

Zunehmend wird das sog. **Hydraulic Fracking** (auch Hydraulic Fracturing) von der Erdgasindustrie insbesondere in den USA zur Erschließung von unkonventionellen Lagerstätten eingesetzt. Der stetig wachsende Energiebedarf veranlasst auch Unternehmen in Deutschland unkonventionelle Lagerstätten zu erkunden und ggf. Erdgas aus ihnen zu fördern.

Unkonventionelle Lagerstätten werden generell entsprechend ihrer geologischen Formation unterschieden in:

- Tight Gas
- Schiefergas
- Kohleflözgas.

Die Erschließung solch einer Lagerstätte erfordert großflächig verteilte Eingriffe u. mehrere verbundene Bohrfelder.

Aktuell werden die Risiken, die Notwendigkeit und die Sicherheit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung intensiv diskutiert.

Beim Fracking wird ein lagerstättenspezifisches **Frackfluid**, bestehend aus Wasser, Additiven und Proppants, unter hohem Druck untertage verbracht, um im Reservoirgestein Risse zu erzeugen und die Durchlässigkeit für Erdgas zu erhöhen. Nach Schätzungen gelangen 10–25 % des eingebrachten Frackfluids über Tage, wobei im sog. **Flowback** auch Anteile von Lagerstättenwasser enthalten sind. Gängige Praxis ist derzeit die Verpressung von Lagerstättenwasser und auch Flowback in Disposalbohrungen, die u.a. in Verdacht stehen, seismische Ereignisse auszulösen oder das Grundwasser zu gefährden. Die Mitbehandlung in kommunalen Kläranlagen war nicht zielführend. Daher werden alternative Entsorgungs- und Verwertungsmöglichkeiten gesucht.



Beispielhaft wird für die Exploration einer 200 km<sup>2</sup> großen unkonventionellen Lagerstätte mit Hydraulic Fracturing eine Wassermengenbilanz für den Frackprozess gezeigt. Es wurden dazu Referenzdaten der ExxonMobil Production Deutschland GmbH (EMP) zugrunde gelegt.

Anhand von Erfahrungen aus dem Marcellus Gebiet in den USA lassen sich bis zu 60 % des Flowbacks als Recyclat für erneute Frackvorgänge rückgewinnen.

Annahmen entsprechend EMP Referenzdaten:

- 10 Fracks/Bohrung
- 14 Bohrungen/Platz
- 2,5 Nachfracks/10 a
- 1.600 m<sup>3</sup> Frackfluid je Frack

Weitere Annahmen:

- 23 % Flowbackaufkommen
- 60 % Recyclingrate

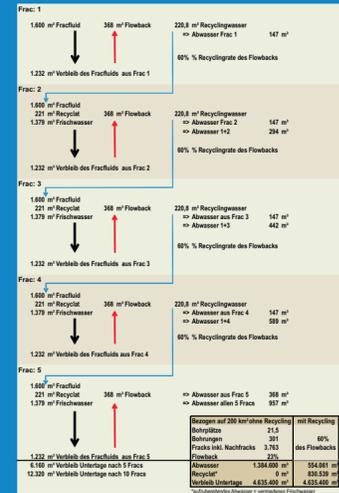


Abb. 1: Mengenbilanz für eine Lagerstätte mit einem Ausmaß von 200 km<sup>2</sup>

Durch Recyclat verringert sich die notwendige Frischwassermenge und der Abwasseranfall. Bei der Aufbereitung entstehen aber Konzentrate und Abfälle.

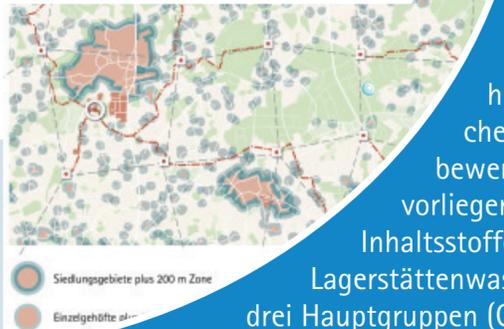
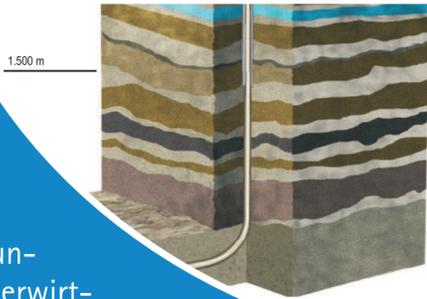
Ein Großteil des Frackfluids verbleibt untertage. Flowback ist wesentlich durch Lagerstättenwasserinhaltsstoffe geprägt.

MONITORING

Anhand des idealisierten Ablaufschemas (s. Abb. 2) werden die Stoffströme bei einer Lagerstättenexploration mit Flowbackaufbereitung und Wiederverwendung des Recyclats verdeutlicht.

Aufgrund des flächenintensiven Eingriffes ist zur Erschließung einer unkonventionellen Lagerstätte ein wasserwirtschaftliches Gesamtkonzept inkl. der zugehörigen Grund- und Oberflächenwassereinzugsgebiete mit räumlicher und zeitlicher Abbildung aller Bohrfelder notwendig. Zur lückenlosen Nachweisführung aller anfallenden Stoffströme ist ein regionalspezifisches **Monitoringkonzept** zu implementieren.

Hydraulic Fracking  
Spannungsfeld  
Wasserressourcen – FracFluid/Flowback – Abwasser  
Vermeidung – Verwertung/Aufbereitung/Recycling – Entsorgung/Verpressung



FLOWBACKBEHANDLUNG

Zur Auswahl und Ableitung von Behandlungsmaßnahmen für den anfallenden Flowback, muss dieser charakterisiert und hinsichtlich seiner physikalisch/chemischen Reaktionsmöglichkeit bewertet werden. Auf Grundlage bisher vorliegender Analysedaten lassen sich die Inhaltsstoffe von Flowback in Verbindung mit Lagerstättenwasser zunächst in die folgenden drei Hauptgruppen (Cluster) einteilen:

- ungelöste partikuläre Stoffe (absetz- oder abfiltrierbar)
- Leichtflüssigkeiten (ungelöste Kohlenwasserstoffe)
- gelöste Stoffe mit den Untergruppen:
  - Kohlenwasserstoffe (leichtflüchtige org. Substanzen)
  - Salze (< 10 g/l, 10 - 50 g/l, > 50 g/l)
  - Metalle und N.O.R.M.

Recycling vs. Verpressung

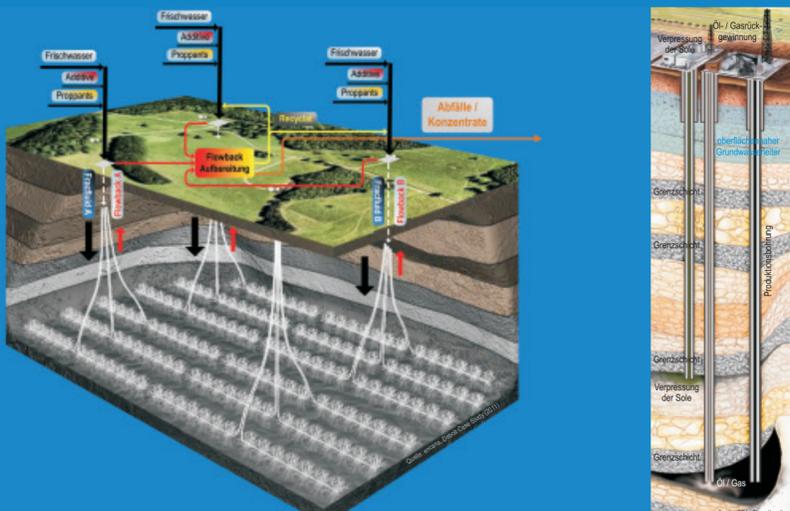


Abb. 2: Prinzipschema des Hydraulic Frackings mit Flowbackrecycling und Verpressung (Disposalbohrung)

Flowback Inhaltsstoffe	Ungelöste, partikuläre Stoffe	Leichtflüssigkeiten	Gelöste Stoffe					
			Kohlenwasserstoffe (Kw)	Salze	Metalle	N.O.R.M.		
Verfahren	absetzbar (ASS)	abfiltrierbar (AFS)	Flüchtige organische Substanzen	Geringer Salzgehalt < 10 g/l	Mittlerer Salzgehalt < 50 g/l	Hoher Salzgehalt > 50 g/l	Metalle	N.O.R.M.
Physikalische Trennverfahren								
Sedimentation / Hydrozyklon	●	●						
Belüftung & Sedimentation	●	●						
Leichtstoffabscheidung			●					
Filtration		●						
Flotation		●						
Membranfiltration (MF, UF, NF)		●	●	●	●			
Strippen			●					
Adsorption / Absorption			●					
Elektro-Koagulation			●					
Ionenaustausch				●				
Umkehrosmose				●	●	●		
Forward osmosis				●	●	●		
Elektro-Dialyse				●	●	●		
Chemische Behandlungsverfahren								
Fällung / Flockung				●				
Chemische Oxidation				●				
Chemisorption				●				
Thermische Trennverfahren								
Eindampfung				●	●	●	●	●
Gefrier- / Tauverdampfung				●	●	●	●	●
Membrandestillation				●	●	●	●	●
Kristallisation				●	●	●	●	●
Extraktion			●					
Biologische Behandlungsverfahren								
Belebungs-/Biofilverfahren	●	●		●	●	●		
Bewachsener Bodenfilter	●	●		●	●	●		

Entsprechend der Cluster können etablierte Verfahren für ihre prinzipielle Eignung ausgewählt werden (Tab. 1).

Es ist ersichtlich, dass entsprechend des Anforderungsgrades an das Aufbereitungsziel Verfahrenskombinationen notwendig sind, die im Einzelfall zu erproben sind.

Derzeit entspricht kein Behandlungskonzept dem Stand der Technik nach WHG.

Tab. 1: Gegenüberstellung möglicher Aufbereitungsverfahren