



Version 5.0

Stellungnahme zu den geowissenschaftlichen Aussagen des UBA-Gutachtens, der Studie NRW und der Risikostudie des ExxonMobil InfoDialogprozesses zum Thema Fracking

erarbeitet für den Bund/Länder-Ausschuss Bodenforschung (BLA-GEO)
durch die Staatlichen Geologischen Dienste der Deutschen Bundesländer (SGD^a)
und die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR^b)

Hannover, März 2013

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	2
1. Einführung	3
2. Zusammenfassende Einschätzung zu den geowissenschaftlichen Teilen der drei Fracking-Studien	4
2.1 UBA-Gutachten	5
2.2 Studie NRW	9
2.3 Risikostudie-Fracking	12
3. Beurteilung der geowissenschaftlichen Empfehlungen der drei Fracking-Studien	15
4. Fazit und Schlussfolgerungen der SGD und der BGR	20
5. Literatur	22



Zusammenfassung

Die Staatlichen Geologischen Dienste der Deutschen Bundesländer (SGD) und die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) haben im Auftrag des Bund/Länder-Ausschusses Bodenforschung die geowissenschaftlichen Aussagen der drei „Fracking-Studien“ (UBA-Gutachten, Studie NRW und Risikostudie-Fracking des ExxonMobil-Dialogprozesses) geprüft und sehen deutliche Schwächen bei der Darstellung und Beurteilung der geowissenschaftlichen Sachverhalte.

Vor diesem Hintergrund sind die in den Studien geowissenschaftlich abgeleiteten Gefahren und Risiken sowie die in diesem Zusammenhang ausgesprochenen Empfehlungen insgesamt als nur eingeschränkt gerechtfertigt anzusehen. Die aufgezeigten geowissenschaftlichen Schwächen der Studien können zu einer undifferenzierten Betrachtungsweise und damit insgesamt zu einer generellen Überschätzung der Unsicherheiten in der Beurteilung von geowissenschaftlich begründbaren Gefahren und Risiken der Frac-Technologie führen.

Dennoch kommen alle drei Studien zu dem Ergebnis, dass eine Erkundung und voraussichtlich auch Förderung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten unter bestimmten Voraussetzungen mit den Anforderungen des Umwelt- und Gewässerschutzes vereinbar ist. Keine der Studien empfiehlt, Fracking zu verbieten. Sofern demnach die bestehenden gesetzlichen Regelungen eingehalten und die erforderlichen technischen Maßnahmen nach standortbezogenen Voruntersuchungen und bei Einhaltung höchster Qualitäts-, Umwelt- und Sicherheitsanforderungen durchgeführt werden, ist aus geowissenschaftlicher Sicht grundsätzlich ein Einsatz der Frac-Technologie möglich.

Es ist festzuhalten, dass zahlreiche der erhobenen Empfehlungen mit geowissenschaftlichem Bezug bereits gängige Praxis sind. Der Eindruck, den die Autoren der Studien mit ihren umfangreichen Empfehlungen vermitteln, es bestünde erheblicher Handlungs- und teils Forschungsbedarf in geowissenschaftlichen Themen, muss daher relativiert werden. Neben den vorhandenen Erfahrungen und Kenntnissen über den geologischen Untergrund existieren eine Vielzahl an modernen geologischen, geophysikalischen, gebirgsmechanischen, geochemischen, petrophysikalischen und hydrogeologischen Methoden, mit deren Hilfe sich auch für die anstehenden Fragestellungen des Frackings in unkonventionellen Lagerstätten eine entscheidungsfähige Beurteilungsgrundlage ermitteln lässt. Dies betrifft sowohl die Bewertung des Erdgaspotenzials als auch die Beurteilung von Barrieregesteinen, die einen Austausch von Fluiden (Flüssigkeiten und Gasen) zwischen den unterschiedlichen Gesteinsschichten verhindern und somit den Schutz des Grundwassers, von Gewässern im engeren Sinne und der Umwelt im Allgemeinen sicher stellen.

In dem Zusammenhang ist zu betonen, dass ohne Aufsuchungs- bzw. Untersuchungstätigkeiten, die nicht nur den Zielhorizont, sondern auch die Barrierehorizonte und Grundwasserleiter darüber betreffen, keine belastbaren Aussagen über die Möglichkeiten einer Schiefergas- oder Kohleflözgas-Gewinnung gemacht werden können.



1. Einführung

Auf der gemeinsamen Sitzung des Bund/Länder-Ausschusses Bodenforschung (BLA-GEO) und des Direktorenkreises (DK) am 24./25.09.2012 in Wittenberg wurde zu TOP 8.6 „Nichtkonventionelle Kohlenwasserstoffe“ der Beschluss gefasst eine Personengruppe unter Vorsitz des Landes Niedersachsen einzusetzen, die zu den geowissenschaftlichen Aussagen der UBA-Studie, der NRW betreffenden Studie und der Risikostudie-Fracking im Rahmen des ExxonMobil Dialogprozesses Stellung bezieht.

Gemeint sind hierbei

- die Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes: „Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten, Risikobewertung, Handlungsempfehlungen und Evaluierung bestehender rechtlicher Regelungen und Verwaltungsstrukturen“ FKZ 3711 23 299, August 2012; (<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4346.pdf>), im Nachfolgenden als „**UBA-Gutachten**“ bezeichnet,
- die Studie „Fracking in unkonventionellen Erdgas-Lagerstätten in NRW: Gutachten mit Risikostudie zur Exploration und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten in Nordrhein-Westfalen (NRW) und deren Auswirkungen auf den Naturhaushalt insbesondere die öffentliche Trinkwasserversorgung“ vom 6. September 2012 (Langfassung: http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_aktuell/presse120907_a.php); im Nachfolgenden als „**Studie NRW**“ bezeichnet, die im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz unter Mitwirkung des Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen erstellt wurde,
- die Risikostudie des Expertenkreises vom Informations- und Dialogprozess der ExxonMobil Production Deutschland GmbH über die Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung; Teilgutachten: „Ab-

schätzung von Fracking-Maßnahmen auf das oberflächennahe Grundwasser“ (Risiken im Geologischen System) (<http://dialog-erdgasundfrac.de/risikostudie-fracking>), 2012; im Nachfolgenden als „**Risikostudie-Fracking**“ bezeichnet.

Die Stellungnahme beschränkt sich gemäß Beschluss des BLA-GEO auf geowissenschaftliche Aussagen der jeweiligen Studien. An dieser Stelle sei angemerkt, dass das Autorenkonsortium des UBA-Gutachtens und der Studie NRW für die hier zu bewertenden geowissenschaftlichen Sachverhalte weitgehend identisch ist. Obwohl anerkannt wird, dass der Aspekt der umweltgerechten Entsorgung des „Flow Back“ einer Frac-Maßnahme eine wichtige Komponente des Gesamtvorhabens ist, wird auf dieses Thema im Rahmen der Stellungnahme nicht näher eingegangen. Grund dafür ist, dass für den Fall einer Entsorgung des „Flow Back“ in geologische Formationen im jeweiligen Einzelfall zu klären ist, ob und unter welchen geologischen und hydrogeologischen Rahmenbedingungen dies möglich ist. Fragen im Zusammenhang Raumordnung und Fracking werden ebenso nicht behandelt, da sie nur untergeordnet geowissenschaftliche Fragestellungen betreffen.

Um den Umfang der Stellungnahme zu den drei Studien in einem überschaubaren Maß zu halten, beschränkt sie sich auf zusammenfassende Einschätzungen und wesentliche Kritikpunkte.

Diese Stellungnahme wurde auf Grundlage der in den Bundesländern und der BGR bereits existierenden Kenntnissen und Erfahrungen mit dem Thema sowie Stellungnahmen der BGR, des LBEG¹ und des GD NRW² zu den jeweiligen Studien erstellt^c.

¹ Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

² Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen



2. Zusammenfassende Einschätzung zu den geowissenschaftlichen Teilen der drei Fracking-Studien

Vorbemerkungen

Im Kern der Studien geht es um die potenziellen Umweltauswirkungen bei der Gewinnung von Erdgas aus den unkonventionellen Lagerstättentypen „Tonsteinen mit hohen Gehalten an organischer Substanz“ (Schiefergas) und „Kohleflözen“ (Kohleflözgas, CBM) – beide Gesteinstypen werden geologisch als Muttergesteine für Erdöl bzw. Erdgas klassifiziert. Weiterhin werden „Tight Gas-Lagerstätten“ – hierbei handelt es sich um geringdurchlässige Speichergesteine – wegen des Einsatzes der Frac-Technologie in die Betrachtung einbezogen.

Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass die hydraulische Stimulation (Fracking) im Rahmen der Erschließung tiefer geothermischer Reservoirs nicht in den Studien behandelt wurde und dass deshalb die Empfehlungen nicht ohne weiteres auf entsprechende Stimulationsmaßnahmen für die Geothermie übertragen werden können.

Bei der Erschließung von Tight Gas-Vorkommen liegen in Deutschland bereits jahrzehntelange Erfahrungen vor, wohingegen sich sämtliche Explorationsvorhaben in Deutschland, die auf Kohleflözgas oder Schiefergas (Shale Gas) abzielen, gegenwärtig noch in einer sehr frühen Phase befinden. Bisher ist an keiner Stelle das Vorhandensein technisch-wirtschaftlich gewinnbarer Kohleflözgas- oder Schiefergas-Lagerstätten in Deutschland nachgewiesen worden. Die Aussagen in den Studien über Art, Umfang und Standorte einer möglichen Erdgasgewinnung aus Kohleflözgas- oder Schiefergas-Lagerstätten sind hypothetisch und daraus abgeleitete Schlussfolgerungen daher nicht belastbar. Belastbare Informationsgrundlagen können nur geschaffen werden, wenn hierfür zuvor Aufsuchungsergebnisse und daraus resultierende standortbezogene Aufsuchungstätigkeiten (Seismik, Bohrungen, Fracking, etc.) ermöglicht werden.

Ein grundlegendes Problem der drei Studien besteht darin, dass den Autoren aufgrund von Datenschutzregelungen wichtige Quellen (Explorationsergebnisse: Bohrdaten, Seismik) nicht im Detail zur Verfügung standen. Auch wenn die Autoren dies kritisieren, hätten sie sich über die Nachweisdatenbanken der Geologischen Dienste zumindest ein Bild über den Umfang der Informationen über den tieferen geologischen Untergrund machen können. Dies ist nur sehr begrenzt geschehen. Zudem wurden wesentliche, freizugängliche Literaturquellen nicht oder nur unzureichend berücksichtigt. Dies erklärt, warum geowissenschaftliche Wissens- und Kenntnisdefizite postuliert werden, die bei intensiverem Austausch mit den zuständigen Fachbehörden und dem Studium der Literatur hätten vermieden werden können. In den zuständigen Fachbehörden ist ein umfangreicher Informations- und Kenntnisstand zur sachgerechten Beurteilung der Fracking-Thematik vorhanden. Letztlich ist dies ein Bestandteil der Kernaufgaben Staatlicher Geologischer Dienste.

Da sich die drei Studien in ihrer Zielrichtung und Aufgabenstellung in einigen Teilen voneinander unterscheiden, ist eine gemeinsame, für alle Studien zutreffende Einschätzung nicht möglich.

Den jeweiligen Einschätzungen zu den Studien werden einige geologische und lagerstättenkundliche Erläuterungen vorangestellt:

Hydraulische Risserzeugung („Fracking“)

Die hydraulische Risserzeugung (englisch: fracking; hydraulic fracturing) ist die Schlüsselmethode zur Erschließung gering permeabler Gesteinsformationen. Per Fluidinjektion mit Drücken oberhalb der Gebirgsspannung werden im Untergrund Risse (Frac) erzeugt. Das eingesetzte Fluid wird in Abhängigkeit der geologischen Verhältnisse der Zielformation mit Zusatzmitteln versetzt und besteht dann aus einer Suspension aus Wasser, Stützmitteln (Sand/Keramik) sowie Chemikalien. Die chemischen Zusätze sollen eine Entmischung der Suspension sowie ein Wachstum von Biofilmen verhindern. Die Stützmittel sollen den Erhalt der mit dem Frac-Vorgang erzeugten Rissöffnungen gewährleisten. Die Verwendung von Zusatzmitteln, insbesondere einiger Che-



mikalien, ist in der öffentlichen Diskussion einer starken Kritik ausgesetzt. Es bleibt abzuwarten, ob und wenn ja, welche Zusatzmittel zukünftig, insbesondere bei einer Erschließung von Schiefergas-Vorkommen, im Zuge einer Minimierung weiterhin zum Einsatz kommen müssen.

Einsatzbereiche für Fracking

In folgenden Haupt-Einsatzbereichen wird die Frac-Technologie angewandt:

- (1) Die Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Tight Gas-Lagerstätten findet in Deutschland bereits seit vier Jahrzehnten mithilfe von bisher etwa 300 Einzel-Fracs statt, so dass bei den mit diesen Vorhaben befassten Behörden umfangreiche Erfahrungen vorliegen.
- (2) Bei der Erkundung und ggf. späteren Erschließung von Erdgas-Vorkommen in dichten Tongesteinen (Schiefergas) wird die Frac-Technologie aufgrund der hydraulischen Gesteinseigenschaften eingesetzt. Aktuell existiert ein Standort in Deutschland (Bohrung „Damme 3“ in Niedersachsen) wo mittels Fracking die Erkundung einer Schiefergas-Lagerstätte begonnen wurde.
- (3) In der tiefen Geothermie wird Fracking zur Erschließung von sogenannten petrothermalen Geothermielagerstätten und zur Verbesserung der Durchlässigkeit in hydrothermalen Systemen eingesetzt. Dabei wurden bisher i. d. R. weniger und andere Chemikalien verwendet als bei der Erschließung von Erdgas-Lagerstätten.

Ob bei der Erkundung und/oder Erschließung von Kohleflözgas die Frac-Technologie erforderlich und zum Einsatz kommen wird, ist derzeit offen.

Konventionelle/Unkonventionelle Lagerstätten

Generell sollten „Tight Gas-Lagerstätten“ nicht mit „Schiefergas-“ oder „Kohleflözgas-Lagerstätten“ gleichgestellt und unter dem Begriff unkonventionelle Lagerstätten zusammengefasst werden. Bei der Erschließung von Erdgas aus dichten Gesteinen (Tight Gas) liegen inzwischen jahrzehntelange Erfahrungen auch in Deutschland vor; anfangs war die Bezeichnung

„unkonventionelle Lagerstätte“ hierfür noch gerechtfertigt, da die Erschließung dieses Lagerstättentyps in Verbindung mit dem Einsatz der Frac-Technologie in Deutschland noch neu war. Inzwischen ist es jedoch Stand der Technik, diese Ressourcen durch Fracking zu erschließen, so dass man diese Lagerstätten als konventionell bezeichnen sollte. „Unkonventionell“ ist derzeit die Erkundung und ggf. Gewinnung von Schiefer- und Kohleflözgas.

Wegen unterschiedlicher Rahmenbedingungen ist bei der Beurteilung von Fracking bzw. Erkundung und Gewinnung von Kohlenwasserstoffen nach Einsatzbereichen und Lagerstättentypen wie folgt zu differenzieren:

- Frac-Operationen für die Erschließung von Tight Gas- und konventionellen Erdgaslagerstätten
- Frac-Operationen für die Erkundung und ggf. Gewinnung von Schiefergas/-öl
- Exploration und ggf. Gewinnung von Kohleflözgas (möglicherweise ohne Fracking)
- Frac-Operationen für die Gewinnung geothermischer Energie

2.1 UBA-Gutachten

Grundsätzliches

Die Zielsetzung des Gutachtens, die vorhandene breite Wissensbasis und die existierenden wissenschaftlichen Methoden der geophysikalischen, geochemischen, geologischen, geomechanischen, hydrogeologischen und mineralogischen Erkundung des tieferen Gesteinsuntergrunds sowie entsprechende Untersuchungsergebnisse herauszuarbeiten, ist abschließend nicht erreicht worden. Demzufolge entspricht die Aussage, dass generell erhebliche und entscheidungsrelevante Wissens- und Informationsdefizite über den geologischen Untergrund und die stattfindenden Prozesse bestehen, nicht den bei den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesländer und der BGR vorliegenden Erfahrungen und Erkenntnissen.

Mit Blick auf das im UBA-Gutachten postulierte Methodendefizit ist festzuhalten, dass Methoden zur Erkundung des tieferen Untergrunds hinreichend existieren, als Stand der



Technik angesehen werden können und von Seiten der Unternehmen als Maßnahmenträger für das jeweils geplante Vorhaben in angemessener Weise bereits seit Jahrzehnten erfolgreich und für die Behörden entscheidungsfähig in der Praxis angewandt werden.

Geologie

Die Aussagen zu fehlenden Datengrundlagen und vorhandenen Erkundungsdefiziten für regionale geologische Bewertungen können so nicht bestätigt werden. Für viele Gebiete liegt eine Vielzahl frei verfügbarer Quellen vor, bspw. existieren Standardwerke zur Geologie Norddeutschlands wie der Geotektonische Atlas von Nordwest-Deutschland (Baldschuhn et al. 2001), der für Niedersachsen auch als freiverfügbares 3-D Modell vorliegt oder der Southern Permian Basin Atlas (Doornenbal & Stevenson 2010).

Die Belegdichte mit geowissenschaftlichen Untergrunddaten ist nutzungsorientiert und konzentriert sich vor allem auf diejenigen Gebiete, in denen bislang eine Exploration und Erschließung konventioneller Kohlenwasserstoffe (auch Tight Gas) oder anderer tief liegender Lagerstätten wie bspw. die Kali- und Steinsalzgewinnung oder die Gewinnung von Steinkohle stattgefunden hat. Aufgrund der Explorations- und Produktionstätigkeiten der Industrie liegen in diesen Gebieten grundlegende Informationen vor. Hier sind beispielhaft die tiefen geologischen Becken, wie das Norddeutsche Becken, das Thüringer Becken, das Alpenvorland sowie weitere klassische Bergbauregionen (z. B. das Ruhrgebiet) zu nennen.

Bei der Auswahl der beschriebenen Geosysteme ist unklar, warum nur diese für die „Systemanalyse“ ausgewählt wurden und nicht diejenigen, die z. B. in der „NiKo-Studie“ der BGR (Ladage & Berner 2012) als diejenigen mit dem größten Schiefergas-Potenzial benannt werden.

Die gewählten Typlokalitäten bspw. zu Schiefergasvorkommen (süddeutsches Molassebecken, Harz) sind im bundesweiten Blick weniger relevant und geologisch nicht repräsentativ für die in Rede stehenden Fragestellungen, weil es in diesen lt. „NiKo-Studie“ (Ladage & Berner 2012) und auch nach Aussage der

Autoren des Gutachtens selbst nur ein geringes oder kein Schiefergaspotenzial gibt. Die wichtigste Region in Deutschland bezüglich Schiefergasvorkommen, das Norddeutsche Becken, wird im Gutachten am Rande betrachtet und geologisch/lagerstättenkundlich unzutreffend bewertet. Diese Region wird fast ausschließlich im Hinblick auf die Gewinnung von Erdgas aus dichten Gesteinen (Tight Gas) behandelt. Insgesamt ist in Frage zu stellen, inwieweit sich die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse der einzelnen Regionen verallgemeinern lassen. Beispielsweise bestehen zwischen den potenziellen paläozoischen Schiefergasgebieten Norddeutsches Becken, Münsterland oder Nordhessen regionalgeologisch derart erhebliche Unterschiede (Tiefenlage, Deckgebirge, Störungssysteme etc.), so dass eine Übertragung der geologisch-hydrogeologischen Bedingungen zwischen den Gebieten objektiv nicht möglich ist.

Hydrogeologie

Bei der Beurteilung der hydrogeologischen Systeme sollte berücksichtigt werden, dass es weit verbreitete Gebiete gibt, in denen poröse Gesteine in großer Tiefe zwar wasserführend sind, dieses Grundwasser aber seit Jahrtausenden nicht mehr am hydrologischen Kreislauf teilnimmt und aufgrund seiner hohen Salinität wasserwirtschaftlich nicht genutzt werden kann. Die i. d. R. oberflächennahen, gewinnbaren Grundwasservorkommen, die u. a. der Trinkwassergewinnung und als -reserve dienen, stehen mit diesen tiefen Geosystemen meistens nicht in Verbindung. Nur dort, wo es das hydraulische Potenzial entlang von Aufstiegszonen (bspw. Störungen) oder bei fehlenden hydraulischen Barrieren zulässt, ist ein Kontakt möglich.

Bei der Einschätzung von Frac-Maßnahmen kommt der Betrachtung und Beurteilung von geologischen Barrieren als Schutzelement zwischen dem Frac-Horizont und den darüber liegenden Grundwasservorkommen eine entscheidende Bedeutung zu, die sich im Gutachten in dieser Form so nicht niederschlägt.

Als einzige hydraulische Barriere im Norddeutschen Becken behandeln die Autoren Schichten des Zechsteins und stellen dar, dass ihnen



Informationen über Potenzialdifferenzen und großräumige Grundwasserströmungen nicht vorliegen. Aus der langjährigen Erdöl- und Erdgasexploration, sowie untergeordnet auch aus den Tiefbohrungen für Mineral- und Thermalwässer sind die hydraulischen Verhältnisse der Sedimentbecken tatsächlich jedoch gut bekannt.

Es ist allgemein anerkannt, dass die „Zechstein-Ablagerungen“ (gemeint ist das mächtige Zechstein-Salinar in Norddeutschland) als wirksame „hydraulische Barriere“ angesehen werden können. Tight Gas in dichten Sandsteinen des Rotliegenden und Karbon liegt in Norddeutschland stets unter dieser Barriere, die das Durchbrechen von Frac-Fluiden in höhere Horizonte zweifelsfrei verhindert. Diese Barriere wirkt demnach nicht nur hydraulisch abdichtend, sondern auch als geomechanische Barriere, über die hinaus keine Frac-Ausbreitung erfolgen kann. Die Wirksamkeit dieser Barriere ist durch die Tatsache belegt, dass unterhalb des Zechsteinsalinars in Norddeutschland ein anderes Druckregime herrscht als in höheren Gesteinsschichten. Diese grundlegende Information ist allgemein bekannt, findet im Gutachten aber keine entsprechende Würdigung. Dementsprechend wird einschränkend festgestellt: *„Für die unkonventionellen Erdgas-Vorkommen unterhalb der Zechstein-Ablagerungen (Tight gas), die derzeit im Fokus der Erkundung stehen, können die Wirkungspfade über durchgehende Störungen oder unmittelbar durch die Deckschichten als wahrscheinlich nicht relevant angesehen werden“* (S. A23).

Für Kohleflözgas wird festgestellt: *„Die Migration von Stoffen oder Gas ohne besondere Wegsamkeiten, direkt durch den Emscher Mergel, ist im Geosystem zentrales Münsterland aufgrund der sehr großen Mächtigkeit und der geringen Durchlässigkeit des Emscher Mergel für eine Gefährdung oberflächennaher Grundwasservorkommen wahrscheinlich nicht von Bedeutung“* (S. A27). Diese Einschätzung ist zutreffend, jedoch ist sie dahingehend zu ergänzen, dass somit auch die potenziellen Schiefergas-Formationen des Unterkarbons aufgrund ihrer stratigraphischen Positionen unterhalb des Zechstein-Salzes bzw. unterhalb des flözführenden Oberkarbons ähnlich be-

wertet werden müssen. Dies zeigt, dass Beurteilungen der Barrieren nicht in Abhängigkeit von Lagerstättentypen vorgenommen werden dürfen.

Darüber hinaus ist festzuhalten, dass nicht nur die Zechsteinsalze, sondern auch Salzlagen in anderen stratigraphischen Formationen sowie mächtige Tonabfolgen als wirksame hydraulische Barrieren angesehen werden können (vergl. Speicher-Kataster Deutschland, Müller & Reinhold 2011). Im Gebiet Norddeutschland gibt es weitere mögliche geologische Barrieren im Mesozoikum und Känozoikum, die im Gutachten nicht behandelt werden. Es ist daher sachlich falsch, vom Fehlen der Zechstein-Barriere auf das Nicht-Vorhandensein einer vergleichbaren hydraulischen Barriere zu schließen. Auch Tonsteine oder Salze jüngerer Formationen, soweit sie flächenhaft vorkommen und eine ausreichende Mindestmächtigkeit erreichen, können gute bis sehr gute Barriereigenschaften aufweisen. Im Bereich des westlichen Norddeutschen Beckens wären neben den Zechsteinsalzen als hydraulische Barriere auch die Salze des Röt, Keuper und Obermalm sowie die Tonsteine des Jura, der Unterkreide und die mächtigen Tone des Tertiär (z. B. Tone der Rupelschichten) zu nennen. Bezüglich Schiefergas werden im Gutachten mögliche Barrieren nur ansatzweise und ausschließlich für die wenig relevanten und nicht repräsentativen Regionen des süddeutschen Molassebeckens und des Harzes andiskutiert. Es fehlt dbzgl. eine Diskussion, ob eine Barriere Wirkung in gefalteten und tektonisch stark beanspruchten Gebieten wie dem Paläozoikum des Harzes oder des Rheinischen Schiefergebirges überhaupt hinreichend genau beurteilt werden könnte.

Die Tiefenlage der Formationen mit Schiefergaspotenzial reicht im Norddeutschen Becken bis über 3.000 m für den Posidonienschiefer bzw. 1.600 m für den Wealden. Beide Zielformationen werden von mehreren bis maximal 1.500 m mächtigen Tongesteinspaketen überlagert, der Posidonienschiefer je nach Lokalität auch durch Salze des Obermalm. Die Wealden-Ablagerungen z. B. in der Wesergebirgsrandmulde werden von > 600 m mächtigen Tonen der Kreide überlagert. Zudem sind aus dem Tertiär mächtige und weitverbreitete



tonige Sedimentgesteine im Norddeutschen Becken bekannt. Die Tone aus dem Tertiär bilden eine wichtige geologische Barriere zwischen dem Salz- und dem Süßwasserstockwerk. Dabei stellen die Rupeltone des Oligozän in Norddeutschland die wichtigste Barriere zwischen diesen beiden Grundwasserstockwerken dar.

Bei der Beschreibung der großräumigen geologischen/hydrogeologischen Situation des Norddeutschen Beckens bleibt im Hinblick auf die Gefährdungsabschätzung des Fracking der Aspekt unbeachtet, dass in weiten Bereichen eine vertikale Gliederung in einen oberflächennahen Süßwasserkörper und einen unterlagernden Salzwasserkörper existiert. Für die Diskussion der Auswirkung einer vertikalen Ausbreitung von Frac-Fluiden ist dies insofern von Bedeutung, als sich Gemische von Frac-Fluiden und Formationswässern aufgrund ihrer hohen Salzgehalte und der damit verbundenen höheren Dichte praktisch nicht mit oberflächennahen nutzbaren Süßwässern vermischen würden, sondern sich im Wesentlichen dem hydraulischen Potenzial folgend innerhalb des Salzwasserkörpers ausbreiten würden.

Störungen

Die Beurteilung der Bedeutung von geologischen Störungen als generellen Freisetzungspfad für Fluide erfolgt im Gutachten vor dem Hintergrund der bei den Staatlichen Geologischen Diensten und der BGR vorliegenden und allgemein bekannten Erkenntnissen zu undifferenziert. Die Eigenschaften von Störungen (insbesondere in Festgesteinen) hängen insbesondere von ihrem Alter, vom regionalen Spannungsfeld sowie Gesteins- und Grundwasserchemismus ab. Sie können hydraulische Verbindungen und damit Freisetzungspfade darstellen. Insofern ist auch die Eingruppierung von Störungen in eine „Pfadgruppe“ verständlich. Störungen im tieferen Untergrund setzen sich jedoch nicht in allen Fällen bis in die oberflächennahen Horizonte fort und können auch „verheilt“ (z. B. durch Zementation) oder tektonisch eingespannt sein. Es ist allgemein bekannt, dass Störungen häufig strukturelle Fallen in konventionellen Lagerstätten begrenzen. Somit ist an vielen Stellen in Nord-

deutschland der Nachweis geführt, dass sie oft keine Wegsamkeiten für Fluide in hangende Schichten bieten. Das Gleiche gilt auch für die Erdöl- und Erdgaslagerstätten im nördlichen Oberrheingraben und im süddeutschen Molassebecken. Die generelle Einordnung von Störungen zur sog. Pfadgruppe 2 („linienhafte Belastung an der Oberfläche“) ist daher zu einseitig.

Frac-Technologie

Die Ausführungen zur Frac-Technologie können in der dargestellten Weise so nicht bestätigt werden, da Belege für die Aussagen über angebliche Unsicherheiten und/oder Wissensdefizite fehlen.

Es fehlt sowohl eine substantielle Analyse von bereits durchgeführten Frac-Operationen für die Erschließung von Gaslagerstätten als auch eine Einschätzung und Beurteilung von Frac-Operationen hinsichtlich erzielter bzw. erzielter Frac-Dimensionen, bspw. durch Berücksichtigung einschlägiger Literatur (Fisher und Warpinski, 2012). Bekannte Methoden zur Frac-Ausbreitungskontrolle und Überprüfung der Frac-Prognose wie bspw. die mikroseismische Frac-Ortung werden nur untergeordnet erwähnt oder nicht behandelt. Gleiches gilt für die Darstellung der geomechanischen Wirkung von Barrieregesteinen zur mechanischen Begrenzung der Frac-Ausbreitung. Insgesamt werden die geomechanischen Prozesse beim Frac-Vorgang nicht korrekt dargestellt.

Fazit

- Im UBA-Gutachten bleiben wichtige geologische Informationen, die bei den Staatlichen Geologischen Diensten oder der BGR vorliegen, unberücksichtigt, so dass die generelle Einschätzung, es bestünden erhebliche Erkundungs- und Informationsdefizite für regionale Bewertungen, nicht bestätigt werden kann. Infolge dessen kommt es im UBA-Gutachten zu einer nicht repräsentativen Auswahl von Geosystemen zur Beurteilung der Frac-Technologie (z. B. süddeutsches Molassebecken, Harz). In diesen Auswahlgebieten gibt es lt. „NiKo-Studie“ (Ladage & Berner 2012) nur ein geringes



oder kein Schiefergaspotenzial. Die wichtigste Region in Deutschland bezüglich Schiefergasvorkommen, das Norddeutsche Becken, wird im Gutachten nur am Rande betrachtet und zudem geologisch/lagerstättenkundlich unzutreffend bewertet.

- Die Beschreibung und Beurteilung der allgemein bekannten geologischen Barrieregesteine als wichtiges Schutzelement zwischen dem Frac-Horizont und nutzbaren Grundwasservorkommen ist in hohem Maße unvollständig und in Teilen unzutreffend.
- Die Beurteilung von Störungssystemen als mögliche Freisetzungspfade erfolgt hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Ausbreitung von Frac-Fluiden zu undifferenziert. Sie können sowohl durchlässig sein als auch abdichtend wirken.
- Bei der Betrachtung der Frac-Technologie fehlt eine substantielle Analyse vorhandener Erfahrungen, ebenso wie eine Einschätzung zur Auswahl maßgeblicher Parameter und Methoden.

Vor dem Hintergrund dieser Einschränkungen und der bei den Staatlichen Geologischen Diensten und der BGR vorliegenden Erkenntnisse und Erfahrungen sind die im Gutachten abgeleiteten geowissenschaftlichen Empfehlungen nicht in allen Belangen gerechtfertigt.

2.2 Studie NRW

Grundsätzliches

Bei der Studie NRW ist festzustellen, dass die Aussagen zwischen der Lang- und der Kurzfassung variieren. So wird die Thematik in der Langfassung deutlich weniger dramatisch dargestellt als in der Kurzfassung.

Die Differenzierung nach den unterschiedlichen Gasvorkommen in NRW und den verschiedenen Betriebsphasen beim Prozess der Erkundung, Gewinnung und Nachsorge nach Förderende spiegelt sich in der Studie NRW nur stellenweise wider und sollte deutlicher hervorgehoben werden. Dementsprechend ist die Anwendung einer globalen „Vogelperspektive“ für die sehr differenziert zu beurteilenden Sachverhalte nicht zielführend. So sollte –

auch vor dem Hintergrund des stufenweise angelegten Genehmigungsverfahrens nach BBergG – zwischen den einzelnen Schritten der Exploration einerseits und einer möglichen anschließenden Gewinnung andererseits deutlich unterschieden werden. Einer Beschreibung „des Vorhabens“ sollte vorausgeschickt werden, dass verschiedene Unternehmen in unterschiedlichen Gebieten die Aufsuchung von Erdgas in unterschiedlichen Lagerstättentypen betreiben. Es handelt sich daher nicht um vergleichbare und damit einheitlich zu beurteilende Vorhaben, sondern um mehrere Vorhaben mit z.T. sehr differenzierten Herangehensweisen. Der Untersuchungsauftrag der Studie NRW bezieht sich auf „Exploration und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten in NRW“ und nicht ausschließlich auf die Technik der hydraulischen Stimulation („Fracking“), ausgehend von horizontal abgelenkten Bohrlöchern. Hierbei werden zwar derzeit die wesentlichen umweltrelevanten Fragen diskutiert, da aber bislang unklar ist, ob und in welcher Form bei Kohleflözgas der Einsatz der Frac-Technik überhaupt anzuwenden ist, sollten die bei der Kohleflözgas-Gewinnung evtl. möglichen Alternativen thematisiert werden. Der überwiegende Teil der unkonventionellen Gasvorkommen in NRW liegt nach dem jetzigen Kenntnisstand als Kohleflözgas vor.

Es bleibt festzuhalten, dass in der Studie NRW „Kernaussagen“ getroffen werden, die einerseits sehr dezidiert sind (z. B. Zahl und Flächeninanspruchnahme der Bohrplätze), andererseits aber nach den späteren Darlegungen in Kap. 3.6 der Studie NRW auf einer sehr lückenhaften Datengrundlage basieren. Insbesondere in Bezug auf die technische Ausgestaltung der Bohrungen, Art, Anzahl und Standorte der geplanten Bohrplätze sowie tatsächliche Zielteufen können deshalb derzeit keine belastbaren Aussagen getroffen werden.

Geologie

In der Studie werden zutreffend Wissensdefizite beschrieben, die sowohl bezüglich der geologischen wie auch der technischen Parameter im Hinblick auf eine konkrete Erschließung der unkonventionellen Vorkommen von Erdgas in NRW bestehen. Ebenso zutreffend



wird das Erfordernis der Informationsbeschaffung durch Erkundungsmaßnahmen im Falle eines konkreten Vorhabens geschildert. Dies ist auch bei vergleichbaren Maßnahmen im Einzelfall durch den Maßnahmenträger in der für die Entscheidungsfindung notwendigen Belastbarkeit vorzunehmen und gelebte Praxis. Daraus aber die generelle Aussage abzuleiten, dass für alle Geosysteme in NRW grundlegende Informations- und Wissensdefizite zu den Durchlässigkeiten und Potenzialverhältnissen im tieferen Untergrund, teilweise auch zum Aufbau und zu den Eigenschaften potenzieller geologischer Barrieren sowie zur Lage und hydraulischen Funktion von geologischen Störungen bestehen, entspricht nicht den Erkenntnissen, wie sie bei den Staatlichen Geologischen Diensten und der BGR vorliegen.

Zu Recht wird in der Studie NRW darauf hingewiesen, dass ein elementares Wissensdefizit bezüglich der Mengen und der räumlichen Verteilung tatsächlicher Gasvorkommen in den höffigen Gesteinen besteht. Wie schon eingangs erwähnt, steht die Exploration auf Kohleflöz- und Schiefergas in Deutschland noch ganz am Anfang und kann nur bei schrittweiser Fortführung belastbare Daten zur Beurteilung der auch im Auftrag zur Studie angesprochenen Fragen liefern. Da die Gewinnung von Erdgas, wie jede Rohstoffgewinnung, streng standortgebunden ist, kann eine detaillierte Planung der Fördertechnik und damit auch der notwendigen Tagesanlagen erst nach Vorliegen der Explorationsergebnisse erfolgen. Damit existiert ein Widerspruch zwischen der Feststellung dieser Defizite einerseits und der Formulierung der dezidierten „Kernaussagen“ in Kap. 3 der Studie NRW andererseits.

Die Aussage der Autoren der Studie, dass belastbare statistische Daten zu Bohrungen in unkonventionellen Lagerstätten derzeit nicht frei verfügbar sind, trifft so nicht zu, da – wie schon erwähnt – sämtliche Steinkohleexplorationsbohrungen als Bohrungen in die Kohleflözgas-Lagerstätte zu betrachten sind und entsprechende Daten den Staatlichen Stellen vorliegen.

Die Abgrenzung der „Geosysteme“, die mit Blick auf die mögliche Gewinnung der unter-

schiedlichen unkonventionellen Gasvorkommen definiert werden, ist nicht nachvollziehbar. Bspw. wird im Geosystem „Münsterland“ nicht nur die Gewinnung von Kohleflözgas angestrebt, sondern auch die von Schiefergas (Felder Falke, Falke South, Adler) aus Schichten unterhalb des flözführenden Oberkarbons. Im Geosystem Niederrhein bleibt unklar, welche Zielhorizonte für eine Aufsuchung angenommen werden. Grundsätzlich ist eine Betrachtung der großräumig definierten Geosysteme nicht zielführend, um eine Einzelfallbezogene Risikobewertung vornehmen zu können.

Die Darstellung der geologischen Verhältnisse der definierten Geosysteme entspricht nicht den Erkenntnissen, wie sie bei den Staatlichen Geologischen Diensten oder der BGR vorliegen. So werden bspw. im Münsterland wichtige Barrieregesteine wie die tonige Fazies des „Essener Grünsandes“ nicht oder nur marginal erwähnt, der in großen Teilen des Ruhrgebietes und des westlichen Münsterlandes größte Bedeutung für den Schutz der Grundwasservorkommen oberhalb der Steinkohlenbergbauzone besitzt (Michel et al. 1998). Ebenso wenig werden die Bottroper Mergel und die Gesteine des Campan im zentralen Münsterland erwähnt.

Die Beschreibung der geologischen Verhältnisse im Bereich des Geosystems „Linker Niederrhein“ ist unübersichtlich und spiegelt nur ansatzweise die geologische Struktur des Gebietes wider, wie sie dem Geologischen Dienst bekannt ist. Bspw. wird im Aachener Revier („Südlicher Niederrhein“) das Oberkarbon nicht von Schichten der Oberkreide überdeckt (S. 5.46). Auch wird weder die Trennung von nördlichem und südlichem Niederrhein durch die Krefelder Aufwölbung deutlich, noch die Schollengliederung der Niederrheinischen Bucht, die auch von zentraler Bedeutung für das Verständnis der hydrogeologischen Systeme ist.

Hydrogeologie

Die hier aufgezeigten Informations- und Wissensdefizite im Bereich hydrogeologischer Systeme/Geosysteme können mit Bezug auf natürliche Methan-Ausgasungen im Münsterland weitgehend bestätigt werden. Insofern ist



die Forderung nach einer „Nullmessung“ verschiedener Parameter im oberflächennahen Grundwasser noch vor Einsetzen einer Explorationstätigkeit und ein anschließendes Monitoring während der Exploration nachvollziehbar und wird unterstützt.

Es sollte geprüft werden, inwieweit die beschriebenen Defizite von Detailkenntnissen über Permeabilitäten der einzelnen Gesteine oder Störungssysteme für die anstehenden Fragen im Zusammenhang mit Fracking relevant sind – nach den Aussagen der Autoren der Studie selbst und auch nach der neueren Literatur, wie auch der Risikostudie-Fracking, sind viele der hypothetisch beschriebenen Wirkpfade auf Grund der vorliegenden Beobachtungen und Indizien als eher unwahrscheinlich einzuschätzen.

Im Zusammenhang mit dem Geosystem Bergbauzone wird eine Diskussion vermisst, dass dort trotz erheblicher bergbauinduzierter Bodensenkungen (z. T. > 20m!) die Barrierefunktion der einzelnen Grundwasser-Geringleiter im Wesentlichen erhalten blieb und nach wie vor eine umfangreiche Trink- und Mineralwassergewinnung aus verschiedenen GW-Stockwerken im gesamten Ruhrgebiet erlaubt. Es sollte dargestellt werden, dass sich der untertägige Steinkohlenabbau im Gebiet nördlich von Marl nicht negativ auf die Wasserführung oder Nutzung der Halterner Sande ausgewirkt hat. Trotz der mit der Bergbausubsidenz einhergehenden Bodenbewegungen und des Vorhandenseins durchgängiger Störungssysteme sind die Barrieremechanismen offenbar stabil.

Abgesehen von Ungenauigkeiten bei den regionalen Darstellungen, ist die Bewertung des „Gefährdungspotenzials“ der Frac-Fluid-Komponenten für den Fall einer Migration in Grundwasservorkommen hinein dahingehend kritisch zu sehen, dass hierbei die natürlich auftretende Verdünnung der Stoffe während der Migration nicht berücksichtigt wird. Dieser Aspekt ist jedoch bspw. bei einem Austritt von Frac-Fluid im Falle einer Bohrungshavarie im Bereich eines tiefen salinaren Grundwasservorkommens, wie bspw. im Münsterland von Bedeutung.

Frac-Technologie/Bohrungen

Da bislang keine Kenntnisse über die detaillierten Lagerstättenverhältnisse und damit über die möglicherweise einzusetzende Technik vorliegen, sind eine Quantifizierung der Anzahl der benötigten Fracs nicht realistisch und Aussagen, die daraus abgeleitet werden, nicht belastbar. Eine Übertragung von Daten anderer Lagerstätten (z. B. in den USA) mit anderen Gesteinen, Tiefenlagen, Druckverhältnissen, rechtlichen Grundlagen etc. ist nicht sachgerecht. Auf die Möglichkeit, dass bei der Kohleflözgas-Erkundung und -Gewinnung kein Frac-Verfahren zum Einsatz kommt, wird in der Studie NRW nicht eingegangen.

Zur Bewertung der Risiken beim Bohrvorgang (ohne Frac-Prozess) auch in dicht besiedelten oder ökologisch sensiblen Räumen liegen bei den zuständigen Behörden umfangreiche Erfahrungen vor. Es sollte insbesondere auf die Erfahrungen zurückgegriffen werden, die durch das Abteufen von > 1.000 Bohrungen im Bereich der Steinkohlenexploration (und damit in der Kohleflözgas-Lagerstätte in NRW) gemacht wurden.

Störungen

Bezüglich der geomechanischen Vorgänge bei der Entspannung von gasführenden Kohleflözen durch Bohrungen liegen umfangreiche Erfahrungen aus dem Steinkohlebergbau vor (Entgasungsbohrungen), die hier zumindest ansatzweise diskutiert werden sollten.

Die Beschreibung der Störungstektonik im Münsterland erfolgt stark vereinfachend und wird den komplexen strukturgeologischen Verhältnissen in dieser Region nicht gerecht. Insbesondere der zeitliche Aspekt der mehrphasigen Störungsgenese wird nicht ausreichend berücksichtigt, obwohl er wesentlich für die Beurteilung der vertikalen Erstreckung der Störungen ist. Viele Störungssysteme sind auch über längere Erstreckung dem Geologischen Dienst gut bekannt, in einigen Gebieten fehlen jedoch auch entsprechende Informationen. Die Studie enthält einige widersprüchliche Formulierungen: So sollen die einengenden Störungen im Variscikum einmal „südfallend“ sein, zum anderen aber eine „ungefähr gleiche Anzahl von nord- und südfallenden Aufschiebungen“ auftreten (S. 5.20). Insgesamt



samt ist festzuhalten, dass die Störungssysteme in NRW z. T. besser bekannt sind, als in der Studie angegeben (z.B. Drozdowski & Wrede 1994; Wrede 2010).

Fazit

Die Studie NRW lässt eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen geowissenschaftlichen Sachverhalte vermissen. Zahlreiche Annahmen sind zu pauschal und werden der Komplexität des Sachverhalts nicht gerecht. Vorhandene Erfahrungen und Kenntnisse werden einerseits nicht genutzt. Andererseits werden Wissensdefizite durch hypothetische Annahmen ersetzt und daraus weitreichende Beurteilungen vorgenommen, die anschließend in Empfehlungen umgesetzt werden.

Aus den geschilderten Unsicherheiten die generelle Aussage abzuleiten, dass für alle Geosysteme in NRW grundlegende Informations- und Wissensdefizite bestehen, entspricht nicht den tatsächlichen Erkenntnissen, wie sie den Staatlichen Geologischen Diensten und der BGR vorliegen.

Vor dem Hintergrund dieser Einschränkungen sind die im Gutachten daraus abgeleiteten geowissenschaftlichen Empfehlungen, die in Kap. 3 dieser Stellungnahme beleuchtet werden, nicht in allen Belangen gerechtfertigt.

2.3 Risikostudie-Fracking

Grundsätzliches

Die Risikostudie-Fracking beschränkt sich auf eine an die Realität angelehnte theoretische Betrachtung zu Risiken im Geologischen System, die im Kern auf Analogien zu konkreten Standorten und Gesteinsschichten, vorrangig aus dem Norddeutschen Becken, aufbaut. Dies betrifft insbesondere die hydraulischen Eigenschaften des überlagernden Lagerstätten-Deckgebirges der betrachteten potenziellen Gas-Produktionsgebiete in NRW und Niedersachsen. Behandelt werden beispielhaft das Gebiet Cloppenburg (Tight Gas), südwestliches Niedersachsen (Schiefergas) und Münsterländer Becken (Kohleflözgas).

Der Titel der Studie „Abschätzung von Fracking-Maßnahmen auf das oberflächennahe Grundwasser“ spiegelt nicht das im eigentlichen Fokus der Studie stehende Thema: „Frac-Behandlungen in unkonventionellen Lagerstätten“ wider. Es fehlt bspw. eine kritische Abgrenzung von „Frac-Behandlungen in Tight Gas-Lagerstätten“ zu „Frac-Behandlungen in Schiefergas-Lagerstätten“ vor dem Hintergrund einschlägiger Erfahrungen, unterschiedlicher Teufen, „was ist bekannt, was ist Neuland“. Die Diskussion über diese Unterschiede (u.a. Teufe, Frac-Volumina, Trägerhorizont, Barrieren) bei Frac-Behandlungen in konventionellen bzw. Tight Gas-Lagerstätten im Unterschied zu Schiefergas-Lagerstätten wird als notwendig und sachgerecht betrachtet. Umgekehrt nehmen die Betrachtungen von vermuteten Kohleflözgasvorkommen einen breiten Raum ein, obwohl bislang der Einsatz der Frac-Technik bei diesem Lagerstättentyp noch offen ist.

Geologie

Die Darstellung der geologischen Verhältnisse an den Beispielstandorten entspricht insgesamt der, wie sie für eine standortspezifische Einzelfallbeurteilung in Hinblick auf die geologische Prüfung bei einer Frac-Maßnahme erwartet werden kann. Einschränkend muss jedoch angemerkt werden, dass die Studie zwar anhand von geologischen Schnitten verdeutlicht, wie komplex die geologischen Verhältnisse in den Teilgebieten sind, in vielen Punkten bleiben die daraufhin getroffenen Annahmen an den Typstandorten jedoch im Unklaren. So ist beispielsweise nicht nachvollziehbar, aus welchen Quellen die angegebenen Schichtfolgen der einzelnen Typstandorte abgeleitet wurden. Die in den geologischen Profilen dargestellten Strukturen lassen sich nicht allein aus den angegebenen Quellen ableiten.

Hydrogeologie

Bei den Standortmodellen werden Darstellungen von Grundwasserleitern und -stauern, deren Teufenlage und Lithologie nachvollziehbar gut dargestellt. Auch werden die notwen-



dige Quantifizierung und Bedeutung hydraulischer Parameter für die Wirksamkeit der Barrieren über dem Frac-Horizont zutreffend fachlich thematisiert. Jedoch ist die Wahl der Parameter nicht durchgängig nachvollziehbar geologisch begründet. So werden bei der Diskussion der Durchlässigkeit von Störungen strukturenologische Aspekte wie z. B. Dehnungsstrukturen gänzlich außer Acht gelassen. In Ermangelung von hydrogeologischen Parametern an den ausgewählten Typstandorten wurden Daten aus der Literatur möglichst vergleichbar für die hydrogeologische Charakterisierung herangezogen. Dennoch war es nicht möglich, zu allen angegebenen hydraulisch wirksamen Schichten vertikale und horizontale Durchlässigkeitsbeiwerte sowie Porositätswerte aus Literaturquellen abzuleiten. Für die Angaben zur Gebirgsanisotropie, d.h. dem Quotienten aus vertikaler zu horizontaler Gebirgsdurchlässigkeit, konnten durchgängig keine Quellenangaben genannt werden. Die angegebenen Anisotropiefaktoren in den einzelnen geologischen Schichten variieren zudem über vier Größenordnungen. Eine kritische Diskussion zur Auswahl dieser hydrogeologischen Parameter hätte die fachliche Einordnung vereinfacht und nachvollziehbarer gestaltet.

Die Umsetzung des hydrogeologischen Konzeptmodells der ausgewählten Typlokalitäten in ein numerisches Modell wirft an mehreren Stellen Fragen auf. Beispielhaft seien hier nur die Themen „Gas-Migration“ und „geologische Störungen“ genannt:

Gas-Migration

Die Methanfreisetzung ist ein wesentlicher Faktor für die Modellierung, da sie die Eingangsfunktion für den Transport des Methans ist. Sie wurde in der Modellierung nicht berücksichtigt, sondern analog aus Daten abgeschätzt, die am Standort Haynesville (USA) erhoben wurden. Dies schränkt die Aussagekraft der Ergebnisse deutlich ein. So wurden in diesem Szenario die ausgasenden Restgas-mengen nach Beendigung der Förderung als konstant über einen Zeitraum von 7 Jahren angesetzt. Dies führt zu einer massiven bis unrealistischen Überschätzung der Freisetzungsraten, ist jedoch im Sinne des prokla-

mierten konservativen Ansatzes akzeptabel, wenn dieser Umstand auch bei den nachfolgenden Betrachtungen (z. B. Klimabilanz) entsprechend gewürdigt werden würde.

Die Folge dieses Ansatzes sind jedoch z.T. sehr hohe Methanausgasungen an der Erdoberfläche. Dies wurde in einigen Simulationen durch eine Verringerung der Durchlässigkeit der Störungszone verhindert, was im Widerspruch zum Vorgehen in anderen Szenarien steht. Um eine Vergleichbarkeit des Vorgehens in allen Szenarien zu gewährleisten, hätte statt der o.g. Festlegung der Gasfreisetzung z. B. mit einer Koppelung von Modellen gearbeitet werden können, um die Gasfreisetzung ebenfalls zu simulieren.

Beim Szenario für einen Methanaufstieg als Funktion von Restgassättigung und Störungspermeabilität erscheinen Werte für die „Residual Gas Saturation“ (gemeint ist vermutlich die kritische Gassättigung, ab der ein „Fließen“ von Gas beginnt) mit 1 % deutlich zu niedrig. Die Simulation erscheint hier in keiner Weise aussagekräftig, da die Realität nicht hinreichend gut modelliert werden kann. Demzufolge wird auch in der Studie selbst die Modellierung des Methanaufstiegs als sehr theoretisch und damit für die Praxis zu Recht als wenig brauchbar angesehen.

Bei der Betrachtung des langzeitigen Migrationsprozesses wurde offensichtlich der Einfluss der Gasexpansion vernachlässigt. Dies hätte jedoch massiven Einfluss auf die Aufstiegs- und Verdrängungswirkung von Gas.

Störungen

Bei der hydraulischen Bewertung von Störungszonen ist nicht immer erkennbar, ob eine konservative Herangehensweise gewählt wurde. Für eine konservative Annahme wäre die Durchlässigkeit einer Störungszone deutlich höher anzusetzen als die des umgebenden Gesteins. Dies wurde jedoch nicht an allen Typstandorten umgesetzt. Je nach strukturenologischer Situation können Störungen hinsichtlich ihrer hydraulischen Funktion (Durchlässigkeit) als Barriere, neutral oder als Conduite („Röhre“) fungieren. Im letzteren Fall kann die Fließgeschwindigkeit mehrere Größenordnungen über denen im umgebenden Gestein liegen.



Die für die Modellierung verwendete Software DuMux wurde für poröse Medien entwickelt. Diskrete 1D- oder 2D-Strukturen, mit denen die charakteristischen hydraulischen Eigenschaften von z. B. Klüften und geologischen Störungen in einem numerischen Modell simuliert werden könnten, stehen in der Software DuMux nicht zur Verfügung. Grundsätzlich kann die Grundwasserbewegung in Störungssystemen auch ohne diskrete 1D- oder 2D-Elemente über eine entsprechende Variation der Modellparameter abgebildet werden. Um mit einem solchen Ansatz jedoch hohe Fließgeschwindigkeiten in Störungen realistisch simulieren zu können, muss die effektive Porosität in Abhängigkeit von der Elementgröße häufig unrealistisch klein gewählt werden und hat damit direkte Auswirkungen auf den simulierten Stofftransport. Diese Problematik sowie ihre praktische Umsetzung werden in den vorgestellten Modellen weder dokumentiert noch diskutiert, so dass eine abschließende Bewertung der vorgenommenen Modellierung und der damit verbundenen Prognosen nicht möglich ist.

Die Autoren der Studie gehen abschließend zu Recht davon aus, dass mit den vorliegenden Daten die Störungszonen hinsichtlich ihrer hydraulischen Eigenschaften nicht hinreichend genau charakterisiert werden können.

Frac-Technologie

Die Betrachtungen zur Frac-Ausbreitung beruhen wesentlich auf der Arbeit von Fisher und Warpinski (2012) aus den USA: „Hydraulic-Fracture-Height Growth - Real Data“. Von dort wurde für die Studie und darin enthaltenen Modellierungen das Maximum-Szenario von 500 m Vertikalausbreitung für einen vertikalen Frac ins Deckgebirge abgeleitet. Die Frac-Behandlung an der Bohrung „Damme 3“ der ExxonMobil Production Deutschland GmbH (EMPG) als bis dato einzige in Deutschland durchgeführte Frac-Behandlung in einer potenziellen Schiefergas-Lagerstätte, die mit einer Vielzahl an Untersuchungen, Modellierungen und Monitoring begleitet wurde, bleibt in den Betrachtungen nahezu unberücksichtigt, obwohl man gerade hier mit Bezug zu Dimensionen einer Frac-Behandlung einen „Benchmark“ für die durchgeführten Modell-

rechnungen hat. So wurden die umfangreichen Monitoring-Ergebnisse der Schiefergas-Frac-Behandlung in der Bohrung „Damme 3“ nur in Teilen verwendet und teilweise ungenau wiedergegeben. Auch weitergehende Daten der Erdgas-Erdölindustrie wurden nicht umfassend ausgewertet.

Die Aussage in der Studie, dass die geomechanischen Prozesse in Ton- und Mergelsteinen hinsichtlich Frac-Ausbreitung nicht annähernd so gut erforscht sind wie z. B. für deutlich sprödere Gesteine (in Tight Gas-Lagerstätten/Fracs), trifft zwar zu, wird aber am Beispiel „Damme 3“ im Sinne einer nun passenden Gelegenheit nicht weiter verfolgt. Zudem wäre ein Vergleich der Frac-Volumina und Frac-Höhe von Damme 3 mit den Ergebnissen aus den USA im Hinblick auf erwartete Frac-Auslegungen und die o. g. max. Frac-Höhe sinnvoll gewesen.

Aufgrund der Komplexität des gebirgsmechanischen Vorganges und der Vielzahl der Einflussparameter haben sich die Autoren nach eigenen Angaben dafür entschieden, das Resultat der Frac-Ausbreitung als gegeben anzunehmen und lediglich für die Zeitdauer des Frac-Vorganges (~ Stunden) eine Bewertung für das konservative Aufstiegsszenario vorzunehmen. Eine sinnvolle Alternative hierzu wäre gewesen, den Frac-Prozess an der Bohrung „Damme 3“ mit den bekannten Parametern „nachzurechnen“, mit dem für die theoretische Modellbetrachtung am Typstandort „Damme 3“ verwendeten Parametern zu vergleichen und somit die Modellierung ansatzweise zu validieren.

Fazit

Insgesamt stellen sich die Ergebnisse der Studie nicht unplausibel dar, ihre Herleitung und ihr Bezug zu den in der Praxis an konkreten Standorten zu erwartenden geologischen Gegebenheiten sind jedoch unklar bzw. nicht belegt. Eine intensivere Diskussion der getätigten Annahmen und ihrer Beziehung zu geologischen Beobachtungen, insbesondere eine „Nachmodellierung“ der Frac-Ergebnisse in der Bohrung „Damme 3“, hätte die Aussagekraft der Arbeit deutlich erhöht.

Wegen fehlender bohrlochspezifischer Daten und Betriebserfahrungen für Frac-Behand-



lungen in Schiefergaslagerstätten in Deutschland konnte die Studie nur sehr theoretisch und mit einigen zuvor beschriebenen „Systemschwächen“ durchgeführt werden. Insgesamt wurden dabei aber weitgehend plausible theoretische Szenarien verwendet, die richtigen Unsicherheitsfaktoren für die Modellierung identifiziert und aus der konservativen Betrachtung die zutreffenden Schlüsse gezogen.

3. Beurteilung der geowissenschaftlichen Empfehlungen in den drei Studien

Allen drei Studien sind Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise und Anforderungen an Frac-Maßnahmen zu entnehmen, die sich inhaltlich überschneiden oder ergänzen. Nachfolgend werden sie deshalb zusammenfassend behandelt. Im Rahmen der Empfehlungen werden mehrfach sehr pauschale und unabhängig von der jeweiligen Systemanalyse identisch formulierte Anregungen gegeben, ohne dass im Einzelnen erkennbar wird, welche Aussage von den vorgeschlagenen Untersuchungen und Modellierungen in Hinblick auf die angesprochene Problematik erwartet wird.

Die in allen drei Studien empfohlene schrittweise Herangehensweise ist grundsätzlich sinnvoll. Mit dem Betriebsplanverfahren im BBergG existiert dementsprechend ein Rechtsinstrument, das ein solches Vorgehen gut abbilden kann. Die Empfehlung im UBA-Gutachten in Kap. D6.13, die sich sinngemäß jedoch auch in den anderen Studien herauslesen lässt, „Nach einem Stufenprinzip (step by step) sollten wasserrechtliche Zulassungen für die anstehenden Frackingvorhaben zunächst für vergleichsweise schonende Vorhaben in vergleichsweise unempfindlichen Gebieten erteilt und zunächst mit vergleichsweise hohen Anforderungen an Voruntersuchung, technische Auslegung und laufende Überwachung verbunden werden, solange die Besorgnis nachteiliger Grundwasserveränderungen bei anderen Vorhaben oder in anderen Gebieten nicht ausgeräumt werden kann“ (S. D16) ist sachgerecht und findet die Unterstützung der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR.

Die sehr weitreichende Empfehlung der Autoren der Studie NRW (Kap. 13, S.9)

„der Erkundung und Gewinnung unkonventioneller Erdgas-Lagerstätten mit Fracking in NRW solange nicht zuzustimmen, bis bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Hierzu gehört insbesondere die Erfüllung folgender Entscheidungskriterien:

- *die eindeutige und nachvollziehbare Verminderung des Gefährdungspotenzials der Frack-Additive;*
- *die Klärung der großräumigen und standortspezifischen geologischen, hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnisse als Beurteilungsgrundlage für die Relevanz der geologischen Wirkungspfade (inkl. numerische Grundwassermodelle);*
- *belastbare Daten zur Beurteilung der Relevanz der potenziellen technischen Wirkungspfade;*
- *die abfallwirtschaftlich, abfallrechtlich, wasserwirtschaftlich und wasserrechtlich einwandfreie Lösung der Entsorgungsproblematik des Flowback;*
- *Konkretisierung und verbindliche Festlegung von Bewertungs- und Genehmigungskriterien für Fracking-Vorhaben inkl. der zugehörigen Überwachung (Monitoring).“*

ist jedoch vor dem Hintergrund der zuvor in dieser Stellungnahme geäußerten Einschränkungen in dieser umfänglichen und pauschalierenden Form nicht gerechtfertigt, sondern sollte differenzierter betrachtet werden.

Die für eine Risikobewertung, ein Monitoring oder eine Beweissicherung notwendige Erhebung von Basisdaten sollte, wie in der Studie NRW zu Recht beschrieben, nicht pauschal für einen großen Raum, sondern immer einzelfallbezogen für eine ganz konkrete Bohrlokation erfolgen. Dabei sind die eingesetzten Methoden zur Datenerhebung bspw. für Monitoring und Beweissicherung hinsichtlich der Zuverlässigkeit für die anvisierte Beurteilung und hinsichtlich der Kosten/Nutzen-Relation zu bewerten.

Zahlreiche der erhobenen Empfehlungen sind bereits gängige Praxis. Für Niedersachsen bspw., wo bisher die größte Erfahrung bei der Genehmigung und Durchführung von Frac-Behandlungen innerhalb Deutschlands existiert,



tiert, spiegeln sich diese in der kürzlich vom LBEG veröffentlichten Rundverfügung „*Mindestanforderungen an Betriebspläne, Prüfkriterien und Genehmigungsablauf für hydraulische Bohrlochbehandlungen in Erdöl- und Erdgaslagerstätten in Niedersachsen*“, Stand 29.10.2012 (www.lbeg.niedersachsen.de), wider, wo auch die Anforderungen an die geowissenschaftlichen Untersuchungen und Beurteilung konkretisiert werden.

Daran wird deutlich, dass der von den Autoren formulierte Handlungsbedarf für die Akteure vor Ort nicht neu ist.

Zu den in der Empfehlung D2.2 des UBA-Gutachtens geäußerten Forderungen nach einer Auswertung der vorhandenen bisher nicht ausgewerteten Daten ist entgegenzuhalten, dass entsprechende Bohrkataster und Informationsquellen in den betreffenden, zuständigen Geologischen Diensten bzw. Bergbehörden bereits vorhanden sind und im Falle konkreter Vorhaben herangezogen werden können. Hinsichtlich der Erkundung von potenziellen unkonventionellen Erdgasvorkommen sind Daten von Altbohrungen und Disposalbohrungen dagegen nur begrenzt aussagefähig, da die relevanten Schichten zwar aufgeschlossen, aber meist nicht auf diese Fragestellung hin gezielt untersucht worden sind. Die Erhebung neuer auf die Fragestellung ausgerichteter Daten ist Aufgabe potentieller Antragsteller und insgesamt auch mit Blick auf Vorhaben aus der Vergangenheit unstrittig.

Die Autoren des UBA-Gutachtens empfehlen in Kap. D2.4, sinngemäß aber auch die beiden anderen Studien, dass übertägige und untertägige Aktivitäten zur Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten für Erkundungs- und Gewinnungsbetriebe, in denen die Frac-Technologie eingesetzt werden soll, in Wasserschutzgebieten (Zonen I bis III), Wassergewinnungsgebieten der öffentlichen Trinkwasserversorgung (ohne ausgewiesenes Wasserschutzgebiet), in Heilquellenschutzgebieten sowie im Bereich von Mineralwassertvorkommen nicht zuzulassen und die genannten Gebiete für diese Zwecke auszuschließen sind. Eine Öffnungsklausel wird bei verbesserter Datenlage gesehen. In Gebieten mit – in Hinblick auf potenzielle Umweltauswirkungen

– ungünstigen geologisch-hydrogeologischen Verhältnissen (Grundwasserpotenziale und Wegsamkeiten) empfehlen die Autoren, dass von einer Erkundung und Gewinnung unkonventioneller Erdgas-Vorkommen (mittels Tiefenbohrungen und Fracking) abgesehen werden sollte.

Die Empfehlung der Autoren des UBA-Gutachtens, die Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten mittels Frac-Technologie in den o. g. Wasserschutzgebieten nicht zuzulassen, erscheint gerechtfertigt, könnte jedoch dahingehend missverstanden werden, dass ein Vorrang des Schutzgutes Grundwasser sich auf diese Gebiete beschränkt. Dem ist zu entgegen, dass eine Beeinträchtigung der nutzbaren Grundwasserressourcen durch Frac-Vorhaben nicht nur in derzeitigen Gewinnungsgebieten sondern flächendeckend ausgeschlossen werden muss.

Weiterhin berücksichtigt die Empfehlung nicht, dass die Ausweisung von Wasserschutzgebieten im Wesentlichen auf den Schutz vor Stoffeinträgen von der Erdoberfläche über das Sickerwasser oder durch direkte Eingriffe in den genutzten Grundwasserleiter abzielt. Die Dimensionierung und Bemessung der Schutzgebiete ist auf die in den Studien diskutierten Risiken durch potenzielle Einträge über Wegsamkeiten (Störungen, fehlende Barrieren) aus dem tieferen Untergrund wenn überhaupt sehr grob, aber meist nicht ausgerichtet. Insofern greift die Schutzwirkung nur im Hinblick auf die Risiken, die sich aus den übertägigen Handlungen und Anlagen, auf den Bohrvorgang sowie auf Leckagen im Bohrstrang selbst ergeben.

Bezüglich dieser Risiken besteht jedoch kein zusätzlicher Regelungsbedarf, da die jeweiligen Schutzgebietsverordnungen weitreichende Handlungseinschränkungen bezüglich der Errichtung von Anlagen und technischer Infrastruktur sowie zur Lagerung von Stoffen enthalten und bspw. Bohrungen in den Zonen I und II von Wasserschutzgebieten (gem. DVGW-RL W 101) schon jetzt grundsätzlich verbieten. In der Schutzzone III von Wasserschutzgebieten stehen Bohrungen i. d. R. unter Genehmigungsvorbehalt der Wasserbehörden. Ausnahmen bedürfen einer fachlichen



Beurteilung, die für die geowissenschaftlichen Belange in der Regel durch die Staatlichen Geologischen Dienste der Bundesländer vorgenommen werden. Für diese Gebiete besteht daher bereits jetzt eine besondere rechtliche Prüfschwelle. Sinngemäß trifft dies auch auf rechtskräftig festgesetzte Heilquellenschutzgebiete zu.

Ungeachtet dessen besteht im Rahmen der bergbehördlichen Verfahren sowohl für die übrigen Wassergewinnungsgebiete der öffentlichen Trinkwasserversorgung (ohne ausgewiesenes Wasserschutzgebiet oder vorläufige Sicherstellung) sowie für die Mineralwasservorkommen und für sonstige Grundwasservorkommen ein Prüfprozess, ob negative Beeinträchtigungen durch die Maßnahme zu besorgen sind, der u. a. durch die regelmäßige Beteiligung der Wasserbehörden und der Staatlichen Geologischen Dienste am Verfahren wahrgenommen wird. Damit kann jeweils eine auf den Einzelfall abgestimmte und den jeweiligen Umweltaspekten Rechnung tragende Entscheidung getroffen werden.

Mit Blick auf die Forderung im UBA-Gutachten zum Grundwasserschutz: *„Weiteres Defizit der geltenden Schutzgebietsregelungen sind ... fehlende Regelungen zum Umgebungsschutz“* (S. C85), die sich aus der Argumentation *„Wenn Risiken für das Grundwasser infolge eines Fracking innerhalb des Wasserschutzgebietes in mehreren tausend Meter Tiefe nicht ausgeschlossen werden können, liegt es vielmehr geradezu nahe, den Trinkwasserschutz nicht nur innerhalb des Wasserschutzgebietes bis in solche Tiefen, sondern in das relevante Umfeld in alle Richtungen, also auch jenseits der räumlichen Grenzen des Schutzgebietes auszudehnen.“* (S. C85) ergeben soll, soll vermutlich dem oben geschilderten Sachverhalt Rechnung getragen werden, dass Wasserschutzgebiete nicht im Hinblick auf potenzielle Risiken aus dem tieferen Untergrund (z.B. aufsteigende Wässer entlang von Störungszonen) dimensioniert sind. Der Vorschlag, daher Wasserschutzgebiete generell mit einer zusätzlichen umgebenden „Pufferzone“ auszustatten, ist jedoch nicht zielführend. Vielmehr sollte zur Sicherstellung des Grundwasserschutzes die Anwendung der Frac-Technologie bspw. in Risikogebieten mit durchgängigen

Transportwegen und gleichzeitig aufwärtsgerichteten Druckpotenzialen ausgeschlossen werden.

Intention bei der Ausweisung von Schutzgebieten ist der besondere Schutz des Grundwassers im Einzugsgebiet von Wassergewinnungsanlagen. Schutzgebiete sollen nach DVGW-RL W 101 das gesamte ober- und unterirdische Einzugsgebiet eines bestehenden geohydraulischen Fließsystems umfassen. Die sog. Weitere (Äußere) Schutzzone deckt in der Regel das Einzugsgebiet der Wasserfassungen ab, d.h. sie erfasst sämtliches Grundwasser, das durch Niederschlag und Sickerwasserpassage (Grundwasserneubildung) der Wasserfassung zufließt. Kommt es zu einer Grundwasserkontamination außerhalb des Schutzgebietes, ist die Grundwassergewinnung demzufolge nicht betroffen. So gesehen ist die Argumentation aus dem UBA-Gutachten nur für die Ausnahmefälle nachvollziehbar, wo das rechtskräftig festgesetzte Schutzgebiet nicht vollumfänglich mit dem hydrogeologisch abgegrenzten Einzugsgebiet übereinstimmt. Im Kern geht es bei der Beurteilung einer möglichen Frac-Maßnahme jedoch darum, ob zu besorgen ist, dass durch die Frac-Maßnahme das vorhandene Fließregime negativ beeinflusst bzw. verändert wird.

Die verschiedentlich geforderte Erstellung konzeptioneller hydrogeologischer Modelle unter Zuhilfenahme des Expertenwissens lokaler, zuständiger Behörden und/oder regional oder überregional tätiger Ingenieurbüros wird klar unterstützt und als notwendig erachtet. Allerdings ist die Empfehlung in sich auch widersprüchlich: Wie im UBA-Gutachten richtig angemerkt, basieren konzeptionelle Modelle auf Arbeitshypothesen und werden kontinuierlich durch das Hinzukommen von gemessenen Daten weiterentwickelt, das allerdings erst im Verlauf der weiteren Arbeiten. Eine Risikoanalyse, die zunächst nur aus anfänglichen Arbeitshypothesen abgeleitet wird, kann nicht die Zuverlässigkeit erreichen, die mit dem Begriff ‚belastbar‘ assoziiert wird. Zudem handelt es sich vielmehr um eine Gefahrenanalyse, der später eine Risikoanalyse (u.a. Eintrittswahrscheinlichkeit, Konsequenzen bei Ereigniseintritt u.a. für die Bevölkerung usw.) folgen würde.



In diesem Zusammenhang ist vorstellbar, dass bei einer ausreichenden Datenlage ein für die Fragestellung belastbares hydrogeologisches Konzeptmodell erstellt werden kann und es damit bereits eine ausreichende Grundlage für die fachliche Beurteilung darstellt.

Zu den in den drei Studien in etwas unterschiedlicher Tiefe geforderten numerischen Modellierungen ist festzuhalten, dass insgesamt dadurch der Eindruck erweckt wird, dass die aufgeworfenen Fragen umfänglich und gleichermaßen belastbar durch derartige numerische Modelle beantwortet werden können. Dabei bleibt unberücksichtigt, dass für die Fließvorgänge von Gasen und Flüssigkeiten in tiefliegenden Schichten die gängigen Vorstellungen und Verfahren zur numerischen Grundwassermodellierung auf der Grundlage linearer Fließgesetze häufig ungeeignet sind. Die Aussagekraft von Modellen und Simulationen wird an ihrer Fähigkeit gemessen, relevante Beobachtungen der Geosysteme (Messungen und Beobachtungen) zu reproduzieren. Die von den Autoren des Gutachtens geforderte Aussageschärfe erfordert eine Datengrundlage an Messungen und Beobachtungen, die aktuell nicht vorhanden ist und auch realistischweise nicht erhoben werden kann. Die Autoren zeigen selbst keinen Weg zwischen angemessenem Aufwand und erforderlicher Aussageschärfe auf, sondern schränken die Empfehlung lediglich dahingehend ein, dass numerische Grundwassermodellierungen größerer Räume zunächst wegen des zu großen Aufwandes, zwangsläufig unsicherer Ausgangsdaten und zu geringer Aussagemöglichkeiten zurückgestellt werden sollten.

Als Anforderung an numerische Modelle wird zudem formuliert, dass sie dreidimensional, instationär (zeitabhängig) und dichteabhängig (dies ist für die Modellierung von Salzwasserbewegungen erforderlich) sein sollten. In der Praxis könnte dies bereits daran scheitern, dass die für die Kalibrierung eines solchen Modells notwendigen Vergleichsdaten i. d. R. nicht existieren. Darüber hinaus wäre zu ergänzen, dass in den relevanten Tiefen nicht nur dichtegekoppelte, sondern auch thermohaline Strömungen auftreten können, die eine Modellierung zusätzlich erschweren. Eine weitere Hürde im Zusammenhang mit der Realisierung

der Forderung nach einer Strömungsmodellierung im Frac-Horizont ergibt sich daraus, dass dort aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeiten nur in sehr geringem Maße tatsächlich Strömung stattfindet (daher wird hydraulisch stimuliert). Hier stoßen die den numerischen Modellen zugrundeliegenden Gleichungen an den Grenzbereich ihrer Gültigkeit (Stichwort: „Darcy-Gesetz“). Wegen Unsicherheiten in der Bestimmung der zahlreichen Eingangsparameter für dichteabhängige Strömung, Stofftransport und -reaktion verbessert diese Modellierung nur scheinbar ihre Aussageschärfe.

Die geforderten komplexen Modelle stellen gegenüber einer sorgfältigen Gefahrenanalyse potenzieller Ausbreitungspfade im Rahmen von konzeptionellen Modellen keine für die spätere Entscheidungsfindung erfolgversprechende Alternative/Erweiterung dar. Demzufolge ist im Einzelfall abzuwägen, ob für die geplante Maßnahme ein numerisches Modell zwingend erforderlich und gerechtfertigt ist, oder ob aufgrund konzeptioneller Vorstellungen die Gefahren- und darauf aufbauend die Risikoanalyse hinreichend belastbar durchführbar ist, so dass eine Entscheidung über die Maßnahme getroffen werden kann.

Die Empfehlung, dass für die Modellierungen ergänzende Auswertungen und Geländeuntersuchungen erforderlich werden, ist nachvollziehbar, etwaige Maßnahmen sollten aber im konkreten Einzelfall auch unter dem Aspekt Angemessenheit (Aussagekraft vs. Aufwand) geprüft werden.

Die Forderung nach einem Nachweis über das Verhalten und den Verbleib der Stoffe im Untergrund nach einer Frac-Maßnahme, bspw. durch Massenbilanzierungen der eingesetzten Additive mit Angaben über:

- Einsatzmengen der Primärschubstoffe,
- Stoffe und Konzentrationen (nach Mischung mit Wasser) der Primär- und Sekundärschubstoffe im Frac-Fluid,
- den Eintrag und das Verhalten der Primär-/Sekundärschubstoffe nach Injektion in den Untergrund,
- Stoffe und Konzentrationen (nach Mischung mit Formationswasser) der Primär- und Sekundärschubstoffe im Untergrund,



- quantitative Sorptions-, Transformations- und Abbauprozesse im Untergrund,
- den Verbleib der eingesetzten Stoffe im Untergrund,
- das Langzeitverhalten und den Transport der Stoffe im lokalen und regionalen Grundwassersystem,
- Stoffe und Konzentrationen der Primär- und Sekundärsubstanzen im Flowback,
- Stoffe und Frachten im Disposal ggf. bei Versenkung in den Untergrund,
- Stoffe und Frachten ggf. nach technischer Aufbereitung

ist sinnvoll. Jedoch muss bei den Anforderungen an die quantitativen Informationen zu den in der Lagerstätte verbleibenden Stoffen und ihren Umsetzungsprozessen der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit gewahrt bleiben. Dies trifft auch auf die Prognose zum Verhalten der Stoffe im Grundwassersystem zu, sofern keine Beeinträchtigung des Grundwassers zu besorgen ist.

Mit Blick auf die Empfehlungen der Autoren zum „Monitoring“ ist anzumerken, dass ein Monitoring stets auf die jeweiligen Standortgegebenheiten und die geplante Maßnahme hin anzupassen ist. Je nach identifiziertem Wirkungspfad sind z. B. Grundwassermessstellen entsprechend zu platzieren und ggf. ein Referenzzustand als Beweissicherungselement zu ermitteln. Wichtig ist eine Dokumentation des natürlichen Ist-Zustandes aus Gründen der Beweissicherung insbesondere in Gebieten, in denen bereits eine geogene Belastung des Grundwassers vorliegt (z. B. Methan im Münsterland) und um an Hand von möglichen Veränderungen auf evtl. Einflüsse der Gewinnungstätigkeiten schließen zu können.

Zur Platzierung oberflächennaher Messstellen sind Annahmen erforderlich, auf welchem Wege die fraglichen Stoffe in das Grundwasser gelangen könnten. Je nachdem, ob sie über den Bohrplatz oder über schadhafte Verrohrungen ins genutzte Grundwasser gelangen, ist ihr Auftreten an unterschiedlichen Stellen, ggf. in verschiedenen Grundwasserstockwerken, zu überwachen. Der Bau tiefer Grundwassermessstellen zur Erfassung der Beschaffenheit der Formationswässer und der Poten-

ziale erscheint bei den in Rede stehenden Teufen nur für bestimmte Fragestellungen angemessen (z. B. Feststellung evtl. Methan-gehalte im Salinar-Aquifer im Münsterland, tektonisch beanspruchte Regionen). Die Zielhorizonte selbst bieten sich aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit nicht für den Bau von konventionellen Grundwassermessstellen an. Für die Forderung der Erfassung eines Referenzzustandes sollten zunächst die vorhandenen länderspezifischen Überwachungsnetze geprüft und anschließend beurteilt werden, ob für die in Rede stehenden Fragestellungen eine Ausweitung des Messnetzes erforderlich ist.

Mit Blick auf die Empfehlung im Kapitel D2.5 des UBA-Gutachtens, mit der die Autoren u. a. Forschungsaktivitäten zur Entwicklung besserer Prognosetechniken der durch Fracking verursachten Rissweiten und -längen fordern, verweisen wir auf unsere zuvor vorgenommene Einschätzung, dass dort wesentliche Sachverhalte zur Beurteilung dieser Fragestellung nicht korrekt dargestellt bzw. berücksichtigt wurden. Es existieren etablierte Prognosemodelle für die Rissentstehung in Tight Gas-Lagerstätten, deren Übertragbarkeit in Schiefergaslagerstätten zu zeigen wäre, wie auch entsprechende Überwachungsmethoden im Falle einer unsicheren Prognose. Dies gilt gleichermaßen für die Empfehlung D4.5 des UBA-Gutachtens, in der gefordert wird, dass im Fall der hydraulischen Stimulation eine Überwachung der Rissausbreitung mittels geeigneter Monitoringverfahren notwendig ist. Das Monitoring (insbesondere in Form der Druckbeobachtungen) wird bereits praktiziert. Ob ein generelles Monitoring über Geophone und Mikroseismik in benachbarten Bohrungen erforderlich ist, sollte im Einzelfall geprüft werden.

Auf Grund fehlender Betriebserfahrungen für Frac-Behandlungen in Schiefergaslagerstätten in Deutschland (mit Ausnahme in der Bohrung „Damme 3“) sowie einer Vielzahl nur hypothetischer Modellannahmen halten wir nachfolgende Empfehlungen der Autoren für weitergehende Untersuchungen für sachgerecht:

- Quantitative geologische und hydraulische Beschreibung der Barrieren (z. B. Bestimmung der Gebirgspermeabilität),



- Modelle für die Frac-Ausbreitung in Tonsteinen und
- Konzeptionierung, Test und Einsatz eines Frac-Monitorings.

Hierbei handelt es sich um Untersuchungen, die auf den jeweiligen Einzelfall bei der Planung einer konkreten Maßnahme anzupassen sind, aber auch um Themen, die grundsätzlichen und über die eigentliche konkrete Maßnahme hinausgehenden Untersuchungsbedarf anzeigen.

Die Empfehlung in der Risikostudie-Fracking, ausreichend mächtige Barrieren und ausreichend weite Abstände zu durchgängigen Störungen einzuhalten, ist im Sinne einer Minimierung geologischer Risiken sinnvoll. Die Empfehlung eines Mindestabstandes von horizontaler Bohrung mit Frack einerseits und Erdoberfläche andererseits von 1.000 m ist eine pragmatische Größenordnung, die sich jedoch ausschließlich an der Modellierung der „worst case Szenarien“ und den Frac-Höhen aus USA (s.o.) orientiert.

4. Fazit und Schlussfolgerungen der SGD und der BGR

Die aufgezeigten Schwächen der Studien führen insgesamt zu einer Überschätzung der geowissenschaftlichen Unsicherheiten, Erkenntnisdefizite, Gefahren und Risiken der Frac-Technologie. Dennoch kommen alle drei Studien zu dem Ergebnis, dass eine Erkundung und voraussichtlich auch Förderung von unkonventionellem Erdgas unter bestimmten Voraussetzungen mit den Anforderungen des Umwelt- und Gewässerschutzes vereinbar ist. Keine der Studien empfiehlt, Fracking zu verbieten. Diesem Ergebnis schließen sich die Staatlichen Geologischen Dienste der Bundesländer und die BGR an.

Aus ihrer geowissenschaftlichen Sicht ist ein Einsatz der Frac-Technologie möglich, sofern die bestehenden gesetzlichen Regelungen eingehalten und die erforderlichen technischen Maßnahmen nach standortbezogenen Voruntersuchungen und bei Einhaltung höchster Qualitäts-, Umwelt- und Sicherheitsanforderungen durchgeführt werden.

Die Notwendigkeit von detaillierten geowissenschaftlichen Voruntersuchungen unter besonderer Berücksichtigung des lokalen geologischen Aufbaus des tieferen Untergrundes wird ausdrücklich unterstrichen. Dabei steht eine Vielzahl an modernen geologischen, geophysikalischen, gebirgsmechanischen, geochemischen, petrophysikalischen und hydrogeologischen Methoden, Untersuchungs- und Modellierverfahren zur Verfügung, die entsprechend einzusetzen sind. Diese Methoden dienen neben der Bewertung des Erdgaspotenzials in erster Linie der Untersuchung und Beurteilung von Barrieregesteinen, die einen Austausch von Fluiden (Flüssigkeiten und Gasen) aller Art zwischen den unterschiedlichen Gesteinsschichten verhindern und somit den Schutz des Grundwassers, von Gewässern im engeren Sinne und der Umwelt im Allgemeinen gewährleisten.

In dem Zusammenhang ist zu beachten, dass ohne Aufsuchungs- bzw. Erkundungsaktivitäten, die nicht nur den Zielhorizont, sondern auch die Barrierehorizonte und Grundwasserleiter darüber betreffen, keine konkreteren Aussagen über die Möglichkeit einer Schiefer-



oder Kohleflözgas-Gewinnung gewonnen werden können.

Ausgehend von den Empfehlungen, die in den drei Studien ausgesprochen werden, kommen die Staatlichen Geologischen Dienste der Bundesländer und die BGR zu nachfolgenden geowissenschaftlichen Positionen:

- Eine belastbare Beschreibung des geologischen Inventars **vor** einer Maßnahme ist unabdingbar und mit den zur Verfügung stehenden Methoden sowohl technologisch als auch qualitativ entscheidungsfähig machbar: Dem folgt eine Bewertung des Geologischen Systems, insbesondere der geologischen Barrieren und ihrer Abdichtungseigenschaften sowie die Identifikation von Störungssystemen.
- Jede Bohrung und die damit in Verbindung stehende Frac-Behandlung müssen aufgrund der ortsabhängigen geologischen Strukturen als Einzelfall beurteilt werden.
- Frac-Behandlungen in Schiefergas-Lagerstätten befinden sich in Deutschland noch in der Erprobungsphase. Zwar existieren umfangreiche Frac-Erfahrungen in (porösen) konventionellen und Tight Gas-Lagerstätten, die aber in Teufen von mehr als 3.000 m liegen und unter anderen geologischen Verhältnissen stattfinden. Dabei betragen die Frac-Volumina nur einige Hundert m³ je Frac-Behandlung. Dagegen befinden sich Formationen mit Schiefergaspotenzial auch in geringeren Teufen (ab ca. 1.000 m) und können damit geringe Abstände zu genutzten oder nutzbaren Grundwasservorkommen aufweisen. Die Frac-Volumina können eine, nach Beispielen aus den USA ggf. auch um zwei Größenordnungen höher sein. Dies erfordert höhere Anforderungen hinsichtlich der Beurteilung der geologischen und hydraulischen Verhältnisse (geologische Barriere und Störungssysteme) in Verbindung mit einer höheren Belastbarkeit der Frac-Modellierung sowie eines Nachweises der tatsächlichen Frac-Ausbreitung (Höhe) und seiner Überwachung während des Frac-Betriebes (Monitoring). Für die geologischen Barrieren sind Bewertungen auf der Grundlage umfassender quantitativer Be-

schreibungen ihrer hydraulischen und geologischen Eigenschaften vorzunehmen.

- Mit Blick auf den gebotenen vorsorgenden Grundwasserschutz sollte grundsätzlich ein ausreichender vertikaler Abstand zwischen der Obergrenze des hydraulisch erzeugten Risses (Frac) und der Untergrenze des tiefsten nutzbaren Grundwasserleiters mit entsprechenden geologischen Barrieren dazwischen gewährleistet sein. In der Rundverfügung *„Mindestanforderungen an Betriebspläne, Prüfkriterien und Genehmigungsablauf für hydraulische Bohrlochbehandlungen in Erdöl- und Erdgaslagerstätten in Niedersachsen“*, Stand 29.10.2012 (www.lbeg.niedersachsen.de) wird für die Verhältnisse in Niedersachsen ein „ausreichender Abstand“ mit 1.000 m konkretisiert. In anderen Regionen Deutschlands kann dies je nach Randbedingungen anders sein und ist im Einzelfall begründet festzulegen.
- Eine Quantifizierung der Gasmigrationsmengen vom Gashorizont in einen Grundwasserleiter über etwaige durchgängige Störungen ist bei der vorliegenden Datengrundlage durch eine Modellierung nicht verlässlich möglich. Auch nach Ermittlung zusätzlicher Daten wird die abschließende und belastbare Bewertbarkeit eines derartigen Schwachesystems hinsichtlich des Aufstiegs von Frac-Fluiden und/oder Gas in Frage gestellt. Aus den zuvor genannten Gründen wird daher analog zur Forderung nach einem vertikalen Abstand zum nutzbaren Grundwasservorkommen in Abhängigkeit von der erwarteten Rissausdehnung ein deutlicher Mindestabstand, z. B. ein Mehrfaches der Rissausdehnung, von Frac-Behandlungen zu durchgängigen Störungen als zwingend erforderlich angesehen, damit durch eine Frac-Behandlung kein hydraulischer Anschluss erfolgt. Danach sind Frac-Behandlungen in Gebieten, bei denen Störungen im Umfeld bekannt sind, welche sich durch die geologischen Barrierehorizonte in Richtung Grundwasserleiter fortsetzen, aus geowissenschaftlichen Gründen auszuschließen, sofern sich deren hydraulische Eigenschaften nicht zweifelsfrei nachweisen lassen.



- Die Durchführung von Demonstrationsprojekten bei der Exploration und ggf. späteren Gewinnung von Schiefer- und Kohleflözgas wird ausdrücklich begrüßt. Hierbei werden die bis dato vorhandenen Betriebserfahrungen von Frac-Behandlungen in (porösen) konventionellen und Tight Gas-Lagerstätten eine wichtige Ausgangsbasis für die zusätzlichen Untersuchungen bilden.

Die Geologischen Dienste der Länder haben die Aufgabe, die jeweiligen Genehmigungsbehörden als neutrale Fachinstanzen bei ihren Prüfungen von Betriebsplananträgen geowissenschaftlich zu beraten. Sie verfügen hierfür über weitreichendes Datenmaterial oder sind im Falle von Kenntnisdefiziten in der Lage, entsprechende Anforderungen an die Antragsteller zu formulieren. Deren Explorationsergebnisse aus Bohrungen oder geophysikalischen Untersuchungen sind den Geologischen Diensten nach Lagerstättengesetz uneingeschränkt zur Verfügung zu stellen und können so in die Beurteilung der Einzelvorhaben und der Gesamtsituation einfließen.

5. Literatur

BALDSCHUHN, R., BINOT, F., FLEIG, S. & KOCKEL, F. (Hrsg.) (2001): Geotektonischer Atlas von Nordwest-Deutschland und dem deutschen Nordsee-Sektor- Strukturen, Strukturent-

wicklung, Paläogeographie. – Geologisches Jahrbuch, Reihe A, Heft 153; Hannover.

LADAGE, S. & BERNER, U. (EDS) (2012): Abschätzung des Erdgaspotenziales aus dichten Tongesteinen (Schiefergas). – BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover. („NiKo-Studie“)

DOORNENBAL, H. & STEVENSON, A. (Hrsg.) (2010): Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area- EAGE Publication, Houten.

Drozdowski, G. & Wrede, V. (1994): Faltung und Bruchtektonik – Analyse der Tektonik im Subvaricikum. – Fortschr. Geol. Rhld. u. Westf., 38: 7 - 187, 101 Abb., 2 Tab., 2 Taf.; Krefeld.

Fisher, K. & Warpinski, N. (2012) Hydraulic Fracture-Height Growth: Real Data.- SPE Production & Operations, Volume 27, Number 1.

Michel, G. & Adams, U. & Schollmeyer, G. (1998): Mineral- und Heilwässervorkommen in Nordrhein-Westfalen. – 80 S.; 15 Abb., 11 Tab.; 1 Kt.; Krefeld.

Müller, C. & Reinhold, K. (Hrsg.) (2011): Geologische Charakterisierung tiefliegender Speicher- und Barrierehorizonte in Deutschland – Speicher-Kataster Deutschland. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, Heft 74; Stuttgart.

Wrede, V. (2010): Zur Zeitlichkeit postvariscischer Tektonik in südwestlichen Teil des Münsterschen Kreidebeckens. – Schr.-R. Dt. Ges. Geowiss., 73: 163 – 169, 3 Abb., 2 Tab.; Hannover.

^a Die Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands

Die Zuständigkeit für Geologie und Rohstoffe in Deutschland liegt bei den Bundesländern. Daher besitzt jedes Bundesland eine eigene Organisation, die die Aufgabe des Staatlichen Geologischen Dienstes des jeweiligen Bundeslandes wahrnimmt. Für die Aufgaben des Bundes im Bereich der Geowissenschaften ist die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zuständig. Die Staatlichen Geologischen Dienste sind selbständige, neutrale und unabhängige wissenschaftliche Fachbehörden. Sie liefern Beratung und Dienstleistung für Politik, Behörden, Wirtschaft und Gesellschaft auf höchstem Niveau. Sie sammeln, werten aus und interpretieren systematisch geowissenschaftliche Daten und stellen sie mit modernen Techniken Dritten zur Verfügung. Zu ihren wesentlichen Produkten zählen geowissenschaftliche Informationssysteme, Karten, Fachveröffentlichungen und Bohrarchive. Die erfolgreiche Aufgabenerfüllung erfordert ein langjähriges und nachhaltiges Vorhalten von Informationen und Wissen und kann daher nicht von der Wirtschaft, von Universitäten, von außeruniversitären Forschungseinrichtungen und anderen staatlichen Stellen geleistet werden, da geowissenschaftliche Arbeitsbereiche in diesen Einrichtungen je nach Schwerpunktsetzung kurzfristigen Ressourcenschwankungen unterliegen. Die SGD stehen für die dauerhafte Aufrechterhaltung dieser Fachkompetenz. Die SGD arbeiten mit anderen wissenschaftlichen Institutionen und der Wirtschaft zusammen und kooperieren national wie international mit vergleichbaren Institutionen, um Erfahrungen anderer Länder zu nutzen und durch Synergien Kosten zu sparen.

^b Aufgabenverteilung zwischen der BGR und den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesländer

Die Staatlichen Geologischen Dienste der Bundesländer sind für geowissenschaftliche Aufgaben in den jeweiligen Ländern zuständig. Die sichere, umweltgerechte und effiziente Nutzung des Untergrundes in Deutschland setzt voraus, dass die hierfür geologisch relevanten Daten der Länder grenzübergreifend harmonisiert, zusammengefasst und einheitlich bewertet werden. Diese Aufgabe nimmt die BGR federführend in Abstimmung mit den SGD der Bundesländer wahr und greift dabei auch auf die Angaben der Länder zurück. Die zusammengefassten Darstellungen in Form von Karten und Modellen haben dabei in der Regel einen Maßstab von 1:200.000 und kleiner.

^c Wörtliche Zitate aus den jeweiligen Stellungnahmen der Geologischen Dienste sind als solche nicht gekennzeichnet