

Geothermie und induzierte Seismizität

Christian Bönnemann

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Federal Institute for Geosciences and Natural Resources
Stilleweg 2, D-30659 Hannover

Christian.Boennemann@bgr.de

Inhalt

Begriffe und Grundlagen

Induzierte Seismizität in Norddeutschland

- Geothermie
- Kohlenwasserstoff-Förderung

Schlussfolgerungen

Stärke von Erdbeben

Magnitude: logarithmisches Maß für die Stärke eines Erdbebens aus Messungen der Maximalamplitude seismischer Phasen.

M_L – *Richter-Magnitude*: nur für Flachbeben, Herdtiefe bis 20 km, Entfernungsbereich bis 1000 km

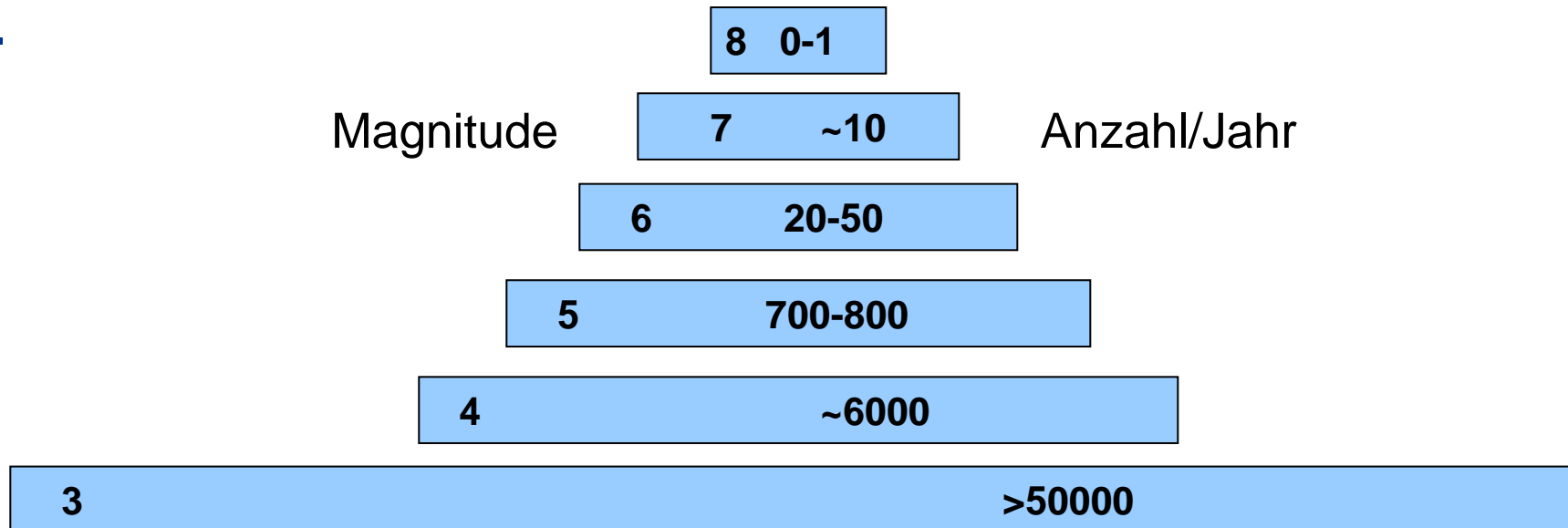
Zahlreiche weitere Magnitudenskalen:

M_S – *Oberflächenwellen-Magnitude*

m_b – *Raumwellen-Magnitude (kurzperiodisch)*

M_W – *Momenten-Magnitude*

...



Auswirkung von Erdbeben

Intensität: Maß für die Auswirkungen eines Erdbebens auf Landschaft, Straßen oder Gebäude, die ohne Instrumente wahrgenommen werden können (Makroseismik).

Ein Beben gleicher Magnitude kann sich mit unterschiedlicher Intensität auf die Oberfläche auswirken (je nach Herdtiefe, Oberflächengeologie und Bebauung).

Europäische Makroseismische Skala EMS-98

I	nicht fühlbar
II	kaum bemerkbar
III	schwach
IV	deutlich
V	stark
VI	leichte Gebäudeschäden
VII	Gebäudeschäden
VIII	schwere Gebäudeschäden
IX	zerstörend
X	sehr zerstörend
XI	verwüstend
XII	vollständig verwüstend

Getriggerte Erdbeben

Natürliche Erdbebenentätigkeit, die durch den Ausbau und Betrieb der Geothermieanlage beeinflusst werden kann.

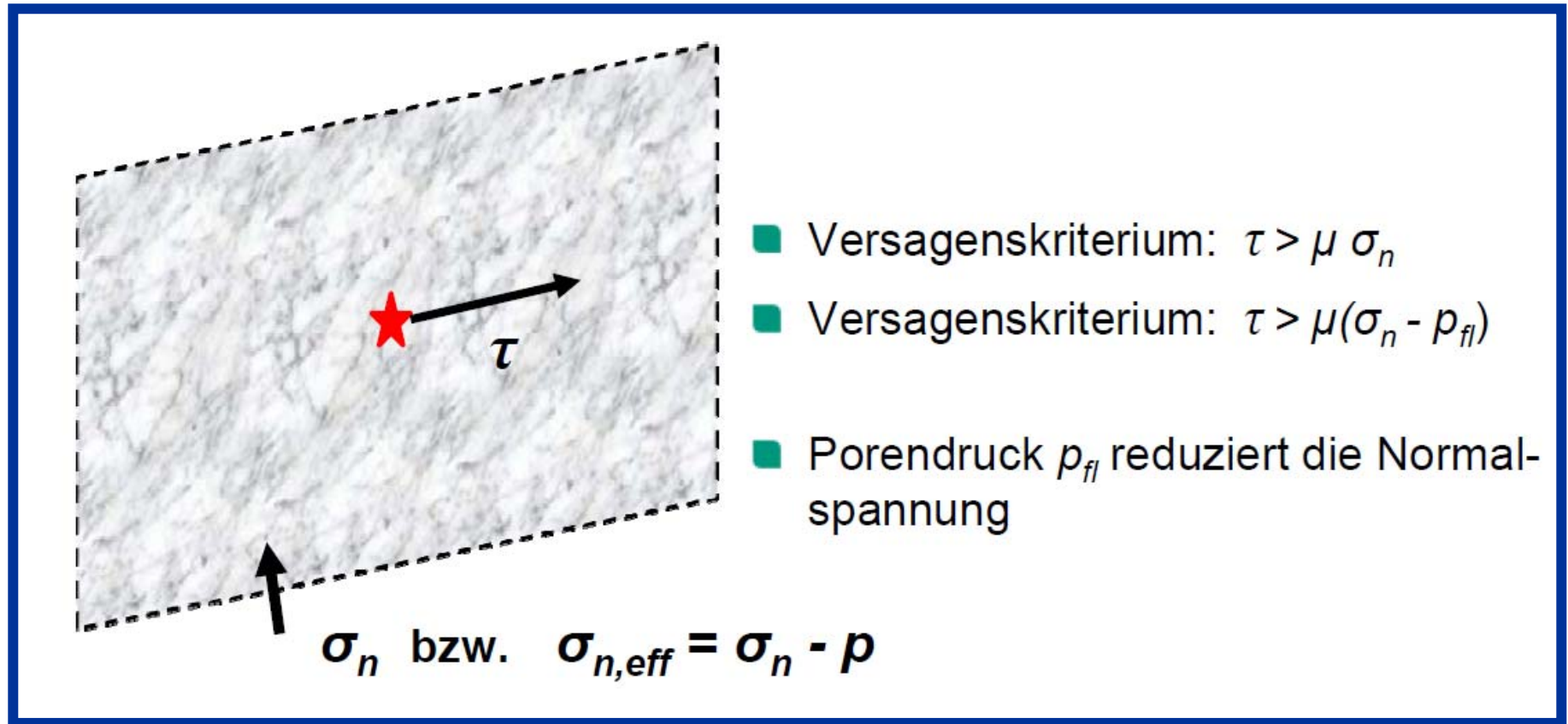
Induzierte Erdbeben

Erdbebenaktivität, die durch den Ausbau und Betrieb der Geothermieanlage unmittelbar im geothermischen Reservoir ausgelöst wird.

Quelle: Deep Heat Mining Basel, Seismische Risikoanalyse (SERIANIX)

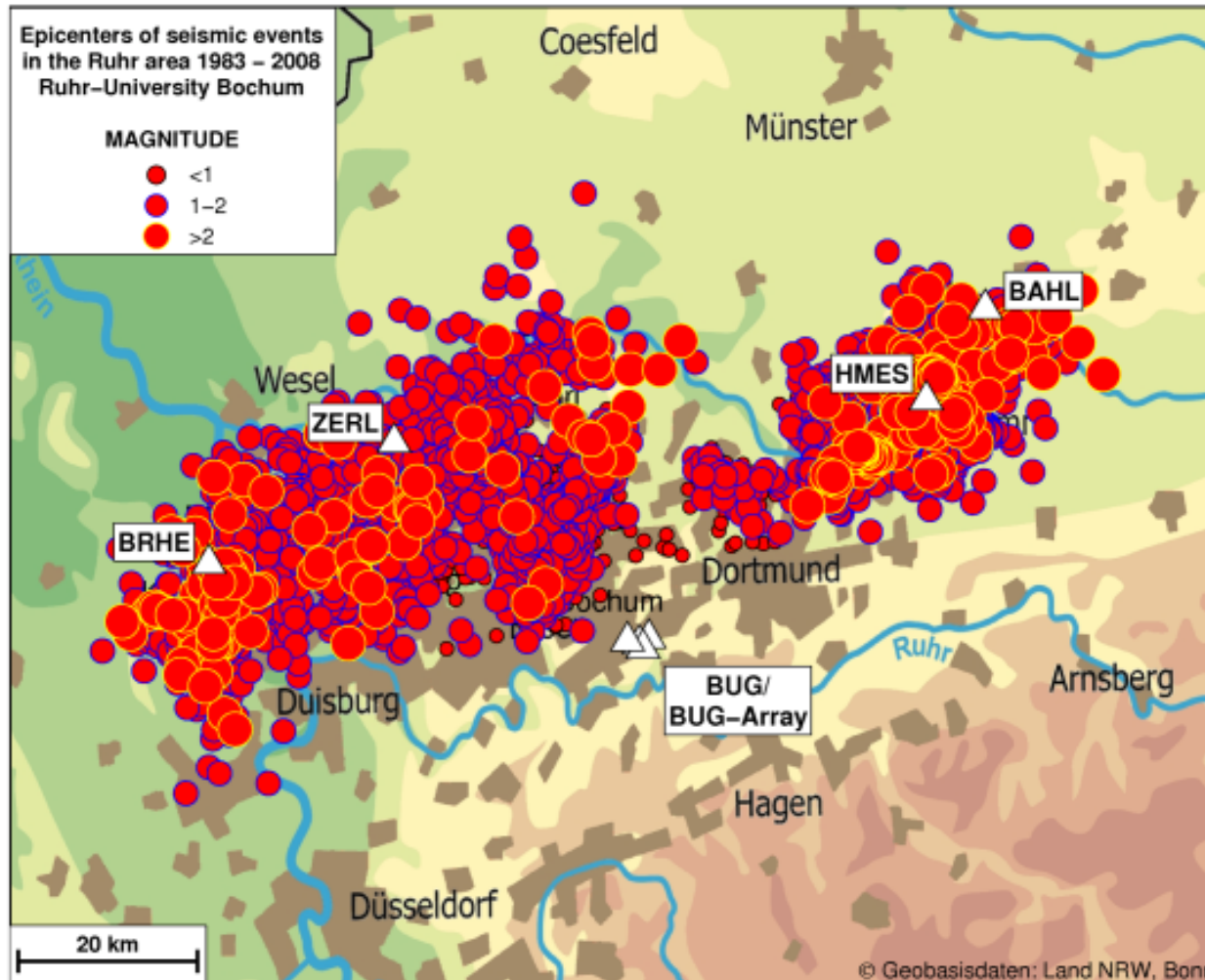
Weitere Ursachen: Bergbau, sonstige Entnahme/Injektion von Fluiden, Staudämme

Spannung an einer potenziellen Bruchfläche



Quelle: PD Dr. Joachim Ritter, Karlsruher Institut für Technologie

Durch Bergbau induzierte Seismizität



Weitgehende Akzeptanz der Seismizität:

- Bergbau wirtschaftliche Grundlage der Region
- Langzeit-Gewöhnung
- Effiziente Schadensregulierung durch Fonds

Seismizität im Ruhrgebiet 1983 – 2008 (Quelle: Ruhr-Universität Bochum)

Seismizität durch die Injektion von Fluiden

Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 71, No. 3, pp. 731-745, June 1981

THE DENVER EARTHQUAKES OF 1967-1968

BY ROBERT B. HERRMANN, SAM-KUEN PARK, AND CHIEN-YING WANG

ABSTRACT

A detailed study of the earthquakes associated with the Rocky Mountain Arsenal disposal well is presented. Long-period surface-wave studies are used

Verpressung von flüssigen Chemie-Abfällen

Denver, Colorado (1962 -1967)

Maximale Magnitude: 5.4

Fluid-Injektion wurde nach Herstellung Zusammenhang mit Beben eingestellt

Deep Waste-Fluid Well Blamed For Earthquakes

Associated Press Writer DENVER, Colo. (AP) Renewed interest is being focused on a deep well drilled at the Rocky Mountain Arsenal and any possible connection with a five-year series of earthquakes in the Denver area.

low," he said "The forced-in liquids lubricated the rocks and caused them to shift and slide. As a result, we have earthquakes."

Arms officers point out that pumping was stop

fluids still are standing almost 11,000 feet deep in the well. He said this causes steady pressure on the shifting rocks below.

One who is skeptical of Evans' theory is Dr. Maurice

Sarasota Journal - 29. Dec. 1967

Stärkste seismische Ereignisse an Geothermie-Anlagen

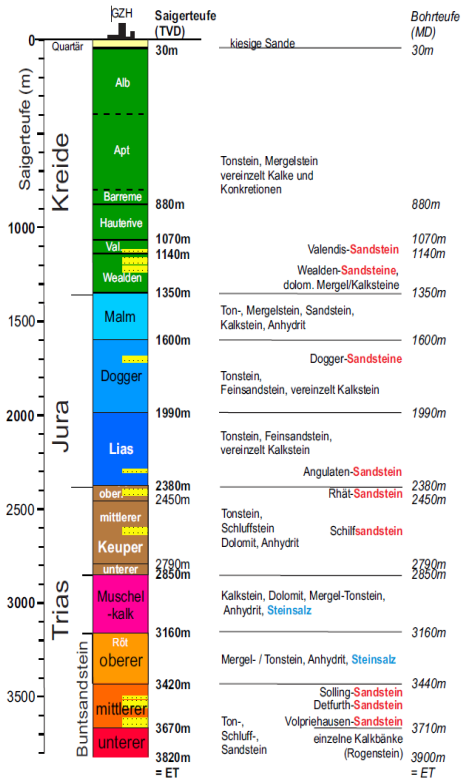
Site	Max. Magnitude
The Geysers, USA	4.6
Cooper Basin, Australien	3.7
Basel, Schweiz	3.4
Rosemanowes, UK	3.1
Soultz-sous-Forêts, Frankreich	2.9
Landau, Deutschland	2.7

Quelle: <http://en.wikipedia.org> und Ergänzung

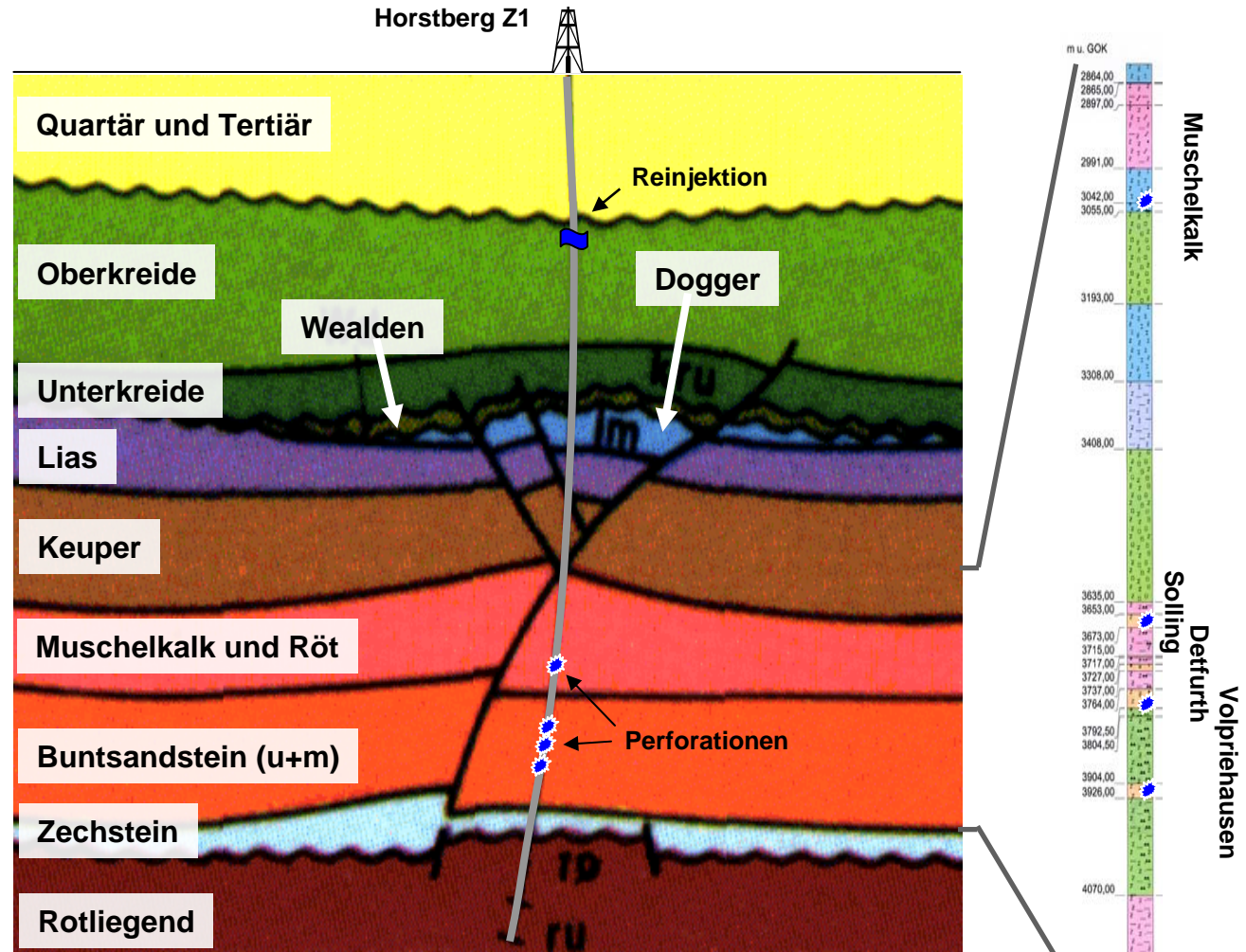
Bohrung Horstberg Z1

Inversionsstruktur Fassberg

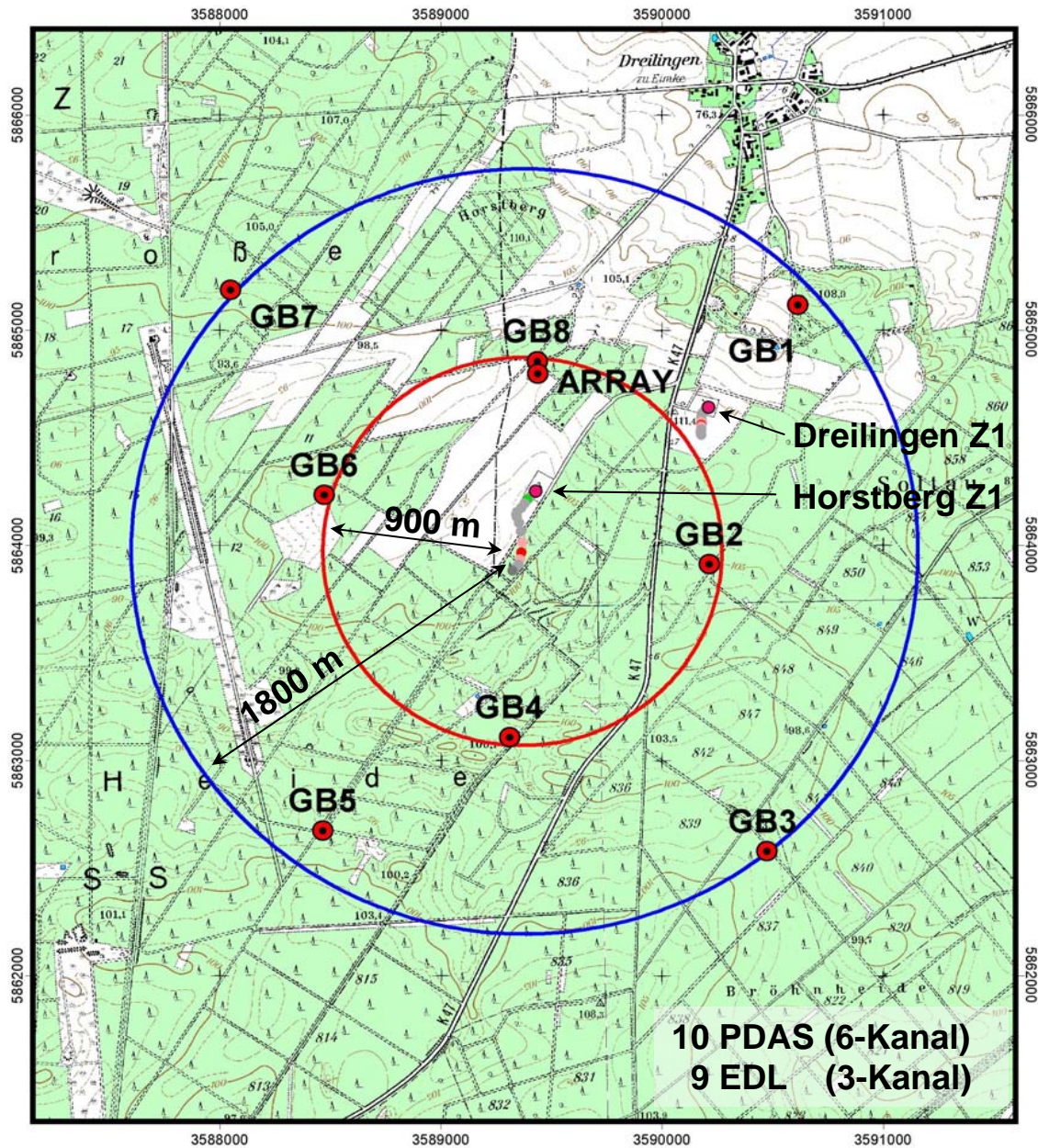
Stratigrafie der Bohrung Groß Buchholz GT



Bearbeitung: Pletsch, Erbacher, Heunisch, Luppold, Röhling & Weiß (2009)



Zeichnung aus: Geotektonischer Atlas ...
(Baldschuhn et al. 1999)

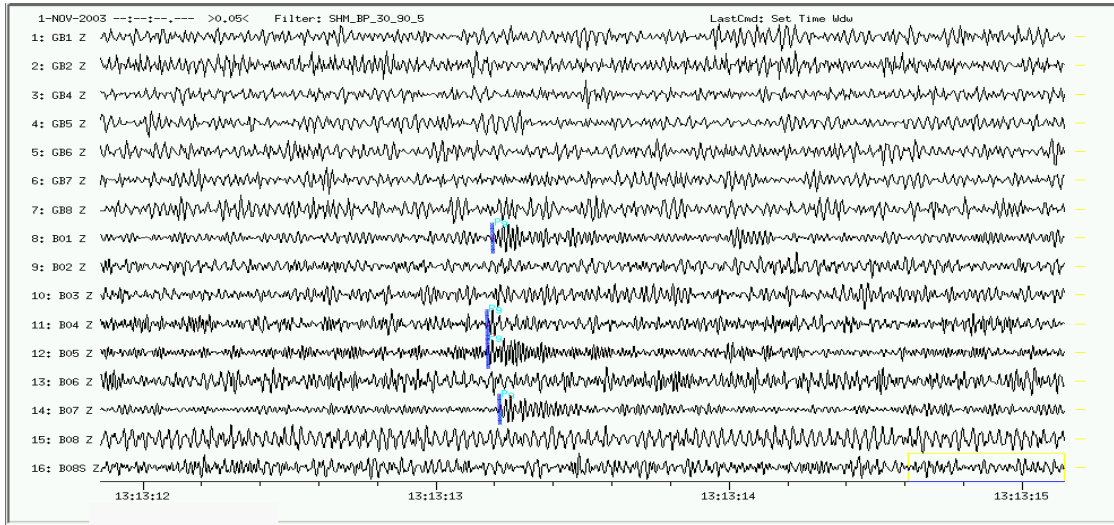


Horstberg: Aufbau seismisches Monitoring-Netz

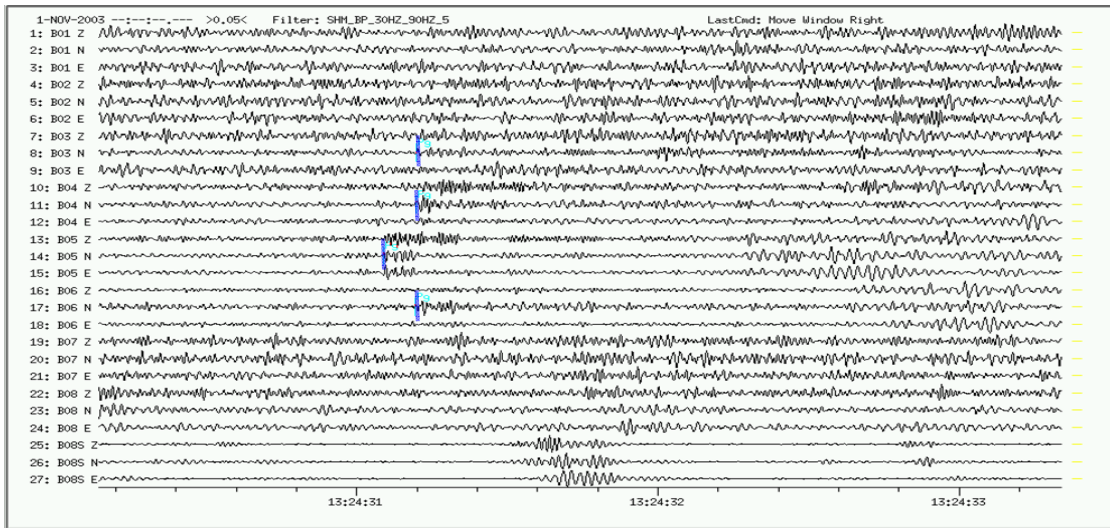


Quelle: LIAG

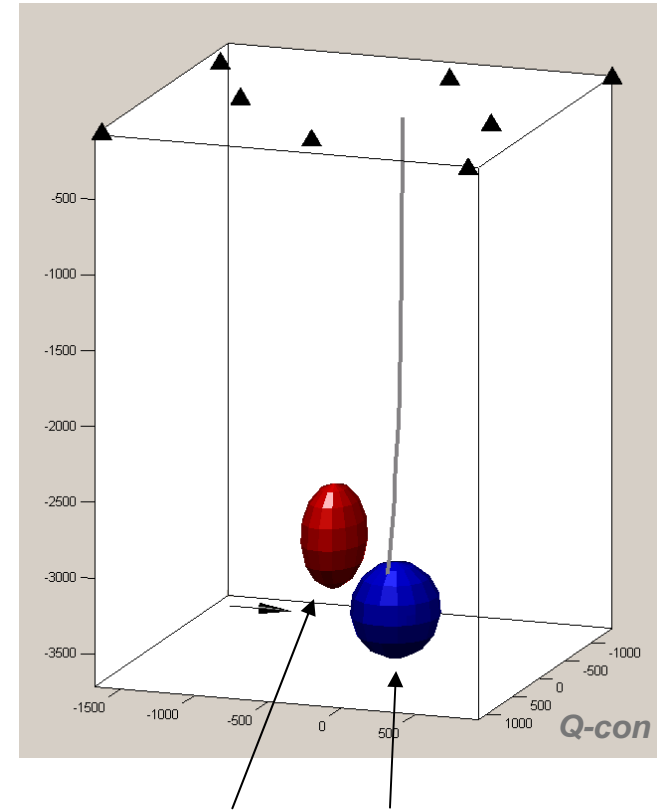
Horstberg: Induzierte Ereignisse – Registrierung und Lokalisierung



Seismisches Ereignis am 1.11. um 13:13:11. Alle Stationen, z-Komponenten



Seismisches Ereignis am 1.11. um 13:24:29. EDL - Stationen, alle Komponenten, Bandpass 30 – 90 Hz.

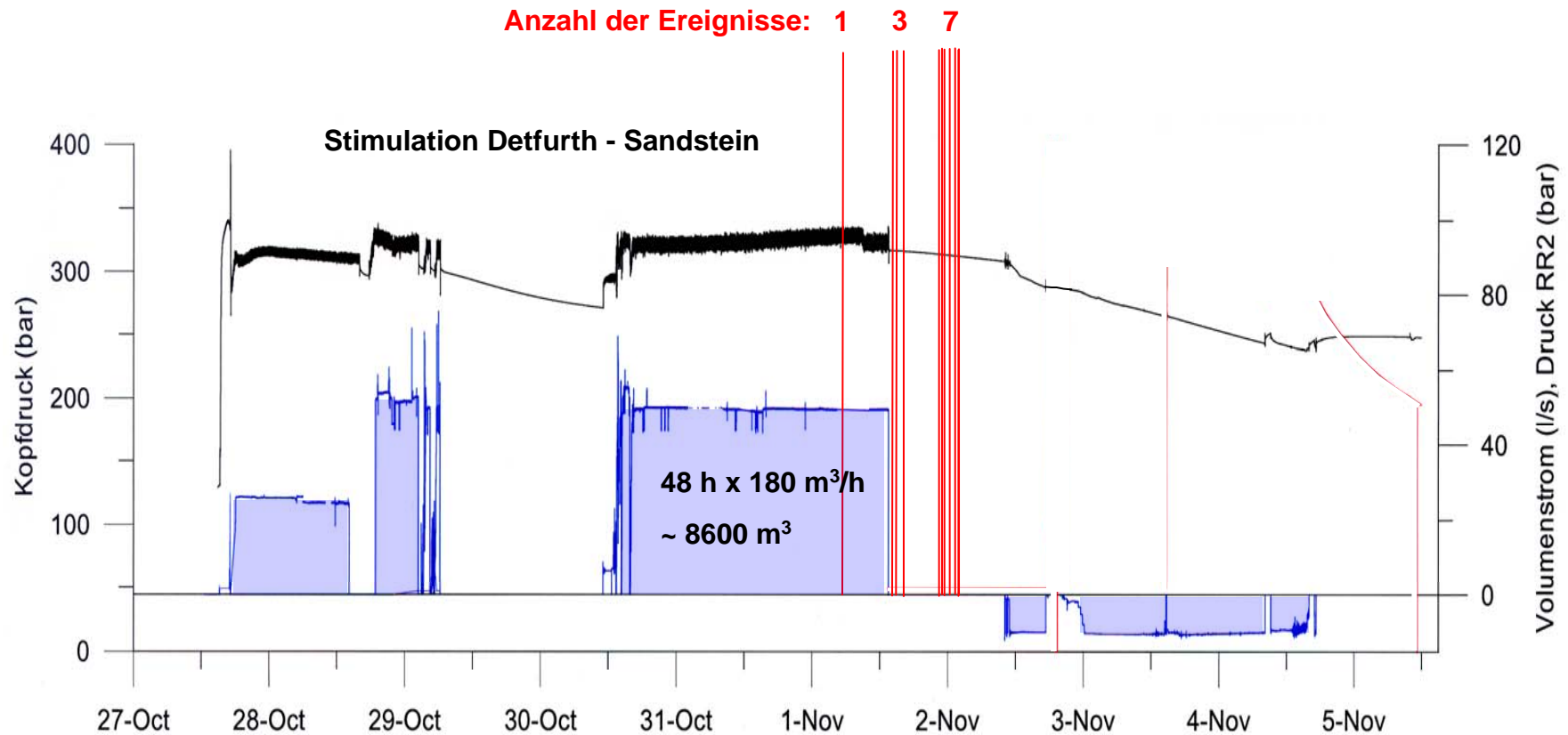


Ereignis 13:13:11 / 13:24:29

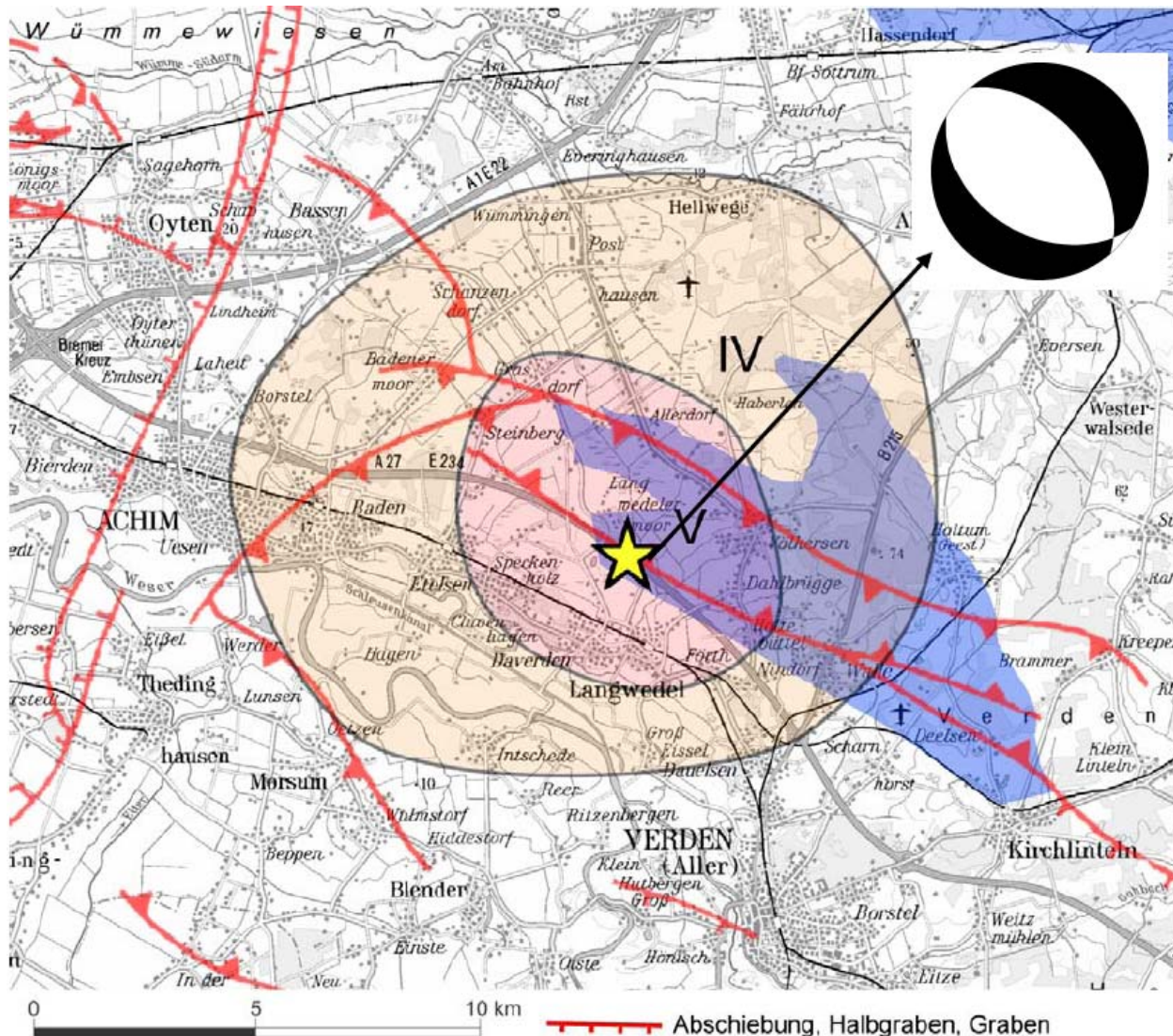
Magnituden 0 bis 0,5

Quelle: LIAG

Horstberg: Induzierte Ereignisse – Zeitliches Auftreten



Quelle: LIAG



Das seismische Ereignis bei Langwedel vom 3. April 2008

Magnitude: 2,8

Maximalintensität: V (“stark, von den meisten Personen innerhalb von Gebäuden wahrnehmbar“)

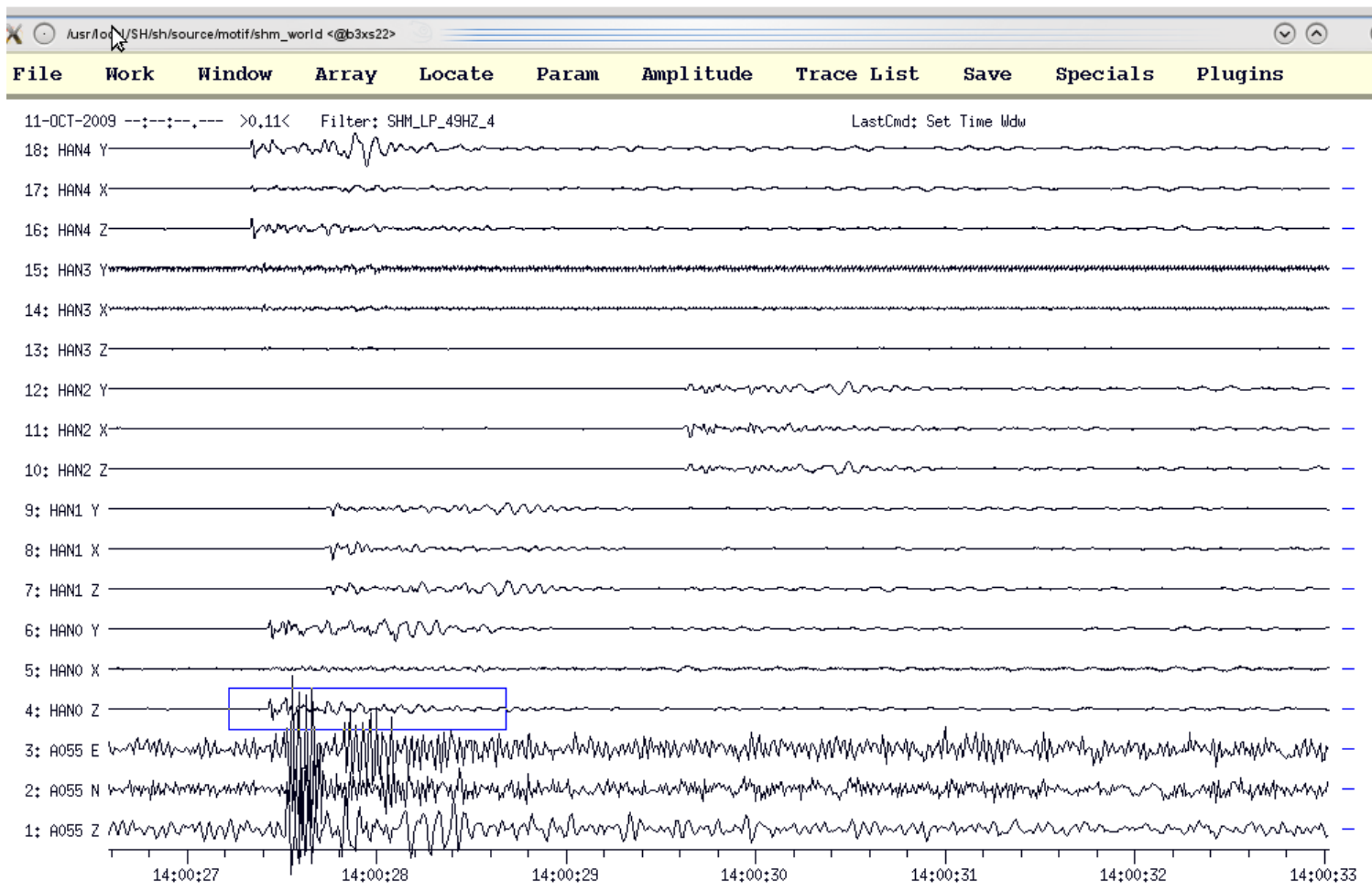
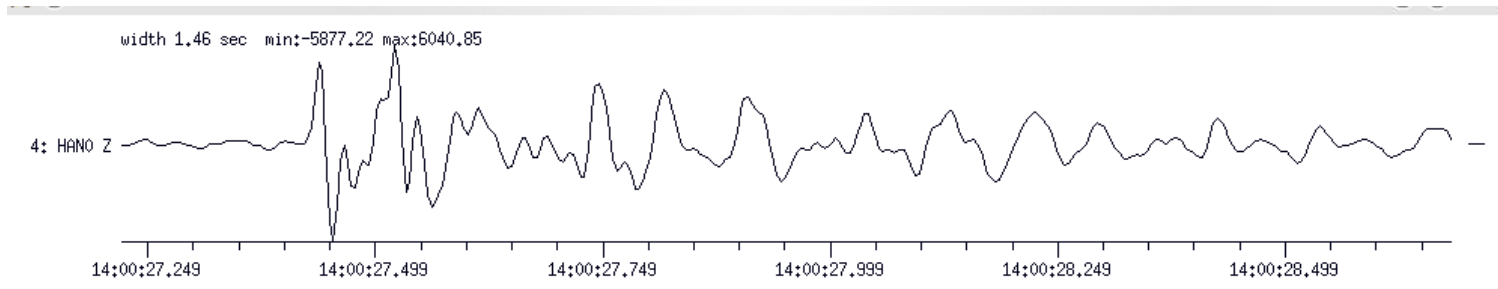
Herdtiefe: zwischen 5 und 10 km, damit unterhalb Reservoir

Zusammenhang mit Erdgas-Förderung wahrscheinlich



Mikroseismisches Monitoring GeneSys Hannover



GeneSys - 11 Seismologische Monitoring Stationen (12 Seismometer à 3 Komponenten)
Innenring ($r = 1\text{ km}$) - 4,5 Hz Bohrlochgeophone 100 m bzw. 180 m tief (HAN0 = 2 Instrumente)
Außenring ($r = 4\text{ km}$) - 1 Hz LE-3D-lite Seismometer



Sprengung
 250kg-Bombe
 4,5 km Entfernung
 11.10.2009, 14:00 UT
 Innenring-Stationen
 Geophone: SM-6/U-B 4.5 Hz,
 Sensor (I/O)



Startseite Genesys-Projekt Kontakt Mitarbeiter BGR LIAG

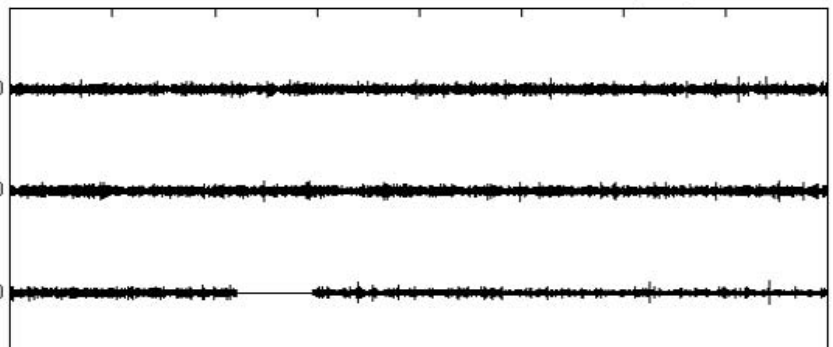
[Aktuelles](#) > [Seismische Registrierungen](#)

Seismische Registrierungen aus dem Bohrlochumfeld

Alle mit der GeneSys-Bohrung in Zusammenhang stehenden Aktivitäten werden kontinuierlich seismisch überwacht. Dazu wurde bereits im November 2008 mit dem Aufbau eines mikroseismischen Monitoringnetzwerks begonnen. Im Umfeld der Bohrung wurden insgesamt fünf seismische Bohrlochstationen in einer Tiefe von jeweils ca. 100 m installiert.

Die Messdaten der Seismometerstationen werden kontinuierlich ausgewertet und archiviert. Das nachfolgende Seismogramm zeigt die seismischen Aufzeichnungen der letzten 24 Stunden an der "Station 1", welche sich auf dem Gelände des Geozentrums befindet. Jeweils vier Stunden sind in einer Zeile zusammengefasst, wobei die Zeitangabe in UTC (Universalzeit, d.h. deutsche Sommerzeit minus 2 Stunden, bzw. deutsche Winterzeit minus 1 Stunde) erfolgt.

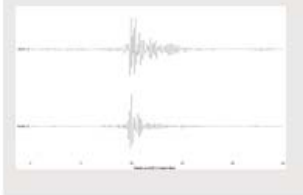
Alle zehn Minuten wird die Abbildung aktualisiert - klicken Sie bitte hier: [Seismogramm aktualisieren](#).




27-Oct-2010 06:40:00 - 28-Oct-2010 06:40:00 (UTC)

27-Oct-2010 06:40
27-Oct-2010 10:40
27-Oct-2010 14:40

Seismische Registrierungen im Zusammenhang mit dem Abriss der Messeschnellwegbrücke (A 37/ B 3) über die Buchholzer Straße, 19.09.2009



Projekt GeneSys



Aktuelles

- Seismische Registrierungen
- GeneSys Hannover
- GeneSys Horstberg
- Forschung
- Meilensteine
- Galerie
- Literatur
- Presse
- Häufig gestellte Fragen

Erweiterte Suche

Hohe Akzeptanz durch Anwohner:

- Regelmäßige Bürgerversammlungen; bereits vor Projektbeginn
- Quasi-Echtzeit-Darstellung des seismischen Monitorings im Internet
- Glaubwürdiges Konzept zur schnellen Schadensregulierung

Zusammenfassung

Fluid-induzierte Seismizität: spürbare Ereignisse möglich

Norddeutschland: bislang keine spürbaren Ereignisse im Zusammenhang mit tiefer Geothermie (Erfahrungen Waren/Müritz, Neustadt-Glewe, Groß-Schönebeck und Horstberg), sind aber nicht auszuschließen

Empfehlungen:

- Seismische Gefährdungsanalyse vor Projektbeginn
- Monitoring: Seismische Ereignisse und Immissionen (kontinuierlich und Echtzeit)
- Transparenz schaffen