

**Gutachten mit Risikostudie
zur Exploration und Gewinnung von Erdgas
aus unkonventionellen Lagerstätten
in Nordrhein-Westfalen
und deren Auswirkungen auf den Naturhaushalt
insbesondere die öffentliche Trinkwasserversorgung**

TOP 3: Erkundungs- und Gewinnungstechniken

**2. Sitzung des projektbegleitenden Arbeitskreises
23.04.2012 im MKULNV, Düsseldorf**

Dr. Pateiro (Brenk Systemplanung)

14.05.2012 1



**Datengrundlage Erkundungs- und
Gewinnungstechniken**

- Auswertung von über 200 Literaturquellen (Fachbücher, Publikationen, Konferenzbeiträge)
- Expertengespräche mit
 - Wintershall Holding GmbH (Wintershall)
 - ExxonMobil Production Deutschland GmbH (EMPG)
 - BNK Deutschland GmbH (BNK)
- Auswertung von Fallbeispielen aus den
 - Deutschland,
 - USA,
 - Kanada,
 - Australien.
- Auswertung von Arbeitsprogrammen diverser Antragsteller in NRW
- Expertengespräche mit BR Arnsberg sowie LBEG

14.05.2012 2



Erkundung: ! Auch Fracken?

- Erkundung := Aufsuchung im Sinne des § 4 Abs. 1 BBERG
d.h. „[...] mittelbar oder unmittelbar auf die Entdeckung oder Feststellung der Ausdehnung von Bodenschätzen gerichtete Tätigkeit [...]“
- „Wer bergfreie Bodenschätze aufsuchen will, bedarf der Erlaubnis [...]“ [§ 6 BBERG]
- „Die Erlaubnis gewährt das ausschließliche Recht, [...]”
 1. „[...] Bodenschätze aufzusuchen“,
 2. „[...] Bodenschätze zu gewinnen [...]“,
 3. „[...] Einrichtungen [...] zu betreiben, die zur Aufsuchung der Bodenschätze [...] erforderlich sind.“ [§7 BBERG]

14.05.2012

3



Erkundung

- Ziel der Aufsuchung
Identifizierung von Vorkommen, die unter vorgegebenen
 - ökonomischen,
 - gesellschaftlich-politischen,
 - geologischen sowie
 - umweltbezogenenRandbedingungen wirtschaftlich gewonnen werden können.

14.05.2012

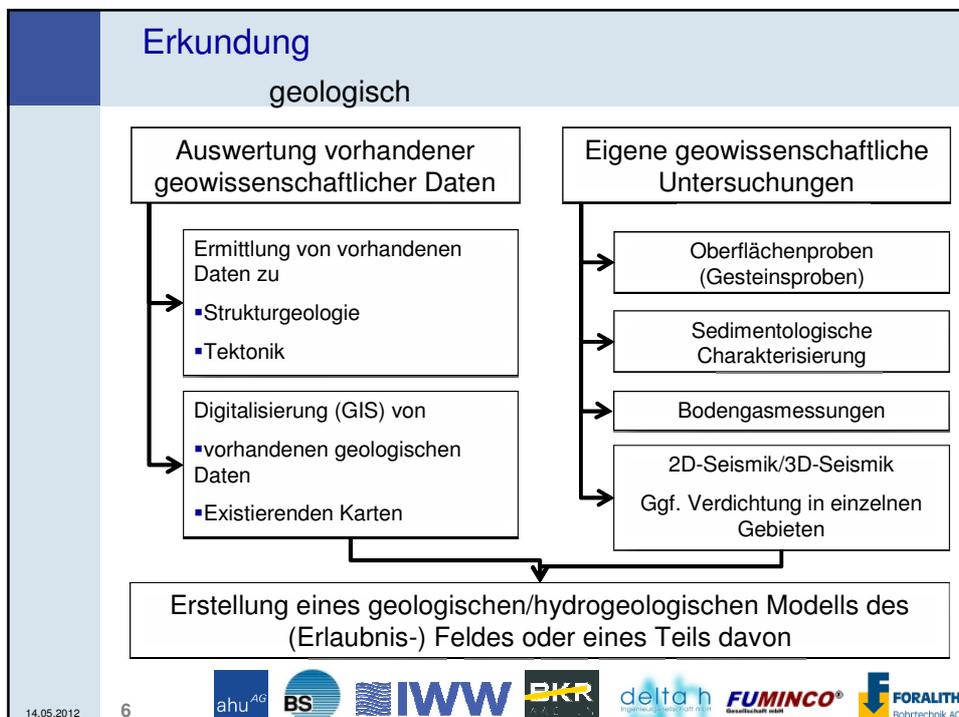
4

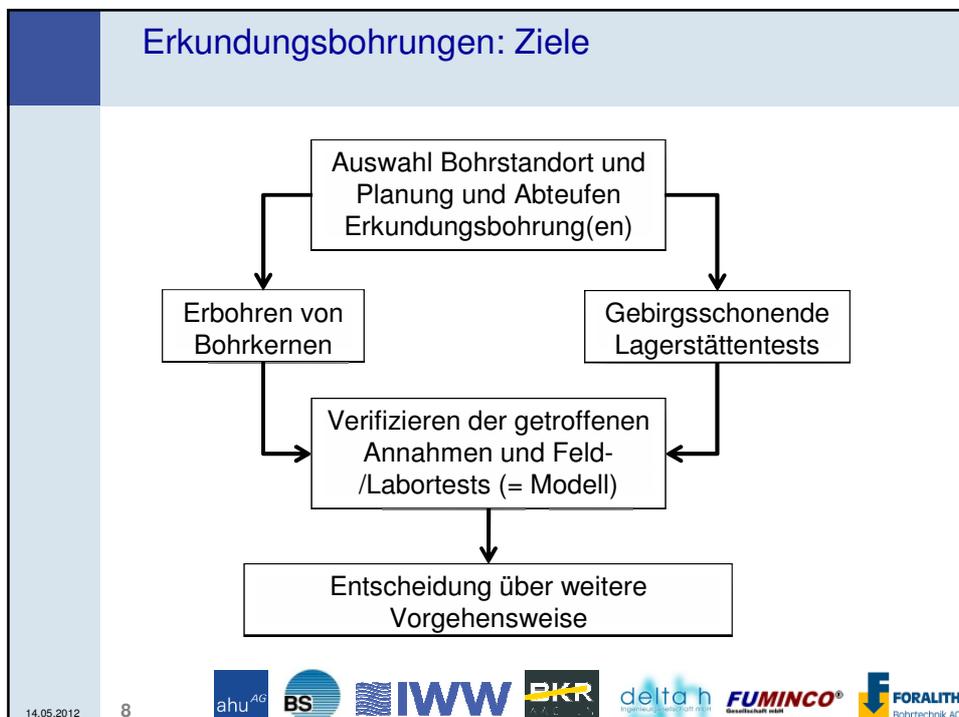
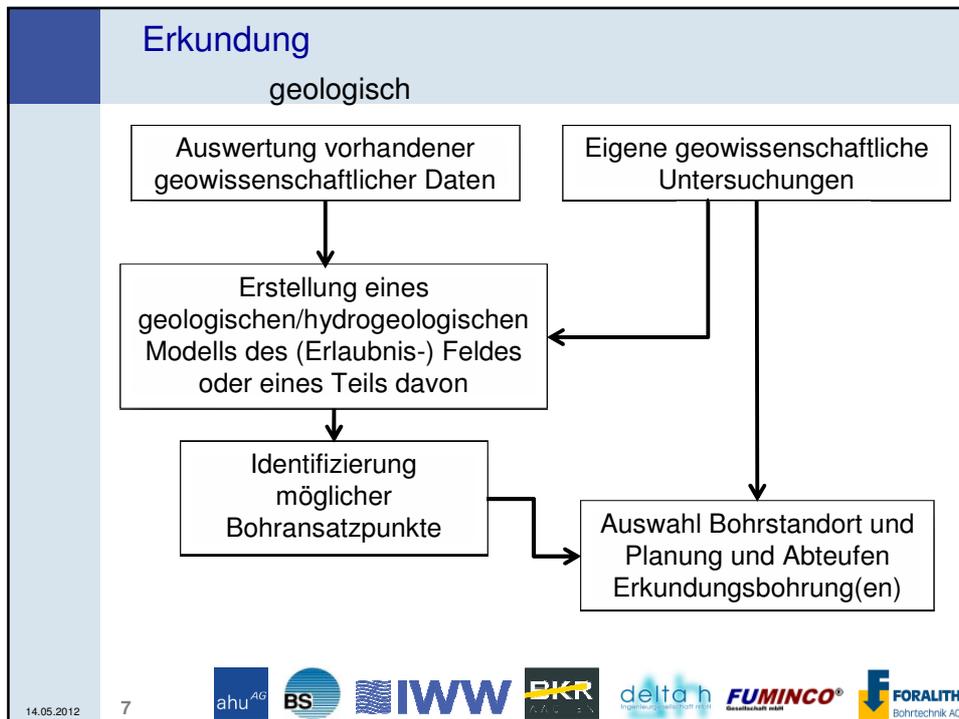


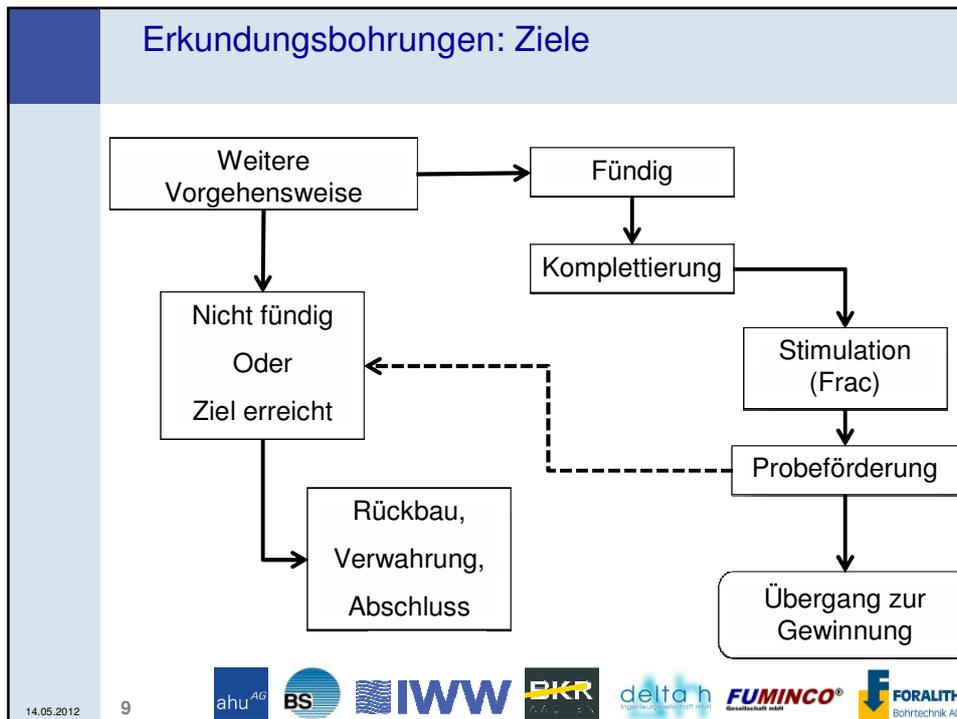
Erkundung

- Sammlung und Auswertung aller bereits vorhandenen geologischen/hydrogeologischen Daten.
 - Dies betrifft in NRW beispielsweise die Bohrlochdaten der Vielzahl an durchgeführten Mutungsbohrungen für den Steinkohlebergbau;
- Erhebung und Auswertung von weiteren benötigten Daten durch eigene geowissenschaftliche Untersuchungen.

14.05.2012 5 







Erkundungs- und Gewinnungstechniken

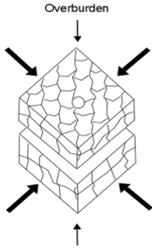
D.h.:

- In allen zur Verfügung gestellten Arbeitsprogrammen ist ein Frac im Rahmen der Aufsuchung vorgesehen. Die Arbeitsprogramme sehen jedoch meistens mehrere Bohrungen vor.
- Nicht in allen Erkundungsbohrungen soll gefrackt werden. Es gibt auch Erkundungsbohrungen, die nur dem Erbohren von Bohrkernen und anderen gebirgsschonenden Lagerstättenuntersuchungen dienen.
- Aus Erkundungsbohrungen können aber Gewinnungsbohrungen entwickelt werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass in solchen Bohrungen bereits während der Aufsuchungsphase einmal gefrackt werden wird.

14.05.2012 10

ahu^{AG} BS IWW BKR delta h FUMINCO[®] FORALITH Bohrtechnik AG

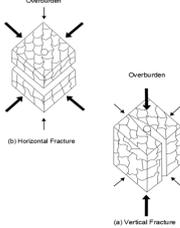
Erkundungs- und Gewinnungstechniken Rissausbildung unter Tage: Auflasten und Spannungen



Overburden

Horizontaler Riss

Teufen < 300 m



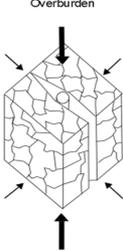
Overburden

(b) Horizontal Fracture

(a) Vertikal Fracture

Je nach Hauptspannung

300 m < Teufen < 600 m



Overburden

Vertikaler Riss

Teufen > 600 m

14.05.2012
11

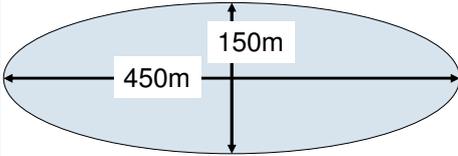








Erkundungs- und Gewinnungstechniken Rissausbildung unter Tage: Dimensionen CBM



450m

150m

Maximale Dimensionen
laut US EPA

In flachen Lagerstätten
in den USA: 9-15 m x 90-120 m

In Kohleflözen in NRW geplant:
<1 m x 60 m

14.05.2012
12









Erkundungs- und Gewinnungstechniken Rissausbildung unter Tage: Dimensionen Shale

450m
150m

CBM: Maximale Dimensionen laut US EPA

In Schieferlagerstätten in NRW:
„mehrere Zehnermeter“
X
~ 100 m

14.05.2012 13

ahu^{AG} BS IWW BKR delta h FUMINCO[®] FORALITH Bohrtechnik AG

Erkundungs- und Gewinnungstechniken Rissausbildung unter Tage: Shale vs. CBM

In Schieferlagerstätten in NRW:
„mehrere Zehnermeter“
X
~ 100 m

In Kohleflözen in NRW geplant:
<1 m x 60 m

14.05.2012 14

ahu^{AG} BS IWW BKR delta h FUMINCO[®] FORALITH Bohrtechnik AG

Erkundungs- und Gewinnungstechniken Rissausbildung unter Tage: Verhalten an Schichtgrenzen

Schiefer

1,6 m

Sand gefüllt

12,7 mm weit

Kohleflöz

Tonstein

Riss entwickelt sich aus der Vertikalen in die Horizontalen an der Schichtgrenze weiter, wenn...

- a) Scherfestigkeit zwischen Schichten kleiner als Zugspannung des Fracs
- b) Gesteinsfestigkeit der angetroffenen Schicht größer ist als Zugspannung des Fracs

14.05.2012 15

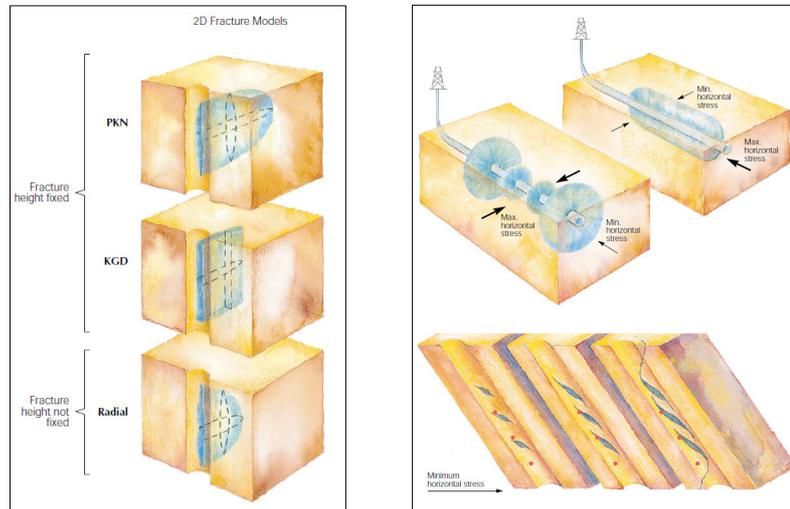
ahu^{AG} BS IWW BKR delta h FUMINCO[®] FORALITH Bohrtechnik AG

Erkundungs- und Gewinnungstechniken Rissausbildung unter Tage: Verhalten an Schichtgrenzen

14.05.2012 16

ahu^{AG} BS IWW BKR delta h FUMINCO[®] FORALITH Bohrtechnik AG

Erkundungs- und Gewinnungstechniken Rissausbildung unter Tage: Modell = Realität?



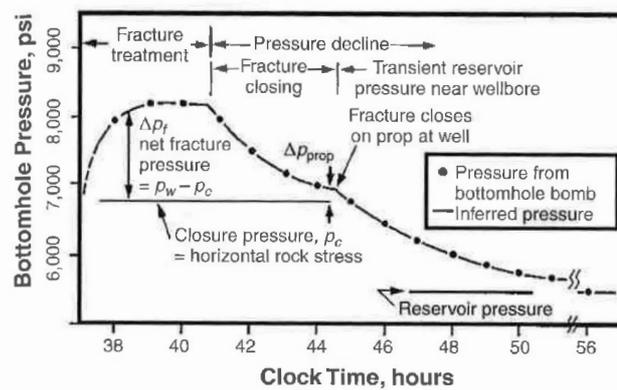
Quelle: Brady et al., Cracking Rock: Progress in Fracture Treatment Design, 1992

14.05.2012

17



Erkundungs- und Gewinnungstechniken Rissausbildung unter Tage: Modell = Realität?



Quelle: Jones; Britt, Design and Appraisal of Hydraulic Fractures, 2009

14.05.2012

18



Erkundungs- und Gewinnungstechniken
Rissausbildung unter Tage: Frac = Frac?

Hydraulic Fracturing = „Flüssigkeitsgestützte
 Risserzeugung im Gebirge“

Ziel : Erzeugung von Rissen, die mit Feststoffen offen
 gehalten werden (Korngröße = Sand), um die
 Permeabilität in der Nähe des Bohrlochs zu erhöhen.

Vorgehensweise: Bohrloch abteufen,
 Verrohrung und Zementierung einbringen,
 Löcher schießen,
 Fracken

Zeitbedarf: Frac-job ca. 2 h; insgesamt mehrere Tage

Volumina pro Frac: 500-5.000 m³

14.05.2012 19 

Erkundungs- und Gewinnungstechniken
Rissausbildung unter Tage: Frac = Frac?

Hydraulic Fracturing = „Flüssigkeitsgestützte
 Risserzeugung im Gebirge“

Zu unterscheiden sind:

Micro-Frac	Mini-Frac	Frac
Teilweise im Vorfeld (= Erkundung) eingesetzt	Oft vor dem eigentlichen Frac zur Kalibrierung des Modells (= der einzusetzenden Additive, Pumpraten und Drücke) eingesetzt. Zumeist in Verbindung mit einem Step Rate Test (SRT)	Eigentlicher Frac-job zur Erzielung der gewünschten Permeabilität

14.05.2012 20 

Erkundungs- und Gewinnungstechniken Rissausbildung unter Tage: Frac = Frac?

Hydraulic Fracturing = „Flüssigkeitsgestützte
Risserzeugung im Gebirge“

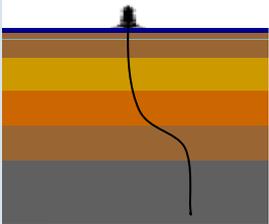
Zu unterscheiden sind:

Micro-Frac	Mini-Frac	Frac
Erkundung der Bohrung	Kalibrierung des Modells	Stimulation der Lagerstätte
Kann auch mit Bohrspülung durchgeführt werden	Identische Fluidzusammensetzung wie späterer Frac, aber ohne Feststoffe	Typische Frac-Fluide inkl. Feststoffe
Druckbeaufschlagung nur wenige Minuten	Druck wie Frac-job Zeit ca. 10 Minuten	2-5 Stunden
~ 0,5-1 m ³	10-20% des frac-job Volumens	500-5.000 m ³

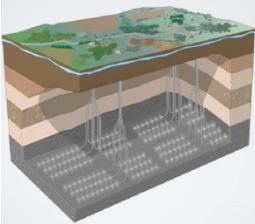
14.05.2012
21

Erkundungs- und Gewinnungstechniken Gewinnungskonzepte

Tonschiefer (Shale)

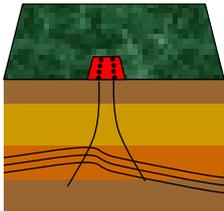


Quelle: Eigene Darstellung (April 2012)



Quelle: BNK (Februar 2012)

Kohleflöze (CBM)



Quelle: Eigene Darstellung (April 2012)

14.05.2012
22

Erkundungs- und Gewinnungstechniken Themen

- Bohrtechniken
 - Anlagenbeschreibungen
 - Infrastruktur
- Bohrverfahren
 - Bohrtechnik
 - Bohrspülungen

- Bohrlochverläufe
 - Vertikalbohrungen
 - Abgelenkte/Horizontalbohrungen
 - Multilateral-Bohrungen
- Bohrlochausbau
 - Verrohrung
 - Zementation

14.05.2012 23



Erkundungs- und Gewinnungstechniken Themen

- Frac-Prozess
 - Anlagenbeschreibungen
 - Infrastruktur
 - Wasserbedarf
 - Eingesetzte Additive
 - Flowback
 - Entsorgung

- Frac-Verfahren
 - Hydraulic Fracturing (konventionell)
 - Multi-Frac
 - Cavitation

14.05.2012 24



Erkundungs- und Gewinnungstechniken Themen

- Produktion (Erdgasförderung)
 - Anforderungen an Entwässerungstechnik
 - Entwässerungsverfahren
 - Aufbereitung und Entsorgung Lagerstättenwasser & Flowback

14.05.2012

25



Absehbare Erkenntnis-/Wissensdefizite

- Tatsächlich verwendete Techniken (alle Betreiber noch im Erkundungsstadium in NRW)
- Tatsächlich verwendete Additive (sehr schnelle Innovationszyklen & standortspezifische Mixturen)
- Langzeitsicherheit von Bohrungen (Zement + Rohrtouren)
- Versagenswahrscheinlichkeiten von einzelnen Komponenten
- Schiefergas und Flözgas
 - Konkrete Lage der potenziellen Gewinnungsstandorte

14.05.2012

26

