

Land Add And

Vorabdruck

Risikostudie Fracking

Übersichtsfassung der Studie

"Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung aus unkonventionellen Quellen" erstellt im Zusammenhang mit dem InfoDialog Fracking





Vorwort

In den letzten Jahren setzt die Erdgasindustrie zunehmend die Fracking-Technologie ein. Bislang in Deutschland vor allem, um "konventionelle" Erdgasvorkommen vollständiger nutzen zu können. Seit dem Jahr 2010 beabsichtigen ExxonMobil und andere Unternehmen jedoch auch hierzulande "unkonventionelle" Vorkommen zu erkunden und zu fördern. Diese Vorkommen wären häufig ohne die Fracking-Technologie überhaupt nicht zugänglich, weil das Erdgas in dichtem Gestein eingeschlossen ist.

In mehreren Regionen der USA wird das Fracking bei unkonventionellen Lagerstätten von Erdgas bereits umfangreich eingesetzt. Medienberichte über Verunreinigungen von Gewässern und Grundwasser, über brennbares Methan in Hausbrunnen und über Erdbeben sind beunruhigend. Die Sorge, ob natürliche Ressourcen (vor allem das Trinkwasser) gefährdet sind, ist deshalb auch bei Anwohnern, Wasserversorgern und Politikern in Deutschland gewachsen.

Der Neutrale Expertenkreis hat deshalb im Rahmen des "Informations- und Dialogprozesses der ExxonMobil über die Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung" im Zeitraum April 2011 bis April 2012 die Umwelt- und Sicherheitsrelevanz der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten wissenschaftlich analysiert und anschließend bewertet. Dabei hat uns die Frage geleitet, ob und wenn ja unter welchen Bedingungen das Fracking mit dem Schutz von Mensch und Umwelt vereinbar erscheint.

Wir haben zunächst viele Fragen gesammelt, die Bürgerinnen und Bürger, Kommunen und Wasserversorger zum Thema Fracking und Erdgas gestellt haben. Sodann haben wir das verfügbare Wissen zusammengetragen, ausgewertet und mit eigenen Beiträgen erweitert. Eine Reise in die USA diente dazu, die Auswirkungen, die Fracking im großen Stil haben kann, selbst zu sehen und mit den Betroffenen und Verantwortlichen zu reden. Schließlich haben wir anerkannte Wissenschaftler aus dem In- und Ausland gebeten, den Ansatz der Studie und die wissenschaftliche Qualität unserer Arbeiten kritisch zu bewerten ("Peer-Review").

Die Ihnen vorliegende Broschüre bietet eine Übersicht über unsere Ergebnisse und Empfehlungen zu den in der Öffentlichkeit diskutierten Fragen – und zu einer Reihe weiterer wichtiger Fragen, die bisher nicht im Fokus der Debatte standen. Wir haben dabei ernst zu nehmende Risiken gefunden – und ebenso Risiken, die als gering eingestuft werden dürfen.

Ich habe die Leitung des Expertenkreises gerne

übernommen. Denn ich sehe in dem Thema eine große Herausforderung und bin überzeugt, dass Wissenschaftler mit ihren besonderen Kompetenzen und Werkzeugen zur Klärung gesellschaftlich strittiger Fragen beitragen sollten. Die intensive Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen Spezialisten in unserem insgesamt knapp 40-köpfigen wissenschaftlichen Team war zudem eine ganz besondere Gelegenheit, eine wichtige Frage in kurzer Zeit zugleich wissenschaftlich umfassend und praxisnah zu bearbeiten.



Prof. Dr. Dietrich Borchardt

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ Leiter des Departments Aquatische Ökosystemanalyse und Management

Risikostudie Fracking

- > Der wissenschaftliche Leiter des Neutralen Expertenkreises ist Prof. Dr. Dietrich Borchardt vom größten deutschen Umweltforschungsinstitut, dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ.
- > Er hat das wissenschaftliche Arbeitsprogramm konzipiert und das Team ausgewählt.
- > Die Wissenschaftler des Neutralen Expertenkreises sind erfahrene, anerkannte Spezialisten in ihren Fachgebieten – und keiner von ihnen hat vor dieser Studie für die Erdgasindustrie gearbeitet. Sie wurden unterstützt von weiteren 30 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern.
- > ExxonMobil hat den Informations- und Dialogprozess sowie diese Studie finanziert.
- > In die Arbeit sind auch Daten und Informationen von ExxonMobil eingeflossen.
- > Eine inhaltliche Einflussnahme von ExxonMobil hatten die Experten jedoch vertraglich ausgeschlossen.

4 Risikostudie Fracking

"

Fragen aus der Region

Neutraler Expertenkreis

Insgesamt 500 Fragen hat der Neutrale Expertenkreis zu Beginn seiner Studie gesammelt. Sie werden beispielhaft in der Broschüre dargestellt – und im Internet komplett beantwortet – unter www.dialog-erdgasundfrac.de

Zum Beispiel:

Gibt es Bereiche, in denen man Erkundungsbohrungen/Fracking/Förderung von Erdgasvorkommen nicht durchführen sollte: Trinkwassergewinnungsgebiete/Wasserschutzgebiete oder andere sensible Gebiete?



Internetportal des "Informations- und Dialogprozesses der ExxonMobil über die Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung" mit allen Informationen, Präsentationen, Protokollen und Fragen aus der Region: www.dialog-erdgasundfrac.de

Wir haben unser Vorgehen und unsere Zwischenergebnisse in einem begleitenden Arbeitskreis der gesellschaftlichen Akteure immer wieder zur Diskussion gestellt. Dort waren Wasserversorger, Kommunen und weitere gesellschaftliche Gruppen vertreten. Diese Begleitung sorgte dafür, dass sich unsere Arbeit praxisnah gestaltete und an den Fragen der Menschen in der Region orientierte. Einige Aspekte unseres Vorgehens und die Fokussierung auf bestimmte Sachverhalte wären sonst anders erfolgt. Auch wären einige Themen weniger tief behandelt worden. Umgekehrt wurde ganz deutlich, dass unsere Arbeiten den gesellschaftlichen Diskurs befördert und auf besser abgesicherte wissenschaftliche Grundlagen gestellt haben.

Eine besondere Erfahrung war auch das Verhältnis zum Unternehmen ExxonMobil. Es ist nicht

selbstverständlich, dass ein Unternehmen so frühzeitig und so offen die Risiken eines wichtigen Geschäftsfeldes untersuchen und öffentlich diskutieren lässt. Als Expertenkreis haben wir gesehen, dass unsere Ansätze und Fragen im Unternehmen sorgfältig aufgenommen wurden und auch dort bereits zu neuen Sichtweisen geführt haben.

Eine zentrale Säule unserer Analysen war dabei das "Worst-Case-Prinzip". Wir haben besonders ungünstige, sehr unwahrscheinliche, aber eben im Extremfall denkbare Situationen unterstellt: beispielsweise durchgängige Störungszonen im Untergrund, die die Dichtungswirkung von geologischen Barrieren aufheben, kritische tektonische Spannungen, die zur Beschädigung des Bohrlochs führen oder auch Unfälle sowie technisches und menschliches Versagen. Das hat gute Gründe, birgt aber gleichzeitig ein Risiko für Missverständnisse: Man könnte annehmen, diese Fälle würden mit Sicherheit auftreten. Obwohl dies so nicht gilt, sind wir trotzdem bei unserem Vorgehen geblieben. Denn eine Technologie sollte nur dann angewendet werden, wenn man selbst die ungünstigsten Auswirkungen kontrollieren kann - und dafür muss man diese "Worst-Case-Fälle" kennen und verstehen.

Auch ein anderer Teil unseres Vorgehens hat zu vielen Diskussionen mit den gesellschaftlichen Akteuren geführt: Wie kommt man zu verallgemeinerbaren Aussagen, und wie beurteilt man konkrete Standorte? Konkrete Analysen und Berechnungen kann man nur für reale Standorte machen. Unser Ziel aber war es, in begrenzter Zeit Kriterien und Vorgehensweisen zu entwickeln, die für möglichst viele Standorte angewendet werden können. Wir haben daher – auf der Grundlage der tatsächlichen Geologie im





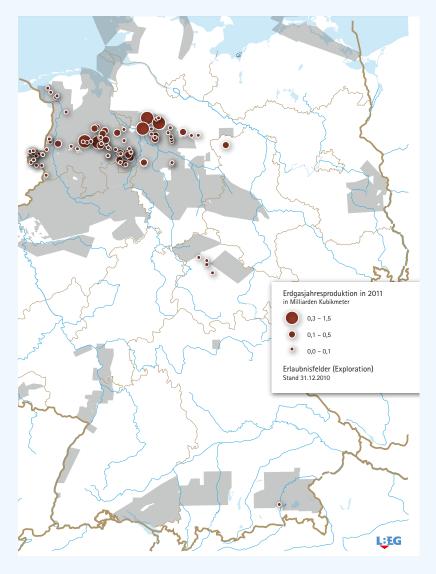
Münsterland und in Niedersachsen – Modelle entwickelt und anhand typisierter Situationen Bandbreiten für mögliche Auswirkungen angegeben.

Dass die Mitglieder des Expertenkreises und ich zuvor nicht mit der Erdgasindustrie zusammen gearbeitet haben, erlaubte eine distanzierte Sicht. Es gibt bereits zahlreiche Studien von Fracking-Fachleuten aus der Bohrtechnik, der Lagerstättenkunde und der Bergbauforschung. Diese haben wir berücksichtigt. Wir verstehen unsere Studie aber als bewussten "Blick von außen", der gezielt die Sicht der Umwelt, der Gewässer und der Menschen vor Ort einnimmt. Hierfür haben wir das gesamte Bild betrachtet:

- > die Einrichtung und den Betrieb einzelner Bohrplätze,
- > die Durchführung von "Fracks",
- die F\u00f6rderung von Erdgas mit anschlie\u00dBender Schlie\u00dBung und Langzeitbetrachtung,
- > die Entsorgung des Abwassers,
- > die rechtliche Einordnung.

Um die Ergebnisse anschaulich darstellen zu können, haben wir sie an einzelnen Stellen "ausbuchstabiert": Was würde sich in einem beispielhaften Gebiet von 200 Quadratkilometern Größe verändern, wenn dort im Jahr 2030 flächendeckend Erdgas aus unkonventionellen Vorhaben gefördert würde? (Zeitreise 2030).

Mit unseren hiermit vorgelegten Ergebnissen und Empfehlungen möchten wir zu einer in der Sache fundierten, sorgfältigen und realistischen Diskussion über die Vertretbarkeit des "Frackings" bei der Nutzung von unkonventionellen Erdgasvorkommen beitragen.



01 Suche und Produktion von Erdgas in Deutschland – Erlaubnisfelder in Deutschland für das Aufsuchen von Kohlenwasserstoffen und bereits stattfindende Erdgasproduktion. (Datengrundlage: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie des Landes Niedersachsen – LBEG)

Inhalt







- Seite 3 Vorwort
- Seite 8 Erläuterung von Fachbegriffen
- Seite 10 Worum geht es?
 - > Vom Streit ums Fracking zum öffentlichen Informations- und Dialogprozess
 - > Fracking was ist das?
 - > Um welche Lagerstätten geht es?
 - > Vorgehensweise des Neutralen Expertenkreises
- Seite 22 Welche Auswirkungen auf Nachbarschaften und Gemeinden?
 - > Auswahl von Standorten
 - > Einrichtung von Bohrplätzen
 - > Auswirkungen auf die regionale Wirtschaft
- Seite 28 Welche denkbaren Gefahren für Mensch und Umwelt?
 - > Settings als methodischer "Kniff" Bohren
 - > Chemikalien auf dem Bohrplatz
 - > Einpressen von Frack-Flüssigkeit in das Bohrloch
 - > Einpressen von Frack-Flüssigkeit in den tiefen Untergrund
 - > Verbrauch von Wasser und Entsorgung von Abwasser
 - > Seismische Ereignisse Erdbeben
- Seite 49 Welche Möglichkeiten zur Kontrolle der Gefahren?
 - > Monitoring
 - > Sicherheitsmanagement
 - > Auswahlkriterien für Chemikalien
 - > Haftung und Versicherbarkeit
 - > Rechtliche Einschätzung
- Seite 55 Empfehlungen
- Seite 62 Kurzbeschreibung der Gutachten des Neutralen Expertenkreises
 - > Arbeitsgruppe Risiken im Geologischen System
 - > Arbeitsgruppe Toxikologie und Grundwasser
 - > Arbeitsgruppe Risiken im Technischen System
 - > Zusätzliche Gutachten
- Seite 72 Die Gutachten im Überblick

Abbildungen







Seite 5 > 01 Suche und Produktion von Erdgas in Deutschland

Seite 11 > 02 Informations- und Dialogprozess der ExxonMobil

> 03 Neutraler Expertenkreis – Sicherstellung der Unabhängigkeit

Seite 12 > 04 Fracking – Dimensionen

Seite 14 > 05 Beispielhafte Bildung von Frack-Rissen

> 06 Beispielhafter Frack-Riss

Seite 15 > 07 Beispielhafte perspektivische Darstellung der unterirdischen flächendeckenden Erschließung

> 08 Gewinnung Kohleflözgas

Seite 17 > 09 Vergebene Erlaubnisfelder und vermutete Lagerstätten

Seite 19 > 10 Zusammensetzung des Neutralen Expertenkreises

Seite 21 > 11 Methodik Szenarien

Seite 22 > 12 Beispielhafte Flächen von 200 km² im Schiefergasgebiet

Seite 23 > 13 Mögliche Verteilung der Bohrplätze, Pipelines, Aufbereitungsanlagen

Seite 27 > 14 Vereinfachte Darstellung der Aufteilung der Gewerbesteuer

Seite 28 > 15 Verortung der beschriebenen Szenarien

Seite 30 > 16 Standorte von Settings, Versenk- und Förderbohrungen

Seite 31 > 17 Eigenschaften der Settings

Seite 33 > 18 Aufbau eines Bohrlochs – Querschnitt

Seite 34 > 19 Für zukünftige Fracks im Schiefergas vorgesehene Chemikalien

Seite 36 > 20 Mögliche Freisetzung von Frack-Flüssigkeit aus dem Bohrloch

Seite 38 > 21 Ausbreitung der Frack-Risse im Barnett-Shale, USA

Seite 39 > 22 Möglicher Aufstieg von Frack-Flüssigkeit aus der Tiefe

Seite 40 > 23 Möglicher Transport in Tiefenwasser führenden Schichten

Seite 43 > 24 Freisetzungspfade für Erdgas

Seite 45 > 25 Zusätzlicher Beitrag zum Treibhauseffekt durch Schiefergas

Seite 46 > 26 Inhaltsstoffe Flowback (Abwasser)

Seite 51 > 27 Ökotoxikologische Bewertung von Frack-Flüssigkeiten

Zeitreise 2030

Um die Auswirkungen des Frackings plastisch zu beschreiben, wird im folgenden eine "Zeitreise" unternommen. Eine fiktive Zeitreise, da niemand weiß, ob und wenn ja, in welchem Ausmaß und mit welcher Geschwindigkeit Fracking in Deutschland eingesetzt werden wird. In lockerer Folge entlang des Textes finden sich jeweils Beschreibungen, wie die konkrete Situation im Jahr 2030 aussehen könnte. Die Zeitreise beginnt auf Seite 23.

Risikostudie Fracking

Neutraler Expertenkreis

Erläuterung von Fachbegriffen

Abwasser das beim Fracking entsteht, setzt sich aus zurückgeförderter Frack-Flüssigkeit und aus Tiefenwasser zusammen. Es wird wissenschaftlich als "Flowback" bezeichnet.

Barriereschichten sind gering durchlässige Erd- oder Gesteinsschichten. Sie hindern das Grundwasser daran, nach unten zu strömen (und umgekehrt, dass Frack-Flüssigkeiten aus tieferen Schichten aufsteigen). Ihre Durchlässigkeit wird gemessen in Metern pro Zeiteinheit. Wasser kann sich in gut durchlässigen Schichten um etwa einen Meter am Tag bewegen. In Barriereschichten aus Ton benötigt es hunderte von Jahren für wenige Meter.

Bohrloch oder Bohrung ist das technische Bauwerk, das durch Bohren und anschließende Verrohrung ("casing" im Englischen) und Zementierung entsteht. Der Zement wird in die Zwischenräume zwischen den unterschiedlich großen Stahlrohren und zwischen äußeres Rohr und Gestein gepresst.

Bohrplatz ist der asphaltierte Platz, von dem aus die Bohrungen durchgeführt werden. Dort lagern auch die dazu nötigen Materialien. Von einem Bohrplatz aus werden in der Regel mehrere Bohrlöcher niedergebracht. Sie sind dann nach Abschluss des Frackings als Bohrköpfe an der Oberfläche zu sehen.

Detektion beschreibt die Überwachung bestimmter technischer Sicherheitseinrichtungen, etwa die Drucküberwachung im Bohrloch, um Leckagen schnell festzustellen.

Deterministische Risikoabschätzung bedeutet, dass man das Eintreten bestimmter Störfälle unterstellt – unabhängig von genauen Ursachen und Wahrscheinlichkeiten. Alternativ gibt es die probabilistische Risikoabschätzung: Hier werden Ursachen analysiert, Versagenswahrscheinlichkeiten kalkuliert und das Risiko berechnet.

Fracking (wissenschaftlich Hydraulic Fracturing) ist eine Technologie, um Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten zu gewinnen. Unter hohem Druck wird beim einzelnen Frack

eine Flüssigkeit (Frack-Flüssigkeit) in tiefe geologische Schichten gepresst, um dort Risse (Frack-Risse) zu erzeugen. Diese Flüssigkeit enthält Stützmittel (z.B. Sand oder keramische Kügelchen) und Chemikalien (Frack-Chemikalien).

Grundwasser Zusammenhängende Wassermengen, die in gut durchlässigen Gesteinsschichten (z.B. Sand oder Sandstein) die Porenräume füllen und gefördert werden können. Man unterscheidet "süßes" Grundwasser in Oberflächennähe (bis zu 200 Meter Tiefe), das für die Trinkwassergewinnung genutzt werden kann, und "salziges" Grundwasser in größeren Tiefen. Ohne Barriereschichten dazwischen gehen diese Grundwasserschichten ineinander über.

Konservativ bedeutet in der Studie eine vorsichtige Herangehensweise: ungünstige, dabei zwar unwahrscheinliche aber noch denkbare Rahmenbedingungen werden unterstellt. Diese führen dazu, dass eine angenommene Störung nach Eintritt erhalten bleibt und keine nachträgliche Minderung erfährt.

Modelle helfen, ein besseres Verständnis für komplexe Vorgänge zu erhalten, die über lange Zeiträume stattfinden und für die nur eine begrenzte Anzahl von Messergebnissen vorliegen. Im Rahmen einer Modellierung trifft man zuerst Annahmen, mit denen die Wirklichkeit abgebildet wird – im hier vorliegenden Fall konservative (vorsichtige) Annahmen. Dann werden die Vorgänge berechnet, über die man etwas wissen möchte. Modelle kann man an der Wirklichkeit validieren. Das bedeutet, man vergleicht Ergebnisse von Modellierung mit Messergebnissen, um zu sehen, ob die Modelle richtige Ergebnisse liefern. Bekannt sind z.B. die Klimamodelle, mit denen man die Konsequenzen einer Zunahme von Treibhausgasen abschätzt.

Monitoring nennt man die Beobachtung und Überwachung bestimmter Zustände und Veränderungen in der Umwelt. Systematische Beobachtungen werden gekoppelt mit Alarm- oder Handlungsschwellen. Werden diese überschritten, löst dies Aktionspläne aus.

ì

Κ

ΛЛ

IV

Peer Review ist ein in der Wissenschaft übliches Verfahren der "Kollegen-Kontrolle". Bevor beispielsweise ein Fachartikel in einer besonders anerkannten wissenschaftlichen Zeitschrift erscheint, werden ausgewählte Experten des betreffenden Fachgebietes gebeten, ihn zu begutachten. Sind die Ergebnisse nachvollziehbar? Entspricht die Vorgehensweise der guten wissenschaftlichen Praxis?

R Risiko umschreibt mögliche Auswirkungen, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eintreten können. Sie werden in Worst-Case-Szenarien dargestellt. In diesen Szenarien werden eintretende Schäden, aber auch technische und organisatorische Vorkehrungen zur Vermeidung und Begrenzung von Störfällen berücksichtigt.

Dagegen beschreibt die Gefahr nur die Mög-

lichkeit von Schäden.

Sauergas ist Erdgas mit Anteilen an giftigem Schwefelwasserstoff (H₂S). Ein Auftreten in den hier betrachteten unkonventionellen Lagerstätten ist unwahrscheinlich, ist aber im Tight Gasund im Kohleflözgebiet möglich. Ohne Schwefelwasserstoff wird es als Süßgas bezeichnet.

Settings sind die Orte, die der Expertenkreis beispielhaft ausgewählt hat, um seine Modellierungen und Analysen durchzuführen. Die Settings beschreiben typische (hydro-) geologische Situationen im Untersuchungsgebiet.

Stoffstrombilanzen sind technische Analogien zum Stoffwechsel biologischer Systeme. Es geht darum, welche Stoffe in ein bestimmtes System hineinkommen, welche Umwandlungsprozesse dort stattfinden, und welche Stoffe herauskommen. Bei regionalen Stoffstrombilanzen ist das System die Region: Wieviel Wasser und wieviele Chemikalien werden eingesetzt, um in einer bestimmten Region Erdgas zu gewinnen, welche Umwandlungen finden statt und welche Stoffe bleiben an welcher Stelle übrig?

Störungen im geologischen Sinne sind Brüche ("Trennflächen") im Untergrund, die durch die Verschiebung oder Verformung von Gesteinsschichten entstanden sind. Sie sind nicht hohl, sondern mit Gesteinsmaterial gefüllt. Die Durchlässigkeit für Gase oder Flüssigkeiten ist entlang der Störungen in der Regel höher, als die der umgebenden Gesteine.

Szenarien sind fiktive Ereignisabläufe (Fälle), die denkbare Störfalle beschreiben. Worst-Case-Szenarien sind Szenarien, bei denen die denkbar ungünstigsten Ereignisabläufe im Bereich Technik, Mensch, Organisation unterstellt werden.

Tiefenwasser ist Grundwasser in größeren Tiefen, das je nach Gestein mit Salzen und Schadstoffen (Schwermetalle, radioaktive Stoffe) belastet sein kann. Kommt es in den Erdgas führenden Schichten vor, heißt es Lagerstättenwasser. Es gibt eher nasse Lagerstätten, bei denen hohe Gehalte an Lagerstättenwasser im zurückgeförderten Abwasser (Flowback) enthalten sind, und es gibt trockenere Lagerstätten.

Tracer ist hier als Inhaltsstoff der Frack-Flüssigkeit oder als gesondert hinzugegebener Stoff zu verstehen, den man einfach messen kann. Er zeigt im Fall einer Leckage schnell und zuverlässig, dass sich die Frack-Flüssigkeit ausgebreitet hat.

Unkonventionelle Lagerstätten Bislang hat man Erdgas dort gefördert, wo es aus Bohrungen von selbst an die Oberfläche kommt ("konventionelle Lagerstätten"). Seit etwa zehn Jahren nutzt man insbesondere in den USA verstärkt sogenannte unkonventionelle Lagerstätten. Hier steckt das Gas in winzigen Zwischenräumen (Poren) im Gestein fest. Erst wenn das Gestein von Rissen durchzogen ist, setzt sich das Gas in Bewegung. Man unterscheidet im Hinblick auf die Lagerstätten Schiefergas (shale gas) und Kohleflözgas (coal bed methane). Hier befindet sich das Erdgas im "Muttergestein", in dem es entstanden ist. Das in Sand- und Kalkstein eingeschlossene Gas (Tight Gas) ist ein Grenzfall zwischen konventionellen und unkonventionellen Lagerstätten.



1

U

Worum geht es?

Vom Streit ums Fracking zum öffentlichen Informations- und Dialogprozess

Seit Mitte der 1960er Jahre wird in Deutschland Erdgas gefördert. Viele Gemeinden leben in Eintracht mit der Erdgasindustrie. Die Feuerwehren machen gemeinsame Notfallübungen und die Gewerbesteuer nützt dem Gemeindehaushalt.

Doch Ende 2010 schwindet das Einvernehmen. Seit bekannt wird, dass ExxonMobil und andere Unternehmen der Erdgasindustrie Chemikalien in den Untergrund pressen, um Erdgas aus bislang nicht förderwürdigen Lagerstätten zu gewinnen, wächst an vielen Orten der Protest.

Bürgerinnen und Bürger, Wasserversorger, Umweltverbände und Politiker stellen sich gegen das Fracking und gegen neue Erdgasprojekte. An vielen Standorten, an denen Erkundungsbohrungen angedacht sind, gründen sich Bürgerinitiativen. Im Mittelpunkt steht die Sorge, dass das Trinkwasser durch Chemikalien und Methan belastet werden könnte. Medienberichte aus den USA, wonach dort Trinkwasser mit Methan belastet ist, Brunnen unbrauchbar wurden und Grundwasser verseucht wurde, legen diese Sorge nahe.

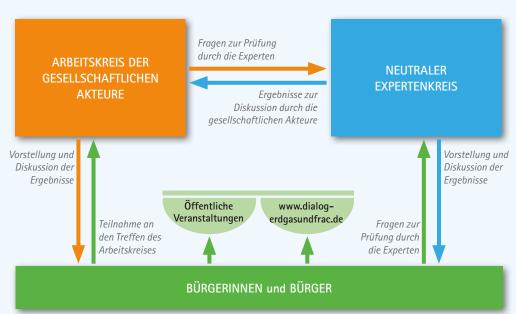
Die deutsche ExxonMobil-Tochter ExxonMobil Production Deutschland GmbH (EMPG) nimmt diese Sorgen und Einwände in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen ernst. Sie will die guten Beziehungen fortsetzen und erkennt, dass sie sich dafür der Kritik stellen muss. Ohne eine nachvollziehbare Klärung der aufgeworfenen Fragen und ohne eine Verständigung mit gesellschaftlichen Gruppen ist ein gutes Miteinander nicht möglich.

ExxonMobil geht daraufhin einen ungewöhnlichen Weg. Anstatt sich auf den Rechtsweg und auf Lobbyismus zu konzentrieren, bietet das Unternehmen Kritikern und interessierten Kreisen einen öffentlichen Informations- und Dialogprozess an. Unabhängige Wissenschaftler sollen die Umwelt- und Sicherheitsrisiken des Fracking durchleuchten. Zwei selbständige Moderatoren werden beauftragt, ein Konzept hierfür zu erstellen. ExxonMobil akzeptiert das vorgelegte Konzept und stellt Mittel für einen Neutralen Expertenkreis sowie einen gesellschaftlichen Dialog zur Verfügung. Rund 50 gesellschaftliche Gruppen - Kommunen, Wasserversorger, Bürgerinitiativen, Kirchen und Verbände – beteiligen sich seit April 2011 an dem Dialogprozess und begleiten kritisch die Arbeit des Expertenkreises. Die Fachbehörden der Länder Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen nehmen als Beobachter teil.

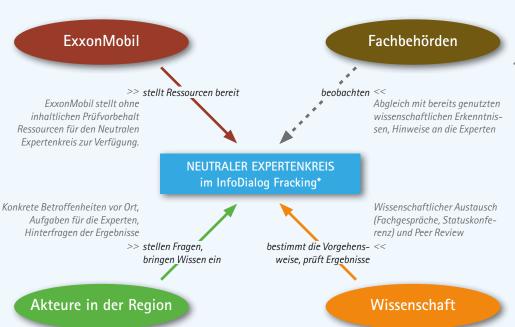
Dabei ist klar: Es muss sichergestellt sein, dass der Neutrale Expertenkreis seine Arbeit unabhängig von Vorgaben seitens ExxonMobil durchführt – transparent, offen und auf höchstem wissenschaftlichen Niveau.

Im Jahr 2012 haben auch das Land Nordrhein-Westfalen und das Umweltbundesamt Studien in Auftrag gegeben. Der Neutrale Expertenkreis und ExxonMobil stellen ihre Daten und Erkenntnisse für diese Studien zur Verfügung. Es entsteht ein fachlicher Austausch und damit ein weiterer Schritt zur Sicherung der Qualität der wissenschaftlichen Ergebnisse.





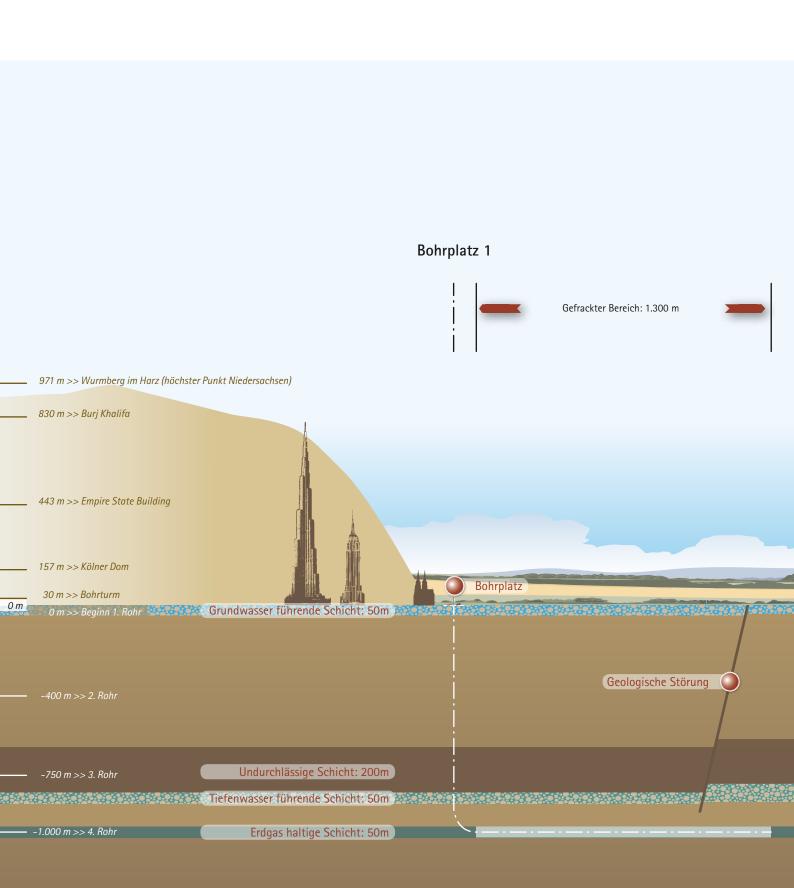
02 Informations- und Dialogprozess der ExxonMobil über die Sicherheit und Umweltvertröglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung.



03 Neutraler Expertenkreis – Sicherstellung der Unabhängigkeit.

*Keiner der Wissenschaftler hat zuvor für die Erdöl-/Erdgas- oder die Fracking-Industrie gearbeitet

Fracking – Dimensionen



04 Prinzipskizze mit beispielhaftem geologischem Profil und veranschaulichenden Größenvergleichen (Gebäude, Berg).

Es ist zu sehen, wie die Bohrungen in 1.000 Metern Tiefe "um die Ecke" geführt werden und innerhalb einer Schieferschicht horizontal vorangetrieben werden.

Bohrplatz 2 Gefrackter Bereich: 1.300 m Gefrackter Bereich: 1.300 m Bohrplatz Bohr-Achsen

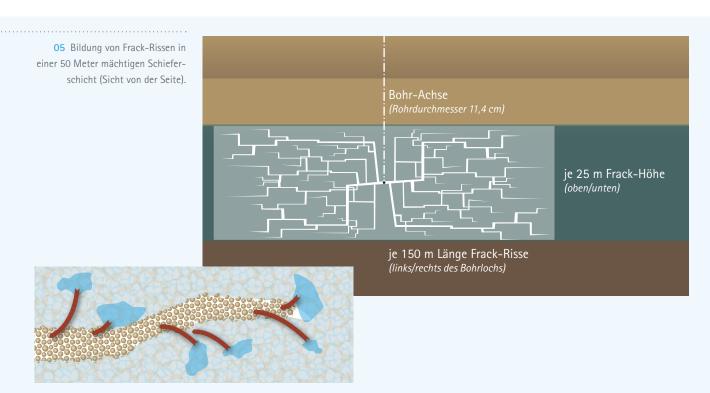
Horizontal-Bohrung mit gefracktem Bereich

Fracking – was ist das?

Unternehmen der Erdgasindustrie planen die Förderung von Erdgas aus sogenannten unkonventionellen Lagerstätten.

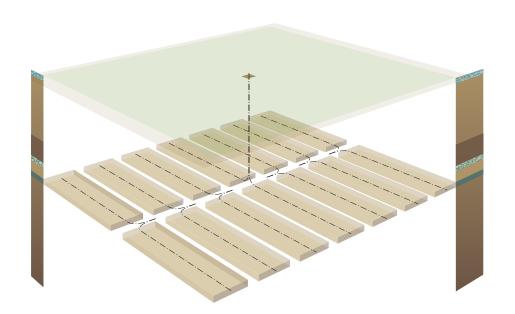
Erdgas ist ein fossiler Brennstoff, der bislang im Vergleich zu Öl und Kohle als für die Umwelt weniger belastend gilt. Erdgas steht für ein knappes Viertel unserer Energie in Deutschland. Der größte Teil davon kommt aus Russland, aber auch immerhin ein Siebtel aus Deutschland. Heimisches Erdgas kann unseren Energiebedarf keineswegs decken, aber es ist ein Beitrag zum deutschen "Energiemix" und gewinnt im Zuge der "Energiewende" weiter an Bedeutung. Dieser Beitrag würde in absehbarer Zeit versiegen, wenn man nicht auf unkonventionelle Lagerstätten setzen kann. Um das Gas aus diesen Lagerstätten zu gewinnen, wird das Fracking-Verfahren eingesetzt.

Fracking oder wissenschaftlich ausgedrückt "Hydraulic Fracturing" ist ein Verfahren, das erstmalig in den 1940er Jahren in den USA eingesetzt wurde. Man erzeugt Risse im Gestein, indem große Mengen Wasser unter hohem Druck in das Gestein gepresst werden.



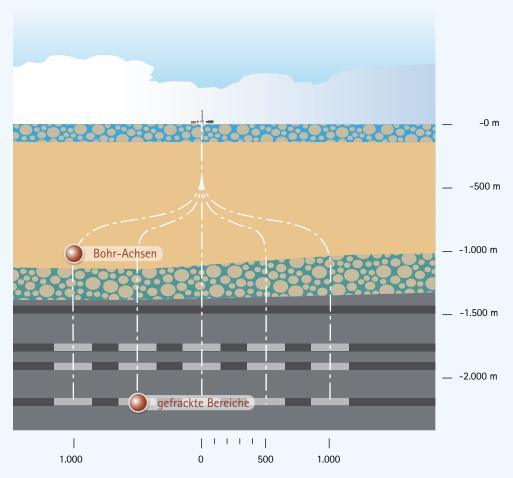
06 Beispielhafter Frack-Riss mit einer Breite von wenigen Millimetern, der mit keramischen Kügelchen offen gehalten wird. Im Gestein enthaltenes Gas kann entweichen. Bei einem Gesteinspaket von mehr als einem Kilometer Dicke, das von oben auf die Risse drückt, würden sich diese schnell wieder schließen. Deshalb fügt man dem Wasser Sand oder keramische Stützmittel bei, die in den Rissen stecken bleiben und diese offen halten. Und damit das Wasser und der Sand bis in die feinen Risse gelangt, fügt man der Frack-Flüssigkeit Chemikalien bei. Eine Liste der von ExxonMobil eingesetzten Chemikalien finden Sie unter www.erdgassuche-in-deutschland.de.

Die Fracking-Technik gibt es seit 70 Jahren. In "konventionellen Lagerstätten" und in großen Tiefen wird sie dann in senkrechten Bohrungen genutzt, wenn das Gas nicht mehr von sich aus strömt. Und auch in der Geothermie wird sie eingesetzt. Sinkende Kosten und steigende Energiepreise machen es wirtschaftlich, "um die Ecke" und horizontal zu bohren und das Fracking einzusetzen. Erst damit lassen sich dünne erdgasführende Schichten flächendeckend nutzen.



Animierte Filme der Erdgasindustrie zeigen, wie Fracking funktioniert (z.B. unter http://www.erdgassuche-in-deutschland.de/mediathek/index. html)

07 Ausgehend von einem Bohrplatz werden 14 Bohrungen niedergebracht werden und diese erschließen eine unterirdische Fläche von 9 Quadratkilometern (3×3 km).



08 Das Kohleflözgas wird mit vertikalen Bohrungen gewonnen, die jeweils mehrere gashaltige Kohleflöze durchdringen.

Um welche Lagerstätten geht es?

An unterschiedlichen Orten in Deutschland suchen Unternehmen der Erdgasindustrie derzeit nach Erdgas. ExxonMobil konzentriert sich auf drei Gebiete:

Tight Gas



Raum Cloppenburg Hier steht Gas im tiefen Festgestein (Tight Gas) in etwa 3.500 bis 5.000 Meter Tiefe an. Fracking wird hier seit 35 Jahren in der Förderung eingesetzt.

Ob Tight Gas überhaupt zu den unkonventionellen Lagerstätten zählt, ist strittig. Der Expertenkreis hat Tight-Gas aufgrund der großen Tiefe und der geringen Unterschiede zum konventionellen Bereich nur am Rand betrachtet.

Schiefergas



Südwestliches Niedersachsen Hier findet man in etwa 1.000 bis 2.500 Meter Tiefe Schiefergas. Im Jahr 2008 wurden erste Probefracks durchgeführt.

Sein Hauptaugenmerk legt der Expertenkreis auf das Schiefergas. Denn wenn das Fracking in Deutschland in großem Ausmaß praktiziert werden wird, dann zuerst hier.

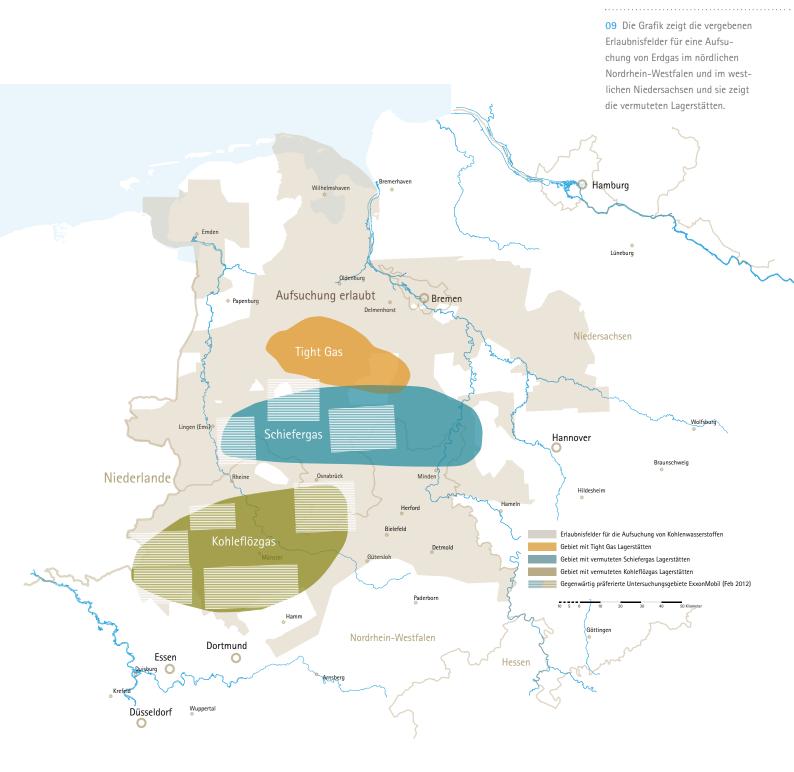
Kohleflözgas



Das Münsterländer Becken Das hier vorhandene Kohleflözgas wird ab etwa 1.000 Meter Tiefe vermutet.

Ob bei Kohleflözgas gefrackt werden muss, und wenn ja, ob man dafür Chemie einsetzen muss, ist noch unklar. Ohne weitere Erkundungen (die derzeit ruhen), ist das nicht zu klären.

Sandstein (oder auch Kalkstein – beides beherbergt Tight Gas) ist so offenporig, dass Wasser eindringen kann. Bei Schiefer und Kohle perlt Wasser ab, die Poren sind zu klein.



Vorgehensweise des Neutralen Expertenkreises

Der Neutrale Expertenkreis hat von Beginn an die folgenden drei Fragen untersucht:

Können beim Fracking Schadstoffe aus dem tiefen Untergrund nach oben gelangen?

> Diese Frage bearbeitete die Arbeitsgruppe (AG) Risiken im geologischen System

Wie gefährlich sind die eingesetzten Stoffe?

> Diese Frage bearbeitete die Arbeitsgruppe (AG) Toxikologie und Grundwasser

Welche Risiken bergen die technischen Vorgänge im Bohrloch, auf dem Bohrplatz und beim Transport – und wie kann man diese kontrollieren?

> Diese Frage bearbeitete die Arbeitsgruppe (AG) Risiken im technischen System

Weitere Gutachten wurden vergeben: zur Abwasserbehandlung, zu den Auswirkungen auf die Landschaft, auf das Klima und auf die regionale Wirtschaft (Vorstudie). Insgesamt haben knapp 40 Wissenschaftler an der hier vorgestellten Studie gearbeitet.

Seine Vorgehensweise und Zwischenergebnisse hat der Neutrale Expertenkreis nach dem Prinzip der größt möglichen Transparenz laufend und umfassend offen gelegt: In einer Fachkonferenz und sechs Arbeitstreffen der gesellschaftlichen Akteure, in neun Fachgesprächen mit weiteren Experten und Vertretern gesellschaftlicher Gruppen sowie in der wissenschaftlichen Statuskonferenz am 6. und 7. März 2012. Die Anregungen aus diesen Diskussionen hat er berücksichtigt.

Um die wissenschaftliche Qualität zusätzlich zu sichern, hat der Neutrale Expertenkreis außerdem zehn Peer Reviewer aus dem In- und Ausland gebeten, die Studie und die vergebenen Gutachten zu begutachten. Die Methodik und die vorläufigen Ergebnisse wurden gemeinsam mit diesen Peer Reviewern und der Fachöffentlichkeit auf der Konferenz Anfang März 2012 in Berlin diskutiert.



Konzeption, wissenschaftliche Leitung und Synthese

Prof. Dr. Dietrich Borchardt

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ Leiter des Departments Aquatische Ökosystemanalyse und Management



AG – Risiken im geologischen System

Hydrogeologie

Modellierung,

Rainer Helmig

Prof. Dr.

Mehrphasen-Strömungen

Lehrstuhl Hydromechanik und

Hydrosystemmodellierung

Universität Stuttgart

Prof. Dr. Martin Sauter Lehrstuhl Angewandte Geologie, Universität Göttingen



Ökotoxikologie

Dr. Mechthild Schmitt-Jansen Toxikologie/Bioanalytische Ökotoxikologie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ

AG - Toxikologie und

Grundwasser

Trinkwasser

Prof. Dr. Fritz Frimmel

Lehrstuhl für Wasserchemie,

Karlsruher Institut für

Technologie (KIT)



Humantoxikologie

Prof. Dr. Ulrich Ewers
Abteilung für Umweltmedizin und
Umwelttoxikologie, Hygiene-Institut
des Ruhrgebiets

AG – Risiken im technischen System

Technische Risiken

Dr. Hans-Joachim Uth Experte für Anlagensicherheit, ehemals Umweltbundesamt



Umweltrecht

Prof. Dr. Alexander Roßnagel Institut für Wirtschaftsrecht, Universität Kassel



Landschaft/Flächenbedarf

Helmut Schneble Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH

Abwasser

Prof. Dr.-Ing.
Karl-Heinz Rosenwinkel
Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik,
Universität Hannover

Energie- und Klimabilanz

Uwe R. Fritsche

Bereich Energie & Klimaschutz, Öko-Institut e.V. (bis 03.2012), Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH (IINAS)

Regional-Ökonomie

Prof. Dr. Kilian Bizer Professur für Wirtschaftspolitik und Mittelstandsforschung, Universität Göttingen

10 Der Expertenkreis arbeitete in drei Arbeitsgruppen – und er hat Fachleute für weitere Themen hinzugezogen.

Messungen oder Modelle?

Der Neutrale Expertenkreises nimmt Stellung zu folgenden Fragen: Unter welchen Bedingungen sind Fracking und die Förderung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten mit dem Schutz von Mensch und Umwelt vereinbar? Oder sollte man ganz auf Fracking und auf die Erschließung von unkonventionellen Ressourcen verzichten?

Allerdings: Konkrete Frackings im Schiefer und im Kohleflöz, bei denen man hätte messen und untersuchen können, gibt es – abgesehen von einzelnen Versuchen – in Deutschland nicht. In den USA ist das anders, dort wird die Umweltbehörde (EPA) die Auswirkungen am konkreten Fall untersuchen.

Der Neutrale Expertenkreis hat sich daher dafür entschieden, grundsätzliche Überlegungen anzustellen und Modelle zu rechnen. Diese Überlegungen und Modelle stützen sich auf

- > die geologischen Rahmenbedingungen aus Münsterland und Südwest-Niedersachsen;
- > wissenschaftliche Berichte und Untersuchungen (über Schadensfälle sowie über Reihenuntersuchungen an Bohrlöchern, in gefrackten Schichten, in Brunnen), hier hat der Expertenkreis die weltweit zugänglichen Informationen ausgewertet;
- > Erfahrungen aus anderen Technikfeldern (z.B. Chemie-Industrie);
- > das grundsätzliche Verständnis und die Erfahrungen der beteiligten Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen.

Mit Hilfe von Modellierungen lassen sich allgemeine Aussagen treffen, diese müssen aber mit Messungen "validiert", also auf ihre Gültigkeit hin überprüft werden. Modelle helfen insbesondere da, wo man lückenhafte Messungen hat, oder wo man überhaupt schwer messen kann (z. B. tiefer Untergrund, Langzeitverhalten). Auf Modelle kann man allgemeine Empfehlungen stützen. Aber die Modelle zeigen auch: An einzelnen Stellen weiß man noch zu wenig, um die Auswirkungen beschreiben zu können. Erst wenn man am konkreten Standort mit Messungen die Wissenslücken schließen und nachweisen kann, dass die Modelle stimmen, hat man wirklich belastbare Aussagen.

77

Besuch in den USA

Im Januar 2012 besuchte der Neutrale Expertenkreis die USA. In Pennsylvania konnte er sich ein direktes Bild davon machen, wie es aussieht, wenn flächendeckend gefrackt wird. Er tauschte sich intensiv mit der US-Umweltbehörde sowie mit vielen Wissenschaftlern und Vertretern von Industrie und Umweltverbänden aus.



Vorsorge und Notfallplan

Die Risikostudie beschreibt aber nicht nur, welche Auswirkungen möglicherweise zu erwarten sind. Sie fragt weiter, ob und wenn ja wie ein Schutz vor den beschriebenen Gefahren möglich ist – durch Technik, durch Organisation, durch Planung oder durch Vorschriften. Denn erst wenn das klar ist, kann das bestehende Risiko beschrieben werden. Und erst dann können gut begründete Entscheidungen getroffen werden: von den Unternehmen, von der Politik (die darüber entscheiden muss, ob und wenn ja unter welchen Bedingungen Fracking zulässig sein soll), sowie von den gesellschaftlichen Akteuren und den Bürgerinnen und Bürgern (die sich eine fundierte Meinung dazu bilden müssen).

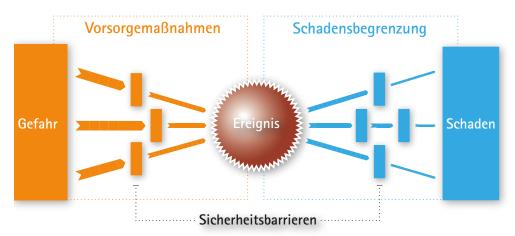
Worst-Case-Szenarien und konservative Annahmen

Grundsätzliche Annahmen, die der Expertenkreis getroffen hat, sind:

- > Es gilt der heutige Stand der Technik und die heutige Genehmigungspraxis in Deutschland. Darauf aufbauend werden die Auswirkungen abgeschätzt. Es wird jedoch an vielen Stellen darauf verwiesen, was man besser machen könnte und sollte.
- > Für die Abschätzungen wurden grundsätzlich ungünstige Rahmenbedingungen wie etwa geologische Störungen im Untergrund unterstellt. Sie wurden wissenschaftlich gesprochen "konservativ" durchgeführt. Das verhindert, dass man Risiken unterschätzt.

Der Expertenkreis nimmt an, dass denkbare Unfälle und Leckagen auch tatsächlich eintreten. In seinen "Szenarien" hat er denkbar ungünstigste Ereignisabläufe ("worst case") beschrieben, um auch für solche Fälle die Auswirkungen und die Kontrollmöglichkeiten zu prüfen.

Die Ergebnisse der Studie sind plausible Abschätzungen. Sie zeigen, wo die größten Gefahren lauern, welche Sorgen eher unbegründet sind und wie sich das Risikomanagement weiter entwickeln sollte. Sie ersetzen jedoch keinesfalls sorgfältige Prüfungen im Einzelfall.



11 Ein Szenario ist eine Fallbeschreibung. Es beschreibt, wie es zu einem Ereignis (z. B. einer Explosion) kommen kann, welche Auswirkungen (Schäden) das hat und was man machen kann, um es zu verhindern (Vorsorge) – oder um die Auswirkungen zu begrenzen (Minderung).

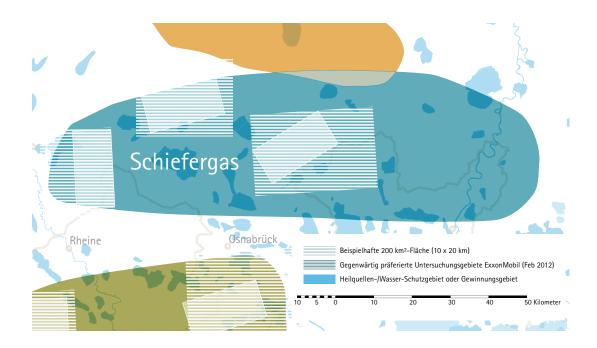


Welche Auswirkungen auf Nachbarschaften und Gemeinden? Auswahl von Standorten

Sollte die Förderung von Erdgas im südwestlichen Niedersachsen oder im Münsterland in nennenswertem Ausmaß stattfinden, müssten zahlreiche Bohrplätze eingerichtet werden.

Wenn die Erkundungsbohrungen gezeigt haben, dass Erdgas vorhanden ist, geht es darum, konkrete Flächen für die Förder-Bohrplätze zu finden. Das wird nicht einfach, denn Menschen, die hier leben und wirtschaften, nutzen diese

Gebiete intensiv. Es gibt Dörfer und Städte, Erholungs- und Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete, dazu Landwirtschaft und Wald.



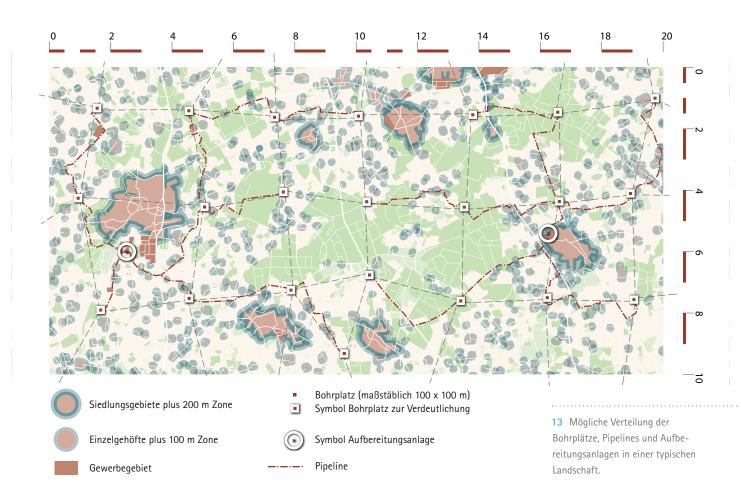
12 Das Bild zeigt beispielhafte Flächen von 200 km² im niedersächsischen Schiefergasgebiet.

Zu den Siedlungen halten die Bohrplätze nach derzeitiger Praxis einen Abstand von mindestens 200 Metern. Eingriffe in Natur und Landschaft werden kompensiert. Das bedeutet – zum Ausgleich werden andere Flächen aufgewertet: z. B. durch Aufforstung oder durch Einrichtung eines Biotops. Meistens werden in Deutschland landwirtschaftliche Flächen umgewandelt.

Doch die Bohrplätze bleiben nicht dauerhaft bestehen. Nach etwa 20 bis 30 Jahren haben sie ihre Aufgabe verloren. Ihre Fläche wird dann tiefgepflügt und steht der Landwirtschaft wieder zur Verfügung.

Zeitreise 2030

Wir schreiben das Jahr 2030. Nach langen Diskussionen zu Beginn der 2010er Jahre erhielt ExxonMobil die Genehmigung, ein Gebiet von 200 Quadratkilometern im Schiefergas zu nutzen. Das ist ein Rechteck von 20 Kilometer Länge und 10 Kilometer Breite.



Einrichtung von Bohrplätzen



Jeder Bohrplatz benötigt nach aktuellem Stand der Technik eine Fläche von einem Hektar (100 mal 100 Meter). Die Fläche wird in Deutschland mit Asphalt abgedichtet, der Boden wird zur Seite geschoben und für die spätere Rekultivierung gelagert. Anschließend wird das Gebiet – bei neueren Anlagen – mit Bäumen eingegrünt.

Zur Infrastruktur gehören Wege, Pipelines und Gastrocknungsanlagen (für fünf Bohrplätze eine Anlage).

Anschließend werden 10 bis 20 dicht beieinander liegende Bohrungen von diesem Platz aus niedergebracht. Die Bohranlage macht dies nacheinander, sie braucht etwa 14 Monate dafür. In dieser Zeit sieht man den Bohrturm, der bis zu 40 Meter hoch sein kann. Gebohrt wird Tag und Nacht, die Bohranlage ist – besonders nachts – weithin sichtbar.





Das Landschaftsbild wird vor allem während der Bohrphase gestört. Das Problem ist dabei nicht der einzelne Bohrplatz, sondern die Vielzahl von Bohrplätzen, die bei ungeordneter Entwicklung zu einer industriellen Zersiedelung der Landschaft führen kann.

Während dieser 14 Monate ist der Lärm der Bohranlage zu hören. Dazu kommt: Lkw und Dieselmotoren zum Antrieb der Bohrer erzeugen zusätzlich Abgase.

Wenn in der Nähe von Siedlungen gebohrt wird, können Lärm, Erschütterungen und Dieselabgase die Lebensqualität der Anwohner beeinträchtigen.



Zeitreise 2030

Zwischen 2016 und 2030 werden auf der ausgewählten Fläche von 10 mal 20 Kilometern insgesamt 22 Bohrplätze eingerichtet. Es werden insgesamt 300 Bohrungen niedergebracht. Die Erschließung dauert etwa zehn Jahre (Grundlage: vier Bohrgeräte gleichzeitig in Betrieb). Zum Vergleich: ExxonMobil betreibt derzeit ca. 1.000 Erdöl- und Erdgasbohrungen in Deutschland.

Die Bohrtürme sind im Jahr 2030 vermutlich keine 30 bis 40 Meter mehr hoch. Leichtere oder Endlosrohre werden von geringerer Höhe aus eingebaut. In der Nähe von Siedlungen ist es vorstellbar, dass der Bohrturm verkleidet wird (Lärm- und Lichtschutz). Generell ist zu erwarten, dass die Bohrer elektrisch angetrieben werden, so dass vor Ort weniger Lärm entsteht und weniger Schadstoffe freigesetzt werden.

In dem Beispielgebiet wurden zwei Aufbereitungsanlagen gebaut, 22 Hektar Fläche für Bohrplätze verbaut und rund 70 km Kilometer Leitungen unterirdisch verlegt.

Pro Bohrplatz sind die folgenden Lkw-Transporte absehbar: Für den Aufbau der Bohranlage in der ersten Woche etwa 70, für die Versorgung der Bohrungen über einen Zeitraum von etwa 10 Monaten insgesamt gut 1.000, für den Antransport der Frack-Ausrüstung in einer Woche etwa 50, für die Anlieferung der Frack-Chemikalien und der Stützmittel über zwei bis drei Monate etwa 300, für den Abbau der Frack-Ausrüstung innerhalb einer Woche wieder 50 und für den Abbau der Bohranlage im Rahmen eines Monats 70. Insgesamt bedeutet dies für einen Bohrplatz in 14 Monaten ca. 1.500 Lkw-Transporte. Ein Anwohner, bei dem der Verkehr von zwei Bohrplätzen vorbeifährt, würde also 3.000 Lkw in 14 Monaten an sich vorbeifahren sehen - im Schnitt 7 Lkw am Tag.

Auswirkungen auf die regionale Wirtschaft



Fracking und Erdgasförderung haben Auswirkungen auf die regionale Wirtschaft - auf zweierlei Weise. Zum einen fließen direkte Geldströme in die Region, und zwar in Form von Abgaben, Steuern, Löhnen und Gehältern. Zum anderen werden regionale Wirtschaftsaktivitäten beeinflusst: Die Landwirtschaft verliert Flächen und konkurriert beispielsweise um knappere Wasserressourcen. Im Fall einer starken Landschaftsveränderung lässt die touristische Attraktivität der Region möglicherweise nach. Im Schadensfall kann die Wasserwirtschaft Einbußen erleiden – und für besonders sensible Industriebranchen (etwa die Lebensmittelindustrie) ist oft schon ein Problem, wenn Schadstoffe in der Nähe freigesetzt werden. Umgekehrt gehen möglicherweise Aufträge an Unternehmen in der Region, die mit der Erdgasförderung oder dem Fracking verbunden sind.

"

Frage aus der Region

> Welche Effekte sind durch die unkonventionelle Förderung von Erdgas für Wertschöpfung und Beschäftigung in Nordrhein-Westfalen zu erwarten?

Die finanziellen Mittel fließen für einen bestimmten Zeitraum in die Region. Arbeitsplätze entstehen vor allem zu Beginn, wenn gebohrt und gefrackt wird. Berichte aus den USA zeigen, dass die betroffenen Gemeinden zu Beginn einen wirtschaftlichen Boom erleben. Nach Abschluss der Förderphase kann es jedoch – wenn keine Vorsorge getroffen wurde – zu einem starken Einbruch kommen.

Die Frage nach Auswirkungen auf die regionale Wirtschaft hat der Expertenkreis nach der USA-Reise im Januar 2012 in seine Themenliste aufgenommen. Es wurde eine Vorstudie erarbeitet,

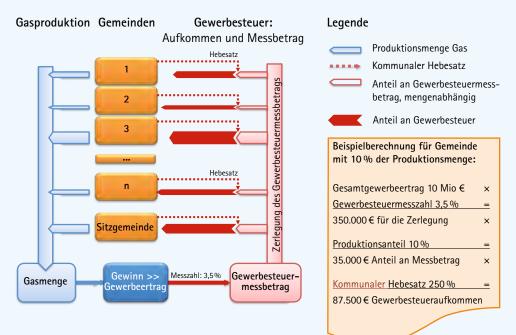
die die grundsätzliche Methodik aufzeigt. Die regionalökonomische Analyse fragt danach, ob sich das Fracking in einer abgrenzbaren Region und in ökonomischer Hinsicht positiv oder negativ auswirkt. Und sie klärt die Frage, wer gewinnt und wer verliert.

Finanzwissenschaftliche Analyse

Direkt profitieren können die Gemeinden, die einen Standort für eine Förderstelle aufweisen. weil sich daraus erhebliche Gewerbesteuereinnahmen ergeben. Ebenfalls profitieren können Gemeinden, wenn sich die vertikale Bohrung zwar nicht auf ihrem Gemeindegebiet befindet, aber die horizontale Bohrung unter ihrem Gemeindegebiet erfolgt. Dann müssen sich alle Beteiligten auf eine Zerlegung der Gewerbesteuer einigen, die das berücksichtigt (siehe Grafik). Eine derartige Gewerbesteuerzerlegung kann dafür sorgen, dass die Gemeinden flächendeckend davon profitieren, dass in ihrer Region Erdgas gefördert wird. Nicht nur die Region, sondern auch die Länder profitieren durch Abgaben: Neben der Gewerbesteuer spielt die größte Rolle die Feldes- und Förderabgabe, die den Ländern zusteht. Auch wenn der Länderfinanzausgleich einen großen Teil dieser Mehreinnahmen abschöpft und so auch die anderen Bundesländer etwas davon haben, fließt ein beträchtlicher Teil in den kommunalen Finanzausgleich, der alle Kommunen im Land finanziell einbezieht. Die positive Wirkung auf den kommunalen Finanzausgleich gilt also nicht nur regionsspezifisch, sondern landes- und sogar bundesweit.

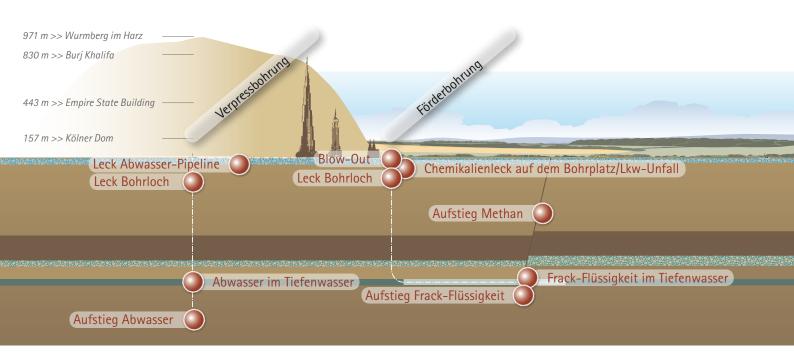
Sozio-ökonomische Analyse

Eine regionale Ökonomie verändert sich dynamisch durch neue Einflüsse. Das kann zu positiven oder negativen Ergebnissen führen. Wichtig ist daher, dass Entwicklungen frühzeitig und möglichst genau bekannt sind und dass sie durch Abstimmung und Planung gezielt beeinflusst werden. Sollte es zu Beeinträchtigungen wirtschaftlicher Akteure in der Region kommen, ist von Interesse, mit welcher Wahrscheinlichkeit sie eintreten und in welcher Höhe sie sich auswirken. Zu diesem Zweck untersucht die Vorstudie, auf welche Weise Fracking ökonomische Akteure beeinflussen kann. Das ist von Region zu Region unterschiedlich und hängt nicht zuletzt davon ab, wie die Siedlungsstruktur und –dichte, die räumliche Agrarstruktur oder auch die touristische Nutzungsstruktur aussieht. Zu berücksichtigen sind dabei die Bewohner vor Ort sowie die Akteure der Landwirtschaft, der Ernährungswirtschaft, des Tourismus, der Wasserwirtschaft und des Naturschutzes. Zu bedenken ist dabei auch, dass diese vielfältig miteinander verflochten sein können, wie das in vielen Regionen zwischen Landwirtschaft und Ernährungswirtschaft oder Landwirtschaft und Tourismus der Fall ist. Positive Wirkungen entstehen beispielsweise für lokale Zulieferer wie Spediteure von Tanklastwagen etc.



14 Darstellung der Aufteilung der Gewerbesteuer aus der Erdgasförderung zwischen den beteiligten Gemeinden.

Welche denkbaren Gefahren für Mensch und Umwelt?



15 Verortung der im Folgenden beschriebenen Szenarien (Berg und Gebäude sind zu Vergleichszwecken dargestellt).



Die nebenstehende Abbildung beschreibt mögliche Gefährdungspunkte. Sie zeigt denkbare Pfade für die Freisetzung von Schadstoffen, wie sie auf den folgenden Seiten genauer beschrieben werden. Dazu gehören "Worst-Case-Szenarien" an oder nahe der Oberfläche (Unfälle, Leckagen) sowie unterirdische Szenarien für den Transport von Frack-Flüssigkeit und Methan. Entsprechende Szenarien sind auch beim Transport (Pipeline) und bei der Versenkung von Abwasser vorstellbar.

Worst-Case-Szenarien in technischen Einrichtungen

- > Blow-Out
- > Leck eines Chemikalienbehälters auf dem Bohrplatz/Lkw-Unfall
- > Leck Abwasser-Pipeline
- > Undichtes Bohrloch

Szenarien zum Transport von Schadstoffen unter konservativen Bedingungen

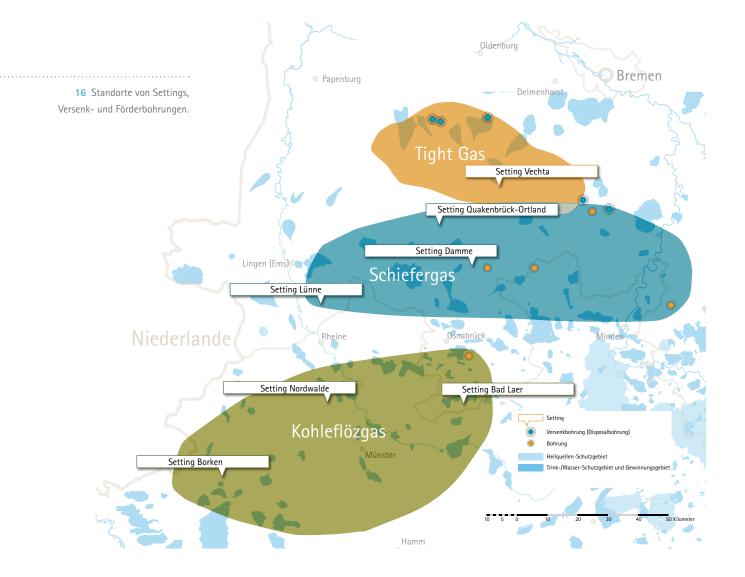
- > Aufstieg Frack-Flüssigkeit
- > Transport von Frack-Flüssigkeit im Tiefenwasser
- > Aufstieg Methan
- > Aufstieg Abwasser
- > Transport von Abwasser im Tiefenwasser

Die auf das Abwasser bezogenen Szenarien sind grundsätzlich mit den Szenarien der Frack- und Produktionsbohrung vergleichbar. Sie werden daher nicht gesondert beschrieben.

Settings als methodischer "Kniff"

Je nachdem, wo man bohrt, findet man im Untergrund ganz unterschiedliche Schichtfolgen.

Um dennoch allgemeine Aussagen treffen zu können, hat sich der Neutrale Expertenkreis dafür entschieden, im Untersuchungsgebiet sieben typische (hydro-)geologische Situationen anhand bestimmter "Settings" genau zu beschreiben. Für jedes dieser sieben Settings wurden – unter konservativen Annahmen – zu erwartende Schadstofftransporte und -freisetzungen berechnet.





Die folgenden Barrieren gegen einen möglichen Transport von Frack-Flüssigkeiten sind besonders wichtig:

- > das Vorhandensein von Salzschichten (im Salz schließen sich mögliche Brüche "von selbst" wieder),
- > das Vorhandensein von mächtigen abdichtenden (Ton-)Schichten
- > das Nicht-Vorhandensein von Störungen bzw. Störungszonen (das sind Bereiche im Untergrund, in denen aufgrund von Brüchen das geologische Material weniger dicht ist).

Innerhalb des Münsterländer Beckens ist Bad Laer (geringmächtige Überdeckung und Störungszone), innerhalb des Niedersächsischen Beckens ist Damme (ohne schützende Salz-Horizonte aber immer noch ca. 1.300 Meter mächtige Überdeckung) ein eher kritisches Setting.

Auch wenn es im Tight Gas-Bereich liegt, wurde Vechta als zusätzliches Setting aufgrund der Lage in der Trinkwasserschutzzone hinzugezogen.

17 Eigenschaften der Settings

Niedersächsisches Becken (Schiefergas)	Ohne Salz	Mit Salz
	Damme	Quakenbrück-Ortland
		Lünne
Münsterländer Becken (Kohleflözgas)	Mit Störungszone	Ohne Störungszone
	Bad Laer	Nordwalde
		Borken

Das Bohren



Auf den ersten hundert Metern – dort wo nutzbares Grundwasser vorhanden ist – wird das erste Rohr gerammt. Für das Rammen wird keine Bohrspülung benötigt – dieses Verfahren ist am schonendsten für das obere Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt werden kann. Wenn dieser oberflächennahe Teil der Bohrung durch das eingerammte Standrohr gegenüber der Umgebung abgedichtet ist, geht es weiter in die Tiefe.

Während dann weiter nach unten gebohrt wird, wird das Bohrloch mit einer schweren Flüssigkeit gespült ("Bohrspülung"). Dies ist aus mehreren Gründen notwendig: um den Bohrer zu kühlen, um das Bohrloch während des Bohrens stabil zu halten und um die Gesteinsreste nach oben zu spülen.

In das Bohrloch werden mehrere unterschiedlich dicke Rohre eingesetzt, die das Bohrloch stabil machen und abdichten. Sie beginnen an der Erdoberfläche, reichen aber unterschiedlich weit in die Tiefe: Das jeweils innere Rohr geht "ein Stockwerk" tiefer. Ganz innen gibt es ein durchgehendes Rohr mit einer Dicke von ca. zehn Zentimetern. Dieses wird zum Pumpen der

Frack-Flüssigkeit und zur Förderung des Erdgases genutzt.

Zur Abdichtung wird zusätzlich ein Spezial-Zement verwendet. Mit diesem dichtet man das Bohrloch komplett gegen die umgebenden Gesteinsschichten ab. Außerdem zementiert man die neuen Rohre jeweils über eine Strecke von hundert Metern in das nächst größere Rohr ein. Die darüber liegenden Zwischenräume werden mit Flüssigkeiten (Wasser/Bohrspülung) gefüllt, damit durch Drucküberwachung etwaige Lecks entdeckt werden können.

Um die Materialien anzuliefern, verkehren etwa 50, maximal auch mal 100 Lkw in der Woche zum Bohrplatz.

Während des Bohrens kann es passieren, dass man auf Erdgas stößt, das unter höherem Druck steht als erwartet. Unter Umständen kann natürlicher – aber giftiger – Schwefelwasserstoff darin enthalten sein. Das ist ein seltenes Ereignis. Früher konnte es dann geschehen, dass die gesamte Bohrspülung aus dem Bohrloch herausgeschleudert wurde (Blow-Out) und das Erdgas zu brennen anfing.

Modell einer Verrohrung und Zementierung des Bohrlochs



Damit dies nicht geschieht, setzt die Erdgasindustrie die gesetzlich vorgeschriebenen Blow-Out-Preventer ein. Aber, wie jede andere technische Sicherheitsvorkehrung, kann auch der Blow-Out-Preventer versagen. Dann kann sich das giftige Gasgemisch kilometerweit ausbreiten. Das ist der GAU (der größte anzunehmende Unfall) der Erdgasindustrie. Hierfür gibt es Notfallpläne, technische Vorkehrungen und intensive Qualitätssicherung.

Blow-Outs geschehen nach Angaben der Erdgasindustrie seltener als einmal pro 1.000 Bohrungen. Das heißt aber nicht, dass bei weniger als 1.000 Bohrungen sicher nichts passiert. Das Unfallereignis kann auch bei der ersten Bohrung eintreten. Die ExxonMobil Production Deutschland GmbH besteht seit 2002. Sie hat seitdem 73 Bohrungen niedergebracht, ohne dass es einen Blow-Out gegeben hat. Bei den Vorgängergesellschaften gab es einen Blow-Out im Speicherbereich Anfang der 1980er Jahre und einen Blow-Out im Ölbereich Mitte der 1980er Jahre. In den USA kommen Blow-Outs häufiger vor. In Texas, wo offiziellen Berichten zufolge allein im Jahr 2011 7.000 neue Bohrlöcher eingerichtet wurden und wo nun mehr als eine

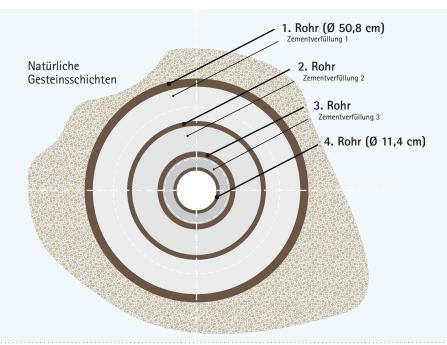
Viertelmillion Bohrlöcher in Betrieb sind, gehen offizielle Stellen für den Zeitraum von 2006 bis Juli 2007 von 127 Blow-Outs aus. Vierzehn davon führten zu Feuern. In diesem Zeitraum führten Blow-Outs dazu, dass drei Menschen starben und vierzehn verletzt wurden. In Pennsylvania sind seit 2008 etwa 3.000 Bohrlöcher eingerichtet worden. Es gab zwei Ereignisse, bei denen die Betreiber in ihren Bohrlöchern "die Kontrolle verloren" haben. 2010 führte einer der Blow-Outs dazu, dass Erdgas 16 Stunden lang in die Atmosphäre ausströmte. Feuer gab es dabei nicht. Im April 2011 geriet ein Bohrvorgang in Pennsylvania außer Kontrolle, knapp 40 Kubikmeter an Frack-Flüssigkeit spritzten in die Höhe und gelangten dann auf eine Wiese und in einen Bach.

Blow-Outs sind seltene Ereignisse – die dennoch passieren können. Sie bedrohen vor allem die Mitarbeiter auf dem Bohrplatz und können dazu führen, dass große Mengen an Boden verunreinigt werden und saniert oder entsorgt und durch frischen Boden ersetzt werden müssen.

Zeitreise 2030

Bei den 300 Bohrungen, die bis zum Jahr 2030 niedergebracht werden, kann ein Blow-Out durch Versagen des Preventers geschehen. Wenn das Gas zu brennen beginnt und horizontal mit einer Menge von 5.000 Kubikmeter je Stunde ausströmt, versengt es in einem Umkreis von 30 Metern alles, was es berührt. Im schlimmsten Fall wären dann auch Todesopfer unter den Mitarbeitern zu beklagen.

Wenn die Bohrung schon weit fortgeschritten ist, können sich bis zu 150 Tonnen Bohrspülung im Bohrloch befinden. Diese verteilen sich bei einem Blow-Out in der Umgebung. Weil diese Flüssigkeit zäh und schwer ist, wird sie nicht direkt in den Boden eindringen. Die oberste Bodenschicht müsste dennoch in einem Umkreis von 100 Metern abgetragen und entsorgt werden.



18 Aufbau eines Bohrlochs im Querschnitt bei einer Tiefe von 1.000 Metern. Bei größeren Tiefen kann es zusätzliche Zwischengrößen geben.

Chemikalien auf dem Bohrplatz



In den bisher durchgeführten Fracks hat ExxonMobil in Deutschland etwa 150 verschiedene Chemikalien eingesetzt. Die ausführlichen Listen können z.B. unter www.erdgassuche-in-deutschland.de eingesehen werden. Der Grund für den Einsatz: Stützmittel müssen die Risse im Gestein offenhalten. Diese Stützmittel gelangen nur in die feinen Risse, wenn ein Gel erzeugt wird, das man dann wieder mit Lösungsmitteln auflöst. Und mit Bioziden will man verhindern, dass sich die Risse durch Bakterien wieder zusetzen.

Der Expertenkreis hat die eingesetzten Chemikalien umfassend im Hinblick auf ihre Wirkungen auf Mensch und Umwelt untersucht.

Für das Fracking werden auch Chemikalien eingesetzt, die laut Gesetz als "gefährliche" Stoffe behandelt werden müssen. Diese werden auch in vielen anderen Anwendungsbereichen eingesetzt (Industrie, Gewerbe, Haushalt), etwa zu Reinigungszwecken. Die Wirkung der Chemikalien hängt von der Konzentration und von der Chemikalienmischung ab. Bei Anlieferung und Transport sind die Chemikalien in ungemischter Form zu betrachten. In der Frack-Flüssigkeit muss dagegen das Gemisch zugrunde gelegt werden.

Die Menge und die Gefährlichkeit der Stoffe, die ExxonMobil beim Fracking einsetzt, ist in den vergangenen Jahren deutlich reduziert wurden. Wenn in Zukunft Fracks im Schiefergas durchgeführt werden, dann plant das Unternehmen den Einsatz von nur noch fünf verschiedenen Stoffen.

19 Für den Einsatz bei zukünftigen Fracks im Schiefergas vorgesehene Stoffe (insgesamt im Schnitt 0,3 % Massenanteile in der Frack-Flüssigkeit).

Stoffe in Frackflüssigkeit für Schiefergas	Massenanteil	Funktion
Ethylenglykol(bis)hydroxymethylether	0,06 - 0,1 %	Biozid
Butyldiglycol	0,02 - 0,035%	Reibungsreduzierer
Cholinchlorid	0,07 - 0,075 %	Tonstabilisator
Kohlenhydratderivat	0,108 - 0,18%	Wasser-Gel-Bildner
Polyethylenglykolmonohexylether (optional)	0,007 - 0,013 %	Tensid/Lösungsmittel

Derzeit ist nicht absehbar, ob im Schiefer in Zukunft ganz ohne Chemie ("Clean Frack") gefrackt werden kann. In Kohleflözen kann man möglicherweise auf chemische Zusätze verzichten. Dagegen werden im Tight Gas und in konventionellen Lagerstätten noch etwa 30 verschiedene Zusätze eingesetzt, dort beträgt der Massenanteil an Chemikalien bis zu fünf Prozent.

ion 7

Frage aus der Region

Wie hoch ist nach bisherigen Erfahrungen das Risiko von Rohrbrüchen, Transportunfällen, Bedienungsfehlern etc. pro Betriebsjahr pro Förderplatz?

Die Chemikalien für das Fracking werden mit Tanklastwagen angeliefert und dann auf dem Bohrplatz gelagert und gemischt.

Beim Transport von Chemikalien und Abwasser können Lkw-Unfälle passieren. Man rechnet bei einem 30-Tonner mit einem Unfall alle 333.000 Kilometer. Das muss nicht bedeuten, dass dabei Chemikalien freigesetzt werden. Aber die Möglichkeit besteht. Lkw-Unfälle passieren auf Straßen, allerdings kann es passieren, dass diese Chemikalien auf ungesicherte Flächen treffen.

Auf dem Bohrplatz selbst können Panzerschläuche abreißen oder Container mit Chemikalien undicht werden. Da der Boden abgedichtet ist, ist das Grundwasser nicht gefährdet. Allerdings können die Stoffe brennen, was zu einer Gefährdung der Arbeitnehmer führen würde. Es wird geschätzt, dass ein solches Ereignis alle 80 Betriebsjahre stattfinden kann.

Eine über diese "normalen" Unfälle hinausgehende systematische Auseinandersetzung mit theoretisch denkbaren Störfällen ist vor allem in der chemischen Industrie vorgeschrieben. Dort sind die Chemikalien, mit denen umgegangen wird, deutlich gefährlicher, und sie liegen in größeren Mengen vor. Die Risiken des Frackings lassen sich verringern, wenn Vorgehensweisen angewendet werden, die bei der Chemieindustrie etabliert sind, bislang bei der Erdgasförderung aber nicht üblich sind.

Zudem hat der Neutrale Expertenkreis sogenannte "Worst-Case-Szenarien", also theoretisch vorstellbare Ereignisfolgen beschrieben. In diesen Szenarien wird deutlich, dass es sinnvoll ist, Vorgehensweisen aus der Chemischen Industrie zu übertragen.

Dazu gehört Sabotage oder etwa ein Flugzeugabsturz. Dann kann die gesamte vorhandene Menge an Chemikalien brennen bzw. in den Untergrund versickern. In solchen Fällen handelt es sich um einen sogenannten "Dennoch-Störfall" (das bedeutet, alle Vorsorge- und Minderungsmaßnahmen versagen).

Die beschriebenen Unfälle und Störfälle bzw. ihre nachteiligen Folgen können durch moderne Technik und ein umfassendes Sicherheitsmanagement deutlich "entschärft" werden. Sie sind als kontrollierbar anzusehen.

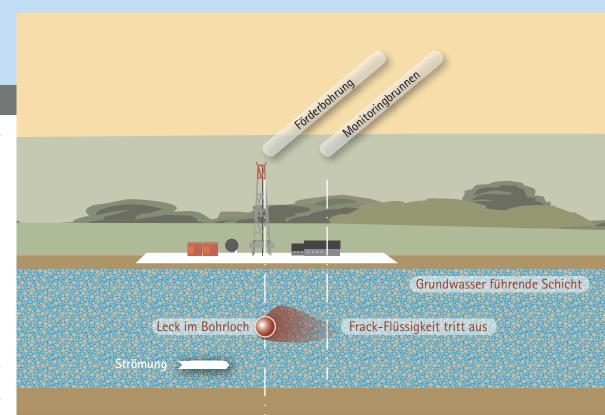
Auch wenn man sich bemüht, die Frack-Flüssigkeiten nach dem Fracken wieder aus dem Untergrund zurückzuholen – ein Großteil der Mengen verbleibt in der Tiefe. Entsprechend folgen auf den kommenden Seiten Risikobetrachtungen zum Verhalten der Frack-Flüssigkeiten im Untergrund.

Zeitreise 2030

Bei 300 Bohrlöchern ist nach heutiger Technik mit dem Einsatz von insgesamt 18.000 Kubikmetern Chemikalien zu rechnen. Um diese Chemikalien anzuliefern, mussten ca. 1.500 Fahrten von 12-Tonnen-Chemikalientransportern stattfinden, insgesamt fanden 420.000 Kilometer Chemikalien-Transport statt. Damit ist mit einem Lkw-Unfall alle 29 Jahre zu rechnen. Möglicherweise ist ein Totalschaden dabei. Dieser Unfall führt dazu, dass sich die gesamte Menge von 12 Tonnen Chemikalien auf ungeschütztem Boden ausbreitet. Ein anderes Schadensszenario zeigt den Unfall eines 30 Tonnen-Tanklastwagens mit Diesel. Hier würde die Freisetzung des gesamten Inhalts zu ca. 13.000 Tonnen kontaminierten Bodens führen. Reinigung bzw. Entsorgung kosten ca. 1 Mio. Euro.

Es kann auch über die Jahre damit gerechnet werden, dass auf einem Bohrplatz ein Container beispielsweise mit einem Kubikmeter Butoxyethanol ausläuft. Bis zu 65 Meter vom havarierten Behälter muss mit der Überschreitung der zulässigen Arbeitsplatzkonzentration gerechnet werden, im Brandfall könne im Umkreis von sechs bis acht Metern Brandverletzungen auftreten.

Einpressen von Frack-Flüssigkeit in das Bohrloch



20 Prinzipskizze: mögliche Freisetzung von Frack-Flüssigkeit aus dem Bohrloch ins Grundwasser.

Zeitreise 2030

Bei 300 Bohrlöchern und knapp 4.000 Fracks wird unterstellt, dass ein größeres oder ein kleineres Leck tatsächlich einmal auftritt. Bei einem größeren Leck wird es vermutlich fünf Minuten dauern, bis es bemerkt ist. Bis dahin sind etwa 35 Kubikmeter Frack-Flüssigkeit in das Grundwasser gelangt. Anders sieht es aus, wenn ein kleineres Leck entsteht und Frack-Flüssigkeit daraus sickert. Hier können etwa sechs Kubikmeter Frackingflüssigkeit austreten, ohne dass es bemerkt wird. Im ersten Fall würde man das Leck umgehend abdichten und dann sofort mit der Grundwassersanierung beginnen. Im zweiten Fall bewegt sich die Schadstoff-"Fahne" je nach Untergrund mit einer Geschwindigkeit von bis zu drei Metern pro Tag in Fließrichtung vorwärts. Wenn die Monitoring-Brunnen zwanzig Meter entfernt sind, dauert es eine Woche, bis man die Leckage bemerkt. Dann beginnt die Sanierung. Die Wasserwerke in der Nähe werden sicherheitshalber sofort informiert. >>

Wenn der "Zielhorizont" (Schiefer, Kohleflöze) in einer Tiefe von 1.000 und mehr Metern erreicht ist, wird Frack-Flüssigkeit durch Löcher in den Rohren über mehrere Stunden ins Bohrloch und mit einem Druck von bis zu 1.000 bar in den Untergrund gepresst. Dabei wird die horizontal verlaufende Rohrstrecke abschnittsweise geöffnet, damit definierte Flüssigkeitsmengen in definierte Abschnitte des Gesteins eindringen können.

Wenn die Gasförderung mit der Zeit deutlich abnimmt, wird das Fracking wiederholt – etwa jedes vierte Bohrloch wird nach einigen Jahren wieder gefrackt.

Für eine Bohrung im Schiefergas werden in der Regel zehn Fracks mit jeweils 1.600 Kubikmeter Wasser eingesetzt, mit 32 Kubikmeter Stützmitteln und fünf Tonnen Chemikalien. Das Wasser kommt aus der Trinkwasserversorgung oder aus eigenen Brunnen mit Trinkwasserqualität.

77

Frage aus der Region

Wie reagiert der Zement auf den künstlichen Druck von bis zu 1.000 bar, der durch das Fracking erzeugt wird, auf Senkungen des Untergrundes, auf Erdbeben, auf tektonische Bewegungen?

Die gemischten Chemikalien, die mit hohem Druck in den Untergrund gepresst werden, verbreiten sich im Schiefer- bzw. Kohlehorizont. Aber angenommen, auf dem Weg dorthin ist ein Leck in der Verrohrung des Bohrlochs. Sei es, dass die Verrohrung durch ein kleineres Erdbeben zerstört ist, oder sei es, dass durch Korrosion und fehlerhafte Qualitätskontrolle ein Leck unbemerkt geblieben ist. Dann tritt Frackingflüssigkeit aus, im schlimmsten Fall direkt in das nutzbare Grundwasser.

Wie wahrscheinlich ist ein solches Leck? Ein Erdbeben direkt am Bohrloch ist in den hier betrachteten Regionen ein extrem unwahrscheinliches Ereignis. Die Bohrfirmen gehen davon aus, dass sie das sicher ausschließen können. Sie nehmen auch an, dass die aus den USA berichteten Schäden über fehlerhafte Zementierungen und Verrohrungen auf schlechte Technik und ungenaue Arbeit zurückzuführen seien. Und sie weisen darauf hin, dass sich bei der Materialauswahl (Zement) und der Materialverarbeitung der Stand der Technik massiv verbessert habe. Dennoch geht der Expertenkreis davon aus, dass Lecks grundsätzlich möglich sind.

Bei größeren Löchern merkt das die Bedienungsmannschaft schnell daran, dass sie Frack-Flüssigkeit in das Bohrloch pumpt, ohne dass sich ein Druck aufbaut (etwa wie bei einem undichten Fahrradschlauch). Dann wird das Bohrloch repariert. Gelingt dies nicht, muss die Bohrung aufgegeben und mit Zement verschlossen werden. Zwischenzeitlich sind möglicherweise beachtliche Mengen an Schadstoffen in das Grundwasser gelangt. Es wird eine Grundwassersanierung erforderlich, die Jahre dauert und viel Geld kostet. Auch wenn eine 100-prozentige Reinigung nicht erreicht werden kann – die Erfahrungen aus der Altlastensanierung zeigen, dass die verbleibenden Schadstoffmengen toleriert werden können.

Wenn ein kleineres Leck entsteht und Frack-Flüssigkeit austritt, kann dies unter Umständen längere Zeit unbemerkt bleiben.

Entsprechende Verunreinigungen des Untergrundes können durch Austritt von Abwasser/Tiefenwasser aus Pipelines auftreten (siehe dazu Seite 47).

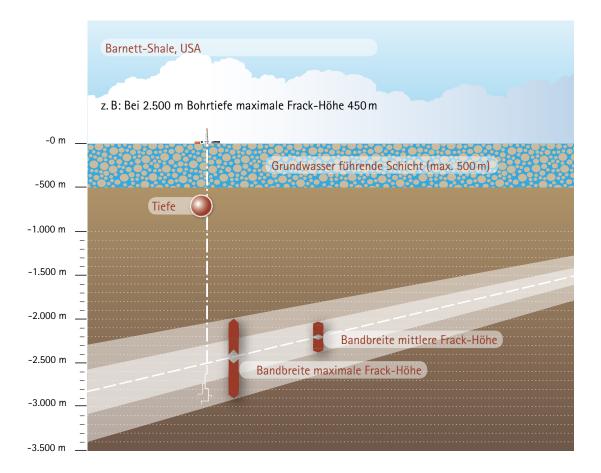
Undichte Zementierung und Verrohrung können durch aufwändige Technik im Normalfall vermieden werden. Aber wenn ein Leck auftritt, ist der Schaden direkt im Grundwasser. Dafür muss Vorsorge getroffen werden: Beobachtungsbrunnen rund um die Bohrungen und eine schnell realisierbare Grundwassersanierung werden vorausgesetzt.

Zeitreise Fortsetzung

Auf Kosten des Unternehmens werden Abwehrbrunnen eingerichtet, mit denen ein Teil des kontaminierten Grundwassers abgepumpt wird. So wird verhindert, dass der Rest sich zu entfernten Trinkwasserbrunnen bewegen kann. Das abgepumpte Wasser muss aufwändig gereinigt werden. Die einsetzenden natürlichen Abbauprozesse der Inhaltsstoffe der Frack-Flüssigkeit im Untergrund können unterstützt werden.

Aber angesichts der Schadstoffbelastung sind diese Maßnahmen über längere Zeit nötig. Es können Kosten von zehn Millionen Euro und mehr anfallen. Ob die Bohrung repariert werden kann, ist dabei noch nicht sicher. Wenn dies nicht möglich ist, muss sie aufgegeben werden.

Einpressen von Frack-Flüssigkeit in den tiefen Untergrund



21 Ausbreitung der bei der unkonventionellen Erdgasförderung
erzeugten Frack-Risse, gemessen
im Barnett-Shale, USA – sortiert
nach der Tiefe, in der die Fracks
durchgeführt wurden (von 2.800 m
links nach 1.500 m rechts).
Im Barnett-Shale reicht das
Grundwasser bis auf 500 Meter
Tiefe. (Datengrundlage: Fisher und
Warpinski 2011, Hydraulic Fracture
Height Growth, SPE 145049)

Die Frack-Flüssigkeiten werden mit hohem Druck in den Schiefer gepresst. Dort erzeugen sie in einer Tiefe von 1.000 und mehr Metern Risse im Gestein. Diese Risse können je nach Tiefe der Bohrung bis zu 300 Meter, in Ausnahmefällen (in großen Tiefen) auch bis 600 Meter weit nach oben reichen (Frack-Höhe), wenn sie nicht vorher an einer Schichtgrenze enden.

Im Untergrund wechseln sich verschiedene Gesteins- und Erdschichten ab: Manche führen Wasser und sind gut durchlässig, andere sind so dicht, dass das Wasser Jahrhunderte bräuchte, um wenige Meter weit zu fließen. Das Wasser in Oberflächennähe ist "süß", es kann für Trinkwasserzwecke genutzt werden. In tieferen Schichten ist das Wasser salzig – es wird, wenn überhaupt, für Thermalbäder und zur Mineralwassergewinnung genutzt.

Allerdings gibt es im Untergrund immer wieder "Störungen", an denen die Schichten gegeneinander verschoben sind. Dies sind keine offenen Brüche. Es ist vorstellbar, dass hier das Wasser leichter nach oben oder unten fließen kann. Abgegrenzte Gebiete mit salzhaltigem Grundwasser in Oberflächennähe weisen auf mögliche Verbindungen hin.

77

Frage aus der Region

Können die unter extrem hohem Druck in den Boden eingepressten, chemisch angereicherten Wassermassen in das Netz unterirdischer Wasseradern und -verläufe eindringen (und letztendlich in den naheliegenden Kiessandzug gelangen)?

Möglicher Aufstieg in das nutzbare Grundwasser

Ob Schadstoffe von unten in das nutzbare Grundwasser aufsteigen können, hat der Expertenkreis mittels Modellrechnungen untersucht. Diese Modellrechnungen stützen sich auf die folgenden konservativen Annahmen:

- > Es wird angenommen, dass einzelne Frack-Risse über Schichtgrenzen hinaus und weiter als 300 Meter reichen und dann direkt an eine Störung anschließen.
- > Es wird angenommen, dass es über 1.000 Meter durchgängige Störungen gibt, durch die Flüssigkeiten deutlich schneller "wandern" können.

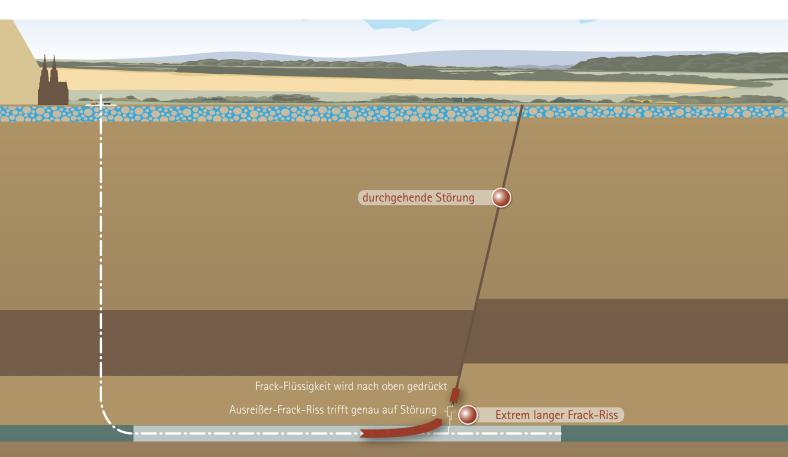
Die Modelle zeigen, dass selbst unter diesen konservativen Annahmen die in den Untergrund gepressten Frack-Flüssigkeiten nur etwa 50 Meter weit aufsteigen können. Sie können auch nur solange aufsteigen, wie der Fracking-Druck aufrechterhalten wird. Das bedeutet: Auf diesem Weg gelangen keine Schadstoffe ins nutzbare Grundwasser.

Dabei gibt es eine Ausnahme: Steht das Tiefenwasser unter höherem Druck als das genutzte Grundwasser, dann kann die Frack-Flüssigkeit – falls gleichzeitig durchgängige und durchlässige Störungen vorhanden sind – nach oben strömen. Diese Situation lässt sich erkennen und ausschließen.

Zeitreise 2030

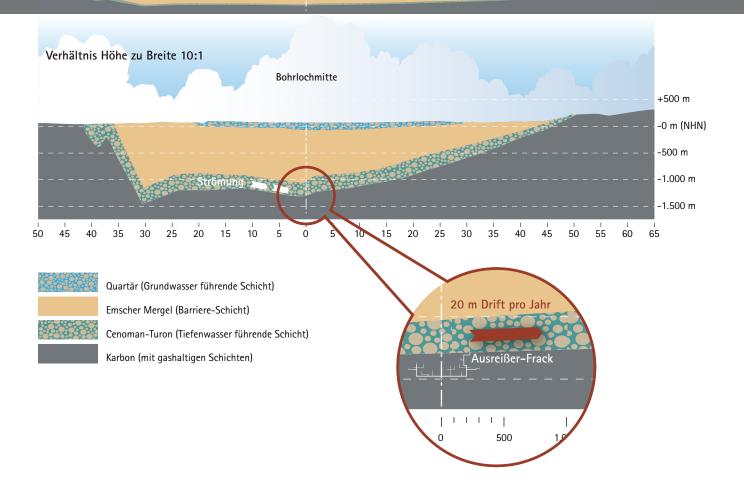
Durch die Fracking-Aktivitäten werden in dem 200 Quadratkilometer großen Gebiet insgesamt sechs Millionen Kubikmeter Frack-Flüssigkeit eingepresst. Das bedeutet im Schnitt eine Schicht von drei Zentimetern Höhe. Zum Vergleich dazu: In einem Jahr bildet sich im Münsterland im Schnitt die siebenfache Menge an Grundwasser neu, also etwa 22 Zentimeter.

22 Prinzipskizze: möglicher Aufstieg von Frack-Flüssigkeit aus der Tiefe.



Verhältnis Höhe zu Breite 1:1

Bohrlochmitte



23 Die Abbildungen zeigen mit dem Cenoman-Turon eine Tiefenwasser führende Schicht im Untergrund des Münsterländer Beckens, die bis an die Oberfläche kommt. Geologische Abbildungen sind meist überhöht – in Wirklichkeit (maßstabsgetreu) sieht dieser Bereich so flach aus, wie die obere Abbildung zeigt. Die gasführenden Kohleflöze befinden sich in dünnen Schichten über die gesamte Mächtigkeit des Karbons (2.500 Meter) verteilt.

Möglicher Transport mit dem Tiefenwasser

Tiefenwasser (auch Sole genannt) gelangt in der Regel nicht in vom Menschen genutzte oder von Lebewesen belebte Sphären. Es handelt sich um eine natürlich vorkommende, salzhaltige und mit Schwermetallen sowie – je nach Untergrund – mit radioaktiven Stoffen und Kohlenwasserstoffen belastete Flüssigkeit.

Dennoch darf Tiefenwasser nicht einfach verunreinigt werden. Es ist rechtlich gesehen ebenfalls Grundwasser.

Es gibt Fälle, in denen das Tiefenwasser genutzt wird, etwa bei der Gewinnung von Mineralwasser. Und im Münsterland gibt es Thermalbäder aufgrund einer geologischen Besonderheit: Hier tritt Tiefenwasser an einzelnen Stellen oberflächennah aus. Im Niedersächsischen Becken ist dies nicht der Fall. Hier ist keine Strömung in Richtung einer Thermalwasserquelle vorhanden.

77

Frage aus der Region

Wenn durch Fracking das Karbon flächendeckend und in mehreren hundert Meter Schichtdicke aufgebrochen wird, erhält der tiefe Solestrom Anschluss an diese gefrackten Bereiche. Wann ist damit zu rechnen, dass die Reste der Fracking-Lösung und das Lagerstättenwasser mit dem Solestrom an die Oberfläche gelangen?

Auch hierzu hat der Expertenkreis Modellrechnungen durchgeführt. Diese Modellrechnungen stützen sich auf die Annahme, dass einzelne Frack-Risse weiter gehen und bis an den Rand der nächsten Schicht reichen – wo sie direkt an die Tiefenwasser führende Schicht anschließen. Damit können Teile der Frack-Flüssigkeit direkt in das Tiefenwasser gelangen. Maßgeblich für das Risiko ist damit der vertikale Abstand zwischen den gefrackten Kohleflözschichten und dem Leiter des Tiefengrundwassers.

Die Modellergebnisse zeigen: Unter diesen vorsichtigen Modellannahmen sind Bewegungen der Schadstofffahne auch über mehrere Kilometer möglich. Pro Jahr können sie sich um ca. 20 Meter bewegen. Auf sehr lange Sicht ist ein Transport zu den Thermalbädern zwar äußerst unwahrscheinlich, theoretisch aber vorstellbar. Während man im Schiefergasbereich in der Niedersächsischen Ebene generell von einem "geschlossenen System" auch im tiefen Untergrund ausgehen kann, ist dies im Münsterland abhängig davon, in welchem Abstand vom Tiefenwasser gefrackt wird.

Langzeitsicherheit

Während die Überwachung und Reparatur von Bohrlöchern bei der Herstellung, beim Fracken und bei der Förderung von Erdgas erprobt ist und sicher funktioniert, sieht das auf lange Sicht anders aus. Mit der Langzeitstabilität von Zementen hat man eine etwa achtzigjährige Erfahrung, aus der aber keine zuverlässige Prognose über "Ewigkeitszeiträume" abgeleitet werden kann.

Auch stillgelegte und abgeschlossenen Bohrungen müssen weiter überwacht werden, um etwaige Freisetzungen von Schadstoffen oder Erdgas rechtzeitig zu entdecken und geeignete Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

Mögliche Freisetzung von Methan

Es ist bislang unbekannt, ob die gesamten durch das Fracking freigesetzten Methanmengen auch komplett durch das Bohrloch nach oben gefördert werden. Methan kann am Bohrloch vorbei nach oben steigen. Untersuchungen zeigen, dass im Münsterländer Becken in mehr als der Hälfte der untersuchten Hausbrunnen Methan nachweisbar ist – ohne dass in der Nähe gefrackt wurde. Die Behörden geben deshalb Warnungen für Hausbrunnen aus: Aufgrund des "natürlichen" Methangehalts im Wasser können Explosionen auftreten.

Berichte aus den USA zeigen, dass in der Umgebungsluft von Bohrungen Methan nachgewiesen werden kann. Als Ursache kommen folgende Möglichkeiten in Frage:

- undichte Bohrlöcher, etwa wenn die Zementierung nicht optimal mit dem Umgebungsgestein verbunden ist,
- > die in den USA teilweise noch übliche aber in Deutschland nicht erlaubte – offene Lagerung von Abwasser in Teichen, die dazu führt, dass im Abwasser gelöstes Methan frei wird;
- Undichtigkeiten bei Pipelines und während der Gastrocknung und -reinigung;
- > Störungszonen im Untergrund, über die Methan aus dem Untergrund aufsteigen kann.

Undichtigkeiten bei Leitungen und Reinigungsanlagen kann man kontrollieren, die Abwasserlagerung ist in Deutschland ohnehin nur in geschlossenen Systemen erlaubt. Aber über den Aufstieg von Methan aus dem Untergrund weiß man noch sehr wenig. Es ist nicht bekannt, welche Mengen heute schon – ohne Fracking – aufsteigen. Und man weiß nicht, ob es durch Fracking mehr wird, und wenn ja, um wieviel.

An vielen Orten gibt es gasdichte Schichten, sonst gäbe es keine Erdgaslagerstätten – das Gas wäre in die Atmosphäre entwichen. Aber ob die Schichten oberhalb des Schiefers dicht sind, ist nicht erwiesen. Denn das Gas ist ja bis zum Zeitpunkt des Frackens im Schiefer eingeschlossen.

Dabei handelt es sich weniger um ein Problem für die menschliche Gesundheit (sieht man von der Explosionsgefahr ab). Freisetzungen von Methan sind vor allem ein Problem für das Klima, denn Methan ist für das Klima etwa 25-fach schädlicher als Kohlendioxid (Treibhauseffekt).

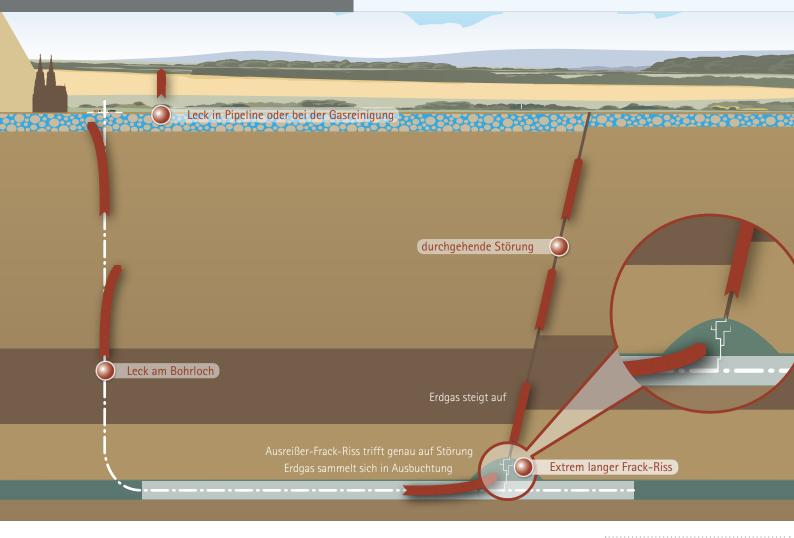
Dabei ist die Geschwindigkeit des Aufstiegs für die Klimawirksamkeit maßgeblich. Denn da ein Zeitrahmen von 100 Jahren angenommen wird, in dem das einzelne Methan-Molekül in der Atmosphäre wirksam ist, gilt: Je langsamer der Weg durch den Untergrund, desto weniger problematisch.

Methanaustritte im Münsterland

Ein Großteil des Methans im Münsterland scheint aus biologischen Umsetzungsprozessen zu stammen. Im Süden, insbesondere im Einflussbereich des Kohlebergbaus, findet sich jedoch daneben auch Kohleflözgas im Boden. Durch den Kohlebergbau sind die geologischen Schichten aufgelockert, es gibt verstärkt Störungen. Allerdings wurde bisher kein Nachweis erbracht, daß diese Störungen als bevorzugte Aufstiegspfade für Methan dienen.

Vor dem Fracken muss für den konkreten Standort klar sein, wo die "Null-Linie" liegt, das heißt: Wie viel Methan kommt auch schon ohne Fracking an die Oberfläche? Frage aus der Region

lst sicher gestellt, dass gelegentliche spontane Methanaustritte im Münsterland nicht aus Kohleflözgas bestehen? Kann es zu gelegentlichen spontanen Methanaustritten kommen?



Auswirkungen auf das Klima

Auch zu möglichen Auswirkungen auf das Klima hat der Expertenkreis Modellberechnungen vorgelegt, die aber im Vergleich zur Modellierung des Flüssigkeitstransports deutlich weniger belastbare Ergebnisse zeigen. Diese Modellierungen sollen lediglich eine Abschätzung dafür leisten, welche Größenordnungen in Abhängigkeit von welchen Annahmen möglich sind.

Folgende Annahmen wurden getroffen. Ihr Zusammentreffen in der Natur ist als äußerst unwahrscheinlich anzusehen:

- Von dem Methan, das durch das Fracking mobilisiert wird, werden nur 80 Prozent über das Bohrloch gefördert. Die anderen 20 Prozent können aufsteigen (wenn es einen Weg dafür gibt).
- > Es wird angenommen, dass sich das Gas aufgrund ungünstiger Schichtung in "Domstrukturen" sammeln kann. Und direkt an diese "Dome" schließen durchlässige Störungen an.
- Diese Störungen sind über die gesamte Tiefe durchgängig und durchlässig, der Porenraum ist gering und noch kaum mit Methan belegt. Der Versatz der Störung ist so groß, dass Salzhorizonte unterbrochen sind und nicht mehr als Barriere wirken.

24 Prinzipskizze: Freisetzungspfade für Erdgas.



Nur für das in dieser Hinsicht ungünstige Setting Lünne errechnen sich freigesetzte Methanmengen. Theoretisch können dort 23 Prozent des im Schieferhorizont mobilisierten, aber nicht geförderten Gases, in 100 Jahren an die Oberfläche aufsteigen.

Vergleich mit anderen Energieträgern

Ob Erdgas wirklich ein vergleichsweise sauberer fossiler Energieträger ist, hängt auch von seiner Treibhausgas-Bilanz ab. Um dies beurteilen zu können, wird die Methodik der Öko-Bilanz eingesetzt. Das bedeutet:

- > Es werden alle Schritte auf dem "Lebensweg" des Energieträgers bilanziert: die Förderung, die Aufbereitung, der Transport und letztlich die Verbrennung. Klassisches Erdgas ist bei all diesen Schritten Energieträgern wie Kohle oder Öl überlegen: Die Förderung benötigt weniger Aufwand für das Bohren, der Transport (in der Regel Pipelines) ist weniger aufwändig und auch bei der Verbrennung entsteht bei Kohle deutlich mehr Kohlendioxid als bei Erdgas bezogen auf eine Einheit erzeugter Strom oder Wärme.
- > Neben dem Kohlendioxid wird auch das in die Atmosphäre freigesetzte Methan in die Bilanz eingerechnet. Methan ist für das Klima etwa 25 mal so schädlich wie Kohlendioxid. Und es wird z.B. durch Undichtigkeiten in Pipelines frei.
- > Auch der Materialaufwand (Chemikalien, Rohre) wird eingerechnet.

Für die Berechung wurde angenommen, dass im Schiefer pro Bohrloch 100 Mllionen Tonnen Erdgas gewonnen werden. Diese Zahl beruht auf Schätzungen und Erfahrungen aus den USA.

"

Frage aus der Region

Wie ist der Anteil der bei Förderung, Transport und Verbrennung von Schiefergas entstehenden Treibhausgase im Vergleich zu herkömmlichem Erdgas (Treibhauspotenzial)?

Freisetzung von Methan – Vergleich mit konventionell gefördertem Erdgas

Die Bilanzierung für deutsches Schiefergas ergibt zwei relevante Punkte, in denen sich das Schiefergas vom aus konventionellen Lagerstätten geförderten Erdgas unterscheidet:

- 1. Für das Bohren der vielen Bohrlöcher wird deutlich mehr Energie benötigt. Dazu kommt: Die Gasmenge, die pro Bohrung gefördert wird, ist geringer. In der Klima-Bilanz schneidet aus 1.000 Meter Tiefe gefördertes Schiefergas um 30 Prozent schlechter, aus 2.500 Meter Tiefe gefördertes Schiefergas sogar mehr als doppelt so schlecht ab, wie das derzeit in Deutschland verbrauchte Erdgas. Da derzeit vorwiegend mit Diesel-Antrieb gebohrt wird, entstehen neben Kohlendioxid auch weitere Luftschadstoffe. Würde man komplett auf Strom umstellen, vermindert sich dieser Nachteil deutlich. Im Szenario für 2030, wenn große Anteile des Stroms regenerativ hergestellt werden, ist bei Schiefergas (1.000 Meter Tiefe) mit dem Bohren praktisch keine zusätzliche Freisetzung an Treibhausgasen verbunden im Vergleich zur Erdgasförderung aus konventionellen Lagerstätten.
- 2. Methan aus dem Untergrund, das am Bohrloch vorbei entweicht (diffuse Freisetzung), kann je nach Annahme die Treibhausgas-Bilanz verschlechtern. Allerdings kann dies nicht mit Sicherheit berechnet werden. Daher wurde als denkbare Obergrenze die errechnete maximale Freisetzung in Höhe von 23 Prozent des mobilisierbaren Methans angenommen.

Alle anderen Aspekte (Transport, Gasreinigung, Herstellung von Chemikalien und Rohren) beeinflussen das Ergebnis nur unwesentlich.

		Vergleich zu konventionell gefördertem Erdgas		
Jahr 2010	Tiefe	Null*	max**	
	1.000 m	+ 30%	+ 38%	
	2.500 m	+ 176%	+ 183%	
		Vergleich zu konventionell gefördertem Erdgas		
Jahr 2030	Tiefe	Null	max	
	1.000 m	+ 1%	+ 8 %	
	2.500 m	+ 35%	+ 43 %	

Schiefergas hat nach den hier durchgeführten Berechnungen eine um 30 bis 183 Prozent schlechtere Bilanz als Erdgas aus konventionellen Lagerstätten. Eine Optimierung besteht darin, für das Bohren (regenerativ erzeugten) Strom statt Diesel einzusetzen. Im Jahr 2030 wäre Schiefergas dann nur noch ein bis 43% schlechter. Wenn man realistische Angaben über den Aufstieg von Methan aus der unkonventionellen Lagerstätte durch das Fracken hat, lässt sich die Klimarelevanz konkret berechnen.

25 Zusätzlicher Beitrag zum Treibhauseffekt durch Schiefergas im Vergleich zum in Deutschland derzeit verbrauchten Gas.

^{*&}quot;Null" bedeutet, dass keine diffusen Methan-Freisetzungen stattfinden.

^{**}Bei "max" wird der maximale unter ungünstigen Bedingungen errechnete Wert eingesetzt.

Verbrauch von Wasser – Entsorgung von Abwasser

Pro Bohrloch benötigt man im Schiefergas zur Herstellung und zum Einpressen der Frack-Flüssigkeiten etwa 20.000 Kubikmeter Wasser. In Deutschland stammt das Wasser bisher aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung – oder wird aus eigenen Brunnen der Unternehmen mit Trinkwasserqualität gefördert. In das Wasser werden die Stützmittel und die Chemikalien gemischt.

Gleich nach Durchführung des Fracks "saugt" man möglichst viel Frack-Flüssigkeit zurück ("Flowback"). Bisherige Versuche zeigen: Je nach Lagerstätte und Gestein kommen etwa 20 Prozent der Menge zurück. Im Abwasser hat man dann – je nach Beschaffenheit des Untergrundes – auch größere Anteile an Tiefenwasser.

Die Abbildung zeigt einen Lkw mit Frack-Flüssigkeit in einer Aufbereitunganlage in Williamsport, PA.



Das Abwasser wird zum Teil aufbereitet und dann mit Tanklastwagen oder auch per Pipeline zur Entsorgung gebracht – in Niedersachsen ist das derzeit die Verpressung in Gesteinsschichten in 350 bis 4.000 Metern Tiefe in den Umgebungen von Sulingen und Cloppenburg.

In den USA fordern die Behörden dort, wo es keine Versenkbrunnen gibt, die Wiederverwendung. Das Abwasser wird chemisch-physikalisch behandelt, gefiltert und dann für den nächsten Frack verwendet. Die Rückstände kommen auf die Sonderabfalldeponie.

26 Die Tabelle zeigt Inhaltsstoffe des zurückgeflossenen Abwassers nach erfolgtem Frack am Beispiel einer Bohrung in Niedersachsen (Buchhorst T 12, 27.7.2011). Im Tiefenwasser sind je nach geologischer Formation neben Salzen unterschiedliche Gehalte an Schwermetallen (z. B. Quecksilber) und radioaktiven Stoffe enthalten. Ist Erdgas vorhanden, findet man auch Kohlenwasserstoffe, etwa Benzol.

Parameter	Einheit	02.08.	04.08.	08.08.
Strontium	mg/l	70	64	46
Barium	mg/l	1,0	1,0	0,0
Mangan	mg/l	2,0	1,0	1,0
Zink	mg/l	1,0	3,0	2,0
Lithium	mg/l	18	15	11
Acetat	mg/l	420	480	350
Formiat	mg/l	190	160	150

nion 7

Frage aus der Region

Welche zusätzlichen, möglicherweise natürlich vorkommenden Stoffe werden durch die Förderung bzw. das Fracken voraussichtlich aus dem Boden gelöst und mit dem Wasser herausgepumpt?

Bei der herkömmlichen Erdgasgewinnung fällt Tiefenwasser in großen Mengen an. Dieses wird mit Pipelines oder per Tanklastwagen zu Versenkbrunnen transportiert. In jüngster Zeit gab es mehrere Schadensfälle, bei denen unter anderem das krebserregende Benzol freigesetzt wurde. Die Ursachen sind nicht endgültig geklärt. Es wird vermutet, dass Benzol durch die Wand von Kunststoffleitungen nach außen getreten ist. Das wahrscheinlichste Szenario ist der Abriss von Leitungen z. B. durch einen Bagger. Bleiben Leckagen über längere Zeit unbemerkt, müssen entsprechende Mengen an kontaminiertem Boden saniert werden. Benzol kann zu einer Gefährdung der Anwohner führen.

Aus Sicht der Bergbehörden und der Unternehmen ist die Versenkung von Tiefenwasser kein Problem – natürlich vorausgesetzt, der Transport verläuft ohne Zwischenfälle. Man bringt das Tiefenwasser wieder dorthin, wo es herkommt.

Aus Sicht von Außenstehenden ist das schwer nachzuvollziehen, insbesondere wenn dieses Abwasser Chemikalien aus Frack-Prozessen enthält. Zusätzlich gibt es wissenschaftliche Anhaltspunkte dafür, dass Verpressung Erdbeben auslösen kann (siehe dazu Seite 48). Derzeit übliche Behandlungstechniken – als Alternative zum Versenken – sind bei den spezifischen Inhaltsstoffen nur zum Teil geeignet. Dabei erweist sich insbesondere der sehr hohe Salzgehalt als Problem für die Aufbereitung. Eine Teilaufbereitung des Abwassers und seine Wiederverwendung können jedoch ein Weg sein, den Wasserverbrauch und die Menge des zu entsorgenden Abwassers zu vermindern.

Mögliche Freisetzungen von Schadstoffen beim Transport, bei der Versenkung oder im tiefen Untergrund sind bereits bei den vorhergehenden Betrachtungen zur Frack-Flüssigkeit behandelt (siehe Seiten 32 bis 41).

Der Expertenkreis sieht die Versenkung als vertretbare Technik an, sofern ein Gesamtkonzept für den Umgang mit Abwasser vorgelegt wird. Dazu gehört eine Weiterentwicklung der Technik mit Maßnahmen zur Behandlung und Wiederverwertung sowie eine lückenlose Stoffstrombilanz. Und dazu gehören Feldleitungen, deren Material Schadensfälle ausschließt. Die Leitungen müssen zudem kontinuierlich überwacht werden. In regelmäßigen Abständen muss überprüft werden, ob sie dicht und unbeschädigt sind.

Die Datenlage über die Beschaffenheit des Flowbacks ist nicht ausreichend. Inbesondere weiß man zu wenig über mögliche Abbauprodukte der eingesetzten Chemikalien. Für künftige Fracks müssen regionale Stoffstrombilanzen erstellt werden. Und zwar unter Berücksichtigung möglicher Behandlungsmaßnahmen inklusive des Wiedereinsatzes des Abwassers sowie unter Berücksichtigung der Umweltrisiken.

Zeitreise 2030

Bei 300 Bohrlöchern und knapp 4.000 Fracks im Schiefergas kann man von einem Wasserverbrauch von etwa 6 Millionen Kubikmetern ausgehen. Das ist eine Menge, wie sie eine Stadt wie Osnabrück etwa in einem Jahr verbraucht. Bis 2030 werden 1,2 Mio. Kubikmeter Abwasser angefallen sein. Wenn dieses nicht wiederverwendet wird, wird es komplett entsorgt werden. Dafür wird man zusätzliche Versenkbrunnen benötigen.

Bei einem Fördergebiet mit vielen Bohrplätzen geht man davon aus, dass Rohrleitungen zu Aufbereitungsanlagen gebaut werden - etwa alle 10 Bohrplätze eine Aufbereitungsanlage. Insgesamt werden für das Gebiet von 200 Quadratkilometern ca. 70 Kilometer neue Rohrleitungen gelegt. Alle 5 Jahre ist mit einem Schadensereignis (Leckage) zu rechnen. Von den Aufbereitungsanlagen fahren Tanklastwagen die nicht wiederverwerteten Abwassermengen zu den Versenkbohrungen. Bei 22 Bohrplätzen können dies ca. 2.000 Fahrten sein - mit entsprechendem Unfallrisiko.

Die Schadensszenarien im Abwasserbereich sind von der Art vergleichbar mit den bereits beschriebenen Szenarien. So kann für die gebrochene Abwasserleitung der auf Seite 35 beschriebene Unfall eines 30 Tonnen-Tanklastwagens mit Diesel herangezogen werden, auch wenn es sich um geringere Mengen handelt. Auch hier würde es zu kontaminiertem Boden kommen, der zu reinigen bzw. zu entsorgen wäre.

Seismische Ereignisse – Erdbeben

77

Frage aus der Region

Kann ausgeschlossen werden, dass sich durch das Fracken Erdbeben ereignen? Wie kam es zu dem Erdbeben mit einer Stärke von 4,5 in Niedersachsen im Jahr 2004, welches auf die Gasförderung zurückgeführt wird? War das Erdbeben auf einen Frackvorgang zurückzuführen? Wenn nein, worauf dann? Könnte sich dies in unserer Gegend wiederholen? Wo liegen die Unterschiede zu der konkreten Stelle in Niedersachsen?



Zwar handelt es sich um kein typisches Erdbebengebiet, aber auch in der Norddeutschen Tiefebene steht die Erdkruste unter Spannung. Dies führt zu schwachen Erdbeben wie im Jahr 2000 in Wittenburg (östlich von Hamburg) oder 2005 in Bremerhaven. Diese Beben sind wegen ihres vereinzelten Auftretens schwer vorhersehbar.

Auch die Erdgasförderung aus konventionellen Lagerstätten kann bei großen Fördermengen zu Erdbeben führen. Diese ereignen sich in unmittelbarer Nähe der Gasfelder, treten erst bei deutlichem Abbau des Lagerstättendrucks einige Jahre nach Förderbeginn auf und zeigen eindeutige Auf- oder Abschiebungsverformungen. Ein klares Beispiel liefern die holländischen Gasfelder. Dort traten etwa 15 Jahre nach Förderbeginn erstmals schwache Erdbeben in der Nähe der gasführenden Sandsteinformationen auf. Die Beben hatten feine Mauerrisse und herabfallende Dachziegel zur Folge.

Die größten Beben in Niedersachsen (Soltau 1977 und Rotenburg 2004) waren bis zu einer Magnitude stärker als das holländische Maximum. Sie erfolgten in der Nähe tektonischer Verwerfungen. In Soltau ereignete sich das Beben zu Beginn der konventionellen Erdgasförderung. Damit ist eine Abgrenzung zu natürlichen Erdbeben schwierig und bis heute Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen.

Erdbeben entstehen durch Bruchprozesse in der Erdkruste. Diese treten auch beim Fracking auf. Allerdings sind die hier beim Fracking erzeugten Brüche mit Bruchlängen von wenigen Metern energetisch mindestens um einen Faktor 1.000 unter der Fühlbarkeitsschwelle. Nur ein sehr außergewöhnliches Zusammentreffen seltener Einzelumstände kann dazu führen, dass Fracking ein Beben in tektonisch vorgespannten Zonen auslöst – so geschehen in Blackpool (Großbritannien 2011), als beim Fracking eines Schiefergasfeldes eine unerwartet angebohrte Schwächezone in kritischem Spannungszustand mit großen Injektionsmengen unter Druck

gesetzt wurde. Solche seltenen Situationen lassen sich jedoch durch ein mikroseismisches Monitoring in der Entstehungsphase erkennen und durch Anpassen des Fracking-Prozesses entschärfen.

Eine weitere Ursache seismischer Gefährdung kann die Verpressung von Abwasser / Lagerstättenwasser sein. Anders als beim punktuellen Fracking handelt es sich hier um die langzeitliche Einpressung großer Flüssigkeitsmengen in teilweise leergeförderte Reservoire. Diese international weitverbreitete industrielle Praxis kann je nach geologischer Situation Erdbeben ausösen (aktuelles Beispiel: die Bebenserie 2011 in Youngstown, Ohio). In der Norddeutschen Tiefebene konnte an den fünf von ExxonMobil genutzten Injektionsstandorten/Verpressbohrungen in einem großzügig gewählten Umkreis von 10 Kilometern kein Erdbeben festgestellt werden: Hier wurden jeweils 0,3 bis 3 Millionen Kubikmeter in einem Zeitraum von 10 bis 30 Jahren verpresst.

Die Beschädigung von Verrohrung oder Zementierung (siehe Seite 33) durch ein Erdbeben ist unwahrscheinlich, aber grundsätzlich vorstellbar. Bei der Stärke des Rotenburg-Bebens ist entlang der Herdfläche (eine Fläche von etwa acht Quadratkilometer in mehr als fünf Kilometer Tiefe) von einem mittleren Versatz von 1,6 Zentimetern auszugehen. Für eine Beschädigung der Verrohrung müsste der Versatz (des Erdbebens) unmittelbar durch die Bohrung laufen, wobei es je nach Lage zur Bohrachse zum Abscheren oder Abreißen kommen kann.

Seismische Ereignisse durch Fracking und Versenkung von Abwasser sind grundsätzlich möglich. Durch geeignete Standortauswahl und durch sorgfältige Beobachtung (Monitoring) kann die Wahrscheinlichkeit fühlbarer Ereignisse auf die in Deutschland vorhandene seismische Gefährdung durch natürliche Erdbeben gesenkt werden.

Welche Möglichkeiten zur Kontrolle der Gefahren?

Monitoring

Frage aus der Region

"

Wer kontrolliert, ob tatsächlich nur die angegebenen Stoffe in der angegebenen Menge dem Wasser zugesetzt werden? Wie wird dies konkret kontrolliert? In welchen Abständen? Wer trägt hierfür die Kosten?

Die Überwachung des laufenden Betriebs durch Behörden und Betreiber (Eigenüberwachung) ist von zentraler Bedeutung. Aber auch die Wissenschaft und die Gesellschaft sollten in das "Monitoring" einbezogen werden. Die Ergebnisse können der Allgemeinheit auf verständliche Weise verfügbar gemacht werden. Wie das Beispiel des Braunkohleabbaus zeigt, ermöglicht ein solcher Weg den Aufbau von Vertrauen, die Weiterentwicklung und auch das Einbringen neuer Ideen.

Worum geht es - was muss beobachtet werden?

- 1. Seismisches Monitoring: Um sicher zu gehen, dass man keine Erdbeben auslöst, muss man von Anfang an "in die Erde hineinhorchen".
- 2. Monitoring des Grundwassers: Größere Unfälle stellt man sofort fest aber kleine Leckagen möglicherweise nicht. Hier helfen Messstellen rund um das Bohrloch, die mit einem chemischen und toxikologischen Monitoring verknüpft sind. Um schnell und sachgerecht reagieren zu können, muss das Monitoring mit einer Notfallplanung verknüpft werden.
- 3. Gasmonitoring: Um die Klimarelevanz des Schiefergases beurteilen zu können, braucht es Daten über die Freisetzungen von Methan.
- 4. Monitoring des Gebäudezustands: So lässt sich feststellen, ob Schäden (z.B. Risse im Putz) durch das Fracking entstanden sind oder schon vorher da waren.
- 5. Überwachung der Dichtheit im Bohrloch und in Pipelines (über Drücke und andere Messungen).
- 6. Überwachung des Frack-Prozesses inkl. Einsatz der Chemikalien: Dies ist originäre Aufgabe der Behörden. Es kann sinnvoll sein, den Wasserversorgern und Vertretern betroffener Bürger Zugang zum Bohrplatz zu gewähren und sie in die Überwachung einzubeziehen.

Was ist Sinn des Monitorings – Alarmsystem oder langfristige Beobachtung?

Beides. Es gibt schnelle und langsame Prozesse. So kann z.B. die Befürchtung, dass schadstoffbelastetes Tiefenwasser über die Jahrzehnte in Richtung der Thermalbäder fließt, nur über eine Beobachtung langer Zeiträume geklärt werden. Auf der anderen Seite muss schnell reagiert werden, wenn z.B. Schadstoffe aus dem Bohrloch oder aus undichten Rohrleitungen aussickern. Die genaue Ausgestaltung sollte dem Dialog mit den verschiedenen Gruppen überlassen bleiben.

Welches Monitoring ist ohnehin vorgeschrieben?

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie erfordert eine Überwachung von Grund- und Oberflächenwasser. Die Ziele: nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit rechtzeitig erkennen zu können, die Ursachen von Verunreinigungen festzustellen, zielgerichtet Sanierungs- und/oder Vermeidungsstrategien zu entwickeln und schließlich die Wirksamkeit von umgesetzten Maßnahmen beurteilen zu können. In Deutschland gibt es etwa 5.500 Überblicksmessstellen. Die beim Fracking einzurichtenden Messstellen sollten in dieses Netz integriert werden.

Die Wasserversorger überwachen die Qualität ihres Trinkwassers. Wie von der Trinkwasserverordnung vorgeschrieben, untersuchen sie es regelmäßig auf Bakterien und Schadstoffe. Wichtige Betriebsparameter der Trinkwasseraufbereitung werden online überwacht. Einige Wasserwerke ergänzen dies mit kontinuierlich laufenden Bio-Tests.







Sicherheitsmanagement

75

Frage aus der Region

Wieso soll ich plötzlich Exxon trauen, wenn es Störfälle in der Vergangenheit in Niedersachsen gegeben hat?

Neben der technischen Integrität der Anlagen sind die Organisation der Sicherheit und die Notfallvorsorge besonders wichtig. Diese Erkenntnis begann sich Anfang der Neunzigerjahre des vergangenen Jahrhunderts aufgrund einer Reihe spektakulärer Störfälle durchzusetzen. Mit einer weiteren Steigerung der technischen Sicherheit konnte nur noch eine geringe Zunahme der gesamten Sicherheit erreicht werden. Daher wurden Systeme für das Sicherheitsmanagement (SMS) entwickelt, die heute in allen risikobehafteten Industriebetrieben Standard sind. Sie haben als gesetzliche Anforderungen u.a. ins bergrechtliche Genehmigungsverfahren Eingang gefunden. Parallel dazu werden Elemente des SMS auch in der behördlichen Überwachungspraxis angewendet. Im Rahmen von Audits werden die örtliche Einbindung des Betriebs, die Beziehung desselben mit seiner Umgebung sowie die betriebsinternen Abläufe und Strukturen zur Sicherstellung der Umsetzung aller gesetzlichen und unternehmensspezifischen Anforderungen überprüft. Die Weiterentwicklung des Sicherheitsmanagements mündet in fortgeschrittene Sicherheitskulturen, die neben den spezifischen Belangen des Betriebs dessen Einbettung in die örtliche und soziale Struktur am Standort beinhalten. Anlagensicherheit muss darüberhinaus organisiert sein. Das Personal ist entsprechend ausgebildet, und für das Personal von Fremdfirmen bzw. Kontraktoren gelten die gleichen hohen Sicherheitsstandards. Das Unternehmen stellt ausreichende zeitliche und finanzielle Ressourcen zur Verfügung. Es werden Indikatoren für die Sicherheit definiert und Lehren aus Betriebserfahrungen und Unfällen gezogen. Durch regelmäßiges Auditing und Management Reviews wird die Anlagensicherheit überprüft.

Notfallmanagement ist Bestandteil des SMS. Es dient dazu, in Notfällen angemessene Reaktionen sicherzustellen. Um eskalierende Situationen zu bewältigen, muss ein mehrstufiges "Response"-System vorhanden sein. Dabei ist es besonders wichtig, dass die Schnittstelle zwischen der betrieblichen und der öffentli-

chen Gefahrenabwehr reibungslos funktioniert. Ebenso wichtig ist es, dass die Gefahrenabwehr auf spezifische Gefahren durch Gefahrstoffe vorbereitet ist. Dies schließt sachgerechte Informationen an die Öffentlichkeit im Vorfeld ein.

Die ausführliche Beschreibung der Anlage sowie des Umfelds ist eine unabdingbare Voraussetzung zur verantwortungsvollen Durchführung der unternehmerischen Tätigkeit. Die dafür erforderlichen Informationen liegen bei ExxonMobil intern vor. In den Betriebsplänen wird nur eine Teilmenge der vorhandenen Informationen veröffentlicht. Zusätzlich liegt eine Reihe wichtiger Informationen bei den zuständigen Aufsichtsbehörden. Diese können durch kooperatives Zusammenwirken von Betreiber und Behörden nutzbar gemacht werden. Diese Informationen sollten grundsätzlich den vor Ort Betroffenen sowie der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen. Damit können staatliche und Eigen-Überwachung ergänzt werden durch den Einbezug aller Beteiligten (Sachverständige, Nachbarschaft, Bürgerinitiativen, Natur- und Umweltschutzverbände).

ExxonMobil verwendet weltweit ein umfassendes und logisch strukturiertes System zur Beherrschung von sicherheits-, gesundheits- und umweltrelevanten Risiken - das Operation Integrity Management System (OIMS). Dieses System wurde letztmalig 2010 überarbeitet und ist als wachsendes Managementsystem konzipiert. Das OIMS reflektiert den aktuellen Stand der quten Managementpraxis bei Sicherheitsmanagementsystemen. Alle relevanten Bereiche werden ausführlich adressiert. Die weitergehenden Elemente einer guten Sicherheitskultur, soweit sie im Ermessen der EMPG liegen, wurden aufgenommen. Die Umsetzung in der Praxis konnte vom Neutralen Expertenkreis an Hand von Stichproben über Nachweise und Verfahrensweisen nachvollzogen werden. Es wurden keine Beanstandungen gefunden

Auswahlkriterien für Chemikalien

Frage aus der Region

77

Welche der bisher in den Bohrspülungen eingesetzten Zusatzmittel/-stoffe dürfen unter Umweltverträglichkeitsgesichtspunkten weiter verwendet werden und welche nicht?

Der Expertenkreis hat festgestellt, dass sich unter den bislang eingesetzten Stoffen Chemikalien befinden, die aufgrund ihrer Umweltunverträglichkeit ersetzt werden sollten.

Es werden drei Systeme zur Stoffbewertung vorgeschlagen, die als "Kompass" genutzt werden können: Wenn eines der drei Systeme einen Stoff als gefährlich identifiziert, sollte seine Anwendung überdacht werden.

- Die europäische CLP-Verordnung zielt insbesondere auf den Arbeitsschutz und die Verbrauchersicherheit (Herstellung, Transport und Verwendung). Sie klassifiziert Stoffe nach verschiedenen toxikologischen Gefährlichkeitsmerkmalen, z.B. als "sehr giftig", "giftig", "gesundheitsschädlich" bzw. "nicht giftig". Andere Kategorien sind z.B. "ätzend" oder "krebserzeugend".
- 2. Die Trinkwasserverordnung sichert das "Lebensmittel Nr. 1". Sie verlangt z. B., dass das Wasser praktisch frei von organischen Bioziden sein soll (Grenzwert kleiner 0,1 μg/l).
- 3. Um potentielle Gefährdungen von Ökosystemen zu ermitteln, wurde der Ansatz des "Hazard Quotient" (HQ Gefährdungsquotient) gewählt. Mit diesem Ansatz kann man nicht nur eine Gefährdung identifizieren, die von einer einzelnen Substanz ausgeht, sondern auch Mischungen beurteilen. Der HQ bildet sich aus dem Quotienten einer gemessenen oder vorhergesagten Umweltkonzentration und der Konzentration, bei der keine Effekte auf Stellvertreterorganismen gefunden werden. Im Hazard Index werden HQs einzelner Substanzen addiert, sodass die Gefährdung durch die Frack-Flüssigkeit als Mischung eingeschätzt werden kann.

Zusätzlich dürfen Stoffe nach Europäischem Chemikalienrecht grundsätzlich nur dann eingesetzt werden, wenn bei ihrer Registrierung der Einsatz in Frack-Flüssigkeiten berücksichtigt wurde oder wenn die Verwender eigene Risikobeurteilungen und Maßnahmen zur Risiko-

abwehr durchgeführt haben. Auch hierfür sind ausreichende Daten über die toxikologische Wirkung der Stoffe erforderlich.

Wenn die nötigen Daten zur Verfügung stehen und dieser "dreifache Kompass" angewendet wird, ist sichergestellt, dass die neuen Stoffe tatsächlich weniger die Umwelt belasten. Würde man nur die Gefährlichkeit des einzelnen Stoffs betrachten, dann könnte ein Unternehmen z.B. einen weniger giftigen Stoff in einer höheren Konzentration einsetzen.

27 Methodische Herangehensweise bei der ökotoxikologischen Bewertung von Frack-Flüssigkeiten.



Haftung und Versicherbarkeit

77

Frage aus der Region

Größter anzunehmender Unfall ist, dass durch ein Ereignis die tiefe Sole, verunreinigt mit Frack-Flüssigkeit und Lagerstättenwasser das Trinkwasserreservoir des Münsterlandes verunreinigt. Gibt es für diesen Fall einen Katastrophenplan und ist dieses Risiko durch eine Versicherung abgedeckt?

Ein Unternehmen, das durch seinen Bergbau Schäden an Häusern, im Gewässer oder am Boden verursacht, kann nach den geltenden Gesetzen zum Schadensersatz verpflichtet werden. Und zwar unabhängig davon, ob dem Unternehmen ein Fehler oder ein Verschulden nachgewiesen werden kann. Es gilt eine Gefährdungshaftung, für die kein Verschulden erforderlich ist.

Allerdings muss der Geschädigte nachweisen, dass das Unternehmen (und nicht etwa ein anderer) den Schaden auch wirklich verursacht hat (Kausalität). Diesen Nachweis gerichtsfest zu führen, ist in der Regel schwierig. Die Klärung der Kausalität wird erleichtert, wenn der Zustand möglicherweise betroffener Häuser und Grundwassereinzugsgebiete im Vorfeld untersucht wurde (Monitoring). Das Bundesberggesetz sieht zwar eine Beweiserleichterung vor (§ 120 Bergschadensvermutung). Es ist aber strittig, ob diese auch bei der Erdgasaufsuchung und -gewinnung anzuwenden ist. Eine neutrale Schlichtungsstelle, wie sie z.B. beim Kohleabbau im rheinischen Revier funktioniert, kann dazu beitragen, langwierige Gerichtsverhandlungen zu vermeiden und Geschädigten eine risikolose Überprüfung ihres Anspruchs zu ermöglichen.

Wenn ein Unternehmen insolvent ist und nicht mehr zahlen kann, kommt in Deutschland eine Ausfallkasse für mögliche Berg-Schadensfälle auf.

Sinnvollerweise schließen Unternehmen für Schadensfälle eine Versicherung ab. Bestehende Haftpflichtversicherungen bieten generell Versicherungsschutz für Personen- und Sachschäden. Bergschäden werden "standardmäßig" jedoch vom Versicherungsschutz ausgeschlossen. Und für Grundwasserschäden muss das Unternehmen eine Umwelthaftpflicht abschließen. Es ist zu überlegen, ob man nicht über die Einführung einer Deckungsvorsorge den Abschluss derartiger Versicherungen sicherstellt.



Rechtliche Einordnung

Frage aus der Region

77

Wie kann sichergestellt werden, dass die Umweltverträglichkeit rechtzeitig sowohl für ein ganzes Förderfeld als auch für eine einzelne Fracking-Maßnahme und die Beteiligung der Öffentlichkeit daran gewährleistet ist?

Ein Frack-Gesetz gibt es nicht. Berg-, Wasserund Immissionsschutzrecht enthalten jedoch Anforderungen, die (auch) für das Fracking gelten. Sie schützen das Grund- und das Trinkwasser, die Umwelt und die Gesundheit.

Diese Anforderungen sind teilweise jedoch sehr allgemein formuliert und bieten Spielräume. Zwar gibt es einzelne Vorgaben für Tiefenbohrungen, die auch für das Fracking gelten. Aber im Hinblick auf die vom Expertenkreis untersuchten denkbaren Störfälle und die notwendigen Vorkehrungen, sie zu verhindern oder zu kontrollieren, fehlen diese. Der Expertenkreis schlägt daher vor, die von ihm beschriebenen Unfälle und Leckagen als "plausible Auslegungsstörfalle" zu betrachten – und die Anforderung zu stellen, dass diese Störfälle sicher kontrolliert werden können.

Hierfür müssen mehrfach wirksame Schutzmaßnahmen getroffen werden, die dem Stand der Technik entsprechen und das geforderte Schutzziel erreichen. Sie sind sowohl für Störfälle als auch für kurz- und langfristige Vorkehrungen zur Schadensbegrenzung vorzusehen. Das gilt insbesondere auch für das Bohrloch. Zudem müssen Gefährdungen im geologischen System geprüft werden. Die abdeckenden Schichten müssen ausreichend stark und dicht sein, da sie als Schutzzone zu Grundwasser führenden Schichten dienen. Die Gefahr ist dann sehr gering, wenn das Grundwasser nicht artesisch gespannt ist und wenn keine durchgängigen und durchlässigen Störzonen vorhanden sind.

Nachteilig für die Prüfung und Bewertung der Risiken wirkt es sich aus, dass eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) mit Beteiligung der Öffentlichkeit nicht erfolgt. Zwar ist eine UVP vorgesehen, wenn das Unternehmen an einem Standort mehr als 500.000 Kubikmeter Erdgas am Tag fördert. Dieser Schwellenwert wird bei der Förderung aus unkonventionellen Lagerstätten jedoch wohl nie erreicht. Durch die Stu-

fung der Entscheidungsverfahren werden die wesentlichen Risiken oft erst dann überprüft, wenn schon mehrere positive Entscheidungen getroffen und Investitionen getätigt worden sind.

Ein großflächiges Fördergebiet mit Hunderten von Bohrplätzen und einer sie verbindenden Infrastruktur von Aufbereitungsanlagen, Förder- und Abwasserpipelines sowie Straßen hat raumbedeutsame Auswirkungen auf die Wirtschafts- und Siedlungsstruktur, das Landschaftsbild und den Naturschutz. Soweit bereits Landschafts-, Naturschutz- oder Wasserschutzgebiete ausgewiesen sind, vermitteln diese den unter Schutz gestellten Gebieten grundsätzlich Schutz gegen solche Nutzungen. Dieser Schutz darf nur im Ausnahmefall durchbrochen werden. Um im übrigen Außenbereich negative Auswirkungen durch unkoordinierte massenhafte Vorhaben zu vermeiden oder zu vermindern, muss durch frühzeitige Planungen auf unterschiedlichen Planungsebenen eine aus klaren politischen Prioritäten abgeleitete Zuordnung des Raums zu konkurrierenden Nutzungszwecken erfolgen. Wenn in einem Gebiet eine unkonventionelle Gasgewinnung stattfinden soll und wenn diese sich auf den Raum auswirkt, dann sollte die Landes-, Regional und Bauleitplanung entsprechende Gebiete ausweisen, in denen diese Gasgewinnung möglich sein oder verhindert werden soll. Hierzu bietet sich eine fachliche Planung auf Landesebene an.









Wissenschaftler des Neutralen Expertenkreises im Gespräch mit Peer Reviewern: Martin Sauter mit Alan Krupnick (oben), Fritz Frimmel mit Hermann Dieter (Mitte) und Ruth Hammerbacher mit Alexander Roßnagel und Michael Reinhardt.



Empfehlungen des Neutralen Expertenkreises

Die folgenden Empfehlungen des Neutralen Expertenkreises gehen von der Annahme aus, dass die Erdgasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten in Deutschland eine grundsätzlich denkbare Option ist. Die Frage, ob diese Option politisch gewünscht ist, war nicht Gegenstand seiner Arbeit. Die Empfehlungen haben die Form einer Wenn-Dann-Aussage: Wenn diese Erdgas-Vorkommen gefördert werden sollen und wenn dies nur mit Hilfe der Fracking-Technologie möglich ist. dann sollten die im

Folgenden zusammengefassten Kriterien und Vorgehensweisen angewendet werden. Im Übrigen bauen die Empfehlungen selbstverständlich auf den umfangreichen Gesetzen und Verordnungen in Deutschland auf – diese sind nicht erneut erwähnt, sondern werden vorausgesetzt. Weiterhin wird auf die detaillierten Empfehlungen in den Einzelgutachten des Neutralen Expertenkreis hingewiesen.



Empfehlungen

Neue Dimension von Risiken

In vielerlei Hinsicht sind die Risiken der Erdgasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten mit denen der herkömmlichen Erdgasförderung vergleichbar. Die Analysen des Neutralen Expertenkreises haben auch für die etablierte konventionelle Erdgasförderung Hinweise auf Verbesserungsbedarf ergeben. Würde man den Hinweisen folgen, wäre die Aufsuchung und Förderung sowohl der konventionellen wie der unkonventionellen Vorkommen gegenüber dem jetzigen Stand der Technik und des Managements sicherer und umweltverträglicher. Die Empfehlungen gelten für Schiefer- und Kohleflözgas. Zusätzlich hat sich der Expertenkreis mit "Tight Gas" beschäftigt – es stellt einen Grenzfall zwischen konventionellen und unkonventionellen Vorkommen dar.

Mit der Erdgasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten entstehen im Vergleich zur herkömmlichen deutschen Erdgasförderung neuartige Risikobereiche:

- Die unkonventionellen Vorkommen liegen in Deutschland in der Regel weniger tief als konventionelle Lagerstätten. Der Abstand zum nutzbaren Grundwasser und zu grundwasserabhängigen Ökosystemen ist geringer.
- 2. Für die Erschließung unkonventioneller Lagerstätten sind zahlreiche Bohrungen und Frack-Vorgänge erforderlich. Im Vergleich zur Förderung von Erdgas aus konventionellen Vorkommen bestehen zusätzliche Belastungen und Risiken:
 - > Es werden mehr Flächen für Bohrplätze und die technische Infrastruktur in einer Region benötigt. Daher sind mehr Menschen und insbesondere die Landwirtschaft, der Tourismus und der Naturschutz direkt betroffen.
 - > Es sind mehr Transportvorgänge (Lkw, Pipeline) und mehr Umfüll-, Reinigungs- und Lager-Vorgänge (Chemikalien, Abwasser, Erdgas) erforderlich mit entsprechenden Unfallrisiken.
 - > Hinsichtlich der unterirdischen Vorgänge in der Lagerstätte aufgrund einer größeren Zahl von Frack-Vorgängen in einem begrenzten Raum liegen hierzulande keine Erfahrungen vor.
 - > Der Wasserverbrauch ist aufgrund der zahlreichen Frack-Vorgänge deutlich höher.
 - > Für die größere Zahl von Bohrvorgängen ist ein höherer Energieeinsatz erforderlich. Damit fällt die Öko-Bilanz schlechter aus.



Ausschluss von Standorten und Gebieten

Die Umweltrisiken können erheblich sein, vor allem im Hinblick auf den Gewässerschutz. Der Neutrale Expertenkreis setzt eine klare Priorität: Trinkwasser- und Gewässerschutz gehen vor Energiegewinnung. Um dies sicherzustellen, schließt er die Anwendung der Fracking-Technologie sowie die Versenkung von Abwasser an bestimmten Standorten oder in Gebieten mit folgenden Eigenschaften aus:

- > tektonisch kritisch gespannte Störungen im Untergrund oder tektonisch starke Zerrüttungen;
- > gleichzeitiges Auftreten von artesisch gespanntem Tiefenwasser und durchgängigen Transportwegen (durchgängige und durchlässige Störungen oder menschlich erheblich beeinflusste Hydrogeologie z. B. aufgrund des Kohlebergbaus);
- > Trinkwasserschutzgebiete (Zonen I und II) und Heilquellenschutzgebiete.

Langsame Entwicklung in vorsichtigen Schritten

Für ein generelles Verbot der Fracking-Technologie sieht der Neutrale Expertenkreis keine sachliche Begründung. Er hält die Technologie für kontrollierbar, wenn entsprechend seiner Empfehlungen vorgegangen wird. Angesichts der neuartigen Risikodimension hält er jedoch eine Herangehensweise in vorsichtigen Schritten für angemessen. Sie ermöglicht ein sorgfältiges Erproben und verhindert, dass voreilig Tatsachen geschaffen werden.

Für einen flächendeckenden Einsatz der Fracking-Technologie sind drei Voraussetzungen nötig: ein definierter Stand der Technik, eine der neuen Risikodimension angemessene rechtliche Basis sowie weitere wissenschaftliche Erkenntnisse. Letzteres gilt vor allem für die Freisetzung von Methan aus dem Untergrund. Sie kann die Klimabilanz von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten wesentlich beeinflussen. Daher sollen vorerst nur zwei Arten von Vorhaben ermöglicht werden: erstens die Erkundung der Lagerstätten und zweitens der Betrieb einzelner Demonstrationsvorhaben. Hier sollen sehr weitreichende Sicherheitsvorkehrungen und ein erweiterter Untersuchungsrahmen gelten. Ziel solcher Vorhaben ist es, den Stand der Technik zu definieren und weiter zu entwickeln und Wirkungen an der Oberfläche und im Untergrund genauer zu verstehen. Ebenso soll eine breit anwendbare "Gute Praxis" der Beteiligung und Risikokommunikation beispielhaft entwickelt und erprobt werden. Die Vorhaben sollten begleitet werden von einem intensiven gesellschaftlichen Dialog - mit der Bevölkerung, mit gesellschaftlichen Gruppen, mit Behörden, Sachverständigen und Politik. Gleichzeitig sollen rechtliche und planerische Instrumente und ihre Anwendung auf die neuartigen Risikodimensionen des Frackings angepasst werden.

Parallel dazu sollten grundlagenorientierte und langfristige Forschungsvorhaben dazu beitragen, die Vorgänge und Prozesse bei der Nutzung unkonventioneller Ressourcen immer besser zu verstehen.







Erkundungs- und Demonstrationsvorhaben

In den beiden Lagerstättentypen für Schieferund Kohleflözgas sollten jeweils einzelne großtechnische Demonstrationsvorhaben durchgeführt werden können - in Form eines Bohrplatzes mit einer Anzahl von Bohrungen, wie sie bei der flächendeckenden Erschließung technisch und wirtschaftlich benötigt wird. Bei diesen Vorhaben können die Wirkungen eines flächendeckenden Einsatzes der Fracking-Technologie genauer untersucht werden - unter Berücksichtigung der jeweils vor Ort anzutreffenden unter- und obertägigen Bedingungen. Für diese Demonstrationsvorhaben müssen hohe Sicherheitsanforderungen gelten: In Trinkwasserschutzgebieten der Zone III sind obertägige Maßnahmen ausgeschlossen. Der Abstand zwischen Oberfläche und zu erschließenden Lagerstätten bei diesen Vorhaben ist größer als 1.000 Meter. Der Abstand zwischen Tiefenwasser führender Schicht und zu erschließenden Lagerstätten ist größer als 600 Meter. Es wird die am weitesten fortgeschrittene Technik eingesetzt in Bezug auf folgende Punkte: die einzusetzenden Chemikalien, die Ausgestaltung des Bohrlochs mit seinen Nebenanlagen, das Sicherheitsmanagement (Risikoermittlung und -bewertung, Notfallmanagement) und die Abwasserentsorgung. Für alle eingesetzten Chemikalien sind die Stoff- und Toxizitätsdaten sowie das Abbauverhalten im Untergrund bekannt. Diese Demonstrationsvorhaben sind von einem umfassenden Monitoringprozess zu begleiten. Das Monitoring sollte sich auf folgende Punkte beziehen:

- > ein stoffspezifisches Grundwasser-Monitoring,
- > die Geomechanik (Ausbreitung der Frack-Risse),
- > die physikalisch-chemisch-biologischen Umsetzungs- und Transportprozesse im Untergrund,
- > die Bilanzierung der Stoffflüsse (Menge an freigesetztem Methan, Zusammensetzung und Menge des Abwassers, Gehalte an radioaktiven Stoffen und Chemikalien aus dem Tiefenwasser, Anteil an Frack-Flüssigkeit, Abbauprodukte der Fracking-Chemikalien) und
- > die Integrität des Bohrlochs und der Feldleitungen.

Im Vorfeld dieser Demonstrationsvorhaben sind intensive Erkundungsarbeiten unumgänglich. Nur so können Risikostandorte und -gebiete ausgeschlossen und die Einhaltung der Sicherheitsabstände sichergestellt werden.

Neben den großtechnischen Demonstrations-Bohrplätzen wird empfohlen, einzelne bestehende oder neu einzurichtende Standorte für die Demonstration und gezielte Untersuchung spezifischer Fragen zu nutzen.

- > So sollte auch mindestens ein Versenkstandort als Demonstrationsvorhaben untersucht werden.
- > Zudem sind bestehende Förderstandorte in kritischer Nähe zur Trinkwasserförderung im Hinblick auf die Risiken für die Trinkwasserversorgung intensiv zu untersuchen. Hier können spezifische Fragen im Hinblick auf ein Monitoring beantwortet werden, etwa: Was ist der optimale Tracer? Wie sicher und wie schnell lassen sich Leckagen erkennen? Welche Wirkung haben Sanierungsmaßnahmen?

Parallel dazu sollten anhand der beiden großtechnischen Bohrplätze die räumlichen Wirkungen auf regionaler Ebene im Rahmen unterschiedlicher Entwicklungsszenarien untersucht und bewertet werden.

Für den einzelnen Bohrplatz der Demonstrationsvorhaben sollte eine standortbezogene Risikoanalyse durchgeführt werden. Hier muss auch die Frage des Mindestabstandes von Siedlungsflächen und anderen Schutzobjekten geklärt werden, der je nach gehandhabten Gefahrenpotential in einer Größenordnung von bis zu 1.000 Metern liegen kann.

Gesellschaftlicher Dialog – lokale Betroffenheit, regionale Steuerung

Bei Erkundungs- und Demonstrationsvorhaben sollten die Bürgerinnen und Bürger vor Ort, die lokale Politik sowie lokale Akteursgruppen beteiligt werden. Dabei geht es darum, die Interessen der Betroffenen vor Ort einfließen zu lassen – vor allem um lokale Störungen (insbesondere Lärm, Licht, Verkehr, Erschütterungen) zu vermindern.

Gleichzeitig sollte der Prozess von Erkundung und Demonstration im Rahmen regionaler Foren (z.B. eines für Schiefergas und eines für Kohleflözgas) begleitet werden. Hier geht es um die Vermeidung einer industriellen Zersiedelung sowie um regionale Wirkungen auf die Wirtschaft, auf den Wasserverbrauch, auf die Abwasserentsorgung und auf den Schutz von Grundwasser-, Thermalwasser- und Mineralwasservorkommen.

Es ist eine Bringschuld der aufsuchenden Unternehmen und auch der beteiligten Behörden, in allen Beteiligungsprozessen Transparenz über alle wichtigen Informationen zu gewährleisten.

Weiterhin sollten die Monitoringprozesse für die Demonstrationsvorhaben im gesellschaftlichen Dialog konzipiert, abgestimmt, begleitet und ausgewertet werden – und zwar im Hinblick auf Seismik, Grundwasserqualität, Freisetzung von Methan, Flowback, Frack-Flüssigkeit, Wassermanagement, Bilanzierung Lebensweg Chemikalien, Integrität der Bohrungen und Rohrleitungen und baulicher Zustand von Gebäuden in der Nähe von Frack-Standorten. Das Monitoring soll sowohl kurzfristige Reaktionen als auch langfristige Steuerung ermöglichen.

In Bezug auf den letzten Punkt sollten die Unternehmen der Erdgasindustrie gemeinsam mit den Behörden und den Interessengruppen nach dem Vorbild im rheinischen Kohlebergbau regionale Schlichtungsstellen aufbauen. Sie können Streitfälle im Zusammenhang mit Schäden (v. a. Gebäude, aber auch Umwelt) schlichten.

Weiterentwicklung des Standes der Technik

Das technische Regelwerk (Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Schutz des Grundwassers, Einsatz von Chemikalien, Entsorgung und Behandlung von Abwasser, Anforderungen an Feldleitungen, Anforderungen an Bohrlochintegrität, Monitoring, Qualitätssicherung und Überwachung) ist im Zusammenspiel von Behörden, Sachverständigen, Unternehmen und gesellschaftlichen Gruppen so weiterzuentwickeln, dass ein fortschrittlicher Stand der Technik für den Einsatz der Fracking-Technologie festgeschrieben wird. Dazu gehören:

- > Angesichts der neuen Risikodimension ist das bestehende Sicherheitsmanagement zu ergänzen und – soweit noch nicht vorhanden – zu einer umfassenden Sicherheitskultur weiterzuentwickeln.
- Die für das Fracking eingesetzten Chemikalien sollten soweit möglich vermindert und durch umweltverträglichere Stoffe ersetzt werden. Die Bewertung der Umweltvertäglichkeit sollte durch ökotoxikologische Methoden ergänzt werden. Im Rahmen fallspezifischer Expositionsszenarien sollte auch das Umweltverhalten dieser Stoffe bei der Abwasser- und Abfallentsorgung beachtet werden.
- > Es sollte daran gearbeitet werden, einen fortschrittlichen Stand der Technik für die Behandlung des spezifischen Abwassers (Flowback) zu erarbeiten, der stärker auf den Wiedereinsatz und die Behandlung zielt.
- Neuartige Bohrverfahren, um Energieverbrauch, Lärmerzeugung und Raumbelastung zu vermindern (z.B. Stromaggregate, tiefergelegte Bohrplätze, geringere Höhe der Bohrtürme, Einhausung, früher Rückbau und Renaturierung ab Produktion, Verbunkerung der Förderstelle unter Flur).
- > Weiterentwicklung der Verfahren für Verrohrung, Zementierung und Überwachung, um das Risiko einer Bohrloch-Leckage weiter zu reduzieren und insbesondere die Langzeitsicherheit zu erhöhen.





Weiterentwicklung von rechtlichen Regelungen und ihrer Anwendung

Konsequente Anwendung des geltenden Rechts

- > Wie bereits in der Praxis teilweise üblich, sollte für das Fracking und das Verpressen ein Einvernehmen der Wasserbehörden sichergestellt und konsequent umgesetzt werden.
- > Vor der Zulassung einer breiten unkonventionellen Förderung von Erdgas sollten (z. B. im Rahmen eines eigenen Fachplans) auf der Grundlage einer strategischen Umweltprüfung für die Förderung bestimmte geeignete Gebiete vorgesehen und für die Förderung ungeeignete Gebiete ausgeschlossen werden, so dass die einzelnen Zulassungsverfahren im Rahmen dieser geordneten Raumentwicklung geprüft werden können.

Klärung unklarer rechtlicher Situationen

> Zur Erleichterung für potenziell geschädigte Anwohner sollte klargestellt werden, dass die Bergschadensvermutung nach Bundesberggesetz auch für die Erdgasförderung gilt.

Einführung neuer rechtlicher Instrumente

- > Für den einzelnen Bohrplatz sollte in jedem Zulassungsverfahren eine standortbezogene Risikoanalyse erfolgen, die die über- und unterirdischen Risiken des konkreten Vorhabens untersucht. Dort sollte geklärt werden, ob die für die Demonstrationsvorhaben geforderten Sicherheitskriterien im Fall positiver technischer Weiterentwicklungen (z.B. neue Chemikalien) oder angesichts lokaler geologischer Bedingungen (z.B. durchgängige und ungestörte Salzoder Tonschichten) angepasst werden können bzw. bei Bekanntwerden negativer Umstände zu verschärfen sind. In diese Risikoanalyse kann bei Bedarf eine standortspezifische Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) einbezogen werden, wenn weitere Umweltinformationen erforderlich werden, als bei der strategischen Umweltprüfung erarbeitet worden sind.
- > Diese standortbezogene Risikoanalyse sollte zu Beginn des Genehmigungsprozesses mit der Einführung des Instruments der vorläufigen positiven Gesamteinschätzung verbunden werden.

Forschung und Entwicklung

Zur Unterstützung von und im Austausch mit den oben genannten Erkundungs- und Demonstrationsvorhaben sollten folgende Fragestellungen – unabhängig vom konkreten Standort und dessen Genehmigung – wissenschaftlich genauer untersucht werden:

- > Wie kann die Gasgewinnung optimiert und gleichzeitig die Rissbildung sicher begrenzt werden?
- > Wie genau sieht beim Fracking das Zusammenspiel von Druck und Temperatur mit geound bio-chemischen Prozessen in der Lagerstätte aus?
- > Welche mikrobiologischen und chemischen Umsetzungsprozesse finden im Untergrund statt und welche Risiken ergeben sich daraus?
- > Welche diffusen Emissionen an Methan entstehen durch das Fracking, und wie k\u00f6nnen diese gemessen und ggf. vermindert werden?

Der Neutrale Expertenkreis hat mit der Bilanzierung wichtiger Umweltwirkungen begonnen. Es fehlen jedoch noch Daten. Daher sollte diese Bilanzierung auf der Basis einer verbesserten Datengrundlage weitergeführt werden:

- > Erstellung umfassender regionaler Stoffstrombilanzen (Einsatz von Wasser und Chemikalien, Erzeugung von Abwasser) auf oberirdischer und unterirdischer Ebene.
- > Erstellung umfassender Klima- und Energiebilanzen für Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten, die mit ähnlichen Energieträgern verglichen werden können.



Kurzbeschreibung der Gutachten des Neutralen Expertenkreises

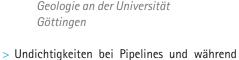


Arbeitsgruppe Risiken im Geologischen System



Prof. Dr. Martin Sauter

Professor für Angewandte



- der Gasreinigung, die zu Methanfreisetzungen führen können;
- > Störungszonen im Untergrund, über die Methan aus dem Untergrund aufsteigen kann.

In der Summe ist zu erwarten, dass die Ergebnisse der Modellierung zwar physikalisch denkbar, aber höchst unwahrscheinlich sind. Sie geben die ungünstiges Obergrenze der Bandbreite der möglichen Ergebnisse an.

Für die Abschätzung möglicher Schadstofftransporte wurden drei Szenarien modelliert.

1

Aufstieg von flüssigen Schadstoffen über Störungszonen in Richtung der nutzbaren Grundwasserleiter - die treibende Kraft ist hier der aufgebaute Druck, mit dem die Frack-Flüssigkeit in das Gestein gepresst wird. Die Lagerstätten in den sieben ausgewählten Settings werden als Randbedingung in die Simulation einbezogen. Es werden verschiedene beim Fracking-Vorgang erzeugte Überdrucke an der Grenze zwischen Lagerstätte und überlagernden Gesteinen (Deckgebirge) für die Dauer des Frack-Vorgangs als Randbedingung angesetzt. Mit Überdruck ist hier der zusätzlich zum hydrostatischen Druck aufgebrachte Druck gemeint. Er liegt in Abhängigkeit von der Tiefe der Lagerstätte zwischen 50 und 700 bar über dem hydrostatischen Druck. In den Simulationen wirkt dieser Druck entweder direkt an einer Störungszone oder in der Umgebung des ungestörten Deckgebirges. Die Annahme, dass der beim Frack-Vorgang erzeugte Überdruck direkt an der Grenze zwischen Lagerstätte und Deckgebirge anliegt, ist eine sehr konservative Annahme, da dies bedeutet, dass sich die beim Frack-Vorgang erzeugten Risse bis zum Deckgebirge hin ausbreiten. Des

Weiteren wird kein Druckabfall, zwischen der

Abschätzung der Auswirkungen von Fracking-Maßnahmen auf das oberflächennahe Grundwasser

Die Studie untersucht die mögliche Ausbreitung von Frack-Flüssigkeiten und Methan im tiefen Untergrund aufgrund von Fracking-Maßnahmen. Maßgeblich für einen solchen Transport sind die künstlich erzeugten Risse in den gasführenden Gesteinsschichten. Diese durch das Einpressen von Flüssigkeiten mit hohen Drücken entstehenden Risse erhöhen die Durchlässigkeit des Systems und setzen eingeschlossenes Methan frei. Setzen sich diese Risse über die gasführende Schicht hinaus fort und erreichen Störungszonen oder tiefe Grundwasserleiter, können Methan und Frack-Flüssigkeiten freigesetzt werden. Inwieweit dann ein weitergehender Transport möglich ist, hängt von den Eigenschaften des geologischen Materials ab.

Hierfür wurden Felddaten und Messergebnisse aus Niedersächsischem und Münsterländer Becken ausgewertet. Daraus wurden Angaben über effektive hydraulische Kennwerte der einzelnen Schichten sowie über Störungszonen zusammengestellt. Auf dieser Basis wurden sieben Settings definiert, die sich im Hinblick auf bestimmte Charakteristika unterscheiden, die für den Transport von Schadstoffen maßgeblich sind.

Für die Berechnung des Transports von Frack-Flüssigkeiten und Methan wurde eine Kombination von ungünstigen Bedingungen unterstellt hinsichtlich

- > des Ausbreitungsverhaltens (nur advektive Transportprozesse, keine Berücksichtigung potenziell zurückhaltender Effekte wie Adsorption und Matrixdiffusion und Stoffabbau);
- > undichte Bohrlöcher, etwa wenn die Zementierung mit dem Umgebungsgestein nicht optimal verbunden ist;
- > die in den USA teilweise noch übliche offene Lagerung von Abwasser in Teichen, die dazu führt, dass im Abwasser gelöstes Methan frei wird;



Prof. Dr. Rainer Helmig

Professor für Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung an der Universität Stuttgart

64



Bohrung (hier herrscht der maximale Druck) und dem Deckgebirge angenommen. In der Realität wäre hier ein gewisser Druckabfall zu erwarten. Der maximale Druck wird für einen Zeitraum von zwei Stunden als konstant angenommen. In der Realität ist dies wiederum nicht zu erwarten. Würde Frack-Flüssigkeit in eine Störungszone dringen, würde sich der Druck durch die Störungszone abbauen, d.h. der Frack würde sich aufgrund des durch den Abstrom erzeugten Druckabfalls Frack schließen.

2.

Lateraler Transport von flüssigen Schadstoffen im tiefen Grundwasserleiter über längere Zeit - die treibende Kraft ist hier ein möglicher hydraulischer Gradient im Grundwasserleiter, der Frack-Vorgang an sich (Druck-Puls) ist beendet. Das Modellgebiet basiert auf dem hydrogeologischen Schnitt durch das Münsterländer Becken. Der Schnitt hat eine Ausdehnung von ca. 100 Kilometern in der Länge und zwei Kilometern in der Tiefe. Er zeigt den Cenoman-Turon-Grundwasserleiter, der entweder unmittelbar oder lokal getrennt durch eine geringmächtige Tonsteinschicht auf dem Zielhorizont des Oberkarbons liegt. Im Szenario 2 wird angenommen, dass eine gewisse Menge an Frack-Flüssigkeit bereits zu Beginn der Simulation in den Cenoman-Turon-Grundwasserleiter eingedrungen ist und sich mit dem Grundwasser horizontal fortbewegt. Da der horizontale Gradient im Münsterländer Becken aufgrund der gering ausgeprägten Topographie sehr gering ist, ist auch die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers sehr gering. Anhand von beispielhaften Störungszonen innerhalb des Gesteinspakets zwischen Lagerstätte und oberflächennahem Grundwasserleiter wird ermittelt, ob und unter welchen Bedingungen Frack-Flüssigkeit aufsteigen kann.

3

Aufstieg von Methan über Störungszonen an die Oberfläche – die treibende Kraft ist hier der Auftrieb des im Vergleich zu Wasser leichten Gases. Weiterhin führen kapillare Kräfte aufgrund der unterschiedlichen hydraulischen Eigenschaften

der einzelnen Schichten im Deckgebirge zu einer lateralen Ausbreitung des Methans. Das Ausmaß der Ausbreitung ist u.a. abhängig von der residualen Sättigung, den geologischen Strukturen und den vertikalen Wegsamkeiten (Klüften und Störungen im Deckgebirge). Die Simulation greift den Modellaufbau der Standorte für Schiefer-Gas und Tight-Gas in Niedersachsen auf. Es wird über einen Zeitraum von 100 Jahren modelliert. Es gibt nur wenige Studien, die die relevanten Transportprozesse untersuchen, und die Datengrundlage ist dünn. Aufgrund der gro-Ben Unsicherheiten sowohl bei der Festlegung der Randbedingungen als auch bei den hydraulischen Eigenschaften der geologischen Schichten in den Settings sind die Simulationsergebnisse nur als qualitative Aussagen zu betrachten, d.h. ob und unter welchen Umständen Methan migrieren kann.

Die Ergebnisse des Gutachtens erlauben eine Abschätzung von Mindestabständen. Basis für die Festlegung des Mindestabstandes zwischen horizontaler Bohrung mit Frack einerseits und Erdoberfläche andererseits auf 1.000 Meter sind folgende Annahmen:

- > eine maximale vertikale Ausdehnung von Frack-Rissen von 500 Metern,
- > eine maximale Strecke des jenseits des Frack-Risses in der Störungszone stattfindenden vertikalen Stofftransports von 50 Metern. Auch wenn dies eigentlich nicht vorgesehen ist: Es wird sicherheitshalber angenommen, dass ein Frack-Riss mehrfach beaufschlagt wird, etwa durch Beeinflussung aus einem benachbarten Bohrloch. Hier werden daher maximal 200 Meter unterstellt.
- > eine Basis des oberflächennahen Grundwasserleiters von ca. 100 Meter,
- > ein zusätzlicher Sicherheitsabstand von 200 Metern.

Arbeitsgruppe Toxikologie und Grundwasser



Prof. Dr. Ulrich Ewers

Abteilung für Umweltmedizin und Umwelttoxikologie, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets



Prof. Dr. Fritz Frimmel

Dr. Birgit Gordalla

Engler-Bunte-Institut, Lehrstuhl für Wasserchemie und DVGW-Forschungsstelle, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Beurteilung der beim hydraulischen Fracking eingesetzten Additive im Hinblick auf das Grundwasser und das Trinkwasser aus humantoxikologischer Sicht

Datenbasis für die Beurteilung sind die von ExxonMobil veröffentlichten Rezepturen von Frack-Flüssigkeiten sowie die dem Expertenkreis zur Verfügung gestellten Informationen über die Zusammensetzung von Flowback und Lagerstättenwässern.

Bei den beim Fracking eingesetzten Chemikalien handelt es sich ganz überwiegend um Stoffe, die in Industrie- und Gewerbebetrieben sowie auch im Haushalt und bei der Herstellung von Lebensmitteln und Körperpflegemitteln weit verbreitet Anwendung finden. Die reinen Stoffe sind nach den Vorgaben des Chemikalienrechts (EU-Verordnung Nr. 1272/2008) großenteils als gefährliche Stoffe eingestuft. In den Frack-Flüssigkeiten liegen diese Stoffe aber in einer so hohen Verdünnung vor, dass diese nach den Vorgaben des Chemikalienrechts nicht als gefährliche Gemische eingestuft werden müssen. Die meisten Stoffe sind - soweit eine Einstufung erfolgt ist - in die Wassergefährdungsklasse 1 (schwach wassergefährdend) eingestuft.

Will man abschätzen, wie hoch die Konzentrationen im Grundwasser im Fall einer Leckage im Bohrloch, in einer Pipeline oder an der Oberfläche sein können, müssen anhand der konkreten Situation vor Ort Modelle gerechnet werden. Um standortunabhängig zu einer verallgemeinerbaren Bewertung zu kommen, wurden Stoffkonzentrationen bewertet, die sich bei 1.000-, 10.000- und 100.000-facher Verdünnung der Frack-Flüssigkeiten ergeben würden. Die humantoxikologische Bewertung der Rezepturen ausgewählter Frack-Flüssigkeiten im Hinblick auf das Grundwasser erfolgte – soweit vorhanden – anhand der Grenzwerte der Trinkwas-

serverordnung, der Trinkwasser-Leitwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sowie humantoxikologisch begründeter gesundheitlicher Leitwerte. Bei Stoffen, für die eine toxikologische Bewertung nicht vorgenommen werden kann, wurde entsprechend den Empfehlungen des Umweltbundesamtes und der Trinkwasserkommission ein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) von 0,3 µg/l als Beurteilungsmaßstab verwendet.

Für die meisten Frack-Additive würden bei 10.000-facher Verdünnung der Frack-Flüssigkeiten Konzentrationen erreicht, die unterhalb der genannten Grenzwerte bzw. unterhalb toxikologisch begründeter Leitwerte liegen. Bei einzelnen Stoffen (zu erwähnen sind z.B. das Biozid Kathon sowie Bromat) wären Verdünnungen von etwa 1:100.000 erforderlich. Das gilt auch für Benzol und Quecksilber im Lagerstättenwasser. Die Salzgehalte der Frack-Flüssigkeiten liegen bereits bei etwa 1.000-facher Verdünnung im Trinkwasser-üblichen Bereich. Der gesundheitliche Orientierungswert für toxikologisch nicht ausreichend bewertbare Stoffe ist so niedrig angesetzt, dass er auch bei 1:100.000-facher Verdünnung der Frack-Flüssigkeit nicht unterschritten wird.

Die Veränderungen der Frack-Rezepturen in der jüngeren Zeit lassen die Tendenz erkennen, Anzahl und Menge der eingesetzten Stoffe zu reduzieren sowie zu Stoffen mit aus humantoxikologischer Sicht weniger kritischen Eigenschaften überzugehen.

Die Zusammensetzung der Lagerstättenwässer ist unter humantoxikologischen Gesichtspunkten und im Hinblick auf den Grundwasserschutz kritischer zu sehen als die der Frack-Flüssigkeit

Arbeitsgruppe Toxikologie und Grundwasser



Dr. Mechthild Schmitt-Jansen

zusammen mit PD Dr. Rolf Altenburger, Department Bioanalytische Ökotoxikologie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

Ökotoxikologische Bewertung von Fracking-Chemikalien und -Flüssigkeiten

Die Studie hat zum Ziel, die potenzielle Umweltgefährdung von Frack-Flüssigkeiten abzuschätzen. Dazu wurde (I) ein komponenten-basiertes Bewertungssystem angewendet, das basierend auf vorhandenem Wissen eine erste Gefährdungseinschätzung zulässt. (II) Es wurden Lücken in den verfügbaren Informationen identifiziert und (III) daraus Empfehlungen abgeleitet, die eine fundierte Gefährdungsabschätzung sowie eine Optimierung der Frack-Flüssigkeiten nach Umweltkriterien ermöglichen.

Für die Bewertung wurde ein Gefährdungsquotient (der sogenannte Hazard Quotient HQ) für die einzelnen Komponenten der Frack-Flüssigkeiten errechnet. Der HQ wird aus dem Quotienten einer gemessenen oder vorhergesagten Umweltkonzentration und der Konzentration. bei der keine Effekte in Stellvertreter-Organismen hervorgerufen werden, gebildet. In Anlehnung an andere Bewertungsverfahren wurden Effekte auf die Organismengruppe der Fische, Wasserflöhe (Daphnien) und Algen als Stellvertreter verschiedener trophischer Ebenen eines Ökosystems betrachtet. Ist dieser Quotient grö-Ber eins, kann von einer möglichen Umweltgefährdung ausgegangen werden. Um die meist in Mischungen eingesetzten Chemikalien als Fluid bewerten zu können, wurden die HQs einzelner Komponenten zu einem Hazard Index (HI) unter Annahme einer konzentrationsadditiven Wirkung zusammengezählt.

Aus der chemischen Zusammensetzung von 18 in der Vergangenheit eingesetzten Frack-Flüssigkeiten, die von ExxonMobil zur Verfügung gestellt wurden, wurden insgesamt 149 Chemikalien einer Bewertung unterzogen. Davon waren 118 Stoffe eindeutig identifizierbar. Ökotoxikologische Kennwerte und Gefahrstoffklassifizierungen wurden in verschiedenen, öffentlich zugänglichen Faktendatenbanken recherchiert (US-EPA ECOTOX –Datenbank, ESIS

Datenbank der EU). Neben Befunden aus Experimentalstudien wurde eine modellierte Minimaltoxizität der Stoffe erfasst.

Da keine Expositionsszenarien während der Projektphase zu Verfügung standen, wurde im Sinne eines Worst-Case-Ansatzes die Konzentration der Chemikalien in der Frack-Flüssigkeit eingesetzt, ein Szenario, das etwa dem Unfall eines Tanklasters entspricht.

In den 18 Frack-Flüssigkeiten wurden insgesamt 33 Stoffe mit einem HQ>1 ermittelt. Dabei sind insbesondere die Stoffe 2-Butoxyethanol (CAS-Nr. 111-76-2), Isopropanol (CAS-Nr. 67-63-0) und Methanol (CAS-Nr. 67-56-1) auffallend. Für 84 Stoffe ist eine Wassergefährdungsklasse ausgewiesen, 18 Stoffe sind in der Wassergefährdungsklasse 2 oder 3 eingestuft. Die HI.-Werte aller Frack-Flüssigkeiten waren deutlich größer als eins und variierten über mehrere Größenordnungen für die verschiedenen Mischungen. Somit lässt sich für jede der betrachteten Frack-Flüssigkeiten ein Gefährdungspotenzial annehmen. Dies macht spezifische Risikomanagement-Maßnahmen zur Vermeidung einer Umweltgefährdung erforderlich.

Diese Werte müssen allerdings als Näherungswerte betrachtet werden, da die Datengrundlage sehr lückenhaft und reale Expositionsszenarien nicht ermittelbar waren.

Arbeitsgruppe Risiken im Technischen System

Dr. Hans-Joachim Uth

Experte für Anlagensicherheit, ehemals Umweltbundesamt

Störfall-Szenarien, Risikomanagement und Stand der Technik

Die Arbeit untersucht die Risiken der oberirdischen technischen Anlagen des Bohrplatzes, des Transports umweltgefährlicher Stoffe auf der Straße und in Rohrleitungen sowie der technischen Auslegung der Bohrung, die sich im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei dessen Abweichung (Unfall) ergeben.

Dabei wird von einem szenarischen Worst-Case-Ansatz ausgegangen, der der Ermittlung der erforderlichen Maßnahmen zur Verhinderung von Unfällen und deren Begrenzung nach dem Stand der Technik dient. Die so ermittelten Maßnahmen werden mit den realisierten technischen und organisatorischen Vorkehrungen in einer regeltypischen Anlage verglichen und hinsichtlich ihrer Vollständigkeit und Eignung bewertet. Die Untersuchungen erfolgen auf der Grundlage von Informationen und Unterlagen, die die ExxonMobil Production Deutschland GmbH zur Verfügung gestellt hat, sowie der offen verfügbaren Literatur.

Als Startpunkt wird mit der Freisetzung, Explosion und Brand des gesamten oberirdischen Inventars an Gefahrstoffen auf dem Bohrplatz begonnen und dann die Szenarien mit immer kleineren Gefahrgutmengen aufgrund der abgestuften Wirksamkeit eingesetzter technischer und organisatorischer Maßnahmen entwickelt. Bei der szenarischen Herangehensweise wird grundsätzlich keine Ursachenanalyse für das angenommene Ereignis durchgeführt. Bei der Bewertung des Szenarios jedoch spielen die Maßnahmen zur Verhinderung der Ursachen (wie verkehrs-, umwelt-, und anlagenbezogene Gefahrenquellen) sowie der Eingriffe Unbefugter eine zentrale Rolle. Es werden acht Hauptszenarien mit insgesamt 29 Unterszenarien modelliert und hinsichtlich der Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten bewertet. Die Ereignisse mit den größten Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sind Blow-Out-Ereignisse von Erdgas (Sauergas), Brand des gesamten Inventars an Dieselkraftstoffen, die

als Betriebsstoffe auf dem Bohrplatz gelagert werden und Freisetzung größerer Mengen wassergefährdender Stoffe während des Transports. Es wird der "Stand der Technik" und die "Gute Managementpraxis" der Vorkehrungen zur Verhinderung von Störfällen sowie zur Begrenzung ihrer Auswirkungen auf Bohrplätzen dargelegt und mit der regeltypischen Praxis verglichen und bewertet. Die Praxiserfahrung der Branche wird durch eine Analyse des Unfallgeschehens ergänzt. Aus dem Vergleich werden Schlussfolgerungen zur Verbesserung des Schutz von Mensch und Umwelt abgeleitet.

Bei der Herstellung der komplexen mehrschichtigen Dichtungssysteme im Bohrloch können Unregelmäßigkeiten und Fehler auftreten, die aber mit einer Reihe von Meßverfahren (logging) sicher entdeckt und durch geeignete Reparaturmechanismen auch beseitigt werden können. Mit der Langzeitstabilität von Zementen hat man eine etwa achtzigjährige Erfahrung, aus der aber keine zuverlässige Prognose auf "Ewigkeitszeiträume" abgeleitet werden kann. Dies bedeutet, dass auch stillgelegte und abgeschlossenen Bohrungen durch Monitoring weiter überwacht werden müssen, um etwaige Gasmigrationen rechtzeitig zu entdecken und geeignete Gegenmaßnahmen einleiten zu können

Zentrale Schlussfolgerungen sind, dass auch wenn dies gesetzlich derzeit nicht erforderlich ist, beim Fracking Anforderungen eingehalten werden sollten, die ansonsten in der chemischen Industrie üblich sind. Dies betrifft Anforderungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Rohrleitungsanforderungen für Erdgas- und Backflow-/Lagerstättenwassertransport und die Einführung moderner Sicherheitskulturen inklusive Risikokommunikation und Gefahrenabwehrplanung. Aufgrund seiner kritischen Bedeutung werden für die Überprüfung der Bohrlochintegrität Hinweise gegeben.

Arbeitsgruppe Risiken im Technischen System



Prof. Dr. Alexander Roßnagel

Institut für Wirtschaftsrecht der Universität Kassel

Umweltrechtliche Einordnung und Bewertung

Das Gutachten will klären, wie Behörden mit den Ergebnissen der Risikostudie weiterarbeiten, wie Gerichte die Ergebnisse in einem Rechtsstreit einordnen und wie die Gesetzgeber auf festgestellte Bedenken und Defizite mit neuen Regelungen reagieren können.

Dabei gilt es, nicht nur die Risiken einzelner Bohrungen zu beherrschen, sondern auch schutzwürdige Gebiete zu schützen und eine Situation zu regulieren, in der viele Bohrplätze in einem Gebiet angelegt werden sollen.

Nach Wasserrecht ist das Grundwasser in jeder Tiefe geschützt. Nicht der Bewirtschaftung zu unterwerfen ist Grundwasser, wenn es unter keinen realistischen Umständen mit bewirtschaftetem Wasser in Kontakt gelangen kann. Ist dies jedoch nicht von vornherein auszuschließen, bedürfen sowohl Fracking als auch Verpressen einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Für das Verpressen gilt: "Wenn nur das nach unten gepresst wird, was zuvor schon unten war", dürfen Einleitungen in das Grundwasser "unter Festlegung entsprechender Bedingungen" zugelassen werden. Ist dies nicht der Fall, etwa nach einer Vermischung mit Frack-Flüssigkeiten, muss sichergestellt sein, dass das Grundwasser keine nachteilige Veränderung erfährt. Für die wasserrechtliche Erlaubnis ist die Bergbehörde zuständig. Sie darf sie allerdings nur im Einvernehmen mit der Wasserbehörde erteilen.

Nach Immissionsschutzrecht ist die Störfallverordnung nicht unmittelbar anzuwenden, weil die Schwellenwerte nicht erreicht werden. Allerdings kann es zu Verhinderung von nach dem Stand der Technik vermeidbaren schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Beschränkung der unvermeidbaren Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß notwendig sein, bestimmte Sicherheitsaspekte der Störfallverordnung anzuwenden. Dies ergibt sich aus der "deterministischen Sicherheitsphilosophie", die auch im Gutachten gewählt wurde. Danach ist Sicherheit dann gegeben, wenn festgelegte (determinierte) Störfälle ausreichend beherrschbar sind. Die Störfälle ergeben sich aus Plausibilitätsüberlegungen zu möglichen Ereignissen (Auslegungsstörfall). Es müssen die Schutzmaßnahmen ergriffen werden, die notwendig sind, um die Störfälle zu beherrschen

Nachteilig für die Prüfung und Bewertung der Risiken wirkt es sich aus, dass weder eine Umweltverträglichkeitsprüfung noch eine Beteiligung der Öffentlichkeit erfolgt. Durch die Stufung der Entscheidungsverfahren werden die wesentlichen Risiken oft erst dann detailliert überprüft, wenn schon mehrere positive Entscheidungen getroffen und Investitionen getätigt worden sind.

Ein großflächiges Fördergebiet mit vielen Bohrplätzen und einer sie verbindenden Infrastruktur hat raumbedeutsame Auswirkungen auf die Wirtschafts- und Siedlungsstruktur, das Landschaftsbild und den Naturschutz. Der durch Schutzgebiete vermittelte Schutz darf nur im Ausnahmefall durchbrochen werden. Um im übrigen Außenbereich negative Auswirkungen durch unkoordinierte massenhafte Vorhaben zu vermeiden oder zu vermindern, kann es sinnvoll sein, Gebiete, in denen eine unkonventionelle Gasgewinnung möglich sein oder verhindert werden soll, in der Landes-, Regional- und Bauleitplanung auszuweisen.

Weitere Gutachten

Prof. Dr. K.-H. Rosenwinkel

Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik, Universität Hannover

Stand der Technik und fortschrittliche Ansätze in der Entsorgung des Flowback

Das Gutachten betrachtet die Umweltbelastungen, die mit Lagerung, Transport und Entsorgung von Abwässern und Abfällen aus dem Tiefbohrbetrieb zur Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten, einschließlich "Hydraulic-Fracking" verbunden sind. Im Vordergrund stehen zunächst die Charakterisierung und Bilanzierung der eingesetzten Frack-Flüssigkeiten und anfallenden Abwässer. Anhand dieser Erkenntnisse werden Empfehlungen zu Wassermanagement, Behandlung, Verwertung oder Entsorgung abgeleitet.

Die im Rahmen des Gutachtens ausgewerteten Stoffströme wurden für drei unterschiedliche repräsentative Bohrplätze im Raum Norddeutschland analysiert. Zusätzlich wurden Literaturdaten und Erkenntnisse meist aus US-amerikanischen Studien ausgewertet. Die Übertragbarkeit ist nur in dem Rahmen gewährleistet, wo vergleichbare Gesteinsarten, Lagerstätten und Frack-Flüssigkeiten vorliegen und deutsche Standards erfüllt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass bisher keine detaillierte und belastbare Stoffstrombilanz und differenzierte chemische Analysen eines Flowback während und kurz nach dem Frackvorgang vorliegen. Es ist daher schwierig Lagerstättenwasser und Frack-Flüssigkeit im Flowback zu identifizieren. Gleiches gilt für eine eindeutige Klassifizierung aller Rückstände.

Die Inhaltsstoffe in Flowback und Lagerstättenwasser lassen sich in die Cluster Kohlenwasserstoffe, Metalle und Salze sowie die Gruppen gelöste und ungelöste Stoffe und leicht flüchtige Stoffe gruppieren. Das Gutachten empfiehlt eine detaillierte Beschreibung und Aufnahme des regionalen Stoffhaushalts unter Berücksichtigung der räumlichen und zeitlichen Entwicklung. Hierbei sollte insbesondere die Relevanz bezüglich Salzfracht sowie die Langzeitbetrachtung aller Stoffströme im Bezugsraum eingebunden werden.

Ein allgemeiner Stand der Technik für die Behandlung des gesamten Flowbacks ist derzeit

nicht vorhanden, für einzelne Bereiche, Anforderungen und Maßnahmen gibt es Festlegungen (z.B. für Regenwasserbehandlung, Transport und Lagerung wassergefährdender Stoffe). Generelle Mindestanforderungen z.B. für die Einleitung in kommunale Anlagen sowie an die einzelnen Verfahren sind im Gutachten ausgeführt, spezielle Ausführungen zur Anwendung für den Flowback können aber nur vereinzelt gegeben werden.

Die Verpressung unterliegt der betriebsplanmä-Bigen Zulassung nach Bergrecht und ist das in der Regel verwendete Verfahren der Entsorgung, welches aber aus Sicht des Gutachtens nicht die einzige mögliche Lösung ist. Verfahrenstechnische Lösungen zur Behandlung sind unter anderem abhängig vom Salzgehalt im Flowback, von geologischen Bedingungen und von lokalen Bedingungen wie Wasserhaushalt und vorhandenem Vorfluter. Die existierenden und vorgestellten Verfahren müssen auf Anwendbarkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht werden. Für eine abgesicherte Beurteilung bedarf es genauer Analysen und Versuche. Gleiches gilt auch für die Behandlung von Abwasser mit radioaktiver Belastung. Eine Verpressung sollte nur in Verbindung mit geeigneten Behandlungsmaßnahmen, einer eventuell möglichen Wiederverwertung und einem regionalen Stoffstrommanagement unter Berücksichtigung von Risiken und Umwelteinflüssen erfolgen – welches insbesondere die Belange des Schutzes der Ressourcen Wasser und Boden berücksichtigt.

Generell ist vor Erschließung unkonventioneller Lagerstätten ein Gesamtkonzept zu entwerfen, welches regionalspezifisch alle Bohrfelder räumlich und zeitlich auflöst, um dann die verschiedenen Möglichkeiten der Aufbereitung, des Recyclings und auch der Entsorgung/Verpressung nach dem Stand der Technik zu gestalten. Bei der Umsetzung ist aus unserer Sicht zudem eine lückenlose Nachweisführung aller Stoffströme und eine belastbares Monitoring erforderlich.

Weitere Gutachten



Dipl.-Ing. Helmut Schneble

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH, Darmstadt

Landschaftsbild und Flächenverbrauch sowie Lärm

Der Fachbeitrag untersucht die oberirdischen Auswirkungen auf die Landschaft und die landschaftsbezogenen Schutzgüter, welche von der Erdgasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten ausgehen können.

Insbesondere die folgenden Wirkungsbeziehungen werden innerhalb der Schutzgüter bearbeitet. Dabei kommt der flächenhaften Erschließung über Bohrplätze mit vielen (10 bis 20) Einzelbohrungen besonderes Gewicht zu:

Schutzgüter Menschen	Wirkfaktoren/mögliche Beeinträchtigungen (in Abhängigkeit des konkreten Standortes) Lärmemissionen (Verkehr, Bohr-/Fracking-Betrieb), Abgasemissionen, Lichtemissionen, Auswirkungen auf Erholungs- und Freizeitbelange
Boden	Flächeninanspruchnahme/Versiegelung (Bohrplatz einschließlich Zuwegung), Verlust von Bodenfunktionen, Auswirkungen auf Freiraum-/Agrarbereiche (land-/forstwirtschaftliche Nutzung)
Wasser	Fassung/Entsorgung von Oberflächenwasser von versiegelten Flächen
Luft, Klima	Freisetzung von Abgasen (Betrieb von Diesel-Stromaggregaten)
Landschaft	Insbesondere: Landschaftsbild, Beeinträchtigung von Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Landschaft durch die Aufstellung/Errichtung von Betriebseinrichtungen (Bohranlagen)
Tiere und Pflanzen, biologische Vielfalt	Flächeninanspruchnahme/Biotopverlust, indirekte Auswirkungen: u.a. Zerschneidungswirkungen, Lärm, Licht, Bewegungen
Kultur-/Sachgüter	ggf. Beeinträchtigung von Kulturgütern/Bodendenkmalen durch Flächeninanspruchnahme

Auf Maßnahmen zur Konfliktvermeidung/-minderung und naturschutzfachlichen Kompensation (Ausgleich/Eingrünung) wird hingewiesen; Kenntnisdefizite werden aufgezeigt. Für die Darstellung der möglichen Wirkungsbeziehungen/Beeinträchtigungen sind 3D-Modelle und Animationen erstellt worden, die insbesondere auch den Eingriff in den Landschaftsraum veranschaulichen.

Im Rahmen einer Raumanalyse werden die derzeitigen Explorationsgebiete von ExxonMobil beschrieben und der Gesamtflächenbedarf für die Ausbaukonzeption (modellhaft) abgeschätzt. Die raumrelevanten Kriterien, die bei einer Auswahl/Festlegung von Bohr- und Gewinnungsplätzen insbesondere zu beachten wären, werden beschrieben und diskutiert sowie für zwei beispielhafte Explorationsgebiete dargestellt und untersucht.

Im Ergebnis zeigt sich, dass sich die (oberirdischen) Auswirkungen eines oder mehrerer

Standorte auf die Landschaft (u.a. die landschaftsgebundenen Schutzgüter) bei geeigneter Standortauswahl, geeigneter Technik und geeigneten Minderungsmaßnahmen umweltverträglich gestalten lassen.

Bei einer Größe der Explorationsgebiete von mehreren 100 Quadratkilometern erfordert eine flächendeckende Erschließung der Lagerstätten eine Vielzahl an Bohrplätzen. Die Auswirkungen auf die Landschaft und die landschaftsgebundenen Umweltfaktoren sind daher nicht nur bezogen auf Einzel-Bohrplätze, sondern auch im räumlich-zeitlichen Gesamtzusammenhang der Erschließung großer Explorationsgebiete zu betrachten. Unter Berücksichtigung sich überlagernder Schutz- und Nutzungsansprüche ist eine geordnete und strukturierte Entwicklungsplanung der unkonventionellen Erdgasgewinnung auf räumlicher Ebene zu empfehlen.

Weitere Gutachten

Energie- und Klimabilanz von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten im Vergleich zu anderen Energiequellen

Das Gutachten liefert Aussagen darüber, wie die Gasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten – wie sie ExxonMobil in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen plant – im Hinblick auf Energie-, Klima- und Luftschadstoffbilanzen im Vergleich zu anderen Energiequellen abschneidet, wenn die gesamten Lebenswege einbezogen werden.

Auf Grundlage der erhobenen Daten über typische Frack-Fördersituationen wurden für die Förderung von Schiefergas Varianten für Fördertiefe und diffuse Freisetzung von Methan nach Ende der Förderung ("post-production") eine Bandbreite ermittelt. Die post-production-Emissionen an Methan wurden über einen Zeitraum von 100 Jahren betrachtet und auf die bereitgestellte Menge an Frack-Gas bzw. daraus erzeugtem Strom umgerechnet.

Bandbreite	untere Grenze	obere Grenze
Tiefe	1.000 Meter	2.500 Meter
post-production-Emissionen an Methan	0%	23 %

Hieraus wurden dann entsprechende Prozessketten im Computermodell GEMIS abgebildet, die jeweils Explorations-, Betriebs- und Entsorgungsphase beinhalten und für die Jahre 2010 und 2030 unterschieden wurden.

Für diese Prozesse wurde eine Analyse der Energie- und Umwelteffekte durchgeführt, die über die Gasförderung hinaus auch die weiteren Prozesse zur Gasbereitstellung bei den Verbrauchern (d.h. inkl. Aufbereitung und typischem Transport im Gasnetz) umfasst. Ergänzend wird die Nutzung des Gases zur Stromerzeugung in einem neuen Erdgas-GuD-Kraftwerk bilanziert.

Als Vergleichsgrößen wurden Kenndaten der konventionellen Erdgasförderung aus Lagerstätten in Deutschland und Russland in den Jahren 2010 und 2030 ermittelt.

Wie beim unkonventionellen Erdgas wurden hierbei die Energie- und Umwelteffekte der Gasbereitstellung (inklusive Aufbereitung und typischem Transport im Gasnetz bis zu Verbrauchern) mit GEMIS berechnet und ergänzend die Nutzung zur Stromerzeugung in einem neuen erdgasbefeuerten Gas-und-Dampfturbinen-Kraftwerk bilanziert.

Im Hinblick auf die Treibhausgas-Bilanz wurden vor allem Kohlendioxid und Methan erfasst,

die als CO₂-Äquivalente zusammengefasst werden konnten. Dabei zeigte sich, dass die Unterschiede zum Erdgas aus konventionellen Lagerstätten vor allem auf die mit dem Bohren verbundenen Energieverbräuche zurückgehen – insbesondere bei einer Fördertiefe von 2.500 Meter. Mit dem Umstieg auf stromgetriebene Bohraggregate und eine regenerative Stromwirtschaft wird sich dieser Nachteil reduzieren. Bezüglich der diffusen post-production-Emissionen von Methan wurden die vom Expertenkreis gerechneten Modellergebnisse eingesetzt – auch wenn klar war, dass es sich hierbei um vorläufige Zahlen handelt.

Zusätzlich wurden Flüssiggas (LNG) aus Algerien und regeneratives Gas (aus Biomasse und Windstrom) einbezogen – mit dem Zeithorizont 2030. Als weitere Umweltaspekte wurden

- > versauernde Luftschadstoffe (SO₂-Äquivalente, SO₂, NO₂)
- > nichterneuerbarer Primärenergieverbrauch
- > und Flächenbilanz

berechnet. Ebenso findet eine Datenvalidierung (peer review) statt.



Uwe Fritsche

Öko-Institut e.V. (bis 03.2012), IINAS – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH 72 Risikostudie Fracking

Die Gutachten im Überblick

AG Risiken im geologischen System

- > Hydrogeologische Settings und Stofftransport
 - > Prof. Dr. Martin Sauter, Universität Göttingen (mit Karolin Brosig, Dr. Torsten Lange und Wiebke Jahnke)

Neutraler Expertenkreis

- > Modellierung untertägiger Transportprozesse
 - > Prof. Dr. Rainer Helmig, Universität Stuttgart (mit Alexander Kissinger und Dr. Anozie Ebigbo)

AG Toxikologie und Grundwasser

- > Beurteilung der Toxizität der beim hydraulischen Fracking eingesetzten Additive im Hinblick auf das Grundwasser und das Trinkwasser
 - > Prof. Dr. Ulrich Ewers, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets und Prof. Dr. Fritz Frimmel, Karlsruher Institut für Technologie – KIT (mit Dr. Birgit Gordalla)
- > Bewertung der Ökotoxizität von Inhaltsstoffen der Frack-Flüssigkeiten
 - > Dr. Mechthild Schmitt-Jansen und PD Dr. Rolf Altenburger, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ (mit Stefan Scholz)



AG Risiken im technischen System

- > Störfall-Szenarien, Risikomanagement und Stand der Technik
 - > Dr. Hans-Joachim Uth, Sachverständiger für Chemische Anlagensicherheit
- > Umweltrechtliche Einordnung und Bewertung
 - > Prof. Dr. Alexander Roßnagel, Universität Kassel (mit Dr. Anja Hentschel und Andreas Polzer)



Zusätzliche Gutachten

- > Stand der Technik und fortschrittliche Ansätze in der Entsorgung des Flowback
 - > *Prof. Dr. Karl-Heinz Rosenwinkel*, Universität Hannover (mit Dr. Dirk Weichgrebe und Oliver Olsson)
- > Flächen- und Landschaftsbedarf sowie Lärm
 - > Helmut Schneble, Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH (mit Katja Weinem)
- > Energie- und Klimabilanz
 - > Uwe Fritsche, Öko-Institut e.V. (mit Dr. Werner Zittel und Dr. Nils Jungbluth)
- > Vorstudie Regionalökonomische Auswirkungen des Fracking
 - > Prof. Dr. Kilian Bizer, Universität Göttingen (mit Christoph Boßmeier)



Weitere Gutachter, die über Werkverträge einbezogen wurden

- > Geologische Aufnahme von Münsterländer Becken und Niedersächsischem Becken, Monitoring, Sanierung
 - > Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig (mit Dr. Michael Heitfeld, Dr. Johannes Klünker und Prof. Dr. Schetelig)
- > Seismische Gefährdung durch Erdgasförderung in Norddeutschland
 - > Prof. Dr. Manfred Joswig, Universität Stuttgart
- > Verrohrung und Zementierung
 - > Prof. Dr. Frank Schilling (mit Dr. Birgit Müller), KIT Karlsruhe
- > Fracking: Regulierungsbeitrag des Stoffrechts
 - > Prof. Dr. Martin Führ, Hochschule Darmstadt (mit Stefanie Merenyi)

Peer Reviewer

- > Alan J. Krupnick, Ph. D., Resources for the Future, Center for Energy Economics and Policy, Washington D. C.
- > Michael A. Celia, Ph. D., Professor of Environmental Studies, Princeton University
- > Avner Vengosh, Ph. D., Professor of Geochemistry and Water Quality, Duke University
- > David Yoxtheimer, P. G., Penn State Marcellus Center for Outreach and Research
- > Dr. Michael Struckl, Referatsleiter für Industrieunfallangelegenheiten, Österreichisches Wirtschaftsministerium (als Privater Sachverständiger)
- > Prof. Dr. Helmut Kroiss, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien
- > Prof. Dr. Hermann H. Dieter, ehemaliger Leiter des Fachgebietes "Toxikologie des Trinkwasser" im Umweltbundesamt
- > Prof. Dr. Beate Escher, National Research Centre for Environmental Toxicology (Entox), The University of Queensland
- > Prof. Dr. Michael Reinhardt, Institut für Deutsches und Europäisches Wasserwirtschaftsrecht, Universität Trier

Impressum

Herausgeber:

Dr. Christoph Ewen, team ewen – Konflikt- und Prozessmanagement, Darmstadt www.team-ewen.de

Erarbeitung:

Dr. Christoph Ewen (team ewen), in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Dietrich Borchardt (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ), Ruth Hammerbacher (hammerbacher gmbh beratung & projekte) und Dr. Sandra Richter (Sconas Kassel).

Layout und Grafiken:

3f design – Gestaltung für Politik, Wissenschaft und Lehre www.3fdesign.de

Finanzierung:

Die Arbeit des Expertenkreises und die Erstellung der Studie wurde aus Mitteln bezahlt, die die ExxonMobil Production Deutschland GmbH dem team ewen zu diesem Zweck zur Verfügung gestellt hat. Mit der Bereitstellung der Mittel wurde vertraglich vereinbart, dass eine inhaltliche Einflussnahme/Abnahme der Studie nicht erfolgt.

Fotonachweis:

Soweit im Folgenden nicht anders benannt, alle Rechte bei team ewen bzw. bei ExxonMobil Production Deutschland GmbH.

Seite 22 > www.photocase.com © corina

Seite 26 > PhotoDisc

Orginalgröße des ersten gerammten Stahlrohrs ø 50,8 cm

Erste Zementierung

Angesichts der vielen Fragen zum Thema Sicherheit und Umweltauswirkungen des Fracking hat sich ExxonMobil Anfang 2011 entschlossen, ein ungewöhnliches Projekt anzustoßen. Das Unternehmen stellte einem neutralen Expertenkreis aus renommierten und unabhängigen Umweltwissenschaftlern die Mittel zur Verfügung, um die Risiken des Fracking zu untersuchen.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen: Bei Beachtung bestimmter Anforderungen an den Untergrund ist ein Aufstieg von Schadstoffen in das nutzbare Grundwasser nicht zu befürchten. Es sind allerdings Leckagen und Unfälle im Bohrloch sowie bei Transport und Lagerung schadstoffhaltiger Flüssigkeiten vorstellbar – und angesichts der Vielzahl an Bohrungen, die mit dem Einsatz der Fracking-Technik verbunden sein werden, auch zu befürchten.

Will man dennoch fracken, so sind hohe Anforderungen an Sicherheitstechnik und -kultur, an das Monitoring sowie an im Notfall einzusetzende Sanierungsmaßnahmen zu stellen.

Neben der Gefährdung des Grundwassers geht es auch um weitere Aspekte. Wenn relevante Anteile des im Untergrund mobilisierten Erdgases am Bohrloch vorbei an die Oberfläche gelangen, dann verschlechtert sich die Klimabilanz dieses Energieträgers. Und die vielen Bohrplätze erfordern eine übergreifende Planung, um eine industrielle Zersiedlung der Landschaft zu verhindern.

Der Neutrale Expertenkreis sieht keinen sachlichen Grund, das Fracking grundsätzlich zu verbieten. Angesichts der vielen Wissenslücken spricht er sich dafür aus, zunächst einzelne Demonstrationsvorhaben zuzulassen und sorgfältig wissenschaftlich zu begleiten.

Zweites Stahlrohr

Zweite Zementierung

Drittes Stahlrohr

Dritte Zementierung

Viertes Stahlrohr ø 11,4 cm

Informations- & Dialogprozess

der ExxonMobil über die Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung