

SCHIEFERGAS

Produktion, Potenzial, Problematik

Ein Dokumentationspapier der ASPO Schweiz

**Von Dr. Hans Oesterle und lic. phil. Adrian Hänni
Vorstandsmitglieder der ASPO Schweiz**



September 2011

www.aspo.ch

Abstract

Die folgende Dokumentation der Association for the Study of Peak Oil (ASPO) Switzerland versucht eine Analyse der Ressource Schiefergas. Nach einer geologischen Klärung des Begriffs Schiefergas und seiner Abgrenzung gegenüber konventionellem Erdgas wird der Förderprozess skizziert und die wichtigen Förder-techniken, das horizontale Bohren und das Hydraulic Fracturing, vorgestellt. Daraufhin wird erklärt, wie es im letzten Jahrzehnt zu einem Schiefergasboom in den USA kam und wie der explosionsartige Ausbau der Schiefergasförderung einen massiven Effekt auf den amerikanischen Gasmarkt ausübte. Nach einer Einschätzung des Potenzials von Schiefergas, sowohl in den USA wie global, werden abschliessend die Umweltproblematik der Schiefergasförderung und mögliche geopolitische Implikationen diskutiert.

Autoren

Adrian Hänni, Vorstandsmitglied ASPO Schweiz
Hans Oesterle, Vorstandsmitglied ASPO Schweiz

1. Geologie: Was ist Schiefergas?

Schiefergas ist konventionelles Erdgas in unkonventionellem Speichergestein. Schiefergas ist in kleinsten Poren und Bruchzonen in praktisch nicht-permeablen sedimentären Gesteinen (Schiefer, Tongesteine, Tundraböden und gelegentlich auch Kohle) eingeschlossen. Konventionelles Gas findet sich dagegen in porösen und durchlässigen Gesteinsschichten, die durch tektonische oder andere Mechanismen in eine sogenannte Falle deformiert wurden.

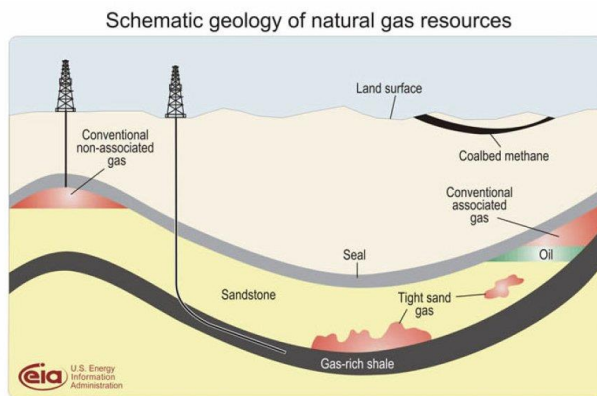


Abbildung 1: Geologie der Erdgasressourcen (Quelle: EIA)

2. Förderung: Horizontale Bohrungen und Hydraulic Fracturing

Horizontale Bohrungen beginnen wie normale, vertikale Bohrungen. Nachdem der Bohrlochkopf gesetzt worden ist, werden die Schichten, die möglicherweise meteorisches Wasser enthalten, mit Wasser als Spülung durchbohrt und verrohrt (abgedichtet). Dabei wird ein Stahlrohr im Bohrloch fest zementiert, um jegliche Verschmutzung dieser eventuellen Süßwasserreservoirs zu vermeiden. Dann wird die Bohrung weiter vertikal bis in die Nähe der Schiefergesteine geführt. Durch eine Drehung des Bohrmeissels wird die Richtung der Bohrung in Schichtlagerung gelenkt. Die Schiefer werden so der Länge nach durchbohrt; manchmal

über eine Strecke von Kilometern. Dieser gasführende Teil der Bohrung wird ebenfalls verrohrt und anschliessend perforiert. Dabei werden mittels Sprengladungen Löcher durch die Stahlverrohrung und den Zement geschossen. Durch diese Perforationen wird nun der nächste Schritt zur rentablen Förderung des Schiefergases ermöglicht.

Um Schiefergas kommerziell zu fördern, muss die Reservoirqualität der Schiefergesteine, d.h. die Porosität und vor allem die Permeabilität, verbessert werden. Dazu dient eine Technik, die vor allem in den USA entwickelt wurde: Das sogenannte "hydraulic fracturing" (FRAC) oder hydraulisches Aufspalten. Unter hohem Druck (bis zu 400 bar) wird eine Mischung aus Wasser, Chemikalien und Quarzkügelchen in das Gestein gepresst. Dabei öffnen sich viele Brüche oder Spalten. Die Quarzkügelchen verhindern ein Verschiessen der Spalten bei nachlassendem Druck. Ein Teil der FRAC-Flüssigkeit, meist etwa 10-35%, wird anschliessend zurückgespült und muss zwischengelagert und entsorgt werden. Das Gas kann jetzt aus dem Schiefer an die Erdoberfläche entweichen und von dort durch Gasleitungen, gegebenenfalls zusammen mit konventionellem Gas, an die Verbraucher verkauft werden.

Chesapeake Energy hat, mit Hilfe von YouTube, mehrere Videoclips ins Internet gestellt. Diese Videos erklären die oben beschriebenen Techniken anschaulich. (www.chk.com, click "Natural Gas", click "hydraulic fracturing")

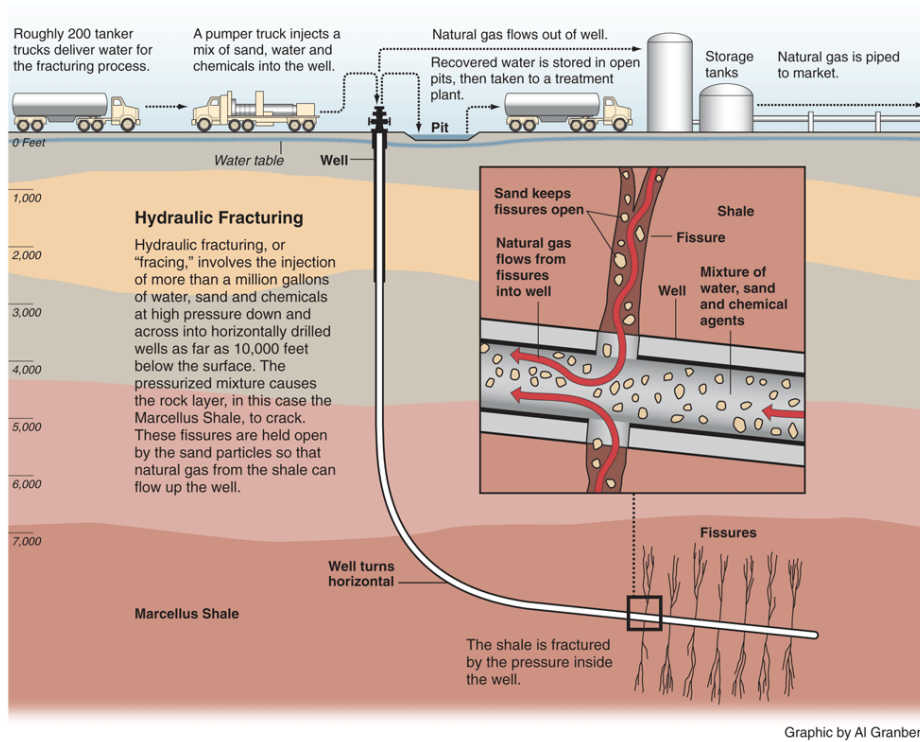


Abbildung 2: Schiefergasförderung: Horizontale Bohrung und Hydraulic Fracturing
(Quelle: Propublica)

Die Produktion von Schiefergas ist also charakterisiert durch verhältnismässig hohe Kosten – Schätzungen für Felder in den USA reichen von 2 bis 6 Dollar pro Tausend Kubikfuss – und Bohrungen, die grosse Energie- und Wassermengen benötigen und sich ausserdem schnell erschöpfen. Empirische Untersuchungen in den USA zeigen, dass die Förderrate der einzelnen Bohrungen wesentlich schneller abfällt, als dies bei konventioneller Erdgasförderung der Fall ist. Oft halbiert sie sich bereits innerhalb eines Jahres. Neben dem höheren – technischen, energetischen und finanziellen – Aufwand sind die steileren Förderprofile der wichtigste Unterschied zwischen der Förderung von konventionellem und aus Schiefergesteinen gewonnenem Erdgas.

3. Schiefergaspionier USA

Dass einige Schieferarten Erdgas enthalten, ist schon seit langer Zeit bekannt. (Schlagende Wetter in Kohlebergwerken, Schiefergas in Pennsylvania) Doch die Erschliessung dieser Gasmengen war lange Zeit nicht rentabel. Eine Kombination dreier Faktoren führte wohl zur rasanten Zunahme der Förderung dieses Erdgases aus unkonventionellem Speichergestein: In erster Linie technologische Fortschritte, vor allem die Entwicklung des horizontalen Bohrens und Verbesserungen des "hydraulic fracturing". Neue Technologien wie der Einsatz von "sliding sleeves", der die FRAC-Operationen um mindestens die Hälfte der Zeit reduziert, dürften den Boom weiter aufrechterhalten. Zweitens begünstigte ein hoher Gaspreis den Schiefergasboom. Schliesslich könnte sich auch eine Lockerung der Umweltgesetze für Öl- und Gasfirmen in den USA positiv auf die Fördermenge ausgewirkt haben. Der Take-Off der Förderung fällt zeitlich nämlich mit der Verabschiedung der Clean Energy Act zusammen. Mit diesem Gesetz von 2005 werden Öl- und Gasexplorations- und Förderaktivitäten in grösserer Tiefe von der Save Drink Water Act ausgenommen.

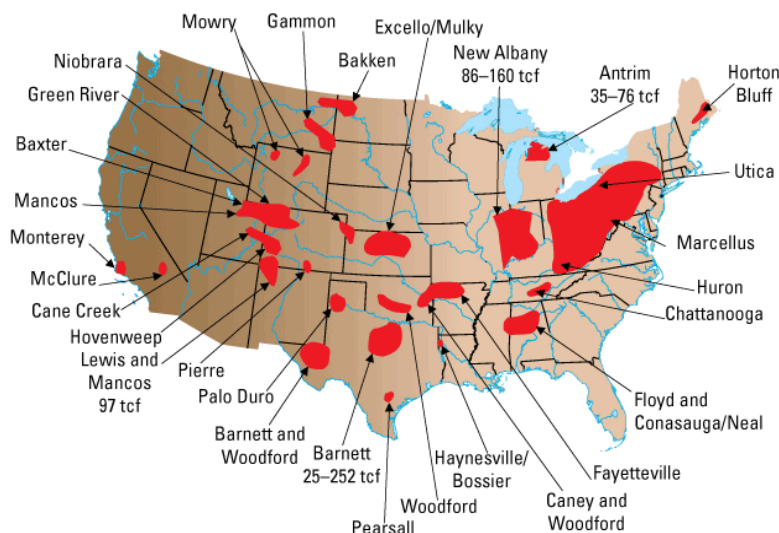


Abbildung 3: Schiefergasfelder in den USA (Quelle: EIA)

Der amerikanische Gasmarkt hat sich durch die Erschliessung des Schiefergases stark verändert. Das Jahr 2000 markiert den Beginn einer nennenswerten Förderung ausserhalb Michigan/Antrim-Feld, seit 2006 explodiert die Fördermenge und betrug im Jahr 2010 bereits über 3 Billionen Kubikfuss. 1 Billion Kubikfuss Erdgas entspricht dem energieäquivalent von 55 Millionen Fass Erdöl. Der markante Anstieg des Gasangebots in den USA führte zu einer deutlichen Senkung des amerikanischen Gaspreises, der derzeit nur rund die Hälfte des Gaspreises in Europa beträgt. So pendelte der Preis für London IPE Spot zwischen Mai und August 2011 zwischen 8.50 und 10 Dollar pro Tausend Kubikfuss, während der US Henry Hub Spot-Preis in derselben Periode zwischen 4 und 5 Dollar lag. Ungefähr 10 Prozent des Erdgases, das derzeit in den USA gefördert wird, stammt aus Schiefergas. Dieser Anteil könnte in den nächsten 10 Jahren auf über 20 Prozent steigen. So erwartet die US Energy Information Administration (EIA) im Annual Energy Outlook (2010), dass der Anteil von Schiefergas an der amerikanischen Förderung bis im Jahr 2030 auf etwa 25% steigen wird. Die EIA prognostiziert weiter, dass dank einer starken Ausweitung der Produktion von Schiefergas eine weitere, klare Reduktion der konventionellen Förderung abgefangen und die gesamte Gasförderung bis 2035 leicht gesteigert werden kann. Schiefergas besitzt in den USA also energiestrategische Bedeutung. Das amerikanische Energieministerium meldet, dass es in den USA genug förderbare Gasressourcen gebe, um das ganze Land während der nächsten 90 bis 100 Jahre zu versorgen. Ausserdem investierten grosse Ölgesellschaften wie Exxon Mobil und Occidental im letzten Jahr Millionen in die Exploration und Entwicklung von Schiefergas oder in die Übernahme von kleineren Firmen mit Bohrlizenzen für Schiefergas. Allerdings sind auch Expertenstimmen zu vernehmen, welche die Perspektiven von Schiefergas weniger positive einschätzen. Beispielsweise analysiert David Hughes vom Post Carbon Institute in einer Studie vom Mai 2011, dass zum Erreichen der zitierten Produktionsprognosen der EIA ein Rekordausmass an Bohrungen nötig sein werde, welches weder logistisch möglich, ökonomisch sinnvoll, noch ökologisch wünschenswert sei.

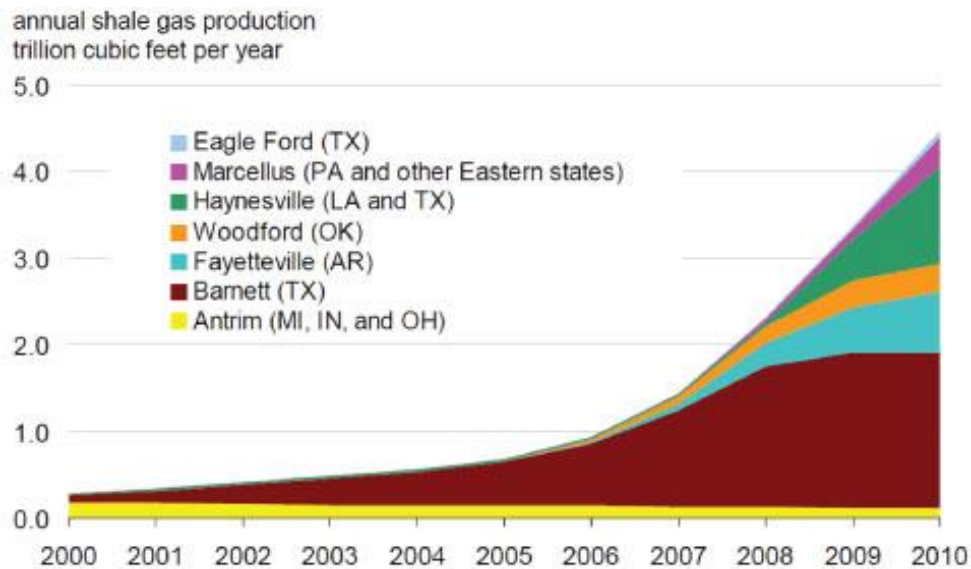


Abbildung 4: Entwicklung der Schiefergasproduktion in den USA (Quelle: EIA)

4. Die globale Situation: ein Überblick

Zunächst ein amerikanisches Phänomen, erlangt die Förderung von Erdgas aus Schiefergesteinen zusehends globale Bedeutung. Die Internationale Energieagentur (IEA) schätzt, dass weltweit ungefähr 32 Billionen Kubikfuß an gewinnbarem Schiefergas vorhanden sind, das heisst etwa fünfmal soviel wie konventionelles Gas. Ein kurzer Blick auf die Situation in den verschiedenen Weltregionen.

Europa

Nach einer Schätzung der Universität Victoria in Kanada lagern in Westeuropa Ressourcen im Umfang von etwa 500 Billionen Kubikfuß. 2011 begannen beispielsweise Bohrungen am Bowland Shale bei Blackpool an der britischen Nordwestküste. Grosse Vorkommen werden auch in Osteuropa, unter anderem in Polen, vermutet. Und sogar in der Schweiz hat die Exploration nach Schiefergas

begonnen. Im Kanton Fribourg hatte die Schuepbach Energy LLC mit der Evaluation einer Schiefergasförderung begonnen und 2008 die Erlaubnis erhalten, auf einem Drittel des Kantonsgebiets nach Schiefergas zu suchen. Ende April 2011 verhängten die Behörden des Kantons Fribourg indes ein unbefristetes Explorationsmoratorium für Schiefergas. Im September 2011 zog der Kanton Waadt nach und hat die Schiefergasförderung mit einem Moratorium belegt. Die Schuepbach Energy LLC hatte auch im Kanton Waadt ein Konzessionsgesuch eingereicht.

Leider sind nicht nur die geologischen Verhältnisse in Europa nicht so günstig wie in den USA. Auch die kommerziellen Rahmenbedingungen unterscheiden sich: In den USA gibt es, im Gegensatz zu Europa, ein dichtes Versorgungsnetz und einen weitgehend deregulierten Gasmarkt. Ausserdem sind die potenziellen Fördergebiete in Europa häufig dichter besiedelt als in den USA. Ein Unterschied im Bereich des "Human Terrain", der mancherorts in Europa stärkere Proteste der betroffenen Bevölkerung und eine schärfere Regulierung der Schiefergasförderung auslösen dürfte. Diese Entwicklung hat bereits eingesetzt: So verbot das französische Parlament im Mai 2011 privaten Firmen das Hydraulic Fracturing. Das Gesetz bedeutet ein zumindest vorläufiges Ende der bereits angelaufenen Schiefergasprojekte von Hess Oil France, welche zusammen mit der französischen Niederlassung von Treador Resources das Pariser Becken explozierte, der kanadischen Vermilion Energy, Total und erneut der Schuepbach Energy LLC, welche mit Gaz de France kooperierte. Gleichzeitig plant die französische Regierung eine Serie staatlicher Versuchsbohrungen durchführen zu lassen.

Lateinamerika

In Lateinamerika besitzen Argentinien, Mexico und Brasilien signifikante Schiefergasreserven. Gemäss einem Bericht des US Department of Energy vom April 2011 lagern in Argentinien 774 Billionen Kubikfuss technisch abbaubare Re-

serven, die drittgrössten der Welt hinter denen Chinas und denen der USA. Der grösste Teil des argentinischen Schiefergases liegt in Patagonien, wo konventionelles Öl und Gas bereits heute gefördert werden. Man schätzt, dass die argentinischen Shales 2- oder 3-mal dicker sind als die nordamerikanischen, was bedeutet, dass die Produktionsrate höher sein könnte. Die Schätzungen der massiven Schiefergasreserven Mexikos liegen zwischen 150 und 680 Billionen Kubikfuss und befinden sich hauptsächlich in der östlichen Landeshälfte. Der staatliche mexikanische Mineralölkonzern Pemex vollendete kürzlich sein erstes Schiefergas-Borloch, Emergente 1, welches im Mai 2011 die Produktion aufnahm. Brasilien besitzt gemäss dem US-Energieministerium 226 Billionen Kubikfuss.

Asien und Pazifik

China besitzt mit geschätzten 1275 Billionen Kubikfuss die grössten Reserven der Welt, noch vor den USA mit geschätzten 862 Billionen Kubikfuss. Im energiehungrigen China geniesst Schiefergas bereits im laufenden Fünfjahresplan Priorität. Auch in Australien wurden in den letzten Monaten grössere Funde vermeldet und es wird entsprechend investiert. Die australische Beach Energy schätzte im August 2011 die abbaubaren Vorkommen alleine im südaustralischen Cooper Basin (onshore) auf 6 Billionen Kubikfuss. Auch in Indien werden grosse Schiefergasvorkommen vermutet. Die Datenlage ist bislang allerdings dünn. Die EIA schätzt die technisch abbaubaren Reserven von vier spezifischen Lagerstätten auf 63 Billionen Kubikfuss. Zahlreiche weitere Sedimentbassins harren jedoch noch der Explorierung bezüglich ihres Schiefergaspotenzials.

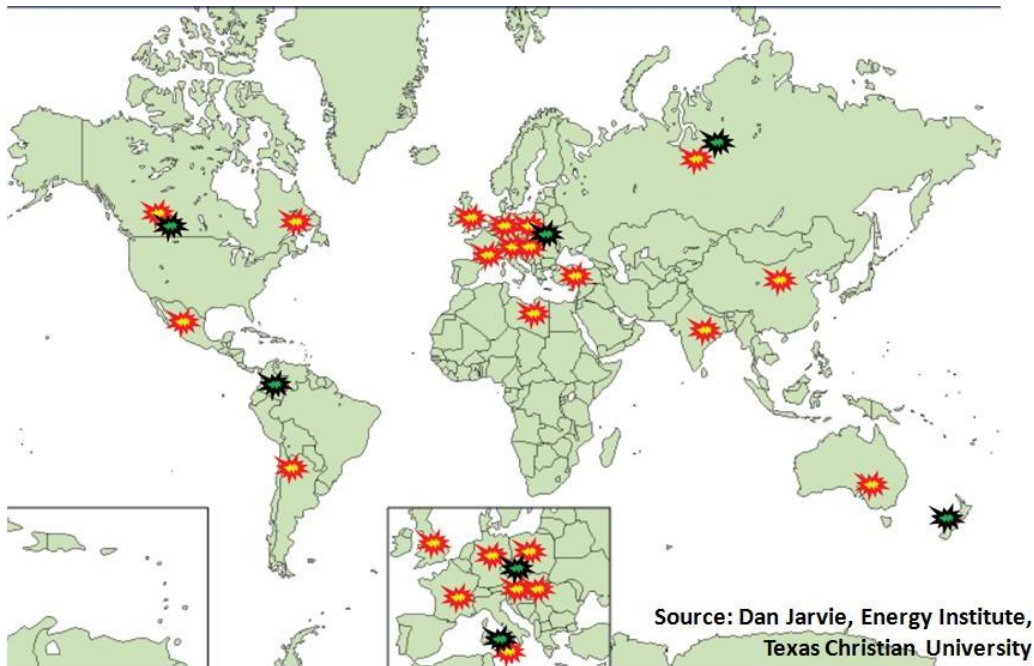


Abbildung 5: Weltweite Schiefergasvorkommen

(Quelle: Dan Jarvie, Energy Institute, Texas Christian University)

5. Umweltproblematik

Die Schiefergas-Euphorie der Öl- und Gasfirmen vermag aber nicht darüber hinwegzutäuschen, dass noch mehrere Umweltprobleme zu lösen sind, bevor diese neue Energiequelle allgemein akzeptierbar wird. Die wichtigsten Umweltprobleme werden im Folgenden kurz skizziert.

Grundwasser- und Luftverschmutzungen

In den USA beschweren sich Anwohner in der Nähe von Schiefergas-Bohrungen über massive Grundwasserverschmutzungen (Gas im Wasserreservoir und in Wasserleitungen) und über Luftverschmutzungen. Es ist nicht erwiesen, ob es sich hier um Einzelfälle handelt oder um ein generelles Problem. Die Regierung hat bislang keine genauen Untersuchungen dieser Umweltrisiken veröffentlicht. Ein Bericht der State of Colorado Oil & Gas Conservation Commission (COGCC) kam zum Schluss, dass in einigen Fällen zwar ein Zusammenhang zwischen in

Wasserleitungen und –reservoirs gefundenem Methan und der Öl- und Gasförderung besteht. In den meisten Fällen sei das Methan jedoch nicht der Förderung zuordenbar.

FRAC-Flüssigkeit

Die FRAC-Flüssigkeit enthält Chemikalien, die zum Teil giftig und kanzerogen sind. Wenn der Druck auf die Schiefergesteine nach dem hydraulischen Abspalten reduziert wird, kommt ein Teil der Flüssigkeit an die Oberfläche zurück, inklusive die beigemischten Chemikalien. Die zurückgespülte FRAC-Flüssigkeit enthält zudem zum Teil natürliche, sehr schwach radioaktive Nuklide aus der Lagerstätte (va. Radium 226 und Radium 228). Diese Nuklide sind im Schiefergas, weil dieses Gas direkt aus dem Muttergestein an die Oberfläche kommt. Die FRAC-Flüssigkeit muss daher entsorgt oder aufbereitet werden, bevor sie in das Grundwassersystem zurückgeführt werden darf. Entsorgung ist teuer und wird daher möglicherweise nicht immer durchgeführt. Dass die FRAC-Flüssigkeit tatsächlich Umweltschäden verursachen kann, zeigte sich im April 2011, als der (wohl ungewollte) Ausfluss von FRAC-Chemikalien der Firma Chesapeake in Pennsylvania Wasserwege und Ackerland verschmutzte. Das Problem wurde kürzlich im US-Senat diskutiert. Dabei wurde hervorgehoben, dass derzeit keine landesweiten Vorschriften bestehen betreffend die Konzentration von Methangas in öffentlichen Wassersystemen. Stark erhöhte Vorkommen von Strontium, Barium und Benzene wurden im Grundwasser über dem Marcellus Shale im Nordwesten der USA gefunden. Untersuchungen sind im Gange, um die Herkunft dieser Verschmutzungen mit Sicherheit eruieren zu können.

Entweichung von Schiefergas

Unter den Spezialisten herrscht grosse Uneinigkeit, wie tief unter Grund die Schiefergesteine sein müssen, um gefahrlose hydraulische Abspaltungen durchführen zu können. Es wird befürchtet, dass Schiefergas in Gebieten mit starken tektonischen Aktivitäten nach einer hydraulischen Aufspaltung bis an die Erd-

oberfläche dringen kann. Aus diesem Grund wurden in Frankreich alle Lizenzen zur Suche nach und eventuellen Förderung von Schiefergas annulliert.

Staatliche Aufsicht

Vor allem in den Gliedstaaten New York und Pennsylvania, wo der Marcellus-Schiefer intensiv erbohrt wird, fehlen Inspektoren, die diese Bohrungen überwachen und dafür sorgen, dass die bestehende Gesetzgebung befolgt wird. Im Staat New York wurden Schiefergas- Bohrungen generell verboten.

Wasserverbrauch

Für die FRAC-Flüssigkeit werden zum Teil enorme Wassermengen gebraucht, und das in Gegenden, wo Wasser ohnehin schon knapp ist, wie in Colorado. Chesapeake Energy hat daher ein Programm entwickelt, um das gebrauchte Wasser wiederzuverwenden.

Desinvestition in alternative Energien

Die markante Erhöhung des Erdgasangebots durch die Schiefergasproduktion und die dadurch ausgelösten Preissenkungen könnten sich negativ auf die Investitionen in alternative Energiequellen wie Sonne und Wind auswirken.

Emissionen von Treibhausgasen

Ein möglicherweise hoch bedeutender Problempunkt sind die Treibhausgas-Emissionen, welche durch die Schiefergasproduktion verursacht werden. Dies wird derzeit durch Wissenschaftler in den USA intensiv untersucht und debattiert. Gemäss zwei brandaktuellen Studien (eine von Robert Howarth, Professor für Ökologie und Umweltbiologie an der Cornell University, die andere von David Hughes, Geowissenschaftler am Post Carbon Institute in Kalifornien) verursacht die Schiefergasproduktion pro Energieeinheit entgegen der weit verbreiteten Meinung einen grösseren Treibhauseffekt als Erdöl und sogar Kohle, da Methan

aus Schiefergasbohrlöchern und -Pipelines in grossen Mengen in die Atmosphäre entweicht. Methanmoleküle haben eine 25-mal grössere Auswirkung auf die Treibhausgaskonzentration als CO₂-Moleküle. Bei steigendem Anteil von Schiefergas an der Gasproduktion würden diese Erkenntnisse die Auffassung von Erdgas als relativ sauberer fossiler Energiequelle in den Grundfesten erschüttern und die Wünschbarkeit von Erdgas als "Brückenenergie" komplett in Frage stellen. Die Ergebnisse der genannten Studien werden derzeit allerdings in anderen wissenschaftlichen Studien (z.B. von den IHS Cambridge Energy Research Associates) angefochten und als "dramatisch" übertrieben und "nicht glaubwürdig" taxiert, da die den Emissionsschätzungen zu Grunde liegenden Annahmen nicht die heutigen Praktiken der Industrie reflektieren würden. Weitere Untersuchungen mit besseren Daten sind notwendig, um diese bedeutende Frage abschliessend zu klären.

6. Geopolitische Implikationen

Neben der ökonomischen und der ökologischen besitzt Schiefergas auch eine geopolitische Dimension. Betroffen sind insbesondere die USA, Russland, EU-Europa und die kleineren Staaten Osteuropas und des Balkans, welche eine grössere aussenpolitische Unabhängigkeit von Russland erlangen könnten. Da sich für Europa Alternativen zu russischen Gaslieferungen eröffnen dürften, wird sich seine Abhängigkeit von russischem Erdgas reduzieren, was wiederum die russische "Energiewaffe" entschärft, die in der Geostrategie des Kremls eine entscheidende Rolle spielt. Man denke beispielsweise an den Aktivismus Moskaus, mit dem Projekt South Stream die Nabucco-Pipeline der EU zu hintertreiben, welche durch Umgehung russischen Territoriums die Gasabhängigkeit Europas von Moskau mindern will. Dadurch reduziert sich einerseits der russische Einfluss auf Europa, andererseits entsteht ein positiver Effekt auch für die nationalen Interessen der USA, da die europäischen Staaten besser positioniert sein

dürften, sich im Falle einer konkreten Herausforderung der globalen Hegemonie der USA durch Russland dezidiert auf die Seite der Vereinigten Staaten zu schlagen. Die hohe Abhängigkeit Europas von russischen Gaslieferungen via Pipelines hatte es europäischen Akteuren in den letzten Jahren erschwert, schlagkräftig gegen entsprechende Initiativen Russlands wie die Invasion Georgiens im Sommer 2008 vorzugehen. Über die Auswirkungen der Schiefergasförderung auf die nationale Sicherheit der Vereinigten Staaten wird unter amerikanischen Experten bereits debattiert, erwähnenswert ist eine Studie des James Baker Institute (Shale Gas and U.S. National Security) vom Juli 2011.

7. Konklusion & Ausblick

Noch fehlen sowohl ausreichend präzise geologische und ökonomische Daten als auch fundierte Erkenntnisse über die Umweltrisiken, um das Potenzial und die Nachhaltigkeit der Ressource Schiefergas abschliessend beurteilen zu können. Der Industrie fehlen derzeit die Werkzeuge, um Reserven in Schiefergesteinen zuverlässig berechnen zu können. Bestehende Angaben sind daher reine Schätzungen. Es darf aber angenommen werden, dass dieses Problem bald gelöst werden wird. Auch muss sich erst weisen, welcher Anteil der geschätzten technisch abbaubaren Schiefergasreserven über eine ausreichend hohe Konzentration und adequate Permeabilität aufweist, um kommerziell abgebaut werden zu können. Zusätzlich erschwert werden Prognosen durch den Umstand, dass Schiefergas aus geostrategischem Kalkül, zum Beispiel in Europa oder den Schiefergasriesen USA und China, möglicherweise aber auch dann gefördert werden wird, wenn die Produktion ökonomisch nicht rentabel und/oder wegen der ökologischen Kosten gesellschaftlich nicht wünschenswert ist.

Ein Versuch, den *Einfluss der Ressource Schiefergas auf Peak Oil* zu bestimmen, ist deshalb wohl noch verfrüht. Mit grosser Wahrscheinlichkeit werden in den

nächsten Jahren jedoch signifikante Mengen Schiefergas auf den Gasmarkt gelangen und durch zwei Wirkungskanäle global auf die Gaspreise drücken. Erstens durch die Erhöhung des globalen Erdgasangebots, zweitens durch einen verstärkten Wettbewerb zwischen den Anbietern im globalen Markt durch den Eintritt von Staaten, die traditionell zu den Importeuren von Erdgas zählten. Die Gefahr der Bildung eines Erdgas-Kartells ("Gas-OPEC") dürfte vorläufig zumindest gebannt sein. Ausserdem können viele Bereiche, die heute flüssige Kohlenwasserstoffe verwenden, auf Gas umstellen und wo das nicht möglich ist, kann die Gas-to-Liquids-Technologie angewandt werden. Ein anhaltender Schiefergasboom könnte Peak Oil also etwas hinauszögern und seine Auswirkungen – zumindest kurz-/mittelfristig – etwas dämpfen. Das Peak-Oil-Problem bleibt im Grundsatz aber bestehen.