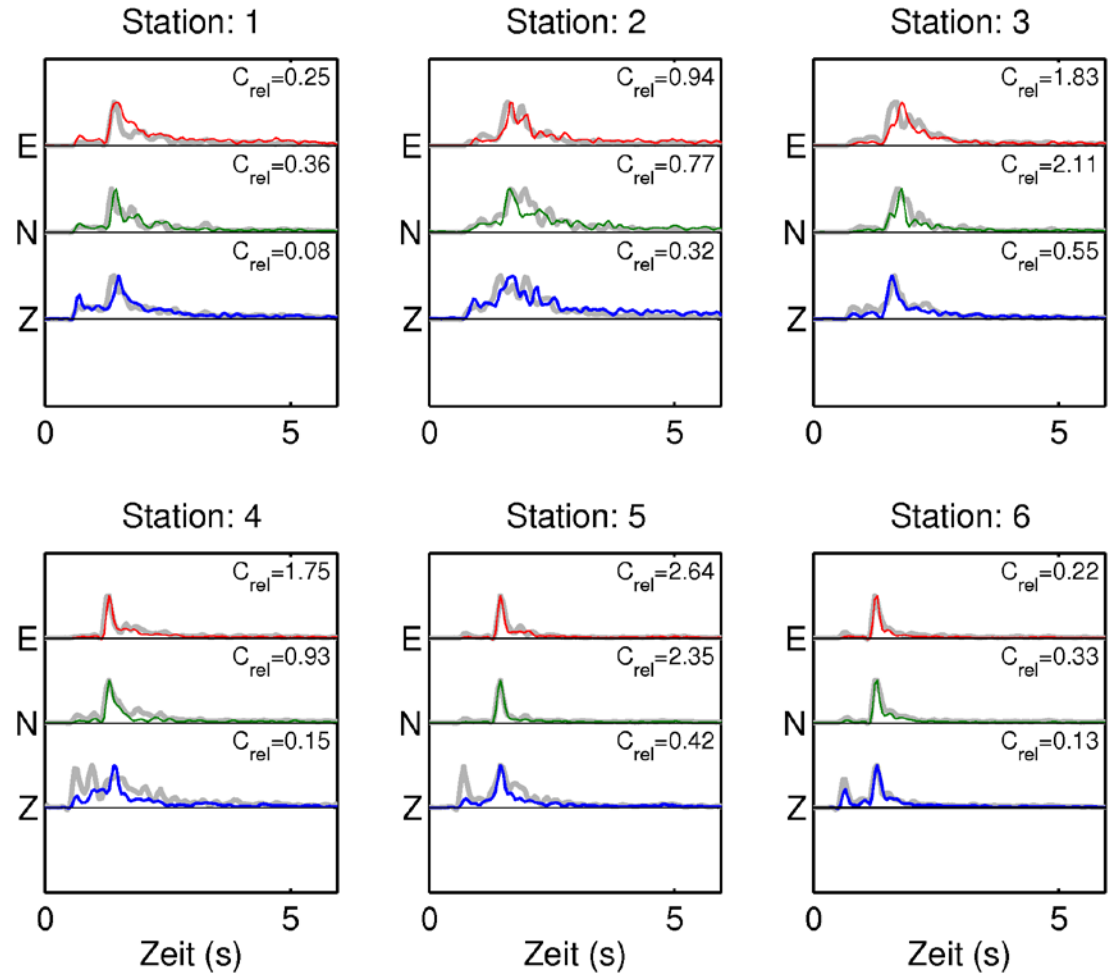
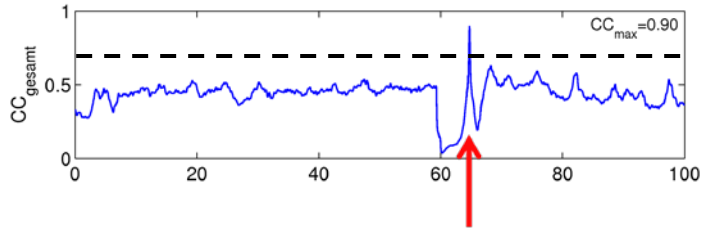
Echtzeit-Wellenformen



Beispiel Mustererkennung



Beispiel Mustererkennung



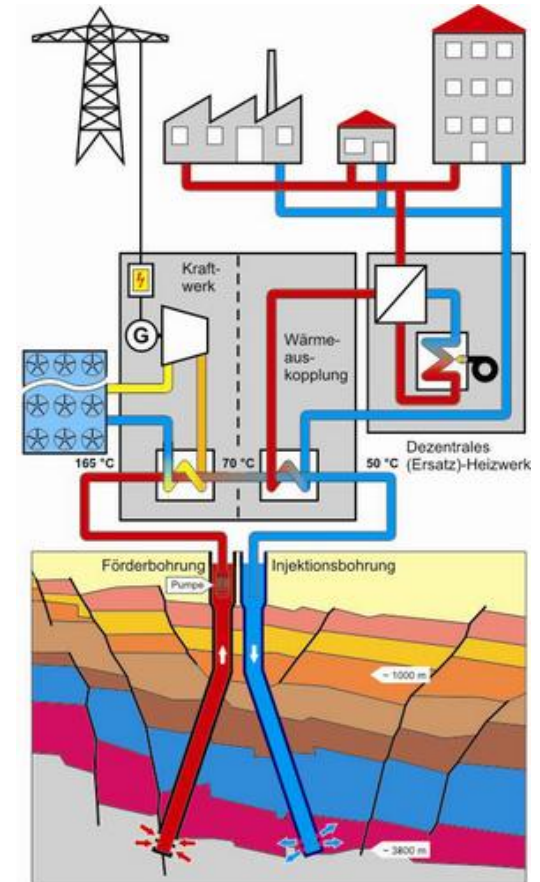
Ausblick Mustererkennung

- Optimierung der Parameter
 - ausführliche Tests an weiteren Beispielen
- systematischer Vergleich: STA/LTA vs. Mustererkennung
- Integration in anerkannte Software (SeisComp3)
- Test im Echtzeitbetrieb:
 - **Feldexperiment II**
 - ursprünglich geplant: Stimulationsexperiment
 - umgesetzte Alternative:
Beginn des Zirkulationsbetriebs in Insheim

Geothermieprojekt Insheim



- hydrothermale Geothermie
- Zirkulation des tiefen Thermalwassers aus rd. 3600 m Tiefe
- Temperatur: rd. 165°C
- elektrische Leistung: 4.8 MWel
(Stromproduktion für ca. 8000 Haushalte)
- thermische Leistung: 6-10 MWth
(Wärmeproduktion für ca. 600-800 Haushalte)
- Kraftwerksbetrieb ab Herbst 2012

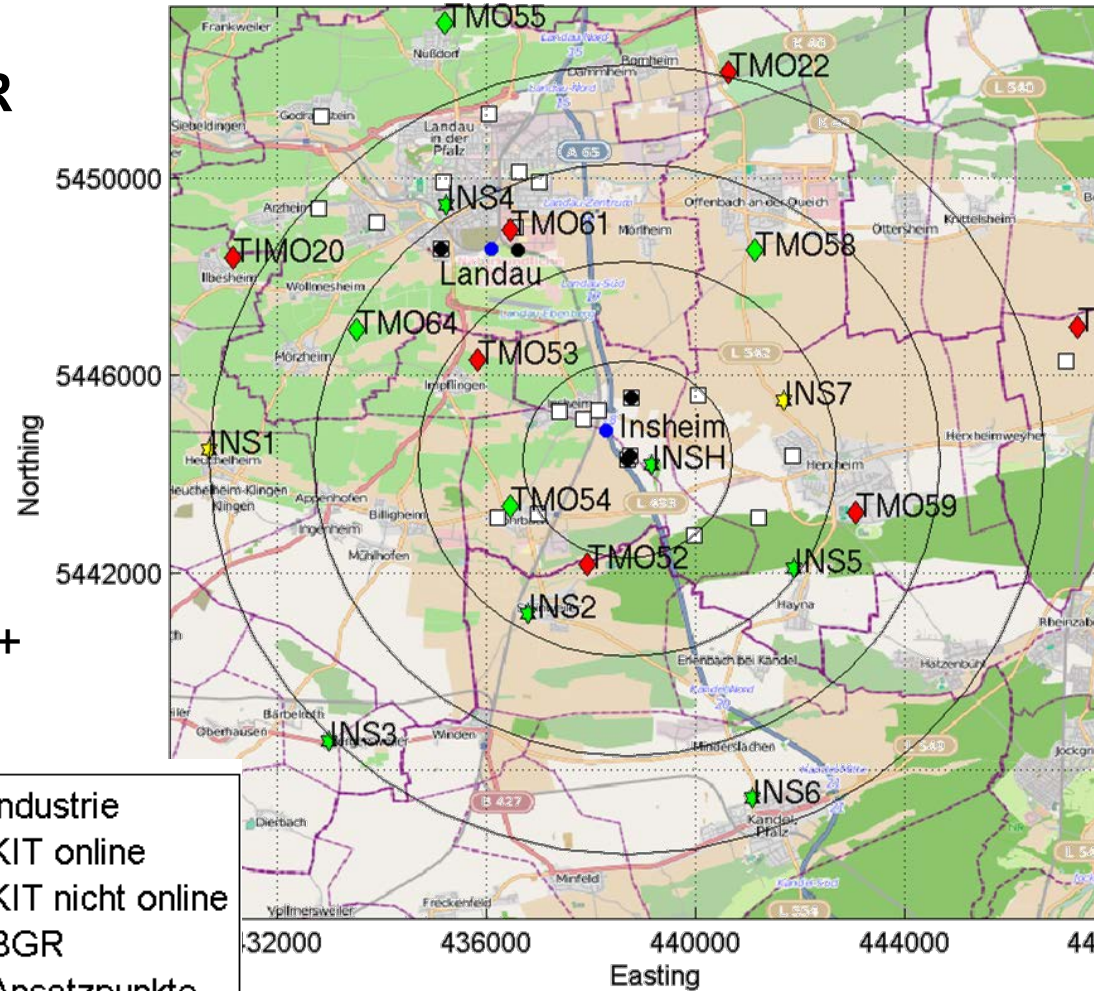


Quelle: www.pfalzwerke-geofuture.de

Feldexperiment II, Insheim

Seismisches Stationsnetz BGR

- Ziel EP3: Echtzeitauswertung für Stimulationen
- Alternative: Insheim (Zirkulation)
- 6 mobile Online-Stationen (+2)
- Seismometer: LE3Dlite, 1 Hz
- Digitalisierer: Quanterra Q330 S+
- Beobachtungszeitraum: 09/2012 – 08/2013



- Industrie
- ◆ KIT online
- ◆ KIT nicht online
- ★ BGR
- Ansatzpunkte
- Landepunkte
- ★ BGR geplant

Mobile Online-Stationen



→ Online-Übertragung

- wichtig: stabile Verbindung
 - GPRS reicht zur Datenübertragung aus
 - neueste Router (LTE/ 4G möglich)
 - Rundstrahler, Richtantenne bei Bedarf (INSH)

→ Fernwartung

- Überwachung der Datenverbindung (ePowerSwitch)
 - automatisierter Neuaufbau bei Störungen (nach 10 Min.)

→ „Plug and Play“

- vorinstallierte Technik in Transportbox
 - einfacher Aufbau (Seismometer, GPS-, Mobilfunkantenne, Netzkabel)

Zusammenfassung + Ausblick

Detektor basierend auf Mustererkennung

- ✓ Routinen entwickelt
 - zeitliche und räumliche Energiefreisetzung wird berücksichtigt
- systematischer Vergleich steht noch aus
- Integration in SeisComp3

Feldexperiment II: Insheim

- ✓ September 2012 – August 2013
- ✓ 6 mobile Online-Stationen installiert
- ✓ 2 weitere Standorte in Aussicht
- ✓ sehr gute Erfahrungen mit Online-Stationen
 - alle Stationen liefern Echtzeitdaten !

Mobile Echtzeitstationen

- **Seedlink-Server 193.174.161.30:18000**
- **GR INSH Insheim**
GR INS2 Insheim
GR INS3 Insheim
GR INS4 Insheim
GR INS5 Insheim
GR INS6 Insheim