

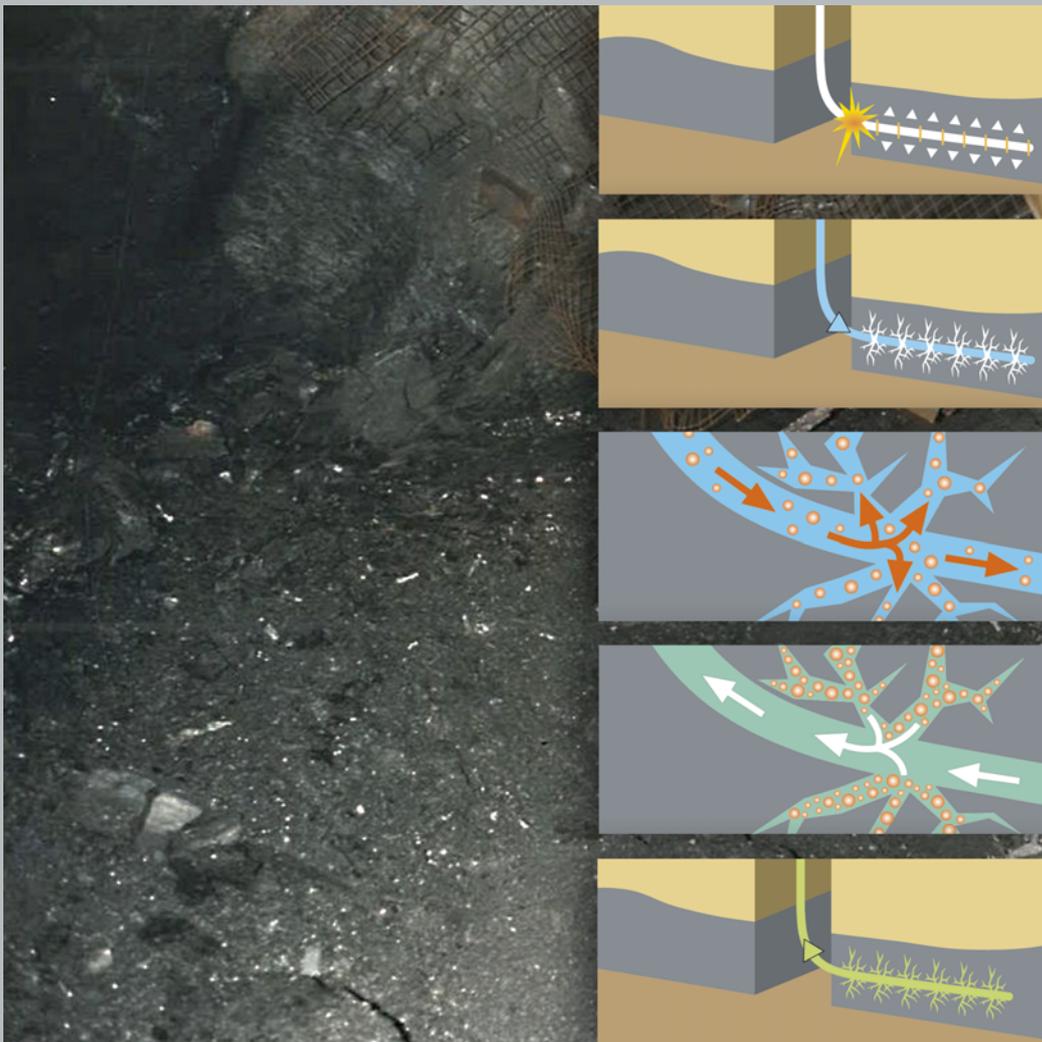
scriptum

Arbeitsergebnisse aus dem
Geologischen Dienst
Nordrhein-Westfalen

23

Schiefergas und Flözgas

Potenziale und Risiken der Erkundung
unkonventioneller Erdgasvorkommen
in Nordrhein-Westfalen
aus geowissenschaftlicher Sicht



Schiefergas und Flözgas

Potenziale und Risiken der Erkundung
unkonventioneller Erdgasvorkommen
in Nordrhein-Westfalen
aus geowissenschaftlicher Sicht

von Volker Wrede

Anschrift des Autors:

Dr. Volker Wrede, Geologischer Dienst NRW – Landesbetrieb –, De-Greif-Straße 195, D-47803 Krefeld

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung / Abstract	9
1 Einführung	10
2 Was sind unkonventionelle Erdgaslagerstätten?	12
2.1 Wie entsteht Erdgas?	12
2.2 Konventionelle und unkonventionelle Erdgaslagerstätten	14
3 Wirtschaftliche Aspekte	17
3.1 Die ökonomische Bedeutung unkonventioneller Erdgasvorkommen in der Welt und in Europa	18
3.2 Die Energiewende – braucht Deutschland in der Zukunft Erdgas?	24
4 Unkonventionelle Erdgasvorkommen in NRW	28
4.1 Übersicht	28
4.2 Schiefergas („Shale Gas“)	31
4.3 Flözgas („CBM“)	35
4.3.1 Historie	35
4.3.2 Eigenschaften der Vorkommen	39
4.3.3 Mengenabschätzung	42
4.3.4 Nebengesteine der Kohle	43
4.4 Die Erdgaspotenziale in NRW	45
5 Fördertechniken	46
5.1 Bohrtechnik	46
5.2 Hydraulische Stimulation („Fracking“)	48
5.3 Mögliche Alternativen	51

6 Risiken für NRW aus geowissenschaftlicher Sicht	54
6.1 Gutachten und Fragestellungen	54
6.2 Explorationsbohrungen	60
6.3 Seismizität	63
6.4 Beeinträchtigung des Grundwassers durch Frackfluide	67
6.4.1 Frackfluide	67
6.4.2 Wegsamkeiten	69
6.4.2.1 Technische Pfade	70
6.4.2.2 Geologische Pfade in NRW	71
6.4.2.2.1 Störungen	72
6.4.2.2.2 Barrieregesteine	74
6.4.2.2.2.1 Münsterland	76
6.4.2.2.2.2 Niederrheinisches Tiefland	82
6.4.2.2.2.3 Nordwesten der Niederrheinischen Bucht, Raum Aachen	84
6.4.2.2.2.4 Weser- und Osnabrücker Bergland	85
6.4.2.2.2.5 Wiehengebirgsvorland	85
6.4.2.2.2.6 Nördliches Sauerland	86
6.4.2.2.3 Zusammenfassende Betrachtung der geologischen Pfade	87
6.5 Methanfreisetzung	92
6.6 Flowback	97
6.6.1 Allgemeines	97
6.6.2 Formationswässer	98
6.6.2.1 Tonsteine	98
6.6.2.2 Steinkohle	100
6.6.3 Radioaktivität und Quecksilber	102
7 Folgerungen	104
8 Zusammenfassung der Ergebnisse	106
9 Schriftenverzeichnis	108

Schiefergas und Flözgas: Potenziale und Risiken der Erkundung unkonventioneller Erdgasvorkommen in NRW aus geowissenschaftlicher Sicht

Zusammenfassung

Ausgehend von einer Darstellung der Unterschiede zwischen konventionellen und unkonventionellen Erdgasvorkommen wird die Bedeutung der in NRW möglicherweise vorhandenen unkonventionellen Erdgasvorkommen mit Blick auf die Frage der Versorgungssicherheit diskutiert. Die verschiedenen Vorkommen an Schiefergas und Flözgas werden beschrieben und es wird eine ansatzweise Mengenabschätzung der Potenziale versucht.

Nach einer Darlegung der verschiedenen Techniken, die bei der Erkundung und Gewinnung unkonventioneller Erdgasvorkommen zur Anwendung kommen können, werden die damit verbundenen Umweltrisiken aus geowissenschaftlicher Sicht betrachtet und analysiert. Dabei werden speziell die geologischen Verhältnisse in NRW zugrunde gelegt, aber es wird auch der Vergleich zu Beispielen in der internationalen Literatur gezogen. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse führt zu Handlungsempfehlungen für eine etwaige Exploration der Vorkommen und notwendige Monitoring-Verfahren.

Shale gas and CBM: Potentials and risks of the exploration of unconventional gas resources in North Rhine-Westphalia (NRW) in the view of geosciences

Abstract

Based on a description of the differences between conventional and unconventional deposits of natural gas, the possible economic role of the unconvensionals in North Rhine-Westphalia is discussed. Different types of shale gas and CBM deposits, likely to exist in NRW, are described and an attempt is made to a rudimentary assessment of the gas potentials.

Different techniques potentially to be implemented for exploration and extraction of gas are presented. Their potential risks for the environment are analysed in the view of geosciences with a special focus on the geological situation in NRW. These analyses are compared to examples from international literature. A summary of the findings results in recommendations for further exploration and necessary monitoring processes.

Von SAUTER et al. (2012 a) wurde in Modellrechnungen für „worst-case-Fälle“ unter Annahme sehr konservativer Rahmenbedingungen – Permeabilität der Störungszone 10^{-13} m^2 ; Frackdauer 2 h mit permanentem Druck von 300 bar (= 30 MPa) an der Eintrittsstelle in die Störung; keine Aufnahme von Frackfluid durch das Nebengestein – untersucht, wie weit ein Frackfluid in Störungszonen aufsteigen kann. Für die unterschiedlichen Modellierungen ergab sich als maximale Aufstiegshöhe des Fluids in einer Störung ein Betrag von 50 m. Nach diesen Modellierungen kann ein Fluidübertritt aus dem stimulierten Rissystem über Störungszonen in einen Grundwasser-Aquifer praktisch ausgeschlossen werden, wenn zwischen der größten Frackhöhe und dem Aquifer ein hinreichender Sicherheitsabstand eingehalten wird. Dieser bestimmt sich aus der maximal zu erwartenden Frackhöhe, dem maximalen Fluidaufstieg und Sicherheitsfaktoren für eine eventuelle mehrfache Druckbeaufschlagung (KISSINGER et al. 2012). SAUTER et al. (2012 a: 107) empfehlen einen vertikalen Abstand zwischen der perforierten Frackbohrung und dem tiefsten nutzbaren Aquifer von 600 m bzw. einen Minimalabstand zur Erdoberfläche von 1 000 m. Die Wirksamkeit der Pfadgruppe 2 nach MEINERS et al. (2012 a) ist dann nicht mehr gegeben. Diese Empfehlung geht von einer Maximal-Höhe eines Fracks von 250 m und einem maximalen Fluidaufstieg in einer Störungszone von 50 m aus und beaufschlagt diese Werte mit einem Sicherheitsfaktor von 2. Eine noch weiter gehende Regelung sieht die entsprechende Rundverfügung der Bergbehörde für Niedersachsen (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen 2012) vor, die grundsätzlich einen Abstand von 1 000 m zwischen der Obergrenze des hydraulisch erzeugten Risses und der Untergrenze des tiefsten nutzbaren Grundwasserleiters vorsieht und für geringere Abstände den besonderen Nachweis fordert, dass davon keine gemeinschädlichen Einwirkungen zu erwarten sind.

In der jüngsten Studie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2016) werden umfangreiche und detaillierte Modellierungen einer möglichen Fluidausbreitung unter Zugrundelegung realer Gebirgsschichtenverhältnisse dargestellt. Sie führen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass ein Aufstieg von Frackfluiden in grundwasserführende Schichten nicht möglich ist, selbst bei Annahme von extrem ungünstigen Randbedingungen (Frackdrücke bis 50 MPa) und bei einer Betrachtung über sehr lange Zeiträume (bis 300 Jahre). Es werden in den Modellrechnungen je nach Randparametern maximale Aufstiegshöhen des Frackfluids von wenigen Zehnermetern bis maximal 400 m erreicht. Da die eingebrachte Fluidmenge begrenzt ist, führt die zunehmende Ausdehnung der Fluid„fahne“ in der grundwassergefüllten Störungs- bzw. Kluftzone zu einer immer stärkeren Verdünnung des Frackfluids, das schließlich den Grenzwert von 1 % Anteil an der Gesamtflüssigkeit unterschreitet. Effekte wie die Adsorption des Frackfluids durch das angrenzende Gestein oder chemische und biologische Abbauprozesse des Frackfluids bzw. seiner Komponenten würden die Fluidausbreitung zusätzlich behindern. Sie wurden bei den Modellierungen nicht berücksichtigt.

6.4.2.2 Barrieregesteine

Neben der hydraulischen Wirksamkeit von Störungszonen ist für mögliche geologisch bedingte Migrationswege das Vorhandensein oder Fehlen von Barrieregesteinen zwischen den gas- und grundwasserführenden Schichten entscheidend. Die Barriere-Eigenschaften der Gesteine definieren die Möglichkeit einer diffusen Ausbreitung von Fluiden oder Gasen und bestimmen so die Wirksamkeit der Pfadgruppe 3 nach MEINERS et al. (2012 a).

Die Frage nach der Barrierewirkung von Gesteinen spielt in der angewandten Geologie eine erhebliche Rolle: So setzen alle Projekte der Einlagerung von Stoffen in den Untergrund das Vorhandensein von abdichtenden Gesteinseinheiten voraus. Dies gilt beispielsweise für Deponien jeder Art (z. B. DÖRHOFFER 1987), die Verbringung von Versatzmaterial in untertägige Bergbauhöhlräume (z. B. BALTES 1998, BENNER et al. 1991, PAAS 1997), die Anforderungen an Endlager für radioaktive Abfälle (Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte 2002) oder die Einlagerung von CO_2 im Untergrund (MÜLLER & REINHOLD 2011).

Tabelle 5

Durchlässigkeitsbeiwerte für Wasser (nach DIN 18130) und Barrieregesteine in NRW

K _f -Wert	Definition	Beispiel	Barrieregesteine in NRW
> 10 ⁻² m/s	sehr stark durchlässig	Kies	
10 ⁻² bis 10 ⁻⁴ m/s	stark durchlässig	Grob- bis Mittelsand	
10 ⁻⁴ bis 10 ⁻⁶ m/s	durchlässig	Feinsand	
		schluffiger Sand	
10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁸ m/s	gering durchlässig	toniger Schluff	Sandstein, Oberkarbon; Tonsteine, Unterkreide (oberflächennah); Karbonatgesteine, Oberkreide (Plänerkalk-Gruppe)
10 ⁻⁸ bis 10 ⁻⁹ m/s	sehr gering durchlässig		Tonsteine, Braunkohlenflöze, Tertiär; Tonsteine, Unterkarbon
≤ 10 ⁻⁹ m/s	nahezu völlig wasserundurchlässig	Ton	Mergelstein, Oberkreide (Emscher-Formation); Tonsteine, Unterkreide, Jura, Trias, Oberkarbon und Unterkarbon
≤ 10 ⁻¹² m/s	wasserundurchlässig, dicht gegenüber Fluiden und Gasen	Salz	Salz, Zechstein, Buntsandstein (Röt), Jura (Münder-Formation)

Insbesondere Ton- und Salinalgesteine besitzen sehr gute Barriere-Eigenschaften, da sie nur extrem geringe Durchlässigkeiten aufweisen und aufgrund ihrer Plastizität weniger zur Bruchbildung neigen als andere Gesteine. Salzgesteine verhalten sich unter Druck viskoplastisch, wodurch sich Klüfte und Risse selbsttätig schließen. Bei Tongesteinen hängt die Wirksamkeit der Barriere-Eigenschaften von verschiedenen Faktoren ab, unter anderem von ihrer mineralogischen Zusammensetzung, ihrer Korngröße, von möglichen Einlagerungen nicht toniger Gesteine und von ihrer tektonischen Beanspruchung (MÜLLER & REINHOLD 2011). So können auch bei tonigen Gesteinen mit sehr geringen Gesteinsdurchlässigkeiten deutlich höhere Gebirgsdurchlässigkeiten vorliegen, wenn ein entsprechend wegsames Kluffinventar vorhanden ist (DÖRHOFER & FRITZ 1991). Die dichtende Wirkung eines Barrieregesteins nimmt generell mit seiner Mächtigkeit zu, da dann die Auswirkungen einzelner Inhomogenitäten immer geringer werden.

Die Einheit Darcy (1 D = 9,86923 · 10⁻¹³ m²) bzw. Millidarcy (mD) dient zur Beschreibung der Durchlässigkeit (Permeabilität) K eines Gesteins. Es handelt sich hierbei um eine Materialeigenschaft, die unabhängig von der Art und dem Aggregatzustand des durchströmenden Mediums ist.

Daneben wird in der Hydrogeologie der K_f-Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) benutzt. Er kennzeichnet die Durchlässigkeit von Gesteinen für eine definierte Flüssigkeit unter definierten Randbedingungen. Der K_f-Wert ergibt sich aus der Permeabilität K des Gesteins sowie der Dichte ρ und Viskosität η der Flüssigkeit: $K_f = K \rho g / \eta$. Für Wasser (bei 20 °C) gilt ρ = 1 kg/m³ und η = 10⁻³ kg/m · s; g entspricht der Erdbeschleunigung von 9,81 m/s². Es ergibt sich so $K_f = 9,81 K/10^{-3}$ [m/s]. Nach DIN 18130 gilt dabei die in Tabelle 5 dargestellte Einteilung: Gesteine mit Durchlässigkeitsbeiwerten K_f > 10⁻⁶ m/s können als Grundwasserleiter betrachtet werden, Gesteine mit K_f-Werten < 10⁻⁶ m/s sind Grundwassergeringleiter bzw. bei hinreichender Mächtigkeit Barrieregesteine.

Zum Vergleich sei angemerkt, dass die Anforderungen an Speichergesteine für radioaktive Abfälle nach den Empfehlungen des Arbeitskreises Auswahlverfahren Endlagerstandorte (2002: 96) bei Durchlässigkeiten von K_f < 10⁻¹⁰ m/s und Mindestmächtigkeiten von 100 m liegen. Diese Anforderungen werden von den über den Erdgasvorkommen in NRW liegenden Barrieregesteinen teilweise übertroffen (z. B. von der Emscher-Formation) oder kommen ihnen zumindest nahe (Tab. 5 und S. 88: Tab.7).

Wegen des steigenden Überlagerungsdruckes nimmt die Durchlässigkeit von Gesteinen mit der Tiefe generell ab. Ab etwa 300 m Tiefe ist mit einer um den Faktor 10 – 100 reduzierten Permeabilität der Gesteine und einer auf 15 % reduzierten Porosität zu rechnen (DANNWOLF et al. 2014: AP 1/12).

Im Folgenden sollen exemplarisch die wichtigsten Aufsuchungsgebiete für unkonventionelles Erdgas in NRW in Hinblick auf das Vorhandensein von Barrieregesteinen betrachtet werden. Diese pauschale Betrachtungsweise kann aber die Durchführung und Auswertung von Explorationsbohrungen nicht ersetzen, die für den konkreten Standort detaillierte Aussagen liefern.

6.4.2.2.1 Münsterland

Als Geosystem Münsterland verstehen MEINERS et al. (2012 a: 5/4) ein Gebiet, das im Süden durch den Haarstrang und die Paderborner Hochfläche, im Osten durch das Eggegebirge und im Nordosten durch den Teutoburger Wald begrenzt wird. Die Abgrenzung nach Westen und Nordwesten ist nicht scharf definiert. Sie deckt sich etwa mit der westlichen Verbreitungsgrenze der Karbonatgesteine der Plänerkalkgruppe (tiefere Oberkreide) bzw. der östlichen Grenze des Tertiärs der Niederrheinischen Bucht. Die Bergbauzone des Ruhrgebiets ist wegen der bergbaubedingten Gebirgsauflockerung, die auch das Deckgebirge erfasst hat, separat zu betrachten. Für einen großen Teil der Bergbauzone wurden erstmalig durch die damalige Westfälische Berggewerkschaftskasse die stratigraphischen Verhältnisse des Deckgebirges in einem Kartenwerk ausführlich dargestellt (Westfälische Berggewerkschaftskasse 1950 – 1969). Im Zuge der integrierten geowissenschaftlichen Landesaufnahme des Geologischen Dienstes NRW wird das Deckgebirge des Ruhrgebietes zurzeit neu bearbeitet (DÖLLING et al. 2015).

Ziel einer Gas-Exploration im Münsterland ist vorrangig Flözgas in den Steinkohlenflözen des Oberkarbons. Grundsätzlich kommen aber auch Tonsteine des Unterkarbons als Zielhorizont für eine Schiefergas-Exploration infrage, wenn sie nicht zu tief liegen.

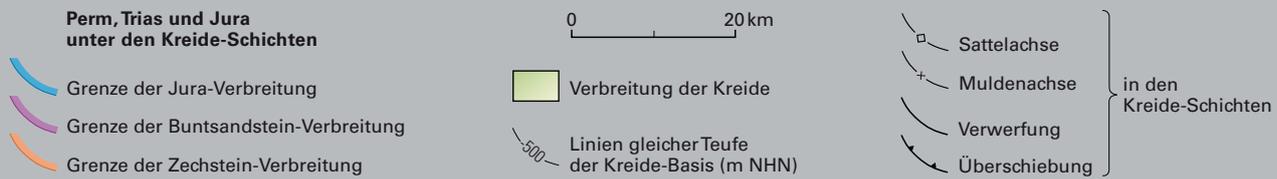
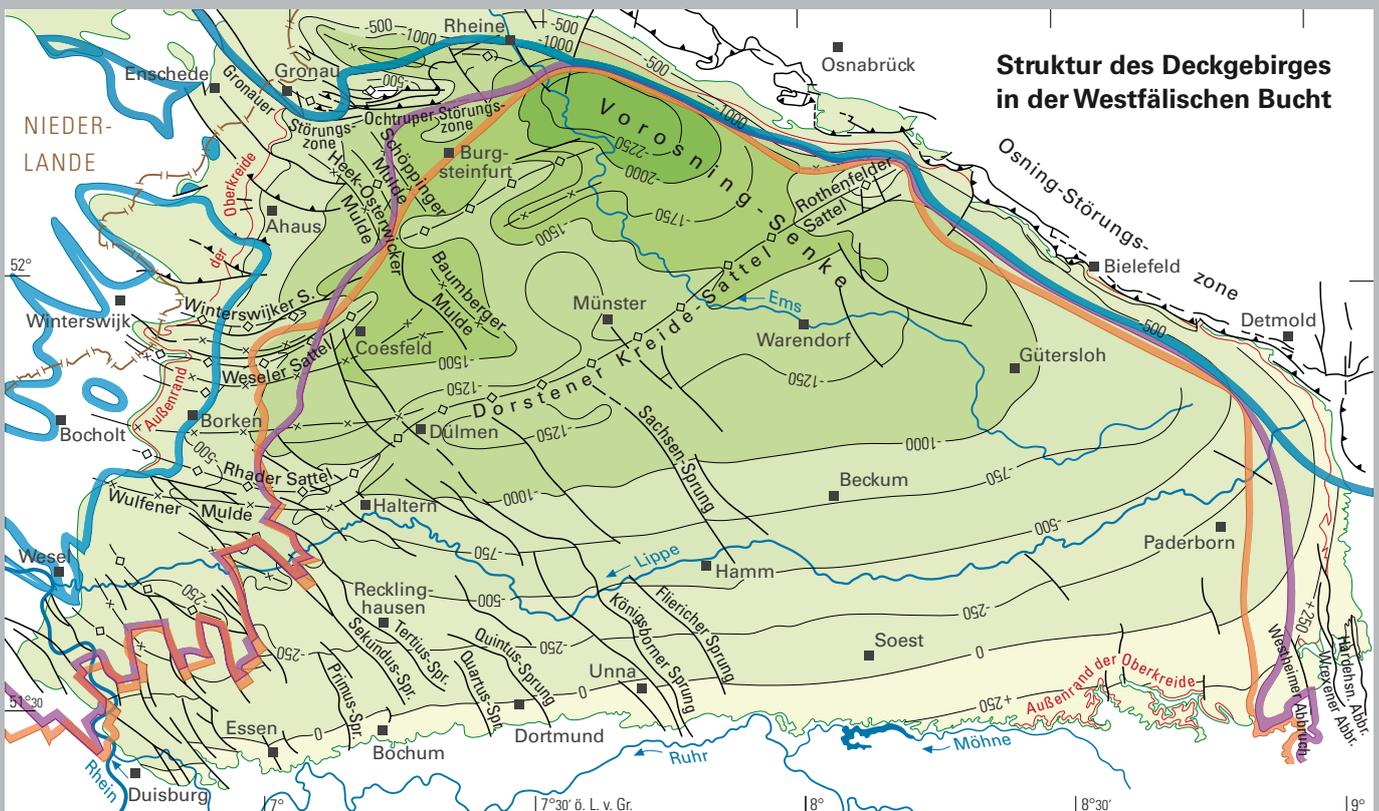
Auf einem Migrationspfad von den Steinkohlenflözen in Richtung Erdoberfläche bilden die flözführenden Oberkarbon-Schichten selbst schon die erste Barriere. Es sind vorwiegend die Ton- und Schluffsteine. Von Natur aus ist das Steinkohlengebirge überwiegend trocken; eine stärkere Wasserführung ist, ausgehend von den Erfahrungen im Steinkohlenbergbau, weitgehend auf Störungszonen oder bergbaubedingte Auflockerungsbereiche beschränkt (s. Kap. 6.6).

Für die Gesamtabfolge der karbonischen Ton- und Sandsteine werden geringe bis sehr geringe Durchlässigkeiten von $K_f = 10^{-7} - 10^{-10}$ m/s angegeben (MEINERS et al. 2012 a). Nach BALTES (1998) weisen die Sandsteine des höheren Oberkarbons (Horst- und Dorsten-Formation) zwar Porositäten bis über 10 % auf, gleichwohl wurden lediglich Gesteinsdurchlässigkeiten zwischen $8 \cdot 10^{-9}$ und $2 \cdot 10^{-11}$ m/s ermittelt. Wegen des vorhandenen Trennflächengefüges im Gestein werden die Gebirgspermeabilitäten in bergbaulich aufgelockerten Karbon-Schichten von BALTES (1998: 156) mit Werten zwischen 10^{-6} m/s für dickbankige Sandsteine und 10^{-9} m/s für Schiefertone abgeschätzt. In Bereichen ohne Bergbaueinfluss dürften sie um ca. eine Zehnerpotenz geringer sein und bei 10^{-7} bzw. 10^{-10} m/s liegen (vgl. BENNER et al. 1991, PAAS 1997). Auch MEINERS et al. (2012 a: 5/10) kommen im „Landesgutachten“ zu dem Schluss: „... damit sind die Wegsamkeiten auch bei Betrachtung der Gebirgsdurchlässigkeiten als äußerst gering einzuschätzen.“ Sie verweisen insbesondere auch auf die Erfahrungen aus der Grubenwasserhaltung, nach der sich das Oberkarbon-Gebirge selbst bei Druckpotenzialunterschieden von 1 000 m als dicht erwiesen hat.

Die Karbon-Schichten werden im westlichen Münsterland bis zu einer Linie, die etwa von Marl, westlich von Coesfeld und Burgsteinfurt bis südlich von Rheine reicht, von Ablagerungen des Perms (Zechstein) und des Buntsandsteins bedeckt (Abb. 32).

Innerhalb dieser Abfolge treten in der Werra-Formation des Zechsteins (Z1) bis zu mehrere hundert Meter mächtige Salzgesteine auf, die mit K_f -Werten $< 10^{-12}$ m/s eine verlässliche Abdichtung gegenüber Fluiden und Gasen darstellen. Die Salzgesteine werden im Hangenden von tonigen Zechstein-Schichten und Ablagerungen des Buntsandsteins, die vor allem im Oberen Buntsandstein (Röt-Formation) mächtige Tone sowie örtlich ebenfalls Anhydrit, Gips und Salzvorkommen enthalten, überlagert. Hierdurch werden sie zu den darüber liegenden grundwasserführenden Schichten abgedichtet. Da in diesem Bereich keine

Abb. 32
Strukturkarte des Münsterländer Kreide-Beckens mit Verbreitungsgrenzen der Schichten des Perms, der Trias und des Juras im Kreide-Untergrund (verändert und ergänzt nach Geologie im Münsterland 1995: S. 16 – 17)



Subrosionserscheinungen an der Erdoberfläche bekannt sind, kann davon ausgegangen werden, dass kein Kontakt zwischen den salz- und den grundwasserführenden Schichten besteht. Lediglich Salzwasserausstritte bei Gronau könnten auf eine Salzablaugung im Bereich der Struktur Ochtrup zurückzuführen sein (KOCH & ADAMS 1993). Nach Südosten hin keilen die Schichten des Perms und der Trias aus, sodass hier im Regelfall Schichten der Kreide unmittelbar den Karbon-Schichten auflagern. Dabei kommt es lateral zu erheblichen Änderungen des geologischen Schichtenaufbaus (Abb. 33).

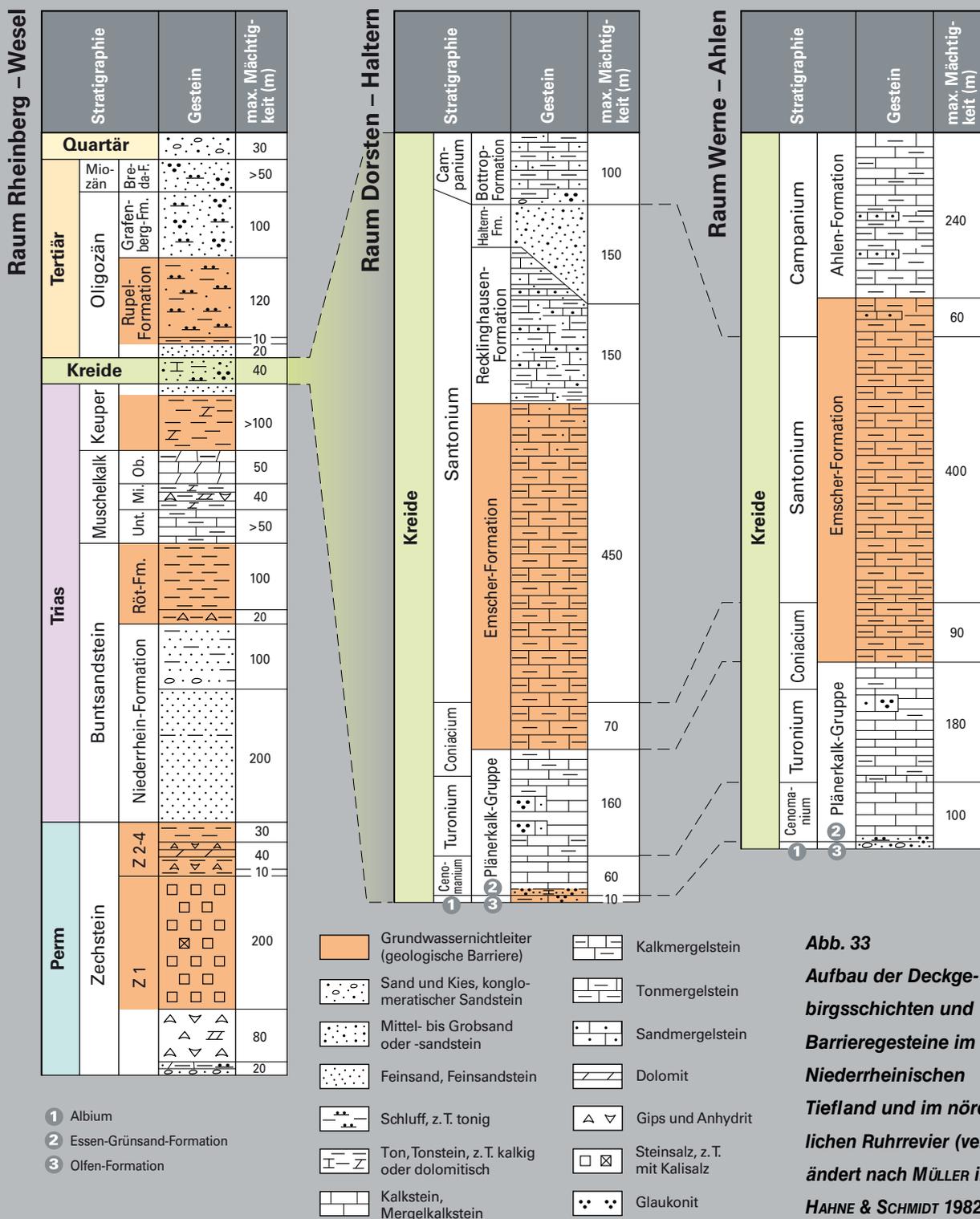
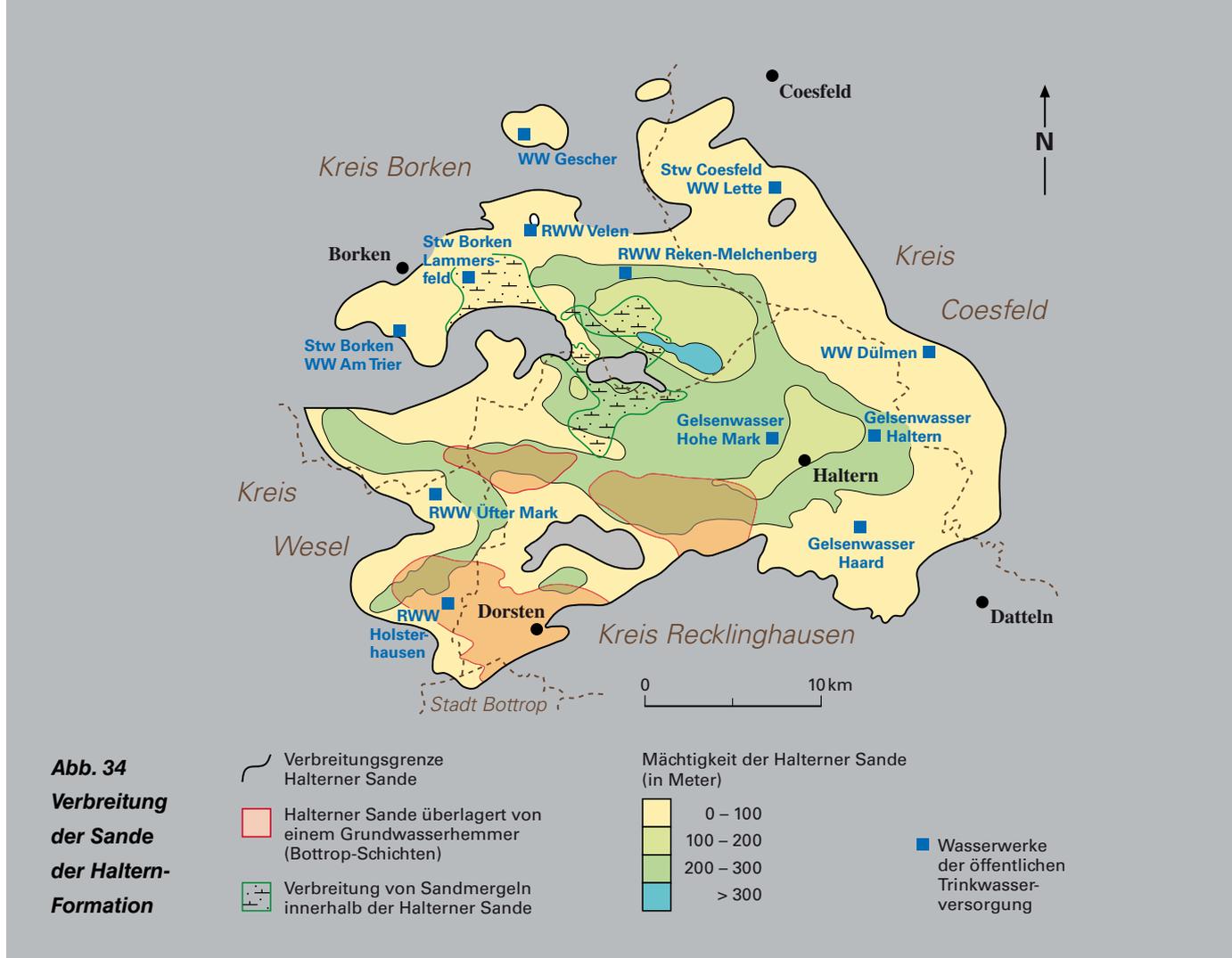


Abb. 33
Aufbau der Deckgebirgsschichten und Barrieregesteine im Niederrheinischen Tiefland und im nördlichen Ruhrrevier (verändert nach MÜLLER in HAHNE & SCHMIDT 1982)



Ganz im Westen beginnt die Abfolge der Kreide-Schichten mit den Gesteinen der Unterkreide, die zumindest in der Region Ahaus teilweise tonig ausgebildet sind und dann mit Mächtigkeiten von mehr als 100 m und K_f -Werten von 10^{-9} m/s hydraulische Barrieren darstellen (SAUTER et al. 2012 a).

Im südwestlichen Münsterland bildet der dort tonig-schluffig ausgebildete Essen-Grünsand des Cenomaniums ein weiteres Barrieregestein mit Mächtigkeiten vereinzelt bis 40 m. Die Bedeutung des Essen-Grünsandes als Barrieregestein im westlichen und mittleren Ruhrgebiet wurde bereits von WOLANSKY (1950) herausgestellt.

Der Mergelstein der Emscher-Formation des Coniaciums bis Santoniums, zum Teil auch des Campaniums (der sog. „Emscher-Mergel“) stellt dann eine weitere, weit verbreitete, hydraulisch sehr wirksame Barriere dar. Im westlichen Münsterland erreicht dieses Gestein eine Mächtigkeit von minimal ca. 350 – 400 m, die nach Nordosten hin deutlich zunimmt (ARNOLD in BRAUN & THIERMANN 1975). Getrennt durch Sandmergel der Recklinghausen-Formation, folgen darüber im südwestlichen Münsterland Sande der Haltern-Formation (Ober-santonium bis Campanium), die mit Mächtigkeiten bis über 300 m einen regional sehr wichtigen Grundwasserleiter darstellen. Das Verbreitungsgebiet zwischen Dorsten, Datteln, Coesfeld und Borken umfasst eine Größe von rund 770 km² (Abb. 34). Bemerkenswert ist, dass die Wassergewinnung aus den Sanden der Haltern-Formation durch den Steinkohlenbergbau im Raum Dorsten, Marl und Haltern nicht negativ beeinflusst wird, was auf die Wirksamkeit der unterlagernden natürlichen Barrieregesteine auch unter der Beanspruchung durch Bergsenkungen schließen lässt. Gleiches gilt auch für die Mineralwassergewinnung an verschiedenen Standorten im Ruhrgebiet.

Nach Osten hin wird die Essen-Grünsand-Formation (Cenomanium) durch Karbonatgesteine der Plänerkalk-Gruppe (Cenomanium, Turonium und Unterconiacium) abgelöst. Diese bilden im größten Teil des zentralen bis östlichen Münsterlandes ein eigenes Kluftgrundwasserstockwerk. In diesem tiefen Grundwasserstockwerk dominiert Grundwasser mit höherem Salzgehalt. Salzwasser und Sole sind zur Nutzung als Trinkwasser nicht geeignet, möglicherweise aber zu balneologischen Zwecken. Die Herkunft der Sole ist Gegenstand einer langen wissenschaftlichen Diskussion, da sie sich nicht einfach aus der Ablaugung von salzführenden Schichten erklären lässt. Die Solen werden heute als „connate“ Wässer gedeutet. Das bedeutet, es handelt sich um Relikte des Meerwassers, das bei der Sedimentation der Schichten in den Gesteinsporen eingeschlossen wurde und dann im Laufe der Erdgeschichte verschiedenen Veränderungsprozessen unterlag (MICHEL 1983, 1994).

Die Karbonatgesteine der Plänerkalk-Gruppe werden hier unmittelbar vom Mergel der Emscher-Formation überlagert, der mehrere hundert bis maximal rund 1 000 m mächtig wird (ARNOLD 1963). Nur im obersten Teil ist der Emscher-Mergel örtlich aufgelockert und wasserwegsam und wird dort für die lokale Wasserversorgung in Einzelbrunnen genutzt. Mit Durchlässigkeiten von $K_f = 10^{-9} - 10^{-12}$ m/s stellt der mehrere hundert Meter mächtige Emscher-Mergel eine extrem wirksame hydraulische Barriere dar (MEINERS et al. 2012 a: 5/27). Darüber liegen örtlich noch Ablagerungen aus der jüngeren Oberkreide-Zeit und dem Quartär. Innerhalb der Quartär-Schichten verläuft als eiszeitliche Rinnenbildung über etwa 60 km Länge der 1 – 2 km breite „Münsterländer Kiessandzug“, der ein bedeutsames Trinkwasserreservoir darstellt (DRIESEN et al. 1990, MASLOWSKI & SCHLIMM 1997).

Von der geologischen Struktur her bildet das Münsterland eine große, asymmetrisch gebaute Schüssel (Abb. 35), die oberhalb des präkretazischen Sockels von drei hydrogeologischen Einheiten aufgebaut wird (vgl. STRUCKMEIER 1990):

- dem unteren Kluftwasser-Aquifer aus Karbonatgesteinen der Plänerkalk-Gruppe (Cenomanium bis Unterconiacium). Er streicht an den Rändern des Beckens im Nordwesten zwischen Winterswijk und Rheine, am Nordostrand im Teutoburger Wald, am Ostrand im Eggegebirge und der Paderborner Hochfläche und am Südrand im Haarstrang in einem mehr oder weniger breiten Streifen zutage aus. Nach Südwesten hin gehen die Karbonatgesteine in die sandig-mergeligen Gesteine des Essen-, Bochum- und Soest-Grünsands über.
- der Trennschicht der Emscher-Formation. Sie überdeckt mit Mergelsteinen im Beckeninneren den unteren Aquifer vollständig.
- den oberflächennahen Süßwasservorkommen in den Schichten über der Emscher-Formation. Hierzu zählen die Sande der Haltern-Formation, Grundwasserleiter des Quartärs, z. B. der Münsterländer Kiessandzug, und die Ausstrichbereiche des Plänerkalk-Aquifers am Beckenrand.

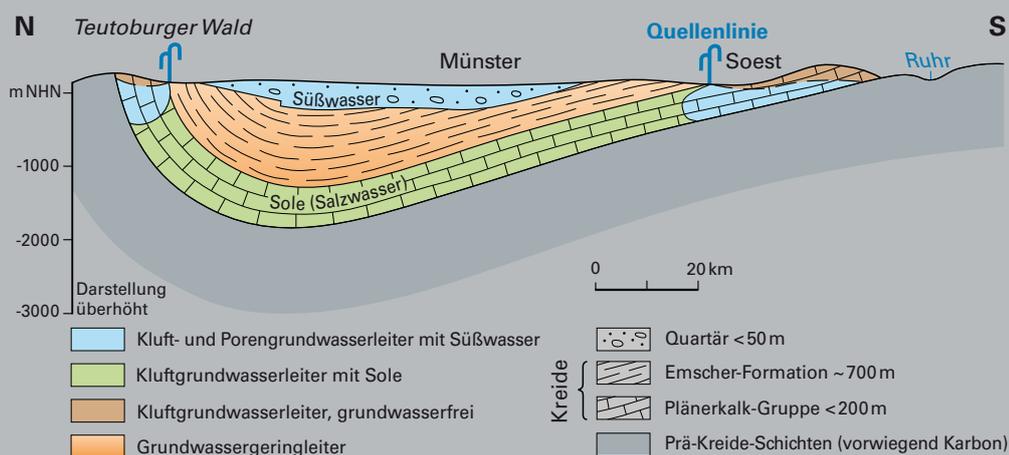


Abb. 35
Schematischer hydrogeologischer Schnitt durch das Münsterland (nach MICHEL in Geologie im Münsterland 1995: S. 119)

Es ist eine offene Frage, wie weit sich die von den Randbereichen des Münsterländer Kreide-Beckens her bekannten Karsterscheinungen (z. B. FEIGE 1984, MICHEL 1984, ERLEMEYER & WREDE 1999) im Sinne eines „abgeschirmten Karstes“ (FISCHBACH 1983) unter der Überdeckung des Emscher-Mergels fortsetzen. Im Bereich von Kamen-Wasserkurl wurden noch unter einer ca. 50 m mächtigen Überdeckung aus Mergelsteinen der Emscher-Formation Hohlräume mit einem Volumen von mehr als 1 200 m³ angetroffen (WREDE et al. 2010). Die wenigen Bohrungen, die im zentralen Münsterland die Gesteine der Plänerkalk-Gruppe durchörtert haben, wurden sämtlich als Spülbohrungen, d. h. ohne Kerngewinn, durchgeführt, sodass keine Aussagen über eventuell auftretende Karsthohlräume möglich sind. Eine Verkarstung der Plänerkalk-Gruppe ist auch unter einer mächtigen Überdeckung durch Mergelsteine der Emscher-Formation grundsätzlich möglich, wenn es zu Kohlendioxid-Zutritten in den Aquifer kommt. Kohlendioxid könnte in einer jungen, niedrig-thermalen (T < 100 °C) Nachinkohlungsphase der Karbon-Schichten generiert worden sein (vgl. S. 13: Abb. 2).

Im Jahr 1873 erschloss eine auf Steinkohle angesetzte Bohrung in Werne a. d. Lippe eine 30 °C warme Thermalsole, die aus 530 m Tiefe mit ca. 10 000 l/Std. artesisch ausströmte. Die Sole enthielt neben 6,3 % Natriumchlorid und geringen Mengen anderer gelöster Salze auch 742 cm³/l freie Kohlensäure, die das Wasser kräftig sprudeln ließ und dazu führte, dass einige Personen ohnmächtig wurden (HÖVENER 1875). Auch die Thermalsole der östlich von Hamm gelegenen Bohrung Werries aus dem Jahr 1876 führte freies Kohlendioxid (MICHEL in DRIESEN et al. 1990).

Für die Karbonatgesteine der Plänerkalk-Gruppe (Cenomanium bis Unterconiacium) geben MEINERS et al. (2012 a) und BALTES (1998) Gebirgsdurchlässigkeiten von $K_f = 10^{-6}$ bis 10^{-7} m/s an, d. h. sie schätzen sie trotz der möglichen Verkarstung als „gering“ bis „sehr gering durchlässig“ ein. Im Gegensatz zur Darstellung bei MICHEL (1983) und MICHEL (in Geologie im Münsterland 1995: Abb. 39), der eine langsame Fließbewegung vom höher gelegenen Nordrand des Beckens zu den Hellwegquellen im Süden annimmt, dürfte der Kluft- oder Karstgrundwasserkörper innerhalb der Plänerkalk-Gruppe weitgehend stagnieren. STRUCKMEIER (1990: 53) stellt die Frage, warum es im Münsterländer Kreide-Becken nicht zu einer Aussüßung des tiefen Aquifers gekommen ist. Er nimmt an, dass die Gesteine der Plänerkalk-Gruppe trotz ihrer Klüftigkeit insgesamt nur eine geringe Durchlässigkeit aufweisen und der Wasserbewegung zum Beckeninneren und zur Tiefe hin steigenden Widerstand entgegengesetzten. Die hier auftretenden Solen haben eine höhere Dichte als das von den Rändern her zufließende Süßwasser und werden in den Randbereichen des Beckens von diesem überschichtet, aber nicht verdrängt. In der Hellwegzone, am Südrand des Beckens, kommt es dadurch zum eng benachbarten Austritt von Karstquellen, die Süßwasser führen, und Solequellen, so z. B. in Salzkotten (FEIGE 1984). Dieses Gleichgewichtssystem zwischen stagnierendem Solekörper im Beckeninneren und lateral zuströmendem Süßwasser wird im Ruhrgebiet durch die Wasserhaltungen des Bergbaus und den damit verbundenen Abzug von Sole aus dem tiefen Grundwasserleiter lokal gestört (vgl. Kap. 6.6.2). Hierdurch erweitert sich die Süßwasserkalotte im Ausstrichbereich des Aquifers zu Lasten des Solekörpers (STRUCKMEIER 1990).

Sollte unterhalb der Emscher-Formation ein zusammenhängender, artesisch gespannter Wasserkörper existieren, so wäre sein Überlauf im Bereich der Täler von Dinkel und Vechte bei Gronau zu erwarten, da hier bei NHN-Höhen von weniger als 40 m der morphologisch tiefstgelegene Ausstrich der Schichten der Plänerkalk-Gruppe vorliegt. Zwar treten hier in einigen Brunnen Chloridgehalte bis über 3 000 mg/l auf, die sich aber wahrscheinlich auf die Ablaugung des Zechstein-Salzes im Untergrund in der Struktur Ochtrup zurückführen lassen (KOCH & ADAMS 1993). Größere Karstquellen, die als Entwässerung des tieferen Grundwasserstock-

werks des Münsterländer Kreide-Beckens zu interpretieren wären, sind aber nicht vorhanden. Dies ist z. B. bei der ungleich kleineren, dem Münsterland aber vom Schichtenaufbau her und strukturell sehr ähnlichen Ringelheimer Mulde im Harzvorland völlig anders: Dort sammeln sich die Karstwässer des Plänerkalk-Aquifers am tiefsten Punkt des Systems und treten bei Baddeckenstedt im Innerstetal in zahlreichen Quellen zutage, die heute zur Wasserversorgung des Salzgittergebietes genutzt werden (KOLBE 1961, WREDE 1976).

Gegen das Vorhandensein eines durchgängigen N – S gerichteten Fließsystems im Untergrund des Münsterlandes spricht auch die Existenz von natürlichen Sole-Quellen am relativ hoch gelegenen Nordostrand des Beckens am Teutoburger Wald. Solche Quellen sind z. B. bei Brochterbeck, Bad Rothenfelde und Halle bekannt (HUYSEN 1855). In einem zusammenhängenden Fließsystem wäre hier die Sole längst durch Süßwasser ersetzt worden.

SAUTER et al. (2012 a) haben die horizontale Ausbreitung einer Frackflüssigkeit im Plänerkalk-Aquifer unter der Annahme modelliert, dass sie vom Liegenden her über eine Störungszone in ihn eingedrungen ist. Das Modell basiert auf der Annahme einer langsamen NE – SW gerichteten Strömung in diesem Aquifer. Danach könnte sich ein Frackfluid im Aquifer um maximal 25 m/a in der Horizontalen ausbreiten. Durch Wechselwirkungen mit dem Gestein – Sorptionsvorgänge und Abbaureaktionen – würde sich die Konzentration des Fluids innerhalb der im Modell betrachteten Zeitdauer von 30 Jahren aber erheblich reduzieren. Diese Vorgänge wurden im Modell jedoch bewusst nicht berücksichtigt.

Da die Menge des Frackfluids, die in den Plänerkalk-Aquifer eindringen kann, durch die maximale Menge des injizierten Fluids begrenzt ist, muss eine flächenhafte Ausbreitung einer Kontaminationsfahne zwangsläufig zu einer starken Verdünnung des Fluids führen. Nimmt man idealisiert eine punktförmige Zutrittsstelle für das Fluid an, von der aus es sich radial ausbreitet, so muss die Konzentration wegen des Flächenzuwachses mit dem Quadrat der Entfernung zur Zutrittsstelle der Kontamination abnehmen, bei dreidimensionaler Betrachtung sogar mit der dritten Potenz.

Zusammenfassend ist daher festzustellen, dass im Münsterland zwischen den in Tiefen von deutlich über 1 000 – 2 000 m liegenden gasführenden Ablagerungen des Oberkarbons und den nutzbaren Grundwasserleitern in Schichten der Oberkreide oder des Quartärs nahe der Erdoberfläche in jedem Fall mehrere zum Teil hochwirksame Barrieregesteine liegen, die eine zuverlässige Abdichtung bewirken. Die Existenz eines durchgängigen Karst- oder Kluftwasseraquifers im tieferen Grundwasserstockwerk, durch den ein relevanter horizontaler Transport von Frackfluiden erfolgen könnte, ist zumindest zweifelhaft.

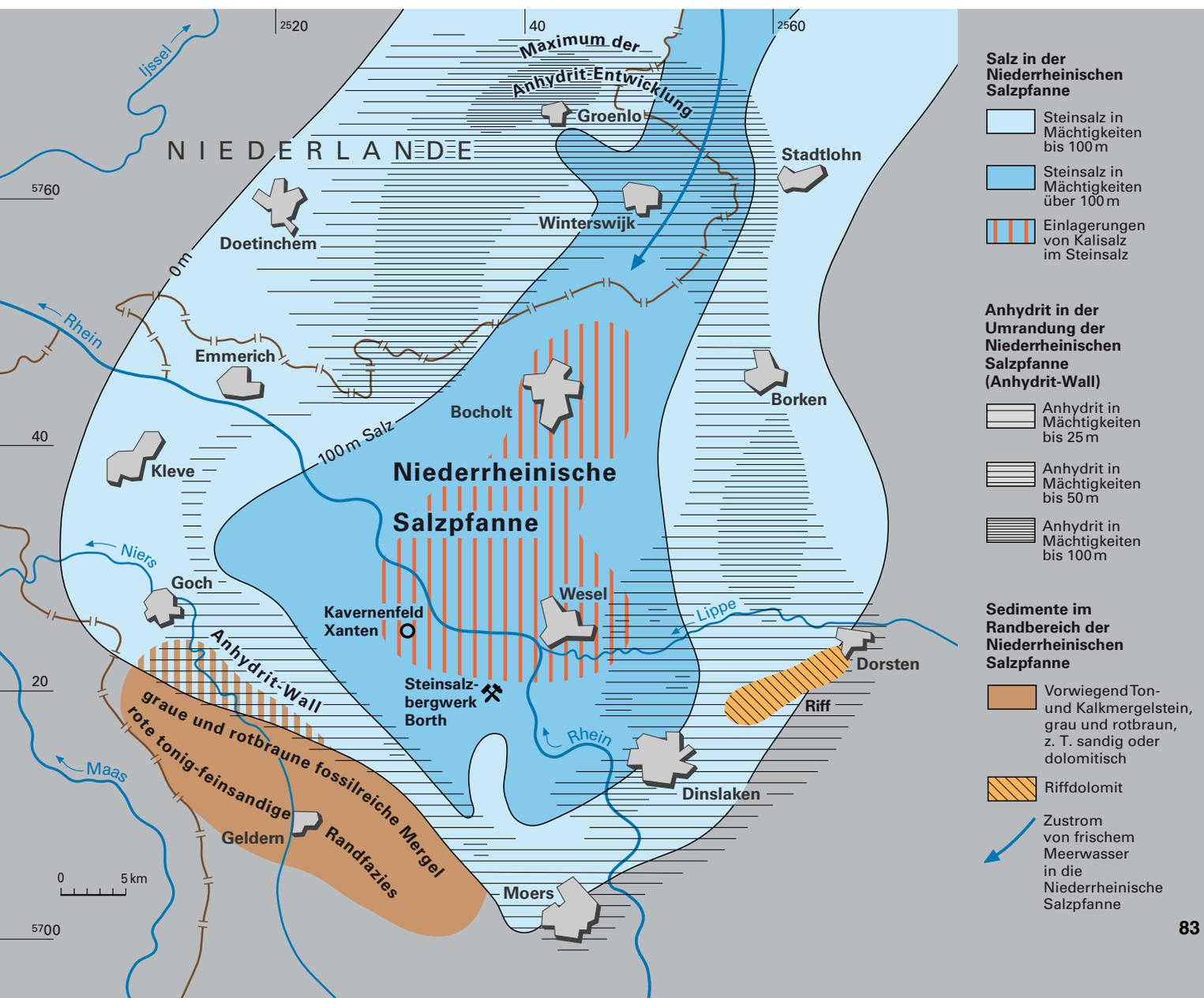
6.4.2.2.2 Niederrheinisches Tiefland

Das Gebiet der Niederrheinischen Bucht und des Niederrheinischen Tieflandes gliedert sich im paläozoischen Untergrund in drei Teilbereiche. Das Niederrheinische Tiefland stellt dabei die unmittelbare Fortsetzung des Ruhrgebietes nach Westen dar. Die im Untergrund verbreiteten kohleführenden Schichten des Oberkarbons heben allerdings nach Süden und Westen zur sogenannten Krefelder Achsenaufwölbung heraus, sodass etwa südlich bzw. westlich einer Linie Duisburg – Krefeld – Geldern keine flözführenden Schichten auftreten (WREDE 1989). Zugleich ändert sich die Ausbildung der älteren Karbon-Schichten von der klastischen Kulm-Fazies in die karbonatbetonte Kohlenkalk-Fazies (AMLER & HERBIG 2006). Im Bereich der Krefelder Achsenaufwölbung, die etwa den Raum Düsseldorf – Krefeld – Venlo – Mönchengladbach einnimmt, und südöstlich davon treten nach dem heutigen Kenntnisstand keine gasführenden Gesteine auf. Der südlich davon gelegene Nordwestteil der Niederrheinischen Bucht und das Aachener Gebiet werden daher gesondert betrachtet.

Das Deckgebirge über den flözführenden Schichten wird in Teilen des Niederrheinischen Tieflandes vom Auftreten der Niederrheinischen Salzpfanne bestimmt, in der Salze aus der Zechstein-Zeit in Mächtigkeiten bis über 200 m anstehen (Abb. 36) (vgl. Geologie am Niederrhein 1988). Diese dichten die unterlagernden Schichten vollständig ab. Im Hangenden werden sie von Tonen des Zechsteins 2 – 4 gegen Wasserzutritte geschützt. Ähnlich wie am Westrand des Münsterlandes treten darüber die Ablagerungen des Buntsandsteins auf, die mit den Tonsteinen der Röt-Formation ein weiteres Barrieregestein enthalten. Da nirgendwo am Niederrhein natürliche Soleaustritte bekannt sind, ist die Abdichtung des Untergrundes durch die Tongesteine offenbar sehr wirksam. Abgesehen von örtlichen Vorkommen von Muschelkalk-, Keuper- und Jura-Gesteinen folgt über dem Buntsandstein eine mächtige Folge aus tertiärzeitlichen Sanden und Tonen des Oligozäns und Miozäns. Die Verbreitung der Kreide-Schichten aus dem Münsterland nach Westen reicht nur etwa bis zum Rhein (s. S. 78: Abb. 33). Die sandigen Schichten des Tertiärs werden örtlich bei Wesel, Moers und Duisburg-Walsum zur Mineralwasserproduktion genutzt. Die tonigen Schichten, insbesondere die Rupel-Formation des Oligozäns (vor allem der sog. „Ratinger Ton“), bilden eine weitere Barriere zu den überlagernden Schichten. Sie schützen insbesondere die quartärzeitlichen Sande und Kiese in den Talsystemen von Maas und Rhein, die von allergrößter Bedeutung für die Trinkwasserversorgung sind.

Abb. 36

Verbreitung des Zechsteinsalzes im Niederrheinischen Tiefland (verändert nach TEICHMÜLLER 1958)



6.4.2.2.3 Nordwesten der Niederrheinischen Bucht, Raum Aachen

Südwestlich der Krefelder Achsenaufwölbung, die in etwa vom Verlauf des Viersener Sprungsystems begrenzt wird, tauchen die Schichten des Karbons generell nach SW hin ab, sodass zunächst die Ablagerungen des Unterkarbons und weiter westlich die des Oberkarbons wieder auftreten. In der Bohrung Schwalmthal 1001 wurde 1985 das Auftreten von Äquivalenten der Hangenden Alaunschiefer nachgewiesen (ZELLER 1998). Im Erkelenzer Revier und dem südwestlich anschließenden Wurm-Revier liegt eine Flözfolge vor, die sich weitgehend mit der des Ruhrreviers parallelisieren lässt (WREDE & ZELLER 2005).

Für die Niederrheinischen Bucht und das Aachener Steinkohlengebiet existieren umfangreiche Darstellungen zur Hydrogeologie (zusammenfassend z. B. SCHNEIDER & THIELE 1965, SCHETELIG et al. 2000, ROSNER 2011). Von ROSNER (2011: 34, Tab. 3.2, Anh. A) werden vereinfachend die Deckgebirgsschichten zu 6 Gruppen zusammengefasst (vgl. Tab. 6). Die als Gruppe T 2 zusammengefasste 40 – 80 m mächtige „basale grundwasserstauende Wechselfolge mariner Tone, Schluffe und Sande“ wirkt als Barriere. Sie entspricht den Einheiten 03 und 04A nach SCHNEIDER & THIELE (1965). Für die dazugehörigen Lintfort-Schichten (Einheit 04A, ein Teil der Rupel-Formation) hat MAINZ (2007) K_f -Werte in der Größenordnung von $3 \cdot 10^{-9}$ m/s ermittelt.

Auch Braunkohlenflöze haben eine wesentliche Bedeutung als Barriere zwischen dem Steinkohlengebirge und den wasserwirtschaftlich relevanten höheren Deckgebirgsstockwerken. ROSNER (2011) fasst wichtige Flöze als Gruppe T 4 = „Hauptgrundwasserstauer Flöz Morken/Frimmersdorf“ zusammen, das sind die Einheiten 6A und 6C nach SCHNEIDER & THIELE (1965). Südöstlich des Aachener Steinkohlenreviers schließen sich die Flöze Morken, Frimmersdorf und Garzweiler zum bis zu 100 m mächtigen Hauptflöz (Einheit 6) zusammen. Für die Braunkohlenflöze Morken und Frimmersdorf gibt DEMMEL (2010: Abb. 14) K_f -Werte von 10^{-8} m/s an.

Eine Besonderheit im Aachener Revier ist das Auftreten des sogenannten „Baggert“, einer wahrscheinlich im Tertiär gebildeten, abdichtenden, tonigen Verwitterungsdecke auf den Karbon-Schichten (Tab. 6). ROSNER (2011) betrachtet diese Einheit, die besonders im Ostteil des Aachener Steinkohlenreviers den Zutritt von Deckgebirgswässern vermindert, zusammen mit der Gruppe T 2. Typisch für die Region ist die Gliederung in einzelne Gebirgsschollen, die durch große Störungszonen voneinander getrennt werden. In den einzelnen Gebirgsschollen ist das Deckgebirge über den Karbon-Schichten jeweils unterschiedlich aufgebaut, sodass eine spezifische Verteilung von Barrieregesteinen und Aquiferen in den einzelnen Gebirgsschollen festzustellen ist. Dadurch, dass dem Karbon je nach Gebiet unterschiedliche Tertiär-Schichten auflagern und es teilweise auch innerhalb des Deckgebirges über Störungen hinweg zu Kontakten zwischen verschiedenen Grundwasserstockwerken kommen kann, entsteht ein kompliziertes hydrogeologisches Bild.

Tabelle 6

Aquifere und Barrieregesteine in der nordwestlichen Niederrheinischen Bucht (nach ROSNER 2011; ergänzt)

T 6	fluviatile Ablagerungen des Pliozäns bis Quartärs	Aquifere
T 5	komplexes Aquifersystem in der Braunkohlenserie	
T 4	Hauptgrundwasserstauer Flöz Morken/Frimmersdorf	Barrieregesteine
T 3	tiefer Hauptgrundwasserleiter im Liegenden von Flöz Morken	
T 2	basale GW-stauende Wechselfolge mariner Tone, Schluffe und Sande	
T 1 (lokal)	basaler, GW-führender, mariner Sandhorizont	
Paläozän, Oberkreide (nur lokal)	vorwiegend Sandsteine und Kalke	
„Baggert“ (lokal)	Ton	
Schichten des Oberkarbons	Ton-, Schluff- und Sandsteine	
gasführende Schichten	Steinkohlenflöze, unterkarbonische Tonsteine	

8 Zusammenfassung der Ergebnisse

- 1.** Die Gewinnung von Erdöl und Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten verändert den globalen Energiemarkt. Fossile Brennstoffe stehen dem Weltmarkt in weit größeren Mengen und zu günstigeren Preisen zur Verfügung als bisher erwartet wurde. Ein deutliches Gefälle der Energiepreise zwischen Europa und den USA kann sich längerfristig negativ auf die europäische Wirtschaftsentwicklung auswirken. Deutschland braucht in absehbarer Zukunft auch weiterhin fossile Brennstoffe. Bei einem angestrebten Anteil an erneuerbaren Energien von 80 % am gesamten Energiemarkt nach 2050 muss weiterhin eine Lücke von 20 % durch fossile Energieträger geschlossen werden. Erdgas ist dabei unter Klimaschutzaspekten am günstigsten zu beurteilen. Auf dem Wege dahin muss preisgünstig gewonnenes Erdgas die Energiewende flankieren und dazu beitragen, den Ausfall anderer, stärker umweltbelastender Energieträger zu kompensieren. Für die Bereitstellung von industrieller Prozesswärme und als Chemierohstoff ist Erdgas praktisch ohne Alternative.
- 2.** Sowohl unkonventionelle als auch konventionelle Erdgasvorkommen enthalten überwiegend Methan. Sie unterscheiden sich nur in der Art ihrer Speichergesteine, die bei den unkonventionellen Vorkommen keinen freien Gasfluss erlauben. In NRW treten sowohl Kohlenflözgas (CBM) wie Schiefergas („shale gas“) als unkonventionelle Erdgasvorkommen auf.
- 3.** Nordrhein-Westfalen verfügt über Ressourcen von mindestens 2 200 km³ Kohlenflözgas, von denen voraussichtlich ca. 10 % förderbar sein werden. Dazu kommen noch nicht bezifferbare Mengen von Schiefergas in Schichten des Unterkarbons, des Juras und der Unterkreide sowie in den Nebengesteinen der Steinkohle.
- 4.** Zur Gewinnung unkonventioneller Erdgasvorkommen wurden in den letzten Jahrzehnten spezielle Förder-techniken entwickelt und optimiert. Sie werden in hunderttausenden von Bohrungen weltweit, aber auch in Deutschland, als „Stand der Technik“ erfolgreich eingesetzt. Hydraulische Gebirgsstimulation („Fracking“) ist eine dieser Techniken. Fracking ist zur Gewinnung von Schiefergas erforderlich. Ob und inwieweit Fracking bei der Flözgas-Gewinnung in NRW eingesetzt werden muss, ist noch nicht geklärt.
- 5.** Umweltrisiken, technische und rechtliche Aspekte der Exploration und Gewinnung von unkonventionellem Erdgas in Deutschland werden in zahlreichen wissenschaftlichen Gremien diskutiert und wurden in mehreren umfangreichen Gutachten untersucht. Keines dieser Gutachten lehnt eine Exploration oder Gewinnung von unkonventionellem Erdgas grundsätzlich ab. Es wurden jedoch in einigen Bereichen offene Fragen sowie Informations- und Wissensdefizite erkannt, die erst geklärt bzw. behoben werden müssen, um Entscheidungen über weitere Schritte treffen zu können. Auch im Einklang mit den Empfehlungen der EU-Kommission werden gründliche Voruntersuchungen und umfangreiche Monitoring-Verfahren für etwaige Gasgewinnungsvorhaben gefordert.
- 6.** Zur Durchführung von Explorationsbohrungen ohne Fracking liegen in NRW umfassende Erfahrungen vor. Es existieren hierzu umfangreiche technische Regelwerke. Ungewöhnliche oder nicht beherrschbare Umweltrisiken gehen von solchen Bohrungen bei Einhaltung der Regelwerke nicht aus.

- 7.** Das Risiko von durch Frackmaßnahmen induzierten Erdbeben wird im größten Teil der Gas-Explorationsgebiete in NRW als sehr gering eingeschätzt. Durch Ausschluss von Risikogebieten und ein seismisches Monitoring-Programm lässt sich das Gefährdungspotenzial weiter minimieren und beherrschen.
- 8.** Eine Beeinträchtigung des Grundwassers durch Frackfluide über geologische Migrationswege wurde weltweit bislang praktisch nicht beobachtet und kann bei den in NRW vorliegenden geologischen Verhältnissen weitestgehend ausgeschlossen werden.
- 9.** Ein Austritt von Methan an die Erdoberfläche oder in grundwasserführende Schichten als Folge von Frackmaßnahmen ist in NRW aufgrund der geologischen Verhältnisse als wenig wahrscheinlich einzuschätzen. Er kann aber beim Vorliegen ungünstiger Rahmenparameter nicht völlig ausgeschlossen werden. Im internationalen Schrifttum werden Gasleckagen aus unzureichend verfüllten Bohrungen oder solchen mit schadhafter Verrohrung beschrieben, die zu Methankontaminationen des Grundwassers führten. Ein solcher Methanaustritt würde sich mit den bereits vorhandenen natürlichen Methanemissionen im Münsterland oder bergbauinduzierten Methanaustritten im Ruhrgebiet überlagern. Um derartige Effekte erkennen und gegebenenfalls darauf reagieren zu können, ist ein großräumiges Methan- und Grundwasser-Monitoring vor dem Beginn von Aufsuchungsarbeiten erforderlich.
- 10.** Nach dem heutigen Kenntnisstand ist in den Formationswässern der Zielhorizonte einer Gas-Exploration in NRW nicht mit dem Auftreten von schädlichen Substanzen zu rechnen, die nach ihrer Menge oder ihrer Zusammensetzung eine umweltgerechte Entsorgung des Bohrungs-Flowbacks a priori ausschließen.
- 11.** Die von den verschiedenen Gutachtern aufgeworfenen standortunabhängigen geowissenschaftlichen Fragen wurden von der Wissenschaft bearbeitet und sind für NRW weitgehend geklärt. Die Beantwortung der standortspezifischen geowissenschaftlichen Fragen würde für den Fall, dass Absichten zur Gewinnung von Erdgas weiter verfolgt werden, als nächste Schritte die Durchführung von geophysikalischen Untersuchungen des Untergrundes, Bohrungen zur Gewinnung von Gesteinsmaterial sowie die Durchführung von base-line-Messungen („Null-Messungen“) in Hinblick auf Monitoring-Verfahren zur seismischen Aktivität und zum Grundwasserchemismus in den zukünftigen Explorationsgebieten erfordern.
- 12.** Nur auf der Basis fundierter Untersuchungsergebnisse sind sachliche und rechtssichere Entscheidungen darüber möglich, ob und unter welchen Bedingungen eine Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten in NRW möglich ist. Auch die Ablehnung möglicher Aufsuchungs- oder Gewinnungsanträge bedarf einer gesicherten Datengrundlage.

Auf der politischen Ebene sind die Diskussionen hierzu geführt worden. Sie haben gegenüber dem Einsatz der Fracktechnik zur Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten zu einer überwiegend ablehnenden Haltung geführt, auch durch die Landesregierung von Nordrhein-Westfalen. Allerdings wird von ihr eine Neubewertung nicht ausgeschlossen, „sofern Risiko- und Gefährdungspotenziale von Frackingnutzungen zukünftig wissenschaftlich und technologisch ausreichend abgeschätzt bzw. beherrscht werden können“ (Staatskanzlei NRW 2015: 194).