

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 **Fracfluid**, bestehend aus Wasser, Additiven und Proppants, unter hohem Druck untertage verbraucht, um im Reservoirgestein Risse zu erzeugen und die Durchlässigkeit für Erdgas zu erhöhen. Nach Schätzungen gelangen 10-25 % des eingebrachten Frackfluids überstage, 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 km² 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.

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.

Annahmen entsprechend EMP Referenzdaten:

- 10 Fracks/Bohrung
- 14 Bohrungen/Platz
- 2,5 Nachfracks/10 a
- 1.600 m³ Frackfluid je Frack

Weitere Annahmen:

- 23 % Flowbackaufkommen
- 60 % Recyclingrate

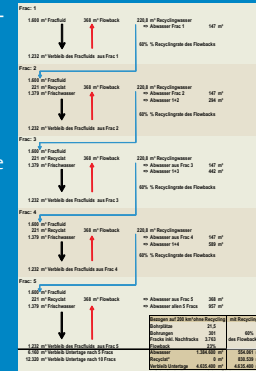


Abb. 1: Mengenbilanz für eine Lagerstätte mit einem Ausmaß von 200 km²

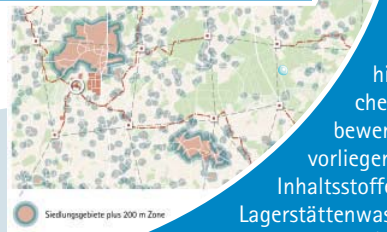


MONITORING

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

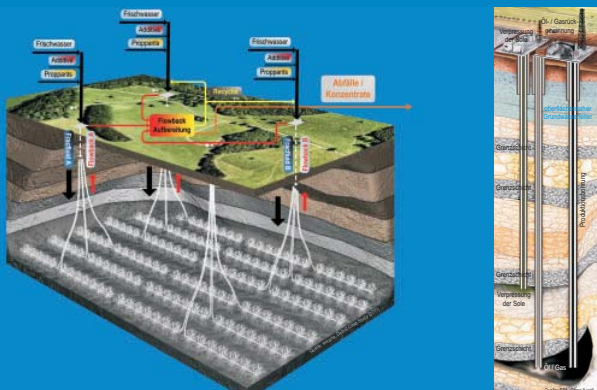


Abb. 2: Prinzipschema des Hydraulic Frackings mit Flowbackrecycling und Verpressung (Disposalbohrung)

Verfahren	Ungelöste partikuläre Stoffe		Leichtflüssigkeiten		Gelöste Stoffe				
	absetzbar (ABS)	abfiltrierbar (AFB)	D.R. Du. (Dissolved Organic Carbon)	Flüchtige organische Substanzen	Geringe Salzkonz. < 10 g/l	Mittlere Salzkonz. 10-50 g/l	Hohere Salzkonz. > 50 g/l	Metalle	N.O.R.M.
Physikalische Trennverfahren									
Sedimentation / Hydrozyklon	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Leichtstoffabscheidung	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Filtration	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Membranfiltration (MF, UF, NF)	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Strippen	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Adsorption / Absorption	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Elektro-Koagulation	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ionen austausch	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Umkehrionenaustausch	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Forward osmosis	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Elektro-Kläre	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chemische Behandlungsverfahren									
Fällung / Flockung	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chemische Oxidation	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chemisorption	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Thermische Trennverfahren									
Eindampfung	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Gefrier- / Taueindampfung	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Membrandestillation	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Kristallisation	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Extraktion	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Biologische Behandlungsverfahren									
Belebungs- / Biofilverfahren	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bewachsener Bodentfilter	●	●	●	●	●	●	●	●	●

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

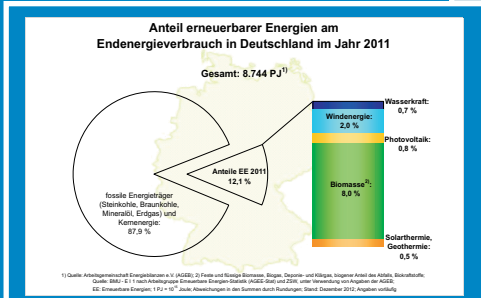
Es ist ersichtlich, dass entsprechend des Anforderungsgrades an das Aufbereitungsziel Verfahrenskombinationen notwendig sind, die im Einzelfall zu erproben sind.

Derzeit entspricht kein Behandlungskonzept dem Stand der Technik nach WHG.

Tab. 1: Gegenüberstellung möglicher Aufbereitungsverfahren

Die Sicherstellung einer zuverlässigen, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung ist eine der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Dabei werden die erneuerbaren Energien eine herausragende Rolle spielen. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung soll bis zum Jahr 2020 auf mindestens 35 % erhöht werden, auf 50 % bis 2030, auf 65 % bis 2040 und sogar auf 80 % bis 2050 steigen.

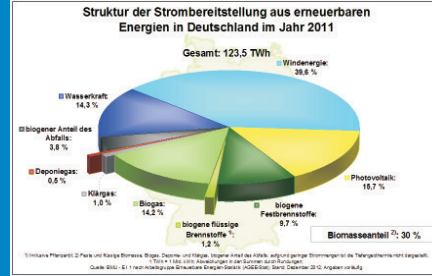
Das größte Problem aller erneuerbaren Energien, die Strom liefern, ist ihre mangelnde Speicherkapazität. Wind- und Solarstrom treten oftmals an Zeiten auf, zu denen sie nicht gebraucht werden.



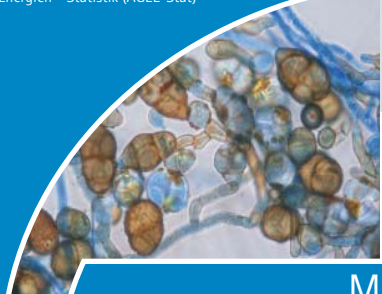
Quelle: Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2011. Unter Verwendung aktueller Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik (AGEE-Stat)

In 2011 sind ca. 529 GWh durch Abregelungen der Windanlagen wegen fehlender Übertragungskapazitäten verlorengegangen. Dies entspricht einem Anteil von etwa 1,1 % der tatsächlich eingespeisten Windenergie in ganz Deutschland. Mit der Zunahme des Anteils der regenerativen Energien an der Stromproduktion wird sich das Problem weiter verschärfen. Pumpspeicherkraftwerke könnten in geeigneten Regionen Abhilfe schaffen, jedoch

stehen geeignete Standorte nur begrenzt zur Verfügung. Die Energiespeicherung in Form von Methan kann diese Lücke z.T. schließen.



Quelle: Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2011 unter Verwendung aktueller Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik (AGEE-Stat)



Methan als Energiespeicher für überschüssige elektrische Energie

Wind- und Solarkraftwerke können in wind- oder sonnenreichen Gegenden Strom erzeugen. Überschüssiger Strom kann lokal zu Methan umgewandelt und in dieser Form in bereits vorhandenen Infrastrukturen transportiert und gespeichert werden. Die Speicherkapazitäten für Erdgas entsprechen in Deutschland hunderten Terawattstunden.



Beispiel für die Einbindung des Methans als Energiespeicher: Überschüssige Energie aus Solar- und Windkraftanlagen wird für eine Wasserelektrolyse verwendet. Ein anaerober Fermenter (z.B. eine herkömmliche Biogasanlage) wird mit dem produzierten Wasserstoff zusammen mit CO₂ von einem CO₂-Emittenten beschickt.

Durch hydrogenotrophe Methanogenese wird Methan und Wasser erzeugt. Das Methan kann für mehrere Monate gespeichert werden und je nach Bedarf thermisch oder elektrisch genutzt werden.

Vorteile von Methan:

- Methan ist leicht biologische herzustellen
- Methan lässt sich leicht transportieren (durch bereits vorhandene Infrastrukturen, wie Erdgasleitungen)
- hohe Speicherdauer (Monate bis Jahre kann Energie gespeichert werden)
- hohe Speicherkapazitäten (bis zu 10 kWh/Nm³)
- Methan ist vielseitig einsetzbar (Mobilität, el. Energie, Wärme)

