

efzn

Energie-Forschungszentrum
Niedersachsen

MAGS2

MAGS2 EP6:

Entwicklung numerischer Analysemodelle zur lokalen seismischen Gefährdungseinschätzung vor Bohrbeginn und langfristige Bewertung von Geothermiefeldern unter Berücksichtigung THM:C gekoppelter Prozesse

-
Kick-Off

Michael Z. Hou, Tobias Kracke, Lei Zhou

Hannover, 03. Dezember 2013

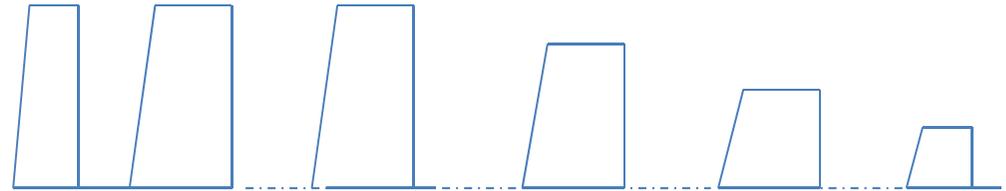
Inhalt

- Stand der Empfehlung nach **MAGS1**
- Arbeitsplanung
 - AP1: Vorarbeiten
 - AP2: Laborarbeiten
 - AP3: methodische Weiterentwicklung
 - AP4: komplexe Geothermiefelder (Produktion)
 - AP5: Einschätzung vor Bohrbeginn (Stimulation & Produktion)
 - AP6: Maßnahmen-/ Kriterienkatalog

Empfehlungen aus MAGS1

1. Optimierte Injektionsstrategie

- ✓ zyklische Injektionsstrategie
- ✓ je mehr Injektionsvolumen bzw. je später, desto länger die Pause
- ✓ schnelle Injektion in der Anfangsphase
- ✓ langsame und langdauernde Reduzierung der Injektionsrate
- ✓ Reduzierung der max. Momentmagnitude



2. Multifrac-Erschließungskonzept

- ✓ Reduzierung der max. Momentmagnitude, zwar je mehr desto deutlicher
- ✓ Erhöhung der Frac-Fläche und damit auch Schüttung und Wirtschaftlichkeit

Arbeitsplanung MAGS2 – EP6

Die geplanten Arbeiten verteilen sich auf 6 Arbeitspakete:

AP1 Ergänzung der bestehenden Datensätze bzgl. THM:C-Modellierung und Evaluation von Literaturdaten bzgl. geplanter Labormessungen

AP2 Laborversuche: Bestimmung Biot-/ Skemptonkoeffizienten

AP3 Methodische Weiterentwicklung von Programmcodes sowie deren Integrierung

AP4 numerische Gefährdungseinschätzung komplexer Geothermiefelder: Südpfalz, Großraum München

AP5 numerische Gefährdungseinschätzung vor Bohrbeginn

AP6 gemeinsame Entwicklung eines Kriterien-/ Maßnahmenkatalogs f. Betreiber u. Behörden, Veröffentlichung von Ergebnissen

AP1: Recherchen, Vergleichsparameter

- Ausweitung und Verbesserung der Datenlage aus MAGS1 bzgl. der Standortregionen **Südpfalz** (Landau/ Insheim) u. **Großraum München**
- Evaluation von Vergleichsparametern bzgl. eigener Labormessungen sowie Ergänzung von Datensätzen aus der Literatur

AP2: Laborversuche

Zielgebiet ist die Süddeutsche Molasse

-> Karbonat des Malmaquifers bzw. kristallines Grundgebirge

- Beschaffung von Probenmaterial:
 - Analogmaterial mittels EP7
 - Analog zu Unterhaching vergleichbares Bohrkernmaterial über LfU
- petrophysikalische Charakterisierung
- Laborative Ermittlung von gesteins- und hydromechanischen Parametern:
 - Elastische Parameter
 - Festigkeitsparameter in Abhängigkeit von Porendruck
 - Biot-/ Skemptonkoeffizient

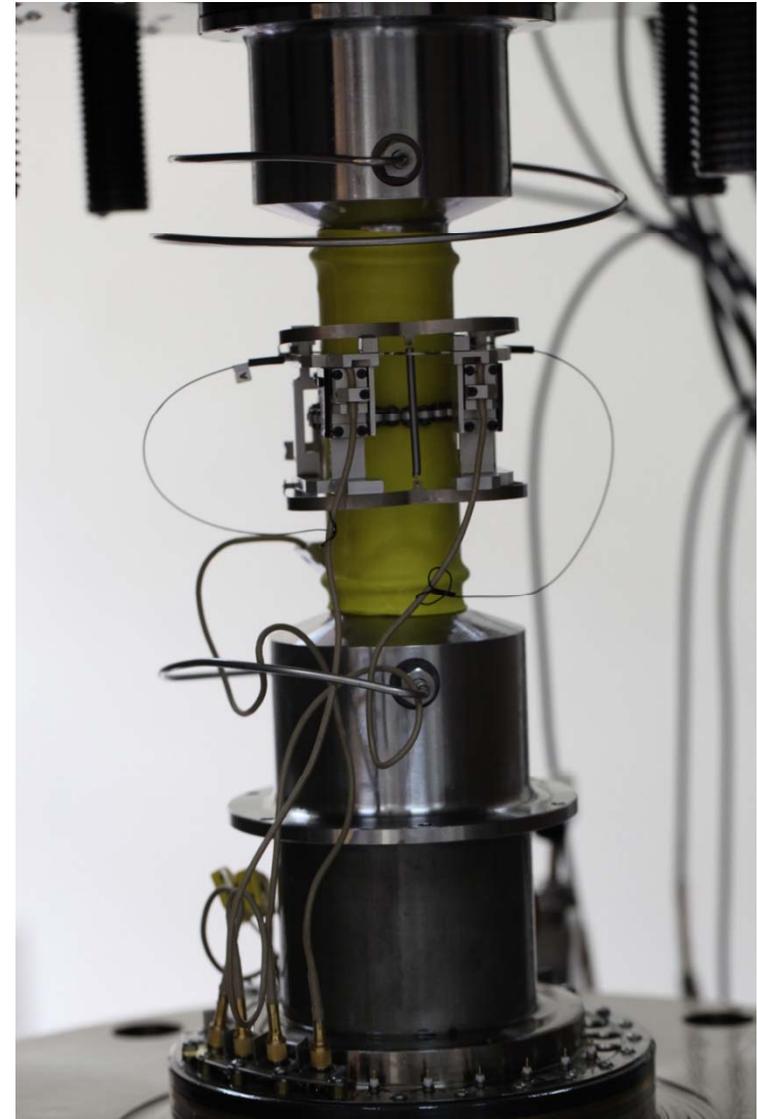
AP2: Laborversuche

- HM-Analysen mittels Triaxialversuchen

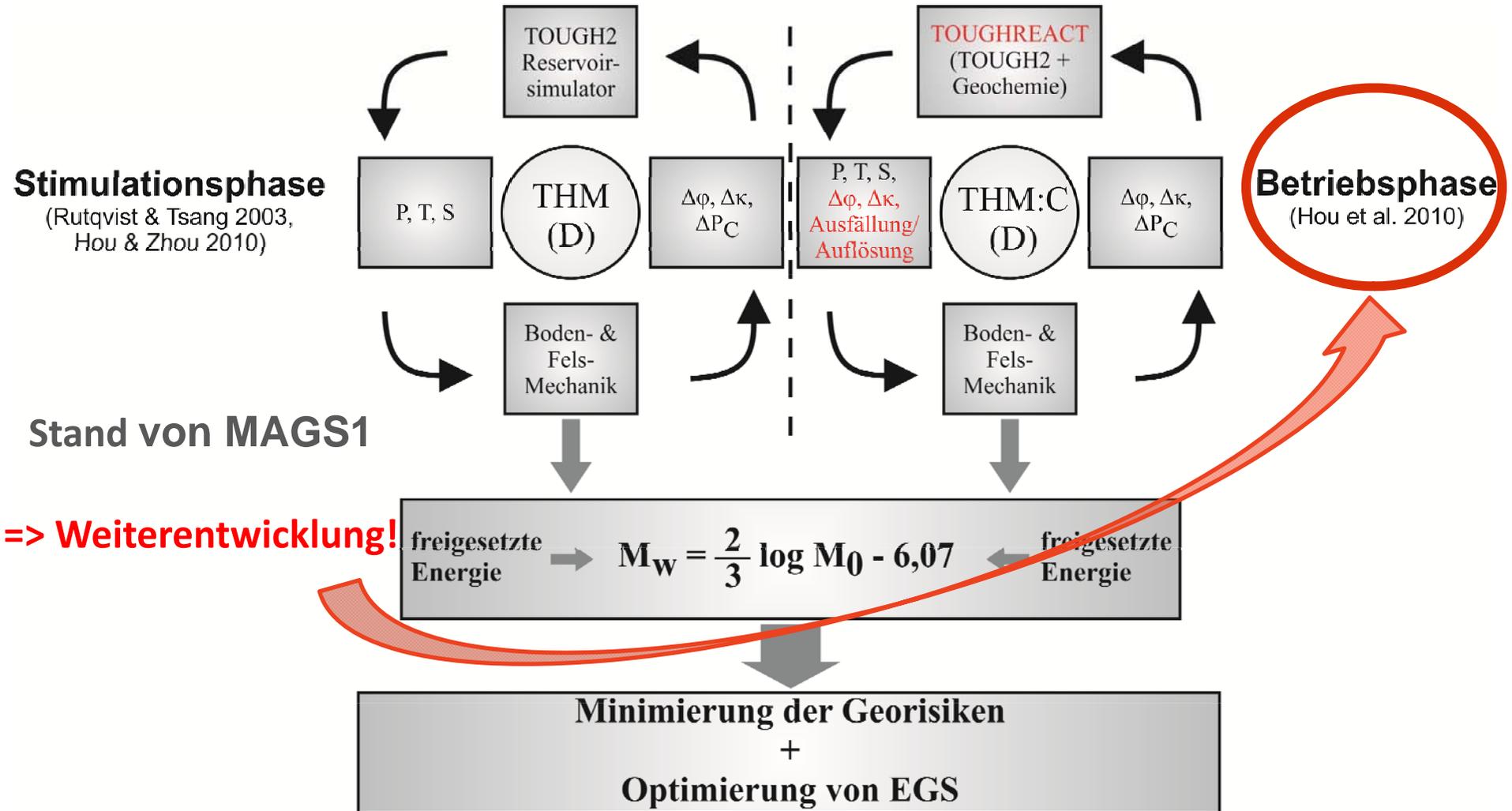
=> Input für numerische Berechnungen

in Kooperation mit EP7

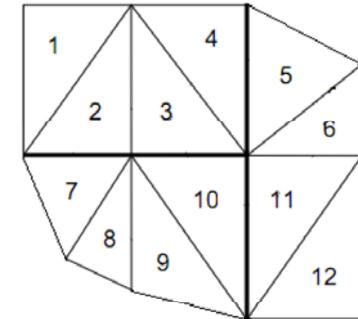
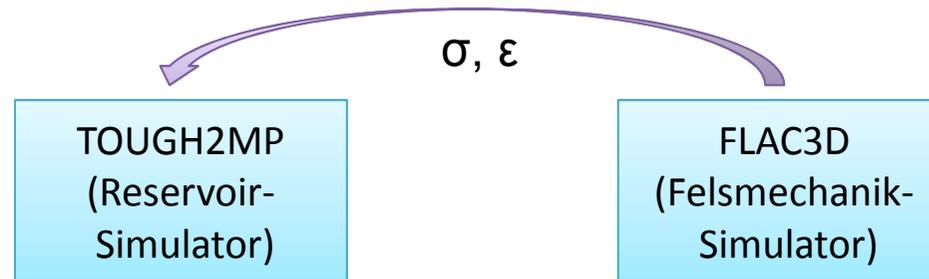
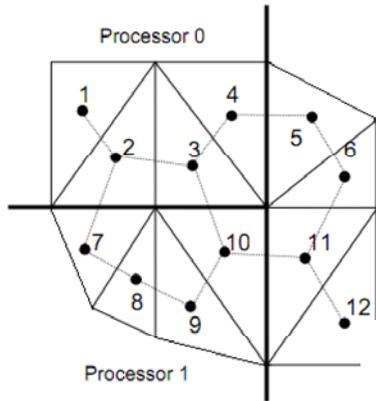
=> zur Verifizierung numerischer Modelle



AP3: THM- bzw. THM:C-Kopplung



AP3: THM:C-gekoppelter Simulator TOUGHREACT-MP/FLAC3D



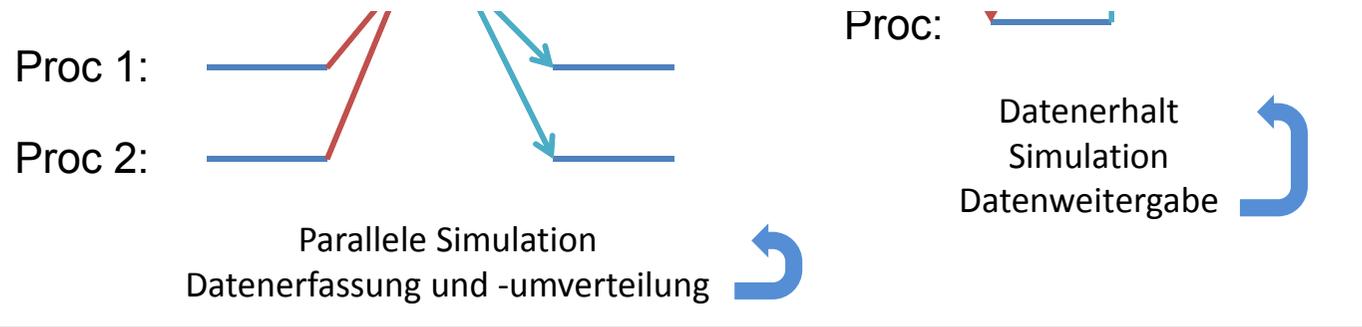
**Anwendung des Konzepts für die
Entwicklung u. -integration**

von

TOUGHREACT-MP/FLAC3D

Konzept MAGS1

Daten-
austausch



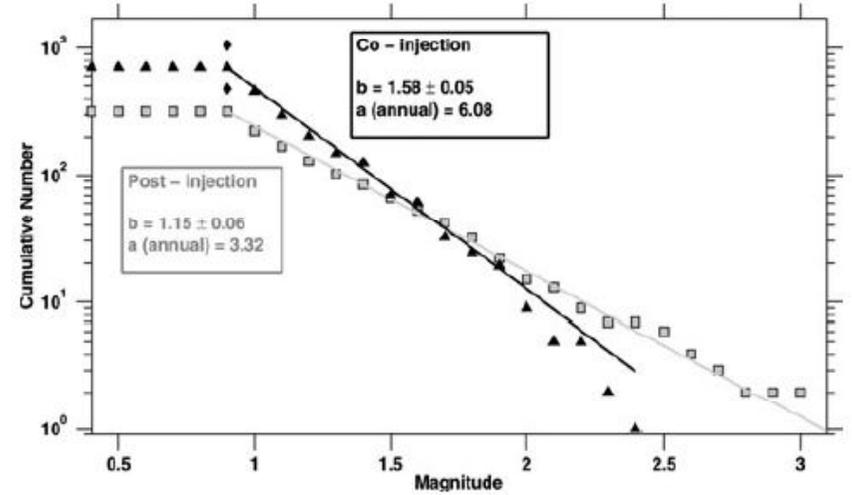
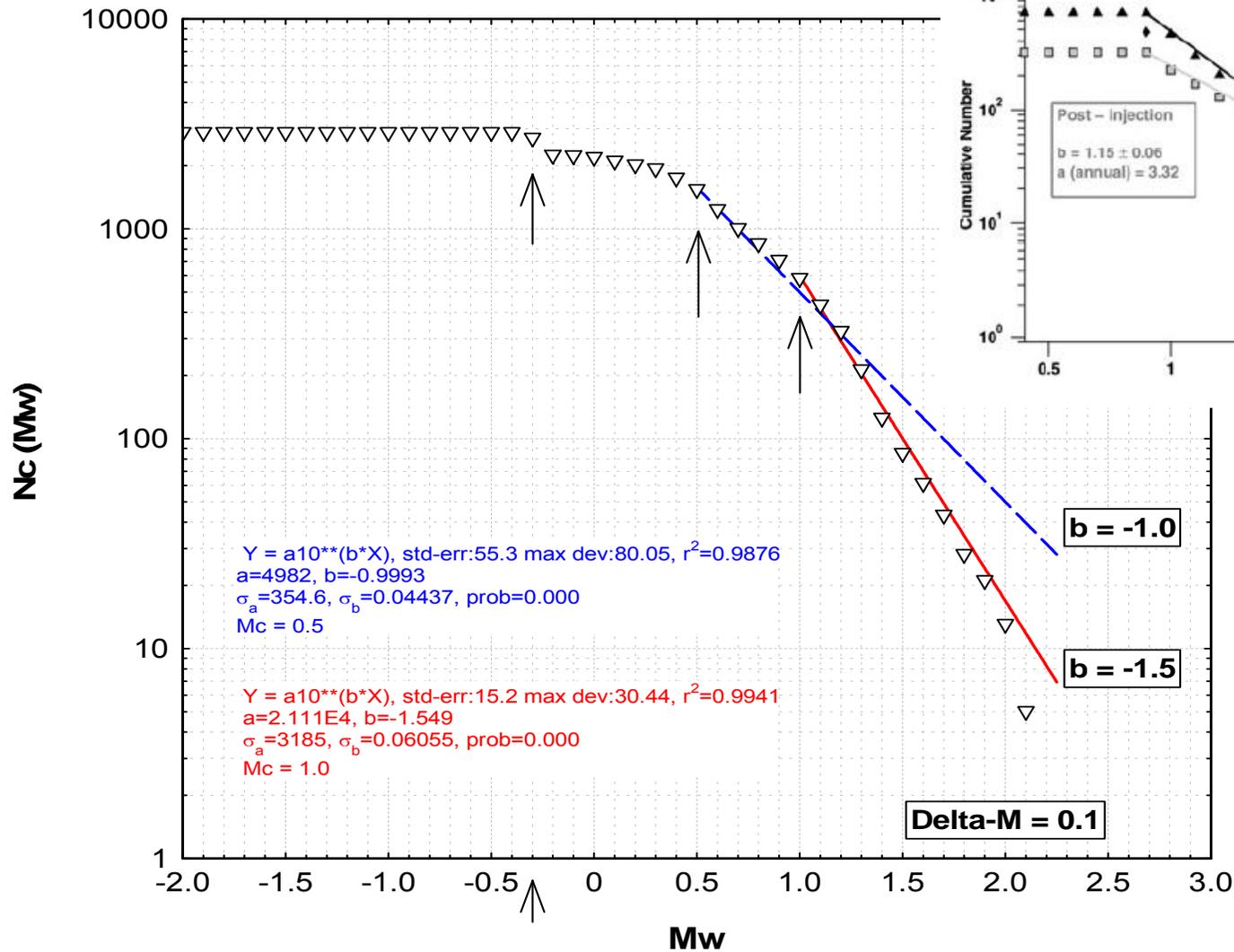
AP3: synthetischer seismischer Katalog

wichtige Ergebnisse:

- b-Wert
- Maximalmagnitude (M_{Wmax})
- Aktives Reservoirvolumen

=> Fortführung der Kooperation mit EP4

AP3: synthetischer seismischer Katalog



Bachmann et al. (2011)

Bsp:
 Seismizität
 Deep Heat Mining
 (Basel)

AP4: Seismizitätseinschätzung für komplexe Geothermiefelder (Produktion)

Beeinflussungsmöglichkeiten als Gegenmaßnahmen zur Kontrolle der seismischen Gefährdung:

- **ausschließlich Änderung einzelner Betriebsparameter**

Zielgebiete:

- Südpfalz (Landau, Insheim)
- Großraum München (Unterhaching, Bernried, Kirchweidach, Taufkirchen etc.)

notwendige Datengrundlage (soweit erhältlich):

- natürliche Seismizität (Katalog: EP4)
- THM-Daten des Untergrundes (GeotIS, Betreiberdaten, Archive)
- Reservoirstruktur (Betreiberdaten, Archive, Seismik)
- Strukturgeologie/ Spannungsfeld (Archivdaten , World Stress Map)
- Gesteinsparameter der Zielformationen (Labordaten/ ggf. regionale Referenzstandorte)

AP4: Seismizitätseinschätzung für komplexe Geothermiefelder (Produktion)

1. Kalibrierung der Modelle für Produktions-induzierte Seismizität anhand bekannter Standorte (Landau und Unterhaching)

history matching => THM:C-Modelle verifiziert, Mechanismen, b & M_{Wmax} , Spannungsänderung, Bedingungen einer Triggerung => Prognose (zeitlich: b & M_{Wmax})

2. Einzelstandortbetrachtung (Landau und Unterhaching)

Parameterstudien & Sensitivitätsanalyse => Identifizierung und Klassifizierung von einzelnen Betriebsparametern und ihren Änderungsraten, b & M_{Wmax} , Spannungsänderung, Bedingungen einer Triggerung, Maßnahmen-/ Kriterienkatalog als Empfehlung

3. Betrachtung komplexer Geothermiefelder (Südpfalz & Großraum München)

Anwendung auf benachbarte Standorte & modelltechnisch sukzessiver Anstieg der Standorte in einer Region => b & M_{Wmax} , Spannungsänderung, gegenseitige Beeinflussung, minimaler Abstand, Optimierung für Geothermiefelder, Maßnahmen-/ Kriterienkatalog als Empfehlung

AP5: Seismizitätseinschätzung vor Bohrbeginn (Stimulation & Produktion)

Beeinflussungsmöglichkeiten als Gegenmaßnahmen zur Kontrolle der seismischen Gefährdung:

- **Untergrundparameter** durch Auswahl von geeigneten Standorten
- Optimierung geplanter **Betriebsparameter**

Zielgebiete: Südpfalz & Großraum München, ggf. neue Standortregionen

notwendige Datengrundlage (soweit erhältlich):

- natürliche Seismizität (Katalog)
- THM-Daten des Untergrundes (GeotIS, ggf. Übertragung regionaler Referenzstandorte)
- Reservoirstruktur (ggf. 2D oder 3D Seismik)
- Strukturgeologie/ Spannungsfeld (Archivdaten, World Stress Map)
- Gesteinsparameter der Zielformationen (ggf. Labordaten & regionale Referenzstandorte)

AP5: Seismizitätseinschätzung vor Bohrbeginn (Stimulation & Produktion)

Stimulation:

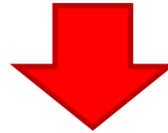
- Identifizierung und Klassifizierung von **Untergrundparametern** anhand Parameterstudien und Sensibilitätsanalysen unter vorgegebenen Injektionsszenarien (basiert auf unserer Empfehlung aus MAGS1)
=> Mechanismen, b & M_{Wmax} , Spannungsänderung, Bedingungen einer Triggerung => Ausschluss- und Auswahlkriterienkatalog als Empfehlung

Produktion:

- Identifizierung und Klassifizierung von **Untergrund- und Betriebsparametern** anhand Parameterstudien und Sensibilitätsanalysen unter vorgegebenen Betriebsszenarien
=> b & M_{Wmax} , Spannungsänderung, Bedingungen einer Triggerung => Auswahlkriterienkatalog und Maßnahmenkatalog als Empfehlung

AP5: Seismizitätseinschätzung vor Bohrbeginn

standortbezogenes Prozessverständnis
(MAGS1, eigene Labordaten bzgl. Gesteinscharakteristika)
EP1, EP2, EP3, EP6, EP7



Erdbebenstatistik
(natürliche & synthetische)
EP4, EP5, EP6

seismische
Gefährdungseinschätzung
vor Bohrbeginn

Slip Tendency Analyse
EP2



numerische Analysen:
zeitliche Entwicklung v. Spannungen, Gutenberg-Richter & aktivem Volumen
(Parameterstudien und Sensitivitätsanalysen für Untergrundparameter in Abhängigkeit
definierter Stimulations- und Betriebsszenarien)
EP5, EP6, EP7

=> MAGS2-interne fachliche Koordination

Verknüpfungen und Beiträge zum Gesamtprojekt

Beiträge zum Themenfeld A: Monitoringkonzepte und Öffentlichkeitsarbeit

- M_{wmax}
- **Maßnahmen-/ Kriterienkatalog als Empfehlung**

Beiträge zum Themenfeld B: Fluidinduzierte Seismizität in Geothermiefeldern

- **synthetischer Katalog**
- **Identifizierung sensibler Betriebsparameter, Mechanismenbestimmung**
- **zeitliche Entwicklung Gutenberg-Richter, M_{wmax} & b-Wert, Spannungen, aktives Volumen, Bedingungen Triggerung**
- **Maßnahmen-/ Kriterienkatalog als Empfehlung**

Beiträge zum Themenfeld C: Seismizitätsabschätzung vor dem Bohren

- **Identifizierung & Klassifizierung sensibler Untergrund- und Betriebsparameter, Mechanismenbestimmung**
- **Gutenberg-Richter, M_{wmax} & b-Wert, Spannungen, aktives Volumen, Bedingungen Triggerung**
- **Maßnahmen-/ Auswahlkriterienkatalog als Empfehlung**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Danke dem BMU und dem Pt-J für die
Finanzierung bzw. Begleitung des MAGS2-
Projektes!**

Das Verbundprojekt **MAGS2** - Mikroseismischen Aktivität geothermischer Systeme - **Vom Einzelsystem zur großräumigen Nutzung** wird finanziert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und betreut vom Projektträger Jülich.

Förderkennzeichen: 0325662A-G

Projektträger für

