

Der Geologische Dienst NRW -Landesbetrieb- informiert:

## **Unkonventionelle Erdgasvorkommen in Nordrhein-Westfalen**

Unkonventionelle Erdgaslagerstätten spielen weltweit eine immer größere Rolle bei der Deckung unseres Bedarfs an Energierohstoffen. Nach einer Abschätzung der BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2009) könnte die Menge des in unkonventionellen Lagerstätten gebundenen Erdgases weitaus größer sein, als die in den bisher genutzten konventionellen Lagerstätten (siehe auch ANDRULEIT et al., 2010, CRAMER & REINICKE, 2010).

Unter dem Eindruck des Klimawandels besteht heute eine allgemeine Übereinstimmung, dass der Nutzung regenerativer Energien die Zukunft gehört. Andererseits besteht aber auch kein Zweifel daran, dass für eine Übergangszeit die weitere Nutzung fossiler Energien zur Deckung des Energiebedarfs der Weltwirtschaft notwendig ist.

Dabei spielt Erdgas als eine relativ „saubere“ fossile Energiequelle eine herausragende Rolle. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Verbrennung von Erdgas liegt bei nur ca. 55 % der Menge an Kohlendioxid, die bei der Verbrennung von Kohle entsteht.

Deutschland kann zurzeit noch ca. 14 % seines Erdgasbedarfes aus eigenen Quellen decken; der Rest wird vorrangig aus Russland (ca. 32 %), Norwegen (28 %), den Niederlanden (21 %) und anderen Ländern gedeckt.

Durch die Abschaltung von Atomkraftwerken, aber auch durch politische Instabilitäten wie derzeit beispielsweise im Nahen und Mittleren Osten sind gravierende Veränderungen auf den Weltenergiemärkten künftig kaum auszuschließen.

Unter diesem Gesichtspunkt stellt die Suche und Erkundung heimischer Energierohstoffe eine wichtige Maßnahme der Daseinsvorsorge dar. Dabei muss zunächst geprüft werden, ob derartige Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland überhaupt vorhanden sind. Ob diese Vorkommen dann unter wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Gesichtspunkten auch tatsächlich gewinnbar sind, lässt sich erst nach weiteren eingehenden Untersuchungen feststellen.

Der Geologische Dienst NRW kommt seinem Auftrag nach, die Öffentlichkeit über unkonventionelle Erdgaslagerstätten zu informieren. Gleichzeitig gibt er eine unabhängige Abschätzung ab, ob – beziehungsweise mit welchen Konsequenzen – die Suche nach diesen Lagerstätten aus geologischer Sicht verbunden ist. Damit leistet der Geologische Dienst NRW einen Beitrag, die kontrovers geführte Diskussion um die Nutzung unkonventioneller Erdgaslagerstätten zu versachlichen.

## Inhaltsverzeichnis

- 1 Wie entsteht Erdgas?
- 2 Was unterscheidet konventionelle und unkonventionelle Erdgaslagerstätten?
- 3 Welche Typen von unkonventionellen Erdgasvorkommen werden in NRW vermutet?
- 4 Wie unterscheiden sich diese Vorkommen?
- 5 Welche Gasmengen werden vermutet?
- 6 Welche Erfahrungen mit unkonventionellen Erdgaslagerstätten liegen in NRW vor?
- 7 Geht von Explorationsbohrungen ein Risiko aus?
- 8 Welche Fördertechniken gibt es?
- 9 Welche Probleme könnten bei der Gasförderung bestehen?
  - 9.1 Induzierte Seismizität
  - 9.2 Beeinflussung des Grundwassers durch Bohr- oder Frack-Flüssigkeit
  - 9.3 Beeinflussung des Grundwassers durch Methanaustritt
  - 9.4 Spielt Radioaktivität eine Rolle?
  - 9.5 Sind Probleme durch Quecksilber im Flözgas zu erwarten?
- 10 Wie sind die Schadensfälle in den USA zu bewerten?
- 11 Wo besteht Untersuchungsbedarf?

Literatur

## 1. Wie entsteht Erdgas?

Erdgas besteht aus gasförmigen Kohlenwasserstoffen (ganz überwiegend Methan  $\text{CH}_4$ , daneben auch andere Alkane  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ), und kann auch andere Gase wie z. B. Schwefelwasserstoff, Stickstoff, Kohlendioxid enthalten.

Das Erdgas entsteht im Allgemeinen bei der Umwandlung von organischem Material, das im Gestein eingeschlossen ist. Dieser Prozess erfolgt unter Wärmeeinwirkung und wird als Inkohlung bezeichnet. Dabei werden Methan (in der Größenordnung von  $150 \text{ m}^3/\text{t}$  organisches Material) und andere Gase freigesetzt. Wegen des Einflusses der Temperatur auf den Inkohlungsvorgang wird das dabei entstehende Methan auch als „thermogenes Methan“ bezeichnet.

Methan kann außerdem durch die Tätigkeit von Mikroorganismen im Gestein entstehen. Diese bauen im Gestein vorhandene organische Reste ab und erzeugen dabei Methan. Dieser Vorgang findet auch heute in verschiedenen Gesteinen statt. Das dabei entstehende Methan wird wegen seiner biologischen Herkunft als „biogenes Methan“ bezeichnet.

Thermogenes und biogenes Methan lassen sich auf Grund einer unterschiedlichen Kohlenstoff-Isotopenzusammensetzung (Verhältnis von  $^{12}\text{C}$  zu  $^{13}\text{C}$ ) unterscheiden.

Der allergrößte Teil des Methans wandert im Lauf der Erdgeschichte ab und gelangt durch poröse Gesteinsschichten an die Erdoberfläche und damit in die Atmosphäre. Wird dieser Gasstrom durch undurchlässige Schichten behindert, kann sich das Gas in so genannten „Gasfallen“, den Speichergesteinen, sammeln und bildet dort die „konventionellen“ Erdgaslagerstätten.

Ein Teil des Methans verbleibt aber am Ort seiner Entstehung, dem so genannten „Muttergestein“, und ist dort fest gebunden. Das Erdgas-Muttergestein kann z. B. ein Ton oder Tonstein, der reich an organischem Material ist, oder Steinkohle sein. Anreicherungen von Erdgas in solchen Gesteinen werden als so genannte „unkonventionelle“ Erdgaslagerstätten bezeichnet.

## Typen von Erdgaslagerstätten

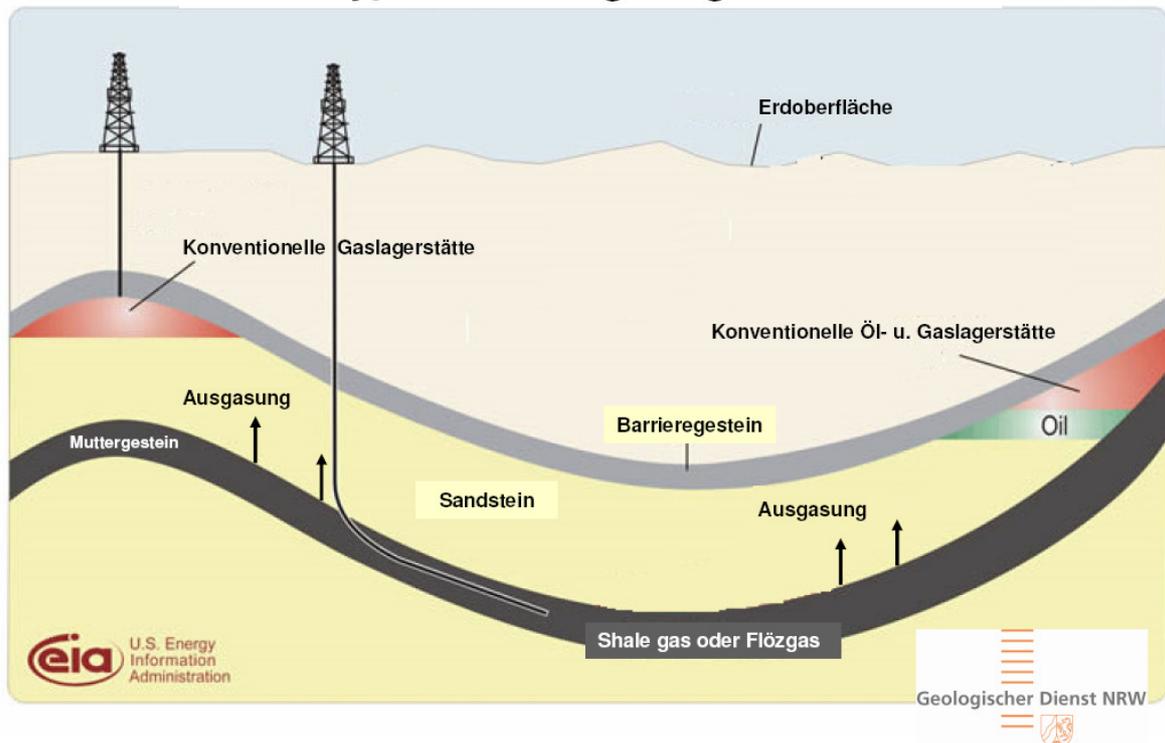


Abb. 1: Schematischer Schnitt durch konventionelle und unkonventionelle Erdgas-Lagerstättentypen

## 2. Was unterscheidet konventionelle und unkonventionelle Erdgaslagerstätten?

Je größer die Durchlässigkeit und Porosität eines Gesteins ist, desto leichter kann das Erdgas aus einem Gestein entweichen. Das Gas in konventionellen Erdgaslagerstätten kann auf Grund der großen Porosität und Permeabilität (Durchlässigkeit) des Gesteins frei wandern. Wird eine konventionelle Erdgaslagerstätte angebohrt, entweicht in der Regel das Gas auf Grund des dort bestehenden Überdrucks von selbst und kann ohne technische Hilfe gefördert werden. In NRW wurde bislang nur die Lagerstätte Ochtrup (NW-Münsterland) als konventionelle Erdgaslagerstätte wirtschaftlich genutzt.

Bei den unkonventionellen Lagerstätten besitzt das Gestein nur eine geringe Durchlässigkeit, so dass das Gas nicht frei wandern kann. Der Gasinhalt ist nur mit großem technischem Aufwand gewinnbar, da die entsprechenden Wegsamkeiten (Permeabilitäten) künstlich geschaffen werden müssen (FELL & PAPP, 2010).

In Festgesteinen erfolgt die Abgrenzung zwischen unkonventionellen und konventionellen Erdgaslagerstätten anhand der Durchlässigkeit (Permeabilität) eines Gesteins für Flüssigkeiten und Gase, die in Darcy (D) bzw. Milidarcy (mD) gemessen wird.

International wird die obere Grenze der Durchlässigkeit für unkonventionelle Erdgaslagerstätten bei 0,1 (mD) gezogen. In Deutschland dagegen wird der Wert 0,6 mD benutzt.

Zu den unkonventionellen Vorkommen zählen:

- „**Shale Gas**“: in Tonsteinen enthaltenes Methan
- „**Flözgas**“ (CBM = Coal Bed Methane): Methan in Kohlenflözen
- „**Tight Gas**“: Erdgas in besonders undurchlässigen Gesteinen

Neue Technologien führen dazu, dass jetzt weltweit Ressourcen genutzt werden können, die zwar schon längere Zeit bekannt sind, aber bislang technisch-wirtschaftlich nicht verwertbar waren.

### 3. Welche Typen von unkonventionellen Erdgasvorkommen sind in NRW zu erwarten?

In Nordrhein-Westfalen kommen unkonventionelle Erdgasvorkommen in drei Bereichen vor:

- Zum einen handelt es sich um gasführende Tonsteine aus dem Mesozoikum (Erdmittelalter), insbesondere um Tonsteine des Jura („Posidonienschiefer“) und der Unterkreidezeit („Wealden-Tonsteine“) im Bereich des Osnabrücker Berglandes, des Weser- und Wiehengebirges und des Eggegebirges.
- Weiterhin wird eine Gasführung in Tonsteinen des Paläozoikums (Erdaltertum) vermutet. Das sind vor allem Tonsteine der Unterkarbon-Zeit („Hangende Alaunschiefer“) im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge und im Untergrund der Niederrheinischen Bucht. .

Bei diesen Vorkommen handelt es sich um so genanntes „**Shale Gas**“.

- Im nördlichen Ruhrgebiet, im Münsterland und am Niederrhein tritt Erdgas in den Kohleflözen aus der Oberkarbonzeit auf, die dort unter jüngeren Deckschichten liegen. Hier handelt es sich um so genanntes „**Flözgas**“ (**CBM**).

„**Tight Gas**“-Vorkommen sind in NRW nach bisherigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

### 4. Wie unterscheiden sich diese Vorkommen?

„**Shale Gas**“ tritt in Tonsteinen mit einem hohen Gehalt an organischem Kohlenstoff auf, die im Lauf der Erdgeschichte eine hinreichend große Aufheizung erfahren haben.

Soweit bis jetzt bekannt, gilt für die mesozoischen Vorkommen:

- Die Vorkommen liegen in einer Tiefenlage von > 800 m.
- Die Schichtmächtigkeit der Tonsteine beträgt mehrere 100 m.
- Nur einzelne Horizonte innerhalb der Tonsteine sind Erdgas führend.
- Im Gestein müssen künstliche Wegsamkeiten geschaffen werden (Fracken).

Über die vermuteten paläozoischen Vorkommen ist bislang nur sehr wenig bekannt, die Explorationstätigkeiten auf diesem Gebiet haben bislang den Charakter von Vorerkundungen zur Abschätzung des Ressourcenpotenzials.

„**Flözgas**“: Zielhorizonte sind Steinkohlenflöze des Oberkarbons außerhalb der Bergbauzone. In den Kohlenflözen ist in wechselnden Anteilen Methan enthalten, aus dem Steinkohlenbergbau auch bekannt als „Schlagende Wetter“ und Grubengas.

Für diese Vorkommen gilt:

- Die Steinkohlenflöze liegen in einer Tiefenlage von > 1000 m.
- Die Mächtigkeiten der Flöze liegt im m-Bereich.
- Die mögliche Fördertechnik muss auf Grund der Explorationsergebnisse entwickelt werden; eine Unterstützung des Gasflusses durch Fracken kann möglicherweise notwendig sein.

## 5. Welche Gasmengen werden vermutet?

Eine sehr grobe Mengenabschätzung („geologisches Potenzial“) ist zurzeit nur für das Flözgas möglich. Für die Shale Gas Vorkommen fehlen bisher aussagekräftige Daten.

Der noch vorhandene geologische Kohleninhalt für das Ruhrgebiet und das Münsterland (außerhalb der Bergbau- und Explorationszone des Steinkohlenbergbaus) beträgt nach der Berechnung von JUCH et al. (1994) ca. 321 Mrd. m<sup>3</sup> oder ca. 440 Mrd. t Kohle<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Seit der Berechnung von JUCH et al., (1994) muss als Folge der Nordwanderung des Steinkohlenbergbaus diese Vorratsmenge geringfügig reduziert werden.

## KOHELENINHALT RUHR UND MÜNSTERLAND

differenziert nach 200-m-Tiefenintervallen und Kohlemächtigkeitsklassen

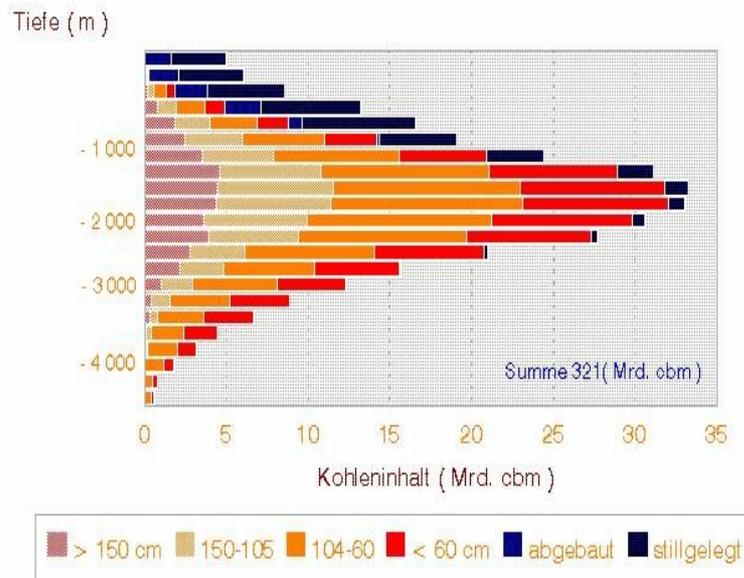


Abb. 2: Kohleninhalte im Ruhrgebiet und im Münsterland

Die Gasgehalte der Kohlen im Ruhrgebiet schwanken zwischen 0 und  $>20 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{t Kohle}$  (JUCH, GASCHNITZ & THIELEMANN, 2004); als Durchschnitt werden 5 -  $10 \text{ m}^3/\text{t}$  angenommen. Unterstellt man vorsichtig einen durchschnittlichen Gasinhalt von  $5 \text{ m}^3/\text{t}$  Kohle, so ergibt sich ein Volumen von  $2.200 \text{ km}^3$  Methan. Dies wäre eine Größenordnung, in der auch die Erdgaslagerstätte Groningen / Niederlanden – die größte Lagerstätte auf dem europäischen Kontinent – liegt.

Diese Mengenabschätzung gibt aber nur eine sehr grobe Vorstellung des vorhandenen Gaspotenzials („gas in place“). Die Mengen könnten wesentlich größer, aber auch erheblich geringer sein. Die Verteilung des Gases in der Kohle ist regional unterschiedlich: Sie hängt stark von der tektonischen Position (z.B. Sattel, Mulde), von der Inkohlung, von der Tiefenlage der Steinkohle in Bezug zur Deckgebirgsbasis und anderen Faktoren ab, die im Einzelnen noch nicht vollständig bekannt sind. Hier ist als Folge der Exploration mit einem erheblichen Zuwachs an Information zu rechnen.

Zum Gesamtpotenzial auf jeden Fall hinzuzurechnen sind die Shale Gas Mengen, die sich zurzeit aber überhaupt noch nicht abschätzen lassen.

Ebenso ist zurzeit noch völlig offen, wie viel dieser Gasmengen sich tatsächlich technisch-wirtschaftlich fördern lassen.

## 6. Welche Erfahrungen mit unkonventionellen Erdgaslagerstätten liegen in NRW vor?

Die Exploration von **Shale Gas** steht noch am Anfang. Mit Ausnahme der Bohrung Oppenwehe 1 (2008) bei Stemwede (Kreis Minden-Lübbecke) wurden noch keine umfangreicheren Erkundungsarbeiten durchgeführt. Die Ergebnisse der Bohrung Oppenwehe 1 haben das Vorhandensein beträchtlicher Gasmengen bestätigt.

Über die **Flözgas**vorkommen liegen als Folge des Steinkohlenbergbaus und der Nutzung von Grubengas im Ruhrgebiet wesentlich mehr Informationen vor.

Das in der Steinkohle gebundene Flözgas wird beim Abbau der Kohle freigesetzt und vermischt sich mit der Luft (den „Wettern“) in den Stollen. Da ein Methan-Luftgemisch mit einem Methan-Anteil von 5 – 15 % hochentzündlich und explosiv ist, stellt dies für den Bergbau ein großes Gefahrenpotenzial dar („Schlagende Wetter“), dem durch umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen Rechnung getragen werden muss. Das abgesaugte Grubengas der aktiven Steinkohlen-Bergwerke wird schon seit den 1950er-Jahren genutzt (z. B. für Kesselheizungen). Darüber hinaus existieren heute an ca. 45 Lokalitäten im Ruhrgebiet dezentrale Blockheizkraftwerke, die Grubengas aus Bohrungen oder stillgelegten Schächten zur Erzeugung von Elektrizität nutzen (JUCH & BOCK, 2005).

Mit der wirtschaftlichen Nutzung des Grubengases (Förderung 2009: ca. 50 Millionen m<sup>3</sup>) wird der unkontrollierte Austritt von Methangas in die Atmosphäre verringert: Methan gilt als klimaschädliches Treibhausgas. Die ökonomische Nutzung von Grubengas ist ein Beitrag zum Klimaschutz und wird deshalb nach dem Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG 2009) gefördert.



Abb. 3: Grubengasgewinnungsanlage im Bereich der ehemaligen Zeche Ewald in Recklinghausen

Der bekannte Gasinhalt der Kohle und verschiedene Gasanzeichen im Münsterland sowie geologische Analogien mit den Erdöl- und Erdgasvorkommen im Appalachenvorland in den USA regten immer wieder Explorationsvorhaben in Nordrhein-Westfalen an, die allerdings wirtschaftlich erfolglos waren: Eine erste Öl- und Gasexploration im Münsterland wurde bereits in den 1930er-Jahren durch ein belgisches Unternehmen vorgenommen („Vingerhoets-Bohrungen“ bis max. 2363 m Tiefe). In den 1960er-Jahren wurde die 5956 m tiefe Bohrung „Münsterland 1“ bei Billerbeck als Forschungsbohrung in Hinblick auf mögliche Kohlenwasserstoffvorkommen niedergebracht.

In den USA, aber auch im Saarkarbon (Bohrung Klarenthal 1957), fanden bereits in den 1950er Jahren erste Versuche zur Gewinnung von Flözgas mittels der Frack-Technik statt. Anfangs der 1990-er Jahre begann dann gezielt die Exploration von Flözgasvorkommen, nachdem es in den USA gelungen war, die mit der Förderung von Flözgas zusammenhängenden technischen Fragen zu lösen. In diesem Rahmen wurden 1994 und 1995 auch im Münsterland zwei Bohrungen niedergebracht und Frack-Versuche durchgeführt, die aber nicht den gewünschten wirtschaftlichen Erfolg brachten.

Seitdem wurden von verschiedenen Hochschulen und Forschungseinrichtungen (z. B. RWTH Aachen, Universität Münster, Forschungszentrum Jülich) Untersuchungen zur Frage der Entstehung, der Verteilung und Zusammensetzung von Flözgas durchgeführt. Seit 2006 beschäftigt sich ein Arbeitskreis „Geowissenschaftliche Fragen der Methanvorkommen in NRW“ bei der Energieagentur NRW mit Fragen der Entstehung und möglichen Gewinnung von Flözgas und Shale Gas.

Seit 2007 bis heute wurden von der Bergbehörde (Bezirksregierung Arnsberg, Abt. 6 Bergbau und Energie in NRW) rund 20 Anträge auf Erteilung einer Erlaubnis zur Erkundung von Flözgas und Shale Gas in NRW genehmigt. Weitere Erlaubnisse sind beantragt. Eine Karte der Erlaubnisfelder findet sich auf der Homepage der Bergverwaltung:

[www.bezreg-arnsberg.nrw.de](http://www.bezreg-arnsberg.nrw.de)

## 7. Geht von Explorationsbohrungen ein Risiko aus?

**Explorationsbohrungen** auf unkonventionelle Gasvorkommen dienen dem Nachweis, ob wirtschaftlich interessante Vorkommen im Untergrund vorhanden sind. Von der Bohrtechnik und von der Durchführung her entsprechen sie im Wesentlichen den Steinkohle-Explorationsbohrungen im Ruhrgebiet. In beiden Fällen werden Gesteinsproben (Bohrkerne) aus dem Untergrund gewonnen, die dann im Labor in vielfältiger Weise analysiert werden können. Die Bohrungen geben außerdem Aufschluss über die Schichtenfolge, die Lagerungsverhältnisse, über das Auftreten von Gebirgsstörungen und über viele weitere Fragen.

In NRW liegen seitens der Behörden und der Bohrunternehmen sehr große Erfahrungen bei der Genehmigung und Durchführung von Tiefbohrungen (mit einer Tiefe bis fast 6.000 m) vor:

Seit 1975 wurden weit mehr als 1.000 Steinkohle-Explorationsbohrungen niedergebracht. Häufig wurden aus einem Bohrstrang heraus zusätzlich gezielt abgelenkte Bohrungen in verschiedene Richtungen gebohrt, um eine räumliche Aufklärung der geologischen Verhältnisse zu erreichen. In einigen Gebieten betrug die Bohrdichte deutlich mehr als eine Bohrung pro km<sup>2</sup> (z. B. Donar-Feld), ohne dass sich dies negativ auf Landschaft und Umwelt auswirkte.

Für Projekte der tiefen Geothermie wurden bereits Bohrungen mit mehr als 2.800 m Tiefe abgeteuft, teilweise in dicht besiedeltem Stadtgebiet wie etwa im Stadtzentrum von Aachen.

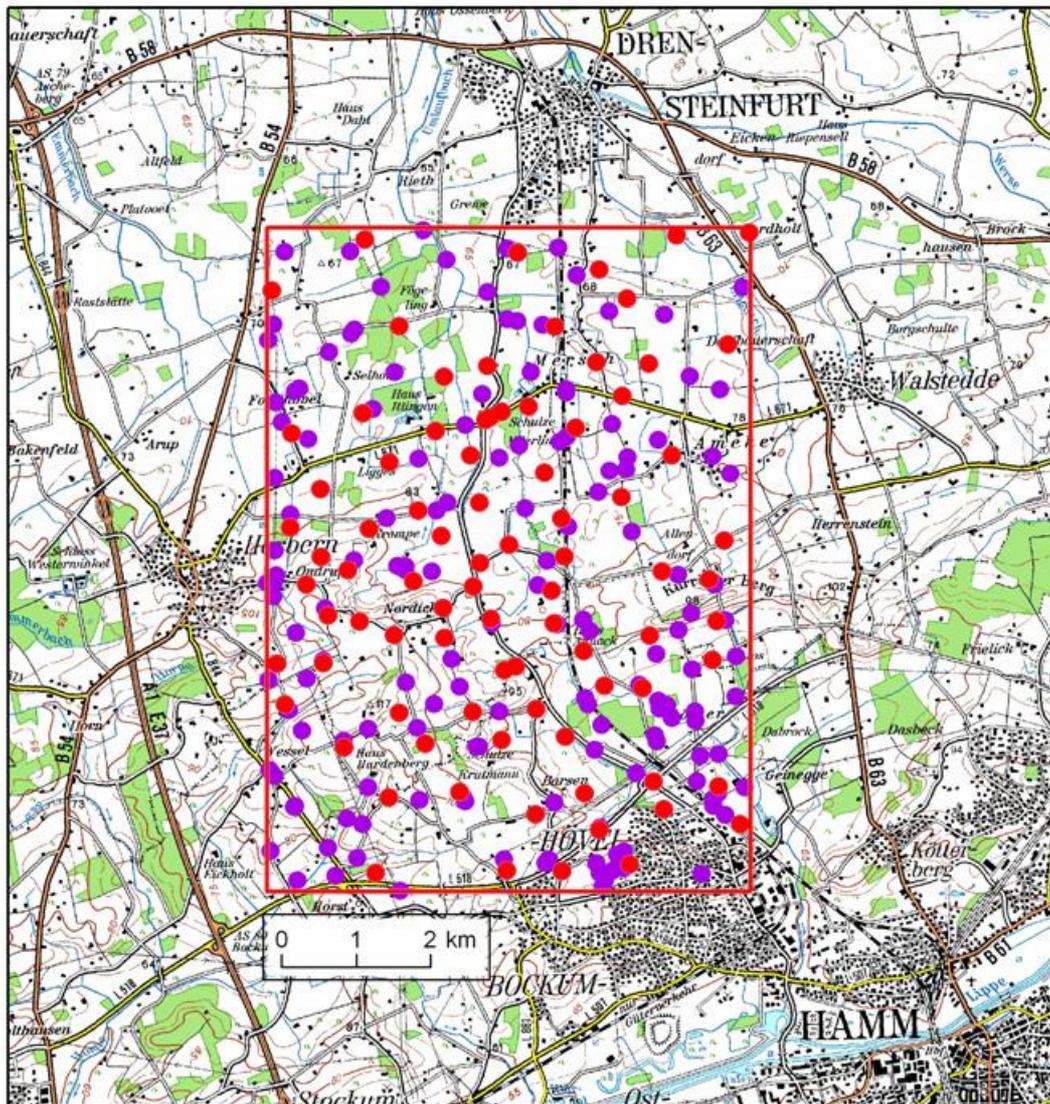


Abb. 4: Steinkohlen-Explorationsfeld Donar (Ausschnitt) bei Hamm-Bockum-Hövel (alle vorhandenen Bohrungen; Bohrungen > 1000 m in rot)

Für alle Bohrungen, die tiefer als 100 m reichen, ist ein Betriebsplan erforderlich, der von der Bergbehörde geprüft und genehmigt werden muss. Für alle Bohrungen gilt zwingend, dass sie den geltenden technischen und Umweltvorschriften (wie z. B. Wasserschutz, Schutz vor Lärm und Abgasen, Arbeitsschutz) entsprechen müssen, die in umfangreichen Regelwerken festgelegt sind. Dies gilt auch für die Versorgung der Bohrungen mit Wasser und die Entsorgung von Abwasser, die Herrichtung der Bohrplätze (Schutz vor evtl. auslaufenden Flüssigkeiten) und den anschließenden vollständigen Rückbau des Bohrplatzes, der nach Abschluss der Arbeiten wieder in seinen ursprünglichen Zustand versetzt werden muss.

## 8. Welche Fördertechniken gibt es?

Um unkonventionelle Gasvorkommen nutzen zu können, ist es notwendig, Wegsamkeiten für das Gas zu schaffen. Die hierzu anzuwendenden Techniken hängen stark vom Typ der Lagerstätte (Shale Gas / Flözgas) ab, von den beteiligten Gesteinen und ihrer mineralogischen Zusammensetzung, von der vorhandenen Klüftung, den Schichtmächtigkeiten oder den Lagerungsverhältnissen und anderen Einflussgrößen. Insofern ist zum jetzigen Zeitpunkt noch keine detaillierte Bewertung der Fördertechniken möglich, die gegebenenfalls zum Einsatz kommen könnten.

Die Strategien der verschiedenen beteiligten Firmen bezüglich der möglichen Gewinnung von Flözgas zielen darauf ab, die kostenintensive Frack-Technik zu vermeiden. Nach Möglichkeit soll mittels spezieller Bohrverfahren, wobei senkrechte wie abgelenkte Bohrungen zum Einsatz kommen können, eine hinreichende Auflockerung der generell spröde reagierenden Kohle erreicht werden. Nach Absaugen des Formationswassers – die Kohle selbst enthält ca. 1 – 3 % Wasser, das ähnlich wie das Flözgas im Porenraum des Gesteins eingeschlossen ist – kann durch Unterdruck das Gas zum Fließen gebracht werden.

Bei der Gewinnung von Shale Gas ist die Frack-Technik anzuwenden, bei der durch Einpressen von Wasser in das Gestein die dort vorhandenen Mikrorisse bis auf einige Millimeter Breite erweitert werden. In die Risse wird ein Stützmittel eingebracht (z. B. Quarzmehl), das diese gegen den Gebirgsdruck offen hält. Die erzielten Rissflächen können Ausmaße von wenigen Hundert Metern Länge und einigen Zehner Meter Höhe erreichen. Die Ausbreitung der Risse wird seismo-akustisch überwacht und lässt sich durch Veränderung des Wasserdruckes steuern. Durch den Einsatz verschiedener Chemikalien lässt sich der Transport des Stützmittels in die Risse begünstigen; die Zusammensetzung der hierfür benutzten Chemikalien ist stark von den jeweiligen Lagerstättenbedingungen abhängig. Der Einsatz dieser Chemikalien unterliegt den Regelungen über den Umgang mit Wasser gefährdenden Stoffen und muss entsprechend beantragt und genehmigt werden.

## 9. Welche Probleme könnten bei einer Gasförderung bestehen?

Aus den USA, in denen die Förderung aus unkonventionellen Gaslagerstätten in großem Umfang bereits stattfindet, werden verschiedene Umweltprobleme im Zusammenhang mit der Durchführung der Frack-Technik berichtet (z. B. ZITTEL, 2010). Ein Teil der dort aufgetretenen Probleme wie die Belastung der Anwohner von Bohrstellen durch Lärm oder Abgase der Bohranlagen ist als Folge der strengen deutschen Umweltvorschriften nicht zu erwarten.

Andere Probleme wie die Einrichtung der notwendigen Infrastruktur für die Bohrungen und die Wasserversorgung der Bohrstellen mit aufwändigem LKW-Transport des benötigten Wassers liegen in der Natur der Fördergebiete – z. B. abgelegene Gebiete ohne Infrastruktur, Wüstenareale ohne nutzbare Wasservorkommen – begründet, die mit den hiesigen Verhältnissen nicht vergleichbar sind.

Aus geologischer Sicht relevant sind die Berichte über aufgetretene Verunreinigungen des Grundwassers durch Bohr- oder Frack-Flüssigkeit und freigesetztes Methan. Ein weiteres Problem stellt die induzierte Seismizität dar, d. h. die Möglichkeit, dass durch den Frack-Prozess Erdbeben ausgelöst werden könnten.

Ferner stellen sich Fragen nach einer möglichen Freisetzung von Radioaktivität und von Schadstoffen wie Quecksilber bei der Erdgasförderung.

## 9.1 Induzierte Seismizität

Beim Fracken wird Wasser unter hohem Druck ins Gestein verpresst. Das Aufreißen von Klüften hat immer bruchhafte Vorgänge, messbare, aber meist für den Menschen nicht spürbare Mikrobeben, zur Folge. Die Stärke dieser technisch angeregten Mikrobeben entspricht der Stärke von natürlich auftretenden Mikrobeben, die es zum Beispiel in der Niederrheinischen Bucht von Natur aus praktisch jeden Tag gibt.

Unter bestimmten geologischen Voraussetzungen (spröde Gesteine mit tektonischen Trennflächen, die unter Spannung stehen) ist es bei Frack-Vorgängen im Zusammenhang mit tiefen Geothermiebohrungen im Oberrheingraben zu spürbaren Erdbeben gekommen. Ursache ist das Herabsetzen der Reibung auf den vorhandenen tektonischen Trennflächen durch die Frack-Flüssigkeit.

Die natürliche Erdbebenaktivität in NRW ist weitgehend auf die Niederrheinische Bucht konzentriert. Im Münsterland und den übrigen Explorationsgebieten besteht keine vergleichbare Aktivität; sie liegen außerhalb der Erdbebenzonen nach DIN 4149:2005-04 / DIN EN 1998-1:2011-01/NA. Die Wahrscheinlichkeit, dass fühlbare Erdbeben auftreten, ist daher gering. Lediglich im Bereich des Teutoburger Waldes sind einige Erdbeben aus historischer Zeit dokumentiert (Erdbeben von Bielefeld 1612, Weserbergland 1767, Alfhausen 1770).

Um Schäden durch induzierte Erdbeben als Folge des Frackens auszuschließen, hat der Geologische Dienst NRW mit der Bergverwaltung unter Berücksichtigung des aktuellen Wissensstandes ein Konzept der seismischen Überwachung vereinbart („Seismisches Monitoring“):

Das „Seismische Monitoring“ umfasst zwei Schritte:

- Monitoring im Null-Zustand (Messungen vor Beginn des Frackens)
- Laufende Messungen und Bewertung des Risikos anhand eines Stufenplanes („Ampelsystem“)

Monitoring im Null-Zustand: Auch wenn Schäden durch Erdbeben im Münsterland sehr unwahrscheinlich sind, ist es zur Beweissicherung im Vorfeld erforderlich, ein Monitoring im Null-Zustand (das heißt vor Beginn des Frackens) durchzuführen. Bereits bei Versuchen im Vorfeld sowie wie bei der späteren Injektion wird ein Monitoring der Betriebsdaten sowie der gegebenenfalls auftretenden Seismizität durchgeführt. Ziel des seismischen Monitorings ist es, die induzierte bzw. getriggerte Erdbebentätigkeit hinsichtlich ihrer Stärke, Häufigkeit, Zeitintervall und Lage zu charakterisieren. Mit diesen Informationen können maximale Beschleunigungswerte an der Oberfläche und die gegebenenfalls verursachte seismische Gefährdung ermittelt werden.

Es ist sinnvoll, das seismische Monitoring in einem ersten Schritt durch Messungen in einem grobmaschigen Überwachungsnetz durchzuführen, um festzustellen, ob es bei Stimulation oder Betrieb überhaupt zu lokaler induzierter Seismizität kommt. Im Falle feststellbarer Erschütterungen sollte auf ein geeignetes, empfindlicheres Nachweissystem aufgerüstet werden. Erst ein Datensatz, der zur Detektierung und Lokalisierung seismischer Ereignisse ausreicht, kann letztlich zu einem aussagekräftigen Resultat führen.

Bereiche, in denen ein Fracken erfolgen soll, müssen durch eine entsprechende Anzahl von Stationen – in der Regel sollten dies fünf Messeinrichtungen sein – überwacht werden.

„Ampelsystem“: Im Sinne eines standardisierten Vorgehens kann im Rahmen einer laufenden Bewertung des Risikos anhand eines Stufenplanes („Ampelsystem“) vorgegangen werden: Als Meilensteine solcher Untersuchungen werden die folgenden Punkte eingeplant:

- (1) Erste Untersuchungen im Vorfeld,
- (2) die Gewinnung weiterer Daten bei der Bohrung,
- (3) die Ermittlung zusätzlicher Daten bei der Stimulierung und die Gewährleistung einer Datengewinnung während des Betriebs der Anlagen.
- (4) Die Erhebung dieser Daten und ihre Interpretation soll ermöglichen, sofort und angemessen reagieren zu können, im Zweifelsfall durch Einschränkung oder Abbruch der Injektions-Maßnahmen. Schadenereignisse sollen auf diese Weise vermieden werden.

Das Ampelsystem ist individuell für jeden Frack-Versuch zu bemessen und zu begleiten.

Die Frack-Versuche sind sofort abubrechen, wenn Mikrobeben mit einem noch zu definierenden Schwellenwert einsetzen. Ein derartiges Ampelsystems trägt dazu bei, Schadensereignisse zu vermeiden.

## 9.2 Beeinflussung des Grundwassers durch Bohr- oder Frack-Flüssigkeit

Das Niederbringen von Bohrungen durch Grundwasser führende Schichten ist bei Beachtung der einschlägigen Regelungen zum Schutz des Grundwassers sicher möglich und ist Stand der Technik. Durch Einbringen einer zementierten Verrohrung – das bedeutet einen Zementverschluss zwischen Gestein und Metallrohr – über die gesamte Bohrlochlänge wird sichergestellt, dass es keinen Kontakt zwischen Bohrloch und Grundwasserleitern gibt.

Beim Frack-Vorgang wird die Frack-Flüssigkeit in das Gestein eingepresst und kann beim Vorliegen von Wegsamkeiten in Grundwasser führende Schichten aufsteigen. Hierzu müsste die spezifisch schwere Frack-Flüssigkeit den hydrostatischen Druck des Wassers in einer wasserwegsamem Kluft überwinden. Der GD hat generell im Genehmigungsverfahren die Frage zu prüfen, ob Wegsamkeiten zwischen den gasführenden Schichten in der Tiefe (> 1000 m) und den Grundwasser führenden Schichten nahe der Oberfläche (im Münsterland < 50 m Tiefe) bestehen, unabhängig von der Art der eingesetzten Stoffe.

Zum Fracken wird ein Gemisch aus Wasser, Quarzmehl und chemischen Zusätzen verpresst, um das gasführende Kohlenflöz aufzulockern. Die Zusammensetzung der Frack-Flüssigkeiten variiert in Abhängigkeit von den angetroffenen Gesteinen und wird für jede Bohrung individuell zusammengestellt und muss daher auch individuell beurteilt werden. Die Wasser-Gefährdungsklasse (WGK) eines Stoffgemisches kann nach Anhang 4 der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS 2005) entweder über eine Rechenregel mit der WGK der Komponenten oder auf Basis von Prüfdaten am Stoffgemisch ermittelt werden. Alle Zusätze sind in ihrer Gesamtheit dementsprechend einer Wassergefährdungsklasse zuzuordnen. Über die Frage welche Stoffe in den Untergrund eingebracht werden dürfen, wird im Rahmen eines wasserrechtlichen Genehmigungsverfahrens durch die zuständigen Wasserbehörden entschieden.

*„Bei sachgerechter Vorgehensweise sind keine toxikologischen Probleme zu erwarten“, so die Aussage von Herrn Dr. H. LICHTENECKER bei der Expertenanhörung der Bezirksregierung Arnsberg am 23.03.2011 in Dortmund.*

Zur Beantwortung der Frage nach Wegsamkeiten müssen die Gasvorkommen in NRW differenziert betrachtet werden:

Shale Gas-Vorkommen: Hier liegen bislang konkrete Kenntnisse nur aus dem Bereich der Bohrung Oppenwehe 1 vor. Danach werden an dieser Lokation die obersten gasführenden Horizonte – das sind die Wealden-Tonsteine – durch eine mehr als 500 m mächtige wasserundurchlässige Hauterive-Tonschicht (Unterkreide) von dem tiefsten Grundwasser führenden Horizont getrennt.

#### Flözgasvorkommen im Münsterland

Für die Beurteilung möglicher Auswirkungen einer Gasförderung im Münsterland auf das Grundwasser ist ein Blick auf den hydrogeologischen Schnitt durch das Münsterländer Becken erforderlich:

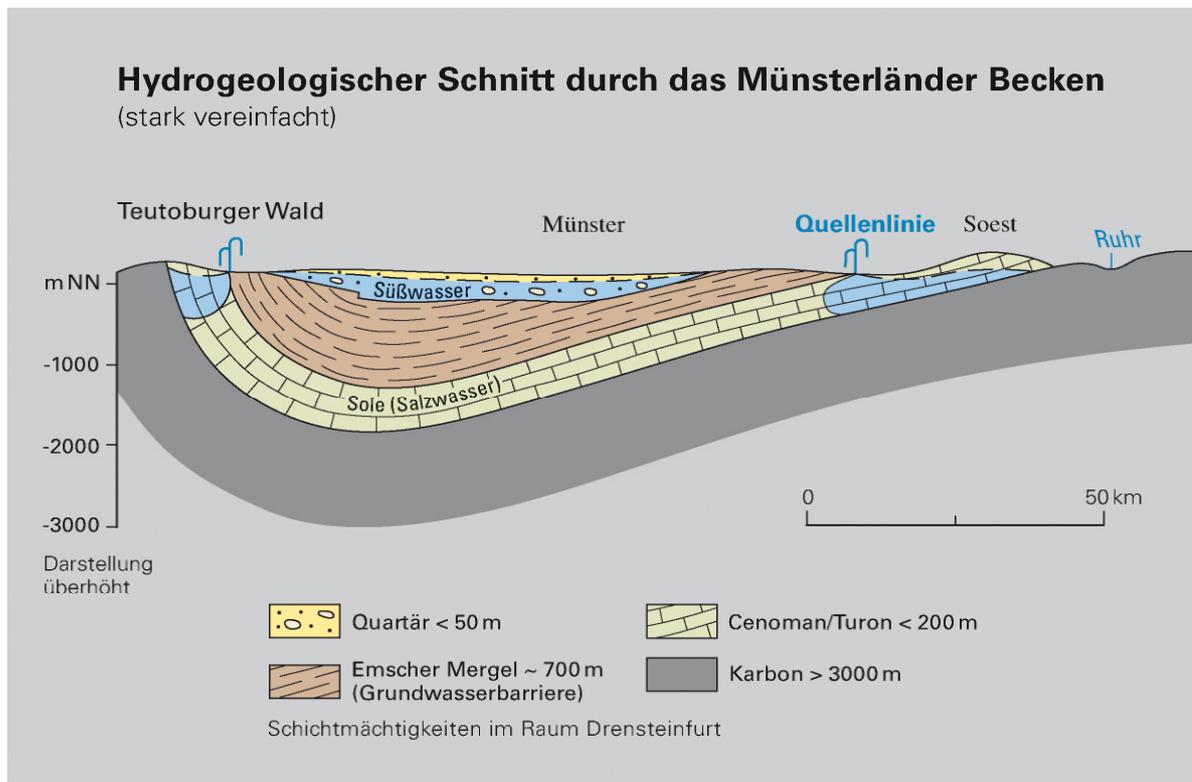


Abb. 5: Schematischer hydrogeologischer Schnitt durch das Münsterländer Becken

Es gibt im Münsterland großräumig zwei Grundwasserstockwerke, die durch den mehrere hundert Meter mächtigen Emscher-Mergel voneinander getrennt werden (MICHEL et al. 1998): ein oberflächennahes Grundwasserstockwerk, das die Gesteine des Quartärs – lokal auch Gesteine der Oberkreide wie beispielsweise die Halterner Sande – umfasst, und ein tiefes Grundwasserstockwerk mit den klüftigen Cenoman- und Turon-Kalksteinen.

Der Emscher-Mergel kann in seiner oberflächennahen Auflockerungszone geringe Grundwassermengen führen, die lokal zur Trink- und Brauchwasserversorgung genutzt werden.

Während im oberflächennahen Grundwasserstockwerk „süßes“ Grundwasser vorherrscht, dominiert im tiefen Grundwasserstockwerk Grundwasser mit höherem Salzgehalt – Salzwater und Sole, die zur Nutzung als Trinkwasser gemäß der Trinkwasserverordnung nicht geeignet sind, möglicherweise aber zu balneologischen Zwecken.

Für die Entstehung der Sole werden verschiedene Ursachen angenommen: Bei dem hohen Salzgehalt des Grundwassers kann es sich um viele Millionen Jahre altes Porenwasser („connate water“, aus der Zeit der Ablagerung der Kreide-Gesteine, ca. 70 – 130 Millionen Jahre alt) handeln. Es kann sich aber auch um ehemaliges Meerwasser handeln, das bei der marinen Überflutung in der Kreidezeit (so genannte Cenoman-Turon-Transgression) in den Untergrund eindrang. Im West- und Nordteil des Münsterlandes gibt es zudem die Zechstein-Salzlagerstätten (entstanden vor ca. 260 Millionen Jahren), aber auch Salze im Oberen Buntsandstein (Röt, ca. 245 Millionen Jahre alt), die als Quelle für eine Soleentstehung durch Ablaugungsprozesse in Frage kommen.

Soleaustritte sind vornehmlich aus den Randbereichen des schüsselförmigen „Münsterländer Kreidebeckens“ bekannt (Solequellen am Hellweg). Einzelne oberflächennahe Solevorkommen sind auch aus dem zentralen Münsterland bekannt und an tief reichende Störungen gebunden.

Die Fließgeschwindigkeiten der Sole im tiefen Grundwasserleiter des Cenomans und Turons im zentralen Bereich des Münsterländer Beckens unter teilweise mehr als 1000 m mächtigen, wenig wasserwegsamem Deckschichten sind sehr gering oder es herrscht sogar Stagnation. Wären schnelle Fließbewegungen in der tiefen Sole vorhanden, würden wesentlich höhere Solemengen am Rand des Münsterländer Beckens austreten und der Grundwasserleiter in der Tiefe wäre durch Zuflüsse von Süßwasser von den Beckenrändern in größerem Umfang als bisher schon süßwassererfüllt.

Zwischen den Gas führenden Schichten des Oberkarbons in mehr als 1000 m Tiefe und dem Süßwasser führenden Grundwasserleiter nahe der Erdoberfläche liegen daher zwei Barrieren:

Erste Barriere sind die flözführenden Oberkarbon-Schichten, hier vorwiegend die Ton- und Schluffsteine. Das Fracken konzentriert sich auf die Steinkohlenflöze – sofern dies in der Steinkohle überhaupt erforderlich ist – und erfasst in nur geringem Maße die umgebenden Gesteine. Das Steinkohlengebirge ist weitgehend trocken; eine stärkere Wasserführung ist ausgehend von den Erfahrungen im Steinkohlenbergbau weitgehend auf Störungszonen beschränkt. Die Kohle selbst enthält ca. 1 – 3 % Wasser, das, ähnlich wie das Gas, als Formationswasser („Bergfeuchte“) im Porenraum des Gesteins eingeschlossen ist.

Die darüber folgenden Karbonatgesteine des Cenomans und Turons sind als Grundwasserleiter einzustufen. Eine Verkarstung tritt an den Rändern des Münsterländer Kreidebeckens auf; im zentralen Beckenteil ist eine Verkarstung mangels Aufschlüssen nicht nachgewiesen. Vornehmlich handelt es sich um tiefes Grundwasser mit hohem Salzgehalt, das nur sehr langsam fließt oder stagniert.

Darüber folgt mit dem mehrere hundert bis maximal rund 1000 m mächtigen Emscher-Mergel (ARNOLD, 1963) eine zweite geologische Barriere. Nur im oberen Teil ist der Emscher-Mergel aufgelockert und wasserwegsam.

Es gibt geologische Störungen im Emscher-Mergel, die bis in die Oberkarbon-Schichten hinabreichen. Inwieweit die Störungen Wasser- oder Gaswegsam sind, ist im Einzelfall zu prüfen. Damit die Funktion der geologischen Barrieren mit ausreichender Sicherheit langfristig gewährleistet ist, ist dem Auftreten von tief reichenden Gebirgsstörungen im Rahmen der Exploration besondere Beachtung zu schenken und sind hierzu gezielte Untersuchungen durchzuführen, wie z. B. seismische Auswertungen oder die Untersuchung von Bohrkernen.

Erst über dem Emscher-Mergel folgen Schichten aus der höheren Oberkreide oder dem Quartär, die örtlich Grundwasserreservoirs enthalten (z. B. Halterner Sande, Münsterländer Kiessandzug), oft aber auch aus gering mächtigen, schluffigen und feinsandigen Schichten mit nur geringer Grundwasserwegsamkeit bestehen.

### 9.3 Beeinflussung des Grundwassers durch Methanaustritt

Auch für das Methan, das in den Schichten des Oberkarbons enthalten ist, stellt das kreidezeitliche Deckgebirge eine Barriere dar. So finden sich im Münsterland direkt unter dem Deckgebirge die höchsten Gasgehalte in der Kohle, während am Niederrhein, wo das Deckgebirge vorwiegend aus sandigen Ablagerungen besteht, die Karbonschichten nahe der Deckgebirgsgrenze weitgehend entgast sind. Diese Beobachtung deutet im Übrigen darauf hin, dass das Flözgas in geringem Maße wanderfähig ist und (in geologischen Zeiträumen) zur Erdoberfläche aufsteigt.

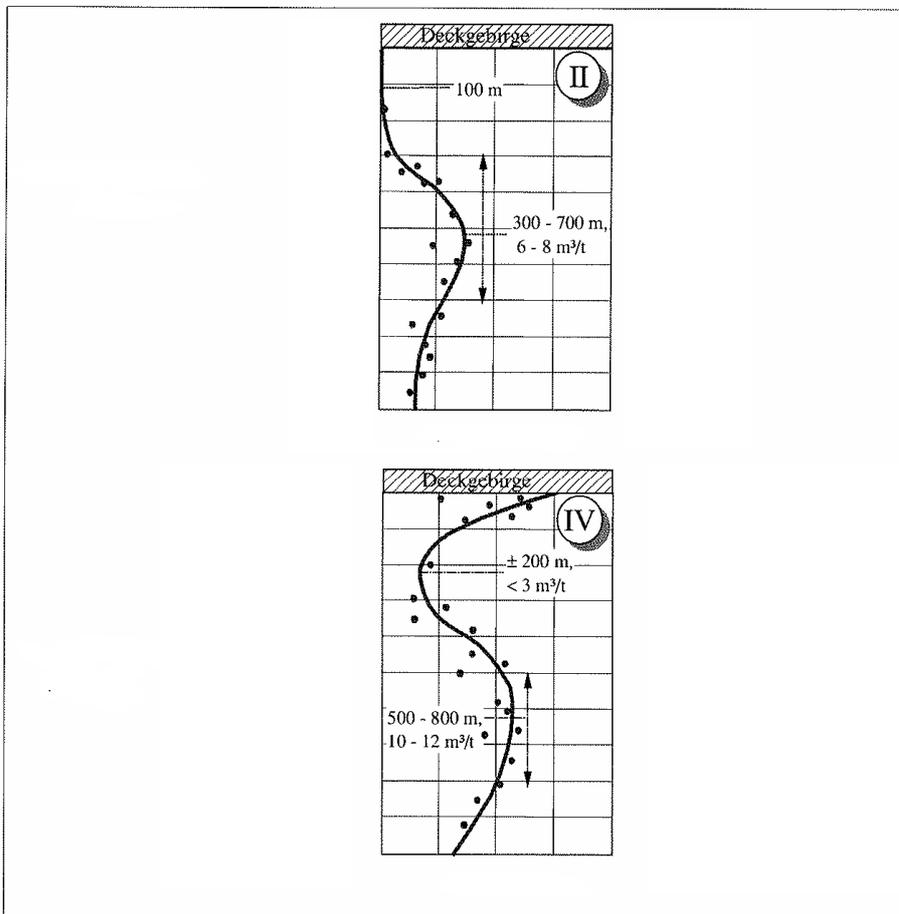


Abbildung 5-33: Typisierung der Flözgasprofile des Oberkarbons unter Berücksichtigung der regionalen und strukturellen Position.

Abb. 6: Flözgasprofile des Oberkarbons (nach GASCHNITZ, 2001)  
(Profil II: Niederrhein; Profil IV: Münsterland)

waagerechte Gitterlinien: Tiefenskala mit Gitterlinienabstand 100m; senkrechte Gitterlinien: Gasinhalt in 5  $\text{m}^3/\text{t}$  –Abstand)

Im Bergbauggebiet des Ruhrgebiets gibt es dort, wo gasführende Steinkohlenflöze unter einem gering mächtigen und durch Bergbaueinwirkungen aufgelockerten Deckgebirge anstehen, örtlich Methanaustritte an der Erdoberfläche (MEINERS, 2001; THIELEMANN, 2000).

Aber auch aus dem Münsterland, weit außerhalb der Bergbauzone, sind natürliche Methanaustritte vor allem aus Brunnen bekannt. Ein Verteilungsmuster der Methanaustritte (z. B. eine Bindung an Gebirgsstörungen) ist bislang nicht eindeutig erkennbar. Wie neuere Untersuchungen zur Kohlenstoff-Isotopie gezeigt haben (MELCHERS, 2009) handelt es sich bei dem hier austretenden Gas nicht um thermogenes Methan aus der Inkohlung der Karbonschichten, sondern überwiegend um biogenes Methan. Dies könnte durch Tätigkeit von Mikroorganismen in den Ablagerungen der Oberkreide gebildet werden. Hier besteht zur Entstehung dieser Gase und ihrer Migration noch erheblicher Forschungsbedarf!

Im Rahmen der Beweissicherung kommt der Erfassung der heute vorhandenen Methanaustritte vor dem möglichen Beginn von Frack-Versuchen eine besondere Bedeutung zu. Vonseiten geologischer Sachverständiger ist die natürliche Verbreitung der Methanaustritte zu dokumentieren, damit mögliche Veränderungen der Methan-Führung durch die Explorations- oder Fördertätigkeit festgestellt werden können. Hierzu hat der GD den Vorschlag eines Methan-Monitorings im Münsterland gemacht.

Rechtliche Voraussetzung für die Durchführung des Monitoring sollte ein Erlass sein, der die Durchführung der Beprobung von bereits vorhandenen Brunnen oder GW-Messstellen ermöglicht und die Offenlage evtl. bereits vorhandener Analysen der Wasser- bzw. Gesundheitsbehörden für diesen Zweck regelt.

Untersucht werden sollten vor allem solche Brunnen und Grundwassermessstellen, für die ein Zusammenhang mit aus der Tiefe aufsteigenden, hoch mineralisierten und Methan führenden Wässern (Ursache: Soleaufstiege?) nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand nicht ausgeschlossen werden kann. Bei nachgewiesenen Methan führenden Brunnen im Münsterland außerhalb der Bergbauzone handelt es sich nach bisherigen Erfahrungen in der Regel um hoch mineralisierte Grundwässer (Ionen-Austauschwässer), die sich durch hohe Natrium,- Chlorid- und Hydrogenkarbonatgehalte sowie häufig hohe Fluor- und Borgehalte auszeichnen. Zur genetischen Einordnung der Wässer sollten neben der Gaszusammensetzung die Hauptinhaltsstoffe sowie Bor, Fluor und auch die häufig relativ

hohen Strontium-Gehalte erfasst werden. Zur Klärung der Herkunft Methangehalte sollten zumindest stichprobenartig Isotopen-Untersuchungen ( $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ) vorgesehen werden (Unterscheidung von biogenem Methan und thermogenem Methan).



Abb. 7: Methan-Austritt im Lippetal bei Hamm

#### 9.4 Spielt Radioaktivität eine Rolle?

Es gibt keine Angaben über signifikant erhöhte Radioaktivitätswerte in Gesteinen des Oberkarbons in Nordrhein-Westfalen. Die Steinkohlen zeichnen sich im Verhältnis zu den Ton- und Sandsteinen durch eine unterdurchschnittliche  $\gamma$ -Strahlung aus. „Die in den Grubenwasserhaltungen der RAG gemessenen Dosisleistungen liegen im Bereich der natürlichen Hintergrundstrahlung.“ (MUNLV NRW 2008a). Eine Ausnahme besteht im Zusammenhang mit hydrothermalen Vererzungen im Steinkohlenbergwerk Auguste Victoria bei Marl. Die dort festgestellte erhöhte Radionuklid-Fracht des Grubenwassers steht wahrscheinlich mit dem Auftreten von Bariummineralien (Baryt) im dortigen Erzgang im Zusammenhang (Ersatz von Ba- durch Ra-Ionen im Kristallgitter). Auch PATTEISKY (1954, 1955) erwähnt Radioaktivität ( $\gamma$ - und  $\beta$ -Strahlung) aus Quellgasen im Zusammenhang mit Thermalsoleaustritten an hydrothermalen Erzgängen im Ruhrgebiet.

Dass die Sole im tiefen Grundwasserstockwerk des Münsterlandes punktuell eine – wenn auch geringe – Radioaktivität aufweisen kann, ist bekannt. Dies sind allerdings seltene Ausnahmen. Ansonsten liegt die Radioaktivität der tiefen Sole im Münsterland im natürlichen Schwankungsbereich der Werte für das oberflächennahe Grundwasser, wie die Analysen der Solen von Heilbädern vielfach belegen.

Die Radon-Konzentrationen im Münsterland sind allgemein gering. Der Gehalt von Radon liegt für das oberflächennahe Grundwasser mit etwa 6 Bq/l im Bereich der mittleren Konzentration des deutschen Trinkwassers (Messwert für die Radonkonzentration sind Becquerel [Bq] pro m<sup>3</sup> bzw. Liter). Nach der Karte der Radon-Konzentration in der Bodenluft (KEMSKI et al., 1999; MUNLV 2008b) zeichnet sich das Münsterland durch besonders niedrige Radongehalte aus (< 20 kBq/m<sup>3</sup>).

## 9.5 Sind Probleme durch Quecksilber im Flözgas zu erwarten?

Dass Erdgas gasförmiges Quecksilber enthalten kann, ist seit langem bekannt. Dies hängt entscheidend davon ab, aus welchem Ursprungsgestein das Erdgas kommt. Das Erdgas aus der großen (konventionellen) Lagerstätte Peckensen/Salzwedel führt geringe Mengen an Quecksilber, weil die so genannten „Red-Bed“-Gesteine des Perms (Rotliegend), aus denen das Gas gefördert wird, von Natur aus erhöhte Quecksilbergehalte haben. Das Quecksilber wird heute bei der Erdgasförderung unter Beachtung der einschlägigen Sicherheitsbestimmungen abgetrennt und wirtschaftlich verwertet (LANDTAG SACHSEN-ANHALT 2011).

Demgegenüber stammt das Flözgas im Münsterland aus der Steinkohle. Diese Steinkohle weist nur sehr geringe Quecksilbergehalte auf. Steinkohlen im Ruhrgebiet weisen mit 0,02 – 1 mg Hg pro kg Steinkohle nur einen geringen Quecksilbergehalt auf (TAYLOR et al., 1998: S. 272). Das Ruhrkohlen-Handbuch (1984: S. 46) gibt für Steinkohlen mit einem Aschegehalt von weniger als 10 Gew.-% < 0,5 mg Hg/kg, für Kohle mit einem Aschegehalt von 10 – 30 Gew.-% 0,5 – 1 mg Hg/kg an. Diese Daten zeigen, dass Quecksilber weniger an die organische Substanz, als an die mineralische Substanz gebunden ist. (Zum Vergleich: Der durchschnittliche Quecksilber-Gehalt in Tonsteinen liegt zwischen 0,3 und 0,5 g/kg (WEDEPOHL, 1974). Nennenswerte Quecksilbermengen im Flözgas sind daher nicht zu erwarten.

## 10 Wie sind die Schadensfälle in den USA zu bewerten?

Die aus den USA geschilderten Problemfälle beim Fracken beziehen sich sämtlich auf Shale Gas-Vorkommen (ZITTEL, 2001). Im Zusammenhang mit der Förderung von Flözgas scheint es auch in den USA nicht zu entsprechenden Problemen gekommen zu sein, obwohl dort aus einigen Lagerstätten bereits seit mehr als 30 Jahren gefördert wird (z. B. Black Warrior Basin, Alabama). Gerade dieses Becken stellt gleichzeitig ein wichtiges Trinkwasserreservoir dar (PASHIN & GASTALDO, 2009). Durch die amerikanische Umweltschutzbehörde US-Environmental Protection Agency (EPA) wurde landesweit der Einfluss der Frack-Technik bei der Förderung von Flözgas auf Trinkwasserreservoirs untersucht (EPA, 2004). Dabei wurde festgestellt: *„Although thousands of CBM wells are fractured annually, EPA did not find confirmed evidence that drinking water wells have been contaminated by hydraulic fracturing fluid injection into CBM wells“* (Übersetzung: *„Obwohl jährlich Tausende von Flözgas-Bohrungen gefrackt werden, fand EPA keinen belastbaren Hinweis, dass Trinkwasserbrunnen durch Frack-Flüssigkeiten verunreinigt worden wären, die in Flözgas-Bohrungen injiziert wurden“*).

Nach dem jetzigen Kenntnisstand scheint auch bei den Schadensfällen im Zusammenhang mit der Shale Gas-Gewinnung weniger der eigentliche Frack-Prozess Auslöser gewesen zu sein. Die größten Probleme sind offenbar bei der Entsorgung des Abwassers oder durch unzureichend gesicherte Bohrplätze entstanden (siehe TIME, 11. April 2011).

Auch aus dem Bereich der sehr umfangreichen Flözgas-Gewinnung in Australien sind dem Geologischen Dienst NRW keine Berichte über Schadensfälle bekannt, die sich unmittelbar auf den Frack-Vorgang zurückführen ließen. Die von dort bekannt gewordenen Schadensfälle sind im Wesentlichen ebenfalls mit der Frage der Entsorgung des dort bei der Gasförderung anfallenden, salinaren Wassers verknüpft (Caroona Coal Action Group, 2011).

Die Flözgas-Lagerstätten in den USA liegen meist wesentlich oberflächennäher als die im Münsterland: San Juan Basin 180 – 1300 m, Black Warrior Basin ca. 900 m unter Gelände. Dies gilt auch für einen Teil der Shale Gas-Vorkommen (z. B. Antrim Shale: 200 – 700 m u. Gelände); andere liegen allerdings auch deutlich tiefer (z. B. Marcellus Shale: teilweise bis 3000 m).

Ein Teil der in der Presse dargestellten Szenarien und Probleme bei der Shale Gas-Förderung hat keine objektiv recherchierbaren Quellen, sondern stammt aus dem Spielfilm „Gasland“ von JOSH FOX, dessen Inhalt nur teilweise dokumentarisch ist (Diskussion hierzu z. B. STATE OF COLORADO, DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES 2010; [www.energyindepth.org](http://www.energyindepth.org); [www.gaslandthemovie.com](http://www.gaslandthemovie.com); DER SPIEGEL 9/2011: S. 66).

Als wichtige Frage stellt sich, ob die beobachteten Methan-Belastungen im Grundwasser in den USA tatsächlich durch die Gasförderung verursacht wurden oder ob es sich um natürliche Belastungen handelt – wie sie auch aus dem Münsterland bekannt sind. Folgt man dem STATE OF COLORADO, DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES (2010), scheint es sich bei den dort beobachteten Methan-Austritten in erheblichem Umfang um natürliche Belastungen zu handeln, die nicht mit der Gasförderung in ursächlichem Zusammenhang stehen. Wegen des Fehlens eines entsprechenden Monitorings vor Beginn der Fördertätigkeit sind diese Fragen aber teilweise nicht mehr eindeutig zu beantworten.

Andere Problemfelder, wie die Wasserversorgung der Bohrplätze und Abwasserlagerung und -entsorgung, die Wiederherstellung der Bohrplätze nach Beendigung der Bohrarbeiten, Lärm- und sonstige Umweltbelastungen durch die Bohr- und Förderaktivitäten sind in Deutschland wesentlich strenger durch umfangreiche und detaillierte gesetzliche Vorschriften geregelt als in den USA oder anderen Gasförderländern wie Russland oder den arabischen Staaten.

## 11 Wo besteht Untersuchungsbedarf?

Viele Fragen im Zusammenhang mit den unkonventionellen Erdgasvorkommen in NRW sind noch offen.

Erst wenn diese Fragen im Rahmen eingehender Explorationsarbeiten geklärt sind, kann entschieden werden, ob eine unkonventionelle Erdgaslagerstätte in Nordrhein-Westfalen unter wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Gesichtspunkten auch tatsächlich nutzbar ist.

Für jede Lagerstätte sind unter anderem folgende Fragen zu klären:

- Wie groß ist die Gasmenge? Durch welche Faktoren wird die Verteilung des Gases in den unterschiedlichen Zielhorizonten bestimmt?
- Welche Zusammensetzung hat das Gas (z. B. Stickstoffgehalt)?
- Welche Durchlässigkeiten besitzen die Gas führenden Schichten? Welche Durchlässigkeiten weisen die Deckschichten auf?
- Welche Informationen über das Vorhandensein, die Lage, den Verlauf und über das Ausmaß von tektonischen Störungen können gewonnen werden?
- Wie stark ist der Durchtrennungsgrad (Klüftigkeit) der Gesteine?
- Wie hoch ist die Gasführung im Deckgebirge und im Grundwasserstrom?
- Wie sind die Menge und der Chemismus des Grundwassers in den verschiedenen Grundwasserstockwerken zu bewerten?
- Ist der Einsatz der Frack-Technik notwendig?

Diese Fragen müssen im Rahmen der Explorationsarbeiten umfassend beantwortet werden, denn sie sind zwingend erforderlich:

- für den Unternehmer, um Aussagen über die technisch-wirtschaftliche Machbarkeit einer Förderung zu ermöglichen
- für die Behörden, um die Umweltauswirkungen und die Genehmigungsfähigkeit eines möglicherweise später gestellten Bewilligungsantrags auf Förderung von Erdgas zu prüfen
- für die Bürger, um ihn vor unzumutbaren Auswirkungen und Belastungen zu schützen.

Nach den Regelungen des Lagerstättengesetzes hat der Geologische Dienst NRW freien und vollständigen Zugang zu allen Explorationsergebnissen und ist von daher in der Lage, eine sachgerechte und fundierte Beurteilung zu den einzelnen Explorationsvorhaben abzugeben.

## Literatur

ANDRULEIT, H., REMPEL, H., MEßNER, J., BABIES, H.G., SCHLÖMER, S., SCHMIDT, S., CRAMER, B. (2010): Nicht-konventionelles Erdgas: Weltweite Ressourcen und Entwicklungen eines „Hoffnungsträgers“ unter den fossilen Energierohstoffen. – Erdöl, Erdgas, Kohle, 126: 277 – 282, 7 Abb.; Hamburg, Wien.

ARNOLD, H. (1963): Das Oberkreideprofil der Bohrung Münsterland 1. – Fortschr., Geol. Rhld. u. Westf., 11: 33 – 44, 3 Abb.; Krefeld.

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2009): Kurzstudie 2009 Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen.- 88 S. Hannover.

CAROONA COAL ACTION GROUP (2011): Environmental, Social and Economic Issues Associated with Coal Seam Methane (CSM) Extraction & Power Generation.- 26 S.; [www.ccag.org.au](http://www.ccag.org.au).

CRAMER, B. & REINICKE, K. M. (2010): Versorgungssicherheit durch Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten. – WEG kompakt, 5/2010: 6 S.; Hannover.

DIN 4149:2005-04 / DIN EN 1998-1:2011-01/NA: Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten. Beuth-Verlag

EPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, OFFICE OF WATER) (2004): Evaluation of Impacts to Underground Sources of Drinking Water by Hydraulic Fracturing of Coalbed Methane Reservoirs. Final Report 816-R-04-003; Washington D.C.

FELL, C., PAPP, E.J. (2010): „Unconventional Gas“.- FORUM Gas Wasser Wärme 2/2010: 6 - 8; Wien.

GASCHNITZ, R. (2001): Gasgenese und Gasspeicherung im flözführenden Oberkarbon des Ruhr-Beckens. – Ber. Forsch.-Zentr. Jülich, 3859: 342 S.; Jülich.

Geologie im Münsterland (1995): 195 S., 50 Abb., 6 Tab., 1 Taf.; Krefeld [Geologisches Landesamt NW].

HAN, Z., YAN, Q., LI, J., GE, S. & GOU, Y. (2010): Mercury Concentration in Coalbed Methane in South of Quinshui Basin. – *Natural Gas Geoscience*, 21(6): 1054 – 1056; Beijing.

JUCH, D. & BOCK, J. (2005): Zukunftsperspektive Grubengas? Skizze einer überraschenden Entwicklung im Ruhrrevier. – *Bergbau*, 56: 16 – 22, 6 Abb.; Essen.

JUCH, D., ROOS, W.F. & WOLFF, M. (1994): Kohleninhalts erfassung in den westdeutschen Steinkohlenlagerstätten. - *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen*, 38: 189-307, Krefeld.

JUCH, D. & GASCHNITZ, R. & THIELEMANN, TH. (2004): The influence of geological history on coal mine gas distribution in the Ruhr District – a challenge for future research and recovery. – *Proceed. 5<sup>th</sup> Europ. Coal Confer.*; *Geologica Belgica*, 7 : 181 – 199; Brussels.

KEMSKI, J., SIEHL, A., STEGEMANN, R., VALDIVIA-MANCHEGO, M. (1999): Geogene Faktoren der Strahlenexposition unter besonderer Berücksichtigung des Radonpotenzials. – *Schr.R. Reaktorsicherheit und Strahlenschutz*; BMU-1999-534: 133 S.; Bonn.

LANDTAG SACHSEN-ANHALT (2011): Antwort der Landesregierung auf eine Kleine Anfrage (KA 5/7276) zur schriftlichen Beantwortung „Spätfolgen der Erdgasförderung in der Altmark“. – Landtagsdrucksache 5/3138 vom 09.03.2011; Magdeburg.

MEINERS, H. (2001): Oberflächenausgasung und Gasverwertung in Stillstandsbereichen. – In *Grubengas: Entstehung, Gefahren, Nutzung*.- *Schr.-R. GDMB*, 91: 21 – 32; Clausthal-Zellerfeld.

MELCHERS, C. (2008): Methan im südlichen Münsterland. Genese, Migration und Gefahrenpotenzial. – *Dissertation Westf. Wilhelms-Univ. Münster*: 153 S., 62 Abb., 16 Tab., Anh.; Münster.

MICHEL, G., ADAMS, U., SCHOLLMAYER, G. (1998): Mineral- und Heilwässervorkommen in Nordrhein-Westfalen und angrenzenden Gebieten, 80 S.; Krefeld (Geol. Dienst NRW)

MUNLV NRW (MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW, 2008a): Bewirtschaftungsziele bei durch Grubenwassereinleitungen beeinflussten Oberflächenwasserkörpern in Nordrhein-Westfalen. - Hintergrunddokument zum Bewirtschaftungsplan nach Wasserrahmenrichtlinie; Düsseldorf.

MUNLV NRW (MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW, 2008b): Radon – natürliche Radioaktivität in der Umwelt.- 8 S.; Düsseldorf.

PASHIN, J.C. & GASTALDO, R.A. (2009): Carboniferous of the Black Warrior Basin, *in* GREB, S.F. & CHESTNUT, D.R., Jr., eds., Carboniferous geology and biostratigraphy of the Appalachian and Black Warrior Basins: Kentucky Geological Survey Special Publication 1, Series 12, p. 10-21; Lexington.

PATTEISKY, K. (1954): Die thermalen Solen des Ruhrgebiets und ihre juvenilen Quellgase. – Glückauf, 90: 1335-1348, 1508-1519; Essen.

PATTEISKY, K. (1955): Verschlechterung des Grubenklimas durch das Austreten von Thermalsole sowie Abwehr ihrer Einflüsse. – Bergbauwissenschaften, 47: 2-12; Goslar.

RUHRKOHLEN-HANDBUCH (1984).- 6. neu bearbeitete Auflage, Essen (Glückauf-Verlag).

DER SPIEGEL (2011): Gebt Gas! – Spiegel: 9/2011: 62 – 66; Hamburg.

STATE OF COLORADO, DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES (2010): COGCC Gasland Correction Document (10/29/2010) (published by government regulators).- <http://cogcc.state.co.us/library/GASLAND%20DOC.pdf>

TAYLOR, G., TEICHMÜLLER, M., DAVIS, A., DIESSEL, C., LITKE, R., ROBERT, P., GLICK, D (1998): Organic Petrology. – Berlin (Borntraeger).

THIELEMANN, TH. (2000): Der Methanhaushalt über kohleführenden Sedimentbecken: Das Ruhrbecken und die Niederrheinische Bucht. Methanbildung, -migration und -austausch mit der Atmosphäre. – Ber. Forsch.-Zentr. Jülich, **3792**: 350 S., zahlr. Abb. u. Tab.; Jülich.

TIME (2011): The Gas Dilemma. – Time, April 11, 2011: 30 – 37; New York.

VwVwS (2005): Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe vom 27. Juli 2005. - Bundesanzeiger, 57, Nr. 142 a.; Berlin.

WEDEPOHL, K.-H. (1974): Handbook of Geochemistry. – 442 S.; Berlin, Heidelberg, New York.

[www.bezreg-arnsberg.nrw.de/themen/e/erdgas\\_rechtlicher\\_rahmen/erteilte\\_aufsuchungsfelder\\_karte\\_.pdf](http://www.bezreg-arnsberg.nrw.de/themen/e/erdgas_rechtlicher_rahmen/erteilte_aufsuchungsfelder_karte_.pdf)

[www.energyindepth.org/2010/06/debunking-gasland/](http://www.energyindepth.org/2010/06/debunking-gasland/)

[www.gaslandthemovie.com/about-the-film/affirming-gasland/](http://www.gaslandthemovie.com/about-the-film/affirming-gasland/)

ZITTEL, W. (2010): Kurzstudie „Unkonventionelles Erdgas“ – Informationspapier für ASPO Deutschland und Energy Watch Group: 33 S.-

[http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/2010-05-18 ASPO Kurzstudie Unkonv Erdgas.pdf](http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/2010-05-18_ASPO_Kurzstudie_Unkonv_Erdgas.pdf)