



lassen. Man unterscheidet Tonschiefer und kristalline Schiefer.

Tonschiefer sind feinkörnige Gesteine mit sehr hohem Tonmineralanteil, die aufgrund der Wirkung gerichteter Drücke (tektonisch bedingt) eine Schieferung aufweisen. Tonschiefer haben einen geringen Metamorphosegrad. Sie entstanden aus feinkörnigen Lockersedimenten, welche sich im Resultat der Diagenese (physikalisch, physikochemischer Prozess der Gesteinsbildung bzw. Verfestigung und Umbildung in Raum und Zeit) verfestigten. Diese feinkörnigen z. T. schlammartigen Sedimente bildeten sich unter relativ ungestörten Ablagerungsbedingungen in meist tiefen stehenden Gewässern. Dort dominierten in der Regel anoxische Bedingungen bzw. ein reduzierendes Milieu, was zur Zerlegung (Fäulnis) organischer Substanz (z. B. abgestorbenes Plankton) unter der Mitwirkung entsprechender Bakterienarten führte. Die neben verschiedensten Farbtönen auftretende dunkle Färbung dieser Schiefer ist ein Hinweis auf die Anwesenheit organischer Substanz. Diese Schiefer sind potentiell gasführend (meist Methan) und kommen deshalb als Arsenal alternativen Naturgases in Frage. Das Gas befindet sich meistens in geschlossenen Klüften und auch in Mikroporen. Dieses Gas kann durch Aufbrechen („hydrofracing“ oder „fracing“) der inneren Gesteinsstruktur zur Förderung mobilisiert werden kann.

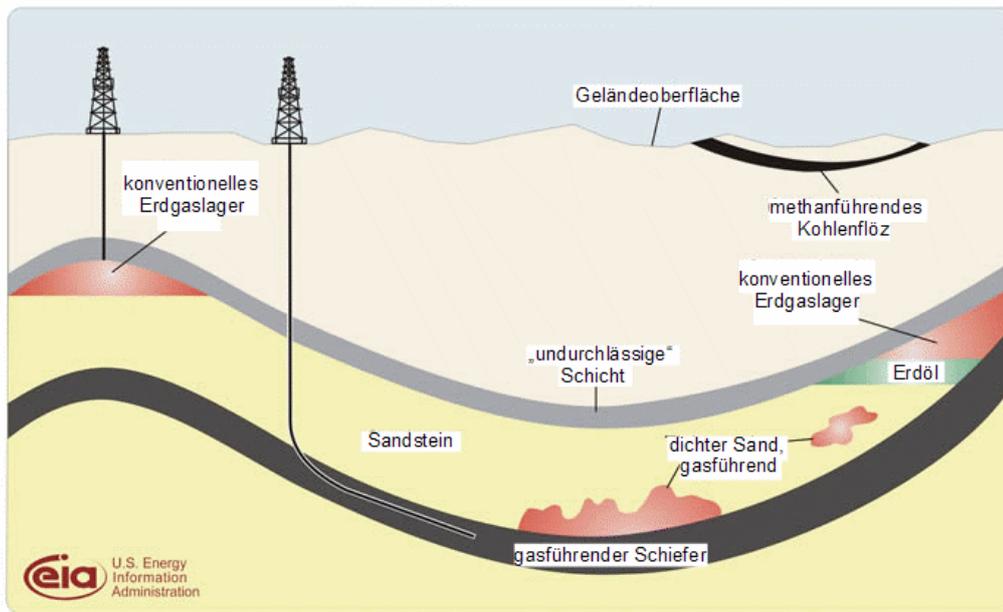
Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Schiefnern stehen die hochmetamorphen kristallinen Schiefer, die sich infolge der Langzeitwirkung hoher Drücke, Wärme und auch harter Strahlung herausbildeten. Das Ausgangsgestein für die Bildung kristalliner Schiefer waren Tonschiefer und auch andere Gesteine (z.B. auch nichtsedimentäre). In diesen Schiefnern sind mineralogische Relikte als direkter Hinweis auf einen sedimentären Ursprung nicht mehr vorhanden. Das Mineralinventar besteht hier aus sekundären silikatische Bildungen. Eine nennenswerte Gasführung ist für kristalline Schiefer untypisch.

Weshalb erfolgte in Europa bisher keine Gewinnung von Naturgas aus Schiefnern?

In den traditionellen Erdgasförderländern konnte bei zuverlässigen Förderraten und deren ständiger Erhöhung niemand ernsthaft auf die Idee kommen; Naturgas aus weniger wirtschaftlichen Lagerstätten zu gewinnen. Die erdgasimportierenden Länder andererseits gaben sich bei zuverlässiger Lieferung mit dem traditionellen Erdgas und den entsprechenden Preisen ab.

In der nachfolgenden Abbildung ist aus geologischer Sicht dargestellt, welche Position „Schiefergas“ unter den anderen Naturgasvorkommen einnimmt.

## Natürliche Gasvorkommen – Geologisches Schema



**Abb. 1: Vorkommen von Naturgas**

Ebenfalls der Fachbegriff „hydrofracing“ oder „fracing“ als „neues“ Verfahren zur Gewinnung von Fluiden (Naturgas, Erdöl) soll an dieser Stelle kompetent erklärt werden:

„Hydrofracing“ ist eine unter mehreren möglichen Methoden, die bei der Intensivierung der Fördertätigkeit von Produktionsbohrungen für Erdöl und Erdgas angewendet werden. Die Anwendung dieser Methode zielt auf die Herstellung einer hohen Leitfähigkeit innerhalb der auszubeutenden Schicht zur Gewährleistung eines höheren Zuflusses des zu fördernden Fluids (Gas, Wasser, Kondensat, Erdöl oder deren Gemische) in Richtung der mit Filter ausgebauten Strecke einer Produktionsbohrung. Dazu wird ein flüssiges Mittel (Gel, Wasser, Säure) unter Anwendung von Hochleistungspumpentechnik in das Bohrloch bis zum Erreichen eines für den konkreten Förderhorizont spezifischen Drucks gepumpt. Mit dem Erreichen dieses Drucks wird die innere Struktur des Förderhorizontes gestört, so dass bisher geschlossene Klüfte und Poren geöffnet werden. Zur Aufrechterhaltung dieses geöffneten Zustandes der Klüfte wird in Kollektoren, die aus terrigenem Material (tonige, sandige Sedimentgesteine) bestehen, ein spezieller Quarzsand quasi als Keil verwendet. Im Fall von kalkigen bzw. kalkhaltigen Kollektoren kann Säure zur Anwendung kommen. Im Resultat der Nutzung dieser Methode erhöht sich das Fördervolumen einer Bohrung in der Regel erheblich. Diese Methode erlaubt es alte Bohrungen, die nicht mehr rentabel fördern, wiederzubeleben.

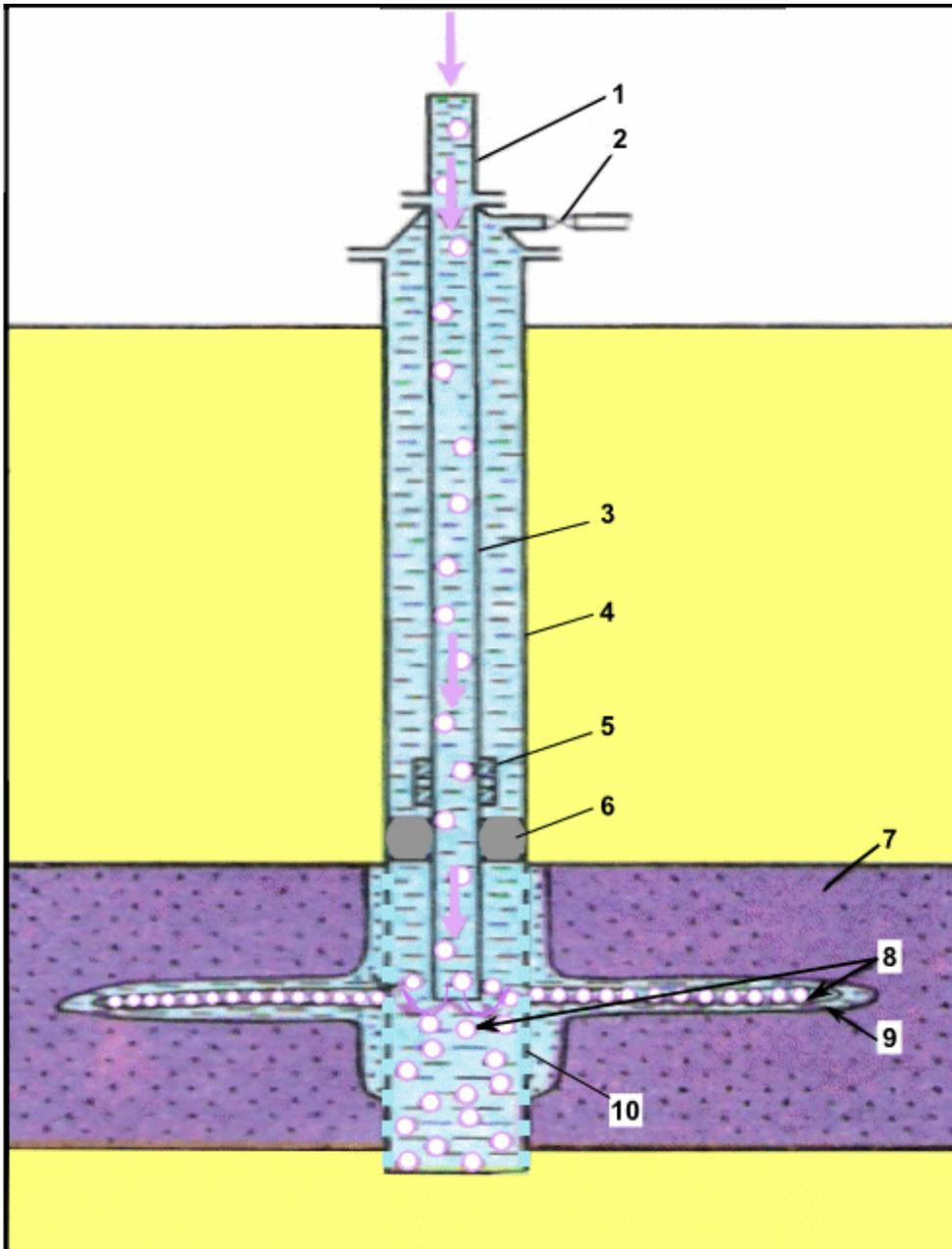
Die Entwicklung dieser Methode wird der Firma Halliburton zugeschrieben (1947). Diese nutzte in den USA das Verfahren erstmals kommerziell im Jahr 1949. Damals wurde Wasser und als „propping agent“ (aufspaltendes Mittel) einfacher Flusssand verwendet. Das Verfahren wird auch zur Förderung von Methan aus Kohlenflözen angewendet. Sehr schnell nach seiner Einführung fand diese Methode weltweit Eingang in die Praxis der Erdöl- und Erdgasförderung.

Weltweit werden Arbeiten nach dieser Methode von Serviceunternehmen der Erdöl

und Erdgasindustrie wie Halliburton, Schlumberger, BJ Services u. a. angeboten.

Für eine Übersetzung des Fachterminus ins Deutsche erscheint dem Berichtersteller der Begriff „hydraulische Schichtbrechung“ als günstig.

In unten folgender Abbildung ist das technische Prinzip des Hydrofracings schematisch dargestellt.



- 1 - spezieller Bohrkopf für das Einbringen von Flüssigkeit und Keilmaterial unter Druck; 2 - Absperrschleber; 3 - Liftgestänge; 4 - Bohrlochverrohrung; 5 - Zirkulationsventil; 6 - Packer (pneumat. wirkende Dichtung für Extremdrücke); 7 - Förderhorizont; 8 - Kluft mit Keilmaterial ("propping agent"); 9 - Filtrationszone; 10 - Filterbereich der Bohrlochverrohrung

Abb. 2: Prinzip des Hydrofracings (nach „Bergencyklopädie“ V2, S. 36 – Kozłowski et. al (Red.), Moskau 1986)

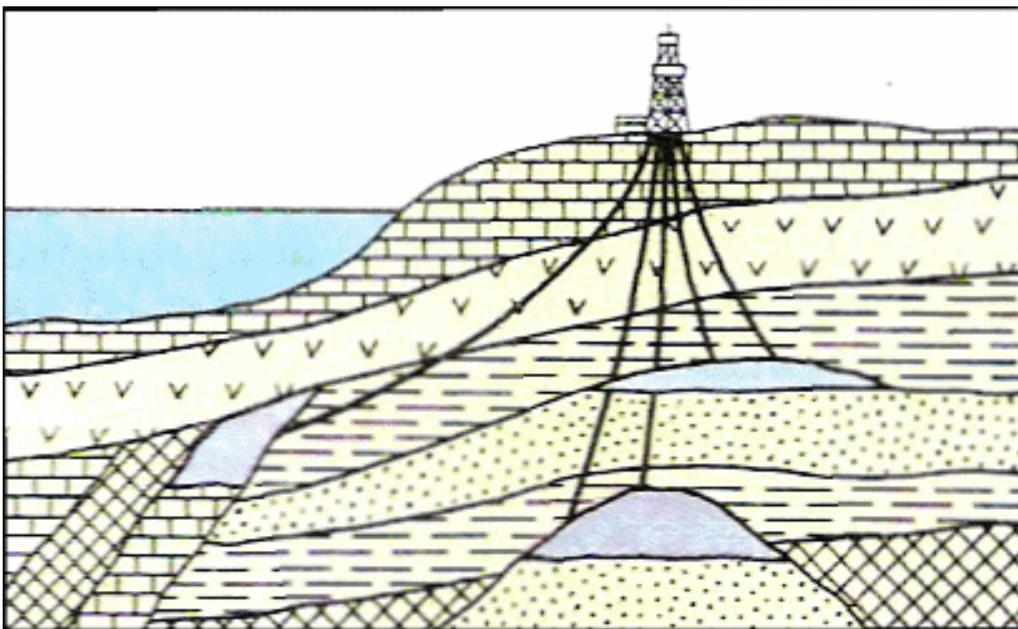
Für den Leser liegt es nun auf der Hand, dass es sich beim „fracing“ durchaus

nicht um ein neues Verfahren als solches handelt. Das „Neue“ besteht darin, dass Gasvorkommen in entsprechenden Schiefen wirtschaftlich nutzbar sind mit Hilfe eines Förderverfahrens unter Anwendung einer speziell dafür angepassten Variante der hydraulischen Schichtsprennung (fracing).

Ähnlich verhält es sich mit dem Neuheitsgrad von Technologien gerichteter einschließlich horizontaler Bohrungen. In Industrie, Bergbau, Erdöl-/Erdgasförderung und geologischer Erkundung ist die Anwendung solcher Technologien schon über viele Jahrzehnte lang geübte Praxis. In letzter Zeit hat das technologische Grundprinzip der verschiedenen Bohrtechnologien keine revolutionäre Erneuerung erfahren. Andererseits ist es selbstverständlich, dass neuartige Materialien, Elektronik (Mess- und Steuertechnik), EDV-Anwendungen (Steuerung, GPS u. a.) und neu entwickelte leistungsfähigere Aggregate zeitgemäß Eingang in die Praxis finden und somit die bestehenden Bohrtechnologien ständig verfeinert und verbessert werden.

Das Neue an der Fördertechnologie für Schiefergas besteht in der Anwendung einer prinzipiell bekannten Bohrtechnologie, die speziell auf diese Art von Naturgasvorkommen eingestellt und dafür entsprechend verfeinert wurde.

Abb. 3 veranschaulicht das Grundprinzip gerichteten Bohrens bei der Förderung von Erdöl und Erdgas.



**Abb. 3: Beispiel für gerichtetes Bohren („Nestbohren“) von einem Punkt aus** (nach „Bergencyklopädie“ V3, S. 137 – Kozlowski et. al (Red.), Moskau 1987)

Nach dieser „Einleitung“ wird nun dem Leser vorgeschlagen, sich zum Thema „Schiefergas“ mit einer Stellungnahme von russischer exponierter Stelle bekannt zu machen.

„Ein Zuwachs der Gewinnung von Schiefergas in Europa ist nicht zu erwarten“; (Transkript: OSHIDAT´ ROSTA DOBYTSCHI GAZA IZ SLANTSEW HJE PRICHODITSJA Übersetzung ins Deutsche B. Hartmann) Von Sergej Prawosudow – Generaldirektor des Instituts für Nationale Energetik über Zuwachsperspektiven der Förderung von Schiefergas (aus

<http://tinyurl.com/2vfn9ma>, erschienen am 13.04.2010 in „Neft` Rossii“ (Erdöl Russlands) und „Russische Business-Zeitung“ Nr. 745 (12))

„In letzter Zeit wird in der Welt eine aktive Kampagne zur Propagierung von Schiefergas geführt. All dies begann, als gemäß den Bilanzen des vergangenen Jahres die USA Russland in den Fördermengen von Erdgas überholten (624 Mrd. m<sup>3</sup> gegenüber 596 Mrd. m<sup>3</sup>).

Dieser Sachverhalt ist durch den Zuwachs der Förderung eben dieses Schiefergases begründet. Sogleich wurde vielfach prognostiziert, dass nun in der ganzen Welt diese Art von Erdgas aktiv gefördert werden und damit der russische „blaue Treibstoff“ nicht mehr gefragt sein wird. Jedoch teilte anschließend die amerikanische Zeitung „The Wall Street Journal“ mit, dass das US-Ministerium für Energetik allzu optimistisch das Fördervolumen des Erdgases im Lande einschätzte. Im besagten Artikel wird mitgeteilt, dass die Angaben für das Jahr 2009 noch um 10-12% nach unten korrigiert werden könnten. Wahr ist auch, dass dies noch bis zum Herbst des laufenden Jahres dauern könnte. Dabei hat sich in Russland die gesamte Gasfördermenge bereits im ersten Quartal 2010 gegenüber dem Vorjahr um 18,3% erhöht. Auf diese Weise könnte sich herausstellen, dass sich in Amerika keinesfalls ein „Gaswunder“ ereignet hätte.

In letzter Zeit propagieren amerikanische Firmen verstärkt die Förderung von Schiefergas. Die Selbstkosten für Schiefergas betragen im Mittel 150 \$ pro 1000 m<sup>3</sup> (d.h., 10 mal höher als für traditionelles Gas in Russland). Deshalb ist es sinnvoll, dieses Gas in unmittelbarer Nähe des Konsumenten zu fördern. Im Unterschied zu den USA wird Schiefergas in Europa bisher nicht gefördert.

Ein stetiges Wachstum der Förderung von Schiefergas in Europa ist nicht zu erwarten. Dafür gibt es einige Gründe: Erstens, die Schichten gasführender Schiefer sind in den Ländern der Europäischen Union gänzlich ununtersucht. Zweitens, ist die Bevölkerungsdichte in Europa weitaus höher als in den USA. Folglich würde die Gasförderung aus Schiefen ständig von Protesten aktiver Bürger und ökologischer Organisationen begleitet sein. Die Fördertechnologie bedingt im großen Maßstab die Anwendung des „fracings“ (dafür gibt es im Russischen schon von Anfang an über viele Jahrzehnte einen russischen Fachterminus, der in wörtlicher Übersetzung etwa „Hydrosprennung“ heißen würde – *Anm. d. Übers.*), bei dem 900 bis 1000 m<sup>3</sup> Wasser in das Gestein gepumpt werden müsste, um damit das dort befindliche Gas zu verdrängen. Man könnte sich damit abfinden, falls dabei nur Wasser verwendet werden würde – es müssen aber immer diverse chemische

Reagenzien hinzugefügt werde (z. B. Tenside zur Verringerung der Oberflächenspannung des Wassers – *Anm. d. Übers.*), was zu einer Verschmutzung des Grundwassers bzw. von Süßwasserquellen führen würde. Sogar in den USA, wo es hinsichtlich ökologischer Fragen nicht so genau genommen wird wie in Europa, wurde die Förderung von Schiefergas im Raum von New York untersagt.

Es ist zu erwarten, dass in nächster Zeit die europäischen Länder einem Druck der USA ausgesetzt sein werden, der durch die hinter ihnen stehenden Service-Unternehmen der Erdölindustrie (z. B. Halliburton – *Anm. d. Übers.*) verursacht wird. Könnte ihnen doch eine großangelegte Förderung von

Schiefergas in Europa milliarden schwere Gewinne bringen. Solche Unternehmen wie die bekannte Halliburton beschäftigen sich ständig eben mit dem Niederbringen von Bohrungen und dem „fracing“ von Schieferschichten. Ist eine Exploitationsbohrung auf traditionellen Erdgasfeldern in der Größenordnung von insgesamt 30 Jahren funktionsfähig, so sinkt die Ergiebigkeit analoger Bohrungen auf Gasschieferfeldern gegen Ende des ersten Jahres ihrer Nutzung um 70 bis 90%. Deshalb ist man zur Aufrechterhaltung der Gasförderung gezwungen, ständig neue Bohrungen zu teufen und die Aufspaltung der Schichtklüfte (fracing) zu gewährleisten.

In den USA sind ständig etwa 2000 Bohranlagen in Betrieb – in Europa sind es 50. Dies steht damit im Zusammenhang, dass in den USA traditionsgemäß die überwiegende Menge von Erdöl und Gas auf dem Festland gewonnen wird. In Europa sind dagegen (*gemeint ist Westeuropa; nicht ganz untypische Ausdrucks- und Denkweise vieler Russen – man spricht von Europa und vergisst dabei, dass Russland selbst einen großen Teil Europas bis zum Ural belegt ist und Russen Europäer sind. – Anm. d. Übers.*) Festlandslagerstätten (gemeint sind Lagerstätten im Teufenbereich bis 5000 m, tiefer gelegene sind höchstwahrscheinlich vorhanden, aber nicht erkundet – *Anm. d. Übers.*) fast vollständig erschöpft. Die Ölförderung erfolgt fast ausschließlich auf dem Schelf der Nordsee. Bei der Gewinnung von Schiefergas müssten die Europäer amerikanische Bohrfirmen heranziehen.

Es ist sinnvoll daran zu erinnern, dass sich die Förderung von Schiefergas in den USA aktiv innerhalb der letzten fünf Jahre entwickelte, was auf die hohen Gaspreise auf dem amerikanischen Markt zurückzuführen ist. Angesichts dessen, dass der „blaue Treibstoff“ 500-600 \$/1000 m<sup>3</sup> kostete und die Selbstkosten für dieses Volumen 150 \$ betragen, erscheint dies vollkommen akzeptabel. Gegenwärtig bei Preisen von weniger als 130 \$ / 1000 m<sup>3</sup> auf dem US-Markt werden sich wohl wenige Investoren für solche Projekte finden. Es ist also nicht verwunderlich, dass sich der Stillstand von Bohranlagen stark erhöhte und sich bei mehr als 700 Stück beläuft. Gleichzeitig startete irgend jemand eine große PR-Kampagne zur Propagierung von Schiefergas.

Mit dem Wissen über das Umweltbewusstsein der Europäer verbreitete Anfang März das Unternehmen Halliburton eine Meldung, in der mitgeteilt wird, dass seine Spezialisten an einer ökologisch sauberen Technologie der hydraulischen Aufspaltung von Gesteinsschichten arbeiten. Im Speziellen wird über die Behandlung der einzupumpenden Wässer mit UV-Strahlung zur Abtötung von Bakterien berichtet, womit sich erweist, dass die Wasserzusätze auch noch gefährliche Bakterien enthalten. Außerdem wurden hinsichtlich schädlicher Austräge in die Atmosphäre während der Gasförderung bisher keinerlei seriöse Untersuchungen durchgeführt.

Man kann erwarten, dass in nächster Zeit in der EU eine seriöse Diskussion über die Perspektiven einer Gasförderung aus Schiefen geführt werden wird. Führende Rollen dabei werden aller Voraussicht nach solche Länder übernehmen, deren Außenpolitik im großen Maß auf die USA orientiert ist wie beispielsweise Polen.

**Kommentar der Newchemistry (NC, Russland) (ein Verband der chem. Industrie – Anm. d. Übers.)**

Nach Angaben der britischen The Times beginnt in Polen die amerikanische Firma ConocoPhillips ab Mai 2010 mit der Realisierung eines Programms zur Gasförderung aus tiefliegenden Schiefern. Die ersten „high-tec-Schächte“ (Schächte, aus denen Bohrungen in alle Himmelsrichtungen geteuft werden können – *Anm. d. Übers.*) werden für diesen Zweck in Gdańsk am Ufer der Ostsee errichtet. Ähnliche Projekte werden in den nächsten Monaten zwei weitere amerikanische Unternehmen sowie ein kanadisches (Exxon-Mobile, Marathon und entsprechend Talisman Energy) in Angriff nehmen.

Es ist zu erwarten, dass diese Projekte einen Sprung in der polnischen wie auch in der amerikanischen Wirtschaft verursachen werden. Mit Beginn der 2000-er Jahre, als die Technologie des gerichteten Bohrens im Bereich der Gasförderung aus Schiefern in den USA eingeführt wurde, erwies sich die Gewinnung dieses Rohstofftyps als rentabel. Ausgehend von den 1990-er Jahren bis heute haben sich die Fördermengen in den USA vervierfacht, was den Rohstoffpreis wesentlich senkte. Gegenwärtig beträgt der Anteil der Förderung von Schiefergas am Gesamtvolumen der Gasförderung in den USA 20 %. Es wird erwartet, dass der Anteil bis zum Jahr 2020 auf 50 % ansteigt.

Gas aus Schiefern unterscheidet sich von Naturgas, welches aus traditionellen Speichern gewonnen wird, durch sein Vorkommen in Mikroklüften fester brennbarer Schiefer (nicht ganz exakt, sonst wären es Ölschiefer, die eigtl. keine echten Schiefer sind: gemeint sind Schiefer, die natürlich immer Festgesteine sind, organikführend sein können und gasführend in Mikroklüften und Mikroporen sind, müssen auch nicht brennbar sein – *Anm. d. Übers.*), die in größeren Tiefen als gewöhnliche Erdgaslager vorkommen (muss auch nicht unbedingt sein – *Anm. d. Übers.*) und einen niedrigen Filtrationskoeffizienten (Maß für die Durchlässigkeit von Poren und Klüften-Maßeinheit –  $m/d$ ;  $m/s$  – *Anm. d. Übers.*). Vom Standpunkt der bisherigen Gasförderung erscheint das Schiefergas aufgrund der besonderen Schwierigkeiten seiner Förderung und der damit verbundenen aufwendigen Fördertechnologie als nicht traditioneller Rohstoff.“

*(Ende der Übersetzung)*

Prawosudow führt einige Fakten an, die so in der euphorischen Presse bisher wohl kaum behandelt wurden. Andererseits ist, zwischen den Zeilen lesend, durchaus erkennbar, dass in Russland hinsichtlich der Rolle des Schiefergases große Aufruhr entstand. Klar ist auch, dass die Medienwelt beispielsweise in Fragen Schiefergas, unabhängig von der Objektivität der Informationen darüber und von welcher Seite sie kommen, eine neue Qualität des immer noch nicht vergangenen kalten Krieges widerspiegelt. Das Thema Schiefergas ist in diesem Kontext ein Nebenschauplatz des internationalen Gerangels um Rohstoffe, wirtschaftlichen und politischen Einfluss, welches sich nun aktuell u. a. auf dem europäischen Kontinent abspielt.

Die Vorteile des Schiefergases bestehen vor allem darin, dass es praktisch überall in der Welt in insgesamt großen Mengen vorkommt. Glücklicherweise aus Sicht der USA lagern diese gasführenden Schiefer in Nordamerika relativ oberflächennah (weniger als 1500 m). Für die USA besteht das wirtschaftlich Wesentliche darin, dass das einheimische nicht teurer als das importierte Gas ist. So betrug der Preis für Importgas im Jahr 2009 im Mittel 115 \$ pro 10000

m<sup>3</sup>. Dabei ist es wichtig, dass der Gaspreis bei der Einleitung ins Verteilungsnetz ein Niveau von 180 \$/1000 m<sup>3</sup> nicht übersteigt. Für den Endverbraucher sind dann 330 \$/1000 m<sup>3</sup> zu entrichten.

In den EU-Ländern ist die Situation schon eine andere – bei einem Importpreis aus Russland von 300 \$ für 1000 m<sup>3</sup> Gas muss der Endverbraucher hier 650 \$ bezahlen. Angesichts solcher Preise und einer entsprechenden staatlichen Förderung erscheint eine wirtschaftliche Gewinnung von Schiefergas künftig als durchaus gestaltbar. Genau davor müsste man in Russland Angst haben.

Es ist außerdem aber ernsthaft in Betracht zu ziehen, dass auch Russland gemäß seines natürlichen Potentials wie auch aufgrund seiner fachlichen, technischen und materiellen Möglichkeiten in der Lage wäre, den Weg der verstärkten Ausbeutung von Schiefergas zu begehen.

Dem steht in Europa der EU-Länder folgendes entgegen:

1. Die potentiellen Schiefergaslager sind aus lagerstättengeologischer Sicht praktisch nicht untersucht. Dementsprechend sind die Fragen nach Vorräten, Stabilität der Förderung und der Zuverlässigkeit der Versorgung der Wirtschaft nicht im Geringsten geklärt.

2. In keinem EU-Land besteht ein leistungsfähiger Sektor zur Erkundung und Gewinnung des besagten Rohstoffs. Wollte man aus eigener Kraft diese Aufgabe bewältigen, müsste dem ein entsprechender politischer Beschluss vorausgehen. Der schnellere Weg wäre mit der Inanspruchnahme ausländischer Hilfe gangbar. Hier bestünde aber die Gefahr der Erhöhung des Potentials der äußeren wirtschaftlichen und politischen Einflussnahme.

3. Zur Gewinnung des Schiefergases ist das Niederbringen vieler Produktionsbohrungen unumgänglich, da ihre Funktionsfähigkeit auf ca. 1 Jahr begrenzt ist (im Vergleich dazu funktionieren Produktionsbohrungen für die Erdgasgewinnung ohne zusätzliche Intensivierungsmaßnahmen in Westsibirien 10-15 Jahre). Damit macht sich die Inanspruchnahme großer Flächen einhergehend mit ihrer Verwüstung erforderlich. Das steht im Missverhältnis zur verhältnismäßig hohen Bevölkerungsdichte und der damit verbundenen engmaschigen Infrastruktur. Hinzukommt die restriktive Wirkung komplizierter Eigentumsverhältnisse, die Existenz verschiedenartiger großflächiger gesetzlich festgeschriebener Schutzgebiete und nicht zuletzt eventuell fehlender Akzeptanz in der Bevölkerung.

So ließen sich noch einige Aspekte aus dem Für und Wider zum Thema Schiefergas anführen. Auf jeden Fall ist die Lage zu Gunsten des Schiefergases bei Weitem nicht so eindeutig und rosig, wie es zum Beispiel von namhaften Wirtschaftszeitschriften versucht wird, zu suggerieren. Der Berichterstatter hofft, dass er dem Leser das Verständnis dafür vermitteln konnte.

Kurzfristig wird Schiefergas als Energierohstoff auf keinen Fall eine wichtige Rolle in der Wirtschaft Europas übernehmen können. Trotzdem wird es interessant und bleibt abzuwarten, wie die weitere Entwicklung in Sachen Schiefergas verlaufen wird.

Gastautor Dipl. Geologe Dr. B. Hartmann Halle (S.), 14. Mai 2010 für EIKE