

## Anmerkungen zum „Fracking“

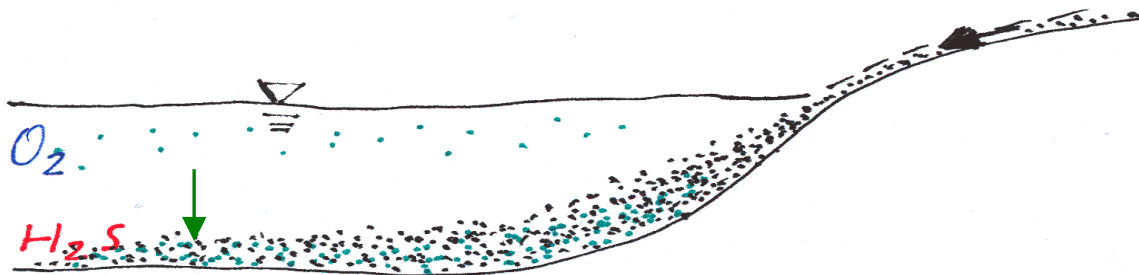
### Was ist Fracking ?

Als „Fracking“ wird die Methode bezeichnet, Erdgas oder Erdöl aus Schiefer und schiefer-ähnlichen Gesteinen zu gewinnen („Shale gas“), indem man diese Vorkommen anbohrt, unter hohem Druck Flüssigkeiten einpresst, um das ursprünglich dichte Gestein durchlässig zu machen und das in ihnen gespeicherte Gas oder Öl zu mobilisieren, damit es gefördert werden kann. Dieses Verfahren ist in den letzten Jahren bedeutungsvoll geworden – besonders auch deshalb, weil in den USA große Funde solcher Lagerstätten gemacht wurden und ausgebeutet werden. Man verspricht sich dort, bald unabhängig von Importen zu werden. Ähnliche Lagerstätten gibt es weltweit vielerorts, auch in Deutschland.

### Warum sind Ölschiefer und Schiefergas bedeutungsvoll?

Erdgas und Erdöl bilden sich aus organischen Substanzen, die nach dem Absterben absinken und im Sediment begraben werden (Abb.1). Wenn unten im Wasser Sauerstoff ( $O_2$ ) fehlt, können die organischen Substanzen nicht verwesen, sondern werden umgelagert zu Kohlenwasserstoffen, z.B. Methan – ( $CH_4$ ).

**Abb. 1:** Absterbende organische Substanzen vermischen sich mit dem auf dem Boden abgelagerten Sediment und bilden bei Sauerstoffmangel Kohlenwasserstoffe

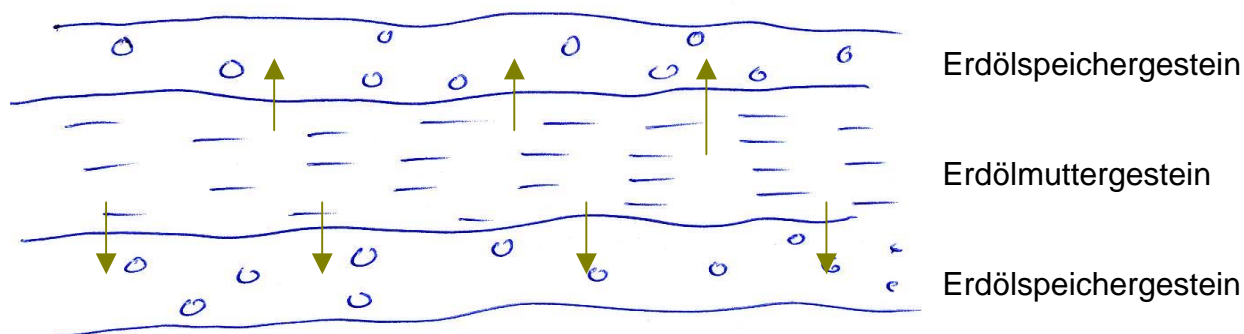


Im Laufe langer geologischer Zeiten können bis zu vielen Kilometern mächtige Sedimentstapel abgelagert werden. Im Laufe dieser Zeiten ändern sich die Bildungsbedingungen, so dass nacheinander unterschiedliche Sedimentarten übereinander abgelagert werden. Ihr Gewicht übt Druck aus, der die jeweils unterlagernden Sedimente zu Gesteinen verfestigt. Wurden Sande abgelagert, wurden daraus poröse, also durchlässige Sandsteine. Aus feinkörnigen Tönen wurden dichte Tonsteine. Wenn sie Kohlenwasserstoffe enthalten, spricht man von Erdölmuttergesteinen.

Wenn in der Nachbarschaft der Erdölmuttergesteine poröse Gesteine vorhanden waren, konnten Erdöl und Erdgas dort eindringen und damit das Erdölspeichergestein bilden (Abb. 2), aus dem sich die ‚konventionelle‘ Erdöllagerstätte entwickeln konnte. Wo die

durchlässigen Speichergesteine fehlten, blieben Erdöl und Erdgas im Erdölmuttergestein bis heute gefangen. Wegen ihrer geringen Durchlässigkeit – oder gar Dichtigkeit – müssen sie aufgepresst werden, wenn man das Erdöl oder Erdgas gewinnen will.

**Abb. 2:** Wo poröse Gesteine benachbart sind, können Erdöl und Erdgas dort einwandern



Das Erdölmuttergestein enthält Erdgas und Erdöl, meist in kleinsten Poren, manchmal in kleinen Taschen. Nur wo in Bohrungen – oder Stollen – erdöhlaltiger Ölschiefer angetroffen und damit das Öl freigesetzt wird, kann es aussickern, wie Abb. 3 beispielhaft zeigt. (Abb. 3).



**Abb. 3:**  
Aus kleinsten Taschen und Poren im Erdölmuttergestein aussickerndes Erdöl

Vermutlich befand sich weltweit nur ein Teil der Erdölmuttergesteine in der Nachbarschaft von porösen Speichergesteinen. Wo das nicht der Fall war – und das ist der wahrscheinlich größere Teil – halten die Erdölmuttergesteine das in ihnen gespeicherte Erdöl und Erdgas gefangen, bilden also eine potentielle Öl- und/oder Gaslagerstätte. Ihr Öl- und Gasinhalt könnte den der konventionellen Lagerstätten übersteigen, ist aber wegen der sehr geringen Durchlässigkeit oder gar Dichtigkeit nicht in der üblichen Weise zu gewinnen – es fließt weder von alleine heraus noch lässt es sich mit Abpumpen gewinnen. Um diese Lagerstätten auszubeuten, wird das Gestein mittels Fracking aufgebrochen. Geotechnische Details dazu werden im Anhang skizziert.

## **Gefährdung von Grundwasser ?**

Unsere Grundwasservorkommen befinden sich in der Regel in Tiefen oberhalb 100 m, während die Gas- und Öllagerstätten in sehr großen Tiefen liegen. Zwischen beiden Bereichen befinden sich in den meisten Fällen dichte wassernichtleitende Gesteinszonen mit Mächtigkeiten von einigen hundert Metern, so dass diese Lagerstätten ausgebeutet werden können. Wo diese Bedingung nicht erfüllt ist, könnte Fracking erst dann eingesetzt werden, wenn Clean Fracking entwickelt wurde und sich als übliche Technologie etabliert hat.

## **Erfahrungen**

Fracking wird in USA seit 1949 praktiziert. In 2008 wurde Fracking in den USA ca. 50.000 mal eingesetzt. Wir haben es also mit einer etablierten Technologie zu tun. Es ist zu erwarten, dass die USA nicht nur von Öl- und Gasimporten unabhängig werden, und außerdem sogar exportieren können. Die Preise für Öl und Gas sind in den USA schon kräftig gefallen

Der Aufwand zur Förderung von Erdgas und Erdöl ist größer als bei der konventionellen Förderung, denn es werden mehr und manchmal auch tiefere Bohrungen benötigt – auch, weil die Reichweite der nutzbaren Lagerstätte in der Umgebung einer Bohrung kleiner ist. Wegen des größeren Technischen Aufwandes ist gegenwärtig die Wirtschaftlichkeit noch geringer, allerdings ist das Entwicklungspotential noch nicht ausgeschöpft.

## **Beurteilung**

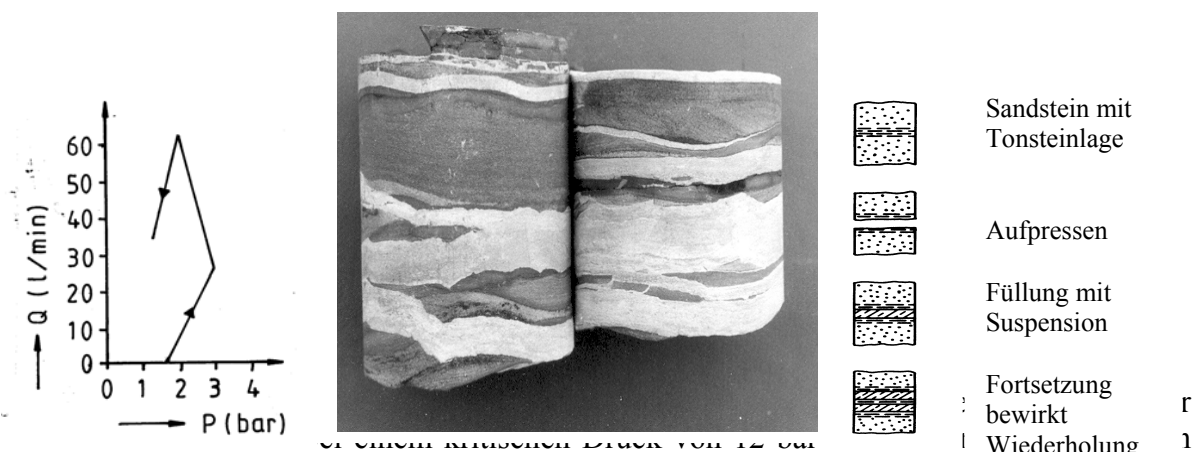
Die Gewinnung von Erdöl und Erdgas aus öl- und gashaltigen Tonstein und Schieferen erfordert zwar eine aufwendigere Technik, sollte aber in Anbetracht der Möglichkeit, die Abhängigkeit Deutschlands von Importen zu verringern, nicht versäumt werden. Dabei sollten jene Lagerstätten ausgebeutet werden, die durch ausreichende Barrieren von Grundwasservorkommen getrennt sind. Wirtschaftlichkeitszwänge werden es sehr wahrscheinlich ermöglichen, die Technologie weiter zu entwickeln und dabei zu verbessern.

## Anhang: Geotechnische Grundlagen zum Fracking

Der Autor hat „Hydraulic Fracturing“ (HF), wie es zutreffend genannt wird, beim Talsperrenbau kennen gelernt; es beschäftigt ihn seit 1964, also seit ca. 50 Jahren. Der Fels unter einer Staumauer (Staudamm) sollte möglichst dicht sein. Zeigen Untersuchungen, dass er durchlässig ist, wird er abgedichtet, indem man Zementsuspensionen einpresst, die offene Klüfte (Wasserwege) verfüllen sollen. Falls der Einpressdruck zu hoch ist, werden jedoch auch geschlossene Trennflächen (Schicht-, Schiefer- oder Klufflächen) aufgepresst und wieder injiziert. Damit das vermieden wird, darf der Druck nicht zu hoch sein, denn sonst verursacht die Wiederverfüllung aufgepresster Fugen erhebliche Mehrkosten. Wie die Abbildungen 4 und 5 zeigen, richten sich die jeweils richtigen Drücke nach der Gesteinsfestigkeit. Die zweckmäßigen Drücke werden mittels Wasserdruck-(WD)-versuchen bestimmt (Abb. 4, links).

Das in Abb. 4 dargestellte Gestein enthält weiche Tonsteinlagen, die im Versuch schon bei 3 bar aufgepresst werden, was hier anfangs geschehen ist. Der eingepresste Zement hat infolge HF die ursprünglich geschlossenen (latenten) Schichtflächen geöffnet und die so entstandenen Fugen wurden mit Zement gefüllt. Obwohl mit 3 bar sehr niedrig, hat dieser Druck einen sehr großen Zementverbrauch verursacht und die Abdichtungsmaßnahme enorm verteuert.

**Abb. 4:** Erkennbarkeit der Aufreißvorgänge von geschlossenen Trennflächen (Schichtung) durch Einpressen von Wasser oder Zementsuspensionen; kritischer Druck  $P_{crit} \leq 3$  bar



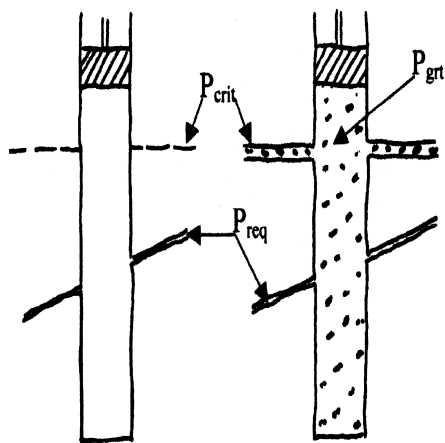
dieser Festigkeit bleiben die eingepressten Zementlagen dünn.

**Abb. 5:** Zementsteinlagen in aufgepressten Schieferflächen trennen quarzgefüllte Klüfte; kritischer Druck  $P_{crit} \leq 12$  bar



Die Lagerstätten liegen zumeist in Tiefen von vielen hundert Metern. Entsprechend tief müssen die Bohrungen sein. Um das Gestein aufzubrechen, wird Wasser eingepresst, wobei der Druck – anders als bei der Abdichtungsinjektion – den kritischen Aufreißdruck deutlich übersteigen muss. Damit sich die aufgedrückten Fugen nicht wieder schließen können, wird dem Wasser Sand beigemischt – die Sandkörner setzen sich in den Fugen ab und halten sie geöffnet (Abb. 6).

**Abb. 6:** Aufbrechen des Gesteins mittels Einpressung von Wasser mit beigemischten Sandkörnern



Früher wurde angenommen, dass die kritischen Drücke, die das Fracking verursachen, mit der Tiefe steigen. Eine systematische Untersuchung an Hand von zahlreichen Beispielen aus praktisch allen Gebirgstypen hat in den letzten Jahren jedoch gezeigt, dass dies nicht der Fall ist [1]. Wie Abb. 7 zeigt, steigen die Drücke nicht mit der Tiefe an.

**Abb. 7:** Tiefenverteilung der Aufpressdrücke ( $P_{crit}$ ) bei Wassereinjektionsversuchen im Granitgneis (Albarello-Damm/ Spanien)

[1] Ewert F.-K. (2005): The hydrofracturing behaviour of latent discontinuities in rock and its consequences for the successful and economic execution of grouting work. Dam Engineering, Volume XVI, Issue I, P 4 – 65, 42 Figures, 5 Tables; Wilmington Business Publishing Ltd, 2005

Außer Sand sorgen dem Wasser zugesetzte „Chemische Additive“ dafür, dass die gespeicherten Öl- und Gasmoleküle mobilisiert werden. Wasser, Sand und Additive bilden die „Fracfluide“.

Als Additive wird eine Vielzahl von Chemikalien eingesetzt, je nach den Gesteinsarten und der Aufgabe. Viskositätserhöhung, Schaumbildung, Lösung von Mineralen, etc. z.Zt. kommen noch toxische Komponenten zum Einsatz. Der Ersatz durch nichttoxische Additive wird gegenwärtig erprobt - ‚Clean Fracking‘

