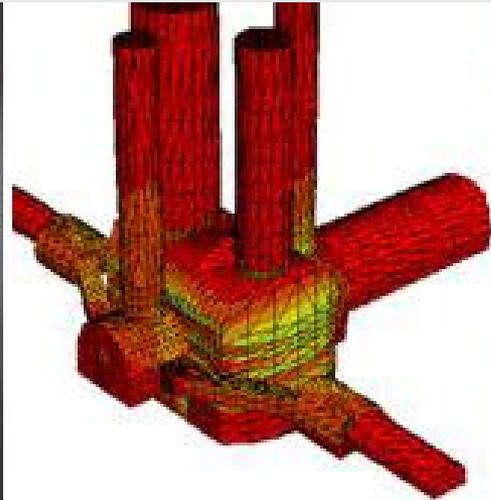


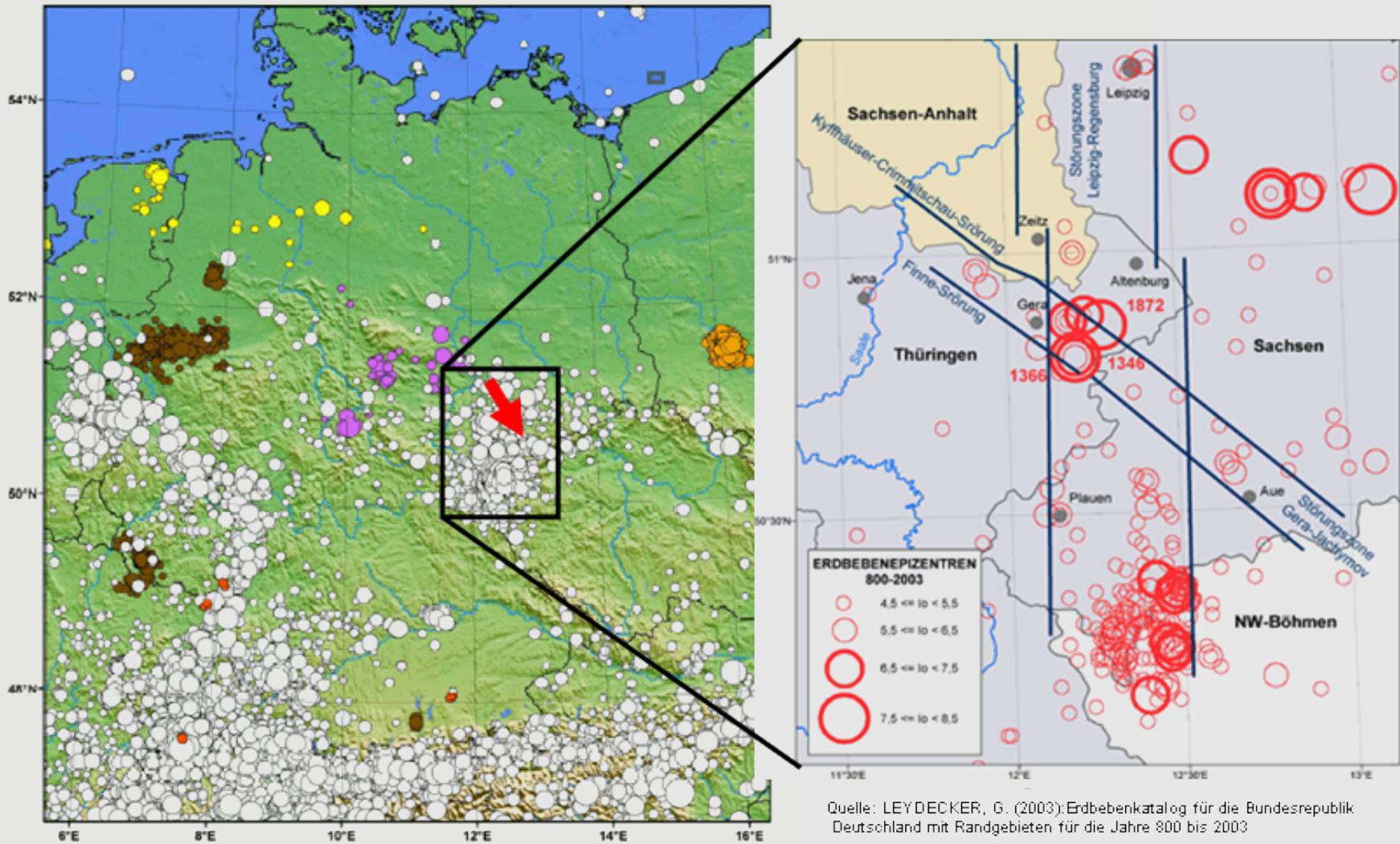
MAGS

EP 7: Prognose der möglichen induzierten / getriggerten Seismizität im Kristallin in Auswertung der flutungsbedingten seismischen Ereignisse im Bergbaurevier Aue/Schlema

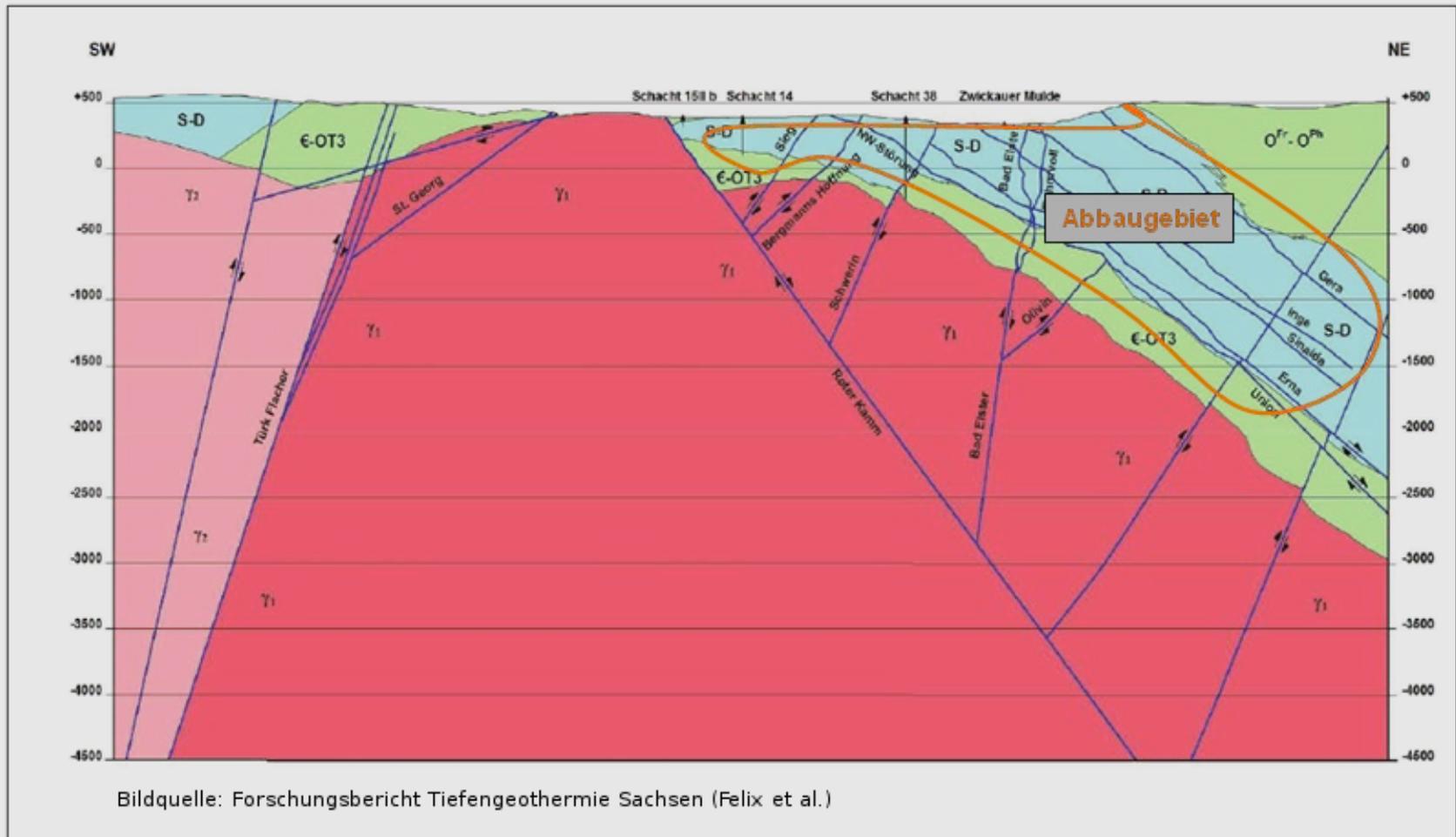


Prof. Dr. -Ing. habil. Heinz Konietzky, Dipl.-Geophys. Reinhard Mittag, Dipl.-Geophys. Holger Schütz

Seismologische Situation



Geologische Situation

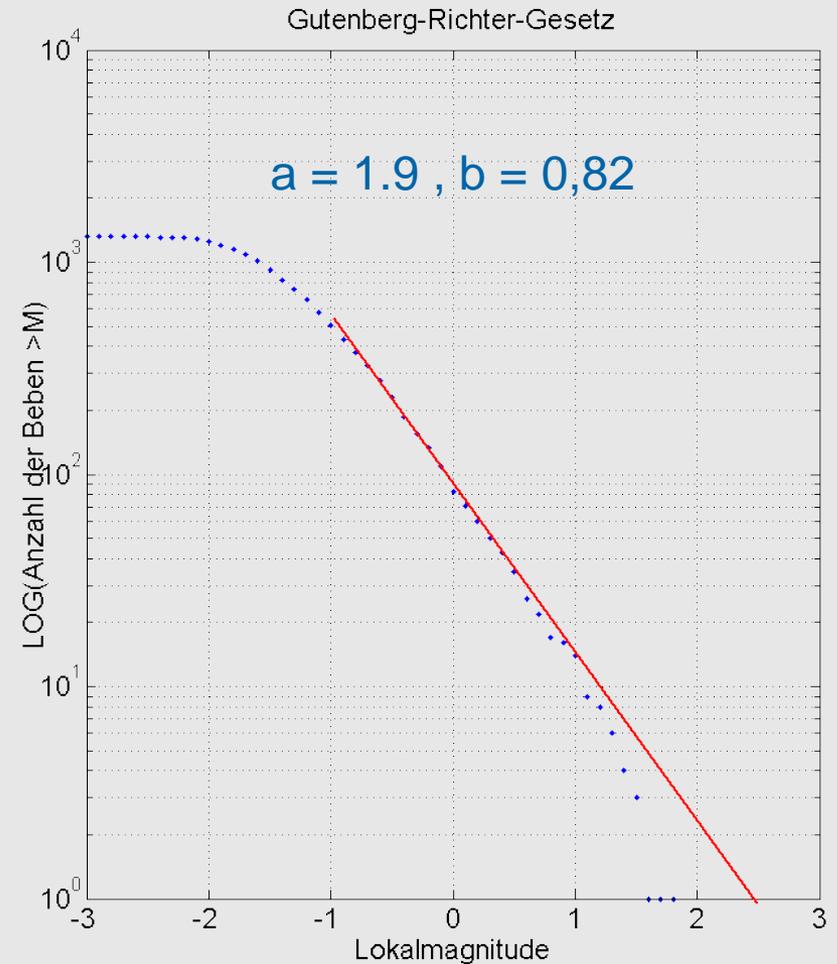
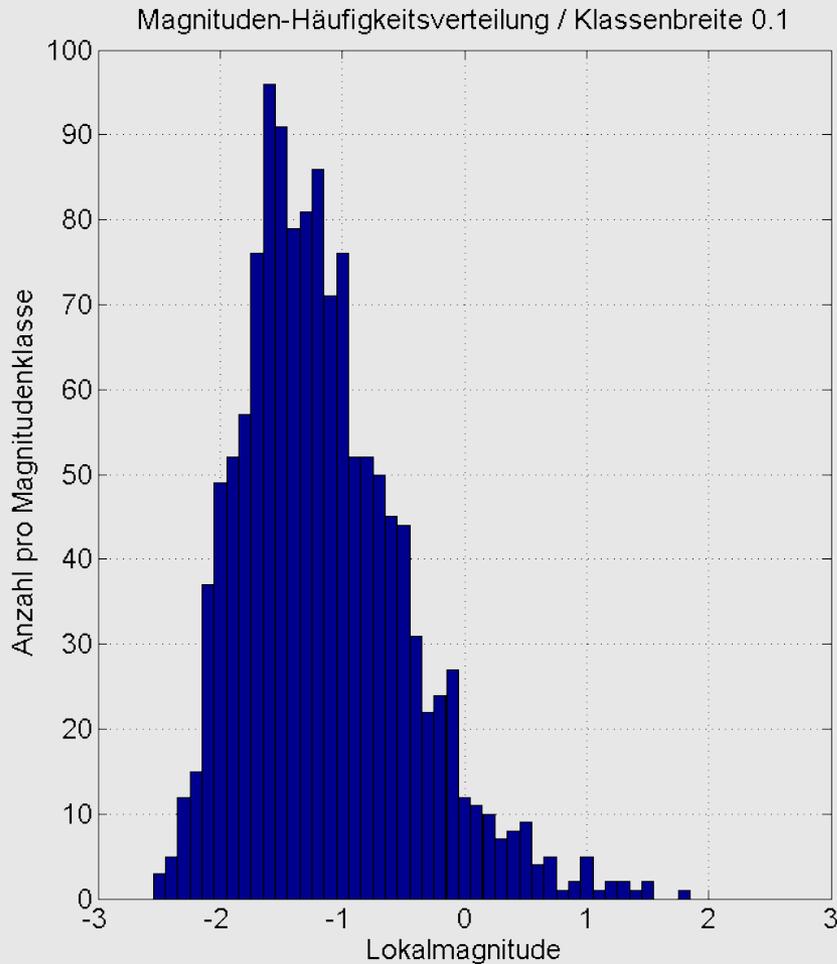


Durchgeführte Arbeiten

- Messnetzerweiterung
- Homogenisierung der Datengrundlagen
- Aufbau eines geologischen Modells
- Ableitung weiterer Herdparameter
- Ableitung von Maximalmagnituden
- Korrelation induzierte Seismizität und Flutungsgeschehen
- Ableitung von Dämpfungsbeziehungen
- numerische Simulationen zur Dateninterpretation
- Vergleich mit anderen Standorten
- komplexe Auswertung / Schlussfolgerungen

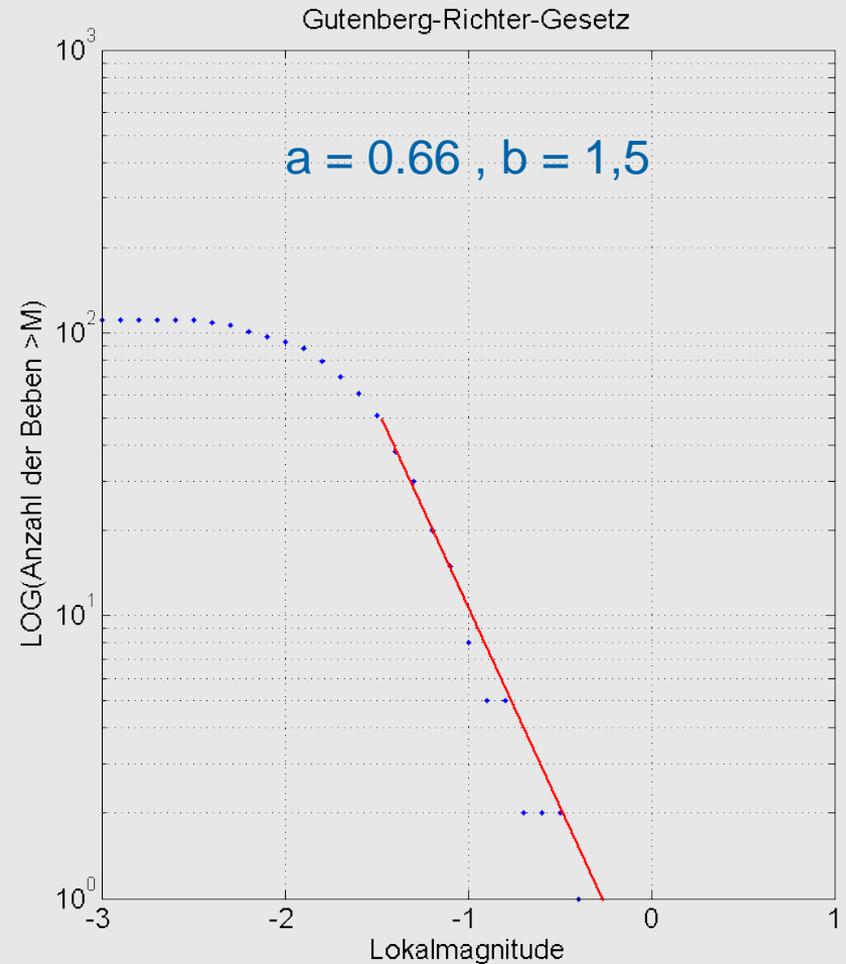
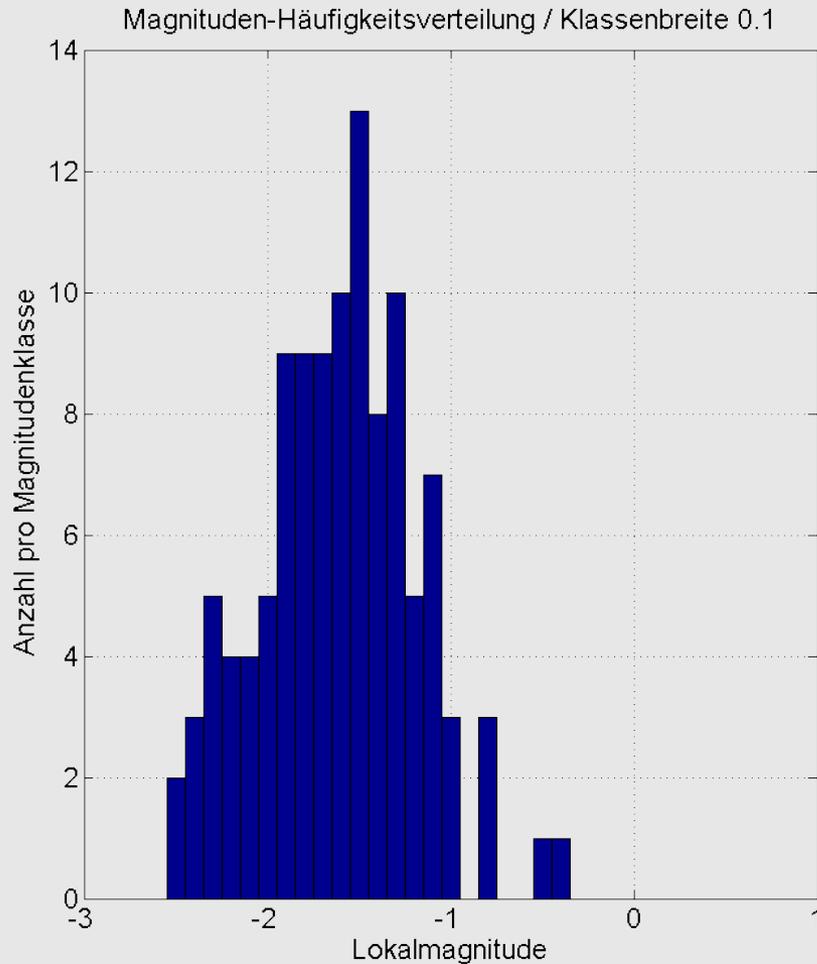
Magnitudenabschätzung induzierte Seismizität

Gutenberg-Richter-Beziehung für Hypozentren im Granit N = 1315
 Abgeschätzte Maximalmagnitude $M_L=2.5$



Magnitudenabschätzung induzierte Seismizität

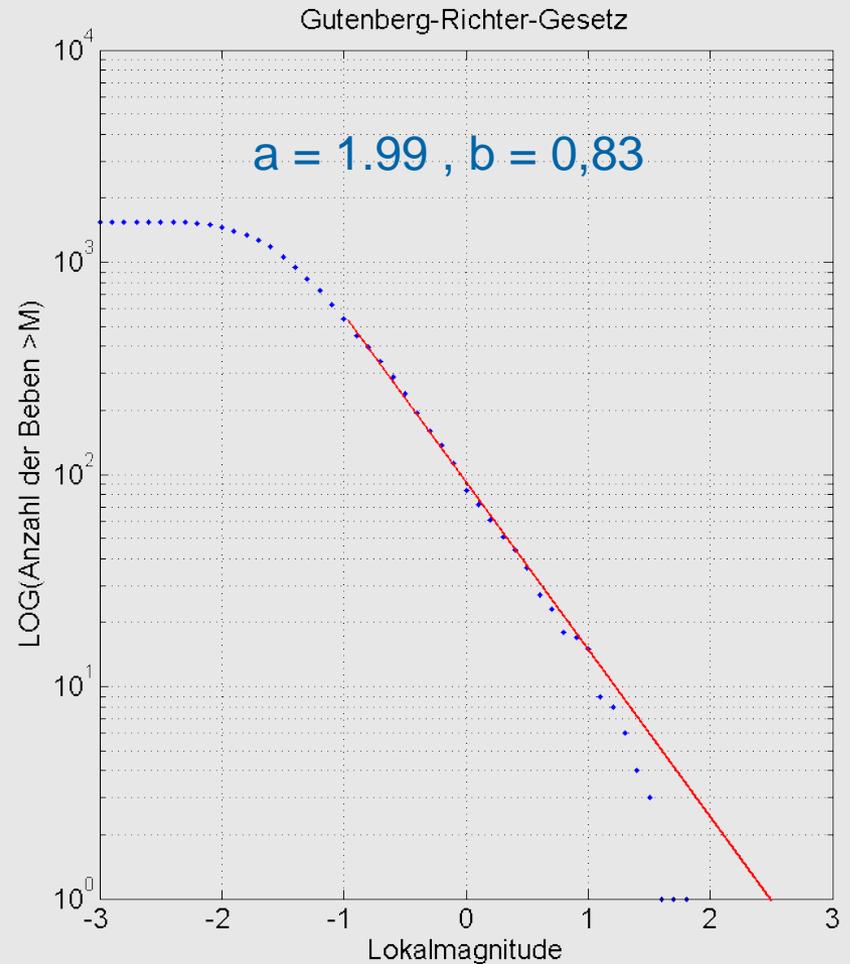
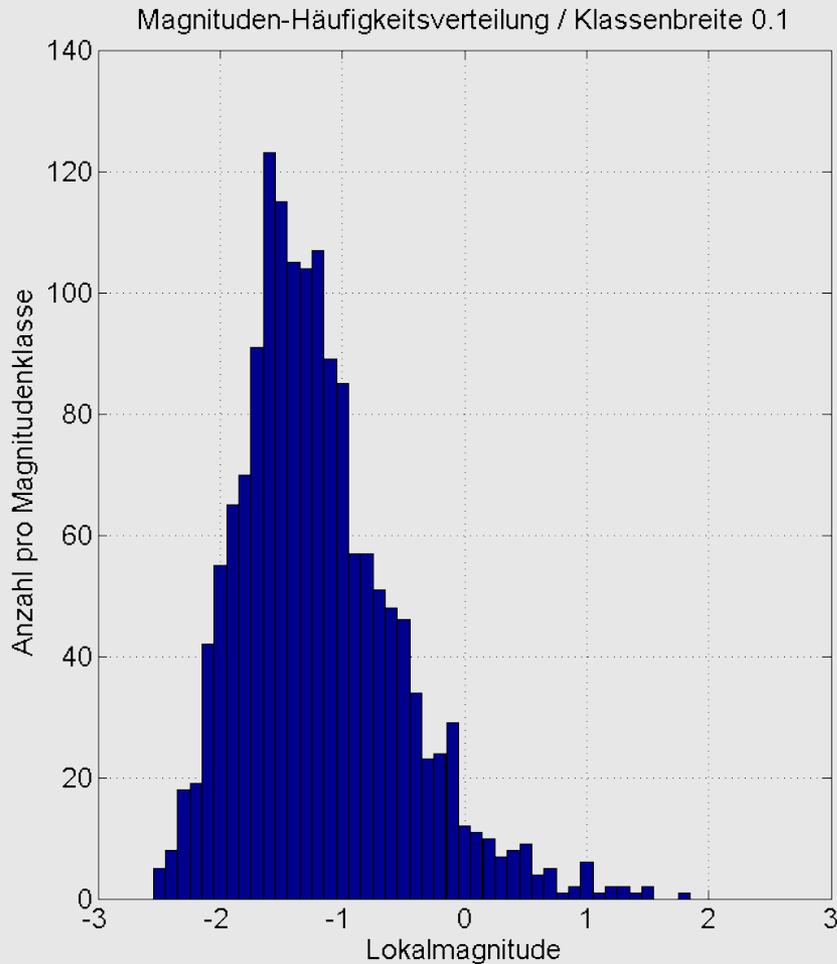
Gutenberg-Richter-Beziehung für Hypozentren im Schiefer
(ohne Quarzitschiefer) N = 111, Abgeschätzte Maximalmagnitude ML = -0.3



Magnitudenabschätzung induzierte Seismizität

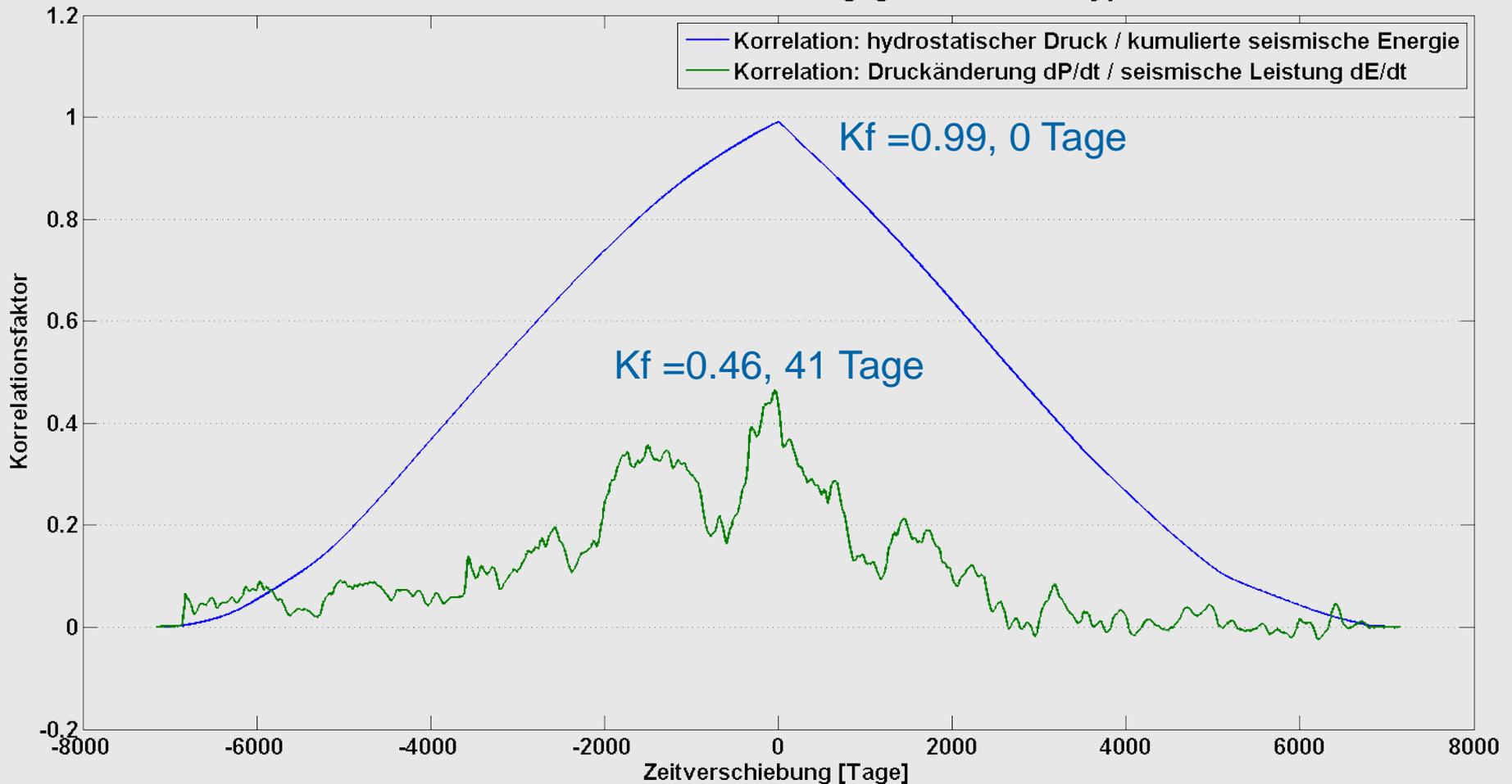
Gutenberg-Richter-Beziehung für alle Hypozentren $N = 1554$

Abgeschätzte Maximalmagnitude für induzierte Seismizität $M_L=2.5$



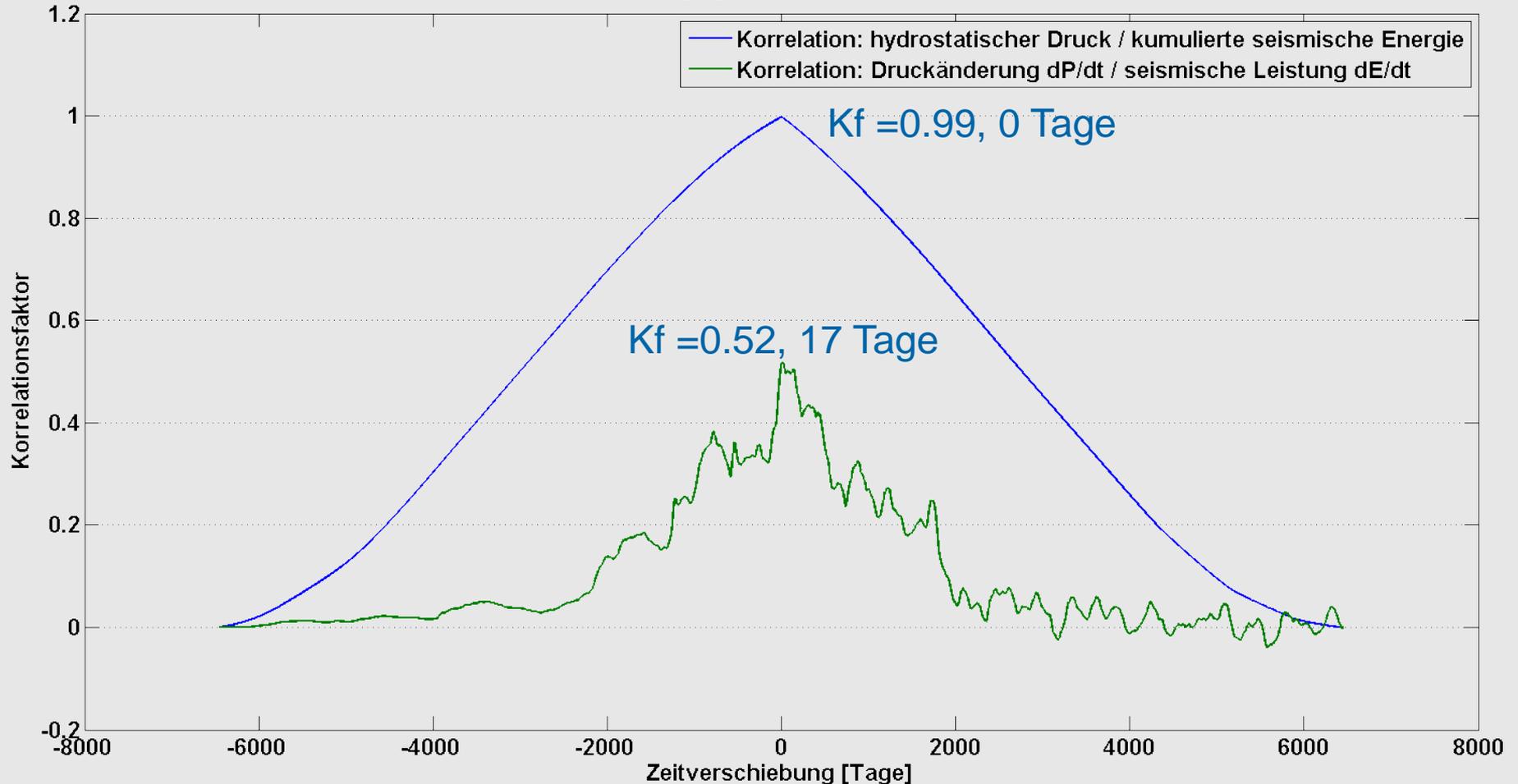
Korrelation der induzierten Seismizität mit dem Flutungsgeschehen

Korrelationen der ind. Seismizität mit dem Flutungsgeschehen für Hypozentren im Granit



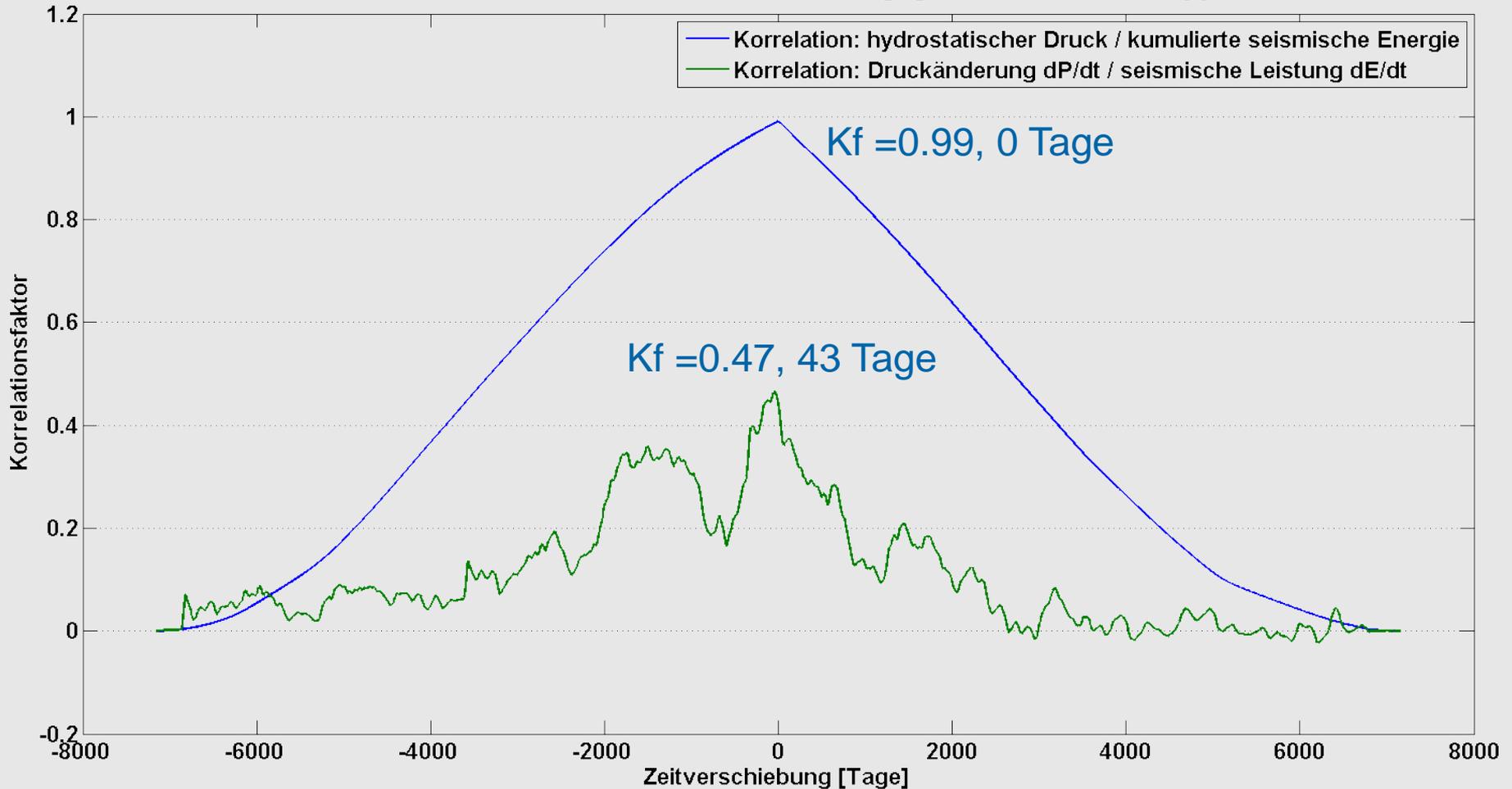
Korrelation der induzierten Seismizität mit dem Flutungsgeschehen

Korrelationen der ind. Seismizität mit dem Flutungsgeschehen für Hypozentren im Schiefer (ohne Quarzitschiefer)



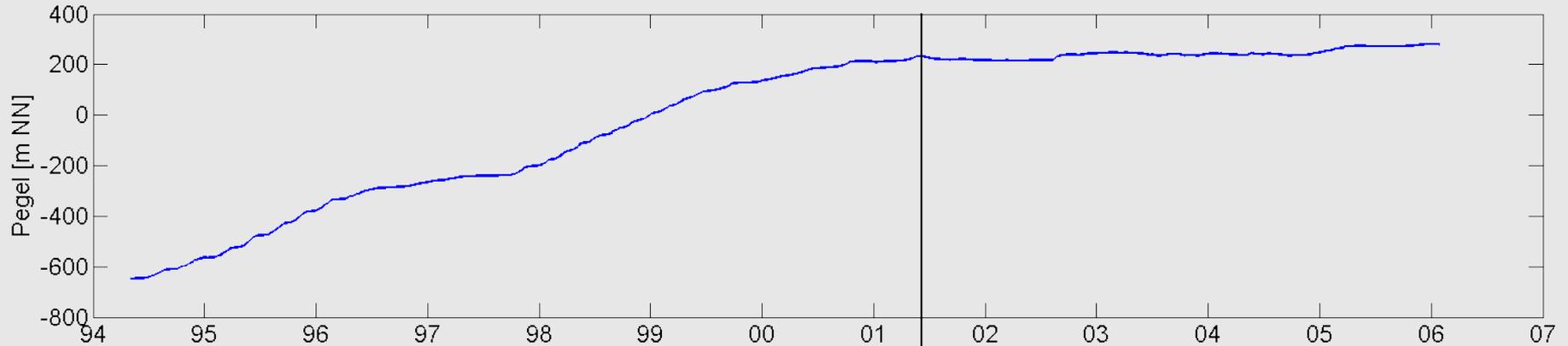
Korrelation der induzierten Seismizität mit dem Flutungsgeschehen

Korrelationen der ind. Seismizität mit dem Flutungsgeschehen für alle Hypozentren

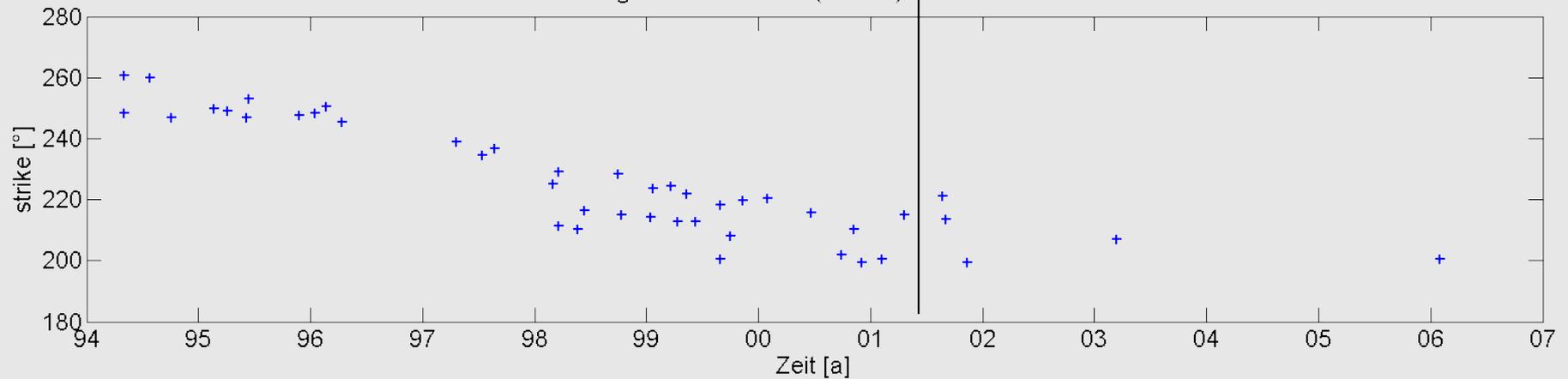


Orientierung der Herdflächen im Flutungsverlauf

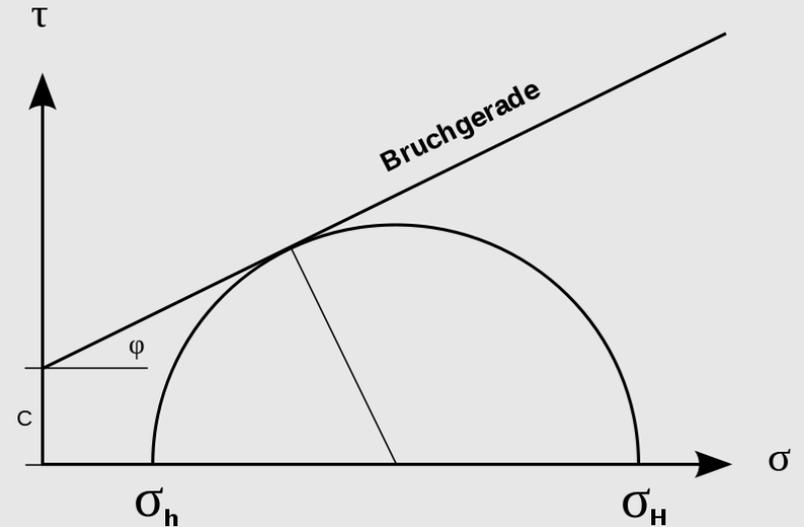
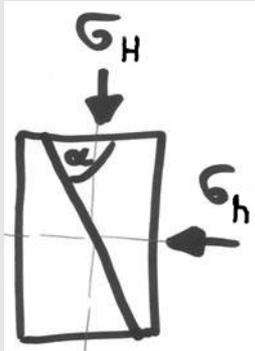
Flutungspegel im zeitlichen Verlauf



Orientierung der Herdflächen (Herd 1)



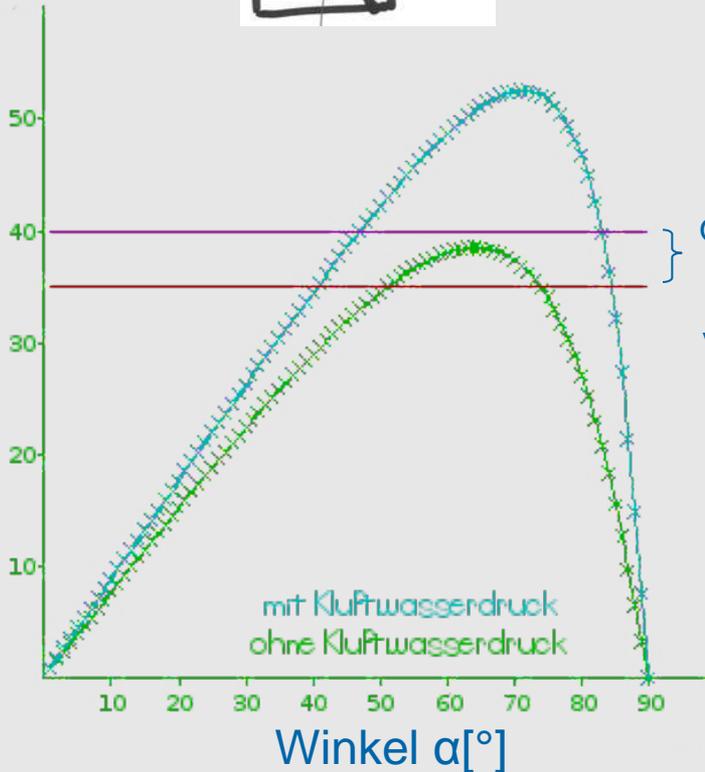
Orientierung der Herdflächen im Flutungsverlauf



$$\tau = \sigma \cdot \tan \phi + c$$

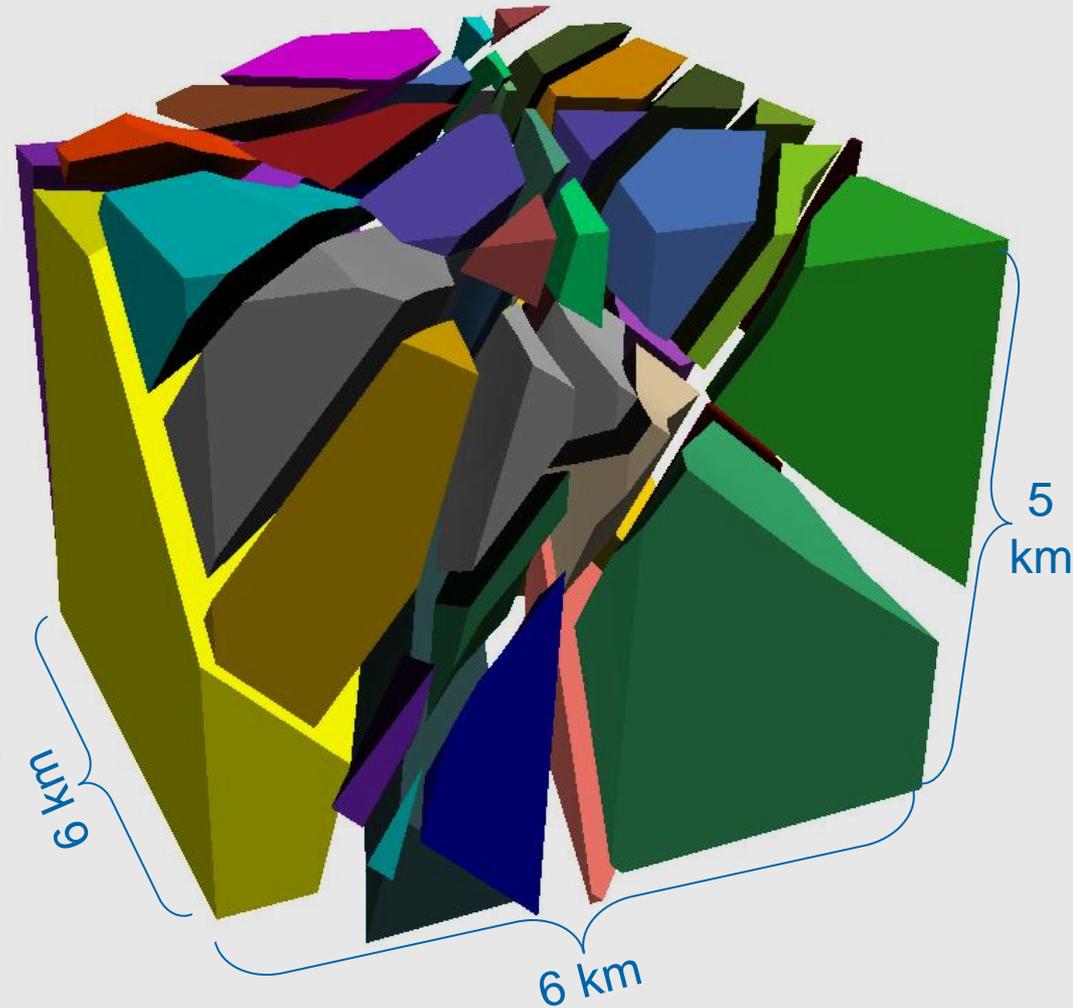
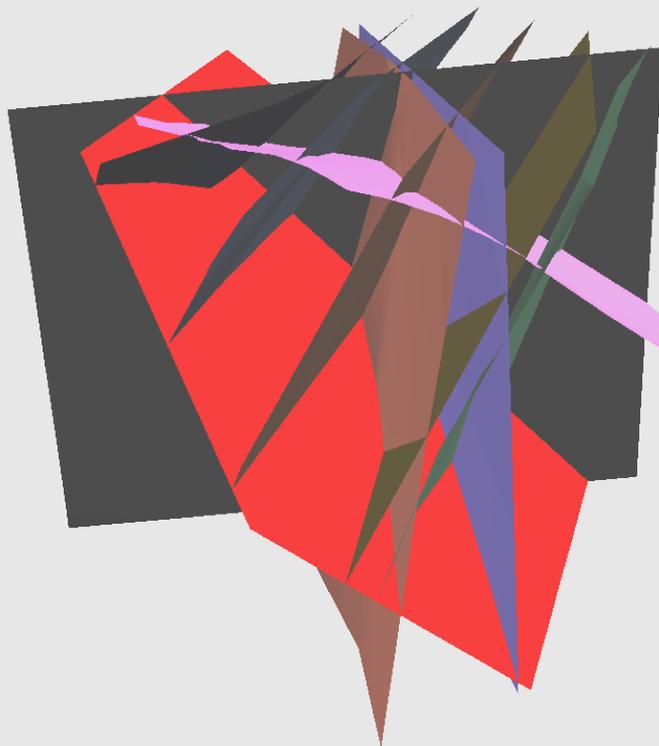
- durch Kluftwasserdruck andere Kluftorientierungen möglich

Atan(Tau/Sigma) [°]



Geologisches Modell

- 9 Störungssysteme
- 2 Gesteinsarten
- 53 Regionen
- Rahmen zum Aufbringen des Regionalspannungsfeldes

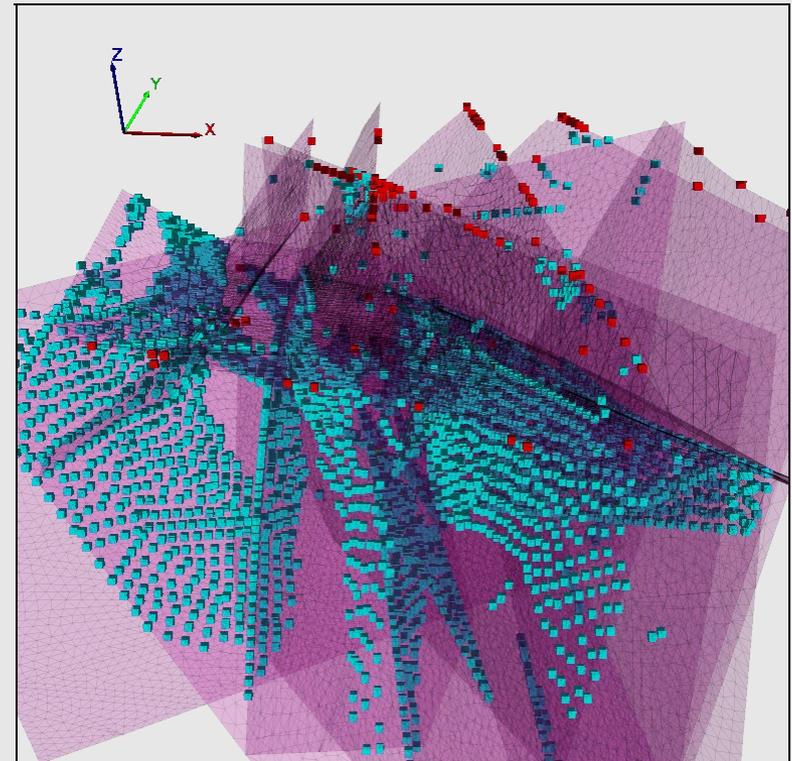
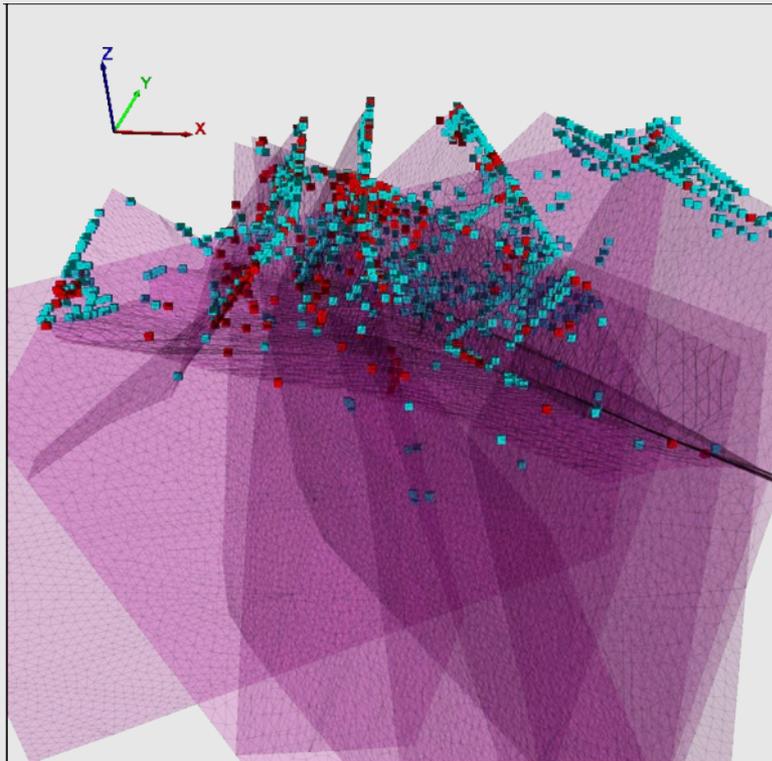


Numerisches Modell

Kluftbewegungen während der Abbauphase

Symbol: cube
■ Slipping now
■ Slipped (past)
■ Tensile failure

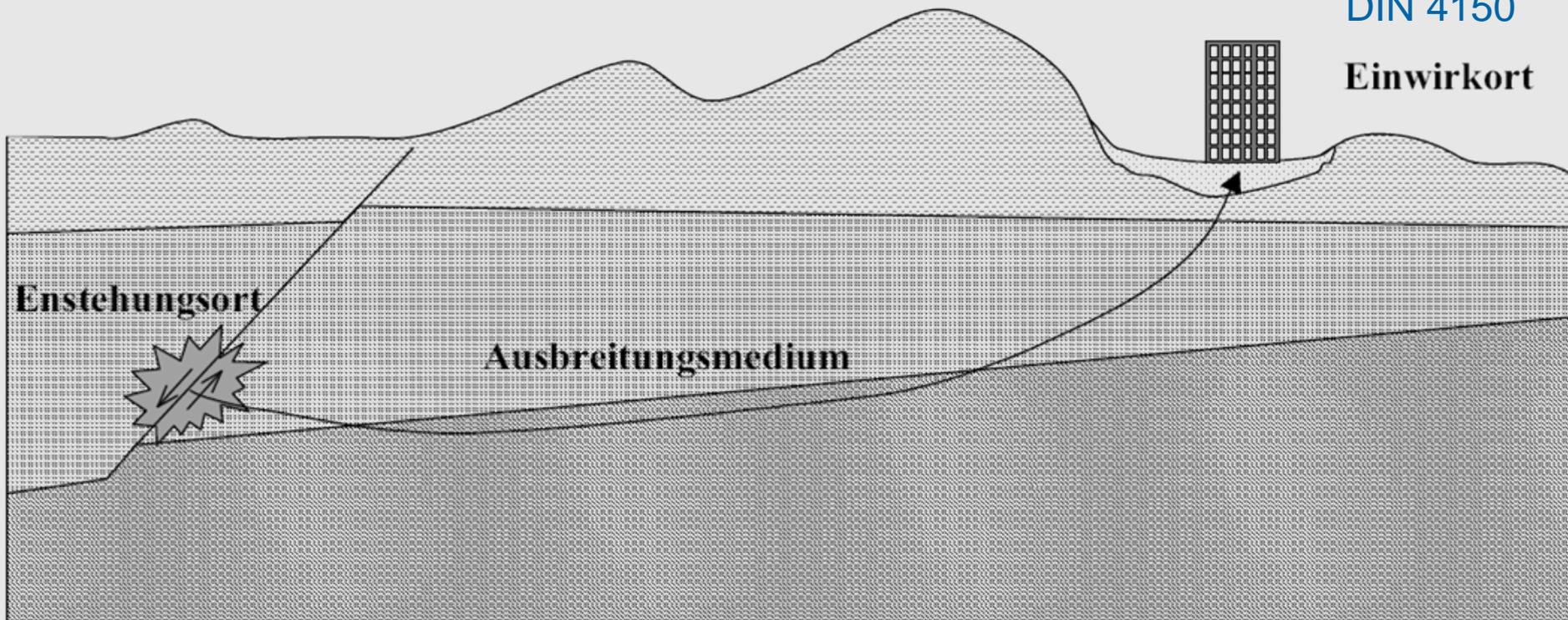
Kluftbewegungen während der Flutungsphase



Bestimmung von Dämpfungsparametern

DIN 4150

Einwirkort



Bildquelle: K. Meskouris et al., *Seismologische Grundlagen*

Bestimmung von Dämpfungsparametern

$$A_{(X)} = A_0 \cdot e^{-\alpha \cdot (X - X_0)} \cdot \frac{X_0}{X} \cdot f_{(\text{Reflexionen})}$$

intrinsiche Dämpfung
geometrischer Ausbreitungverlust (Kugelwelle)
besonders bei geschichteten Sedimenten

unter Vernachlässigung der Reflexion Granit-Schiefer:

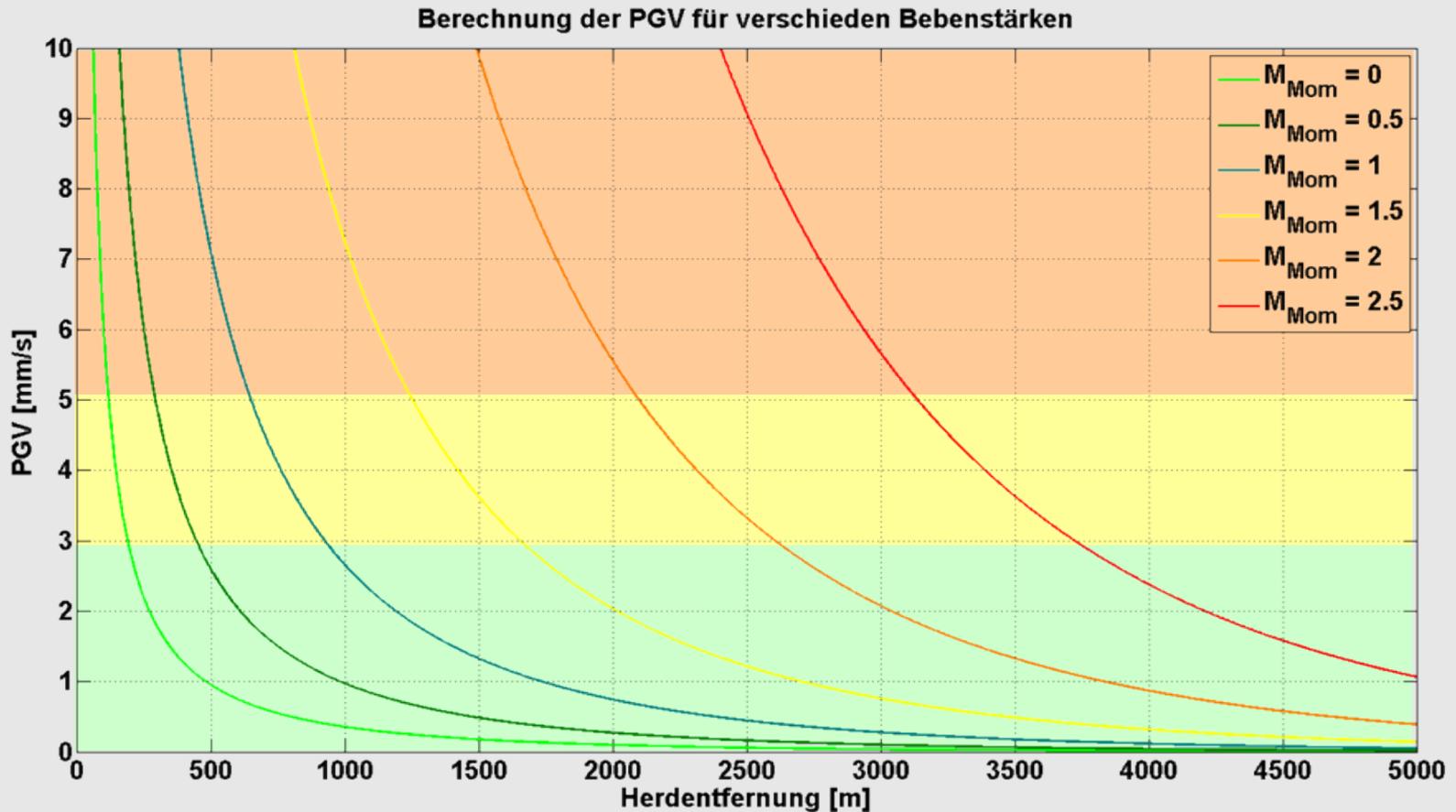
- Bestimmung von A_0 und α aus den Messwerten.
- Auswertung von 540 Datensätzen mit bestimmter PGV
- Ermittlung einer Beziehung von A_0 und M_{mom}
- Problem: starke Streuung der Einzelwerte

$$\text{PGV}_{(X)} = f_{(M_{\text{mom}})} \cdot e^{-\alpha \cdot (X - X_0)} \cdot \frac{X_0}{X}$$

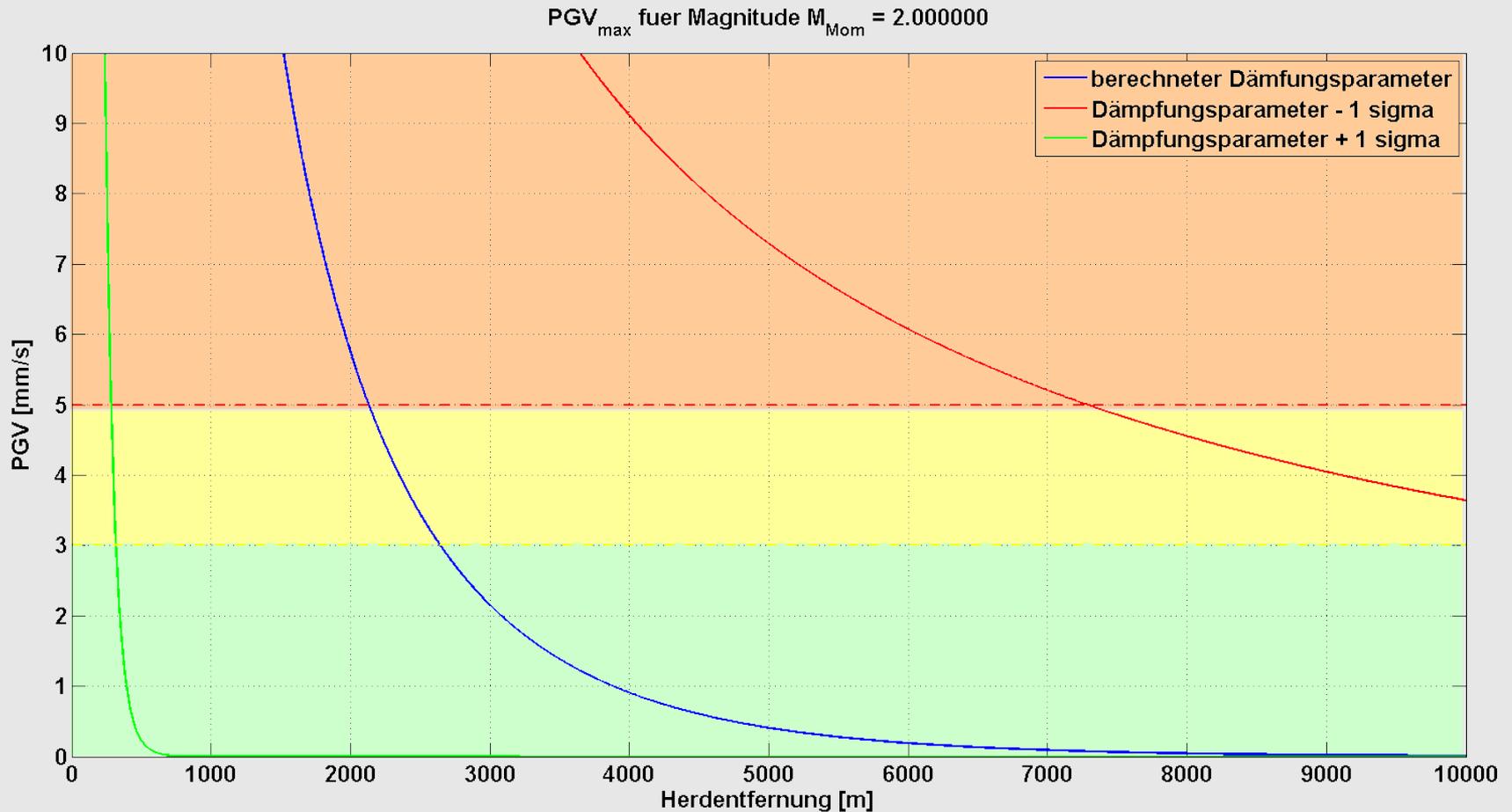
Bemerkungen:

- eingeschränkter Gültigkeitsbereich
- Vernachlässigung der Abstrahlcharakteristik
- keine Berücksichtigung von OF-Wellen

Berechnung der PGV mit ermitteltem Dämpfungskoeffizienten



Berechnung der PGV mit Unsicherheiten



Bestimmung der Dämpfungsparameter

Eine genaue Kenntnis der lokationsspezifischen Dämpfungsparameter ist zur Berechnung der maximalen Schwinggeschwindigkeiten notwendig.

Eine Bestimmung der Dämpfungsparameter aus den seismologischen Daten ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Zudem sind sehr umfangreiche Datensätze notwendig, welche in der Regel zum Geothermie-Projektanfang nicht vorliegen.

Lösungsansätze:

- Insitu-Messungen
- Laboruntersuchen an Gesteinsproben + numerische Modellierungen
- Kombination aus den vorangegangenen Punkten

Zusammenfassung

- Die Maximalmagnitude für das Untersuchungsgebiet wird mit $ML = 2.5$ abgeschätzt. Dabei sind hauptsächlich die Ereignisse in den Graniten für die Maximalmagnitude verantwortlich.
- Die Korrelationen zeigen einen Zusammenhang mit dem Flutungsgeschehen
- Durch Erhöhung des Kluftwasserdruckes können andere Orientierungen der Herdflächen möglich werden.
- Die numerischen Simulationen bestätigen den Zusammenhang zwischen Flutung und induzierter Seismizität
- Die Berechnung der maximalen Schwinggeschwindigkeiten aus den Daten ist zu ungenau. (neue Vorgehensweisen)

MAGS

Vielen Dank

Das Verbundprojekt MAGS – „*Konzepte zur Begrenzung der mikroseismischen Aktivität bei der energetischen Nutzung geothermischer Systeme im tiefen Untergrund*“ wird finanziert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und betreut vom Projektträger Jülich.
Förderkennzeichen:0325191A-F



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

