

Kapitel 1

Stand 06.09.2012

Stand 06.09.2012

1 ANLASS UND AUSGANGSSITUATION

Die Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten wird weltweit intensiv und kontrovers diskutiert. Die Argumente – pro und kontra – können dabei den Bereichen Politik, Wirtschaft und Umwelt zugeordnet werden.

Selbst im „Mutterland“ der unkonventionellen Erdgasgewinnung, den USA ist die Position zur Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Vorkommen nicht unumstritten. In vielen US-Staaten, vor allem Pennsylvania, Texas etc. wird zwar seit Jahren Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten gefördert, es gibt aber auch in den USA Staaten, die dieser Art der Erdgasförderung aufgrund von Umweltgesichtspunkten kritisch gegenüberstehen bzw. sogar aktuelle Verbote erlassen haben (Bundesstaat New York).

Auch in Europa ist die Situation und Einschätzung der mit Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten verbundenen Risiken nicht eindeutig bzw. nicht einheitlich. Es gibt Staaten, die einer solchen Erdgasförderung eher positiv gegenüberstehen und die Erkundung entsprechend vorantreiben (z.B. Polen). Andere Staaten stehen der weiteren Entwicklung eher kritisch gegenüber bzw. haben Moratorien erlassen oder alle Erkundungsaktivitäten gestoppt (z.B. Bulgarien: unbefristetes Moratorium, Frankreich: Fracking per Gesetz verboten).

Unabhängig von den offiziellen Positionen der Staaten und der internationalen und nationalen Interessenvertretungen (BDEW, VKU etc.) gibt es nahezu überall dort, wo das Thema aktuell ist, Gegenbewegungen aus Teilen der Bevölkerung, die eine Beeinträchtigung der Umwelt bzw. ihrer persönlichen Lebenssituation und wirtschaftlichen Existenz fürchten.

In Deutschland betrifft das Thema „Erkundung unkonventioneller Gasvorkommen“ mit vergebenen Aufsuchungserlaubnissen aktuell im Wesentlichen die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Thüringen, Sachsen-Anhalt und Baden-Württemberg. Aber auch in anderen Bundesländern (z.B. Hessen) sind Aufsuchungserlaubnisse von den entsprechenden Firmen bereits beantragt bzw. im Gespräch. Niedersachsen ist das einzige Bundesland, in dem bereits die hydraulische Stimulation (Fracking) konventioneller und unkonventioneller Lagerstätten praktiziert wird. Für alle anderen Bundesländer ist diese Erschließungstechnik „Neuland“.

Nordrhein-Westfalen gehört in Deutschland zu den Bundesländern, die mit Ausnahme weniger Forschungsbohrungen mit der Erkundung und Gewinnung unkonventioneller Erdgas-Vorkommen bislang keinerlei Erfahrung haben.

Für die Landesfläche von NRW hat die Bezirksregierung Arnsberg als zuständige Bergbehörde bisher 23 Erlaubnisse zur Aufsuchung von Kohlenwasserstoffen aus unkonventionellen Lagerstätten zu gewerblichen Zwecken erteilt, weitere 7 derartige Anträge liegen vor (Stand: 02.08.2012, weitere Ausführungen siehe Kap. 3). Darüber hinaus ist die RWTH Aachen seit 2006 Inhaberin einer Erlaubnis zur Aufsuchung zu wissenschaftlichen Zwecken. Bewilligungen, also das ausschließliche Recht zur Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten in NRW sind nach Auskunft der Bezirksregierung Arnsberg weder beantragt noch erteilt.

Ein wichtiger Aspekt im Bundesberggesetz ist die Berücksichtigung der gestuften Vorgehensweise bei der Planung und Realisierung bergbaulicher Vorhaben, die im Wesentlichen zwischen der Phase der Aufsuchung (Erlaubnis) und der nachfolgenden Phase der Gewinnung (Bewilligung) unterscheidet (Abb. 1.1). Im vorliegenden Gutachten wurde dies ebenso berücksichtigt; die rechtlichen Aspekte wurden ansonsten im Unterschied zum aktuellen, vom Umweltbundesamt beauftragten, Gutachten (ahu AG & IWW 2012) nicht vertieft betrachtet.

Suchen des Erdgases
bergrechtliche Erlaubnis zur Aufsuchung des Erdgases (§ 7 BBergG)
für die Durchführung von Aufsuchungstätigkeiten sind erforderlich:
bergrechtlicher Betriebsplan (§ 51 BBergG)
plus ggf. wasserrechtliche Erlaubnis im Einvernehmen mit der Unteren Wasserbehörde zur Durchführung von Aufsuchungsmaßnahmen (z.B. Erkundungsbohrungen etc.)
Abschlussbetriebsplan (§ 53 BBergG)
Gewinnen des Erdgases
Bewilligung zur Gewinnung des Erdgases (§ 8 BBergG)
für die Durchführung von Gewinnungstätigkeiten sind erforderlich:
bergrechtlicher Betriebsplan (§ 51 BBergG)
plus ggf. UVP → dann Planfeststellungsverfahren (§ 52 Abs. 2a BBergG)
plus ggf. wasserrechtliche Erlaubnis im Einvernehmen mit der Unteren Wasserbehörde zur Durchführung von Gewinnungsmaßnahmen (z.B. Gewinnungsbohrungen etc.)
Abschlussbetriebsplan (§ 53 BBergG)

Abb. 1.1: Überblick über den gestuften Ablauf der bergrechtlichen Genehmigungsverfahren (nach Grigo et al. 2011)

Schwerpunkt der Diskussion in NRW sind bisher die Auswirkungen der Erkundung und der Gewinnung auf den Natur- und Wasserhaushalt sowie die Wasserwirtschaft, aber auch die Beeinträchtigung anderer Belange wie Naturschutz, Bodenschutz, Immissionsschutz etc..

Aus dem Bereich der Wasserversorgungswirtschaft gibt es zahlreiche Stellungnahmen von Fachverbänden (z.B. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (Nov. 2011); DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs e.V. (Juli 2011); EUREAU: European Federation of National Associations of Water and Waste Water Services (Dez. 2011)), aus denen die Besorgnis deutlich wird, dass die Erkundung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten die Wassergewinnung beeinträchtigen könnte.

Überall dort, wo Aufsuchungsfelder beantragt oder bewilligt sind, gibt es Bürger/innen und Bürgerinitiativen, die dem Vorhaben kritisch gegenüberstehen (vgl. <http://www.unkonventionelle-gasfoerderung.de/>). Hier stehen neben der allgemeinen Sorge um die Umwelt („Gift im Untergrund“) noch andere Ängste (z.B. Erdbeben, Lärmbelastung, Luftverschmutzung etc.) im Vordergrund.

Die Landesregierung NRW hat auf die geplanten Aktivitäten der Bergbautreibenden und die öffentliche Diskussion in mehrfacher Hinsicht reagiert:

- Bezüglich der Erkundung von Kohlenwasserstoffen aus unkonventionellen Lagerstätten wurden zwei Erlasse herausgegeben: Mit Erlass vom 18.11.2011 werden Bohrungen, bei denen Fracking-Maßnahmen von den Betreibern nicht ausgeschlossen werden, bis zur Auswertung des vorliegenden Gutachtens untersagt. Nach dem Erlass vom 24.02.2012 müssen sich die Erklärungen der Antragsteller zum Verzicht auf Fracking nicht nur auf die beantragte Erkundungsbohrung, sondern auf das gesamte Erlaubnisfeld erstrecken. Die Erlasse haben dazu geführt, dass derzeit in NRW alle Aktivitäten ruhen.
- Im Dezember 2011 hat die Landesregierung das vorliegende Gutachten in Auftrag gegeben, das die Vorkommen und ihre naturräumliche Situation in NRW beschreiben und die mit der Erkundung und Gewinnung verbundenen Risiken wissenschaftlich bewerten soll. Es besteht aus der hier vorliegenden Langfassung und der gleichzeitig erschienenen Kurzfassung.

Das Gutachten soll die Landesregierung in die Lage versetzen, zu einer Versachlichung der Diskussion beizutragen, Informationen für die Öffentlichkeit und Entscheidungsgrundlagen für die Genehmigungsbehörden bereitzustellen sowie die Übertragbarkeit der Darstellungen und Studien aus dem Ausland, vor allem den USA, auf die heimische Region zu beurteilen.

Der Landesregierung und den Gutachtern ist dabei bewusst, dass fast wöchentlich neue Untersuchungsergebnisse und z.T. sehr umfangreiche Studien veröffentlicht werden, die sich mit den Risiken der Gewinnung unkonventioneller Erdgas-Vorkommen beschäftigen. In das vorliegende Gutachten sind alle wesentlichen Ergebnisse und Veröffentlichungen eingegangen, die bis Ende Juni 2012 vorlagen. Hierzu gehören auch die sehr umfangreichen Ergebnisse des von ExxonMobil initiierten Informations- und Dialogprozesses, auf die an den entsprechenden Stellen im Gutachten Bezug genommen wird.

Neben der vorliegenden Langfassung des Gutachtens gibt es auch eine Kurzfassung, deren vorherige Lektüre wir zum leichteren Verständnis des Gesamtwerks empfehlen.

Literatur

ahu AG Wasser Boden Geomatik & IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH (2012): Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten – Risikobewertung, Handlungsempfehlungen und Evaluierung bestehender rechtlicher Regelungen und Verwachtungsstrukturen. Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes (Förderkennzeichen 3711 23 299). August 2012.

GRIGO, W., FRISCHE, A., KRÜGER, A, KUGEL, J. & MEHLBERG, F. (2011): Aufsuchung und Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus unkonventionellen Lagerstätten in NRW. Vortrag auf dem 13. Aachener Altlasten- und Bergschadenskundliches Kolloquium. In: Frenz, W. & Preuße, A. (Hrsg.) (2011): Chancen und Risiken von unkonventionellem Erdgas. Heft 126 der Schriftenreihe der GDMB Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik.

Kapitel 2

Stand 06.09.2012

Stand 06.09.2012

2 ZIELSETZUNG UND VORGEHENSWEISE

2.1 Einleitung

Das übergreifende Ziel dieses Gutachtens ist es, Beurteilungs- und Entscheidungsgrundlagen für die Umwelt- und Wasserwirtschaftsverwaltung NRW abzuleiten, so dass bei den im Zusammenhang mit der Exploration und Gewinnung von unkonventionellen Erdgas-Lagerstätten durchzuführenden technischen Prozessen keine nachteiligen Auswirkungen auf die Gewässerbeschaffenheit zu besorgen sind und die Nutzungen der Gewässer (insbesondere die öffentliche Trinkwasserversorgung) nicht nachteilig beeinträchtigt werden.

Zusammenfassend lassen sich die Kernfragen, die dieses Gutachten beantwortet, wie folgt formulieren:

- Welche Auswirkungen und Risiken hat die Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten für den Naturhaushalt, insbesondere das Grund- und Oberflächenwasser, und für die öffentliche Trinkwasserversorgung in NRW?
- Ist die Daten- und Informationsbasis ausreichend, um die Auswirkungen und Risiken umfassend zu bewerten bzw. welche Informations- und Wissensdefizite bestehen und wie lassen sich diese beseitigen?
- Welche Kriterien gibt es, um ggf. zukünftige Genehmigungen so zu gestalten, dass mögliche unerwünschte Auswirkungen vermieden oder vermindert werden?
- Welche Beobachtungsmaßnahmen (Monitoring) sind notwendig, um mögliche unerwünschte Auswirkungen (frühzeitig) zu entdecken? Welche Kriterien gibt es, diese zu bewerten? Und welche Maßnahmen sind vorstellbar, um solche Auswirkungen zu bewältigen?
- Wie ist die Übertragbarkeit der Darstellungen und Studien aus dem Ausland, vor allem den USA, auf die heimische Region zu beurteilen?

Fragestellungen, mit denen sich das Gutachten nicht beschäftigt, sind u.a. Wirtschaftlichkeit und Klimabilanz der Erdgasförderung sowie deren Auswirkungen auf die regionale Wirtschaft, lebenszyklusanalytische Fragestellungen in Bezug auf vorgeschaltete Prozessketten (bspw. Rohstoffbedarf für die Produktion von Anlagen, Betriebsmitteln oder Betriebsstoffen für die Erdgas-Gewinnung) oder nachgeschaltete Prozessketten (bspw. Flächen- oder Raumbedarf für zu entsorgende Abfälle). Auch die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf ähnlich gelagerte technische Eingriffe (z.B. Geothermie) ist nicht Gegenstand des Gutachtens.

Zudem sollen die erarbeiteten Ergebnisse und Erkenntnisse dazu dienen, die Landesregierung in die Lage zu versetzen,

- die Übertragbarkeit der Verhältnisse im Ausland (insbesondere USA) auf die Situation in NRW zu beurteilen,
- der beauftragten Studie Grundlagen für die Öffentlichkeitsinformation und für Entscheidungsgrundlagen für Genehmigungsbehörden zu entnehmen, sowie
- zu einer Versachlichung der Diskussion beizutragen.

Das vorgelegte Gutachten ist aufgrund der Bearbeitungstiefe und des Themenumfanges sehr umfangreich. Es ist deshalb zusätzlich eine Kurzfassung erstellt worden, die dazu dient, die zentralen Gedanken und Erkenntnisse des Gesamtgutachtens übersichtlicher darzustellen.

2.2 Zielsetzung

Ausgehend von der allgemeinen Zielsetzung, wie zu Beginn dieses Kapitels bereits formuliert, ergeben sich einzelne Teilziele, die im Rahmen des Gutachtens zu erreichen waren:

1. Überblick und grundlegende Charakterisierung der möglichen Vorkommen in NRW. In diesem Zusammenhang waren insbesondere folgende Aspekte zu behandeln:
2. Generelle Darstellung der Erkundung und Gewinnung und ihrer jeweiligen Auswirkungen.
3. Identifizierung von Risiken für den Wasserhaushalt und andere Schutzgüter durch Hydraulic Fracturing.
4. Benennung von Voraussetzungen für Gefährdungsanalysen (Grundwassermodellierung und Monitoring).
5. Erarbeitung einer Struktur für Bewertungs- und Genehmigungskriterien sowie Identifizierung notwendiger Maßnahmen zur Konkretisierung dieser und Erarbeitung eines Vorschlags für das weitere Vorgehen mit Benennung der jeweils notwendigen Untersuchungen und Rahmenbedingungen.

Aufgrund des Umfangs der Thematik, der Datenlage und der Kürze der Bearbeitungsdauer war allen Beteiligten klar, dass eine abschließende Bearbeitung der Fragestellungen für alle zu betrachtenden Aspekte nicht zu erwarten war. Es war deshalb von vornherein Konsens, im Zweifelsfall Fragen zu offenen Punkten zu formulieren sowie Daten- und Erkenntnisdefizite zu benennen, die zu einem späteren Zeitpunkt bzw. von den Erdgasfirmen selbst zu beantworten bzw. zu beseitigen wären.

2.3 Vorgehensweise

Die Bearbeitung des Gutachtens erfolgte durch ein Bearbeitungsteam von insgesamt ca. 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern mit unterschiedlichen fachlichen Schwerpunkten, z.B. Hydrogeologen, Raum- und Umweltplanern, Toxikologen und Bergbauingenieuren. Somit konnten acht Arbeitsfelder fachlich abgedeckt werden: (1) Erdgas-Vorkommen, (2) Raumplanung, (3) Hydrogeologisches System, (4) Technik, (5) Stoffe, (6) Umweltauswirkungen und Risiken, (7) weitere Untersuchungen / Monitoring, (8) Bewertungs- und Genehmigungskriterien. Zur Gewährleistung einer integrativen Bearbeitung der Fragestellung dienen regelmäßige Treffen des gesamten Bearbeitungsteams.

Ein wesentlicher Teil der gutachterlichen Bearbeitung bestand in der Zusammenstellung und Auswertung vorhandener Daten, Fachliteratur und Unterlagen sowie in Gesprächen mit vielen verschiedenen Beteiligten bzw. möglichen Betroffenen. In die Arbeit sind auch Informationen der Erdölindustrie und des zeitlich parallel gelaufenen, von der ExxonMobil initiierten „Dialog- und Informationsprozesses“ eingeflossen. Hilfreich waren auch die Erkenntnisse aus dem ebenfalls zeitlich parallel gelaufenen Gutachtens des Umweltbundesamtes zur ähnlichen Thematik auf Bundesebene, vor allem aus dessen umfangreichem rechtlichen Teil. Informationen u.a. aus den USA und Niedersachsen wurden genutzt, um die Frage zu beantworten, inwieweit die dortigen Verhältnisse Schlüsse für die Zukunft in NRW zulassen.

Zeitlich haben wir die Erfahrungen vor allem der jüngeren Vergangenheit betrachtet und dann in die nähere und weitere Zukunft geschaut. Dabei haben wir einen „Lebenszyklusansatz“ verfolgt, d.h. wir haben uns mit allen Phasen eines bergbaulichen Projektes im Bereich unkonventioneller Erdgas-Lagerstätten beschäftigt, beginnend mit der Exploration mittels Bohrungen und Untersuchungen des Untergrundes ohne Einsatz der Fracking-Technologie (Phase A) und mit Einsatz der Fracking-Technologie (Phase B1), über das Abteufen von Gewinnungsbohrungen bzw. den Ausbau vorhandener Bohrungen zu Förderbetrieben einschließlich der dazu nötigen Produktionsfracks (Phase B2), über die Gewinnungsphase (Phase C) bis hin zur Rückbau- und Nachsorgephase (Endphase D) (Abb. 2.1).

Phase	Beschreibung	betrachtete Dimension	Raum	Zeit
Aufsuchung				
A	Bohrung zur Erkundung (ohne Frack)	Einzelfall	Standort / kleinräumig	Monate / Jahre
B1	Fracken zur Erkundung	Einzelfall	Standort / kleinräumig	Wochen
Gewinnung				
B2	Fracken zur Gewinnung	Summenwirkung	Gewinnungsfeld / großräumig	Wochen / Monate
C	Gewinnung (Betrieb)	Summenwirkung	Gewinnungsfeld / großräumig	Jahrzehnte
D	Abschluss / Nachsorge*	Summenwirkung	Gewinnungsfeld / großräumig	Jahrzehnte / dauerhaft

* nur randlich bearbeitet

Abb. 2.1: Phasen bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Erdgas-Lagerstätten (Lebenszyklusansatz)

Basis für die fundierte Umweltauswirkungs- und Risikoanalyse ist eine möglichst genaue Beschreibung des Ist-Systems, der vorhabensbedingten Auswirkungen und der relevanten Wirkungszusammenhänge.

Das Ist-System beinhaltet im Fall der Erkundung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten

- das Gasvorkommen unter Tage,
- die Oberfläche und den oberflächennahen Untergrund mit den jeweiligen Nutzungen sowie den Kompartimenten Boden und Luft sowie
- die hydro(geo)logisch-wasserwirtschaftliche Standortsituation.

Das Technik-System umfasst die zum Einsatz kommenden Techniken und Verfahren mit ihren spezifischen Einwirkungen.

Räumlich steht zunächst die großräumige Ebene im Vordergrund (siehe Abb. 2.2). Erkenntnisse aus dieser Ebene können in die Beurteilung ggf. nachfolgender Arbeiten auf der Standortebene einfließen und umgekehrt. Das heißt, dass die Betrachtungen sich auf folgende Punkte konzentrieren:

- Die verschiedenen Gasvorkommen in NRW und ihre speziellen Eigenheiten großräumig als Ganzes – und weniger die speziellen Verhältnisse an einzelnen möglichen Standorten (Bohrplätzen). Gasvorkommen werden in den Kontext ihres gesamten geologisch/hydrogeologischen Systems gestellt und die Analyse konzentriert sich auf Besonderheiten, die bei der Auswirkungs- und Risikobetrachtung zu berücksichtigen sind.

- Die raumplanerischen Zusammenhänge in den Vorkommensgebieten in NRW: Gibt es – aufgrund der bestehenden und geplanten Nutzungen – Räume in NRW, die für eine zukünftige Erdgas-Gewinnung mehr oder weniger bzw. gänzlich ungeeignet sind? In diesem Zusammenhang werden Begriffe wie Raumwiderstand eingeführt sowie mögliche Ausschlussgebiete analysiert.
- Die Gewinnung von unkonventionellem Erdgas in NRW in den nächsten Jahrzehnten insgesamt – über die einzelne Bohrung während der ersten Erkundungsphase hinaus. Das heißt, dass alle Betriebsphasen der unkonventionellen Gasförderung untersucht werden, von der Phase A: Exploration mittels Bohrung und Untersuchungen des Untergrundes ohne Fracking, über die Phase B1: Exploration mittels Untersuchungen des Untergrundes mit Fracking, die Phase B2: Ausbau der Bohrungen zu Förderbetrieben einschließlich der dazu nötigen Produktionsfracks, die Phase C: die Gewinnung des Erdgases bis zur Endphase D: die Rückbau- und Nachsorgephase.
- Die Umweltauswirkungen während aller Betriebsphasen. Die Differenzierung der Umweltauswirkungen erfolgt über das Konzept der Wirkfaktoren, Wirkungspfade und Schutzgüter. Es wird untersucht, welche Stoffe in welchen Mengen wann und wo gebraucht werden, wie sie sich ggf. umwandeln und wo sie bleiben. Der Naturhaushalt und das Grundwasser sowie die öffentliche Trinkwasserversorgung sind auftragsgemäß besonders berücksichtigt.
- Das System Technik, Stoffe und Hydrogeologie in seiner Gesamtheit. Hierbei werden Fragen nach Gefährdungspotenzialen und möglichen Wegsamkeiten/Wirkungspfaden behandelt. Risikoszenarien dienen dazu, mögliche Auswirkungen von Unfällen oder „Störfällen“ zu beschreiben und mögliche Maßnahmen zur Verhinderung bzw. Minderung zu erkennen.

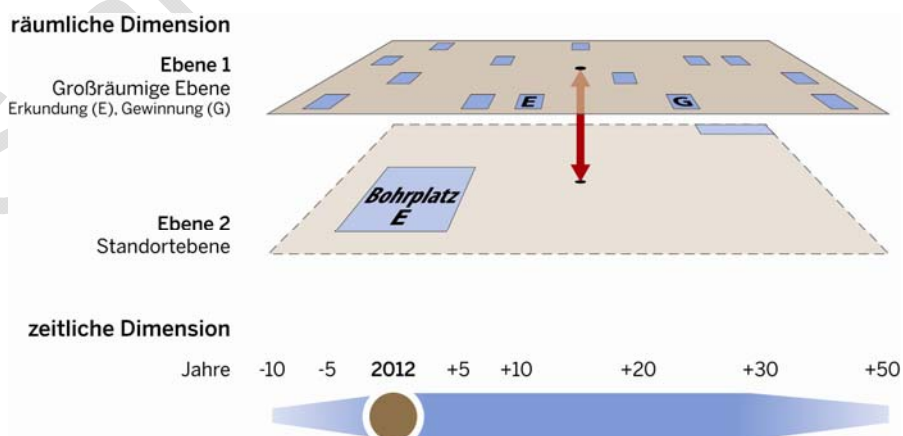


Abb. 2.2: Räumliche und zeitliche Dimension des NRW-Gutachtens

Die Erkundung der potenziellen unkonventionellen Erdgas-Vorkommen in NRW steht derzeit noch ganz am Anfang. Sie erfolgt schrittweise. Langfristige und konkrete Pläne für die flächenhafte Erkundung bzw. spätere Gewinnung in NRW, die wir unserer gutachterlichen Arbeit hätten zugrunde legen können, lagen den Gutachtern nicht vor. Veröffentlichte Betriebspläne für Einzelstandorte wurden jedoch berücksichtigt.

Die Art, Tiefe und Dauer der Einwirkungen des Vorhabens in der Umwelt kann in Abhängigkeit von den möglichen Kombinationen von Vorkommen und eingesetzter Technologie sehr unterschiedlich sein. Insofern ist die vorlaufende Betrachtung der zwei Subsysteme Umwelt und Technik notwendige Voraussetzung, um eine systematische und umfassende Analyse der möglichen Wirkungszusammenhänge durch eine sinnvolle Kombination dieser beiden zu ermöglichen.

Um eine systematische Beschreibung der potenziellen Umweltauswirkungen zu ermöglichen, wurde eine Methodik gewählt, die – ausgehend von der Beschreibung der hydrogeologischen, raumplanerischen, technischen und stofflichen Grundlagen – durch Zusammenführung der einzelnen Bereiche eine Abschätzung der Umweltauswirkungen und Risiken ermöglicht. Die kapitelweise Gliederung des Gutachtens folgt dieser Methodik, wie nachfolgend angegeben.

In einem ersten Schritt werden in **Kapitel 3** die verschiedenen Arten unkonventioneller Gasvorkommen erläutert und ihr Verbreitungsbe- reich bezogen auf die Landesfläche NRW dargestellt.

Des Weiteren wird in **Kapitel 4** anhand von verschiedenen raum- und umweltplanerischen Kriterien (u.a. Ausprägung der Schutzgüter und der Schutzgutfunktionen, planerischer und rechtlicher Schutzstatus oder Empfindlichkeit der jeweiligen Flächen) die unterschiedliche Eignung von Gebieten für die Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten aufgezeigt. Die hierbei erarbeitete Raumwiderstandsbewertung basiert methodisch auf der Überlagerung von Raumnutzungen sowie -funktionen und grenzt den Untersuchungsraum ein. Kapitel 4 enthält einen eigenen Anhang, mit weitergehenden Ausführungen.

Kapitel 5 widmet sich der Analyse des hydrogeologischen Systems und untersucht sowohl den ungestörten Vor-Eingriffszustand als auch die Veränderungen durch einen Eingriff (Bohrung). Zu einer hydrogeologischen Systemanalyse gehören die Beschreibung der Verbreitung und der hydraulischen Eigenschaften der das System aufbauenden geologischen Schichten, der bestehenden Fließwege, der Potenzialdifferenzen zwischen den einzelnen Schichten und der sich daraus ergebenden Grundwasserfließbewegungen.

In **Kapitel 6** werden der aktuelle Stand der Bohrtechnik, der Technik des Bohrlochausbaus sowie der Stimulationstechniken behandelt. Zudem werden die zurzeit in der Industrie eingesetzten Techniken für die Erdgasgewinnung und die Lagerstättenentwässerung dargestellt. Des Weiteren erfolgt in diesem Kapitel die Erarbeitung potenzieller Erschließungsszenarien für NRW („10 %-Flächenszenarien“), die in Ergänzung zur Charakterisierung der Einwirkungen von Einzelbohrungen entlang der Lebenszyklusphasen A bis D auch eine Analyse von kumulierten Effekten mehrerer Bohrungen in NRW ermöglichen.

Obwohl inhaltlich und prozesstechnisch direkt mit der eingesetzten Technologie verbunden, werden die Frack-Additive zum besseren Verständnis in einem gesonderten **Kapitel 7** behandelt. Hierbei wird zwischen wasser- und schaumbasierten Frack-Additiv-Systemen unterschieden und diese eingehend analysiert. Des Weiteren werden Kriterien aufgeführt, anhand derer die Additive für den Einsatz in einer konkreten Lagerstätte ausgewählt werden. Es erfolgt weiterhin eine Auswertung der in Deutschland in unterschiedlichen konventionellen und unkonventionellen Lagerstätten bereits eingesetzten Frack-Fluide sowie eine Beschreibung der einzigen beiden bisher in Schiefergas- und Kohleflözgas-Lagerstätten in Deutschland eingesetzten Fluide. Als Synthese aus den vorliegenden Informationen wird der gegenwärtige Kenntnisstand zur möglichen Zusammensetzung in NRW einsetzbarer Fluide dargestellt. Kapitel 7 enthält einen eigenen Anhang mit weitergehenden Stoffinformationen.

Aufbauend auf den in den Kapiteln 3 bis 7 erarbeiteten Erkenntnissen werden in **Kapitel 8** in einem ersten Schritt alle möglichen Wirkfaktoren der verwendeten Technik benannt und dargelegt, welche Schutzgüter jeweils betroffen sein können. Ein Wirkfaktor beschreibt den Einfluss (z.B. Eigenschaft eines Vorhabens), der auf die Umwelt wirkt und dort zu Veränderungen (Auswirkungen) führt, z.B. Schadstoff- und Lärmemission etc. Die Wirkfaktoren können entweder unmittelbar beschrieben (quantifiziert) und bewertet werden (z.B. Flächeninanspruchnahme) oder es bedarf bestimmter Wegsamkeiten und Systemvoraussetzungen (Wirkungspfade inkl. der notwendigen Durchlässigkeiten und Potenziale), damit ein Wirkfaktor wirksam werden kann (z.B. Stoffemission in den Untergrund und Aufstieg über bevorzugte Fließwege in das Schutzgut „Grundwasser“). Im letzteren Fall ist eine Risikoanalyse erforderlich, wozu eine Methodik und Vorgehensweise in **Kapitel 9** erarbeitet und exemplarisch angewendet wird. Kapitel 9 enthält einen eigenen Anhang, in dem Daten- und Berechnungsgrundlagen dokumentiert sind.

Auf Grundlage der in Kapitel 8 und 9 identifizierten potenziellen Umweltauswirkungen wurde in **Kapitel 10** eine Struktur für Bewertungs- und Genehmigungskriterien erarbeitet. Da selbst auf der übergeordneten (generischen) Ebene viele vorliegende Informationen noch nicht ausgewertet wurden bzw. noch zu identifizieren und auszuwer-

ten sind und standortspezifische Informationen noch fast vollständig fehlen, halten wir auch die Ableitung von belastbaren Bewertungs- und Genehmigungskriterien derzeit für verfrüht. Dazu bedarf es nach unserer Auffassung noch grundlegender Arbeiten, für die in diesem Kapitel Vorschläge unterbreitet werden. Wir haben uns Gedanken gemacht, welche Struktur ein solcher Katalog mit Bewertungs- und Genehmigungskriterien haben sollte. Wenn möglich haben wir Hinweise auf die Ausgestaltung einzelner Kriterien gegeben.

In **Kapitel 11** wird auf Basis der Analysen in den vorangegangenen Kapiteln zunächst die erforderliche Systemerkundung konkretisiert und dann die Struktur für ein Monitoringsystem, d.h. für ein systematisches Programm zur räumlichen Beobachtung, Kontrolle und Bewertung wasserwirtschaftlicher und ökologischer Größen vorgestellt. In Abhängigkeit des definierten Informationsbedarfs sind geeignete Messnetze, Mess- und Auswertungsmethoden festzulegen. Aufgrund der bereits angesprochenen großen Wissens- und Datendefizite können auch zu Art und Umfang des Monitorings in diesem Gutachten nur die Grundstrukturen erarbeitet werden. Da numerische Grundwassermodelle ein wichtiges entscheidungsunterstützendes Instrument darstellen, werden Grundlagen und Anforderungen an numerische Grundwassermodelle konkretisiert.

Entsprechend der Aufgabenstellung (s.o.) umfasst die Bearbeitung dieses Gutachtens ebenfalls eine Darstellung der Unterschiede zwischen anderen Ländern, vor allem den USA, und der Situation in Deutschland/NRW in Bezug auf die einzelnen im Gutachten behandelten Themengebiete. Die Vergleiche werden in den einzelnen Kapiteln bereits themenbezogen durchgeführt, im Sinne einer zusammenfassenden Darstellung jedoch in **Kapitel 12** nochmals aufgeführt.

In **Kapitel 13** werden die Ergebnisse des Gutachtens im Rahmen eines Gesamtfazits zusammengefasst und es erfolgen Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise in NRW.

2.4 Daten- und Informationsgrundlagen

Bei unserer Begutachtung haben wir auf einen transparenten Umgang mit den von uns verwendeten Daten und Informationen geachtet. In allen Fällen, in denen aus unserer Sicht die vorhandenen Daten für eine Bewertung und die Ableitung gutachterlicher Aussagen nicht ausreichen oder keine entsprechenden Daten und Informationen vorlagen, wurde dies vermerkt.

Im Rahmen der Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden soweit möglich die für NRW frei verfügbaren Informationen im Zusammenhang mit der Erkundung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten berücksichtigt und ausgewertet. Viele Daten, darunter

z.B. relevante Daten zu Bohrungen aus der Steinkohlenexploration in NRW waren aus Gründen des Datenschutzes für uns nicht zugänglich.

In NRW liegen bislang nur sehr wenige konkrete Erfahrungen mit Umsetzungsmaßnahmen zur Erkundung unkonventioneller Erdgas-Vorkommen und insbesondere zum Fracking vor. Die Gutachter waren deshalb bei ihren Auswertungen hauptsächlich auf Erfahrungen außerhalb von NRW angewiesen (Niedersachsen, USA, Australien, UK etc.). Vor allem die diesbezüglichen Arbeiten in den USA sind Gegenstand einer umfangreichen und rasant anwachsenden Fachliteratur, deren Aussagen allerdings nur mit Einschränkung auf die deutschen Verhältnisse übertragbar sind.

Explizit wurde auch die Situation und der aktuelle Sachstand in Niedersachsen berücksichtigt. Am 18.04.2012 fand hierzu auch ein Informations- und Erfahrungsaustausch auf ministerieller Ebene statt.

Seit 1961 wurden bundesweit ca. 300 Fracks durchgeführt, die meisten davon in Niedersachsen. Aufgrund der geologischen Lagerstättenverhältnisse in Niedersachsen wurde dort vorwiegend in konventionellen und Tight Gas-Lagerstätten gefrackt.

Ein wesentlicher Teil der gutachterlichen Bearbeitung bestand in der Zusammenstellung und Auswertung vorhandener Daten, Fachliteratur und Unterlagen sowie in Gesprächen mit vielen verschiedenen Beteiligten bzw. möglichen Betroffenen. In das Gutachten sind auch Informationen der Erdölindustrie und des parallel laufenden ExxonMobil Informations- und Dialogprozesses (kurz: Exxonprozess) eingeflossen. Die verwendete Literatur ist am Ende eines jeden Kapitels aufgelistet.

Ebenso sind Erkenntnisse aus dem parallel laufenden Gutachten des Umweltbundesamtes zur ähnlichen Thematik auf Bundesebene, vor allem aus dessen umfangreichen rechtlichen Teil hinzugezogen worden.

2.5 Verwendung von Fachbegriffen

Es liegt in der Natur eines solchen wissenschaftlichen Gutachtens, dass umfänglich Fachtermini benutzt werden. Erst durch eine eindeutige und korrekte Wortwahl können Missverständnisse und Fehlinterpretationen vermieden werden.

Die Erdöl-/Erdgasbranche ist jedoch u.a. dadurch charakterisiert, dass für viele Prozesse, Anlagen und Komponenten auch in der deutschen Sprache das englische Fachvokabular verwendet wird. Am offenkundigsten ist dies beispielsweise im Zusammenhang mit der in diesem Gutachten behandelten Thematik am Begriff „Fracken“ darzustellen,

für den es im Deutschen keinen entsprechenden Fachbegriff gibt und stattdessen die Umschreibung „Risserzeugung“ herangezogen werden müsste¹. Im Rahmen des Gutachtens war es das Bestreben der Gutachter, immer dort, wo sinnvoll und sinnstiftend möglich, deutsche Begriffe und Ausdrücke zu verwenden. In den Fällen, wo sich dies nicht vermeiden ließ, sind die englischen Fachausdrücke erläutert oder zur Erklärung wörtlich übersetzt.

Stand 06.09.2012

¹ Auch der englische Begriff „frac“ ist bereits eine Verkürzung des eigentlichen Fachterminus „hydraulic induced fracturing“, dem im deutschen der Ausdruck „hydraulisch induzierte Risserzeugung“ entsprechen würde.

Kapitel 3

Stand 06.09.2012

Stand 06.09.2012

3 UNKONVENTIONELLE ERDGAS-VORKOMMEN IN NRW

3.1 Einleitung und Datengrundlage

Das nachfolgende Kapitel enthält zunächst eine begriffliche Erläuterung / Definition unkonventioneller Gasvorkommen (auch in ihrer Abgrenzung gegenüber konventionellen Gasvorkommen). Die verschiedenen Arten unkonventioneller Gasvorkommen werden erläutert und ihr Verbreitungsbereich bezogen auf die Landesfläche NRW wird dargestellt.

Des Weiteren wird in diesem Kapitel auf die aktuelle bergrechtliche Situation in NRW, bezogen auf bereits genehmigte bzw. beantragte Erlaubnisse für die Aufsuchung unkonventioneller Erdgasvorkommen in NRW eingegangen.

Die nachfolgenden Ausführungen basieren insbesondere auf folgenden Informationen und Daten:

- Unkonventionelle Erdgas-Vorkommen in Nordrhein-Westfalen (GD NRW, 2011¹),
- Jahresbericht 2010 der Bergbehörden des Landes NRW (<http://www.mwebwv.nrw.de>),
- GD NRW (März 2011): CBM-Exploration im Münsterland: Fragen und Antworten,
- Auswertung geologischer und hydrogeologischer Karten für Nordrhein-Westfalen,
- Fachgespräche mit dem Geologischen Dienst (GD NRW) und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover,
- Gespräche mit ExxonMobil Production Deutschland GmbH, Wintershall Holding GmbH und BNK Deutschland GmbH,
- Auswertung der Arbeitsprogramme in den Erlaubnisanträgen,
- regionale Kenntnisse der Gutachter,
- umfangreiche Fachliteratur (s. Literaturverzeichnis),

¹ http://www.gd.nrw.de/zip/l_rcbm01.pdf

- Unterlagen des ExxonMobil Informations- und Dialogprozesses,
- Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland (BGR 2012).

3.2 Einführung

Thermogenes Erdgas besteht aus gasförmigen Kohlenwasserstoffen (überwiegend Methan (CH₄) und in geringen Bestandteilen auch Propan, Butan, und manchmal auch Schwefelwasserstoff, Stickstoff und Kohlendioxid). Es entsteht bei der Umwandlung von abgelagertem, organischem Material (Inkohlung). Die Gasgenese ist in erster Linie eine Funktion von Temperatur und Zeit und weniger des Drucks.

Biogenes Methan entsteht durch den bakteriellen Abbau von organischem Material (Acetatfermentation und CO₂-Reduktion). Es ist z.B. im Münsterland, im Emscher Mergel, weit verbreitet (Melchers 2008).

Die unkonventionellen Gasvorkommen enthalten überwiegend thermogenes Erdgas. In King (2011, S. 6) wird allerdings auch von biogen produziertem Methan in Schiefergaslagerstätten berichtet.

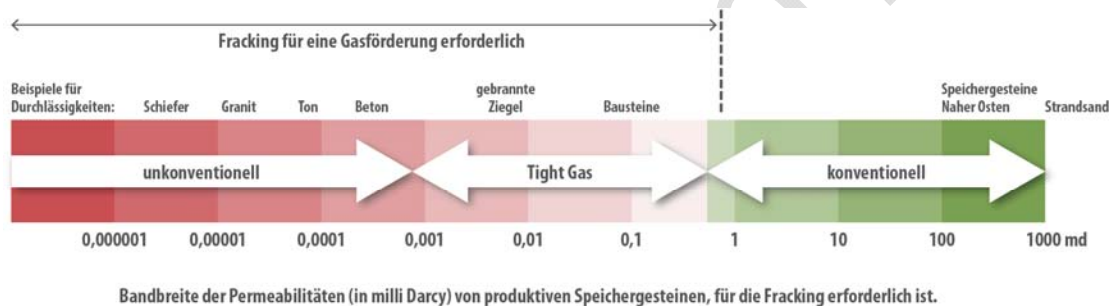
Unkonventionelle Erdgas-Lagerstätten unterscheiden sich sowohl in ihrer Art als auch in ihrer Genese von konventionellen Erdgas-Lagerstätten. Bei konventionellen Erdgas-Lagerstätten sammelt sich das Erdgas in sogenannten „Erdgasfallen“. Das Erdgas entsteht zunächst in einer unter der Lagerstätte liegenden geologischen Schicht (Muttergestein) und migriert dann so lange durch das Gebirge in Richtung Erdoberfläche, bis es sich in einem Speichergestein unter einer undurchlässigen Schicht sammelt (geologische Fallenstruktur).

Bei unkonventionellen Erdgas-Lagerstätten verbleibt das Erdgas hingegen i.d.R. im Muttergestein beziehungsweise in den angrenzenden Horizonten (Besonderheit Tight Gas s.u.). Von diesem Unterscheidungsmerkmal ausgehend wird international die Klassifizierung zwischen konventionellen und unkonventionellen Erdgas-Lagerstätten durch die Lagerstättenpermeabilität definiert: Erdgas-Lagerstätten mit Permeabilitäten unter 0,1 Millidarcy werden prinzipiell zu den unkonventionellen Erdgas-Lagerstätten gezählt (siehe Abb. 3.1). Aus förder-technischer Sicht bedeutet die geringe Ausgangspermeabilität der Lagerstättenformation, dass die Durchlässigkeit des Gebirges zur Gewinnung des Erdgases u.U. mit entsprechenden Stimulationsmaßnahmen künstlich erhöht werden muss.

Hinzu kommt, dass das Erdgas in unkonventionellen Erdgas-Lagerstätten zum Teil durch physikalische Prozesse fest an das Muttergestein gebunden ist. Daher ist eine Permeabilitäts-erhöhung erforderlich, um eine Erdgasförderung zu induzieren.

Unkonventionelle Erdgas-Lagerstätten können in Flözgas- (Coalbed Methane, CBM), Schiefer- und Tight Gas-Lagerstätten untergliedert werden (Tab. 3.1). Tight Gas liegt im Hinblick auf die Permeabilität des Speichergesteins im Übergangsbereich zwischen konventionellen und unkonventionellen Vorkommen, wird bei King (2011) aber dem unkonventionellen Erdgas zugeordnet, obwohl dieses Gas in ein – allerdings sehr geringdurchlässiges – Speichergestein migriert ist (Abb. 3.1).

Da allerdings nach Angaben des Geologischen Dienstes NRW aktuell nicht davon auszugehen ist, dass in Nordrhein-Westfalen förderbare Tight Gas-Lagerstätten existieren (GD NRW 2011), werden diese im Rahmen dieses Gutachtens nicht weiter behandelt.



übersetzt aus KING 2011

Abb. 3.1: Bandbreite der Permeabilitäten und Erfordernis des Frackens bei der Erdgasgewinnung (nach King 2011)

Tab. 3.1: Übersicht über unkonventionelle Erdgas-Vorkommen

englische Bezeichnung	deutsche Bezeichnung	geologische Vorkommen	Vorkommen in NRW
Shale Gas	Schiefergas	Tonsteine	Rheinisches Schiefergebirge, Wesergebirge, Ibbenbüren
Coal Bed Methane (CBM) ²	Flözgas Kohleflözgas	unverritzte Kohleflöze und Nebengestein	Münsterland, linker Niederrhein, Ibbenbüren
Tight Gas	-	v.a. geringdurchlässige Sandsteine	-
Deep gas	-	In Tiefen > 4.500 m	-
methane clathrate, gas hydrate	Methanhydrat	eisähnliche feste Verbindung in marinen Sedimenten kalter Meere und in Permafrostböden	-

Neben den bereits erwähnten Arten an unkonventionellen Erdgas-Vorkommen sind noch Coal Seam Methane (CSM, Grubengas durch den aktiven Bergbau freigesetzt) und Coal Mine Methane (CMM, Grubengas, das aus stillgelegten Bergwerken austritt) zu nennen. Diese Gastypen gehören jedoch nicht zu den unkonventionellen Lagerstätten (Jahresbericht 2010 der Bergbehörden des Landes NRW).

Grubengas (CSM und CMM) wird seit 1943 im Ruhrgebiet und in Ibbenbüren gewonnen und überwiegend zur Wärmeerzeugung genutzt oder verstromt. Zurzeit sind ca. 40 Anlagen in Betrieb (Energie Agentur NRW (2009)). Grubengas soll auch in Ibbenbüren gewonnen werden.

Sauergas (Schwefelwasserstoff) wird in den Schiefer- und Flözgas-Vorkommen nicht erwartet, sondern ist eher typisch für bestimmte konventionelle Lagerstätten (GD NRW 2. Fachgespräch 23.03.2012).

Eine Übersicht über die potenziellen Vorkommen an unkonventionellem Erdgas in NRW gibt die Abb. 3.2 und die Tabelle 3.2. Für die Vorkommen erfolgte eine Untergliederung in Geosysteme, wobei unter einem Geosystem ein (weitgehend in sich abgeschlossener) Bereich mit vergleichbaren geologisch-hydrogeologischen Verhältnissen verstanden wird. Die Geosysteme werden in Kapitel 5 näher erläutert.

² Australien: CSG: Coal Seam Gas

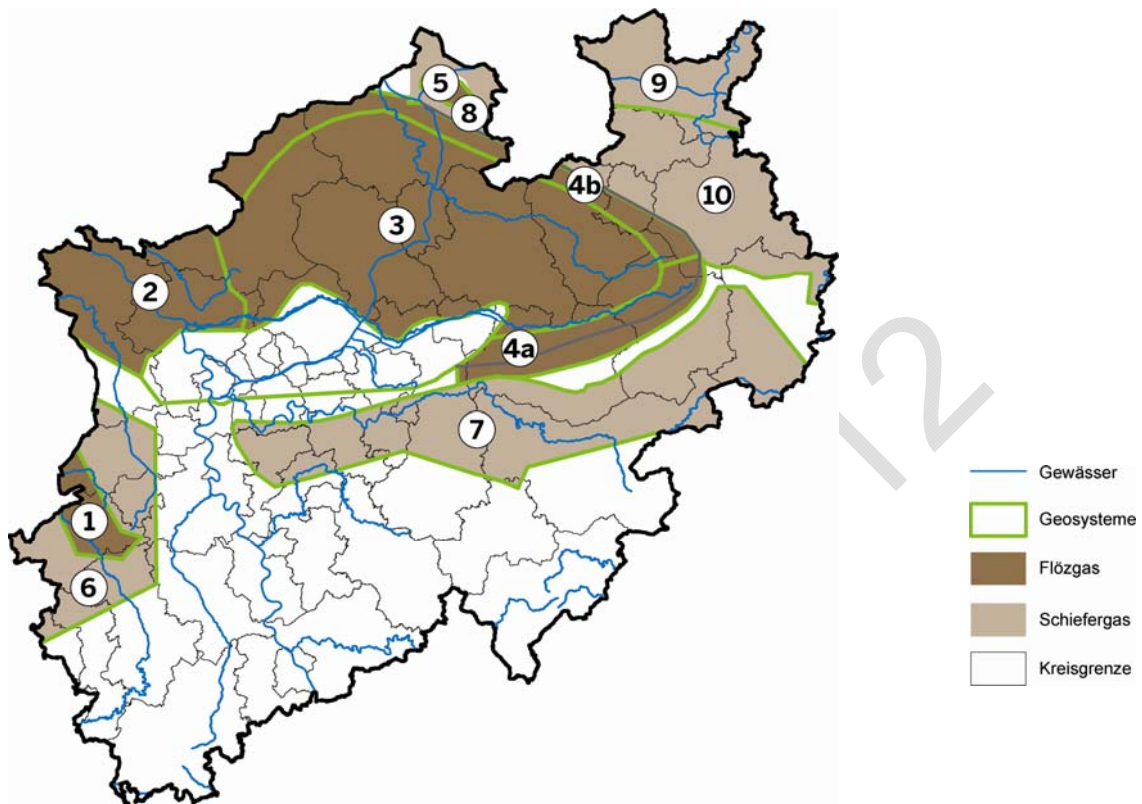


Abb. 3.2: Überblick über die Geosysteme mit vermuteten Vorkommen an unkonventionellem Erdgas in NRW (Erläuterung der Zahlen siehe Tab. 3.2)

Tab. 3.2: Überblick über die Geosysteme mit vermuteten Vorkommen an unkonventionellem Erdgas in NRW

	Geosystem	Vermutete Zielhorizonte	geschätzte Mächtigkeit in m (ca.)	Geschätzte Tiefenlage in m (ca.)
Flözgas	1 Südlicher Niederrhein	Flözführendes Oberkarbon	1.500	1.000 – 5.000
	2 Nördlicher Niederrhein	Flözführendes Oberkarbon	2.000	1.000 – 2.000
	3 Zentrales Münsterland	Flözführendes Oberkarbon	3.000	1.500 – 4.500
	4a/4b Randliches Münsterland	Flözführendes Oberkarbon	500 – 3.000	300 – 500
	5 Ibbenbüren	Flözführendes Oberkarbon	1.800	> 1500
Schiefergas	6 Südlicher Niederrhein	Tonsteine des Unterkarbons	genaue Zielhorizonte nicht bekannt	genaue Zielhorizonte nicht bekannt
	7 Rheinisches Schiefergebirge	Hangenden Alaunschiefer	20 – 110	0 – 2.500
	8 Ibbenbüren	Posidonienschiefer Wealden (Bückeberg Folge)	20 – 30 300	0 – 2.000
	9 Wesergebirgsrandmulde	Posidonienschiefer Wealden (Bückeberg Folge)	20 – 70 300	0 – 3.000
	10 Ostwestfälisches Bergland	Posidonienschiefer ?	?	0 – ?

Weitere Ausführungen zu unkonventionellen Erdgas-Vorkommen in NRW unter besonderer Berücksichtigung der darauf angepassten jeweiligen generellen Gewinnungsstrategien finden sich in Kapitel 6 des vorliegenden Gutachtens.

3.3 Kohleflözgas / Coal bed methane (CBM)

Kohleflözgas (Coalbed Methane, CBM) wird als Gasgemisch mit einem Methangehalt (CH_4) zwischen 90 und 95 % und einem lokal variierenden Anteil an Kohlendioxid (CO_2), Stickstoff (N_2) und Ethan (C_2H_6) definiert. Es wird aus unverritzten, das heißt vom Bergbau nicht beeinträchtigten Kohleflözen gewonnen, in denen es parallel zur Inkohlung von organischem Material entsteht.

Durch das Abspalten von Methan (und anderen Stoffen) wird das verbleibende organische Material (Torf – Braunkohle – Steinkohle) immer Kohlenstoffreicher bis hin zum Anthrazit, der fast nur noch aus Kohlenstoff besteht. Falls geeignete Durchlässigkeiten und geologische Fallenstrukturen bestehen, entstehen konventionelle Erdgas-Lagerstätten wie in dem Erdgasfeld Groningen. Aber auch in den Flözen ist in Poren und Klüften Methan gespeichert und an der Kohle selbst adsorbiert.

In verschiedenen Laborversuchen wurde nachgewiesen, dass während der Inkohlung von organischem Material bis zum Stadium der Fettkohle neben rund 32 m^3 Kohlendioxid und 43 m^3 Wasser bis zu 85 m^3 Methan pro Tonne Kohle gebildet werden. Das Methan wird nicht während des gesamten Inkohlungsvorgangs (Torf -> Anthrazit) gleichmäßig freigesetzt, sondern entsteht erst relativ plötzlich beim Übergang zwischen Gasflammkohle über Gaskohle zur Fettkohle. Die größten Methanmengen bis zu 100 m^3 Methan pro Tonne Kohle werden bei der Anthrazitisierung, dem letzten Stadium der Inkohlung, freigesetzt (beispielsweise in Ibbenbüren). Das so entstandene Methan ist heute zum allergrößten Teil aus den flözführenden Schichten heraus migriert und – wenn es nicht in Fallenstrukturen (den heutigen Erdgas-Lagerstätten) gehalten wurde – in die Atmosphäre gelangt.

Diese Gasbildung stellt keinen lokalen Sonderfall dar, sondern tritt in allen Kohlelagerstätten weltweit auf. Während der nachfolgenden geochemischen und geophysikalischen Prozesse wandert ein Großteil des Wassers und des Kohlendioxids aus der Kohle heraus, wodurch die vom Bergbau unbeeinflusste Lagerstätte ein Gasgemisch mit rund 90-95 % Methan enthalten kann. Aufgrund der anschließenden Migration des Kohleflözgases aus dem Speichergestein an die Oberfläche liegt der heutige Methangehalt in den Steinkohlenlagerstätten des Ruhrreviers zwischen 0 und $15 \text{ m}^3/\text{t}$ Kohle. Im Ibbenbürener Revier, das für

seine gasreichen Kohlen bekannt ist, können sogar noch Gasgehalte bis ca. 20 m³/t auftreten (GD NRW 2. Fachgespräch 23.03.2012).

Vorkommen in NRW

Die derzeitigen Erkenntnisse über die Kohleflözgas-Vorkommen beruhen vor allem auf den umfangreichen und langjährigen Erfahrungen des Steinkohlenbergbaus (Problem der „schlagenden Wetter“ und der Grubengasgewinnung).

Außerhalb dieser Bergbauzone liegen umfangreiche Arbeiten über die unterschiedlichen Aspekte der Gasführung in den Schichten des Oberkarbons vor, die sich u.a. auf die Explorationsbohrungen zur Steinkohlenerkundung, Gasmessungen in den Steinkohlenbergwerken, aber auch auf Modellvorstellungen und Analogieschlüssen stützen (Gaschnitz 2001; Juch, D. & Gaschnitz, R. & Thielemann, Th. (2004); Kunz 1999; Thielemann & Littke 2001; Thielemann 2000). In einer Versuchsbohrung (Conoco-Bohrung) wurde 1990 auch gezielt das Flözgaspotenzial erkundet.

Über die Gasentstehung, Gasmigration und die heutige Gasverteilung bestehen trotz der oben genannten Untersuchungen teilweise unterschiedliche Auffassungen.

Die Gasführung des Oberkarbons lässt sich nur bedingt mit dem Kohleanteil im Oberkarbon, dem Inkohlungsgrad oder der Flözmächtigkeit korrelieren. Ein Zusammenhang besteht möglicherweise zwischen dem tektonischen Bau (verstärkter Gasaufstieg in Sattelflanken mit steiler Lagerung) und zwischen der Permeabilität des Deckgebirges und der Zwischenschichten (DMT 2008).

In der Literatur benannt (Thielemann 2000, Gaschnitz 2001) ist der Unterschied in der Gasverteilung im Tiefenprofil zwischen den beiden Gasprovinzen „Niederrhein“ und „Westfalen“ (Abb. 3.3). Grundlage hierfür ist die Auswertung von Kohleexplorationsbohrungen (DMT 2008). Auffällig ist die unterschiedliche Verteilung des Gases in Abhängigkeit von der Tiefe unter dem Deckgebirge. In der Provinz Westfalen (Münsterland) liegt die höchste Methankonzentration direkt unter dem Deckgebirge, in der Provinz Niederrhein erst in einer größeren Tiefe unter dem Deckgebirge.

Für die unterschiedliche Verteilung gibt es zwei Hypothesen:

1. Gaschnitz (2001) ist der Meinung, dass die vormals höher gasführenden Bereiche des Oberkarbons am Niederrhein bereits erodiert sind. Unter den gasärmeren Bereichen liegen erst in größerer Tiefe wieder gasreichere Bereiche. Da das Gas im

Oberkarbon aber kaum mobil ist, ist es nicht aufgestiegen und hat sich nicht unterhalb des Deckgebirges angesammelt.

2. Eine andere Hypothese führt die unterschiedliche Gasverteilung auf die Ausbildung des Deckgebirges zurück (mündl. Mitteilung Dr. Wrede, GD NRW). Während in der Gasprovinz Niederrhein das Deckgebirge aus eher permeablen Sandsteinen (Buntsandstein), tertiären Tonen (Ratingen Ton) und Sanden (Walsum Meeressande) besteht, ist das Deckgebirge in der Gasprovinz Westfalen vor allem aus gering permeablen tonigen Mergelsteinen aufgebaut (v.a. Emscher Mergel) und hat eine Migration „nach oben“ verhindert.

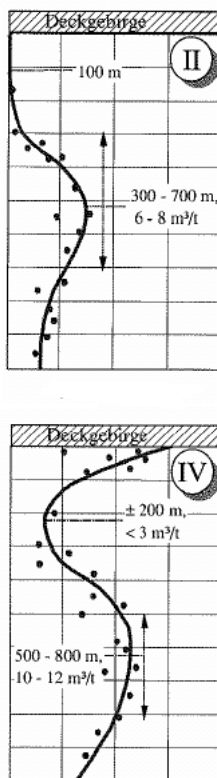


Abb. 3.3: Flözgasprofile des Oberkarbons Profil II: Niederrhein; Profil IV: Münsterland (aus: Gaschnitz 2001, Abb. 5-33)

Die Schätzungen zum „Gas in Place (GIP)“, d.h. der im Gestein vorhandenen Gasmenge in Kohleflözlagerstätten in NRW, die aber aus technischen Gründen nicht voll gewinnbar sein dürfte, gehen von Werten $> 2.000 \text{ km}^3$ aus (BGR 2012, GD NRW 2011). Für Kohleflözgas-Vorkommen in Deutschland wurden Abschätzungen der technisch gewinnbaren Mengenanteile bislang nicht vorgenommen (GD NRW 2011).

Zur Gewinnung kann Fracken erforderlich sein. Entsprechende Erfahrungen liegen in Deutschland noch nicht vor. Gemäß EPA (2004) ist bei den 11 großen Kohlebecken in den USA in 8 Becken Fracken immer erforderlich; in 3 Becken erfolgt es gelegentlich.

Weitere Beschreibungen und Besonderheiten zu den drei großen Kohleflözgas-Vorkommen im Münsterländer Becken, Raum Ibbenbüren und dem linken Niederrhein sind in Kapitel 5 enthalten.

3.4 Schiefergas / Shale Gas

Schiefergas tritt in bituminösen Tonen und Tonsteinen auf (englisch: clay und shale). Schiefer bezeichnet im dt. Sprachgebrauch in der Regel einen Tonstein mit ausgeprägtem Parallelgefüge (z.B. Dachschiefer). Kristalline Schiefer (englisch: schist) als metamorphes Gestein dürften wegen der hohen thermischen Beanspruchung kein Methan mehr enthalten. Schiefergas (shale gas) bezieht sich daher immer auf Tonsteine und nicht auf metamorphe Schiefer.

Diese Tonsteine sind in der Regel marine Ablagerungen (z.B. Alginite), die zunächst über einen sehr hohen Gehalt an C_{org} (ab 2 bis 8 %) verfügen, um dann – nach ausreichender thermischer Aufheizung (Inkohlungsbereich zwischen ca. 1,9 und 4 % Vitrinitreflexion) – als Schiefergas-Lagerstätte interessant zu sein. Bei einer zu hohen Aufheizung und Metamorphose werden die Kohlenwasserstoffe wieder zerstört. Bereits Schichtmächtigkeiten ab ca. 20 Meter sind für eine mögliche Gewinnung interessant (BGR 2012).

Das Gas kann in den Tonsteinen und Schiefen auf verschiedene Arten gespeichert sein: als freies Gas im Porenraum, als freies Gas in Klüften und als Gas, das an die Oberfläche von Tonmineralien (wie Illit und Smektit) und organischem Material adsorbiert ist (Abb. 3.4). Bei der Gewinnung ist es Ziel, alle drei Bindungsformen des Gases zu fördern.

Auf Grund der geringen Permeabilität kann das Gas nicht aus dem Muttergestein entweichen und es sind – im Gegensatz zu konventionellen Gaslagerstätten – keine geologischen Fallenstrukturen und keine geologischen Barrieren erforderlich, um das Gas am Entstehungsort zu halten. Beim Schiefergas sind Mutter-, Speicher- und Barrierengestein dasselbe.

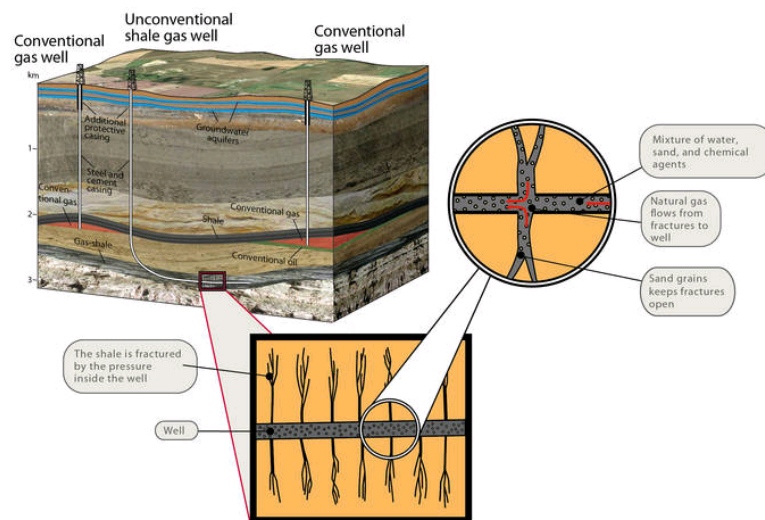


Abb. 3.4: Schiefergas und Fracking (<http://www.shale-gas-information-platform.org/areas/basics-of-shale-gas.html>)

Eine ausführliche Abschätzung des Erdgaspotenzials aus Schiefergasvorkommen für Deutschland wurde von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) im Juni 2012 im Rahmen eines Zwischenberichtes zum Projekt NIKO³ vorgelegt (BGR 2012).

Demnach wird für Deutschland insgesamt von einer Schiefergas-Gesamtmenge (Gas-in-Place, GIP) von rd. 13 Bill. m³ GIP ausgegangen, wobei die berechneten Mengen für das Unterkarbon (rd. 8 Bill. m³ GIP) deutlich über denen des Posidonienschiefers und „Wealden“ (Bückerburg Formation) (jeweils rd. 2 Bill. m³ GIP) liegen. Im Unterkarbon wird v.a. den Hangenden Alaunschiefen, die in Deutschland großflächig in der Tiefe verbreitet sind, ein großes Potenzial zugeordnet.

Die technisch gewinnbaren Mengen werden bei Schiefergas in den USA bei ca. 10 % bis 35 % des GIP gesehen (BGR 2012). Unter Annahme eines technisch gewinnbaren Anteils von 10 % kommt die BGR zu einer Abschätzung der gewinnbaren Schiefergas-Ressourcen für Deutschland in Höhe von 1,3 Bill. m³.

3

http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Projekte/laufend/NIKO/NIKO_projektbeschreibung.html

Vorkommen in NRW

In NRW werden eine Reihe von bituminösen Tonsteinen und Schiefern aus dem Mesozoikum und der Unterkreide als potenzielle Vorkommen von Schiefergas angesehen. Die Abbildung 3.2 zeigt die vermuteten Vorkommen in der Abgrenzung der Aufsuchungsfelder auf Schiefergas.

Über die Vorkommen an Schiefergas gibt es in NRW bislang noch wenige Daten. Die Bohrung Oppenwehe 1 (Geosystem Wesergebirgsrandmulde) im Jahre 2008 durch Exxon erkundete den „Wealden“ (Bückeberg-Formation) und den unterlagernden Posidonienschiefer. In den Hangenden Alaunschiefern des Unterkarbon, in denen große Vorkommen vermutet werden, gibt es noch keine Erkundungsbohrung; sie wurden nur in der Bohrung Münsterland 1 in großer Tiefe erbohrt, aber nicht näher erkundet.

Das Potenzial der Schiefergas-Vorkommen wurde durch die BGR (2012) abgeschätzt. Den „Wealden“ (Bückeberg Formation) und den Posidonienschiefer hält die BGR demnach vor allem in Niedersachsen, westlich von Hannover, für höffig. In NRW sind Aufsuchungsfelder genehmigt, in denen der „Wealden“ (Bückeberg Formation) und der Posidonienschiefer die Zielhorizonte sind (Geosysteme: Ibbenbüren, Wesergebirgsrandmulde und Osnabrücker Bergland). Die Mächtigkeit des „Wealden“ (Bückeberg-Formation) beträgt in der Bohrung Oppenwehe 1 ca. 300 Meter, es wird jedoch nicht in allen Schichtgliedern eine ähnliche Gasführung vermutet. Im Osnabrücker Bergland ist der „Wealden“ (Bückeberg-Formation) allerdings nicht mehr verbreitet (GD NRW 2. Fachgespräch 23.03.2012).

Die BGR hält in Deutschland vor allem die unterkarbonischen Tonsteine (Hangenden Alaunschiefer) im Norddeutschen Becken für gashöffig. Die Hangenden Alaunschiefer sind auch in NRW weitflächig verbreitet sind. Sie streichen am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges zu Tage aus. Oberflächennah, im Bereich der Verwitterung und Gebirgsauflockerung, sind die Gesteine jedoch entgast. In den variszischen Faltenstrukturen des Rheinischen Schiefergebirges tauchen sie dann bis 2.000 und mehr Metern ab und sind im tiefen Untergrund auch noch linksrheinisch verbreitet. In der Bohrung Münsterland 1 wurden die Hangenden Alaunschiefer erst in ca. 5.415 m Tiefe weit unterhalb des flözführenden Oberkarbons erreicht, aber bislang nicht näher untersucht.

In der Potenzialstudie der BGR wurden die Hangenden Alaunschiefer im Rheinischen Schiefergebirge, im südlichen Münsterland und am linken Niederrhein nicht berücksichtigt, da hier die Datenlage für eine Quantifizierung bislang nicht ausreicht, bzw. die BGR eine faziell weniger gut geeignete Ausbildung der Gesteine annimmt, als im Norddeutschen Becken (BGR 2012).

3.5 TIGHT GAS-VORKOMMEN

Tight Gas-Vorkommen treten vor allem in gering durchlässigen Sandsteinen und Karbonaten auf. Diese sind in NRW nicht von Bedeutung (GD NRW, 2011), stellen aber z.B. in Niedersachsen relevante Gasspeichergesteine dar und werden dort seit längerem mit Hilfe von Fracking ausgebeutet, wobei diese Vorkommen aufgrund ihrer höheren Permeabilität je nach Autor nicht mehr zu den unkonventionellen Erdgas-Vorkommen gerechnet werden (s. Abschn. 3.1 und Abb. 3.1).

Obwohl für NRW geologisch nicht von Bedeutung, werden im vorliegenden Gutachten trotzdem die Erfahrungen bei der Stimulation von Tight Gas-Vorkommen (Technik, Stoffe etc.) berücksichtigt.

3.6 AUFsuchungsfelder in NRW

Ein wichtiger Aspekt im Bundesberggesetz ist die Berücksichtigung der gestuften Vorgehensweise bei der Planung und Realisierung bergbaulicher Vorhaben, die im Wesentlichen zwischen der Phase der Aufsuchung (Erlaubnis), der nachfolgenden Phase der Gewinnung (Bewilligung) unterscheidet (s. Kap. 1).

Der aktuelle Stand (02.08.2012) der erlaubten und beantragten Aufsuchungsfelder in NRW ist in der Abbildung 3.5 dargestellt. Insgesamt wurden bislang für rund 20.300 km² Aufsuchungserlaubnisse erteilt. Dies entspricht rund 60 % der Landesfläche von NRW. Für weitere rd. 150 km² wurden Aufsuchungserlaubnisse beantragt.

Zu den einzelnen Aufsuchungsfeldern, die für 5 Jahre erteilt werden, gehört ein Arbeitsprogramm, das jedoch nicht öffentlich zugänglich ist. In der Tabelle 3.3 sind die dazu gehörenden Antragsteller sowie die Angaben zu den Aufsuchungsfeldern dargestellt. Die Tabelle 3.4 enthält eine Auflistung der derzeit beantragten Aufsuchungserlaubnisse. Die Aufsuchung bezieht sich auf Daten- und Literaturlauswertung, Geländeuntersuchungen und Laborauswertungen und ist je nach Vorkommen und Antragsteller unterschiedlich. Alle konkreten Explorationsmaßnahmen (z.B. Seismische Untersuchungen oder Bohrungen) innerhalb der Aufsuchung müssen einzeln in einem Betriebsplanverfahren beantragt und genehmigt werden.

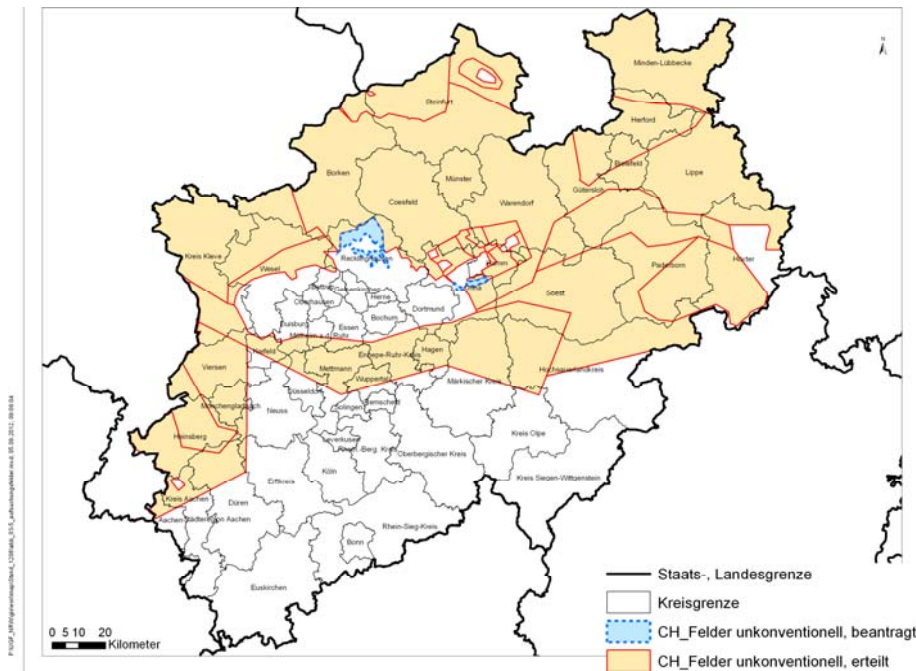


Abb. 3.5: Karte der beantragten und erteilten Felder zur Aufsuchung von Erdgas aus „unkonventionellen“ Lagerstätten in NRW (Quelle: BR Arnsberg, Stand 02.08.2012)

Tab. 3.3: In NRW erteilte Bergbauberechtigungen zur Aufsuchung von Kohlenwasserstoffen zu gewerblichen Zwecken (ohne Grubengas) (Quelle: BR Arnsberg, Stand 02.08.2012)

Name des Feldes	Rechtsinhaber	Fläche [m2]	Laufzeitbeginn
1 Adler	BNK Petroleum, Inc. (Vancouver, Kanada)	991126800	04.12.2009
2 Ananke	A-TEC Anlagentechnik GmbH	10494200	23.08.2007
3 Dasbeck ***	HammGas GmbH & Co. KG	8464000	03.09.2010
4 Donar	Stadtwerke Hamm GmbH, PVG Patentverwertungsgesellschaft für Lagerstätten, Geologie und Bergschäden mbH, Dr. R. Gaschnitz alx.o.therm GeoEnergien, Minegas GmbH, Mingas-Power GmbH	42674400	25.01.2012
5 Falke	BNK Petroleum, Inc. (Vancouver, Kanada)	1055196300	26.11.2009
6 Hamm-Ost ***	HammGas GmbH & Co. KG	53985800	22.09.2005
7 Hamm-Süd ***	HammGas GmbH & Co. KG	85439800	19.11.2009
8 Hellweg ***	HammGas GmbH & Co. KG	83893500	19.11.2009
9 Herbern-Gas	Mingas-Power GmbH	105592400	13.01.2010
10 HERFORD	BEB Erdgas und Erdöl GmbH, Mobil Erdgas-Erdöl GmbH	796708500	30.01.2009
11 IBBENBÜREN	BEB Erdgas und Erdöl GmbH, Mobil Erdgas-Erdöl GmbH	394854300	09.05.2007
12 Ibbenbüren-Gas	RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH	85298500	05.04.2008
13 Kallisto	A-TEC Anlagentechnik GmbH	8893600	23.08.2007
14 MINDEN	BEB Erdgas und Erdöl GmbH, Mobil Erdgas-Erdöl GmbH	1193374800	09.05.2007
15 Münsterland-West *	BEB Erdgas und Erdöl GmbH	572403000	03.12.1963
16 Nordrhein-Westfalen Nord	Mobil Erdgas-Erdöl GmbH	6616732700	14.03.2009
17 Rheinland	Wintershall Holding GmbH	1402679400	05.08.2010
18 Rudolf ***	HammGas GmbH & Co. KG	51800800	08.04.2010
19 Ruhr	Wintershall Holding GmbH	2492855300	05.08.2010
20 Saxon 1 West **	DART ENERGY (EUROPE) LIMITED (Stirling, Großbritannien)	1509995600	14.03.2009
21 Saxon 2 **	DART ENERGY (EUROPE) LIMITED (Stirling, Großbritannien)	390911900	12.11.2008
22 Falke-South	BNK Deutschland GmbH	2003004500	22.06.2012
23 WeselGas	Thyssen Vermögensverwaltung GmbH, PVG Patentverwertungsgesellschaft für Lagerstätten, Geologie und Bergschäden mbH	320916600	20.07.2012
Summe [km2]		20277,30	
Fläche NRW [km2]		34088,31	

* Sonstiges aufrechterhaltenes Recht

** Das Erlaubnisfeld wurde auf die DART ENERGY (EUROPE) LIMITED übertragen.

*** Das Erlaubnisfeld wurde auf die HammGas GmbH & Co. KG übertragen.

Tab. 3.4: In NRW beantragte noch nicht erteilte Bergbauberechtigungen zur Aufsuchung von Kohlenwasserstoffen zu gewerblichen Zwecken (ohne Grubengas) (Quelle: BR Arnsberg, Stand 02.08.2012)

lfd. Nr.	Feldesname	Antragsteller	Feldesgröße [km ²]	Datum der Antragstellung	Bemerkungen
1.	Freiheit 1	- Composite-Energy Limited, Stirling, UK	95	09.02.2010	im Antragsverfahren; Konkurrenz mit Hohemark-Gas
2.	Freiheit 2	- Composite-Energy Limited, Stirling, UK	33	09.02.2010	im Antragsverfahren; Konkurrenz mit Marl-Gas
3.	Hohemark-Gas	- Mingas-Power GmbH	95	14.12.2009	im Antragsverfahren; Konkurrenz mit Freiheit 1
4.	Marl-Gas	- Mingas-Power GmbH	33	14.12.2009	im Antragsverfahren; Konkurrenz mit Freiheit 2
5.	Methler-Gas	- Minegas GmbH	6	29.05.2009	im Antragsverfahren
6.	Flierich-West	- Stadtwerke Hamm GmbH - PVG Patentverwertungsgesellschaft für Lagerstätten, Geologie und Bergschäden mbH - Dr. R. Gaschnitz aix.o.therm GeoEnergien	14	17.08.2009	im Antragsverfahren; Konkurrenz mit Didgeridoo
7.	Didgeridoo	- Flözgas Münsterland Süd UG	14	10.12.2009	im Antragsverfahren; Konkurrenz mit Flierich-West

3.7 Unsicherheiten / Wissensdefizite

Unsicherheiten und Wissensdefizite bestehen im Hinblick auf die in NRW vermuteten unkonventionellem Erdgas-Vorkommen sowohl bei den Kohleflözgas- als auch bei den Schiefergas-Vorkommen.

Bei den vermuteten Kohleflözgas-Vorkommen bestehen insbesondere Fragen hinsichtlich Flözgasentstehung, Gasmigration und heutiger Gasverteilung im Oberkarbon. Eng mit diesen Untersuchungsdefiziten zusammen hängt dann die Frage / Entscheidung, ob wirtschaftliche gewinnbare Kohleflözgas-Vorkommen vorhanden sind und ob für deren Erschließung (ggf. auch nur in Teilbereichen) eine hydraulische Stimulation (Fracking) notwendig ist sowie ob und welche chemischen Hilfsmittel dann dabei eingesetzt werden müssten.

Für die vermuteten Schiefergas-Vorkommen fehlen vor allem belastbare Daten zu Gasgehalten und Gesteinseigenschaften, Mächtigkeit und Tiefenlage der Zielhorizonte.

In den derzeit erlaubten und beantragten Aufsuchungsfeldern in NRW wollen die Antragsteller die Gasvorkommen näher erkunden, um zunächst das Vorhandensein technisch-wirtschaftlich gewinnbarer Gasvorkommen nachzuweisen, um dann eine geeignete Förderstrategie festlegen zu können.

3.8 Literatur

- BGR (2012): Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland. – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 56 S., Hannover.
- DMT (2008): Vorhersage der Grubengasfreisetzung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wasseranstiegsszenarien nach Stilllegung von Bergbaustandorten. F + E Bericht.
- ENERGIE AGENTUR NRW (2009): Landesinitiative Zukunftsenergien NRW: Grubengas – ein Energieträger in NRW).
- GASCHNITZ (2000): Gasgenese und Gasspeicherung im flözführenden Oberkarbon des Ruhrbeckens. Dissertation RWTH Aachen.
- GD-NRD (2011): Unkonventionelle Erdgas-Vorkommen in Nordrhein-Westfalen. – Online im Internet: http://www.gd.nrw.de/zip/1_rcbm01.pdf
- Jahresbericht 2010 der Bergbehörden des Landes NRW (<http://www.mwebwv.nrw.de>)
- JUCH, D. & GASCHNITZ, R. & THIELEMANN, T. (2004): The influence of geological history on coal mine gas distribution in the Ruhr District – a challenge for future research and recovery. - Proceedings on the 5th European Coal Conference, Geologica Belgica, 7: 181-199, Brüssel.
- KING, G. E. (2011): Explaining and estimating fracture risk: Improving fracture performance in unconventional gas and oil wells. Apache Corporation, USA.
- KUNZ, E. (1999): Die Gasführungskarten des Ruhrkarbons in ihrer räumlichen Verteilung und Entstehung zur Prognose der Ausgasung. – Glückauf-Forschungshefte, 60, Essen.
- MELCHERS, C. (2008): Methan im südlichen Münsterland: Genese, Migration und Gefährdungspotential. Dissertation Universität Münster.
- THIELEMANN, T. & LITTKER, R. (2001): Induziert der Steinkohlenbergbau im Ruhrbecken Methanemissionen. – Z. dt. geol. Ges., 152/2. Stuttgart.
- THIELEMANN, T. (2000): Der Methangehalt über kohleführenden Sedimentbecken: Das Ruhrbecken und die niederrheinische Bucht – Methanbildung, - Migration und Austausch mit der Atmosphäre. - JÜL-Bericht, 3792. Dissertation Jülich.
- US EPA (2004): Evaluation of Impacts to Underground Sources of Drinking Water by Hydraulic Fracturing of Coalbed Methane Reservoirs Study, US-EPA, Washington, Juni 2004.

Kapitel 4

Stand 06.09.2012

Stand 06.09.2012

4 RAUM- UND UMWELTPLANERISCHE BELANGE

4.1 Vorgehensweise

4.1.1 Vorbemerkung

Bei der Erschließung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten spielt die Frage möglicher Beeinträchtigungen des Wasserhaushalts, insbesondere des Grundwassers, eine vorrangige Rolle. Darüber hinaus sind weitere nachteilige Auswirkungen, etwa auf die Raum- und Siedlungsstruktur und den Naturhaushalt, beispielsweise den Naturschutz, den Bodenschutz sowie den Schutz des Menschen und seiner Gesundheit von vornherein nicht auszuschließen.

Die möglichen Auswirkungen der Gasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten auf den Menschen und die Umwelt an der Erdoberfläche, wie beispielsweise Flächenverbrauch, Lärm-, Licht- oder Schadstoffemissionen, sind in Teilen mit denen anderer Vorhaben der konventionellen Erdgasförderung und Rohstoffgewinnung vergleichbar. Unterschiede beim Einsatz der Fracking-Technologie bestehen vor allem im teilweise hohen Verbrauch an Wasser, dem Einsatz von einigen wasser- bzw. umweltgefährdenden Stoffen, verbunden mit den Risiken der Tiefe der Bohrung und dem anfallenden Abwasser (Flowback, Formationswasser) und dessen weiterer Behandlung.

Im Unterschied zur konventionellen Gasgewinnung kann die Gasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten zudem durch die Vielzahl an räumlich und zeitlich zusammenhängenden Bohrungen, die zur optimalen Erschließung der Lagerstätten erforderlich sein können, und Übertageanlagen mit einem erhöhten Flächenverbrauch sowie mit kumulierenden Auswirkungen verbunden sein.

Aufgrund ihrer Art und Größe, ihrer Eigenschaften und ihrer (möglicherweise räumlich-zeitlich wechselnden) Ballung im Bereich der Lagerstätten werden die auf die Phase der Erkundung vermuteter unkonventioneller Erdgas-Vorkommen ggf. folgenden Vorhaben der Gasgewinnung im Sinne dieses Gutachtens als raumbedeutsam i.S.d. § 3 Nr. 6 ROG eingestuft.

Eine raumverträgliche Steuerung dieser Nutzungen setzt die Kenntnis der Wirkfaktoren von Vorhaben der Gasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten, eine Untersuchung der standörtlichen Eignung von Teilräumen für die Tagesanlagen ebenso voraus wie die Koordination und den Abgleich mit anderen Raumnutzungen und -funktionen. Dies ist die Aufgabe der Raumordnung (LEP, Regionalpläne).

Rahmensetzend ist dabei die Leitvorstellung der nachhaltigen Raumentwicklung, nach der die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang zu bringen sind (§ 1 Abs. 2 ROG). Dies wird in NRW u.a. durch das Entwicklungsziel konkretisiert, wonach die natürlichen Lebensgrundlagen (Luft, Wasser, Boden, Pflanzen- und Tierwelt) zu schützen sind und für die sparsame und schonende Inanspruchnahme der Naturgüter zu sorgen ist. Die nachhaltige Leistungsfähigkeit und das Gleichgewicht des Naturhaushalts sollen erhalten bleiben oder wiederhergestellt werden. Dementsprechend ist der Sicherung und Entwicklung des Frei-raums besondere Bedeutung beizumessen; bei Nutzungskonflikten ist den Erfordernissen des Umweltschutzes Vorrang einzuräumen, wenn Leben und Gesundheit der Bevölkerung oder die dauerhafte Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen gefährdet sind (vgl. § 2 LEPro).

Der der raumordnerischen Steuerung nachlaufende Prozess von der Erkundung bis zur Förderung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten läuft in verschiedenen Genehmigungs- und Vorhabensphasen ab. Nach den Vorgaben des Bergrechts wird dabei insbesondere zwischen der Aufsuchung und der Gewinnung unterschieden. Die Art und die Intensität der Auswirkungen dieser Tätigkeiten auf den Menschen und die Umwelt sind abhängig vom Vorhabentyp und dessen Wirkfaktoren, von Dauer sowie räumlicher Kumulation der Vorhaben und von der Empfindlichkeit der Standorte; sie stellen sich in den verschiedenen Phasen unterschiedlich dar.

4.1.2 Methodik

In bestimmten Gebieten können das Aufsuchen und das Gewinnen von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten mit Folgewirkungen für den Menschen und die Umwelt verbunden sein. Ein Ziel dieses Gutachtens ist es daher, anhand von verschiedenen raum- und umweltplanerischen Kriterien die unterschiedliche Eignung von Gebieten für die Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten aufzuzeigen.

Dabei wird auf die Methodik der **Raumwiderstandsbewertung** zurückgegriffen:

„Als Raumwiderstand bzw. Raumempfindlichkeit wird der Grad der Vereinbarkeit des Projekts mit den Naturraumpotentialen bezeichnet.“
(Fürst & Scholles 2001, zit. nach Gschiel 2009, S. 110.)

Die Raumwiderstandsbewertung basiert methodisch auf der Überlagerung von Raumnutzungen sowie -funktionen und grenzt den Untersuchungsraum ein. Sie findet bei der großräumigen Vorplanung im Vorfeld eines Verfahrens und im Bereich der strategischen Umweltverträglichkeitsstudien Anwendung. Sie dient dazu, im Sinne einer Um-

weltvorsorge durch eine Abstufung unterschiedlicher raumplanerischer, umweltrechtlicher und -fachlicher Restriktionen relativ konfliktarme Bereiche abzugrenzen und dadurch geplante Vorhaben räumlich zu steuern.

Bereits in frühen Planungsphasen sollen damit bestimmte Gebiete, die voraussichtlich in der Genehmigung mit zahlreichen Konflikten verbunden sein werden, für bestimmte beabsichtigte Nutzungen ausgeschlossen werden. In der Raumanalyse werden daher auf Basis vorhandener und räumlich überlagerter Daten u.a. die Ausprägung der Schutzgüter und der Schutzgutfunktionen im Hinblick auf die fachliche Bewertung sowie der planerische Status und der rechtliche Schutzstatus der jeweiligen Flächen ermittelt und beschrieben (MUVS 2001; Scholles 2006).

Daraus ergeben sich, abgeleitet aus den gesetzlichen Grundlagen, fachlichen Bewertungskriterien und den regionalen Zielen und Verhältnissen, die Bedeutung und gegebenenfalls die Empfindlichkeit der einzelnen Schutzgüter, soweit sie in diesem Planungsschritt bereits erforderlich sind und beurteilt werden können¹.

In Anlehnung an die Schutzgutdefinitionen des UVPG werden bei der Bewertung des Raumwiderstands im Sinne dieses Gutachtens folgende Aspekte beschrieben:

- Schutz des Menschen und seiner Gesundheit,
- Landschafts- und Freiraumschutz, Erholungsfunktion,
- Naturschutz inkl. Bodenschutz,
- Grundwasser- und Gewässerschutz.

Die Differenzierung der Schutzgüter und die Einordnung der fachlichen Schutzgutbewertungen in Raumwiderstandsklassen erfolgt über räumliche Leitbilder der Regional- und Landschaftsplanung bzw. regionalisierte Umweltqualitätsziele (siehe MUVS 2001).

Die Kulturgüter und sonstigen Sachgüter fließen ausschließlich mit dem Aspekt Kulturlandschaftsschutz in die Ausführungen zum Landschafts- und Freiraumschutz ein. Die Betrachtung der Schutzgüter Luft und Klima ist in diesem Gutachten in die Betrachtungen zum Schutz des Menschen und seiner Gesundheit impliziert, sofern hier räumliche Daten vorliegen.

¹ „In der Raumanalyse ist vorrangig die Bedeutung jedes Schutzgutes zu beurteilen. Wenn über die Bedeutung des Schutzgutes keine ausreichende Beurteilung zur Ermittlung konfliktarmer Bereiche möglich ist, kann die Empfindlichkeit [...] herangezogen werden.“ (MUVS 2001)

Das Ergebnis der Überlagerung verschiedener Raumwiderstände zeigt Gebiete mit unterschiedlicher Konfliktdichte auf. Die Bewertung erfolgt in drei Stufen. Es werden Gebiete aufgezeigt, in denen die Genehmigung eines Vorhabens voraussichtlich mit verschiedenen raumstrukturellen, umweltfachlichen und -rechtlichen Raumwiderständen verbunden ist:

- Gebiete mit sehr hohem Raumwiderstand für Mensch und Umwelt
- Gebiete mit hohem Raumwiderstand für Mensch und Umwelt
- Gebiete mit vermindertem Raumwiderstand

Grundsätzlich reicht die Belegung einer Fläche mit der fachlichen Schutzgutbewertung ‚sehr hoch‘ zur Einordnung in die höchste Raumwiderstandsklasse aus (MUVS 2001). Die Gebiete mit unterschiedlichem Raumwiderstand sowie die Kriterien, die zur Auswahl der Gebiete führen, werden im Anhang A4 ausführlich dargestellt und begründet. Die möglichen Folgewirkungen auf die Raumstruktur, die Umwelt und den Menschen werden aufgezeigt.

Mit der Ermittlung der Bereiche unterschiedlichen Raumwiderstands ist in sinngemäßer Anwendung des MUVS (2001) einschätzbar, ob

- Vorhaben in relativ konfliktarmen Bereichen mit potenziell geringen Umweltauswirkungen verbunden sind oder
- entsprechende Vorhaben in Bereichen mit sehr hohem/hohem Raumwiderstand unter Inkaufnahme erheblicher Umweltauswirkungen umgesetzt werden, so dass für Vermeidung, Verminderung und Kompensation der damit verbundenen Eingriffe erhebliche Aufwendungen vorgesehen werden müssen. Dies bedeutet i.d.R. auch einen erhöhten Untersuchungsbedarf bei der weiteren Planung.

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die zusammenfassende Darstellung der Schutzgutfunktionen im Sinne der Raumwiderstandsanalyse nicht die Auswirkungsprognose ersetzt (MUVS 2001).

Grundlage der Bewertung des Raumwiderstands bildet ein prototypisches ‚Modellvorhaben‘ (technisches Eingriffsszenario). Die dabei zugrunde liegenden wesentlichen technischen Annahmen sind im Kapitel ‚Technik‘ beschrieben.

In der Raumwiderstandsbewertung wird insbesondere auf die technischen und strukturellen Eigenarten von Vorhaben der Erdgasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten abgezielt, bei denen die Fra-

cking-Technologie zum Einsatz kommt. Zur Verdeutlichung dieser Besonderheiten dient die Abbildung 4.1.



Abb. 4.1: Modellhafte Verteilung von Bohrplätzen in einem Explorationsgebiet (**blau**: Clusterbohrplätze, **magenta**: Trassenführung, **orange**: Gastrocknungs-/aufbereitungsanlagen, Wasseraufbereitung) (Quelle: Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH 2012)

Die jeweiligen spezifischen Wirkfaktoren in den verschiedenen Phasen der Erdgasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten, deren mögliche Auswirkungen auf die Umwelt sowie in der Vorhabensgenehmigung zu berücksichtigende Aspekte werden hier noch nicht differenziert betrachtet (vgl. hierzu u.a. Kap. 9).

Daher ist das Ergebnis der Raumwiderstandsbewertung nicht so zu verstehen, dass innerhalb der Bereiche mit vermindertem Raumwiderstand der Projektverwirklichung nichts im Wege steht, sondern dass außerhalb dieser Bereiche mit schwer lösbaren Konflikten zu rechnen ist.

Von der Analyse des Raumwiderstands unbenommen bleiben des Weiteren die genehmigungsrechtlichen Schritte mit standortbezogenen Untersuchungen für Aufsuchung, Gewinnung und Wiedernutzbarmachung.

4.1.3 Bewertungsgrundlagen

4.1.3.1 Leitvorstellung, Ziele und Grundsätze der Raumordnung

Eignungskriterien für eine (wirtschaftliche) Inanspruchnahme von Räumen sowie Maßstäbe für den Abgleich konkurrierender Raumnutzungsansprüche untereinander ergeben sich zunächst gem. § 1 Abs. 2 ROG aus der Leitvorstellung des Raumordnungsgesetzes zur nachhaltigen Raumentwicklung ('Vereinbarkeit der sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit dessen ökologischen Funktionen').

Diese Leitvorstellung wird durch verschiedene Grundsätze der Raumnutzung konkretisiert, insbesondere:

- In § 2 Abs. 2 Satz 2 ROG wird ausgeführt, dass der Freiraum durch übergreifende Freiraum-, Siedlungs- und weitere Fachplanungen zu schützen ist. Zur Schaffung eines großräumig übergreifenden, ökologisch wirksamen Freiraumverbundsystems ist die weitere Zerschneidung der freien Landschaft und von Waldflächen so weit wie möglich zu vermeiden; die Flächeninanspruchnahme im Freiraum ist zu begrenzen.
- Satz 4 verweist auf die Umwelt- und Erholungsfunktion ländlicher Räume; diese sind daher als Lebens- und Wirtschaftsräume mit eigenständiger Bedeutung zu erhalten und zu entwickeln. Zugleich ist den räumlichen Erfordernissen für eine kostengünstige, sichere und umweltverträgliche Energieversorgung einschließlich des Ausbaus von Energienetzen Rechnung zu tragen.
- Satz 5 zielt auf den Schutz von Kulturlandschaften: „Kulturlandschaften sind zu erhalten und zu entwickeln. Historisch geprägte und gewachsene Kulturlandschaften sind in ihren prägenden Merkmalen und mit ihren Kultur- und Naturdenkmälern zu erhalten. Die unterschiedlichen Landschaftstypen und Nutzungen der Teilräume sind mit den Zielen eines harmonischen Nebeneinanders, der Überwindung von Strukturproblemen und zur Schaffung neuer wirtschaftlicher und kultureller Konzeptionen zu gestalten und weiterzuentwickeln.“
- Satz 6 führt aus, dass Räume in ihrer Bedeutung für die Funktionsfähigkeit der Böden, des Wasserhaushalts, der Tier- und Pflanzenwelt sowie des Klimas einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen zu entwickeln und zu sichern sind. Wirtschaftliche und soziale Nutzungen des Raums sollen auf die ökologischen Funktionen Rücksicht nehmen. Naturgüter sind nur sparsam und schonend in Anspruch zu nehmen. Die Grundwasservorkommen sind zu schützen. Den Anforderungen des Biotopverbundes ist Rechnung zu tragen. Der Schutz der Allgemeinheit vor Lärm und die Reinhaltung der Luft sind sicherzustellen.

Im Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen werden diese raumordnerischen Leitlinien und Grundsätze operationalisiert.

Zur Steuerung der Raumentwicklung und zum Abgleich konfligierender Interessen werden in Raumordnungsplänen bestehende und beabsichtigte Raumnutzungen und -funktionen dargestellt (teilweise auch überlagernd) und damit raumordnerisch gesichert (Festlegungen zur Raumstruktur gem. § 8 Abs. 5 ROG). In Nordrhein-Westfalen werden dementsprechend der Landesentwicklungsplan auf Landesebene sowie die Regionalpläne auf Ebene der Regierungsbezirke (z.T. in mehreren Teilabschnitten) als Raumordnungspläne aufgestellt. Bei der Aufstellung und Änderung von Raumordnungsplänen ist eine strategische Umweltprüfung durchzuführen (§ 9 ROG) (vgl. Abb. 4.2).

Das Raumordnungsgesetz unterscheidet dabei nach Zielen und Grundsätzen der Raumordnung sowie nach verschiedenen Gebietstypen, die zur räumlichen Steuerung von Nutzungen oder Maßnahmen eingesetzt werden können.

- **Ziele der Raumordnung** sind gem. § 3 Abs. 1 Nr. 2 ROG „verbindliche Vorgaben von räumlich und sachlich bestimmten oder bestimmbar, vom Träger der Landes- oder Regionalplanung **abschließend abgewogenen textlichen oder zeichnerischen Festlegungen** in Raumordnungsplänen zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums“.
- Unter **Grundsätze der Raumordnung** werden gem. § 3 Abs. 1 Nr. 3 ROG Aussagen zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums als **Vorgaben für nachfolgende Abwägungs- oder Ermessensentscheidungen** getroffen.
- **Vorranggebiete** sind gemäß § 8 Abs. 7 Satz 1 Nr. 1 ROG für bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen vorgesehen und schließen andere raumbedeutsame Nutzungen aus, wenn diese mit den vorrangigen Funktionen oder Nutzungen raumordnerisch nicht vereinbar sind. Regionalplanerische Festlegungen von Vorranggebieten sind schlussabgewogen, d.h. dass Vorhaben und Maßnahmen, die diesem Ziel entgegenlaufen, keiner Abwägung zugänglich und somit nicht zulässig sind. Vorranggebiete sind daher Ziele der Raumordnung im Sinne des § 3 Abs. 1 Nr. 2 ROG. Im § 6 ROG wird das so genannte ‚Zielabweichungsverfahren‘ geregelt. Danach können in Raumordnungsplänen Ausnahmen von den Zielen der Raumordnung festgelegt werden, wenn eine Abweichung von diesen Zielen „unter raumordnerischen Gesichtspunkten vertretbar ist und die Grundzüge der Planung nicht berührt werden“.

- **Vorbehaltsgebiete** gemäß § 8 Abs. 7 Satz 1 Nr. 2 ROG messen als Grundsatz der Raumplanung bestimmten raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen ein besonderes Gewicht bei. Eine abschließende Aussage über die Art der Bodennutzung ist noch nicht getroffen (§ 7 Abs. 4 Nr. 2 ROG). Konkurrierende Nutzungen sind demnach nicht grundsätzlich ausgeschlossen, die Träger raumbedeutsamer Nutzungen und Maßnahmen unterliegen somit keiner strikten Anpassungspflicht.
- **Eignungsgebiete** werden als Ziel der Raumordnung für bestimmte raumbedeutsame Maßnahmen ausgewiesen, die städtebaulich nach § 35 BauGB zu beurteilen sind und an anderer Stelle im Planungsraum ausgeschlossen werden (§ 8 Abs. 7 Satz 1 Nr. 3 ROG).
- **Vorrangflächen mit der Wirkung eines Eignungsgebietes** (§ 8 Abs. 7 Satz 2 ROG) können einer raumbedeutsamen Nutzung den Vorrang gegenüber anderen Nutzungen in einem Gebiet einräumen und zugleich eine Ausschlusswirkung für diese Nutzung an anderen Stellen im Planungsraum erreichen.
- **Raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen** im Sinne des § 3 Abs. 6 ROG sind dabei „Planungen einschließlich der Raumordnungspläne, Vorhaben und sonstige Maßnahmen, durch die Raum in Anspruch genommen oder die räumliche Entwicklung oder Funktion eines Gebietes beeinflusst wird, einschließlich des Einsatzes der hierfür vorgesehenen öffentlichen Finanzmittel.“ Bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen sind gem. § 4 ROG „die Ziele der Raumordnung zu beachten sowie Grundsätze und sonstige Erfordernisse der Raumordnung in Abwägungs- oder Ermessensentscheidungen zu berücksichtigen.“

Die Plan-Verordnung NRW führt in § 3 Abs. 2 aus, dass raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen mit einem Flächenbedarf von mehr als 10 ha in Regionalplänen in der Regel zeichnerisch darzustellen sind. Absatz 3 ergänzt, dass nach den Erfordernissen des jeweiligen Plangebietes bei einzelnen Planzeichen auch Darstellungen von weniger als 10 ha von regionaler Bedeutung sein können.

4.1.3.2 Landes- und Regionalplanung

Der Landesentwicklungsplan (LEP NRW) ist die fachübergreifende, integrierte Konzeption für die räumliche Entwicklung Nordrhein-Westfalens über die nächsten zehn bis fünfzehn Jahre hinaus. Er legt als Raumordnungsplan gem. §§ 7 und 8 ROG die Grundzüge der Raumstruktur im Lande fest:

- die großmaßstäblichen Raumkategorien (zonale Gliederung, Maßstab 1 : 1.000.000),
- die Strukturmerkmale des Siedlungsgefüges (zentralörtliches Gliederungssystem, das System der Entwicklungsschwerpunkte und -achsen, Maßstab 1 : 1.000.000),
- die landesbedeutsamen Raumfunktionen (Siedlungsraum, Freiraum mit seinen vielfältigen Umweltschutzfunktionen, Maßstab 1 : 200.000).

Der derzeit gültige Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen (LEP NRW) wurde 1995 aufgestellt. Das ursprünglich 1974 aufgestellte und 1989 zuletzt geänderte Landesentwicklungsprogramm (LEPro) ist am 31.12.2011 ausgelaufen².

Heimische Bodenschätze sind für die Versorgung der Wirtschaft und der Bevölkerung und damit für die Entwicklung des Landes von hoher Bedeutung. Die Vorkommen heimischer Bodenschätze sind begrenzt, ortsgebunden und nicht vermehrbar. Aus diesen Gründen nennt der LEP NRW für den Abbau von Bodenschätzen verschiedene Zielsetzungen (vgl. Kapitel C IV LEP):

- Abbauwürdige Bodenschätze sind zur langfristigen Versorgung mit heimischen Rohstoffen zu sichern. Bei den Abwägungen und Entscheidungen über raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen sind die Ortsgebundenheit und Unvermehrbarkeit der Lagerstätten und die Rohstoffqualität zu berücksichtigen.
- Die Lagerstätten sind durch die Regionalplanung zu sichern; Tagesanlagen für die Gewinnung unter Tage abzubauender Rohstoffe sind in den Gebietsentwicklungsplänen darzustellen.

Auch diese Zielsetzungen des LEP bekräftigen die in diesem Gutachten getroffene Grundannahme, dass es sich bei der Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten um raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen im Sinne des § 3 Abs. 6 ROG handelt³.

² Da eine Neuaufstellung bisher ausgeblieben ist, werden die Aussagen des LEPro gleichwohl als Bewertungsgrundlage herangezogen.

³ Zu grundlegenden Fragen und Aufgabenstellungen ‚unterirdischer Raumordnung‘ läuft derzeit im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Forschungsvorhaben (UFOPLAN 2011, FKZ 3711 16 103 1 ‚Unterirdische Raumplanung – Vorschläge des Umweltschutzes zur Verbesserung der über und untertägigen Informationsgrundlagen, zur Ausgestaltung des Planungsinstrumentariums und zur nachhaltigen Lösung von Nutzungskonflikten‘).

Aufgrund neuerer Rechtsgrundlagen und Rechtsprechung sowie veränderter Rahmenbedingungen (insbesondere demographischer Wandel, Klimawandel) wurde mit der Erarbeitung eines neuen umfassenden Landesentwicklungsplans für Nordrhein-Westfalen begonnen. Der LEP 2025 wird mit den Inhalten des bisherigen Landesentwicklungsprogramms zusammengeführt. Er wird neben neuen politischen Zielsetzungen u.a. zur flächensparenden Siedlungsentwicklung und zur Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien in raumordnerischen Grundsätzen und Zielen auch neue Vorgaben zur räumlichen Darstellung enthalten.⁴



Abb. 4.2: Landesentwicklungsplanung und Planungsebenen
(Grundlage: LEP NRW, aktualisierte Darstellung BKR Aachen)

⁴ „Wegen des langfristigen Charakters solcher raumordnerischen Festlegungen wird die nach der am 14.03.2012 erfolgten Auflösung des Landtags noch amtierende Landesregierung keinen Beschluss zur Billigung eines entsprechenden Gesamt-LEP mehr fassen.“ (www.nrw.de/landesregierung/landesplanung, 27. März 2012)

Die räumliche Konkretisierung von Zielen, Grundsätzen und Raumfunktionen im Landesentwicklungsplan bleibt der Ebene der Regionalplanung vorbehalten (siehe Abb. 4.2). Diese beschränkt sich auf raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen. In Nordrhein-Westfalen werden die Regionalpläne – ebenfalls Raumordnungspläne gem. §§ 7 und 8 ROG – für die verschiedenen Regierungsbezirke im Maßstab 1 : 50.000 erstellt:

- Regionalplan Regierungsbezirk Arnsberg, unterteilt in die Teilabschnitte Oberbereich Dortmund – Östlicher Teil (Stand 2008, zurzeit in Fortschreibung) sowie Oberbereich Siegen (Stand 2007);
- Regionalplan Regierungsbezirk Detmold, untergliedert in die Teilabschnitte Oberbereich Bielefeld (Stand 2004) sowie Paderborn-Höxter (Stand 2008);
- Regionalplan Regierungsbezirk Düsseldorf (Stand 1999, zurzeit in Fortschreibung);
- Regionalplan Regierungsbezirk Münster (Stand 1999, zurzeit in Fortschreibung);
- Regionalplan Regierungsbezirk Köln, untergliedert in die Teilabschnitte Region Köln (Stand 2011), Region Aachen (Stand 2008) sowie Region Bonn/Rhein-Sieg (Stand 2009).

Seit Oktober 2009 ist der Regionalverband Ruhr für die Regionalplanung im Ruhrgebiet zuständig. Dies betrifft die ehemaligen Regionalpläne des Regierungsbezirks Arnsberg Oberbereich Dortmund – Westlicher Teil und Oberbereich Bochum/Hagen sowie Teilräume der Regierungsbezirke Düsseldorf und Münster. Zugleich übernimmt der Regionale Flächennutzungsplan der Städte Bochum, Essen, Gelsenkirchen, Herne, Mülheim an der Ruhr und Oberhausen die Funktion eines Regionalplans (und eines gemeinsamen Flächennutzungsplans).

Grundlage der zeichnerischen Darstellung sind die Regelungen der Plan-Verordnung NRW, insbesondere das Planzeichenverzeichnis (Gegenstand und Form der Planzeichen) sowie die Planzeichendefinition (Planzeicheninhalte und -merkmale).

Mit Blick auf die vielfältigen konfligierenden Interessen im Raum kommen der Regionalplanung aufgrund ihrer ressortübergreifenden und überörtlichen Aufgabenwahrnehmung vor allem eine tragende Koordinationsfunktion und eine planerische Vorsorgefunktion zu.

Die Informations- und Datengrundlagen beziehen sich grundlegend auf die Darstellungen des LEP 1995 sowie der Regionalpläne; bereits vorliegende planerische Überlegungen bzw. Vorfestlegungen für den LEP 2025 wurden berücksichtigt.

4.1.3.3 Fachgesetzliche Regelungen

Neben den Leitvorstellungen, Zielen und Grundsätzen der Raumordnung, die unter der Leitlinie nachhaltiger Raumentwicklung auf die räumliche Steuerung und Abgleich mit konkurrierenden Nutzungsansprüchen abstellen, sind insbesondere in der Genehmigungsphase die Regelungen unterschiedlicher Fachgesetze auf Bundes- und Landesebene zu beachten.

In erster Linie trifft dies auf gesetzlich und untergesetzlich festgelegte Ge- und Verbote zu. Diese schließen bestimmte Handlungen und Nutzungen aus, die dem grundsätzlichen Schutzgedanken des jeweiligen Gesetzes entgegenstehen. Entsprechende Regelungen werden beispielsweise für den Schutz bestimmter Teile von Natur und Landschaft nach BNatSchG oder in den besonderen wasserwirtschaftlichen Bestimmungen nach WHG getroffen.

Daneben sprechen gesetzliche und untergesetzliche Regelungen behördliche Genehmigungsvorbehalte aus.

4.1.3.4 Bergrechtliche Regelungen

Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten ist als Kohlenwasserstoff ein bergfreier Rohstoff. Gemäß den Regelungen des BBergG sind daher Bergbauberechtigungen erforderlich, um diese Rohstoffvorkommen zu nutzen.

Das BBergG unterscheidet gem. § 4 zwischen der Aufsuchung und der Gewinnung von Bodenschätzen.

- Nach § 4 Abs. 1 ist das Aufsuchen (Aufsuchung) „die mittelbar oder unmittelbar auf die Entdeckung oder Feststellung der Ausdehnung von Bodenschätzen gerichtete Tätigkeit [...]. Eine großräumige Aufsuchung ist eine mit Hilfe von geophysikalischen oder geochemischen Verfahren durchgeführte Untersuchung, wenn sie auf die Ermittlung von Kennwerten beschränkt ist, die großräumige Rückschlüsse auf das mögliche Vorkommen von Bodenschätzen zulassen.“
- § 4 Abs. 2 BBergG beschreibt das Gewinnen (Gewinnung) als „das Lösen oder Freisetzen von Bodenschätzen einschließlich der damit zusammenhängenden vorbereitenden, begleitenden und nachfolgenden Tätigkeiten.“

§ 6 BBergG regelt, dass die Aufsuchung bergfreier Bodenschätze einer Erlaubnis bedarf, die Gewinnung hingegen einer Bewilligung. Mit der Erlaubnis nach § 7 BBergG wird das ausschließliche Recht gewährt, in einem bestimmten Feld Bodenschätze aufzusuchen und die bei planmäßiger Aufsuchung notwendigerweise zu lösenden bzw.

freizusetzenden Bodenschätze zu gewinnen. Die Errichtung der zur Aufsuchung notwendigen Einrichtungen ist in der Erlaubnis inbegriffen. In der Bewilligung nach § 8 BBergG ist das Aufsuchen und Gewinnen von Bodenschätzen, der Erwerb des Eigentums an den Bodenschätzen sowie die Errichtung von Betriebsanlagen und Betriebseinrichtungen enthalten.

Eine Aufsuchung basiert auf der Auswertung vorhandener Daten und Geländebegehungen sowie auf der Grundlage geophysikalischer und geochemischer Verfahren (Seismik, Geoelektrik, Geomagnetik, Georadar). Zusätzlich können in der Aufsuchungsphase Proben durch Anlegen von Schürfgräben oder bereits durch das Niederbringen von Bohrungen genommen werden (Die Bohrungen sind über separate Betriebsplanverfahren gem. § 51 ff BBergG zur Genehmigung zu beantragen).

4.1.4 Informations- und Datengrundlage

Zur Bewertung der Empfindlichkeit der Gebiete gegenüber Vorhaben der Gasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten werden landesweit vorliegende Raum- und Umweltdaten herangezogen. Diese wurden vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW, von der Staatskanzlei NRW sowie vom Geologischen Dienst NRW zur Verfügung gestellt. Eine Zusammenstellung der zugrunde gelegten Daten ist in Abschnitt 4.5 aufgeführt. Hinweise zur Datengrundlage sind in Abschnitt 4.4 beschrieben.

4.2 Zusammenfassende Darstellung des Raumwiderstands

Die auf die Phase der Erkundung vermuteter unkonventioneller Erdgas-Vorkommen ggf. folgenden Vorhaben der Erdgasgewinnung werden im Sinne dieses Gutachtens vor allem aufgrund ihrer möglichen räumlich-zeitlich wechselnden Ballung, der gemeinsamen Infrastruktur in den Gewinnungsfeldern sowie vor dem Hintergrund der Zielsetzungen des Landesentwicklungsplans Nordrhein-Westfalen als raumbedeutsam i.S.d. § 3 Nr. 6 ROG eingestuft.

Diese Raumbedeutsamkeit zieht das Erfordernis eines Abgleichs mit anderen Raumnutzungsansprüchen nach sich, der in diesem Gutachten grundlegend und der Maßstabsebene angemessen über die Methodik der Raumwiderstandsbewertung durchgeführt wird.

In der Raumwiderstandsbewertung werden durch die Abstufung unterschiedlicher raumplanerischer, umweltrechtlicher und -fachlicher Kriterien Bereiche unterschiedlicher Konflikträchtigkeit gegeneinander abgegrenzt.

Neben dem Abgleich mit anderen Nutzungsansprüchen zeigt die Raumwiderstandsbewertung bereits in frühen Planungsphasen Gebiete auf, die voraussichtlich in der Genehmigung mit zahlreichen Konflikten verbunden sein werden.

Eine ausführliche Beschreibung und Begründung der hier herangezogenen Kriterien und ihrer jeweiligen Raumwiderstände enthält Anhang A4. Die folgende Tabelle 4.1 ordnet zusammenfassend die verschiedenen Kriterien einem sehr hohen, hohen oder verminderten Raumwiderstand zu.

Einen sehr hohen Raumwiderstand weisen dabei auf:

- Ziele einschließlich der Vorranggebiete der Regionalplanung (mit Ausnahme der Waldbereiche) als abschließend abgewogene textliche oder zeichnerische Festlegung (vgl. § 3 Abs. 1 Nr. 2 ROG und § 8 Abs. 7 Satz 1 Nr. 1 ROG), die andere raumbedeutsame Nutzungen grundsätzlich ausschließen, wenn diese mit den raumordnerisch festgelegten vorrangigen Nutzungen nicht vereinbar sind. Es handelt sich beispielsweise um Regionale Grünzüge, allgemeine Siedlungsbereiche oder Bereiche zum Schutz der Natur.
- Die daraus resultierenden Schutzgebiete nach Fachgesetz, in denen bestimmte Handlungen und Nutzungen ausgeschlossen sind, die dem Schutzzweck grundsätzlich entgegenstehen. Es handelt sich beispielsweise um Naturschutzgebiete, Wohn- und Mischbauflächendarstellungen der Flächennutzungspläne oder festgesetzte Überschwemmungsgebiete.
- Weitergehende Fachempfehlungen landesweiter Dienststellen zu besonders schutzwürdigen und empfindlichen Bereichen, die fachlich als Vorranggebiete zu bewerten sind (Stufe I der Biotopverbundplanung des LANUV). Die Darstellung überlagert sich in großen Teilen mit den Bereichen zum Schutz der Natur und wurde besonders aus Gründen der Datenaktualität aufgenommen.

Ein hoher Raumwiderstand liegt vor bei

- Waldbereichen gem. Regionalplan als Vorranggebiete gem. § 8 Abs. 7 Satz 1 Nr. 1 ROG, deren Inanspruchnahme durch andere Raumnutzungen unter der Prämisse möglich ist, dass an anderer Stelle ein entsprechender Ausgleich erfolgt.

- Darstellungen von Zielen und Vorranggebieten des Landesentwicklungsplans, weil sie auf der Ebene der Regionalplanung konkretisiert und ergänzt werden und sich mit den Vorranggebieten der Regionalplanung überlagern (beispielsweise Gebiete für den Schutz der Natur).
- Schutzgebieten nach Fachgesetz, die nicht aus den Vorranggebieten gem. Regionalplanung abgeleitet werden (beispielsweise Wasserschutzgebiete Zone III) oder die aufgrund ihrer Kleinflächigkeit bei der räumlichen Festlegung eines Bohrplatzes im Rahmen von Genehmigungsverfahren berücksichtigt werden können (geschützte Landschaftsbestandteile und geschützte Biotope gem. § 30 BNatSchG).
- Weitergehenden Fachempfehlungen landesweiter Dienststellen zu schutzwürdigen Bereichen wie naturnahe Wälder und Flächen des Biotopkatasters. Die Fachempfehlungen sind bei entsprechend hoher Schutzwürdigkeit als Schutzgebiet rechtlich festgesetzt und somit teilweise in die Kategorie ‚sehr hoher Raumwiderstand‘ eingeflossen.

Einen verminderten Raumwiderstand besitzen

- Grundsätze einschließlich der Vorbehaltsgebiete der Regionalpläne (gem. § 3 Abs. 1 Nr. 3 ROG und § 8 Abs. 7 Satz 1 Nr. 2 ROG), die Vorgaben für nachfolgende Abwägungs- und Ermessensentscheidungen bilden und in denen bestimmten raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen in einer Abwägung mit anderen Raumnutzungsansprüchen ein besonderes Gewicht beigemessen wird.
- Schutzgebiete nach Fachrecht, in denen andere Nutzungen möglich sind, wenn der Charakter des Gebietes nicht grundsätzlich verändert wird (beispielsweise Landschaftsschutzgebiete).
- Weitergehende Fachempfehlungen landesweiter Dienststellen, über die aufgrund ihres nahezu flächendeckenden Vorkommens in NRW keine Differenzierungs- und Steuerungsmöglichkeiten bestehen (schutzwürdige Böden).

Ergänzt sind Aussagen zur Darstellbarkeit der jeweiligen Kategorien. Die Nicht-Darstellung einzelner Kriterien resultiert zum einen aus einer fehlenden Datengrundlage (siehe Abschn. 4.4). Zum anderen sind die vorhandenen Daten teilweise aufgrund ihrer Detaillierung in der Maßstabebene des Gutachtens nicht darstellbar. Gleichwohl können diese Kriterien zu einem Raumwiderstand führen; dieser ist auf der nachfolgenden Genehmigungsebene ausführlich zu behandeln.

Tab. 4-1: Kriterien zur Bewertung des Raumwiderstands

Kriterium	R A U M W I D E R S T A N D			
	sehr hoch	hoch	vermindert	nicht dargestellt
Schutz des Menschen und seiner Gesundheit				
allgemeine Siedlungsbereiche gem. Regionalplan	X			
Flächennutzungspläne: Wohn- und Mischbauflächen	X			X
Landschafts- und Freiraumschutz, Erholungsfunktion				
allgemeine Freiraum- und Agrarbereiche gem. Regionalplan			X	
regionale Grünzüge gem. Regionalplan	X			
Bereiche zum Schutz der Landschaft gem. Regionalplan			X	
Waldbereiche gem. Regionalplan		X		
Naturparke			X	
Landschaftsschutzgebiete			X	X
Naturschutz				
Gebiete für den Schutz der Natur (GSN) gem. LEP ⁵		X		
Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung gem. LEP		X		X
Bereiche zum Schutz der Natur (BSN) gem. Regionalplan	X			
Natura 2000-Gebiete (Vogelschutzgebiete, Fauna-Flora-Habitatgebiete)	X			
Naturschutzgebiete (NSG)	X			
Nationalparke, geplante Nationalparke	X			
geschützte Landschaftsbestandteile, Naturdenkmale		X		X
gesetzlich geschützte Biotope gem. § 30 BNatSchG		X		X
naturnahe Wälder (Altwaldflächen, Naturwaldzellen, Wildnisgebiete gem. Fachbewertung)		X		X

⁵ Rechtsgültiger LEP und Vorschlagskulisse des LANUV für die LEP-Neuaufstellung.

Kriterium	R A U M W I D E R S T A N D			
	sehr hoch	hoch	vermindert	nicht dargestellt
verfahrenskritische Vorkommen planungsrelevanter Pflanzen- und Tierarten	X			X
landesweite Biotopverbundplanung des LANUV (BV Stufe 1)	X			
landesweite Biotopverbundplanung des LANUV (BV Stufe 2)			X	X
landesweites Biotopkataster des LANUV ⁶		X		
schutzwürdige Böden gem. Fachbewertung des geologischen Dienstes NRW			X	X
Grundwasser- und Gewässerschutz				
Freiraumfunktionen des LEP mit Bezug zu Wasser/Grundwasser		X		X
Grundwasser- und Gewässerschutz resp. Schutz der Gewässer gem. Regionalplan	X			
Wasserschutzgebiete Zone I & II	X			
Wasserschutzgebiete Zone III		X		
Heilquellenschutzgebiete, qualitative Zonen I und II, quantitative Zone A	X			
Heilquellenschutzgebiete, qualitative Zonen III (bis V), quantitative Zonen B (bis D)		X		
Überschwemmungsbereiche gem. Regionalplan	X			
festgesetzte Überschwemmungsgebiete	X			
überschwemmungsgefährdete Gebiete, rückgewinnbare Rückhalteflächen und überflutete Gebiete gem. Fachplanung		X		X
Oberflächengewässer	X			X

Eine zusammenfassende Darstellung des Raumwiderstands zum Schutz des Menschen und seiner Gesundheit, für den Landschafts- und Freiraumschutz, den Naturschutz und den Schutz des Wassers ist in den Abbildungen A4.1 bis A4.4 im Anhang ersichtlich. Hierbei wurden die ausgewählten Kriterien auf der Basis landesweit vorliegender Daten den drei Bewertungsstufen zugeordnet (vgl. Tab. 4.1). Bei der Überlagerung der Kriterien führt in sinngemäßer Anlehnung an MUVS (2001) grundsätzlich die Bewertung eines Kriteriums mit

⁶ Dargestellt ab einer Flächengröße über 10 ha.

der fachlichen Bewertung ‚sehr hoch‘ zur Einordnung in die höchste Raumwiderstandsklasse.

Bezogen auf den ca. 20.500 km² großen Bereich der erteilten oder beantragten Erlaubnisfelder (Quelle BR Arnsberg, Stand 02.08.2012), weisen rund 49% (ca. 10.000 km²) einen sehr hohen Raumwiderstand hinsichtlich des Schutzes von Mensch und Umwelt auf. Weitere rund 17% bzw. ca. 3.500 km² weisen einen hohen Raumwiderstand auf. Die verbleibenden Flächen (34%) weisen einen verminderten Raumwiderstand auf.

Nachfolgend werden beispielhaft Schwerpunkträume mit sehr hohem Raumwiderstand in Nordrhein-Westfalen benannt:

Die Bereiche mit sehr hohem Raumwiderstand für den Menschen (Allgemeine Siedlungsbereiche gem. Regionalplan) und den siedlungsnahen Freiraumschutz (Regionale Grünzüge) weisen räumliche Schwerpunkte besonders in den Ballungsgebieten (Mönchengladbach, Bielefeld, Aachen) auf.

Aus Gründen des Heilquellenschutzes befinden sich Schwerpunkträume mit sehr hohem Raumwiderstand im Bereich Bad Oeynhausen-Bad Salzuflen, Bad Driburg, Bad Lippspringe, Bad Pyrmont oder Bad Hermannsborn.

Schwerpunkträume für den Schutz des Grundwassers bilden vor allem die großen, zusammenhängend dargestellten Bereiche zum Schutz der Gewässer im Münsterland (Cenoman Turon Kalk (Stadtlohn), Teutoburger Wald, Ur-Ems-Rinne, Münsterländer Kies-Sand-Zug, Baumberge-Massiv, Haltern Sande, Bocholter Aa/Niederrheinterrassen, Vorosningrinne, Dinkelniederung). Sie gehören zu den Grundwasservorkommen mit überregionaler Bedeutung. Von besonderer Wichtigkeit sind die Haltern Sande. Sie stellen das größte natürliche, quantitativ und qualitativ hervorragende Grundwasservorkommen des Landes Nordrhein-Westfalen dar (Bezirksregierung Münster 1999).

Zu den großräumigen Bereichen mit sehr hohem Raumwiderstand für den Naturschutz gehören die geplanten Nationalparke Teutoburger Wald und Senne im Osten von NRW, die aufgrund ihrer naturschutzfachlichen Bedeutung in großen Teilen bereits heute als FFH-Gebiet (DE-4118-301 Senne mit Stapelager Senne und DE-4219-301 Egge) gesichert sind, das mit 500 km² sehr großflächige Vogelschutzgebiet DE-4415-401 Hellwegbörde im beantragten Erlaubnisfeld Falke-South mit international bedeutenden Brutbeständen der Wiesen- und Rohrweihe sowie des Wachtelkönigs oder auch der untere Niederrhein mit seiner Bedeutung für den Vogelschutz.

Bezogen auf die Abgrenzung der geologischen Systeme (siehe Kap. 5) ergeben sich regionale Differenzierungen des Raumwiderstands. In

der Tabelle 4.2 sind – nach betrachteten Schutzgütern getrennt – flächenmäßig bedeutsame Bereiche mit sehr hohem Raumwiderstand dargestellt.

Stand 06.09.2012

Tab. 4.2: Beispielhafte Bereiche mit sehr hohem Raumwiderstand in den Geosystemen

Geosystem	Schutz des Menschen und seiner Gesundheit	Landschafts- u. Freiraumschutz, Erholung	Naturschutz inkl. Boden	Grundwasser- u. Gewässerschutz
Münsterländer Becken				
Kohleflözgas zentrales Münsterland	allgemeine Siedlungsbe- reiche, vor allem im Bereich Münster, Hamm und Gütersloh	Regionale Grünzü- ge im Bereich Rheda- Wiedenbrück – Gütersloh	Bereiche zum Schutz der Natur gem. Regionalplan	Schutz der Gewässer gem. Regionalplan im Münsterländer Kies- Sand-Zug, Haltern Sande, Ur-Ems-Rinne
Kohleflözgas randliches Münsterland	allgemeine Siedlungsbe- reiche, vor allem im Bereich Paderborn und Bielefeld	Regionale Grünzü- ge im Bereich Bielefeld	Vogelschutzgebiet Hellweg-börde, geplanter National- park Teutoburger Wald und Senne	Schutz der Gewässer gem. Regionalplan
Linker Niederrhein				
Kohleflözgas nördlicher Niederrhein	allgemeine Siedlungsbe- reiche, vor allem in den Bereichen Wesel, Bocholt und Kleve		Vogelschutzgebiet unterer Niederrhein	Schutz der Gewässer gem. Regionalplan Bocholter Aa
Kohleflözgas südlicher Niederrhein	allgemeine Siedlungsbe- reiche		Bereiche zum Schutz der Natur gem. Regionalplan entlang der Rur	
Schiefergas südlicher Niederrhein	allgemeine Siedlungsbe- reiche, vor allem im Bereich Mönchenglad- bach – Viersen sowie StädteRegion Aachen	regionale Grünzüge im Bereich Mön- chengladbach und StädteRegion Aachen		Wasserschutzgebiete Zonen I und II
Ibbenbüren				
Kohleflözgas Ibbenbüren	allgemeine Siedlungsbe- reiche, vor allem Ibben- büren			Schutz der Gewässer gem. Regionalplan
Schiefergas Ibbenbüren	allgemeine Siedlungsbe- reiche, vor allem Ibben- büren		Bereiche zum Schutz der Natur gem. Regionalplan	Schutz der Gewässer gem. Regionalplan
Rheinisches Schiefergebirge				
Schiefergas Rheinisches Schiefergebirge	allgemeine Siedlungsbe- reiche, vor allem im Verdichtungsbereich Wuppertal – Hagen – Iserlohn		Vogelschutzgebiet Egge, FFH-Gebiet Arnsberger Wald, FFH-Gebiet Brede- lar, Stadtwald Marsberg und Fürstenberger Wald	Schutz der Gewässer gem. Regionalplan im Bereich zwischen Iserlohn und Dortmund sowie im Umfeld von Brilon
Wesergebirgsrandmulde				
Schiefergas Wesergebirgsrandmul- de	allgemeine Siedlungsbe- reiche, vor allem im Verdichtungsbereich um Bielefeld, Detmold und Lemgo	regionale Grünzüge im Bereich Bielefeld sowie Lage/Lemgo	Bereich zum Schutz der Natur sowie FFH-Gebiet Schwalenberger Wald	Schutz der Gewässer gem. Regionalplan im Bereich östlich vom Bielefeld inkl. WSG Zone I und II sowie Heilquellenschutz
Osnabrücker Bergland				
Schiefergas Osnabrücker Bergland	allgemeine Siedlungsbe- reiche, vor allem um Minden	regionale Grünzüge im Bereich Esels- kamp	Bereich zum Schutz der Natur Wiehengebir- ge/Wesergebirge	Schutz der Gewässer gem. Regionalplan im Bereich nördlich Min- den sowie bei Preu- ßisch Oldendorf

4.3 Resümee

Unter der Leitvorstellung einer nachhaltigen Raumentwicklung (§ 1 Abs. 2 ROG) und im Sinne einer Umweltvorsorge weisen die Gebiete **mit hohem bis sehr hohem Raumwiderstand** in der Regel keine Eignung für (Tagesanlagen von) Vorhaben der Gasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten auf, weil dort in der Regel andere raumbedeutsame Maßnahmen oder Nutzungen als vorrangig zu betrachten sein werden. Im weiteren Genehmigungsverfahren ist in diesen Bereichen von erheblichen Umweltauswirkungen und hohen rechtlichen sowie umweltfachlichen Restriktionen auszugehen. Für Maßnahmen zur Vermeidung, Verminderung und Kompensation der mit diesem Vorhaben verbundenen Eingriffe sind erhebliche Aufwendungen vorzusehen.

Gleichwohl ist einzelfallbezogen eine Genehmigung von Vorhabensbestandteilen innerhalb dieser Gebiete nicht von vornherein ausgeschlossen. Diese Beurteilung kann die hier vorgenommene großräumige Betrachtung nicht leisten.

Soweit Auswirkungen auf Gebiete mit sehr hohem oder hohem Raumwiderstand durch untertägige Maßnahmen von außerhalb dieser Bereiche wahrscheinlich sind (vgl. hierzu Kap. 9) wird eine räumliche Steuerung und ein Abgleich mit anderen Raumnutzungen auch für diese Vorhabensbestandteile erforderlich. In diesem Zusammenhang wird auf die Notwendigkeit einer unterirdischen Raumordnung verwiesen.

Auf der anderen Seite kann ein Vorhaben in Gebieten mit **vermindertem Raumwiderstand** dennoch mit hohen Umweltauswirkungen verbunden sein und damit zu Konflikten führen. Derartige Konflikte können in einer großräumigen Betrachtung nicht vollständig abgebildet werden. Sie sind in der Regel im Zusammenhang mit den berg-, naturschutz- und ggf. wasserrechtlichen Genehmigungen zu lösen.

Aus Gründen der planerischen Vorsorge und zur Vermeidung/Verminderung nachteiliger Auswirkungen sind darüber hinausgehend notwendige Abstände zwischen den geplanten Vorhaben und Gebieten mit sehr hohem oder hohem Raumwiderstand zu berücksichtigen, da die Wirkfaktoren zumindest temporär im Umfeld der Vorhaben in unterschiedlichem Maße auf Mensch und Umwelt einwirken können. Je nach Vorhabentyp und Intensität der Wirkungen (beispielsweise Lärm-, Licht- oder Schadstoffemissionen, ggf. Grundwasserabsenkung, Erschütterungen) ergeben sich unterschiedliche Schutzabstände.

4.4 Hinweise zur Datengrundlage

Hinsichtlich der Aktualität und Vollständigkeit der zur Verfügung gestellten Datengrundlage sind folgende Anmerkungen zu machen:

- Daten der Landesplanung: Das Landesentwicklungsprogramm Nordrhein-Westfalen ist zum 31.12.2011 ausgelaufen, der Landesentwicklungsplan stammt aus dem Jahr 1995. Die Neuaufstellung des Landesentwicklungsplans (mit geplanter Integration des LEPro) ist noch nicht abgeschlossen. Insofern berücksichtigen die rechtsgültigen Raumordnungspläne auf Landesebene bisher nicht in allen Punkten veränderte Rahmenbedingungen (z.B. demographischer Wandel, Klimawandel) oder neuere Rechtsgrundlagen.
- Regionalplanung: Einige Regionalpläne befinden sich zurzeit in Neuaufstellung bzw. Fortschreibung (Regionalplan Münsterland, Regionalplan Arnsberg – Teilabschnitt ‚Oberbereich Dortmund – Östlicher Teil‘, Regionalplan Düsseldorf), die aktualisierten Daten lagen nicht vor. Insofern berücksichtigen auch die Regionalpläne bisher nicht in allen Punkten veränderte Rahmenbedingungen oder neuere Rechtsgrundlagen.
- Darstellungen der kommunalen/regionalen Flächennutzungspläne sowie der verbindlichen Bauleitpläne: Die Abgrenzungen liegen nicht vor (und sind der Maßstabebene des Gutachtens nicht angemessen).
- Abgrenzung ‚Ruhiger Gebiete‘ bzw. Ruheräume sowie der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume in NRW: Flächendeckende Daten liegen hierzu nicht vor.
- Abgrenzung von Landschaftsschutzgebieten: hier liegen keine aktuellen landesweiten Daten vor.
- Bedeutsame und landesbedeutsame Kulturlandschaftsbereiche in Nordrhein-Westfalen: Diese sind bisher fachgutachterlich abgegrenzt (LWL & LVR 2009), eine Übernahme der Ergebnisse in die Neuaufstellung des Landesentwicklungsplans hat bisher nicht stattgefunden.
- Daten zu ‚Feuchtgebieten von internationaler Bedeutung aufgrund von Merkmalen europäischer und anderer internationaler Konventionen‘: Diese liegen nicht vor.
- Landesweite Biotopverbundplanung: Eine Aktualisierung der LANUV-Daten zum landesweiten Biotopverbund für den Bereich des Regionalverbandes Ruhr und der Bezirksregierung Düsseldorf ist für Ende 2012 geplant.

- Geschützte Landschaftsbestandteile und Naturdenkmale: Es liegen keine landesweiten Daten vor.
- Gemäß § 30 BNatSchG gesetzlich geschützte Biotope: Die Daten sind nach Angaben des LANUV innerhalb von festgesetzten Naturschutzgebieten und im Bereich der Quellen und Quellbäche innerhalb größerer Waldflächen im Mittelgebirge nicht vollständig.
- Geplante Wildnisgebiete: Eine abschließende Abgrenzung der geplanten Wildnisgebiete liegt in NRW noch nicht vor.
- Artenschutz: Landesweite Daten über das Vorkommen von planungsrelevanten und verfahrenskritischen Daten standen nicht zur Verfügung. Zu den landesweit und regional bedeutsamen Schwerpunktlebensräumen von planungsrelevanten Arten (so genannte verfahrenskritische Vorkommen) liegen keine flächenbezogenen Daten vor.
- Daten der Landesplanung: Eine Abgrenzung der Darstellungen von Grundwasservorkommen, Grundwassergefährdungsgebieten aufgrund der geologischen Struktur, Uferzonen und Talauen, die für die öffentliche Wasserversorgung herangezogen werden oder sich dafür eignen, sowie Einzugsgebiete von Talsperren für die Trinkwasserversorgung liegt nicht vor.

4.5 Quellen

4.5.1 Literatur

APPEL, Markus (2011) in: FRENZ, Walter; MÜGGENBORG, Hans-Jürgen [Hrsg.] (2011): BNatSchG Bundesnaturschutzgesetz Kommentar. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

BEZIRKSREGIERUNG ARNSBERG (2008): Gebietsentwicklungsplan Regierungsbezirk Arnsberg. Teilabschnitt Oberbereich Dortmund – östlicher Teil – Kreis Soest und Hochsauerlandkreis. Stand Februar 2008.

BEZIRKSREGIERUNG DETMOLD (2004): Gebietsentwicklungsplan. Teilabschnitt Oberbereich Bielefeld.

BEZIRKSREGIERUNG DETMOLD (2008): Gebietsentwicklungsplan. Teilabschnitt Paderborn-Höxter.

BEZIRKSREGIERUNG DÜSSELDORF (2011): Gebietsentwicklungsplan für den Regierungsbezirk Düsseldorf. Mai 2000. Aktualisierung November 2011.

- BEZIRKSREGIERUNG MÜNSTER (1999): Gebietsentwicklungsplan für den Regierungsbezirk Münster. Teilabschnitt Münsterland. Stand 06.12.1999.
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2012): Richtlinien und naturschutzfachliche Anforderungen der FFH- und Vogelschutzrichtlinie. http://www.bfn.de/0316_grundsaeetze.html (19.04.2012).
- FRENZ, Walter; MÜGGENBORG, Hans-Jürgen [Hrsg.] (2011): BNatSchG Bundesnaturschutzgesetz Kommentar. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- FÜRST, Dietrich; SCHOLLES, Frank [Hrsg.]. (2001): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. 3., vollständig überarbeitete Auflage. Verlag Dorothea Rohn, Detmold.
- GASSNER, Erich; WINKELBRANDT, Arnd; BERNOTAT, Bernd [Hrsg.] (2010): UVP und Strategische Umweltprüfung. Rechtliche und fachliche Anleitung für die Umweltprüfung. 5. Auflage. C.F. Müller Verlag, Heidelberg.
- GSCHIEL, Martina (2009): Bewertung regionaler Auswirkungen von Großprojekten. Erarbeitung eines Kriterienkatalogs am Beispiel der geplanten Marchfeld Schnellstraße. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades an der Universität für Bodenkultur Wien. Unveröffentlicht.
- KAS - Kommission für Anlagensicherheit beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Leitfaden Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftige Gebiete im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50BImSchG, 2. überarbeitete Fassung KAS-18.
- LANDESBETRIEB STRAßENBAU NRW 2006: Planungsleitfaden UVP. Stand Mai 2006.
- LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2006): Unzerschnittene verkehrssarme Räume (UZVR) in NRW.
- LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2009): Flächenentwicklung in Nordrhein-Westfalen – Berichtsjahr 2009. Veröffentlicht unter www.allianz-fuer-die-flaeche.nrw.de.
- LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2009): Fachbeitrag des Naturschutzes und der Landschaftspflege zum Regionalen Flächennutzungsplan für

die Städtereion Ruhr (Bochum, Essen, Gelsenkirchen, Herne, Mülheim a.d. Ruhr, Oberhausen), Recklinghausen.

LANUV – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2012): Schutzwürdige Biotope in Nordrhein-Westfalen (Biotopkataster NRW)
<http://www.naturschutzinformationen-nrw.de/bk/de/start>
(18.04.2012).

LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2010): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten. Beschlossen auf der 139. LAWA-VV am 25./26. März 2010 in Dresden.

LWL – Landschaftsverband Westfalen-Lippe & LVR – Landschaftsverband Rheinland (2009): Kulturlandschaftlicher Fachbeitrag zur Landesplanung in Nordrhein-Westfalen. November 2007. Korrekturfassung September 2009. Münster, Köln.

MUNLV – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2003): Leitfaden Hochwasser-Gefahrenkarten. Düsseldorf.

MUNLV – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2007): Immissionsschutz in der Bauleitplanung. Abstände zwischen Industrie- bzw. Gewerbegebieten und Wohngebieten im Rahmen der Bauleitplanung und sonstige für den Immissionsschutz bedeutsame Abstände (Abstandserlass). Düsseldorf.

MUNLV – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2007): Geschützte Arten in Nordrhein-Westfalen, Vorkommen, Erhaltungszustand, Gefährdung, Maßnahmen. Düsseldorf.

MUNLV – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2008): Fläche schützen statt verbrauchen. Nachhaltige Flächenpolitik in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.

MURL – Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (1995): Landesentwicklungsplan. Düsseldorf.

MWME – Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2007): Erhalten und gestalten – Freiräume und Kulturlandschaften in Nordrhein-Westfalen. Bericht zur Stärkung der Freiraumplanung in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.

ROßNAGEL, A.; HENTSCHEL, A.; POLZER, A. - InfoDialog Fracking (2012): Rechtliche Rahmenbedingungen der unkonventionellen Erdgasförderung mittels Fracking, Gutachten im Rahmen der Studie des neutralen Expertenkreises ‚Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking Technologie für die Erdgasgewinnung‘ im Rahmen des Informations- und Dialogprozesses über die Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung.

SCHNEBLE, H.; WEINEN, K.; NIETHAMMER, I. – InfoDialog Fracking (2012). Fachbeitrag zum Themenkreis Landschaft – Flächeninanspruchnahme, (oberirdische) Infrastruktur, Betrieb, Umweltplanung Bullemann Schneble GmbH, Vorabzug Stand 30.03.2012.

SCHOLLES, F. (2006): Gesellschaftswissenschaftliche Grundlagen. Planungsmethoden. Universität Hannover. www.strategischeumweltpruefung.at/methoden/umweltfolgenabschaetzung/bewertungsmethoden/raum/ (2012.05.07).

UHT (2012): Worst Case Szenarien, Risikomanagement & Stand der Technik bei der Fracking Technologie. <http://dialog-erdgasundfrac.de/sites/dialog-erdgasundfrac.de/files/Anlagensicherheit.pdf> (6.05.2012).

UMWELTPLANUNG BULLERMANN SCHNEBLE GmbH (2012): Fachbeitrag zum Themenkreis Landschaft. Flächeninanspruchnahme, (oberirdische) Infrastruktur, Betrieb. Gutachten im Rahmen Informations- und Dialogprozess zum Aufsuchen und Fördern von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten (InfoDialog Fracking).

VERBAND DEUTSCHER NATURPARKE e.V. (2009): Naturparke in Deutschland. Aufgaben und Ziele. 3. Fortschreibung 2009. Bonn.

4.5.2 Gesetze, Verordnungen und Richtlinien

12. BImSchV – 12. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: Störfall-Verordnung; vom 26. April 2000 in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Juni 2005 (BGBl. I S. 1598).

16. BImSchV – 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: Verkehrslärmschutzverordnung; vom 12. Juni 1990, BGBl. I S. 1036, geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 19. September 2006 (BGBl. I S. 2146).

39. BImSchV – 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen; vom 2. August 2010 (BGBl. I Nr. 40 vom 05.08.2010 S. 1065 Gl.-Nr.: 2129-8-39).

4. BImSchV – 4. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 504), zuletzt geändert durch Artikel 13 des Gesetzes vom 11. August 2009 (BGBl. I S. 2723).

ABergV – Allgemeine Bundesbergverordnung, Bergverordnung für alle bergbaulichen Bereiche, BGBl I 1995, 1466, zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 5 G v. 24.2.2012 I 212.

Abstandserlass: Abstände zwischen Industrie- bzw. Gewerbegebieten und Wohngebieten im Rahmen der Bauleitplanung und sonstige für den Immissionsschutz bedeutsame Abstände, NRW, RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vom 6.6.2007, MBl. Nr. 29 vom 12.10.2007 S. 659.

BArtSchV – Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten: Bundesartenschutzverordnung vom 16. Februar 2005 (BGBl. I S. 258 (896)), zuletzt geändert durch Artikel 22 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542).

BauGB – Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.09.2004 (BGBl I, S 2414), zuletzt geändert durch Gesetz vom 22. Juli 2011 (BGBl. I S. 1509).

BauNVO – Baunutzungsverordnung: Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S. 132), geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 22. April 1993 (BGBl. I S. 466).

BBergG – Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt geändert durch Artikel 15a des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585).

BBodSchG – Bundes-Bodenschutzgesetz: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502) 1998, Stand: Zuletzt geändert durch Art. 3 G v. 9.12.2004 I 3214.

BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 16 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585).

BImSchG – Bundes-Immissionsschutzgesetz: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002, (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11. August 2009 (BGBl. I S. 2723).

Blaue Richtlinie – Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer - Ausbau und Unterhaltung - Nordrhein-Westfalen, vom 18. März 2010 (MBl. Nr. 10 vom 31.03.2010 S. 203).

BNatSchG – Bundesnaturschutzgesetz: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (BNatSchG) vom 29. Juli 2009, BGBl. I S. 2542 mit Wirkung vom 01.03.2010.

BVOT – Tiefbohrverordnung des Landes Nordrhein-Westfalen: Bergverordnung für Tiefbohrungen, Untergrundspeicher und für die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen im Land Nordrhein-Westfalen vom 31. Oktober 2006.

BWaldG – Bundeswaldgesetz: Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft; vom 2. Mai 1975, BGBl. I S. 1037, zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585).

DIN 18005: Schallschutz im Städtebau: Teil 1: Hinweise für die Planung, Juli 2002.

EG-Artenschutzverordnung: Verordnung (EG) Nr. 338/97 des Rates vom 9. Dezember 1996 über den Schutz von Exemplaren wildlebender Tier- und Pflanzenarten durch Überwachung des Handels (VO (EG) Nr. 338/97) vom 9. Dezember 1996, ABl. L 61 S. 1, zuletzt geändert am 22. Juli 2010, ABl. EG L 212 S. 1, ber. 29. Dezember 2010, ABl. L 343 S. 79.

FFH-RL - Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie: Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22.7.1992, S.7), zuletzt geändert durch ABl. L363 S. 368 vom 20.12.2006.

GrWV – Grundwasserverordnung: Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 80/68/EWG des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe, vom 18. März 1997 (BGBl. I S. 542).

HWRM-RL – Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie: Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken.

KrW-/AbfG – Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 11. August 2009 (BGBl. I S. 2723).

LBodSchG – Landesbodenschutzgesetz: Landesbodenschutzgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen; vom 9. Mai 2000 (GV. NW. S. 439), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 17. Dezember 2009 (GV. NRW. S. 863, 975).

LEPro – Landesentwicklungsprogramm Nordrhein-Westfalen: Gesetz zur Landesentwicklung in der Fassung vom 5. Oktober 1989 (GV. NRW. S. 485, ber. S. 648; 09.05.2000 S. 403; 05.04.2005 S. 306; 19.06.2007 S.225; 17.12.2009 S. 874).

LFoG – Landesforstgesetz: Forstgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen; in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. April 1980, GV.NW. S. 546, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 16. März 2010 (GV. NRW. S. 185).

LG – Landschaftsgesetz: Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft; in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Juli 2000, GV.NW. S. 568, zuletzt geändert am 16. März 2010, GV. NRW. S. 185.

LImSchG – Landes-Immissionsschutzgesetz NRW: Gesetz zum Schutz vor Luftverunreinigungen, Geräuschen und ähnlichen Umwelteinwirkungen vom 18. März 1975 (GV. NW. S. 232), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 12. Dezember 2006 (GV. NRW. S. 622).

LPIG – Landesplanungsgesetz: Landesplanungsgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen; vom 3. Mai 2005 (GV.NRW. S. 430), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. März 2010 (GV. NRW. S. 212).

Luftqualitätsrichtlinie: Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa.

LWG – Landeswassergesetz: Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen; in der Fassung vom 25. Juni 1995 (GV. NW. S. 926), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 16. März 2010 (GV. NRW. S. 185).

MUVS – Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung. Stand 2001.

Plan-Verordnung NRW: Verordnung über die Abgrenzung des Kreises der Beteiligten und das Verfahren der Beteiligung bei der Erarbeitung der Raumordnungspläne und Gegenstand, Form und für die Vergleichbarkeit bedeutsamen Merkmale der Festlegungen in Raumordnungsplänen, einschließlich zu verwendender Planzeichen und ihrer Bedeutung und das Verfahren der Umweltprüfung – Nordrhein-Westfalen – vom 10. Mai 2005 (GVBl. Nr. 23 vom 25.05.2005 S. 506).

ROG – Raumordnungsgesetz: Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585)

RoV – Raumordnungsverordnung vom 13. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2766), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 35 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).

TA-Lärm – Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm: Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz; vom 26. August 1998 (GMBL. Nr. 26 vom 28.08.1998 S. 503).

TA-Luft – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz; vom 24. Juli 2002 (GMBL S. 511); nach § 48 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Juli 2001 (BGBl. I S. 1950).

Umgebungslärmrichtlinie: Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (ABl. Nr. L 189 vom 18.7.2002 S. 12; VO (EG) Nr. 1137/2008 - ABl. Nr. L 311 vom: 21.11.2008 S. 1).

USchadG – Umweltschadensgesetz: Gesetz über die Vermeidung und Sanierung von Umweltschäden, vom 10. Mai 2007, (BGBl. I 2007, 666) zuletzt geändert durch Art. 14 G v. 31.7.2009 I 2585.

UVPG – Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung: in der Fassung der Bekanntmachung vom 24.02.2010 (BGBl. I S. 94).

UVPG NW – Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung im Lande Nordrhein-Westfalen: vom 29. April 1992, GV. NW. S. 175, zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 16. März 2010 (GV. NRW. S. 185).

UVP-V Bergbau: Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben (UVP-V Bergbau); vom 13. Juli 1990 (BGBl. I S. 1420), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 24. Januar 2008 (BGBl. I S. 85).

VAwS – Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe; vom 20. März 2004 (GV. NRW. 2004 S. 274/SGV. NRW. 77), Stand 09.12.2009 (GV. NRW. S. 851).

VGS – Ordnungsbehördliche Verordnung über die Genehmigungspflicht für die Einleitung von Abwasser mit gefährlichen Stoffen in öffentlichen Abwasseranlagen; vom 25. September 1989 (GV. NW. S. 564) zuletzt geändert durch Art. 4 G zur Änd. wasserrechtl. Vorschriften vom 3. 5. 2005 (GV. NRW. S. 463).

VS-RL – Vogelschutzrichtlinie: Richtlinie 2009/147/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (kodifizierte Fassung) ABl. L 20/9 vom 26.01.2010.

VV-Artenschutz – Verwaltungsvorschrift zur Anwendung der nationalen Vorschriften zur Umsetzung der Richtlinien 92/43/EWG (FFH-RL) und 2009/147/EG (V-RL) zum Artenschutz bei Planungs- oder Zulassungsverfahren, Rd.Erl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz v. 13.04.2010, - III 4 - 616.06.01.17 – in der Fassung der 1. Änderung vom 15.09.2010.

VV-Habitatschutz – Verwaltungsvorschrift zur Anwendung der nationalen Vorschriften zur Umsetzung der Richtlinien 92/43/EWG (FFH-RL) und 2009/147/EG (V-RL) zum Habitatschutz (VV-Habitatschutz) Rd.Erl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz v. 13.04.2010, - III 4 - 616.06.01.18 –.

VwVfG – Verwaltungsverfahrensgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), geändert durch Artikel 2 Absatz 1 des Gesetzes vom 14. August 2009 (BGBl. I S. 2827).

WHG – Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts: Gesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das durch Artikel 12 des Gesetzes vom 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163) geändert worden ist.

Windenergie-Erlass: Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung vom 11.07.2011. Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein – Westfalen (Az. VIII2 - Winderlass) und des Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (Az. X A 1 – 901.3/202) und der Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen (Az. III B 4 – 30.55.03.01).

WRRL – Wasserrahmenrichtlinie: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S.1. Zuletzt geändert durch Art. 32 ÄndRL 2009/31/EG vom 23. 4. 2009 (ABl. Nr. L 140 S. 114).

4.5.3 Datengrundlage

Daten des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV):

- Gebiete für den Schutz der Natur aus dem LEP inkl. Vorschlagskullisse für die Neuaufstellung des LEP (2012);
- Fauna-Flora-Habitat-Gebiete (2011);
- Vogelschutzgebiete NRW (2011);
- Nationalpark Eifel sowie geplante Nationalparke (2011);
- Naturschutzgebiete NRW (2011);
- gesetzlich geschützte Biotope (§ 30 BNatSchG) (2011);
- Naturparke (2011);
- Landschaftsschutzgebiete NRW (2011);
- Biotopkataster
- Naturnahe Altwälder (2012);
- Naturwaldzellen NRW (2011);
- Wildnisgebiete NRW (2011);
- Verbundbiotope, besondere und herausragende Bedeutung (2011);
- GSK3C – Gewässernetz, Flusseinzugsgebiete, Gebietsverzeichnis, Gewässerverzeichnis sowie Übersichtsgewässer (große + mittlere) (2011);
- Festgesetzte Überschwemmungsgebiete NRW (2011);
- Sonstige Überschwemmungsgebiete (2011);
- Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete NRW (2011).

Daten des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (MKULNV):

- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS) (2012)

Daten der Staatskanzlei NRW:

- Darstellungen der Regionalpläne NRW (2012)

Daten des Geologischen Dienstes NRW:

- Bodenkarte BK50 – Schutzwürdige Böden (2012)

Stand 06.09.2012

Anhang zu Kap. 4

Stand 06.09.2012

Stand 06.09.2012

A4 ANHANG: Erläuterung der Kriterien zur Bewertung des Raumwiderstands

Die nachfolgenden Betrachtungen zu Bewertungskriterien und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen für den Raumwiderstand beziehen sich auf ein prototypisches ‚Modellvorhaben‘ (technisches Eingriffsszenario) mit den unterschiedlichen Phasen der Aufsuchung und der Gewinnung, das insbesondere die mit dem Fracking verbundenen Wirkfaktoren berücksichtigt. Die dabei zu Grunde liegenden wesentlichen technischen Annahmen sind im Kapitel 6 beschrieben.

A4.1 Schutz des Menschen und seiner Gesundheit

Der Schutz des Menschen und der menschlichen Gesundheit¹ ist gem. § 2 UVPG ein zentrales und übergreifendes Schutzgut in der räumlichen Planung. Im Fokus stehen die Wahrung der Gesundheit und des Wohlbefindens der Menschen. Schädliche Umweltbelastungen, die Beeinträchtigungen der physischen oder psychischen Gesundheit des Menschen nach sich ziehen können, sind zu vermeiden bzw. zu minimieren. Neben unmittelbaren Beeinträchtigungen wie z.B. Lärm, Luft (Gase, Staub, Gerüche), Erschütterungen oder Lichtemissionen sind indirekte Wirkpfade über den Boden oder das Grundwasser zu berücksichtigen, die Einfluss auf die menschliche Gesundheit nehmen können. Neben dem akuten kommt insbesondere dem vorsorgenden Gesundheitsschutz große Bedeutung zu.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen zum Schutz des Menschen und der menschlichen Gesundheit sind daher Gegenstand verschiedener gesetzlicher und untergesetzlicher Regelungen:

- Der § 1 BImSchG bestimmt den Schutz des Menschen vor schädlichen Umwelteinwirkungen und die Vorbeugung des Entstehens schädlicher Umwelteinwirkungen zum Gesetzeszweck. Gemäß § 3 Abs. 1 sind schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des Gesetzes „Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen.“ Als Immissionen werden in § 3 Abs. 2 des Gesetzes „auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen“ definiert.

¹ „Die Gesundheit ist ein Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen.“ (Verfassung der Weltgesundheitsorganisation WHO, unterzeichnet in New York am 22. Juli 1946.)

- Der Schutz und die Vorsorge vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche werden in der 16. BImSchV, der TA Lärm sowie der DIN 18005 geregelt. Die Regelwerke enthalten Richtwerte, Grenzwerte bzw. Orientierungswerte für Lärmimmissionen.
- Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen sind in der 39. BImSchV sowie in der TA Luft enthalten.
- Der § 15 LEPro NRW wirkt darauf hin, „dass die Bevölkerung vor Gesundheitsgefahren oder sonstigen unzumutbaren Auswirkungen von Einrichtungen und Maßnahmen insbesondere der Wirtschaft und des Verkehrs geschützt wird“. Zudem sind gemäß § 35 raumbedeutsame Maßnahmen so zu planen, dass sie möglichst keine Erhöhung der Immissionsbelastung zur Folge haben.
- Gemäß § 1 Abs. 6 Nr. 7 c BauGB sind umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit sowie die Bevölkerung insgesamt sowie gemäß § 1 Abs. 6 Nr. 1 die allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu berücksichtigen.
- Der § 1 Abs.1 BNatSchG stellt darauf ab, Natur und Landschaft u.a. als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen zu sichern.

Raum- und fachplanerisch finden sich zum Teil implizite Darstellungen zum Schutz des Menschen und der menschlichen Gesundheit in der Regionalplanung sowie der Bauleitplanung wieder:

- Allgemeine Siedlungsbereiche (ASB) gem. Regionalplan,
- Darstellungen kommunaler/regionaler Flächennutzungspläne.

Die Aspekte Wohn- und Wohnumfeldfunktion sowie Erholungs- und Freizeitfunktion werden unter dem Punkt A4.2 berücksichtigt.

A4.1.1 Allgemeine Siedlungsbereiche (ASB) gem. Regionalplan

Datenquelle

Darstellung der Allgemeinen Siedlungsbereiche bzw. Wohnsiedlungsbereiche im Maßstab 1 : 50.000 in den gültigen Regionalplänen der Regierungsbezirke Nordrhein-Westfalens bzw. des Regionalverbandes Ruhr.

Darstellung vorhandener Siedlungsbereiche und deren geplanten Erweiterungen als Vorranggebiete.

Siedlungsbereiche mit weniger als 2.000 Einwohnern werden gemäß Plan-Verordnung NRW nicht als Siedlungsbereiche, sondern als Allgemeiner Freiraum- und Agrarbereich dargestellt.

Definition

Gemäß Plan-Verordnung NRW werden mit den Allgemeinen Siedlungsbereichen (bzw. Wohnsiedlungsbereichen) Flächen für Wohnen, wohnverträgliches Gewerbe, Wohnfolgeeinrichtungen, öffentliche und private Dienstleistungen sowie siedlungszugehörige Grün-, Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen dargestellt, sofern diese nicht als ASB für zweckgebundene Nutzungen erfasst sind². Daneben sind Sondergebiete für die Ansiedlung von Einkaufszentren, großflächigen Einzelhandelsbetrieben und sonstigen großflächigen Handelsbetrieben im Sinne des § 11 Abs. 3 BauNVO nur in Allgemeinen Siedlungsbereichen unterzubringen.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Den in BImSchG, BauGB und weiteren gesetzlichen und untergesetzlichen Regelungen formulierten Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse, vor allem in Bezug auf den Schutz vor Lärm- und anderen Immissionen sowie weiteren Beeinträchtigungen der Wohn- und Wohnumfeldqualität, ist besonders Rechnung zu tragen. Gemäß § 24 LEPro sind daher bei der Standortplanung für gewerbliche oder vergleichbare Einrichtungen, die erhebliche Emissionen hervorrufen, ausreichende Abstände bzw. geeignete Schutzeinrichtungen zu Wohnsiedlungsbereichen vorzuhalten, um Immissionsbelastungen weitgehend zu vermeiden oder zumindest zu vermindern.

Dieses Schutzbedürfnis nehmen sowohl die bestehenden als auch die absehbar geplanten Wohnbereiche in Anspruch. Die im Regionalplan dargestellten ASB-Flächen umfassen sowohl den Bestand als auch die Erweiterungsflächen, die der Sicherstellung der künftigen Baulandversorgung für den regionalen und kommunalen Bedarf dienen. Die regionalplanerische Darstellung der Allgemeinen Siedlungsbereiche als Vorranggebiet und somit als schlussabgewogenes Ziel lässt andere konkurrierende Nutzungen und Maßnahmen nicht zu, wenn diese mit den Anforderungen der Wohnnutzungen raumordnerisch nicht vereinbar sind.

Eine neue bergbauliche Nutzung innerhalb dieser Flächenkategorie widerspricht den landesweiten und regionalen Zielen der Raumord-

² In die Kategorie werden auch die in einigen Regionalplänen dargestellten Freizeit- und Erholungsschwerpunkte integriert.

nung, die die ASB-Flächen als Vorranggebiete darstellt; insofern ist von einem **sehr hohen Raumwiderstand** auszugehen.

A4.1.2 Flächennutzungspläne: Wohn- und Mischbauflächen

Datenquelle

Darstellung von Wohnbauflächen und Mischbauflächen in kommunalen, interkommunalen oder regionalen Flächennutzungsplänen im Maßstab 1 : 10.000 bis 1 : 50.000.

Detaillierung der Darstellung der Allgemeinen Siedlungsbereiche gem. Regionalplan in Bestand und Planung, auch für Siedlungsbereiche mit weniger als 2.000 Einwohnern.

Definition

Auf der Ebene der kommunalen Bauleitplanung sind gemäß § 1 Abs. 4 BauGB die Bauleitpläne³ den in den Regionalplänen konkretisierten Zielen der Raumordnung anzupassen. Auch für die Bauleitpläne gilt als planerische Leitvorstellung die nachhaltige städtebauliche Entwicklung (§ 1 Abs. 5 BauGB), die sich insoweit in das übergeordnete raumordnerische Leitbild integriert.

Der Flächennutzungsplan stellt dabei gem. § 5 BauGB die beabsichtigte städtebauliche Entwicklung sowie die sich daraus ergebende Art der Bodennutzung in Grundzügen und nach den voraussehbaren kommunalen Bedürfnissen dar. Die für Bebauung vorgesehenen Flächen werden nach Art und Maß ihrer baulichen Nutzung dargestellt.

Die als Wohnbauflächen dargestellten Bereiche stehen bzw. sollen künftig vorwiegend für die Errichtung von Wohngebäuden zur Verfügung stehen (§§ 2 bis 4a BauNVO).

Die als gemischte Bauflächen dargestellten Bereiche stehen bzw. sollen künftig für die Errichtung von Wohngebäuden, für die Unterbringung von nicht wesentlich störenden Gewerbebetrieben bzw. in Dorfgebieten auch von Wirtschaftsstellen land- und forstwirtschaftlicher Betriebe zur Verfügung stehen (§§ 5 und 6 BauNVO).

³ Gemäß § 1 Abs. 2 BauGB sind Bauleitpläne der Flächennutzungsplan als vorbereitender Bauleitplan und der Bebauungsplan als verbindlicher Bauleitplan.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Gemäß § 1 Abs. 5 BauGB sollen Bauleitpläne wie der Flächennutzungsplan eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung gewährleisten, die soziale, wirtschaftliche und umweltschützende Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt und eine dem Wohl der Allgemeinheit dienende sozialgerechte Bodennutzung sicherstellt. Aufgabe der Bauleitpläne ist die Sicherung einer menschenwürdigen Umwelt, der Schutz und die Entwicklung natürlicher Lebensgrundlagen sowie des Orts- und Landschaftsbildes.

Der Flächennutzungsplan steuert diese Anforderungen übergreifend für das gesamte Gemeindegebiet (bzw. für mehrere Gemeindegebiete). Der Schutz bestimmter bestehender Nutzungen vor nachteiligen Auswirkungen sowie eine zielgerichtete Neuausweisung von Flächen für schutzbedürftige Nutzungen hat dabei besonderes Gewicht. Die in den Flächennutzungsplänen dargestellten Wohnbauflächen und Mischbauflächen kennzeichnen entsprechende Nutzungen, die eine besondere Schutzwürdigkeit gegenüber Lärm- und anderen Immissionen aufweisen. Gemäß § 1 Abs. 6 Satz 1 BauGB sind insbesondere die allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse und die Sicherheit der Wohn- und Arbeitsbevölkerung, gemäß § 1 Abs. 6 Satz 7c BauGB umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit sowie die Bevölkerung insgesamt, zu berücksichtigen.

Aufgrund ihres Detaillierungsgrades können die in den Flächennutzungsplänen dargestellten Flächen in diesem Gutachten nicht kartografisch berücksichtigt werden. Aufgrund der Schutzwürdigkeit der Nutzungen ist von einem **sehr hohen Raumwiderstand** auszugehen.

Hinweis: Die Flächennutzungspläne stellen keine Wohnansätze wie beispielsweise Streusiedlungen und Einzelanlagen im unbeplanten Außenbereich dar. Entsprechende Daten liegen beispielsweise über die Darstellungen des ATKIS NRW vor, sind jedoch auf der Maßstabsebene dieses Gutachtens nicht darstellbar. Davon unbenommen bleibt jedoch die Berücksichtigung dieser schutzwürdigen Nutzungen auf der Genehmigungsebene.

A4.1.3 Zusammenfassende Bewertung

Kriterium	R A U M W I D E R S T A N D			
	sehr hoch	hoch	vermindert	nicht dargestellt
Allgemeine Siedlungsbereiche gem. Regionalplan	X			
Flächennutzungspläne: Wohn- und Mischbauflächen	X			X

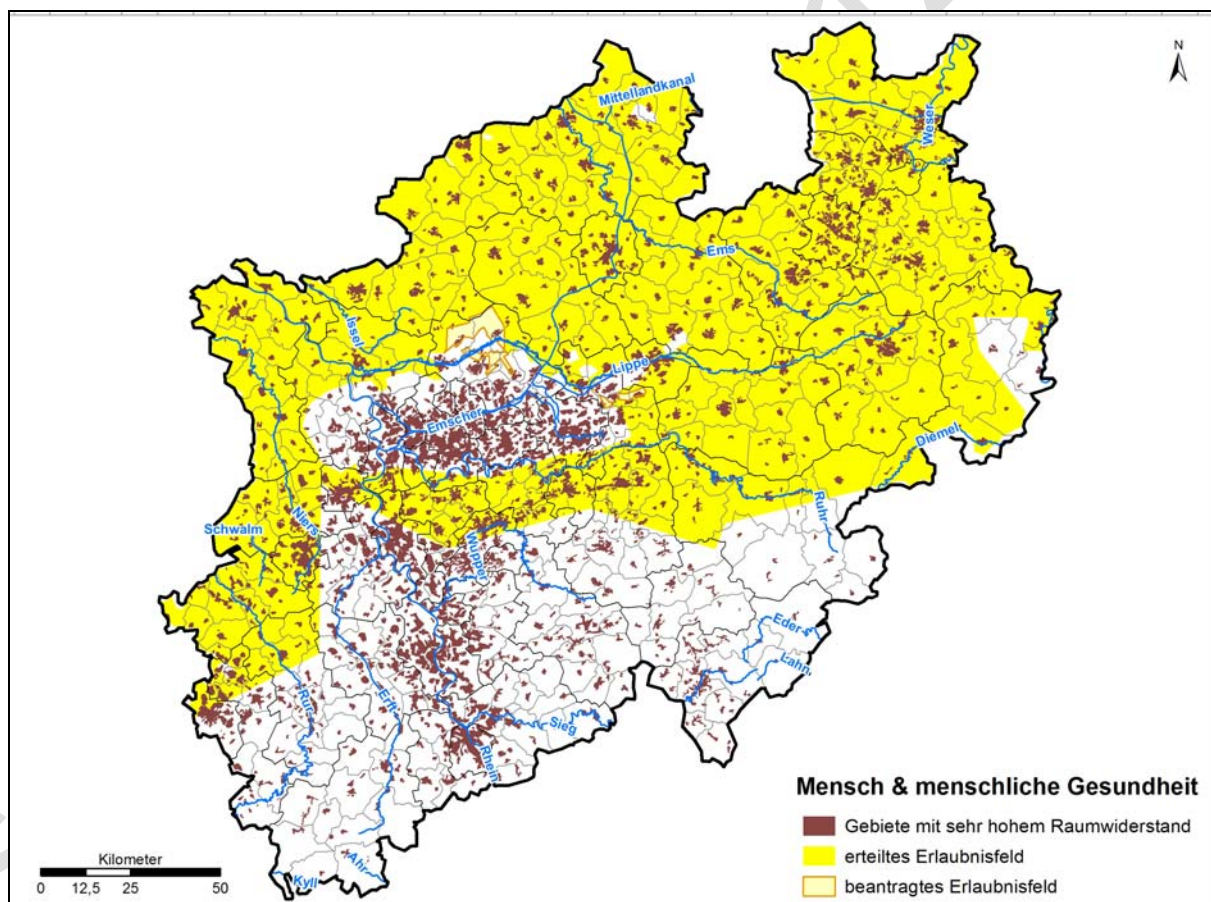


Abb. A4-1: Raumwiderstand – Schutz des Menschen und seiner Gesundheit (eigene Darstellung, BKR Aachen, Quelle: Erlaubnisfelder: BR Arnsberg, Stand 02.08.2012)

A4.2 Landschafts- und Freiraumschutz, Erholungsfunktion

Der Landschafts- und Freiraumschutz in Nordrhein-Westfalen basiert grundlegend auf mehreren Säulen⁴:

- Das Land Nordrhein-Westfalen ist durch eine hohe Inanspruchnahme unbebauter Fläche für Siedlungs- und Verkehrszwecke, Infrastrukturmaßnahmen etc. gekennzeichnet. Mit Stand 2009 war rund ein Fünftel der gesamten Landesfläche bebaut, zwischen 2006 und 2009 wurden täglich rund 8 ha landwirtschaftliche Fläche für den Bau neuer Siedlungs- und Verkehrsflächen beansprucht (LANUV 2009, S. 1f). Die hohen Anforderungen an den Schutz des noch unbebauten (und unzerschnittenen) Freiraums spiegeln sich u.a. in den Flächenschutzstrategien des Bundes (siehe Nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung 2002; Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt 2007) bzw. des Landes Nordrhein-Westfalen (Allianz für die Fläche, verbunden mit dem 5 ha-Ziel bis 2020, langfristig auf 0) wider.
- Neben einer allgemeinen Reduzierung der Flächeninanspruchnahme kommt dem Schutz historischer Kulturlandschaften besondere Bedeutung zu. Das Land Nordrhein-Westfalen verfolgt mit der geplanten Neuaufstellung des Landesentwicklungsplans das Ziel der ‚erhaltenden Kulturlandschaftsentwicklung‘. Mit dem neuen Landesentwicklungsplan sollen 25 bis 30 landesbedeutsame Kulturlandschaftsbereiche mit herausragender Bedeutung landesplanerisch als Vorranggebiete gesichert werden (siehe Kulturlandschaftlicher Fachbeitrag zur Landesplanung in Nordrhein-Westfalen; LWL & LVR 2009); bei Planungen auf regionaler und lokaler Ebene sollen wertbestimmende Merkmale und Bestandteile ‚regionalbedeutsamer Kulturlandschaftsbereiche‘ als Vorbehaltsgebiete besondere Berücksichtigung finden (MWME 2007, S. 7).
- Gerade im siedlungsnahen Bereich nimmt der Freiraum zudem wichtige Funktionen als Naherholungs- und Freizeitbereich wahr und trägt zugleich zur Gliederung bebauter Bereiche bei. Dem Schutz und der Erhaltung dieser siedlungsnahen Erholungs- und Freizeitflächen wird daher u.a. im Landesentwicklungsplan eine hohe Bedeutung beigemessen. Zerschneidungen u.a. von Wegeverbindungen und Erholungsgebieten sowie Beeinträchtigungen des Orts- und Landschaftsbildes sollen dabei weitgehend vermieden werden.

⁴ Die Bedeutung des Freiraums im Naturhaushalt sowie die Bedeutung als Lebensraum werden in Abschnitt 4.5.3 berücksichtigt, die Anforderungen des Grundwasser- und Gewässerschutzes unter Abschnitt 4.5.4.

Der Freiraum- und Kulturlandschaftsschutz ist vor diesem Hintergrund Gegenstand verschiedener gesetzlicher Regelungen:

- Der § 2 LEPro misst der Sicherung und Entwicklung des Freiraums besondere Bedeutung zu.
- In § 16 LEPro wird ausgeführt, dass für die Freizeit-, Sport- und Erholungsbedürfnisse der Bevölkerung „... in allen Teilen des Landes geeignete Räume gesichert, entwickelt und funktionsgerecht an das Verkehrsnetz angebunden“ werden sollen.
- Gemäß § 20 Abs. 3 LEPro ist Freiraum „... grundsätzlich zu erhalten und seiner ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Bedeutung entsprechend zu sichern und funktionsgerecht zu entwickeln.“ § 20 Abs. 5 stellt darauf ab, dass eine Inanspruchnahme von Flächen für Infrastruktureinrichtungen im Freiraum nur bei begründetem Bedarf umsetzbar ist und dieser nicht an anderer Stelle, insbesondere durch Mehrfachnutzung bestehender Einrichtungen oder durch den Ausbau vorhandener Kapazitäten, gedeckt werden kann. Bei der erforderlichen Inanspruchnahme von Freiraum ist die Beeinträchtigung oder Zerschneidung größerer zusammenhängender Freiflächen besonders zu vermeiden.
- § 32 Abs. 2 LEPro thematisiert die Erhaltung bedeutsamer Landschaftsfaktoren, Landschaftsteile und Landschaftselemente.
- In § 1 BNatSchG werden die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege benannt. Nach Abs. 1 sind Natur und Landschaft sowohl aufgrund ihres eigenen Wertes als auch als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen im besiedelten und unbesiedelten Bereich zu schützen, u.a. auch, um Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie den Erholungswert von Natur und Landschaft auf Dauer zu sichern. Gemäß Abs. 4 sind „... Naturlandschaften und historisch gewachsene Kulturlandschaften, auch mit ihren Kultur-, Bau- und Bodendenkmalen, vor Verunstaltung, Zersiedelung und sonstigen Beeinträchtigungen zu bewahren...“. Zugleich sind Erholungsflächen im besiedelten und siedlungsnahen Bereich zu schützen und zugänglich zu machen.
- Das Landschaftsgesetz NRW greift in § 1 die Ziele des Bundesgesetzes auf, insbesondere auch in Hinsicht auf dauerhaften Schutz, Pflege und Entwicklung von Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie des Erholungswertes von Natur und Landschaft.
- § 2 Abs. 1 Satz 13 LG führt aus, dass Landschaft in ihrer Vielfalt, Eigenart und Schönheit auch wegen ihrer Bedeutung als Erlebnis- und Erholungsraum des Menschen zu sichern ist. Charakteristische Strukturen und Elemente sind zu erhalten oder zu entwickeln. Beeinträchtigungen des Erlebnis- und Erholungswertes der Landschaft

sind zu vermeiden. Gerade im siedlungsnahen Bereich sind ausreichend Erholungsflächen zur Verfügung zu stellen.

Die räumliche Umsetzung der Grundsätze und Ziele erfolgt auf verschiedenen Ebenen der Raum- und Fachplanung. Dabei werden verschiedene Flächenkategorien verwendet:

- allgemeine Freiraum- und Agrarbereiche gemäß Regionalplan,
- regionale Grünzüge aus den Regionalplänen,
- Bereiche zum Schutz der Landschaft aus den Regionalplänen,
- Waldbereiche gemäß Regionalplan,
- Naturparke,
- Landschaftsschutzgebiete (LSG).

A4.2.1 Allgemeine Freiraum- und Agrarbereiche

Datenquelle

Darstellung der Allgemeinen Freiraum- und Agrarbereiche inkl. landwirtschaftlicher Kernzonen in den gültigen Regionalplänen der Regierungsbezirke Nordrhein-Westfalens bzw. des Regionalverbands Ruhr im Maßstab 1 : 50.000.

Definition

Die Plan-Verordnung NRW definiert die Allgemeinen Freiraum- und Agrarbereiche als Vorbehaltsgebiete, die vorrangig Freiraumfunktionen erfüllen oder erfüllen sollen. Unter dieser Flächenkategorie werden u.a. geführt

- aus agrarwirtschaftlicher oder ökologischer Sicht zu erhaltende oder zu entwickelnde landwirtschaftliche Nutzflächen;
- weitgehend unversiegelte/unbebaute Grün-, Sport- und sonstige Gemeinbedarfsflächen sowie Freizeit- und Erholungsflächen;
- sonstige Flächen, die als Freiraum zu sichern sind.

Einige Regionalpläne weisen landwirtschaftliche Kernzonen aus, die aufgrund besonders günstiger landwirtschaftlicher Produktionsbedingungen herausgehoben dargestellt werden.

Siedlungsbereiche mit weniger als 2.000 Einwohnern gehen in die Allgemeinen Freiraum- und Agrarbereiche ein und werden in den Regionalplänen nicht separat dargestellt.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Gemäß Darstellungen der Regionalpläne sind die Allgemeinen Freiraum- und Agrarbereiche für die landwirtschaftliche Nutzung, als ökologische Ausgleichsräume sowie als Kultur- und Erholungslandschaft grundsätzlich zu erhalten und funktionsgerecht zu entwickeln. Eine notwendige Flächeninanspruchnahme ist auf das unbedingt erforderliche Maß zu reduzieren. In den landwirtschaftlichen Kernzonen ist die Inanspruchnahme landwirtschaftlicher Flächen nur bei unabweisbarem Bedarf möglich. Agrarstrukturelle Anforderungen sind dabei zu berücksichtigen.

Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Erhaltung bisher unzerschnittener verkehrsarmer Räume in Nordrhein-Westfalen im Sinne des § 1 Abs. 5 BNatSchG zu legen (LANUV 2006). Demnach sind großflächige, weitgehend unzerschnittene Landschaftsräume vor weiterer Zerschneidung zu bewahren. Der Inanspruchnahme bereits vorgenutzter bebauter oder versiegelter Flächen wird ein Vorrang eingeräumt. „Verkehrswege, Energieleitungen und ähnliche Vorhaben sollen landschaftsgerecht geführt, gestaltet und so gebündelt werden, dass die Zerschneidung und die Inanspruchnahme der Landschaft sowie Beeinträchtigungen des Naturhaushalts vermieden oder so gering wie möglich gehalten werden.“ (§ 1 Abs. 5 Satz 3 BNatSchG).

Des Weiteren sind ‚Ruhige Gebiete‘ bzw. Ruheräume als besondere Räume zu berücksichtigen, in denen die Orientierungswerte Lärm eingehalten werden und die für die Erholung der Bevölkerung einen hohen Wert haben; diese sollen vorsorglich vor einer Zunahme des Lärms geschützt werden (beispielsweise über Festlegungen in Lärmaktionsplänen nach § 47 d Abs. 2 BImSchG).

Die regionalplanerische Festlegung der Allgemeinen Freiraum- und Agrarbereiche als Vorbehaltsgebiete verdeutlicht deren Bedeutung. In einer Abwägung mit anderen Raumnutzungsansprüchen wird dem Schutz der Allgemeinen Freiraum- und Agrarbereiche ein besonderer Stellenwert zuerkannt. Bei Inanspruchnahme Allgemeiner Freiraum- und Agrarbereiche – insbesondere in Hinsicht auf unzerschnittene Räume – durch Vorhaben der Gasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten ist von **einem verminderten Raumwiderstand** auszugehen. Eine Abweichung von diesen Grundsätzen der Raumordnung ist hinreichend zu begründen.

A4.2.2 Regionale Grünzüge

Datenquelle

Darstellung der Regionalen Grünzüge in den gültigen Regionalplänen der Regierungsbezirke Nordrhein-Westfalens bzw. des Regionalverbands Ruhr im Maßstab 1 : 50.000.

Definition

Gemäß Ziffer B. III. 2.35 LEP ist es Aufgabe der Regionalplanung, vor allem in Verdichtungsgebieten weitgehend unbebaute und unzerschnittene Grünverbindungen/Grüngürtel zu sichern, zu entwickeln und insbesondere vor konkurrierenden und ihre Funktionen beeinträchtigenden Raumansprüchen besonders zu schützen.

Gemäß Plan-Verordnung NRW sind diese Regionalen Grünzüge Vorranggebiete, die „als Grünverbindung oder Grüngürtel wegen ihrer freiraum- und siedlungsbezogenen Funktionen (insb. räumliche Gliederung und klimaökologischer Ausgleich, Erholung, Biotopvernetzung) zu erhalten, zu entwickeln oder zu sanieren und vor anderweitiger Inanspruchnahme besonders zu schützen sind“ (Bezirksregierung Köln 2008).

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Gerade in dicht besiedelten Gebieten lastet ein starker Druck unterschiedlicher und in Teilen konkurrierender Nutzungen auf verbliebenen Freiflächen (siedlungsräumliche Gliederung, klimaökologischer Ausgleich, Biotopschutz und -vernetzung). Zugleich bestehen hohe Anforderungen an durchgrünte Siedlungsbereiche sowie an freiraumorientierte Spiel-, Sport-, Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten in direkter Nachbarschaft der Wohnquartiere. Insofern übernehmen die Regionalen Grünzüge wichtige Ausgleichs- und Ergänzungsfunktionen in dicht besiedelten Gebieten. Im Hinblick auf eine erforderliche Anpassung an die Folgen des Klimawandels erlangen die Regionalen Grünzüge weitere Bedeutung.

Die Regionalen Grünzüge sind grundsätzlich vor jeder weiteren (baulichen oder infrastrukturellen) Inanspruchnahme zu schützen. Damit sind Planungen und Maßnahmen, die Aufgaben und Funktionen der Regionalen Grünzüge beeinträchtigen, auszuschließen. „In begründeten Ausnahmefällen können Einrichtungen der Infrastruktur und Nutzungen, die von der Sache her ihren Standort im Freiraum haben und nicht außerhalb des Regionalen Grünzugs verwirklicht werden können, auch in Regionalen Grünzügen unter Beachtung der entsprechenden Ziele vorgesehen werden.“ (Regionalplan Köln 2008, S. 69)

Eine Inanspruchnahme von Flächen innerhalb Regionaler Grünzüge durch bergbauliche Nutzungen widerspricht somit den landesweiten und regionalen Zielen der Raumordnung, die die Regionalen Grünzüge als Vorranggebiete darstellt und ist insofern mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** verbunden.

A4.2.3 Bereiche zum Schutz der Landschaft

Datenquelle

Darstellung der Bereiche zum ‚Schutz der Landschaft‘, Bereiche für den ‚Schutz der Landschaft und landschaftsorientierte Erholung‘ sowie ‚Erholungsbereiche‘ in den gültigen Regionalplänen der Regierungsbezirke Nordrhein-Westfalens bzw. des Regionalverbands Ruhr im Maßstab 1 : 50.000.

Definition

Die Bereiche zum Schutz der Landschaft überlagern als Vorbehaltsgebiete gemäß Plan-Verordnung NRW Allgemeine Freiraum- und Agrarbereiche, Waldbereiche oder Oberflächengewässer,

- *„...in denen wesentliche Landschaftsstrukturen und deren landschaftstypische Ausstattung mit natürlichen Landschaftsbestandteilen gesichert oder zielgerichtet entwickelt werden sollen,*
- *die hinsichtlich der Vielfalt, Eigenart und Schönheit des Landschaftsbildes und anderer Bedingungen für die landschaftsgebundene Erholung gesichert oder zielgerichtet entwickelt werden sollen.“*

Daneben werden festgesetzte Landschaftsschutzgebiete und Freiraumbereiche, die künftig in ihren wesentlichen Teilen entsprechend geschützt werden sollen, dargestellt.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

In den Bereichen für den Schutz der Landschaft (und landschaftsorientierte Erholung) sind geplante Bodennutzungen an einer nachhaltigen und ausgewogenen Entwicklung sowie an der Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, des Landschaftsbildes und der landschaftsgebundenen Erholungseignung auszurichten. Dabei sollen landschaftsökologische, landschaftsästhetische und nutzungsbedingte Anforderungen Berücksichtigung finden, insbesondere die Erhaltung bestimmter Landschaftscharakter und Nutzungsmuster.

Zugleich bilden die Bereiche für den Schutz der Landschaft Pufferflächen für Bereiche zum Schutz der Natur aus bzw. dienen deren funktionaler Einbindung. Eine Zugänglichkeit der Landschaft für Erholungssuchende ist in diesen Bereichen zu sichern.

Die regionalplanerische Festlegung der Bereiche zum Schutz der Landschaft als Vorbehaltsgebiete verdeutlicht deren Bedeutung; in einer Abwägung mit konkurrierenden Raumnutzungsansprüchen wie z.B. der Gasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten wird dem Schutz dieser Bereiche ein besonderer Stellenwert zuerkannt. Eine Inanspruchnahme von Bereichen zum Schutz der Landschaft durch Vorhaben der Gasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten ist daher mit einem **verminderten Raumwiderstand** verbunden, eine Abweichung von diesen Grundsätzen der Raumordnung ist hinreichend zu begründen.

A4.2.4 Waldbereiche gemäß Regionalplan

Datenquelle

Darstellung der Waldbereiche in den gültigen Regionalplänen der Regierungsbezirke Nordrhein-Westfalens bzw. des Regionalverbands Ruhr im Maßstab 1 : 50.000.

Definition

Gemäß Plan-Verordnung NRW werden in den Regionalplänen folgende Waldbereiche als Vorranggebiete dargestellt:

- bestehender Wald, der zur Sicherung oder Verbesserung seiner Nutz-, Schutz- oder Erholungsfunktion zu erhalten ist,
- zu entwickelnde Waldflächen zur Verbesserung ihrer Freiraumfunktionen oder als Tausch- und Ersatzfläche für die Inanspruchnahme von Freiraum für Siedlungszwecke,
- Grünflächen mit überwiegendem Waldanteil.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Gemäß § 27 Abs. 2 a) LEPro ist Wald insbesondere als Landschaftsbestandteil mit wichtigen ökologischen Funktionen, wegen seines volkswirtschaftlichen Nutzens sowie als Erholungsraum zu erhalten, vor nachteiligen Einwirkungen zu bewahren und zu entwickeln.

Insbesondere gilt dies für waldarme Gebiete. Dies sind nach Ziffer B. III. 3.31 LEP Bereiche, die im Verdichtungsraum einen Waldanteil unter 15 % und in den Gebieten mit überwiegend ländlicher Raumstruktur einen Waldanteil unter 25 % der jeweiligen Gesamtfläche haben.

§ 1 BWaldG führt aus, dass Wald „... wegen seines wirtschaftlichen Nutzens (Nutzfunktion) und wegen seiner Bedeutung für die Umwelt, insbesondere für die dauernde Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, das Klima, den Wasserhaushalt, die Reinhaltung der Luft, die Bodenfruchtbarkeit, das Landschaftsbild, die Agrar- und Infrastruktur und die Erholung der Bevölkerung (Schutz- und Erholungsfunktion) zu erhalten, erforderlichenfalls zu mehren und seine ordnungsgemäße Bewirtschaftung nachhaltig zu sichern“ ist.

Insbesondere großräumig zusammenhängenden Waldgebieten wird regionalplanerisch eine hohe Bedeutung zugeschrieben (siehe Bezirksregierung Detmold 2004; 2008).

Gemäß § 27 Abs. 2 b) LEPro setzen Eingriffe in den Waldbestand voraus, dass der entsprechende Bedarf begründet ist und nicht an anderer Stelle außerhalb des Waldes gedeckt werden kann. Die entstehenden Eingriffe sind dabei auf das notwendige Maß zu beschränken und funktionsgerecht auszugleichen. § 9 Abs. 1 BWaldG erlaubt eine Waldumwandlung nur mit Genehmigung der nach Landesrecht zuständigen Behörde. Bei der anstehenden Entscheidung sind Rechte, Pflichten und wirtschaftliche Interessen des Waldbesitzers sowie die Belange der Allgemeinheit gegeneinander und untereinander abzuwägen.

Im jeweiligen Einzelfall sind insbesondere die konkreten Waldfunktionen (Wald in seiner Bedeutung als Lebensraum, als Erholungsraum und wirtschaftlicher Faktor) und deren Ausgleichbarkeit in räumlicher Nähe zu berücksichtigen. Eine Zerschneidung und Abtrennung von Teilflächen vorhandener Waldflächen ist zur Sicherung der vielfältigen Funktionen der Waldflächen zu vermeiden (Bezirksregierung Detmold 2008).

Eine Inanspruchnahme von Waldbereichen durch bergbauliche Nutzungen widerspricht den landesweiten und regionalen Zielen der Raumordnung (Darstellung Waldbereiche als Vorranggebiet) und ist vor dem Hintergrund der Ausgleichbarkeit jüngerer Waldbestände zumindest mit einem **hohen Raumwiderstand** verbunden. Die die Waldbereiche überlagernden Darstellungen der Regionalpläne zu Freiraumfunktionen (Regionale Grünzüge, Bereiche zum Schutz der Natur) und weitere Regelungen, wie etwa Naturwaldzellen und Wildnisgebiete, sind entsprechend zu berücksichtigen.

A4.2.5 Naturparke (NTP)

Datenquelle

Abgrenzung der durch die Oberste Landschaftsbehörde NRW anerkannten Naturparke in NRW.

Definition

Nach § 27 Abs. 1 BNatSchG sind Naturparke einheitlich zu entwickelnde und zu pflegende Gebiete, die

- 1) großräumig sind,
- 2) überwiegend Landschaftsschutzgebiete oder Naturschutzgebiete sind,
- 3) sich wegen ihrer landschaftlichen Voraussetzungen für die Erholung besonders eignen und in denen ein nachhaltiger Tourismus angestrebt wird,
- 4) nach den Erfordernissen der Raumordnung für Erholung vorgesehen sind,
- 5) der Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung einer durch vielfältige Nutzung geprägten Landschaft und ihrer Arten- und Biotopvielfalt dienen und in denen zu diesem Zweck eine dauerhaft umweltgerechte Landnutzung angestrebt wird,
- 6) besonders dazu geeignet sind, eine nachhaltige Regionalentwicklung zu fördern.

§ 44 LG führt weiter aus, dass die Naturparke von der obersten Landschaftsbehörde anerkannt werden, sofern dies den in Landes- oder Gebietsentwicklungsplänen enthaltenen oder zu erwartenden Darstellungen entspricht und wenn für ihre Betreuung ein geeigneter Träger besteht.

Gemäß Louis & Engelke (2003, zit. nach Appel 2011, S. 665, Rn 17) steht in Naturparken „... nicht der Schutzaspekt, sondern die Landschaftspflege und -entwicklung im Vordergrund“. Der Schutzstatus der integrierten Natur- und Landschaftsschutzgebiete bleibt davon unberührt.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Naturparke umfassen in erster Linie vom Menschen geprägte Kulturlandschaften (Verband Deutscher Naturparke e.V. 2009, S. 12), die Aspekte der natur- und landschaftsverträglichen Erholung mit Natur- und Landschaftsschutz verknüpfen. Gemäß den Regelungen des § 27 Abs. 1 BNatSchG bzw. § 44 Absatz 1 Ziffer 5 LG dienen die Naturparke u.a. der Erhaltung und Entwicklung einer durch vielfältige Nutzung geprägten Landschaft, die im Vergleich zu anderen Landschaften einen erhöhten Erholungswert aufweisen (Messerschmidt, zit. nach Appel 2011, S. 663, Rn 11).

Gemäß ‚Petersberger Programm der Naturparke in Deutschland‘ (Verband Deutscher Naturparke e.V. 2009) sind Naturparke ‚Vorbildlandschaften‘, die den Menschen eine vielfältige und gesunde Umwelt und die Möglichkeit zur Erholung in der Natur bieten. Um einer Zersiedlung und Zerschneidung von Landschaft entgegenzuwirken, soll in Naturparken – stärker als in anderen Bereichen – der Fokus auf einer nachhaltigen und effizienten Reduzierung des Flächenverbrauches sowie einer konsequenten Freiraumsicherung liegen.

Der § 27 BNatSchG sieht keine ausdrücklichen Regelungen zu Ver- und Geboten in Naturparken vor. Da Naturparke nach gesetzlicher Regelung aber zu mindestens 50 % aus Natur- oder Landschaftsschutzgebieten bestehen müssen, sind die entsprechenden Regelungen der Landschaftspläne bzw. der Schutzgebietsverordnungen zu beachten. Zugleich sind Teilbereiche der Naturparke als Bereich zum Schutz der Landschaft dargestellt; diesem Belang als Vorbehaltsgebiet ist in einer Abwägung besondere Bedeutung zuzumessen. Bei einer Inanspruchnahme von Naturparken durch bergbauliche Nutzungen ist somit von einem **verminderten Raumwiderstand** auszugehen.

A4.2.6 Landschaftsschutzgebiete (LSG)

Datenquelle

Festsetzungen in Landschaftsplänen oder per Verordnungen im Maßstab 1 : 10.000 bis 1 : 20.000.

Detaillierung der in den Regionalplänen dargestellten Bereiche zum Schutz der Landschaft.

Definition

Gemäß § 26 Abs. 1 BNatSchG werden zumeist großflächige Bereiche zu Landschaftsschutzgebieten ausgewiesen:

- zur Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, einschließlich des Schutzes von Lebensstätten und Lebensräumen bestimmter wild lebender Tier- und Pflanzenarten,
- wegen der Vielfalt, Eigenart und Schönheit oder der besonderen kulturhistorischen Bedeutung der Landschaft oder
- wegen ihrer besonderen Bedeutung für die Erholung.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Landschaftsschutzgebiete bedürfen eines besonderen Schutzes von Natur und Landschaft, wobei mindestens einer der in § 26 Abs. 1 BNatSchG genannten Schutzzwecke zum Tragen kommen muss. Insbesondere können „... durch menschliche Nutzung geprägte Landschaftsräume gesichert werden, die für Naturschutz und Landschaftspflege von Bedeutung sind, gleichwohl die Voraussetzungen eines Naturschutzgebietes nicht erfüllen.“ (Fischer-Hüftle, Schumacher & Schumacher 2003, zit. nach Appel 2011, S. 645, Rn 1.) Insoweit steht bei der Ausweisung von Landschaftsschutzgebieten der Schutz von Kulturlandschaften im Vordergrund, maßgeblicher Bezugspunkt des Schutzzwecks bildet das Landschaftsbild (Appel 2011, S. 651, Rn 16). Umgebende Flächen mit ‚Pufferfunktion‘, die für sich selbst nicht schutzwürdig sind, können in die Schutzgebietsausweisung integriert werden (Appel 2011, S. 648, Rn 10).

Gemäß § 26 Abs. 2 BNatSchG sind in einem Landschaftsschutzgebiet „... alle Handlungen verboten, die den Charakter des Gebiets verändern oder dem besonderen Schutzzweck zuwiderlaufen.“ Diese Ver- und Gebote sind ‚nach Maßgabe näherer Bestimmungen‘ zu regeln. Insoweit besteht kein ‚absolutes‘ Veränderungsverbot (siehe Appel 2011, S. 654, Rn 23).

Grundsätzlich ist von einem **verminderten Raumwiderstand** auszugehen. Bei der potenziellen Inanspruchnahme von Landschaftsschutzgebieten durch Vorhaben der Gasförderung aus unkonventionellen Lagerstätten ist im Genehmigungsverfahren weitergehend zu prüfen, ob diese dem Schutzzweck entgegenstehen oder der Gebietscharakter beeinträchtigt wird. Grundlage der behördlichen Prüfung bilden die im Landschaftsplan oder per Verordnung festgesetzten Ge- und Verbote in den jeweiligen Landschaftsschutzgebieten. Ist eine Vereinbarkeit der bergbaulichen Planung mit Gebietscharakter und Schutzzweck gegeben, ist diese zu erlauben (Lorz, Müller & Stöckel, zit. nach Appel 2011, S. 655, Rn 24).

A4.2.7 Zusammenfassende Bewertung

Kriterium	RAUMWIDERSTAND			
	sehr hoch	hoch	vermindert	nicht dargestellt
Allgemeine Freiraum- und Agrarbereiche gem. Regionalplan			X	
Regionale Grünzüge gem. Regionalplan	X			
Bereiche zum Schutz der Landschaft gem. Regionalplan			X	
Waldbereiche gem. Regionalplan		X		
Naturparke			X	
Landschaftsschutzgebiete			X	X

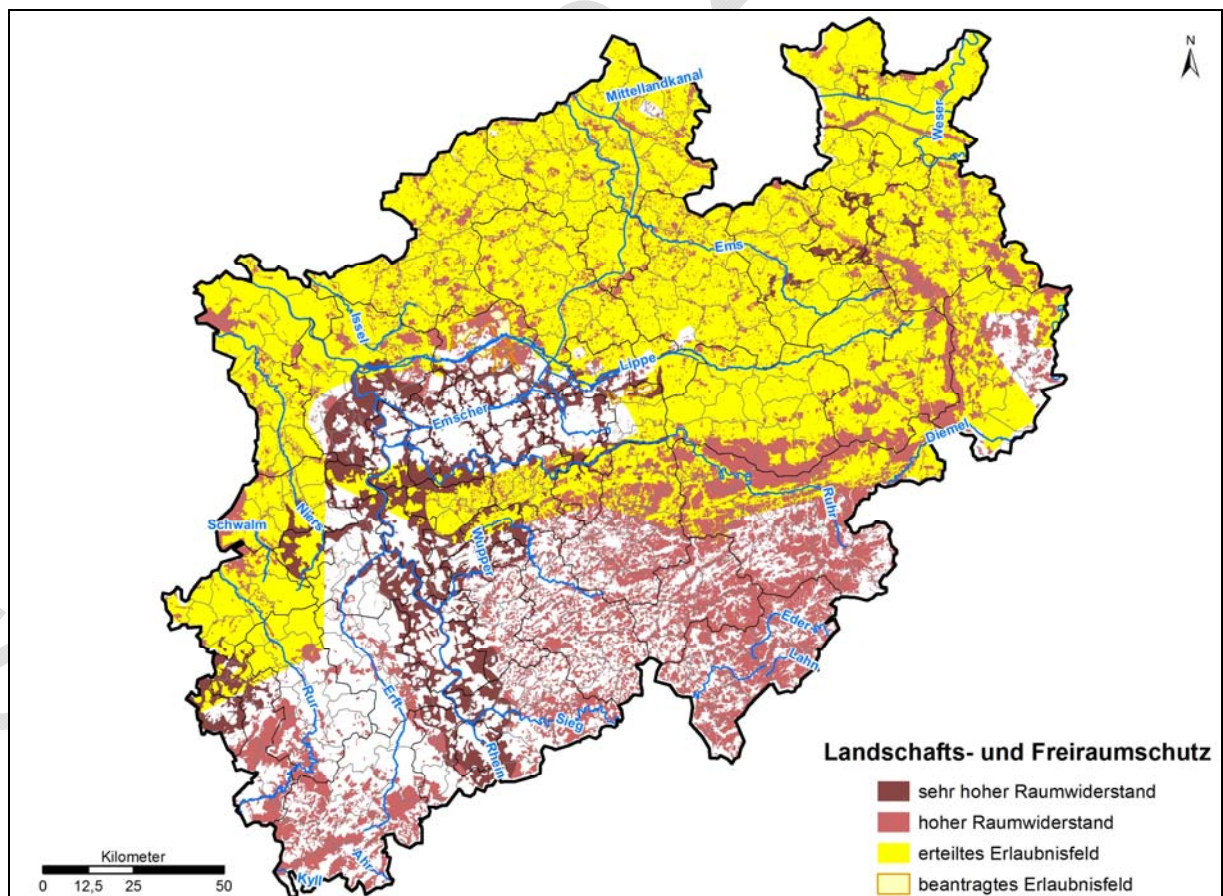


Abb. A4.2: Raumwiderstand – Landschafts- und Freiraumschutz, Erholungsfunktion (eigene Darstellung, BKR Aachen, Quelle: Erlaubnisfelder: BR Arnsberg, Stand 02.08.2012)

A4.3 Naturschutz

Als Grundsatz und Ziel des Naturschutzes sind Natur und Landschaft aufgrund ihres eigenen Wertes und als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen auch in Verantwortung für die künftigen Generationen im besiedelten und unbesiedelten Bereich nach Maßgabe der nachfolgenden Absätze so zu schützen, dass

- die biologische Vielfalt,
- die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts einschließlich der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter sowie
- die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft

auf Dauer gesichert sind; der Schutz umfasst auch die Pflege, die Entwicklung und, soweit erforderlich, die Wiederherstellung von Natur und Landschaft (§ 1 Abs. 1 BNatSchG).

Zur dauerhaften Sicherung der biologischen Vielfalt sind entsprechend dem jeweiligen Gefährungsgrad insbesondere

- lebensfähige Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen einschließlich ihrer Lebensstätten zu erhalten und der Austausch zwischen den Populationen sowie Wanderungen und Wiederbesiedlungen zu ermöglichen,
- Gefährdungen von natürlich vorkommenden Ökosystemen, Biotopen und Arten entgegenzuwirken,
- Lebensgemeinschaften und Biotope mit ihren strukturellen und geografischen Eigenheiten in einer repräsentativen Verteilung zu erhalten; bestimmte Landschaftsteile sollen der natürlichen Dynamik überlassen bleiben (§ 1 Abs. 2 BNatSchG).

Bei der räumlichen Entwicklung des Landes ist den Belangen von Naturschutz und Landschaftspflege Rechnung zu tragen (§ 32 Abs. 1 LEPPro NRW). Die Inanspruchnahme von Naturschutzgebieten und schutzwürdigen Biotopen sowie deren Beeinträchtigung ist zu vermeiden (§ 32 Abs. 2 LEPPro NRW).

Die räumliche Umsetzung der Ziele des Naturschutzes und die Festlegung von Bereichen mit naturschutzwürdigen Flächen oder geschützten Biotopen erfolgt in den verschiedenen Planungsebenen der Raum- und Fachplanung. In diesem Gutachten werden die folgenden Flächenkategorien und Darstellungen berücksichtigt:

- Gebiete für den Schutz der Natur (GSN) aus dem Landesentwicklungsplan; inklusive geplante GSN und Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung;
- Bereiche zum Schutz der Natur (BSN) aus dem Regionalplan;
- gem. BNatSchG festgesetzte Schutzgebiete (Nationalparke, geplante Nationalparke, Naturschutzgebiete) und Natura 2000-Gebiete (Vogelschutzgebiete, Fauna-Flora-Habitatgebiete);
- gesetzlich geschützte Biotope gem. § 30 BNatSchG;
- naturnahe Wälder (naturnahe Altwaldflächen, Naturwaldzellen, Wildnisgebiete);
- Lebensräume planungsrelevanter Pflanzen- und Tierarten;
- landesweite Biotopverbundplanung des LANUV;
- landesweites Biotopkataster des LANUV.

„Beim Aufsuchen und bei der Gewinnung von Bodenschätzen⁵ sind dauernde Schäden des Naturhaushalts und Zerstörungen wertvoller Landschaftsteile zu vermeiden; unvermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft sind insbesondere durch Förderung natürlicher Sukzession, Renaturierung, naturnahe Gestaltung, Wiedernutzbarmachung oder Rekultivierung auszugleichen oder zu mindern“ § 1(5) BNatSchG.

⁵ Def. Bodenschätze gem. § 3(1) BBergG: „Bodenschätze sind mit Ausnahme von Wasser alle mineralischen Rohstoffe in festem oder flüssigem Zustand und Gase, die in natürlichen Ablagerungen oder Ansammlungen (Lagerstätten) in oder auf der Erde, auf dem Meeresgrund, im Meeresuntergrund oder im Meerwasser vorkommen“.

A4.3.1 Gebiete für den Schutz der Natur (GSN) und Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung

Datenquelle

Gebiete für den Schutz der Natur (GSN) aus dem gültigen Landesentwicklungsplan (LEP 1995), Vorschlagskulisse des LANUV für die LEP-Neuaufstellung, überlagert durch ‚Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung aufgrund von Merkmalen europäischer und anderer internationaler Konventionen‘⁶.

Darstellung ab einer Größe von 75 ha (LEP 1995) bzw. 150 ha (GSN-Vorschlagskulisse).

Definition

Der Landesentwicklungsplan gibt eine Zielsetzung für den Schutz von Natur und Landschaft vor und stellt Vorranggebiete für den Schutz der Natur dar. Dargestellt werden Gebiete ab der genannten Größenordnung, in größerem Umfang, aber auch derzeit noch nicht naturschutzrechtlich geschützte Gebiete, die sich für den Aufbau eines landesweiten Biotopverbundes besonders eignen und hierfür zu sichern sind. Der LEP NRW zielt darauf ab, dass Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen des Naturschutzes vorrangig in den Gebieten zum Schutz der Natur durchgeführt werden und diese Gebiete vor vermeidbaren, beeinträchtigenden Nutzungen und Eingriffen bewahrt werden.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Gebiete für den Schutz der Natur sowie Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung sind für den Aufbau eines landesweiten Biotopverbundes zu sichern und durch besondere Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu erhalten, zu entwickeln und, soweit möglich, miteinander zu verbinden. Die Gebiete dürfen für Nutzungen, die diese Zielsetzungen beeinträchtigen, nur in Anspruch genommen werden, wenn die angestrebte Nutzung nicht an anderer Stelle realisierbar ist, die Bedeutung der Gebiete dies zulässt und der Eingriff auf das unbedingt erforderliche Maß beschränkt wird (LEP NRW B. II 2.22).

⁶ Es handelt sich um Gebiete nach RAMSAR-Konvention (Rieselfelder Münster, Unterer Niederrhein, Weserstaustufe Schlüsselburg) und von Nordrhein-Westfalen im Rahmen der 4. Europäischen Umweltministerkonferenz 1983 in Athen benannte Gebiete (Moore und Heiden des Westmünsterlandes, Möhnesee, Krickenbecker Seen).

Eine bergbauliche Nutzung innerhalb dieser Flächenkategorie widerspricht in der Regel den landesweiten Zielen der Raumordnung, die Flächen für den Naturschutz zu erhalten und zu entwickeln.

Die Gebietsentwicklungspläne, die auch die Funktion von Landschaftsrahmenplänen haben, setzen die Darstellungen des LEP auf der regionalen Ebene um und konkretisieren und ergänzen die Darstellungen (vgl. Abschn. A4.3.2).

Insoweit ist bei den durch den Regionalplan übernommenen Bereichen von sehr hohen Umweltauswirkungen auszugehen, eine Inanspruchnahme der im LEP darüber hinausgehend dargestellten Gebiete ist mit einem **hohen Raumwiderstand** verbunden.

In den Gebieten für den Schutz der Natur kann der oberirdische oder untertägige Abbau von Bodenschätzen Vorrang haben, wenn die Rohstoffgewinnung nicht anderweitig realisiert werden kann und eine dem Charakter des Gebietes entsprechende Herrichtung erfolgt (vgl. LEP NRW B. III 2.32).

A4.3.2 Bereiche zum Schutz der Natur (BSN)

Datenquelle

Darstellungen der aktuellen Regionalpläne im Maßstab 1 : 50 000, Darstellung ab einer Größe von 10 ha.

Definition

Bei dieser Darstellung handelt es sich um im Regionalplan dargestellte Vorranggebiete für den Naturschutz (BSN), in denen

- besonders schutzwürdige, landschaftstypische und seltene Lebensräume (Biotope) mit ihren charakteristischen Pflanzen- und Tierarten und deren Lebensgemeinschaften zu erhalten und zu entwickeln,
- Flächen mit ökologisch besonders wertvollen Standortpotenzialen zur Ergänzung der besonders schutzwürdigen Lebensräume und zur dauerhaften Erhaltung der heimischen Pflanzen- und Tierarten einschließlich ihrer Lebensgemeinschaften zu entwickeln und soweit möglich miteinander zu verbinden,
- geologisch/bodenkundlich und denkmalpflegerisch bedeutsame Flächen und Objekte zu sichern und zu pflegen sind.

Die ‚Bereiche zum Schutz der Natur‘ konkretisieren die im LEP festgesetzten ‚Gebiete für den Schutz der Natur‘ und die ‚Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung‘ auf regionaler Ebene. Dargestellt sind die festgesetzten Naturschutzgebiete und Freiraumbereiche, die künftig in ihren wesentlichen Teilen entsprechend geschützt werden sollen.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Eingriffe oder Maßnahmen in den Bereichen für den Schutz der Natur und in deren Umgebung, die den Schutzzweck dieser Bereiche beeinträchtigen, sind grundsätzlich zu vermeiden.

Eine bergbauliche Nutzung innerhalb dieser Flächenkategorie widerspricht den Zielen und Darstellungen der Regionalplanung, die Flächen als Vorranggebiete für den Naturschutz zu erhalten und zu entwickeln und ist insofern mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** verbunden.

A4.3.3 Natura 2000-Gebiete (Vogelschutzgebiete, Fauna-Flora-Habitat-Gebiete)

Datenquelle

Natura 2000 umfasst die im Rahmen der FFH- und Vogelschutzrichtlinie gemeldeten Gebiete mit parzellenscharfer Abgrenzung.

Definition

Um den europaweit anhaltenden Artenrückgang zu stoppen und die biologische Vielfalt zu erhalten bzw. wiederherzustellen, hat die Europäische Union beschlossen, ein zusammenhängendes ökologisches Schutzgebietsnetz zu schaffen. Grundlagen hierfür sind die Vogelschutzrichtlinie und die FFH-Richtlinie (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie). Dieses Schutzgebietsnetzwerk trägt den Namen ‚Natura 2000‘. Unter diesem Begriff werden die nach europäischem Recht ausgewiesenen Vogelschutzgebiete und die FFH-Gebiete nach EU-weit einheitlichen Standards unter Schutz gestellt.

Das Ziel der Ausweisung eines Netzes Natura 2000 ist der Erhalt und die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt in der Europäischen Union, zusammen mit den artenschutzrechtlichen Bestimmungen beider Richtlinien. Das europaweite Schutzgebietssystem ‚Natura 2000‘ ist national über das Bundesnaturschutzgesetz verankert (BfN 2012).

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Pläne oder Projekte, die ein Natura 2000 Gebiet einzeln oder in Zusammenwirkung mit anderen Plänen und Projekten erheblich beeinträchtigen könnten, erfordern eine Prüfung auf Verträglichkeit mit den für dieses Gebiet festgelegten Erhaltungszielen. Alle Veränderungen und Störungen, die zu einer erheblichen Beeinträchtigung eines Natura 2000 Gebietes in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen führen können, sind erst einmal unzulässig (§ 33 BNatSchG).

Abweichend darf ein Projekt nur zugelassen werden, soweit es aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses, einschließlich solcher sozialer oder wirtschaftlicher Art, notwendig ist und zumutbare Alternativen, den mit dem Projekt verfolgten Zweck an anderer Stelle ohne oder mit geringeren Beeinträchtigungen zu erreichen, nicht gegeben sind (§ 34 BNatSchG).

Die Gasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten innerhalb eines Natura 2000 Gebietes ist vorbehaltlich einer einzelfallbezogenen Prüfung in der Regel nicht mit den Erhaltungszielen verträglich und ist somit mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** verbunden. Eine Genehmigung ist rechtlich nur möglich wenn die Ausnahmevoraussetzungen des § 34 Abs. 3 bis 5 BNatSchG gegeben sind.

Auch Vorhaben im Umfeld der Natura 2000 Gebiete können zu einer erheblichen Beeinträchtigung führen. Die auf die konkreten Schutz- und Erhaltungsziele eines Gebietes bezogene FFH-Verträglichkeit des Vorhabens ist im Rahmen der Genehmigung nachzuweisen.

A4.3.4 Naturschutzgebiete (NSG)

Datenquelle

Über den Landschaftsplan oder über ordnungsbehördliche Verordnung parzellenscharf festgesetzte Gebiete. Datenquelle des LANUV.

Definition

Auf kommunaler Ebene werden die Ziele des Naturschutzes in NRW im Landschaftsplan beschrieben und die besonders zu schützenden Teile von Natur und Landschaft – wie auch die Naturschutzgebiete – festgesetzt. Die Festsetzung bestimmt den Schutzgegenstand, den Schutzzweck und die zur Erreichung des Zwecks notwendigen Gebote und Verbote.

Naturschutzgebiete dienen dem Erhalt oder der Entwicklung von Lebensgemeinschaften bestimmter, in der Regel seltener, Tier- und Pflanzenarten oder besitzen eine besondere wissenschaftliche oder naturgeschichtliche Bedeutung.

Alle Handlungen, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung des Naturschutzgebietes oder seiner Bestandteile oder zu einer nachhaltigen Störung führen können, sind nach Maßgabe näherer Bestimmungen – wie der Verordnungen zu den Gebieten – verboten (vgl. § 23 BNatSchG). Es gilt ein Vorrang des Naturschutzes vor anderen Flächennutzungen.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Die Gasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten ist nach den festgesetzten Ge- und Verboten innerhalb eines Naturschutzgebietes nicht zulässig und in der Regel mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** verbunden.

Für andere Nutzungen kann eine Befreiung gewährt werden, wenn dies aus Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses, einschließlich solcher sozialer und wirtschaftlicher Art, notwendig ist (vgl. § 67 BNatSchG).

Auch Vorhaben im Umfeld von Naturschutzgebieten können zu einer erheblichen Beeinträchtigung führen. Derartige Beeinträchtigungen sind unter Kenntnis des konkreten Vorhabens und seiner Wirkfaktoren sowie der Empfindlichkeit des jeweiligen Gebietes im Rahmen der Genehmigung zu untersuchen.

A4.3.5 Nationalparke, geplante Nationalparke

Datenquelle

Per Rechtsverordnung festgesetzter Nationalpark ‚Eifel‘ und geplante Nationalparke ‚Teutoburger Wald‘ und ‚Senne‘. Datenquelle des LANUV.

Definition

Nationalparke sind gem. § 43 LG NRW von der obersten Landschaftsbehörde per Rechtsverordnung festgesetzte einheitlich zu schützende Gebiete, die großräumig, weitgehend unzerschnitten und von besonderer Eigenart sind sowie in einem überwiegenden Teil die Voraussetzungen eines Naturschutzgebietes erfüllen.

Nationalparke sind unter Berücksichtigung ihres besonderen Schutzzwecks sowie der durch die Großräumigkeit und Besiedlung gebotenen Ausnahmen wie Naturschutzgebiete zu schützen.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Die Gasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten innerhalb eines Nationalparks ist in der Regel per Rechtsverordnung nicht zulässig und mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** verbunden. Die Befreiungsvoraussetzungen entsprechen denen eines Naturschutzgebietes (vgl. § 67 BNatSchG).

Vorhaben im Umfeld von Nationalparks können auch zu einer erheblichen Beeinträchtigung führen. Derartige Beeinträchtigungen sind unter Kenntnis des konkreten Vorhabens und seiner Wirkfaktoren sowie der Empfindlichkeit des jeweiligen Gebietes im Rahmen der Genehmigung zu untersuchen.

A4.3.6 Geschützte Landschaftsbestandteile und Naturdenkmale

Datenquelle

Über den Landschaftsplan oder über ordnungsbehördliche Verordnung parzellenscharf festgesetzte Gebiete. Landesweite Daten liegen nicht vor.

Definition

Naturdenkmale und geschützte Landschaftsbestandteile sind auf kommunaler Ebene rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete oder festgesetzte Einzelschöpfungen der Natur. Die Festsetzung bestimmt den Schutzgegenstand, den Schutzzweck und die zur Erreichung des Zwecks notwendigen Gebote und Verbote.

Die Gebiete werden aus wissenschaftlichen, naturgeschichtlichen oder landeskundlichen Gründen, wegen ihrer Seltenheit, Eigenart oder Schönheit, zur Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts, zur Belebung, Gliederung oder Pflege des Orts- oder Landschaftsbildes, zur Abwehr schädlicher Einwirkungen oder wegen ihrer Bedeutung als Lebensstätten bestimmter wild lebender Tier- und Pflanzenarten festgesetzt.

Die Beseitigung sowie alle Handlungen, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung führen können, sind nach Maßgabe näherer Bestimmungen (Ge- und Verbot in den Verordnungen zu den Gebieten) verboten (vgl. § 28 und § 29 BNatSchG).

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Die Inanspruchnahme von Naturdenkmälern und geschützten Landschaftsbestandteilen ist rechtlich ohne Befreiung nicht zulässig und mit einem **hohen Raumwiderstand** verbunden.

Aufgrund der Kleinflächigkeit ist eine Darstellung im Rahmen einer landesweiten Betrachtung nicht sinnvoll. Zudem liegen für diese Schutzkategorien keine landesweiten Daten vor. Die umweltfachlichen und rechtlichen Vorgaben sind im Genehmigungsverfahren zu regeln.

A4.3.7 Gesetzlich geschützte Biotopie gem. § 30 BNatSchG

Datenquelle

Kartierung des LANUV der gem. § 30 BNatSchG gesetzlich geschützten Biotopie.

Definition

Bestimmte wertvolle Biotopie (Lebensräume von Tieren und Pflanzen) stehen unmittelbar unter einem gesetzlichen Schutz. Dieser Schutz wird im § 62 des Landschaftsgesetzes NRW respektive § 30 BNatSchG festgelegt.

Der gesetzliche Schutz gilt direkt für Biotopie, die zu den im Gesetz genannten Lebensräumen gehören. Das heißt, es sind keine weiteren Schutzausweisungen, zum Beispiel über den Landschaftsplan oder über ordnungsbehördliche Verordnungen, erforderlich.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Maßnahmen, die zu einer erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigung oder zu einer Zerstörung geschützter Biotopie führen können, sind verboten. Die Untere Landschaftsbehörde kann im Einzelfall Ausnahmen zulassen, wenn die Beeinträchtigungen der Biotopie ausgeglichen werden können oder die Maßnahmen aus überwiegenden Gründen des Gemeinwohls erforderlich sind. Mit diesen Ausnahmen sind Kompensationsverpflichtungen verbunden.

Eine Inanspruchnahme von gesetzlich geschützten Biotopen durch bergbauliche Nutzungen ist ohne Ausnahmegenehmigung nicht zulässig und mit einem **hohen Raumwiderstand** verbunden.

Aufgrund der Kleinflächigkeit ist eine Darstellung im Rahmen einer landesweiten Betrachtung jedoch nicht sinnvoll. Die umweltfachlichen und rechtlichen Vorgaben des Biotopschutzes sind im Genehmigungsverfahren umzusetzen.

A4.3.8 Naturnahe Wälder (Altwaldflächen, Naturwaldzellen, Wildnisgebiete)

Datenquelle

Biotopkatasterflächen mit Altwaldvorkommen, Naturwaldzellen und geplante Wildnisgebiete⁷.

Definition

Naturschutzfachlich begründete Auswahl von Waldflächen mit Bedeutung für den Naturschutz, die in Teilen auch rechtlich gesichert sind. Es handelt sich um

Biotopkatasterflächen mit Altwaldvorkommen, die im Rahmen der landesweiten Biotopkartierung nach naturschutzfachlichen Kriterien vom LANUV erfasst werden,

Naturwaldzellen, die als ‚Urwälder von morgen‘ das natürliche Waldbild der verschiedenen Wuchsgebiete des Landes repräsentieren, für Forschung und Lehre zur Verfügung stehen, zur Erhaltung der Artenvielfalt in unseren Wäldern beitragen und durch entsprechende Rechtsverordnung oder auf Vertragsbasis formell gesichert sind (vgl. § 49 (5) LFoG).

Wildnisgebiete als Gebiete, die im Rahmen der Novellierung des Landschaftsgesetzes NRW als neue Schutzgebietskategorie geplant sind. Die Gebiete haben derzeit noch keinen rechtsverbindlichen Schutz und keine verbindliche Abgrenzung.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Neben ihrer Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion (vgl. auch Abschn. A4.2) können insbesondere alte naturnahe Wälder sowie Wälder auf Sonderstandorten eine besondere Bedeutung für den Naturschutz besitzen.

⁷ Eine abschließende Abgrenzung der geplanten Wildnisgebiete liegt in NRW noch nicht vor.

Es gehört zu den landesweiten Zielen des Naturschutzes, naturnahe Waldbestände in ihrem Bestand und in ihrer Bedeutung für die Tier- und Pflanzenwelt zu erhalten (vgl. § 1 Abs. 6 BNatSchG).

Über eine Auswahl der Biotopkatasterflächen, in denen Altwälder vorkommen, die ausgewiesenen Naturwaldzellen bzw. die geplanten Wildnisgebiete erfolgt eine naturschutzfachlich begründete landesweite Auswahl von Waldflächen, die eine besondere Bedeutung für den Naturschutz besitzen.

Eine Inanspruchnahme der aufgeführten Altwälder ist mit einem **hohen Raumwiderstand** und in Teilen mit rechtlichen Restriktionen verbunden. Die Inanspruchnahme dieser Flächen ist zu vermeiden.

Aufgrund der Kleinflächigkeit ist eine Darstellung im Rahmen einer landesweiten Betrachtung jedoch nicht sinnvoll. Sie sind aufgrund ihrer umweltfachlichen Bedeutung und der rechtlichen Restriktionen im Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen.

A4.3.9 Lebensräume planungsrelevanter Pflanzen- und Tierarten⁸

Datenquelle

Es liegen keine aktuellen flächenbezogenen Daten vor.

Definition

Das rechtliche Artenschutzregime der FFH-RL und der V-RL stellt neben dem Gebietsschutz ein weiteres eigenständiges Instrument für den Erhalt bestimmter Arten dar. Ziel ist es, FFH-Arten und europäische Vogelarten in einem günstigen Erhaltungszustand zu bewahren und die Bestände der Arten langfristig zu sichern.

Über die § 44 und 45 BNatSchG wurden die europäischen Vorgaben des Artenschutzes im deutschen Recht verankert. Die artenschutzrechtlichen Vorschriften gelten für alle Arten des Anhangs IV FFH-RL sowie für alle europäischen Vogelarten. Anders als das Schutzgebietssystem Natura 2000 gelten die strengen Artenschutzregelungen flächendeckend, also überall dort, wo die betreffenden Arten oder ihre Fortpflanzungs- und Ruhestätten vorkommen (vgl. VV Artenschutz NRW).

⁸ Zur Definition des Begriffs ‚planungsrelevante Arten‘ in NRW vgl. MUNLV (2007).

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Die bergbauliche Inanspruchnahme von Flächen, die als landesweit und regional bedeutsamer Schwerpunktlebensraum von planungsrelevanten Arten bedeutsam sind (so genannte verfahrenskritische Vorkommen), ist mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** und rechtlichen Restriktionen verbunden. Für solche Gebiete kann im Genehmigungsverfahren ggf. keine artenschutzrechtliche Ausnahme nach § 45 (7) BNatSchG erteilt werden.

Für die Abgrenzung derartiger Gebiete liegen derzeit keine belastbaren Daten vor, so dass das Kriterium bei der Darstellung des Raumwiderstands bisher keine Berücksichtigung findet.

Im Genehmigungsverfahren ist die artenschutzrechtliche Zulässigkeit eines Vorhabens für alle planungsrelevanten Arten in einer Artenschutzprüfung nachzuweisen. Ggf. sind vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen nach § 44 (5) BNatSchG oder ein Ausnahmeverfahren nach § 45 (7) BNatSchG erforderlich.

A4.3.10 Landesweite Biotopverbundplanung des LANUV

Datenquelle

Kernflächen des Biotopverbundes (BV Stufe 1) und Biotopverbundkorridore (BV Stufe 2) des LANUV. Eine Aktualisierung der Daten für den Bereich des Regionalverband Ruhr und der Bezirksregierung Düsseldorf erfolgt bis Ende 2012.

Definition

Die landesweite Biotopverbundplanung des LANUV setzt sich aus den Kernflächen des Biotopverbundes mit herausragender Bedeutung (BV Stufe 1) und den Verbindungsflächen und Trittsteine mit besonderer Bedeutung (BV Stufe 2) zusammen.

Biotopverbund Stufe 1: Kernflächen mit herausragender Bedeutung

Zu den Biotopverbundflächen mit herausragender Bedeutung zählen zum einen die landesweit bedeutsamen Gebiete, die im Landesentwicklungsplan dargestellt sind (z.B. große naturnahe Abschnitte wie das Ruhrtal) und zum anderen die Gebiete von regionaler Bedeutung, die sich aus der landschaftsräumlich differenzierten Betrachtungsweise ableiten lassen. Zu letzteren zählen vor allem Biotopkomplexe, die für den jeweiligen Naturraum wichtige Funktionen übernehmen, indem sie die charakteristischen und typischen Eigenarten des Raums repräsentieren bzw. für den Raum eine hohe Stetigkeit besitzen (z.B.

naturnahe Gewässer und Heideflächen), jedoch wegen Abstrichen aufgrund z.B. der Flächengröße und der Ausstattung nicht in die landesweite Kategorie fallen.

Als Kernflächen werden die als in der Regel administrativ gesicherten bzw. zu sichernden Naturschutzgebiete verstanden.

Biotopverbund Stufe 2: Verbindungsflächen und Trittsteine mit besonderer Bedeutung

Die Gebiete mit besonderer Bedeutung für das Biotopverbundsystem verknüpfen die naturschutzwürdigen Kernflächen von landesweiter und regionaler Bedeutung (herausragende Bedeutung, BV Stufe 1) in Form von Verbindungsflächen und Trittsteinen miteinander. Sie vervollständigen somit das landesweite und regionale Verbundsystem.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Als Grundsatz des bundesweiten Naturschutzes soll ein Netz verbundener Biotope (Biotopverbund) geschaffen werden, das mindestens 10 % der Fläche eines jeden Landes umfasst (vgl. § 20 BNatSchG).

Der Biotopverbund dient der dauerhaften Sicherung der Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen einschließlich ihrer Lebensstätten, Biotope und Lebensgemeinschaften sowie der Bewahrung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen (§ 21 (1) BNatSchG).

Über die landesweite Biotopverbundplanung des LANUV erfolgt eine naturschutzfachlich begründete, landesweite Auswahl von Flächen, die eine herausragende (BV Stufe 1) oder besondere (BV Stufe 2) Bedeutung für den Biotopverbund besitzen.

Die Inanspruchnahme der Kernflächen mit herausragender Bedeutung für den Biotopverbund (BV Stufe 1) ist, soweit nicht darüber hinausgehende Bestimmungen vorliegen, mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** verbunden und zu vermeiden.

Die Inanspruchnahme von Biotopverbundflächen (BV Stufe 2) mit besonderer Bedeutung ist mit einem **verminderten Raumwiderstand** verbunden und einzelfallbezogen im Rahmen der Genehmigung weitergehend zu prüfen.

A4.3.11 Landesweites Biotopkataster des LANUV

Datenquelle

Landesweites Biotopkataster des LANUV, Stand November 2011.

Definition

Im landesweiten Biotopkataster werden alle schutzwürdigen Biotope in NRW in einem ca. zehnjährigen Turnus erfasst und dokumentiert. Es handelt sich um eine Datensammlung über Lebensräume für wildlebende Pflanzen und Tiere, die für den Biotop- und Artenschutz eine besondere Wertigkeit besitzen.

Das Biotopkataster dokumentiert rund 25.000 solcher Flächen und ist damit die umfangreichste Datensammlung über schutzwürdige Lebensräume in Nordrhein-Westfalen.

Das Biotopkataster dient als Entscheidungsgrundlage für die Ausweisung von Naturschutzgebieten und allgemein zur Minimierung von Eingriffen in ökologisch sensible Bereiche.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Über das landesweite Biotopkataster erfolgt eine naturschutzfachlich begründete, landesweite Auswahl von Flächen, die eine besondere Bedeutung für den Naturschutz besitzen. Die Inanspruchnahme dieser Flächen ist, soweit nicht darüber hinausgehende Bestimmungen vorliegen, zumindest mit einem **hohen Raumwiderstand** verbunden und zu vermeiden.

Aufgrund der Kleinflächigkeit vieler Biotopkatasterflächen erfolgt eine Darstellung im Rahmen einer landesweiten Betrachtung erst ab einer Flächengröße über 10 ha. Die umweltfachlichen Vorgaben des Biotopsschutzes sind im Genehmigungsverfahren zu konkretisieren.

A4.3.12 Schutzwürdige Böden

Datengrundlage

Bodenkarte BK50 – Schutzwürdige Böden gem. Fachplanung des Geologischen Dienstes NRW.

Definition

Der Geologische Dienst NRW hat auf Basis der Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 50.000 die Karte der schutzwürdigen Böden erarbeitet.

Darin werden Böden in drei Abstufungen als schutzwürdig ausgewiesen, die eine der folgenden bedeutsamen Boden(teil-)funktionen in besonderem Maß erfüllen:

- Archiv der Natur- und Kulturgeschichte,
- Biotopotenzial (Extremstandorte als Lebensraum für seltene Pflanzen und Tiere) sowie
- natürliche Bodenfruchtbarkeit/Regelungs- und Pufferfunktion im Wasser- und Stoffhaushalt.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Nach § 1 Abs. 1 Satz 2 des Landesbodenschutzgesetzes sind „Böden, welche die natürlichen Bodenfunktionen und die Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte in besonderem Maße erfüllen, besonders zu schützen“. Damit wird ein wichtiger Belang des vorsorgenden Bodenschutzes genannt, der insbesondere in bodenrelevante Planungen einzubringen ist.

Neben der generellen Minimierung der Bodenversiegelung ist es dabei vorrangiges Ziel, Flächen beanspruchende Planungsvorhaben auf besonders schutzwürdigen Böden so weit wie möglich zu vermeiden.

Die Inanspruchnahme schutzwürdiger Böden fließt aufgrund ihrer großflächigen Vorkommen mit einem **verminderten Raumwiderstand** in die NRW-weite Bewertung ein. Schutzwürdige Böden sind jedoch bei der Standortsuche im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zu berücksichtigen.

A4.3.13 Zusammenfassende Bewertung

Kriterium	R A U M W I D E R S T A N D			
	sehr hoch	hoch	vermindert	nicht dargestellt
Gebiete für den Schutz der Natur (GSN) gem. LEP ⁹		X		
Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung gem. LEP		X		X
Bereiche zum Schutz der Natur (BSN) gem. Regionalplan	X			
Natura 2000-Gebiete (Vogelschutzgebiete, Fauna-Flora-Habitatgebiete)	X			
Naturschutzgebiete (NSG)	X			
Nationalparke, geplante Nationalparke	X			
Geschützte Landschaftsbestandteile, Naturdenkmale		X		X
Gesetzlich geschützte Biotope gem. § 30 BNatSchG		X		X
Naturnahe Wälder (Altwaldflächen, Naturwaldzellen, Wildnisgebiete gem. Fachbewertung)		X		X
Verfahrenskritische Vorkommen planungsrelevanter Pflanzen- und Tierarten	X			X
Landesweite Biotopverbundplanung des LANUV (BV Stufe 1)	X			
Landesweite Biotopverbundplanung des LANUV (BV Stufe 2)			X	X
Landesweites Biotopkataster des LANUV ¹⁰		X		
Schutzwürdige Böden gem. Fachbewertung des geologischen Dienstes NRW			X	X

⁹ Rechtsgültiger LEP und Vorschlagskulisse des LANUV für LEP Neuaufstellung.

¹⁰ Dargestellt ab einer Flächengröße über 10 ha.

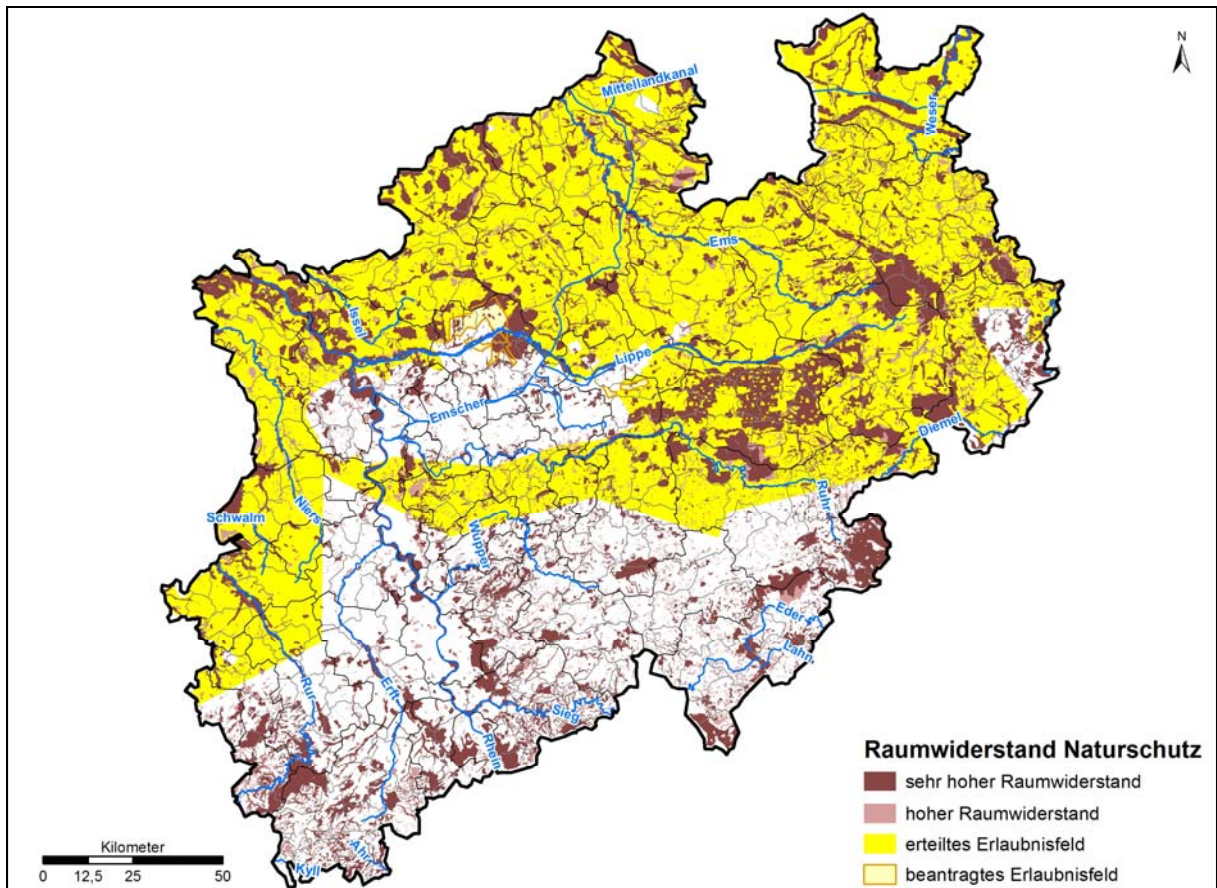


Abb. A4.3: Raumwiderstand – Naturschutz (eigene Darstellung, BKR Aachen, Quelle: Erlaubnisfelder: BR Arnsberg, Stand 02.08.2012)

A4.4 Grundwasser- und Gewässerschutz

Der Schutz des Wasserhaushalts bildet in der räumlichen Planung ein relevantes Schutzgut gemäß UVPG. Im Fokus des Schutzes von Oberflächengewässern stehen die Bedeutung von Gewässern als Lebensraum für Tiere und Pflanzen, die Nutzbarkeit als Erholungs-, Sport- und Freizeitraum, der planerische Umgang mit Hochwasserereignissen sowie die Nutzungsaspekte bei der Gewinnung von Trink- und sonstigem Wasser. Der Grundwasserschutz stellt insbesondere vorsorgende Aspekte der öffentlichen Trinkwasserversorgung in den Vordergrund.

Das Erfordernis zur planerischen Berücksichtigung der Belange des Gewässer- und Grundwasserschutzes erwächst aus verschiedenen rechtlichen Anforderungen:

- Der Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer orientiert sich grundlegend an den Maßgaben des § 1 WHG, nach dem Gewässer durch eine nachhaltige Bewirtschaftung als „Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen“ sind. Zu Gewässern werden gem. § 2 WHG sowohl oberirdische Gewässer als auch das Grundwasser gerechnet.
- § 5 WHG regelt, dass bei Maßnahmen, die Einwirkungen auf ein Gewässer nach sich ziehen können, eine nachteilige Veränderung der Gewässereigenschaften zu vermeiden und die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushalts zu erhalten ist.
- In § 6 WHG werden die allgemeinen Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung beschrieben. Zentraler Grundsatz ist eine nachhaltige Bewirtschaftung von Gewässern zum Wohle der Allgemeinheit, um diese in ihrer Funktions- und Leistungsfähigkeit als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu erhalten und zu verbessern. Insbesondere ist auf einen Schutz vor nachteiligen Veränderungen der Gewässereigenschaften hinzuwirken. Dies bezieht sowohl die Gewässer als auch den Wasserhaushalt der direkt von den Gewässern abhängenden Ökosysteme ein.
- Gemäß § 2 LEPro sind die natürlichen Lebensgrundlagen, u.a. das Wasser zu schützen. § 33 LEPro führt aus, dass wasserwirtschaftliche Erfordernisse und die angestrebte Entwicklung der räumlichen Struktur des Landes miteinander in Einklang zu bringen sind. Im Fokus stehen dabei insbesondere die nutzbaren Wasservorkommen, der Schutz vor Hochwasser, die günstigen Wirkungen der Gewässer für den Naturhaushalt sowie die Reinhaltung und die beabsichtigte Nutzung der Gewässer. Gebiete mit besonderer Eignung für eine Wassergewinnung sind durch Nutzungsbeschränkungen vor störenden anderweitigen Inanspruchnahmen zu schützen.

Insgesamt soll eine umweltgerechte Planung durch Berücksichtigung der Belange von Grund- und Oberflächengewässern bei der Steuerung der Flächennutzung einen Beitrag zur Vermeidung von Beeinträchtigungen bzw. zur Wiederherstellung eines intakten Wasserhaushaltes leisten.

Die räumliche Umsetzung der Grundsätze und Ziele zum Grundwasser- und Gewässerschutz erfolgt auf verschiedenen Ebenen der Raum- und Fachplanung. In diesem Gutachten werden die folgenden Flächenkategorien berücksichtigt:

- Freiraumfunktionen des LEP mit Bezug zu Wasser/Grundwasser,
- ‚Grundwasser- und Gewässerschutz‘ resp. ‚Schutz der Gewässer‘ gem. Regionalplan,
- Wasserschutzgebiete einschließlich Darstellungen von Trinkwassereinzugsgebieten mit Gewinnung (ohne Schutzgebietsplanung) sowie der Trinkwassergewinnungsbereiche am Rhein,
- Heilquellenschutzgebiete,
- Überschwemmungsbereiche gem. Regionalplan,
- festgesetzte Überschwemmungsgebiete,
- Überschwemmungsgefährdete Gebiete, rückgewinnbare Rückhalteflächen und überflutete Flächen,
- Oberflächengewässer.

A4.4.1 Freiraumfunktionen des LEP mit Bezug zu Wasser/Grundwasser

Datenquelle

Darstellung des Landesentwicklungsplans von Grundwasservorkommen, Grundwassergefährdungsgebieten aufgrund der geologischen Struktur, Uferzonen und Talauen, die für die öffentliche Wasserversorgung herangezogen werden oder sich dafür eignen sowie Einzugsgebiete von Talsperren für die Trinkwasserversorgung im Maßstab 1 : 200.000.

Darstellung von Trinkwassertalsperren mit mehr als 5 hm³ Stauinhalt und sonstigen Talsperren und Rückhaltebecken mit mehr als 10 hm³ Stauinhalt (siehe Plan-Verordnung NRW).

Definition

Der LEP stellt darauf ab, dass die Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen in die Zukunft gesichert werden kann, wenn bei allen Planungen und Maßnahmen auf die Schutzbedürfnisse insbesondere der Grundwasservorkommen, der Uferzonen und Talauen, die sich für die öffentliche Trinkwasserversorgung eignen, auf Standorte für Trinkwassertalsperren sowie deren Einzugsgebiete Rücksicht genommen wird.

Dementsprechend stellt der LEP Gebiete und Standorte mit Bedeutung für die öffentliche Wasserversorgung dar.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Der Landesentwicklungsplan stellt für Nordrhein-Westfalen Ziele der Raumplanung dar, die einen Bezug zum Schutzgut Wasser aufweisen. Gemäß Ziffer B. III. 4.21 sind Grundwasservorkommen, die heute, in absehbarer Zeit oder künftig der öffentlichen Wasserversorgung dienen (werden), in den Regionalplänen durch eine Darstellung von Bereichen zum Schutz der Gewässer zu sichern. Gleiches gilt gem. Ziffer B. III. 4.22 auch für Uferzonen und Talauen, die für die öffentliche Wasserversorgung genutzt werden; hier sind in den Regionalplänen die tatsächlich nutzbaren Abschnitte zu sichern.

Ziffer B. III. 4.23 LEP zielt auf den Schutz des Grundwassers vor Verunreinigungen in den Gebieten, in denen aufgrund der geologischen Strukturen eine besondere Grundwassergefährdung gegeben ist. Dies beinhaltet in erster Linie den Schutz des Grundwassers vor Oberflächeneinträgen, insbesondere vor wassergefährdenden Stoffen.

Ziffer 4.24 führt aus, dass die Einzugsbereiche von Talsperren für die Trinkwasserversorgung zu sichern sind. Des Weiteren sind Standorte für geplante Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken von Nutzungen freizuhalten, die einer wasserwirtschaftlichen Nutzung entgegenstehen.

Ziffer 4.25 stellt auf die Erhaltung und Entwicklung von Überschwemmungsgebieten und Talauen der Fließgewässer in ihrer Bedeutung als natürliche Retentionsräume ab. Darunter fallen die Erhaltung der vorhandenen Überschwemmungsgebiete als auch die Rückgewinnung verloren gegangener Retentionsräume.

Eine Inanspruchnahme von Gebieten mit Freiraumfunktionen mit Bezug zu Wasser/Grundwasser durch bergbauliche Nutzungen widerspricht den landesweiten Zielen der Raumordnung, die nicht einer Abwägung unterliegen. Der Landesentwicklungsplan weist der Regionalplanung aber zugleich die Aufgabe zu, Bereiche mit entsprechenden Planungsbeschränkungen zu Grundwasservorkommen und Grundwassergefährdung festzulegen. Dabei ist der Regionalplanung freigestellt,

- nur Teilbereiche der im LEP dargestellten Gebiete und Standorte zu übernehmen, um im regionalen Maßstab eine Abstimmung mit anderen Raumnutzungsbelangen zu ermöglichen¹¹,

¹¹ Die in den Regionalplänen nicht mit konkreten Planungsbeschränkungen zu Grundwasservorkommen und Grundwassergefährdung versehenen Bereiche aus dem Landesentwicklungsplan sind in einer Erläuterungskarte nachrichtlich abzubilden.

- weitere Bereiche als die im LEP darzustellen, die aus regionaler Sicht eine Schutzwürdigkeit aufweisen bzw. der Versorgung der Bevölkerung dienen.

Der LEP verweist des Weiteren darauf, dass über die Zulässigkeit der geplanten Talsperrenstandorte erst in einem Planfeststellungsverfahren entschieden wird, dem eine Klärung der Bedarfsfrage sowie die Prüfung von Möglichkeiten einer anderweitigen Bedarfsdeckung vorangehen müssen.

Insoweit ist bei den im Regionalplan dargestellten Bereichen von sehr hohen Auswirkungen auszugehen, eine Inanspruchnahme der im LEP darüber hinausgehend dargestellten Gebiete ist mit einem **hohen Raumwiderstand** verbunden.

Nähere Ausführungen dazu enthält der folgende Abschnitt A4.4.2 ‚Grundwasser- und Gewässerschutz‘ resp. ‚Schutz der Gewässer‘ gem. Regionalplan.

A4.4.2 ‚Grundwasser- und Gewässerschutz‘ resp. ‚Schutz der Gewässer‘ gem. Regionalplan

Datenquelle

Darstellung der ‚Bereiche für den Grundwasser- und Gewässerschutz‘ bzw. zum ‚Schutz der Gewässer‘ in den gültigen Regionalplänen der Regierungsbezirke Nordrhein-Westfalens bzw. des Regionalverbands Ruhr im Maßstab 1 : 50.000.

Definition

Die ‚Bereiche für den Grundwasser- und Gewässerschutz‘ sind im Regionalplan als Vorranggebiete dargestellt. In die Darstellung inbegriffen sind vorhandene, geplante oder in Aussicht genommene Einzugsgebiete öffentlicher Trinkwassergewinnungsanlagen, Grundwasservorkommen und Einzugsgebiete von Talsperren, die der öffentlichen Trinkwasserversorgung dienen, in absehbarer Zeit dafür herangezogen werden sollen oder für eine entsprechende Nutzung langfristig vorgehalten werden (vgl. Plan-Verordnung NRW).

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Gemäß § 47 WHG ist eine Bewirtschaftung des Grundwassers so zu gestalten, dass eine Verschlechterung, bezogen auf Mengen und chemischen Zustand vermieden bzw. ein guter mengenmäßiger und chemischer Zustand erhalten oder erreicht wird.

In den Bereichen zum ‚Grundwasser- und Gewässerschutz‘ bzw. ‚Schutz der Gewässer‘ ist eine Nutzbarkeit des Grund- und Oberflächenwassers für die Trink- bzw. Betriebswassergewinnung auf Dauer zu gewährleisten. Insbesondere zur Sicherung der Wasserversorgung sind daher die Einzugsgebiete nutzbarer Grundwasservorkommen sowie oberirdischer Gewässer vor wassergefährdenden Nutzungen zu schützen.

Dementsprechend sollen beispielsweise nach Bezirksregierung Düsseldorf (1999) in den Bereichen für den Grundwasser- und Gewässerschutz

- keine über die Siedlungsbereiche bzw. sondierten Standorte für die zukünftige Siedlungsentwicklung hinausgehenden großflächigen Versiegelungen erfolgen,
- keine wassergefährdenden Anlagen errichtet,
- keine Fernleitungen mit hohem Gefährdungspotenzial verlegt,
- keine Abfallentsorgungsanlagen oder Bergehalde errichtet,
- keine Kläranlagen gebaut und
- keine Nassabgrabungen sowie grundwassergefährdende Trockenabgrabungen mehr zugelassen werden.

Zugleich ist in Bereichen, in denen das Grundwasser aufgrund der geringen Filterleistung der oberen Bodenschichten in hohem Maße schutzwürdig ist, bei allen raumbedeutsamen Planungen und Vorhaben ein besonderer Schutz vor Verunreinigung sicherzustellen.

Eine bergbauliche Inanspruchnahme von Flächen innerhalb der Bereiche zum ‚Grundwasser- und Gewässerschutz‘ resp. ‚Schutz der Gewässer‘ widerspricht somit den landesweiten und regionalen Zielen der Raumordnung, die diese Bereiche als Vorranggebiete darstellt und ist insofern mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** verbunden.

Nutzungen innerhalb der als Vorranggebiet dargestellten Bereiche, die eine Wassergewinnung gefährden oder die Wasser- bzw. Gewässerbeschaffenheit beeinträchtigen können, sind jedoch unter dauerhafter Gewährleistung von Qualität und Quantität der Grundwasservorkommen sowie der Funktionen und Strukturen der Gewässer zulässig (siehe u.a. Bezirksregierung Detmold 2004).

Bei einer Abweichung ist im Rahmen detaillierter Fachuntersuchungen nachzuweisen, dass wesentliche Beeinträchtigungen nicht zu erwarten sind (vgl. Regionalplan Münster). Bei Nutzungskonflikten ist den Erfordernissen des Gewässerschutzes in der Regel Vorrang einzu-

räumen. „Zuzulassende, mit den jeweiligen Schutzziele vereinbare oder nach Abwägung vorrangige Planungen und Maßnahmen in Bereichen mit der Freiraumfunktion ‚Grundwasser- und Gewässerschutz‘ sind so zu realisieren, dass das Grundwasser nicht durch Stoffeinträge belastet wird.“ (Bezirksregierung Detmold 2004, S. 57)

A4.4.3 Wasserschutzgebiete

Datenquelle

Gemäß § 51 WHG durch ordnungsbehördliche Verordnung festgesetzte sowie geplante Wasserschutzgebiete. Übersichtskarte im Maßstab 1 : 25.000, Schutzgebietskarte im Maßstab 1 : 5.000. Datenquelle des LANUV.

Definition

Dargestellt sind festgesetzte sowie geplante Trinkwasserschutzgebiete. Die Schutzgebiete haben mehrere Schutzzonen (I, II, III) unterschiedlicher Empfindlichkeit und mit unterschiedlichen Auflagen bezogen auf genehmigungspflichtige und/oder verbotene Handlungen.

Daneben enthalten die Darstellungen die Trinkwassereinzugsgebiete mit Gewinnung (ohne Schutzgebietsplanung) sowie die Trinkwassergewinnungsbereiche am Rhein.

Brunnen zur Eigenwasserversorgung können aufgrund der Maßstäblichkeit nicht in diesem Gutachten dargestellt werden.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Die Zulässigkeit von Vorhaben und Handlungen innerhalb von Wasserschutzgebieten ist in den Rechtsverordnungen nach § 51 Absatz 1 WHG geregelt. Trinkwasserschutzgebiete werden in der Regel in Schutzzonen unterteilt, in denen jeweilige Verbote, Beschränkungen und Duldungspflichten getroffen werden können.

In der Regel sind bereits in der Wasserschutzzone III B (vgl. Muster-Wasserschutzgebietsverordnung Hes. St.Anz. Nr.13 vom 25.3.1996 S. 985) beispielsweise die folgenden Handlungen verboten:

- Herrichtung von Anlagen zum Versickern von Abwasser,
- Ablagern von wassergefährdenden Stoffen sowie deren Einbringen in den Untergrund,

- Errichten und Betreiben von gewerblichen, industriellen und der Forschung dienenden Betrieben und Anlagen, in denen als Reststoffe radioaktive Stoffe, wassergefährdende Stoffe oder Betriebsabwässer, ausgenommen Kühlwasser, anfallen, wenn diese Stoffe nicht vollständig und sicher aus dem Schutzgebiet hinausgeleitet, hinausgebracht, ausreichend behandelt oder zulässigerweise in eine öffentliche Kanalisation eingeleitet werden können,
- Errichten und Betreiben von Rohrleitungen für wassergefährdende Stoffe außerhalb eines Werksgeländes.

Bohrungen jeglicher Art sind in der Schutzzone III grundsätzlich genehmigungspflichtig.

Auch in einem als Wasserschutzgebiet vorgesehenen Gebiet können vorläufige Anordnungen getroffen werden, wenn andernfalls der mit der Festsetzung des Wasserschutzgebietes verfolgte Zweck gefährdet wäre (§ 52 Abs. 2 WHG).

Die zuständige Behörde kann auf Basis der Regelungen der jeweiligen Schutzgebietsverordnung von Verboten, Beschränkungen sowie Duldungs- und Handlungspflichten eine Befreiung erteilen, wenn der Schutzzweck nicht gefährdet wird oder überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit dies erfordern. Sie hat eine Befreiung zu erteilen, soweit dies zur Vermeidung unzumutbarer Beschränkungen des Eigentums erforderlich ist und hierdurch der Schutzzweck nicht gefährdet wird (§ 52 Abs.1 WHG).

Vorhaben der Erdgasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten können in und unter ausgewiesenen sowie aus Gründen der Umweltvorsorge auch in geplanten Zonen I und II von Trinkwasserschutzgebieten mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** auf die Trinkwasserversorgung verbunden sein.

Innerhalb der Zone III bestehender oder geplanter Trinkwasserschutzgebiete ist von einem **hohen Raumwiderstand** auszugehen.

A4.4.4 Heilquellenschutzgebiete

Datenquelle

Durch Rechtsverordnung der Landesregierung festgesetzte Heilquellenschutzgebiete. Darstellung in Übersichtskarten 1 : 25.000 sowie in Schutzgebietskarten 1 : 5.000. Datenquelle des LANUV 2011.

Definition

Zum Schutz staatlich anerkannter Heilquellen setzt die Landesregierung durch Rechtsverordnung Heilquellenschutzgebiete fest. Die Schutzgebiete sind dabei in quantitative und qualitative Schutzzonen unterschiedlicher Empfindlichkeit zu gliedern.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Mit der Festsetzung der quantitativen Schutzzonen A bis D soll gewährleistet werden, dass Beeinträchtigungen des hydraulischen Systems (Fließsystem) ausgeschlossen werden, die zu einer Minderung der Schüttung oder der Entnahmemenge oder zu einer Veränderung des individuellen Charakters der Heilquelle führen.

Die qualitativen Zonen I bis III, bei älteren Schutzgebieten auch IV und V, dienen hingegen dem Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen, insbesondere vor nicht oder schwer abbaubaren chemischen und vor radioaktiven Verunreinigungen bzw. vor Verunreinigungen durch pathogene Mikroorganismen und vor sonstigen Beeinträchtigungen.

Soweit der Schutzzweck dies erfordert, können gem. § 53 i.V.m. § 52 WHG in den jeweiligen Zonen der Heilquellenschutzgebiete bestimmte Handlungen verboten oder für nur eingeschränkt zulässig erklärt werden. Dazu zählen beispielsweise bereits in der qualitativen Zone III

- das Errichten oder wesentliche Verändern von Betrieben, die radioaktive oder wassergefährdende Abfälle oder Abwässer oder entsprechendes Schmutzwasser abstoßen,
- das Lagern oder Ansammeln wassergefährdender Stoffe i.S. des § 62 WHG,
- das Versenken oder Einleiten von biologisch nicht abbaubarem oder biologisch abbaubarem, aber nicht gereinigtem Grundwasser in den Untergrund.

In der HSGV Brakel-Kaiserbrunnen werden darüber hinausgehend beispielsweise auch die Errichtung und wesentliche Änderung von Anlagen zur Gewinnung von Gas aus dem Untergrund sowie die Durchführung jeglicher anderer Tätigkeiten zum Aufsuchen und Gewinnen von Bodenschätzen verboten.

Vorhaben der Erdgasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten können in den qualitativen Schutzzonen I und II sowie in der quantitativen Zone A von Heilquellenschutzgebieten mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** verbunden sein. In den qualitativen Schutzzonen III

(bis V) sowie in den quantitativen Schutzzonen B (bis D) ist von einem **hohen Raumwiderstand** auszugehen.

Die zuständige Behörde kann von Verboten, Beschränkungen sowie Duldungs- und Handlungspflichten nach Satz 1 eine Befreiung erteilen, wenn der Schutzzweck nicht gefährdet wird oder überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit dies erfordern.

A4.4.5 Überschwemmungsbereiche gem. Regionalplan

Datenquelle

Darstellung der Überschwemmungsbereiche in den gültigen Regionalplänen der Regierungsbezirke Nordrhein-Westfalens bzw. des Regionalverbands Ruhr im Maßstab 1 : 50.000.

Definition

Regionalplanerische Überschwemmungsbereiche sind gem. Planverordnung NRW Vorranggebiete,

- die als auf 100-jährliche Hochwasserereignisse bemessenen Überschwemmungsgebiete, die als Abfluss- und Retentionsraum zu erhalten und zu entwickeln sind sowie
- Freiraumbereiche, die als Option zur Rückgewinnung von Retentionsräumen von einer Inanspruchnahme für Siedlungszwecke freizuhalten sind.

In Teilen beruhen die Darstellungen der Regionalpläne noch auf den alten Festsetzungen von Überschwemmungsgebieten¹².

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Insbesondere der vorsorgende Hochwasserschutz gewinnt vor dem Hintergrund der erforderlichen Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels stark an Bedeutung. Zugleich ist den Aspekten der Anlagensicherheit bei Hochwasserereignissen Rechnung zu tragen.

Die im Regionalplan dargestellten Überschwemmungsbereiche sind daher grundsätzlich von weiteren Bauvorhaben sowie infrastrukturel-

¹² Die Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2007 bestimmt, dass die Mitgliedsstaaten bis 22. Dezember 2013 Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten für Flussgebiets- oder Bewirtschaftungseinheiten erstellen. In diesem Zuge werden auch die Festsetzungen von Überschwemmungsgebieten er- bzw. überarbeitet.

len Maßnahmen freizuhalten und für den vorbeugenden Hochwasserschutz für den Abfluss und die Retention von Hochwasser zu erhalten und zu entwickeln. In den Überschwemmungsbereichen sind darüber hinausgehend Nutzungsformen umzusetzen, die das natürliche Abflussverhalten, die Struktur und die Dynamik der Gewässer nicht nachteilig beeinträchtigen. Die Möglichkeiten zur Rückgewinnung von Retentionsräumen sind auszuschöpfen.

Eine bergbauliche Inanspruchnahme von Überschwemmungsbereichen widerspricht insoweit den landesweiten und regionalen Zielen der Raumordnung, die diese Bereiche als Vorranggebiete darstellt und ist insofern mit einem **sehr hohen Raumwiderstand** verbunden.

Werden aus überwiegenden Gründen des Wohls der Allgemeinheit Überschwemmungsbereiche für bauliche Anlagen z.B. der Infrastruktur in Anspruch genommen, muss das Retentionsvermögen und der schadlose Hochwasserabfluss dennoch gesichert werden, beispielsweise durch Kompensationsmaßnahmen.

A4.4.6 Festgesetzte Überschwemmungsgebiete

Datenquelle

Durch ordnungsbehördliche Verordnung festgesetzte Überschwemmungsgebiete nach § 76 Abs. 2 Satz 1 WHG.

Definition

Überschwemmungsgebiete sind gemäß § 76 Abs. 1 WHG Gebiete „... zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern sowie sonstiges Gebiet, das bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen oder das für die Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht wird.“ Bei der Festsetzung der Überschwemmungsgebiete ist gem. § 76 Abs. 2 Satz 1 WHG mindestens ein Hochwasserereignis zu Grunde zu legen, mit dem statistisch einmal in hundert Jahren zu rechnen ist.

Hinweis: Im Rahmen der Umsetzung der Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2007 werden die Festsetzungen von Überschwemmungsgebieten er- bzw. überarbeitet. Erfasst werden dabei Überflutungsgebiete mit unterschiedlichen Hochwasserszenarien (Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit oder Szenarien für Extremereignisse, Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit, ggf. Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit; siehe § 74 WHG).

Die Darstellungen enthalten daher Überschwemmungsgebiete, die

- rechtsverbindlich festgesetzt sind,
- vorläufig gesichert sind. Die rechtlichen Konsequenzen entsprechen denen der festgesetzten Überschwemmungsgebiete,
- ermittelt, aber noch nicht verbindlich abgegrenzt sind.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Gemäß § 78 Abs. 1 WHG gelten in festgesetzten Überschwemmungsgebieten besondere Schutzvorschriften. Untersagt ist u.a. die Errichtung oder Erweiterung baulicher Anlagen nach den §§ 30, 33, 34 und 35 BauGB. Diese sind allerdings gem. § 78 Abs. 3 WHG im Einzelfall genehmigungsfähig, wenn

- die Hochwasserrückhaltung nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt und der Verlust von verloren gehendem Rückhalteraum zeitgleich ausgeglichen,
- der Wasserstand und der Abfluss bei Hochwasser nicht nachteilig verändert,
- der bestehende Hochwasserschutz nicht beeinträchtigt und
- hochwasserangepasst ausgeführt wird.

Gemäß § 78 Abs. 1 WHG ist in festgesetzten Überschwemmungsgebieten weiterhin untersagt

- die Errichtung von Mauern, Wällen oder ähnlichen Anlagen quer zur Fließrichtung des Wassers bei Überschwemmungen,
- das Aufbringen und Ablagern von wassergefährdenden Stoffen auf dem Boden (§ 112 LWG ergänzt hier das Umschlagen, Abfüllen und jede sonstige Verwendung von wassergefährdenden Stoffen),
- die nicht nur kurzfristige Ablagerung von Gegenständen, die den Wasserabfluss behindern oder die fortgeschwemmt werden können,
- das Erhöhen oder Vertiefen der Erdoberfläche.

Diese Maßnahmen können im Ausnahmefall zugelassen werden, wenn

- Belange des Wohls der Allgemeinheit dem nicht entgegenstehen, der Hochwasserabfluss und die Hochwasserrückhaltung nicht wesentlich beeinträchtigt werden und

- eine Gefährdung von Leben oder erhebliche Gesundheits- oder Sachschäden nicht zu befürchten sind oder
- die nachteiligen Auswirkungen ausgeglichen werden können.

Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Überschwemmungsgebieten dürfen dabei gem. § 5 VAWS nur so eingebaut, aufgestellt oder betrieben werden, dass sie nicht aufschwimmen oder anderweitig durch Hochwasser beschädigt werden, und dass keine wassergefährdenden Stoffe aus den Anlagen austreten können.

Diese Ver- und Gebote, Genehmigungsvorbehalte und Anzeigepflichten kann die zuständige Behörde auch für Überschwemmungsgebiete erlassen, die noch nicht per Verordnung festgesetzt sind.

Insgesamt ist bei einer Inanspruchnahme von festgesetzten Überschwemmungsgebieten durch Vorhaben der Gasgewinnung aus unkonventionellen Lagerstätten von einem **sehr hohen Raumwiderstand** auszugehen.

A4.4.7 Überschwemmungsgefährdete Gebiete, rückgewinnbare Rückhalteflächen und überflutete Flächen

Datenquelle

Daten des LANUV zu überschwemmungsgefährdeten Gebieten, rückgewinnbaren Rückhalteflächen und überfluteten Flächen.

Definition

Als überschwemmungsgefährdete Gebiete werden Bereiche definiert, die bei einem Hochwasser größer HQ_{100} oder im Falle eines Versagens der Hochwasserschutzeinrichtungen überflutet werden. Diese entsprechen den Gebieten nach § 74 Abs. 2 Satz 1 WHG bzw. § 76 Abs. 1 WHG.

Rückgewinnbare Rückhalteflächen können, z.B. über eine Deichrückverlegung, als zusätzliche Retentionsflächen für den Hochwasserschutz genutzt werden. Sie gehören zu den Gebieten nach § 76 Abs. 1 WHG.

Überflutete Flächen basieren auf älteren Festsetzungen, die aufgrund ihrer Bebauung nicht als Überschwemmungsgebiet nach WHG festgesetzt waren. Mit der Novellierung des WHG zählen diese jetzt zu den Überschwemmungsgebieten nach § 76 Abs. 1 WHG.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

Neben den (festgesetzten) Überschwemmungsgebieten im Sinne des § 76 Abs. 2 Satz 1 WHG können weitere Flächen von potenziellen Hochwasserereignissen betroffen sein.

Der § 77 WHG führt dazu aus, dass Überschwemmungsgebiete im Sinne des § 76 in ihrer Funktion als Rückhalteflächen zu erhalten sind. Stehen dieser Funktion überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit entgegen, sind rechtzeitig die notwendigen Ausgleichsmaßnahmen zu treffen. Frühere Überschwemmungsgebiete, die als Rückhalteflächen geeignet sind (entspricht den rückgewinnbaren Rückhalteflächen), sollen so weit wie möglich wiederhergestellt werden, wenn überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit dem nicht entgegenstehen.

Eine Inanspruchnahme von überschwemmungsgefährdeten Gebieten, rückgewinnbaren Rückhalteflächen und überfluteten Flächen durch bergbauliche Nutzungen ist daher mit einem **hohen Raumwiderstand** verbunden.

Aufgrund ihres Detaillierungsgrades können die überschwemmungsgefährdeten Gebiete, rückgewinnbaren Rückhalteflächen und überfluteten Flächen in diesem Gutachten nicht kartografisch berücksichtigt werden.

A4.4.8 Oberflächengewässer

Datenquelle

Oberirdische fließende und stehende Gewässer im Sinne des § 3 Satz 1 WHG.

Definition

§ 3 WHG definiert als oberirdische Gewässer „das ständig oder zeitweilig in Betten fließende oder stehende oder aus Quellen wild abfließende Wasser“.

Bewertung des Raumwiderstands und Begründung

§ 27 WHG legt fest, dass die Bewirtschaftung oberirdischer Gewässer, die nicht künstlich oder erheblich verändert sind, so erfolgen soll, dass eine Verschlechterung des ökologischen und des chemischen Zustands vermieden und zugleich ein guter ökologischer und chemischer Zustand erhalten oder erreicht wird.

Gemäß § 32 WHG sind oberirdische Gewässer reinzuhalten. Dies beinhaltet das Verbot der Einbringung fester Stoffe. Zudem dürfen Stoffe an einem oberirdischen Gewässer nur so gelagert werden, dass eine nachteilige Veränderung der Wasserqualität und –quantität vermieden wird. Dies beinhaltet auch die Beförderung von Flüssigkeiten und Gasen durch Rohrleitungen.

Der § 36 Satz 1 WHG führt weiter aus, dass Anlagen in, an, über und unter oberirdischen Gewässern so zu errichten und betreiben sind, dass keine schädlichen Gewässerveränderungen auftreten. Unter Anlagen im Sinne von Satz 1 werden neben baulichen Anlagen auch Leitungsanlagen geführt.

Gemäß § 38 WHG dienen die im Außenbereich nach § 35 BauGB fünf Meter breiten Gewässerrandstreifen „... der Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktionen oberirdischer Gewässer, der Wasserspeicherung, der Sicherung des Wasserabflusses sowie der Verminderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen.“ Innerhalb der Gewässerrandstreifen ist gem. § 38 WHG Abs. 4. Nr. 3 der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sowie der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in und im Zusammenhang mit zugelassenen Anlagen verboten.

Vor dem Hintergrund der Regelungen des WHG ist bei einer bergbaulichen Inanspruchnahme von oberirdischen Gewässern einschließlich der Gewässerrandstreifen von einem **sehr hohen Raumwiderstand** auszugehen.

Aufgrund ihres Detaillierungsgrades können die Oberflächengewässer einschließlich der Gewässerrandstreifen in diesem Gutachten aus Maßstabsgründen nicht kartografisch berücksichtigt werden.

A4.4.9 Zusammenfassende Bewertung

Kriterium	R A U M W I D E R S T A N D			
	sehr hoch	hoch	vermindert	nicht dargestellt
Freiraumfunktionen des LEP mit Bezug zu Wasser/Grundwasser		X		X
Grundwasser- und Gewässerschutz resp. Schutz der Gewässer gem. Regionalplan	X			
Wasserschutzgebiete Zone I & II	X			
Wasserschutzgebiete Zone III		X		
Heilquellenschutzgebiete, qualitative Zonen I und II, quantitative Zone A	X			
Heilquellenschutzgebiete, qualitative Zonen III (bis V), quantitative Zonen B (bis D)		X		
Überschwemmungsbereiche gem. Regionalplan	X			
festgesetzte Überschwemmungsgebiete	X			
überschwemmungsgefährdete Gebiete, rückgewinnbare Rückhalteflächen und überflutete Gebiete gem. Fachplanung		X		X
Oberflächengewässer	X			X

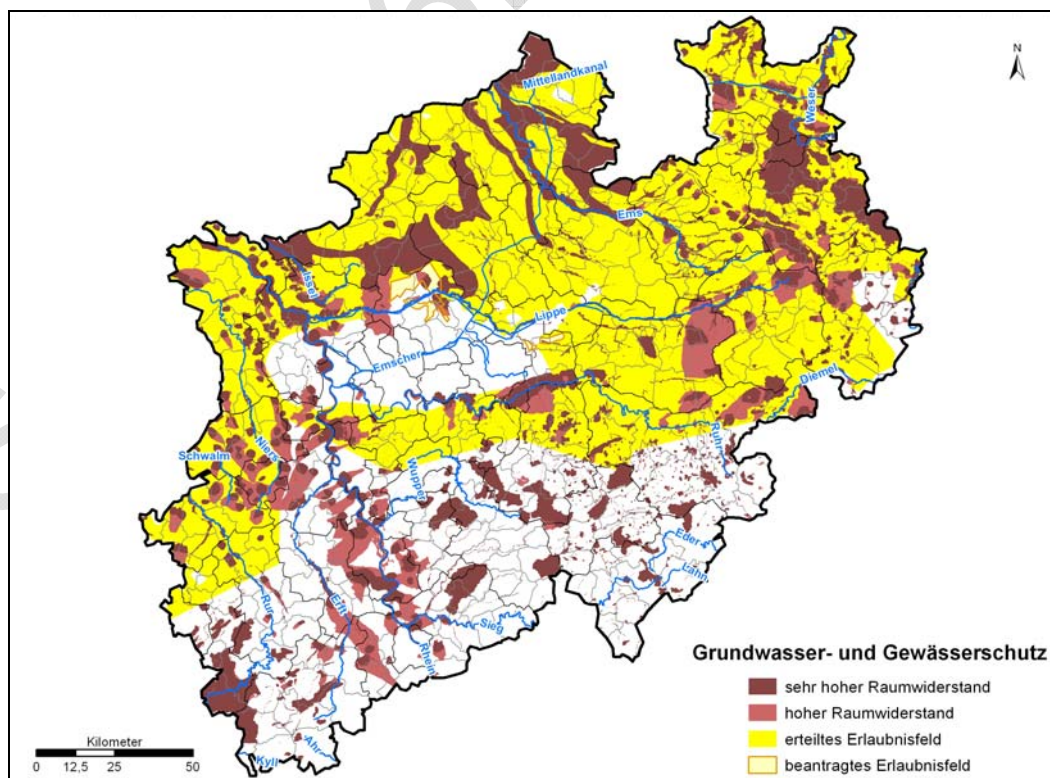


Abb. A4.4: Raumwiderstand – Grundwasser- und Gewässerschutz (eigene Darstellung, BKR Aachen, Quelle: Erlaubnisfelder: BR Arnsberg, Stand 02.08.2012)

Kapitel 5

Stand 06.09.2012

Stand 06.09.2012

5 HYDROGEOLOGISCHE SYSTEMANALYSE DER GEOSYSTEME

In dem nachfolgenden Kapitel werden zunächst der Inhalt und die Bedeutung der hydrogeologischen Systemanalyse für die Analyse der Risiken, die mit der Erkundung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten verbunden sein können, beschrieben. Anschließend erfolgt für die in Kapitel 3 abgegrenzten und benannten Geosysteme (Abb. 3.2 und Tab. 3.2) eine hydrogeologische Systemanalyse auf der Grundlage der den Gutachtern zur Verfügung stehenden Daten. Hinsichtlich der Informations- und Datengrundlage sei auf die Ausführungen in Abschnitt 3.1 verwiesen.

5.1 Einführung in die hydrogeologische Systemanalyse

Um Risiken für das Grundwasser und den Naturhaushalt erfassen und bewerten zu können, ist es erforderlich, das hydrogeologische System zu beschreiben und zu analysieren. Die Systemanalyse dient dazu, die hydrogeologischen Parameter zusammenhängend darzustellen. Sie zeigt auch, an welchen Stellen noch Erkenntnisdefizite bzw. weiterer Erkundungsbedarf besteht.

Die Grenzen der Systemanalyse liegen in der nur überschlägig möglichen Quantifizierung z.B. von Volumenströmen oder Fließzeiten. Deshalb sind darauf aufbauende numerische Grundwassermodelle sinnvoll, die Detailberechnungen, Variantenstudien und anschauliche Darstellungen ermöglichen (vgl. SDGG 2010).

Die hydrogeologische Systemvorstellung gibt eine Vorstellung von:

- den räumlichen und zeitlichen Verteilungen verschiedener Parameter (wie u.a. Mächtigkeit, Durchlässigkeit),
- den Anfangs- und Randbedingungen (wie Potenzialverteilung, hydrochemische Verhältnisse),
- den Volumenströmen über die einzelnen hydraulischen Verbindungen und
- den relevanten Wirkungspfaden und den Hauptmerkmalen des Systemverhaltens im Ist-Zustand und bei Eingriffen/Veränderungen.

Das **hydraulische Potenzial** beschreibt den Energiezustand von Wasser im Boden an einer durch die Messung definierten Stelle (http://de.wikipedia.org/wiki/Hydraulisches_Potenzial). Im Falle des Grundwassers kann das hydraulische Potenzial bei einer freien Grundwasseroberfläche auch als Grundwasserstand ausgedrückt sein. Da aber vielfach die Grundwasseroberfläche nicht frei ist (z.B. in den tiefen Grundwasserfließsystemen), wird der Begriff Potenzial verwendet.

Wasser fließt immer von einem höheren zum niedrigen Potenzial. Entscheidend ist die **Potenzialdifferenz**. **Aufsteigende Potenzialdifferenzen** meint, dass das Grundwasser gegen die Schwerkraft aufsteigt (z.B. in artesischen Systemen); **absteigende Potenzialdifferenzen** das Gegenteil (z.B. Versickerung von Regenwasser).

Ein wichtiger Parameter eines hydrogeologischen Systems ist die Durchlässigkeit der geologischen Schichten auf deren Grundlage die Einordnung in Grundwasserleiter und Grundwasserstauer/Grundwassergeringleiter erfolgt.

Die im Folgenden verwendete Einordnung der Durchlässigkeiten orientiert sich an einer Übersichtstabelle aus Hölting & Coldewey (2005). Gemäß Abbildung 5.1 wird im Folgenden die Grenze zwischen einem Grundwasserleiter und einem Grundwassergeringleiter bei 1×10^{-6} m/s gezogen. Bei dieser Einstufung werden Schichten, denen ansonsten nur geringe Durchlässigkeiten zugesprochen werden, als Grundwasserleiter betrachtet.

Literaturangaben												
BREDDIN (1963)	praktisch undurchlässig			sehr gering		gering		mittel		hoch		sehr hoch
SCHAEF (1964) Festgestein	undurchlässig		wenig durchlässig			durchlässig				stark durchlässig		
DIN 19711 (1975)	sehr gering				gering		mittel			groß		sehr groß
VON SOOS (1980) ¹	praktisch undurchlässig		sehr niedrig		niedrig		mittel				groß	
AG Boden (1994) ²	sehr gering			gering	mittel	hoch	sehr hoch	äußerst hoch				
HK50, DDR (1987)	Grundwasserstauer						Grundwasserleiter					
DIN 18130 (1989) ³	sehr gering bis nahezu undurchlässig		sehr schwach durchlässig	schwach durchlässig		durchlässig			stark durchlässig			sehr stark durchlässig
Ad-hoc-AG Hydrogeologie / Dt. GLA (1990)	annähernd undurchlässig	sehr wenig durchlässig	wenig durchlässig		mäßig durchlässig		gut durchlässig				sehr gut durchlässig	
k ₁ -Wert [m/s]	1 · 10 ⁻¹⁰	1 · 10 ⁻⁹	1 · 10 ⁻⁸	1 · 10 ⁻⁷	1 · 10 ⁻⁶	1 · 10 ⁻⁵	3 · 10 ⁻⁵	1 · 10 ⁻⁴	3 · 10 ⁻⁴	1 · 10 ⁻³	3 · 10 ⁻³	1 · 10 ⁻²

HK50-Vorschlag													
Leitertyp	Grundwassergeringleiter						Grundwasserleiter						
Durchlässigkeitsklasse	7 äußerst gering		6 sehr gering		5 gering		4 mäßig		3 mittel		2 hoch		1 sehr hoch
Unterklasse	7		6.2	6.1	5.2	5.1	4.2	4.1	3.2	3.1	2.2	2.1	1
k ₁ -Wert [m/s]	1 · 10 ⁻¹⁰	1 · 10 ⁻⁹	1 · 10 ⁻⁸	1 · 10 ⁻⁷	1 · 10 ⁻⁶	1 · 10 ⁻⁵	3 · 10 ⁻⁵	1 · 10 ⁻⁴	3 · 10 ⁻⁴	1 · 10 ⁻³	3 · 10 ⁻³	1 · 10 ⁻²	

¹ Grundbau-Taschenbuch (3. Aufl.)

² Bodenkundliche Kartieranleitung (4. Aufl.)

³ OELTZSCHNER (1990)

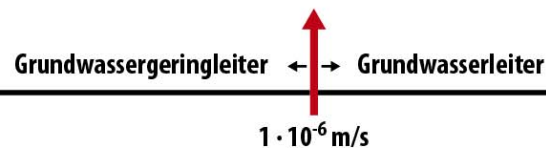


Abb. 5.1: Verschiedene Klassifizierungen der Gesteinsdurchlässigkeiten (Höling & Coldewey 2005)

Nach DIN 4049 wird Grundwasser definiert als

„unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird“.

Im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist Grundwasser

„das unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht“.¹

Unter diese Definition fällt damit auch **solehaltiges Tiefengrundwasser** wie im Münsterländer Becken

Eine **freie** Grundwasseroberfläche liegt vor, wenn an der Grundwasseroberfläche der atmosphärische Druck herrscht. Eine **gespannte** Grundwasseroberfläche liegt vor, wenn der Druck an der Grundwasseroberfläche höher als der atmosphärische Druck ist. Für gespanntes Grundwasser gelten dieselben Fließregeln wie für freies Grundwasser. **Artesisches** Grundwasser liegt vor, wenn das Grundwasser gegen die Schwerkraft fließt und an der Geländeoberfläche ausfließt.

5.2 Geosystem Kohleflözgas Münsterland

5.2.1 Überblick

Das Kohleflözgas-Vorkommen Münsterländer Becken liegt im Norden von NRW (Abb. 5.2). Es ist für die vorliegende Fragestellung nicht identisch mit der naturräumlichen Abgrenzung des Münsterländer Beckens. Es wird im Süden begrenzt durch den Haarstrang und die Paderborner Hochfläche, im Osten durch das Eggegebirge und im Norden durch den Teutoburger Wald (Abb. 5.3). Im Westen bildet die Verbreitungsgrenze der Cenoman/Turon Kalke und der überlagernden Tertiärsedimente den Übergang zum Niederrhein. Das flözführende Oberkarbon setzt sich nach Westen in die linksrheinischen Aufsuchungsgebiete fort und wird hier bereichsweise noch von Zechstein und Buntsandstein, Muschelkalk, Jura, Kreide und Tertiär überlagert.

Das Becken öffnet sich nach Nordwesten und wird über die beiden großen Flüsse Lippe und Ems entwässert.

Die Höhenzüge, die das Münsterländer Becken an drei Seiten umgeben, werden durch die härteren Kalksteine des Cenoman/Turon gebil-

¹ Hierzu gibt es auch abweichende Meinung (z.B. Reinhardt 2012, S. 54). In dem Gutachten „Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten – Risikobewertung, Handlungsempfehlungen und Evaluierung bestehender rechtlicher Regelungen und Verwaltungsstrukturen“ (ahu AG et al 2012) wird dieses Thema ausführlich diskutiert.

det (grüne Schichten in Abb. 5.3). Die Höhenzüge erreichen bis rd. 446 m NHN im Teutoburger Wald und 391 m NHN im Haarstrang; im zentralen Becken liegen die Geländehöhen zwischen 50 und 100 m NHN (Münster: 60 m NHN) und im westlichen Emstal sowie Lippetal bei ca. 35 m NHN bzw. 25 m NHN.

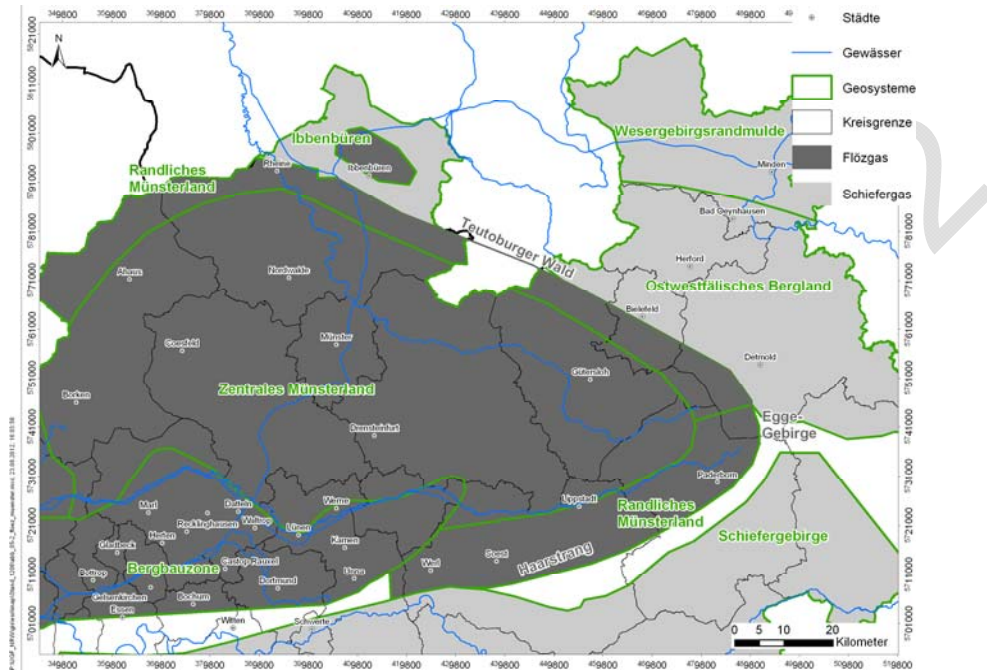


Abb. 5.2: Überblick über das Kohleflözgas-Vorkommen Münsterländer Becken

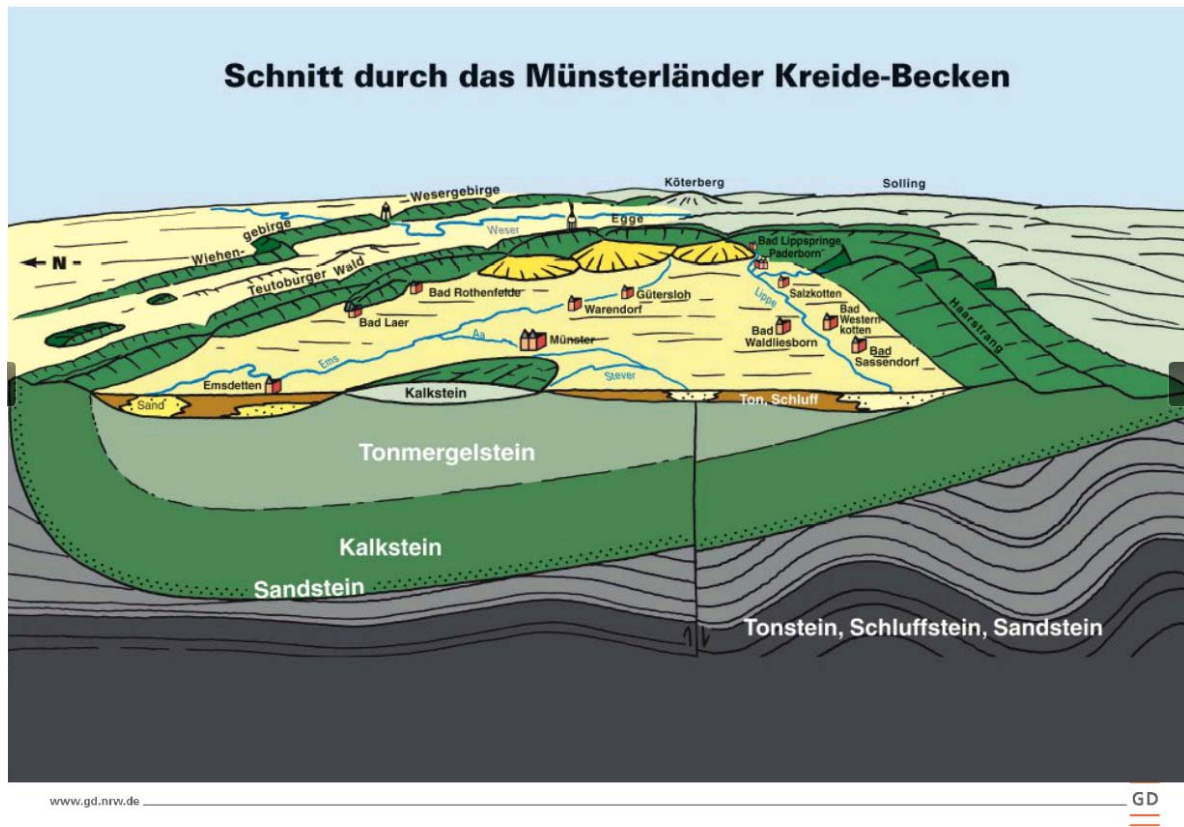


Abb. 5.3: Schnitt durch das Münsterländer Becken, Blick nach Osten (Quelle: Geologischer Dienst NRW)

5.2.2 Geologie, Hydrogeologie und Hydrochemie

Das Münsterländer Becken wird im Wesentlichen von Kreidesedimenten aufgebaut und bildet auch geologisch gesehen eine Beckenstruktur. Durch den an der Osning-Störung aufgeschobenen Teutoburger Wald ist die Mulde asymmetrisch; der südliche Muldenflügel fällt deutlich flacher als der nördliche Flügel aus (Abb. 5.3). Unter den Kreidesedimenten folgt das flözführende Oberkarbon. Am Südrand, im Ruhrgebiet, tritt es an der Oberfläche zu Tage. Am Nordrand, im Ibbenbürener Horst, tritt es nördlich der Osning-Überschiebung wieder zu Tage.

5.2.2.1 Erdgeschichtlicher Überblick

Nach der Ablagerung des flözführenden Oberkarbons kam es zur Aufaltung des variszischen Gebirges und zur nachfolgenden Abtragung. Hierbei wurden mindestens 2.500 m mächtige Sedimentpakete des Westfal B und des Westfal C abgetragen (Abb. 5.4). Über einen Zeitraum von fast 160 Millionen Jahren fehlen Sedimentablagerungen im Münsterländer Becken (Schichtlücke im Perm, Trias, Jura), ehe erst ca. 130 Mio. vor heute ein erneuter Meeresvorstoß von Norden her

erfolgte, der fast 50 Millionen Jahre, die ganze Kreidezeit hindurch, anhielt. Das Kreidemeer war überwiegend flach und küstennah.

Im Süden lag weiterhin die große Landmasse des mittlerweile fast eingeebneten variszischen Gebirges, von der aber zu verschiedenen geologischen Zeiten immer wieder Sande (z.B. Essen, Bottrop und Recklinghausen Grünsande, Haltern Sande) und gröberes Material randlich in das Becken geschüttet wurden. Ansonsten war das Meer vor allem ab der Oberkreide ein idealer Lebensraum für kalkbildende Organismen. Die Sedimente, die in dem ruhigen Meer abgelagert wurden, waren deshalb überwiegend sehr feinkörnig (durchgehende Mischungsreihe von Tonstein – Mergelstein – Kalkstein) und homogen.

Mit nach Westen zunehmend tiefer verlaufender Erosionsbasis wurde das Oberkarbon von Zechstein (mit Salzschieben), Trias und im Norden auch noch von Jura überlagert. Die Mächtigkeit der Überlagerung erreichte bis ca. 1.000 Meter. Für das hydrogeologische Systemverständnis ist die abschließende Überlagerung im Westen mit geringdurchlässigen tertiären Schichten (Lintfort und Ratingen Schichten) wichtig (siehe Abschn. 5.2.2.4 und Abb. 5.5).

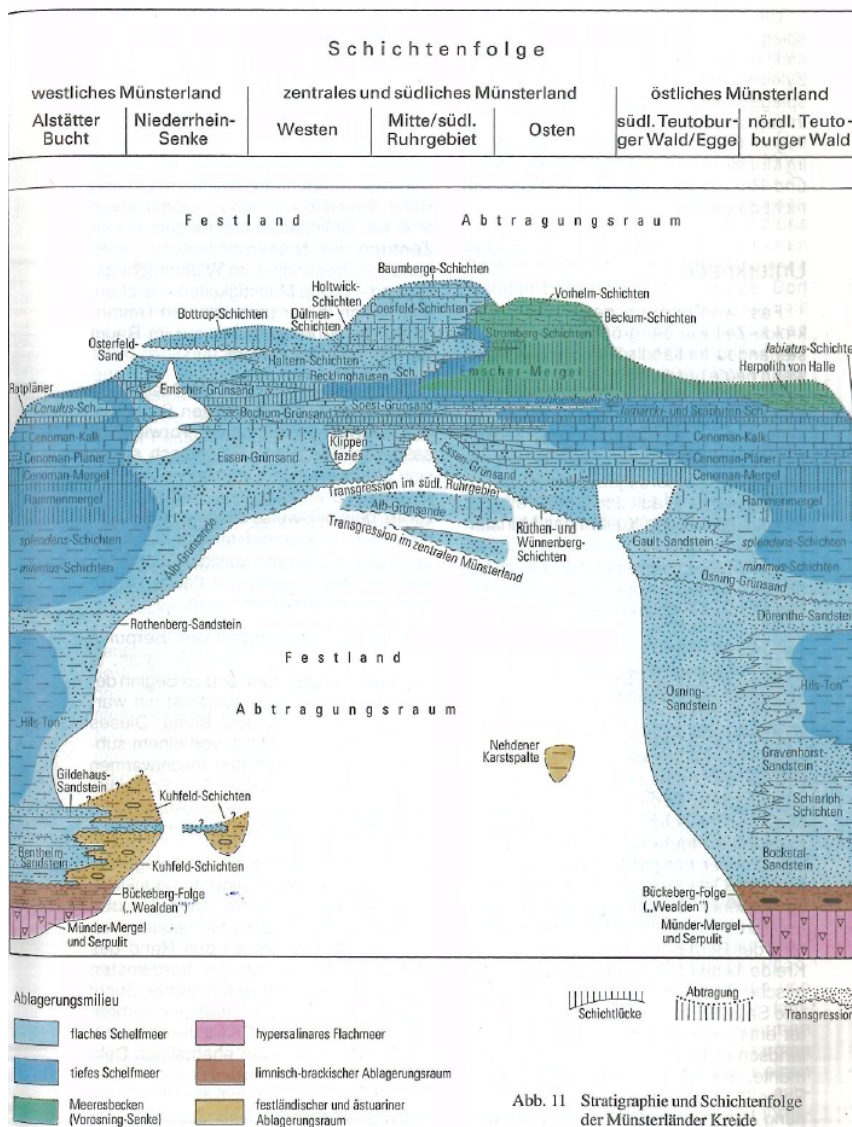


Abb. 5.4: Stratigraphie und Schichtenfolge der Münsterländer Kreide (aus: Geologie im Münsterland (GLA 1995))

5.2.2.2 Hydrogeologischer Aufbau

Die für die Fragestellung und die hydrogeologische Systemanalyse (siehe Abschn. 5.2.3) relevanten Schichtglieder im Münsterländer Becken werden im Folgenden vom Ältesten zum Jüngsten hin erläutert. Bei der Systembeschreibung in Abschnitt 5.2.3 werden im Münsterländer Becken drei Bereiche abgegrenzt, die sich in ihrem hydrogeologischen Aufbau und ihren Eigenschaften unterscheiden. Auf die Unterschiede und Besonderheiten wird dann in den jeweiligen Kapiteln eingegangen. Diese Bereiche sind:

1. Geosystem Zentrales Münsterland: Tiefes Solesystem unter dem Emscher Mergel.
2. Geosystem Randliches Münsterland: Ohne Beeinflussung durch den tiefen Steinkohlenbergbau. Quellbereiche im Süden, Osten und Norden des Münsterländer Becken bis zur Salz-/Süßwassergrenze im Beckeninneren. Nach geologisch/tektonischen Kriterien ist die Zone noch einmal in einen südlichen (Haarstrang) und einen nördlichen (Teutoburger Wald) Teilbereich unterteilt.
3. Bergbauzone: Beeinflusst durch den Steinkohlenbergbau.

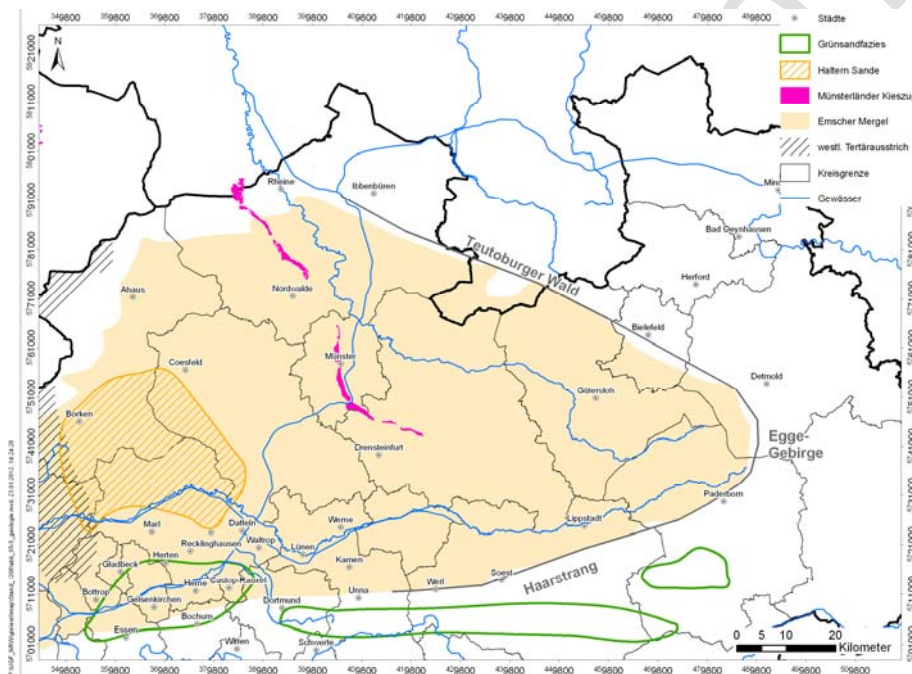


Abb. 5.5: Verbreitung relevanter geologischer Einheiten im Münsterländer Becken (Datengrundlage: GD NRW)

Flözführendes Oberkarbon

Das flözführende Oberkarbon hat eine Gesamtmächtigkeit von ca. 3.000 m (Namur C (Sprockhövel Schichten) bis Westfal D). Darin sind ca. 200 Flöze enthalten. Die Mächtigkeit der Flöze beträgt wenige cm bis 5 – 6 Meter. Insgesamt wird der Kohleanteil auf 3 bis 5 % geschätzt. Es wird allgemein davon ausgegangen, dass im Nebengestein fein verteilt noch einmal dieselbe Menge an Kohlenstoff vorkommt, der potenziell auch Gas produzierend sein kann (GD NRW 2011).

Die einzelnen Flöze wurden in sog. Cyclothemen abgelagert. Dies ist eine regelmäßige Abfolge von Flöz, Ton- und Schluffsteinen, Sandsteinen/Konglomeraten, Schluffstein, Tonstein und dem nächsten Flöz. Die einzelnen Ton- und Schluffsteinlagen haben eine geringere Durchlässigkeit als die Sandsteinlagen, die auch geklüftet sein können. Die Mächtigkeit eines Cyclothems beträgt im Durchschnitt 7 bis 10 m.

Am Top des Oberkarbons, in den Horst und Dorsten Schichten (oberes Westfal B bis Westfal C), treten häufiger mächtige Sandsteinbänke auf, die aufgrund ihrer Klüftung und Matrixporosität eine höhere Durchlässigkeit vermuten lassen. Diese können auch Mächtigkeiten bis zu 20 Meter erreichen. Die Bochum und Essen Schichten (Westfal A bis Unteres Westfal B) haben eher einen höheren Ton- und Schluffanteil und damit eine geringere Matrixdurchlässigkeit. Im unverritzten Gebirge erfolgt die Wasserbewegung in den Klüften der Sandsteine. In der Kombination aus Gesteins(matrix)- und Kluftdurchlässigkeit ergibt sich die Gebirgsdurchlässigkeit, die für Fließ- und Transportvorgänge maßgeblich ist. Die Tabelle 5.1 gibt eine Übersicht über die bekannten Durchlässigkeiten im Oberkarbon.

Tab. 5.1: Überblick über Durchlässigkeiten im Oberkarbon (nach Paas 1997)

Stratigraphie	Lithologie	Porenvolumen	Gesteinsdurchlässigkeit m/s	Gebirgsdurchlässigkeit m/s	Gebirgsdurchlässigkeit m/s
		nicht aufgelockert			aufgelockert
Älteres Oberkarbon	Siltsteine	< 1 %	6×10^{-13} bis $4,6 \cdot 10^{-15}$	3×10^{-9} bis 3×10^{-10}	10^{-8} bis $1 \cdot 10^{-9}$
	Sandsteine	1 bis 3 %		10^{-7} bis 3×10^{-9}	10^{-6} bis $3 \cdot 10^{-8}$
Jüngeres Oberkarbon (Horst, Dorsten Schichten)	Siltsteine - Sandsteine	bis 10 %	8×10^{-9} bis $2 \cdot 10^{-11}$		
allgemein					vertikal 6×10^{-9} horizontal 2×10^{-8} (GRS 1998)
Versatzbereich					2×10^{-7} bis 1×10^{-9}

Damit sind die Wegsamkeiten auch bei Betrachtung der Gebirgsdurchlässigkeiten als äußerst gering (Klassifizierung gemäß HK 50) einzuschätzen (vgl. Abb. 5.1). Die Auflockerung (Gefügezerstörung) durch den Steinkohlenabbau reicht nach Jäger et al. (1990) nur bis zum drei- bis fünffachen der Flözmächtigkeit ins Hangende hinein.

Über Einzelversuche und Modellannahmen hinaus gibt auch die Praxis der Grubenwasserhaltung Hinweise auf die geringe Wasserwegsamkeit des teilweise sogar aufgelockerten Karbons. In den einzelnen Wasserhaltungsprovinzen liegen die Grubenwasserstände in unterschiedlichen Tiefen. Wenn ein Angleichen der Wasserstände erfolgt, geschieht dies über offene Strecken und weniger über das Gebirge. Deswegen können einzelne Grubenbaue auch über Hochleistungsdämme abgetrennt sein. Zwischen Bergwerk Ost und Zeche Königsborn 4 besteht auf kurzer Fließstrecke ein Potenzialunterschied von ca. 1.000 Metern.

Zechstein und Buntsandstein

Am Westrand des Münsterländer Beckens – im Übergang zur Niederrheinischen Bucht — wird das Oberkarbon zunehmend von Schichten des Zechstein und des Buntsandstein überdeckt. Oberhalb des Basis-konglomerates und des bis zu 6 m mächtigen Kupferschiefers umfassen die Zechsteinablagerungen die evaporitischen Werra- und Staßfurt-Serien Mergel, Anhydrite, Salztone sowie Stein- und Kalisalze. Die höheren Zechsteinserien sind nur als geringmächtige Salztone ausgebildet. Die oberhalb folgenden Buntsandsteinfolgen bestehen aus Konglomeraten und Sandsteinen, die mit Tonstein- sowie Gips/Anhydritschichten und lokal auch Steinsalzen verzahnt sind. Weiter oberhalb folgen weitere mesozoische Gesteine sowie tertiäre und quartäre Sedimente, wobei die Kreideserien am Übergang zur Niederrheinischen Bucht auskeilen. Dieser sich westlich an das Münsterländer Becken anschließende Bereich wird in Abschnitt 5.3 detaillierter beschrieben.

Cenoman/Turon Kalke

Im Cenoman und Turon bildeten sich bis zu 500 Meter mächtige und weitgehend reine Kalke mit einem CaCO_3 Anteil bis zu 90 % (Erläuterungen Blatt Bielefeld C 3914, S. 45), die auch heute die Grundlage für die Kalk- und Zementindustrie z.B. bei Halle (Westf.) und Paderborn sind. Diese harten und verwitterungsresistenten Kalke bilden auch die morphologische Beckenumrandung (Teutoburger Wald, Egge Gebirge, Haarstrang, Abb. 5.3). Die Kalksteine sind in der Nähe der Geländeoberfläche vielfach gut gebankt und geklüftet. Der Verkarstungsgrad wird unterschiedlich eingeschätzt, je nachdem in welcher Position sich die Kalke in dem hydrogeologischen System befinden (siehe Abschn. 5.2.3.1). Hieraus ergibt sich auch eine unterschiedliche Durchlässigkeit und Wasserführung. Den Cenoman/Turon Kalken innerhalb der Bergbauzone wird im Westen eine höhere Durchlässigkeit zugesprochen (Paas 1997, S. 16).

Die genaue Kenntnis der Reichweite der Verkarstung unter dem Deckgebirge zum Beckeninneren zu ist zur Beurteilung der regionalen Varianz der Grundwasserwegsamkeit in den Cenoman/Turon Kalken

von besonderer Bedeutung (siehe Abschn. 5.2.3.1). Eine – bislang nicht erfolgte – detaillierte Auswertung von Bergbaudaten (Bohrungen, Schächte, Beobachtungen zu Gas/Sole-Ausbrüchen etc.) könnte für den Süden des Kreidebeckens weitere Hinweise auf die Durchlässigkeit geben.

Emscher Mergel

Unter „Emscher Mergel“ werden die Gesteine des mittleren Coniac bis mittleren Santon, mit der Basis Recklinghausen Sandmergel, zusammengefasst. Als Fazies „Tonmergelstein“ (65 bis 75 % Ton- und Schluffsteine, s. Tab. 5.2) reichen die Schichten außerhalb der randlichen Sandeinschaltungen (wie Recklinghausen Sandmergel, Haltern Sande) noch bis ins Untere Campan (Abb. 5.4). Im Folgenden wird unter Emscher Mergel die Fazies Tonmergelstein bis ins Untere Campan verstanden, da diese Ablagerungen vergleichbare hydrogeologische Eigenschaften haben. Die Verbreitung des Emscher Mergel ist in der Abbildung 5.5 dargestellt.

Innerhalb des Emscher Mergel gibt es am südlichen Beckenrand fazielle Unterschiede: Im nördlichen Ruhrgebiet ist der Emscher Mergel im Westen sandiger und im Osten toniger ausgebildet.

Zwischen Tonstein und Kalkstein ist eine beliebige Mischung möglich. Je höher der Tongehalt ist desto geringdurchlässiger und plastischer ist der Emscher Mergel. Je nach Mischungsverhältnis erfolgt die Bezeichnung gemäß Tabelle 5.2.

Tab. 5.2: Nomenklatur Ton/Kalkmischungsverhältnisse

Bezeichnung	Kalk	Ton- bis Schluffstein
mergeliger Tonstein	5 bis 15 %	85 bis 95 %
Mergeltonstein	15 bis 25 %	75 bis 85 %
Tonmergelstein (Emscher Mergel)	25 bis 35 %	65 bis 75 %
Mergelstein	35 bis 65 %	35 bis 65 %
Kalkmergelstein	65 bis 75 %	25 bis 35 %
Mergelkalkstein	75 bis 85 %	15 bis 25 %
mergeliger Kalkstein	85 bis 95 %	5 bis 15 %

(Quelle: http://www.hlug.de/static/medien/boden/fisbo/bodenviewer/hilfe/30154_PETBEG.html)

Die Mächtigkeit des Emscher Mergel ist je nach Lage im Becken unterschiedlich: Im Beckentiefsten sind die überwiegend tonigmergeligen Kreidesedimente fast 1.800 m mächtig (Bohrung Münsterland); davon sind über 1.000 Meter Emscher Mergel. Im Bereich der randlichen Sandeinschaltungen unter den Haltern Sanden sind es noch einige hundert Meter. Allerdings folgen hier über dem Emscher Mer-

gel noch einige hundert Meter Bottrop Mergel. Am Beckenrand keilen die Emscher Mergel ganz aus. Aufgrund der inneren Gliederung des Münsterländer Beckens gibt es im Raum Borken am Westrand des Beckens Hochlagen des Grundgebirges, wo der Emscher Mergel nur noch eine Mächtigkeit von wenigen hundert Metern hat.

Durchlässigkeit des Emscher Mergel

Im mittleren Ruhrgebiet konnten die Bergwerke einen deckgebirgsnahen Abbau treiben, im Osten wurde eine „Schutzschicht“ – der tonig-schluffige Essen Grünsand in der Oberkreide - von ca. 100 Meter erhalten, um Wassereinbrüche aus dem darüber liegenden Deckgebirge und insbesondere den Cenoman/Turon Kalken zu verhindern.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass viele Argumente für eine geringe vertikale Durchlässigkeit des Emscher Mergel in und vor allem unterhalb der oberflächennahen Auflockerungszone sprechen und der Emscher Mergel gemäß Abbildung 5.1 als **Grundwassergeringleiter** eingestuft werden kann. Die Tabelle 5.3 gibt einen Überblick über Durchlässigkeiten, die für den Emscher Mergel in einigen Untersuchungen und Studien angenommen wurden.

Tab. 5.3: Überblick über Durchlässigkeiten für den Emscher Mergel

Bereich	Durchlässigkeit m/s	Quelle
Auflockerungszone (bis ca. 100 m u. GOK) weitgehend unabhängig von der Fazies	1×10^{-7}	mündl. Mitteilung Prof. Dr. König
	1×10^{-6}	Sauter et al. (2012)
unterhalb der Auflockerungszone	1 bis 5×10^{-9}	DMT (2008)
	1×10^{-10}	GRS (1998)/Baltes (1998)
	10^{-9} m/s bis 10^{-12}	Stemke & Wohnlich (2012)*
	1×10^{-10}	Sauter et al. (2012)

* lfd. Forschungsvorhaben: Herkunft des Methans im Grundwasser des Münsterländer Kreidebeckens (2012)

Weitere Hinweise auf die geringe Durchlässigkeit des Emscher Mergel sind:

- Keine Aussüßung der tiefen Sole selbst über geologische Zeiträume hinweg.
- Keine Solequellen, z.B. Aufstiege über Störungen, im zentralen Münsterland (die Sole wird nur über Bohrungen erschlossen).
- Vielfach belegte schwebende Grund- und Mineralwasservorkommen im oder über dem Emscher Mergel über dem langjährig entwässerten und durch Abbaueinwirkungen beeinflussten

Steinkohlengebirge. Hierzu gehört z.B. auch die Trinkwassergewinnung nördlich von Marl in den Haltern Sanden über dem Bergwerk Auguste Victoria. Trotz der Absenkung durch den Bergbau konnten bislang keine Auswirkungen auf den Wasserhaushalt der Haltern Sande festgestellt werden (siehe Abb. 5.13).

- Gasaufstiege im/durch den Emscher Mergel. Eine systematische Untersuchung der Methanvorkommen und Herkunft besteht bislang nicht. Einzelergebnisse zeigen bisher allerdings vor allem biogene Gasgenese und Gasaufstiege im Emscher Mergel und nicht aus dem Oberkarbon (Melchers 2008).

Hydrochemie der Grund- und Mineralwässer im Emscher Mergel/Oberkarbon

Am Top des Emscher Mergel tritt eine geringdurchlässige **Verwitterungsschicht** auf, die eine Mächtigkeit von mehreren Metern haben kann. Darunter liegt die geklüftete **Auflockerungszone** bis zu einer mittleren Tiefe von ca. 50 Metern, in Ausnahmefällen auch bis ca. 100 Meter. In der Auflockerungszone ist häufig ausreichend Grundwasser für die lokale Wasserversorgung vorhanden (Ergiebigkeit bis ca. 1.000 m³/d, Erläuterungen Blatt Münster C 4310). Nach Schätzungen der DMT (2008, S. 15) bestehen ca. 40.000 lokale Grundwasserentnahmen (Einzeltrinkwasserversorgungsanlagen).

Ab ca. 80 bis 100 m Tiefe ist das Grundwasser stärker mineralisiert (100 mg/l Chlorid), ab ca. 150 m versalzen (Erläuterungen Blatt Münster C 4310, S. 29). Die Zunahme der Versalzung mit der Tiefe ist ungefähr linear (Abb. 5.6). Die hydrochemische Grenze zwischen Süß- und Salzwasser wird bei einer Chloridkonzentration von 1.000 mg/l gezogen. Als Solen werden Wässer bezeichnet, die größeren Gesamtlösungsinhalt als Meerwasser aufweisen. Die Grenze liegt bei einem Gesamtlösungsinhalt von 36.000 mg/l (3,6 %).

Für die Solen im flözführenden Oberkarbon im zentralen Münsterländer Becken sind aufgrund der größeren Tiefen auch noch höhere Salzgehalte möglich. Das Oberkarbon hat zwar nur eine geringe Durchlässigkeit, der Wassergehalt der Kohlen wird jedoch auf 1 bis 3 % geschätzt.

Die Beschreibung der Zusammensetzung der Sole im Oberkarbon im Münsterland und den Unterschieden gegenüber der Sole am linken Niederrhein ist in Abschnitt 5.3.2 enthalten.

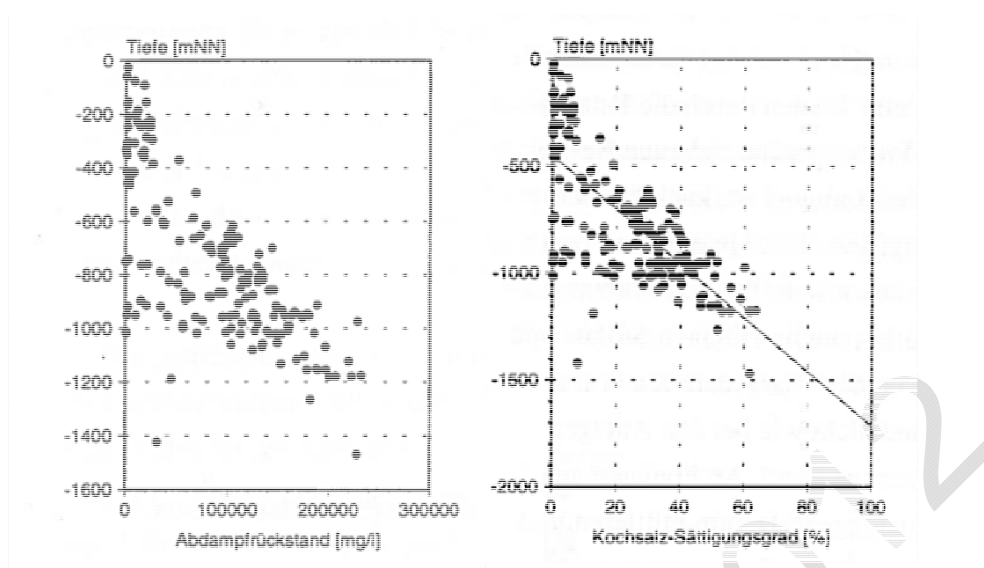


Abb. 5.6: Abdampfrückstand (Gesamtlösungsinhalt) und Kochsalzsättigungsgrad in Grund- und Tiefenwässern im Ruhr-Revier (Wedewardt 1995)

Die natürliche Radioaktivität der Grubenwässer im Oberkarbon nimmt mit steigendem Salzgehalt zu. Für die hoch mineralisierten Grubenwässer im Ruhrkarbon werden für die Radionuklide ^{226}Ra maximale Aktivitäten von 60 Bq/l und für ^{228}Ra von 30 Bq/l angegeben (Wiegand & Feige 2002, Leopold et al. 2002). Nennenswerte Radionuklidkonzentrationen bzw. -aktivitäten aus den Zerfallsketten oberhalb des Radiums (u. a. Uran, Thorium) sind nicht bekannt.

Konzentrationsangaben zu gelösten Kohlenwasserstoffen in den Grubenwässern der Reviere oder in den Formationswässern der potenziellen Zielhorizonte sind den Gutachtern nicht bekannt. Öl- und Asphaltimprägnationen in den Gesteinsserien oberhalb des flözführenden Oberkarbons sind aber seit langem bekannt (Wegner 1924, S. 631 f), so dass eine Belastung des Formationswassers u.a. durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) oder BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol) nicht ausgeschlossen werden kann.

In der Randzone des Münsterlandes, beispielsweise im Raum Bevergern – Brochterbeck oder bei Bad Rothenfelde treten salinare Wässer in größerer Verbreitung am Rand des Teutoburger Waldes auf. Ebenso waren viele Solequellen und solebeeinflusste Wässer am südlichen Rand des Münsterländer Beckens bekannt, ehe sie durch den nach Norden fortschreitenden Bergbau aussüßten (siehe Abschn. 5.2.3.1). Östlich von Unna treten auch heute noch zahlreiche Solequellen auf (z.B. Bad Sassendorf, Bad Westerkotten, Salzkotten). Westlich der Ems, im Mergelgebiet des zentralen Münsterlandes, sind erhöhte Chloridkonzentrationen keine Seltenheit. Eine umfassende Darstel-

lung der Mineralwasservorkommen im Münsterland findet sich in: Mineral- und Heilwasservorkommen in NRW (GD NRW 1998).

In Abbildung 5.7 sind die Chloridkonzentrationen in oberflächennahen (Entnahmetiefe < 50 m) und tieferen Brunnen sowie die Chloridkonzentrationen in balneologischen Brunnen unter Berücksichtigung des Entnahmehorizontes dargestellt. Aus den Analysen der Hausbrunnen ist bekannt, dass eine hohe Mineralisierung (z.B. mit Fluorid, Strontium, Chlorid) auch mit hohen Methangehalten einhergeht (2. Fachgespräch GD NRW 23.03.2012).

Erwartungsgemäß zeigen sich in den nordöstlichen Randbereichen des Beckens – im Umfeld der ausstreichenden Cenoman- und Turonschichten – bereits oberflächennah teils deutlich erhöhte Chloridkonzentrationen.

Auffällig sind aber auch im Beckenzentrum Bereiche mit Chloridkonzentrationen oberhalb der Werte, die durch oberflächennahe Einträge zu erwarten wären.

Innerhalb des Emscher Mergel gibt es eine Vielzahl von Mineral- und Solewasserbrunnen, die teilweise in, aber auch unter der Auflockerungszone liegen. Diese Brunnen konzentrieren sich vor allem auf den Südrand des Münsterländer Beckens und reichen bis in Tiefen von ca. 900 Metern. Es gibt jedoch auch deutlich flachere Mineralwasserbrunnen (z.B. in Bochum, Herzog Mineralbrunnen, Tiefen ca. 50 – 60 Meter), die dann auch geringer mineralisierte Wässer fördern.

Nördlich der Emscher bis ungefähr zur südlichen Verbreitungsgrenze des Emscher Mergel gibt es heute noch eine Reihe Mineralwasserbrunnen. Diese Brunnen fördern Mineralwasser aus dem Emscher Mergel, häufig auch oberhalb der durch den Steinkohlenbergbau entwässerten Bereiche (Hinweis auf die geringe Durchlässigkeit des Emscher Mergel).

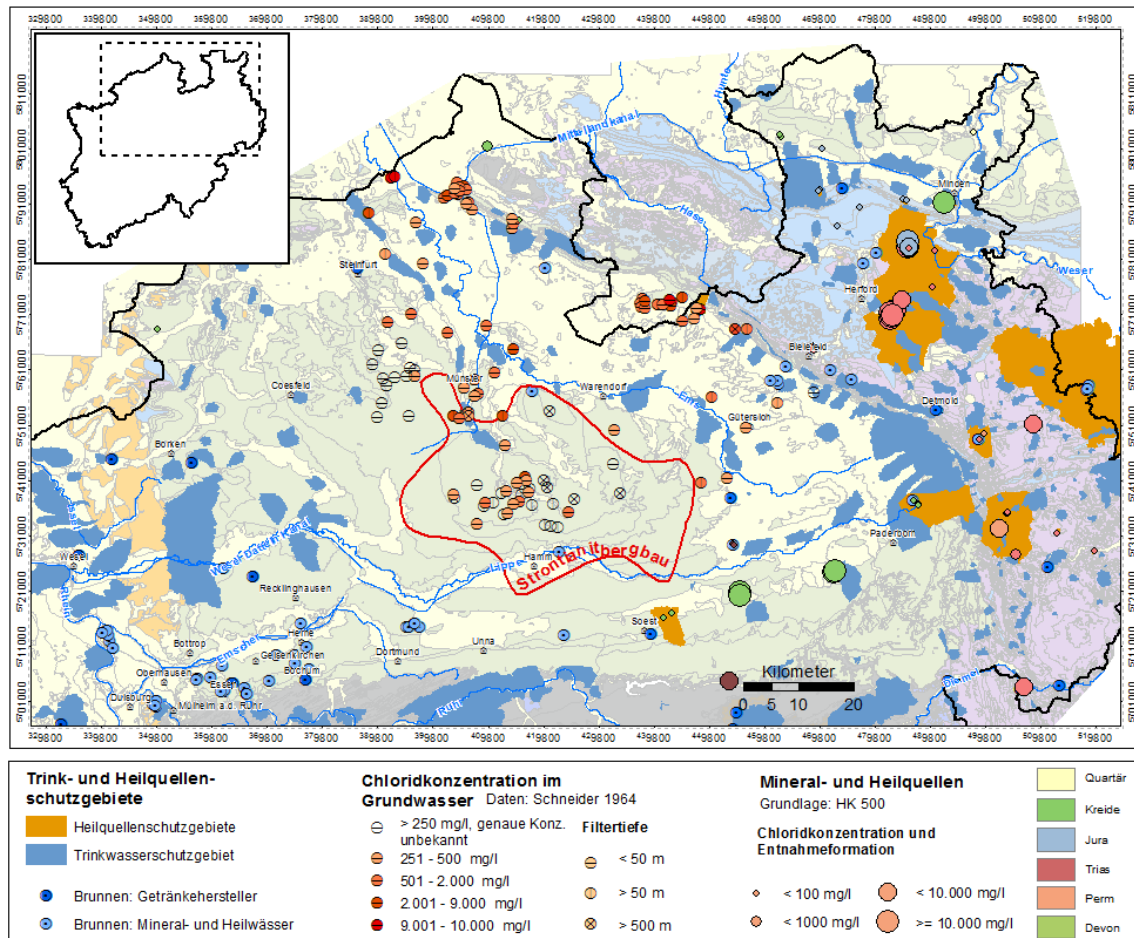


Abb. 5.7 Balneologisch genutzte Mineral- und Heilquellen, Trink- und Heilquellenschutzgebiete, Mineral- und Heilwasserbrunnen sowie Chloridkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser im Münsterland und den umgebenden Gebieten (Daten aus Schneider 1964, Bohrdatenbank GD NRW und Sauter et al. (2012))

Herkunft der chloridhaltigen Wässer und Solen im Münsterländer Becken

Die Herkunft der chloridreichen Wässer im Emscher Mergel (in der Auflockerungszone und auch darunter) ist für Einschätzung der Durchlässigkeit potenzieller Aufstiegswege im Rahmen der Risikoanalyse wichtig, da sie Hinweise auf Aufstiegswege und Potenzialverteilungen im Emscher Mergel geben kann. Diese Frage ist bislang nicht eindeutig beantwortet.

Nach Kötter (zitiert in Schneider 1964, S. 197f) sind die hohen Chloridkonzentrationen im anstehenden oder nur geringmächtig überdeckten Emscher Mergel auf tiefe, bis ins Karbon reichende, Störungen

zurückzuführen. Allerdings sind keine tief reichenden Störungen im zentralen Münsterland mit Soleaufstiegen bekannt (2. Fachgespräch GD NRW 23.03.2012).

In der Literatur wird davon ausgegangen, dass die Sole im tiefen Becken (Cenoman/Turon Kalke, Oberkarbon) schon sehr lange in den Sedimenten vorhanden ist (Struckmeier 1990, Michel 1983, Wedewardt 1995). Möglicherweise bereits seit der Entstehung der Kalke (vor ca. 130 Mio. Jahren), mindestens aber seit dem Alttertiär (ca. 20 Mio. Jahren). Die Herkunft der gegenüber dem Meerwasser deutlich aufgesalzene Sole wird auf eine langsame Solezuwanderung aus den nordwestlich gelegenen Salzlagerstätten zurückgeführt.

Auch für den Emscher Mergel wird eine Herkunft der chloridhaltigen Wässer unterhalb der Auflockerungszone noch aus der Ablagerungszeit für möglich gehalten (bis in Höhe der Meerwasserkonzentration), da chloridhaltige Wässer flächig mit zunehmender Tiefe angetroffen werden. Diese Aufstiege höher mineralisierten Grundwassers können durch die oben genannten, flächig verbreiteten Grundwasserentnahmen ausgelöst und verstärkt werden.

5.2.2.3 Randliche Sandschüttungen

Aus den Landmassen im Süden und Südwesten und aufgrund langsamer Hebungen im Santon wurden in der Kreidezeit immer wieder Sande in das flache Kreidemeer geschüttet. Dies geschah im Wesentlichen in vier Phasen (Abb. 5.4). Die regionale Verbreitung der Sandschüttungen ist in Abbildung 5.5 dargestellt.

Die Bedeutung der kretazischen Sandschüttungen für das oberflächennahe Grundwasserfließsystem besteht darin, dass es sich um Schichtglieder handelt, die häufig eine höhere Durchlässigkeit als der unterlagernde und sich nördlich anschließende Emscher Mergel haben (eine Ausnahme bildet der tonig-schluffige Essen Grünsand mit einer ebenfalls geringen Durchlässigkeit). Eine hohe Durchlässigkeit weisen insbesondere die Haltern Sande auf, die auf einer Fläche von ca. 770 km² mit einer Mächtigkeit zwischen 150 und 300 m ein Grundwasservorkommen von überregionaler Bedeutung sind. Sie bilden oberhalb des Bottrop und Emscher Mergel ein eigenständiges Grundwasserfließsystem, das auch durch den teilweise unterlagernden Bergbau nicht erkennbar beeinflusst wird.

5.2.2.4 Tertiär (Westrand des Münsterländer Becken)

Am Westrand des Münsterländer Becken werden die Kreideschichten u.a. durch die tertiären Lintford und Ratingen Schichten (u.a. mit Ratingen Ton) aus dem Pliozän abgedeckt (Abb. 5.5).

Die Geländehöhen an den hier liegenden Vorflutern Bocholter Aa, der Vechte und der Lippe liegen nur noch zwischen ca. 25 und 35 m NHN. Damit wären zwischen den höher liegenden Grundwasserneubildungsgebieten wie dem Teutoburger Wald oder dem Haarstrang und dem westlichen Bereich des Münsterlandes die Druckverhältnisse gegeben, dass es zu Quellaustritten und/oder Soleaufstiegen kommen könnte. Die tertiären Schichten haben eine Mächtigkeit bis zu 100 Meter (Geol. Karte Blatt Recklinghausen C 4306) und verhindern aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit, dass es zu Wasseraustritten aus dem Münsterländer Becken nach Westen kommt.

In den tertiären Schichten (Walsum Meeressande) liegen Mineralbrunnen (z.B. in der Rheinaue bei Walsum (Firma Rheinfels)). Diese reichen nicht bis in das tiefe Solesystem. Dieser Bereich gehört allerdings schon zum Geosystem des Nördlichen Niederrheins.

5.2.2.5 Quartäre Grundwasserleiter

Eingebettet in die Grundwassergeringleiter der Kreide sind eine Reihe quartärer, hoch durchlässiger Grundwasservorkommen. Die wichtigsten sind die Terrassensedimente von Lippe und Ems sowie der Münsterländer Kiessandzug.

Der Münsterländer Kiessandzug erstreckt sich über ca. 80 km von Rheine im Nordwesten über Münster bis zum Nordrand der Beckumer Berge im Südosten (Abb. 5.5). Er besteht aus glazigenen Sanden und Kiesen, die bei einer Breite von 1-2 km eine Mächtigkeit von bis zu 35 m aufweisen. Im Saale-Glazial lagerten an der Eisbasis fließende Schmelzwässer das Sediment in subglazialen Rinnen als Os-Ablagerung ab. Im weiteren Verlauf der Vereisungsphase entstand aus dem Gletschertunnel eine nach oben offene Gletscherrinne, verfüllt mit sandigen Kame-Ablagerungen (Erläuterungen Blatt Münster C 4310). Der Münsterländer Kiessandzug stellt einen der wichtigsten Porengrundwasserleiter des Münsterländer Beckens dar. Aus ihm entnehmen im Raum Münster u.a. die Wassergewinnungen Hohe Ward, Hiltrup, Vennheideweg und Geist Grundwasser zur Trinkwassergewinnung (Geologie im Münsterland, GLA 1995).

5.2.2.6 Tektonik

Über permeable Störungsbahnen können bei entsprechenden Potenzialdifferenzen Gase und Fluide aufsteigen. Dies gilt insbesondere für Störungen, die aus dem Grundgebirge durch das Deckgebirge verlaufen und bis an die Oberfläche reichen. Deshalb ist für die Bewertung von Aufstiegspfaden das Wissen über die Störungssysteme wichtig.

Im Münsterländer Becken kann zwischen der tiefen Tektonik des Grundgebirges und der flachen Tektonik des Deckgebirges unterschieden werden. Die variszische Gebirgsbildung mit der Auffaltung des Grundgebirges erfolgte vor ca. 280 Millionen Jahren. Die meisten Störungen im Grundgebirge entstanden jedoch erst postvariszisch – z.B. durch Aktivierung während der alpidischen Orogenese – in der Zeit zwischen Perm und Kreide (2. Fachgespräch GD NRW 23.03.2012).

Das Grundgebirge am Südrand des Münsterländer Beckens wurde im Rahmen der Abschätzung der Steinkohlenvorräte (Kohlevorratsberechnung) näher erkundet. Hier liegen umfangreiche Informationen über den tektonischen Bau vor, die im Rahmen des Gutachtens nicht ausgewertet wurden (z.B. Wrede 1992, Drozdowski & Wrede 1994, Wrede 2010).

Zum Beckeninneren sind bislang nur sehr wenige Informationen bekannt, da sich die Störungen weniger durch die durchgeführten Bohrungen als durch hochauflösende Seismik, die noch nicht in großem Stil durchgeführt wurde, erkennen lassen. So zeigt die Abbildung 5.8 große Bereiche im zentralen Münsterland (farblich in weiß gekennzeichnet), wo wenig über Störungen bekannt ist.

Die Störungstektonik ist durch folgende Punkte gekennzeichnet:

- Die Faltung des Grundgebirges läuft nach Norden hin aus und nimmt nach Süden hin mit nach Süden einfallenden Auf- und Überschiebungen (Einengungstektonik) und vielen Querstörungen zu. Es gibt eine ungefähr gleiche Anzahl von nord- und süd-fallenden Aufschiebungen.
- In der Regel sind stark gefaltete Bereiche weniger gestört als ungefaltete Bereiche. Von daher sind auch im weniger gefalteten Beckeninneren Störungen zu erwarten.
- Es gibt nur wenige nachgewiesene Störungen, die sich aus dem Grundgebirge in das Deckgebirge bis zur Geländeoberfläche fortsetzen, auch wenn die genaue Lage an der Geländeoberfläche nicht überall bekannt ist. Diese bekannten Störungen liegen am Südrand des Münsterländer Beckens, in den im Zuge der Steinkohlengewinnung erkundeten Bereich (z.B. Drevenacker Störung im Raum zwischen Bottrop und Dorsten). Eine dieser durchgreifende Störung außerhalb der Bergbauzone liegt im Alme Tal.
- Es gibt wesentlich mehr große Störungen aus dem Grundgebirge, die sich nachweislich nicht ins Deckgebirge fortsetzen als Störungen die aus dem Grundgebirge durch das Deckgebirge durchschlagen (s. Profile auf der geologischen Karten,

z.B. Blatt Recklinghausen C 4306, Blatt Dortmund C 4710: Fliericher Sprung mit ca. 400 Meter Sprunghöhe, Königsborner Sprung).

- Es gibt eine Reihe von Störungen im Deckgebirge, die wurzellos nach unten enden (Dölling & Juch 2009).

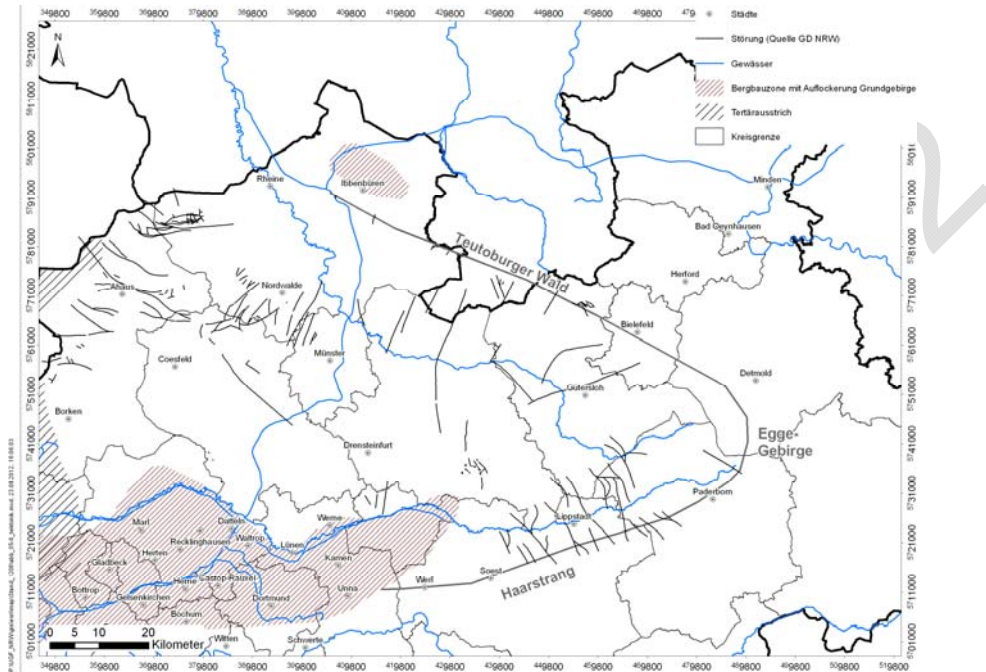


Abb. 5.8: Bekannte tektonische Elemente im Münsterländer Becken ohne Zuordnung zu Störungen im Grund- oder Deckgebirge außerhalb der Bergbauzonen (Datengrundlage: GD NRW)

Über die Durchlässigkeit dieser Störungen liegen den Gutachtern keine Untersuchungen vor.

Gegen durchgehende, durchlässige Störungen im zentralen Münsterländer Becken spricht das Fehlen von natürlichen artesischen Soleaufstiegen (2. Fachgespräch GD NRW 23.03.2012). Allerdings kann dies auch mit einer fehlenden, aufsteigenden Potenzialdifferenz zusammenhängen (die wiederum ein Hinweis auf eine geringe Durchlässigkeit der Cenoman/Turon Kalke wäre). Für eine Durchlässigkeit können die teils erhöhten Chloridkonzentrationen in der Auflockerungszone des Emscher Mergel sprechen, für die aber auch andere Erklärungsmodelle diskutiert werden (siehe Abschn. 5.2.2.2).

Die Durchlässigkeit einer Störung kann abschnittsweise unterschiedlich sein. So wurde beim Durchhörtern der Sandgewand, einer großen Störung im Kohlenrevier bei Aachen, in den 20er Jahren ein großer Wassereinbruch registriert, der fast zur Aufgabe des Bergwerks führte. Bei einer Durchörterung in den 80er Jahren an einer anderen Stelle derselben Störung wurde keine Wasserführung festgestellt.

Im Ruhrkarbon gibt es Erfahrungen, dass auch sehr große Störungen geringdurchlässig sind: z.B. der Fliericher Sprung zwischen der Witterener und der Bochumer Hauptmulde. Dort besteht zwischen dem Bergwerk Ost und der Zeche Königsborn 4 ein Potenzialunterschied von > 1.000 Metern.

Vielfach haben Störungen eine gegenüber dem umgebenden Gebirge verringerte Durchlässigkeit, da es durch die Bewegung zum Verschmieren von Tonen, Mylonitbildung, gekommen ist, die die Durchlässigkeit deutlich herabsetzen (Wallbraun 1992).

Für durchlässige Störungen wird in der Regel eine Erhöhung der Durchlässigkeit um 1 bis 2 Zehnerpotenzen angenommen (mündl. Mittlg. Prof. Dr. König). Gemäß dieser Angabe würde das für Störungen im Emscher Mergel Durchlässigkeiten von ca. 10^{-7} m/s bedeuten.

Häufig sind Störungen infolge einer Dehnungs- und Zerrungstektonik (tektonische Gräben, Abschiebungen) durchlässiger als Störungen die infolge einer Einengungstektonik (Blattverschiebungen, Aufschiebungen) entstanden sind.

In Sauter et al. (2012) wurde die Ausbreitung von Gasen und Fluiden entlang von Störungen weitergehend analysiert (und modelliert) als dies ohne Modelle - wie im vorliegenden Gutachten - möglich ist. Dabei wurde in einer worst case Annahme für eine durchgehend durchlässige Störung eine Durchlässigkeit von 1×10^{-4} m/s angenommen.

Daten- und Kenntnisdefizite zum geologisch/tektonischen Bau und der Bedeutung von Störungen:

- Wo liegen tiefgreifenden und sonstigen bedeutsame Störungen aus dem Grundgebirge bis zur Geländeoberfläche und wo verlaufen diese an der Geländeoberfläche?
- Gibt es an den Störungen bereits im Ist-Zustand Gas- und Fluidaufstiege?
- Wenn es Gasaufstiege gibt: Ist das Gas thermogenen oder biogenen Ursprungs?

Behebung der Daten- und Kenntnisdefizite:

- Auswertung der vorhandenen Daten (Karte der Karbonoberfläche, hochauflösende Seismik, Bohrungen, etc.) zur Lage und Ausdehnung der Störungen
- Auswertung der vorhandenen Unterlagen und Analysedaten sowie ggf. zusätzliche Geländeuntersuchungen zur Frage der Permeabilitäten und Aufstiege von Gasen und Fluiden

- Aufbau und Fortschreibung eines Geotektonischen Atlas in 3 D (GTA3D) wie z.B. in Niedersachsen und Schleswig Holstein
- Abschätzung der Bedeutungsrelevanz für die unkonventionelle Erdgasgewinnung (z.B. Schutzabstände von relevanten Störungen)
- Felduntersuchungen an den bekannten Störungen
- Modellrechnungen über die Bedeutung der Störungssysteme
- Seismische Erkundung in geplanten Fördergebieten

5.2.3 Systemanalyse Münsterländer Becken

Die hydrogeologischen Einheiten mit ihren Eigenschaften und in ihrer Verbreitung wurden in Abschnitt 5.2.2 beschrieben. In der Systemanalyse wird betrachtet, über welche hydraulischen Verbindungen es im Ist-Zustand und bei Eingriffen zu Grundwasserfließbewegungen kommen kann. Hierzu wurde das Münsterländer Becken in drei Geosysteme unterteilt, die sich aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse unterscheiden und in denen Kohleflözgas gewonnen werden soll:

1. Geosystem zentrales Münsterland: Tiefes Solesystem unter dem Emscher Mergel
2. Geosystem randliches Münsterland: **Ohne** Beeinflussung durch den tiefen Steinkohlenbergbau. Quellbereiche im Süden, Osten und Norden des Münsterländer Beckens bis zur Salz-/Süßwassergrenze im Beckeninneren. Nach geologisch/tektonischen Kriterien ist die Zone in einen südlichen (Haarstrang) und einen nördlichen Teil (Teutoburger Wald) unterteilt.
3. Bergbauzone: Beeinflussung der Grundwasserfließverhältnisse durch den tiefen Bergbau. Die Bergbauzone ist kein Geosystem im Sinne dieses Gutachtens wie das zentrale und das randliche Münsterland, da hier keine Erkundung und Gewinnung von unkonventionellen Erdgasvorkommen geplant ist. Sie hat aber möglicherweise hydraulischen Einfluss auf die beiden Geosysteme und wird deswegen wie ein Geosystem beschrieben.

Die Abbildung 5.9 zeigt einen Überblick über die Lage der drei Geosysteme im Münsterländer Becken und der Umgebung.

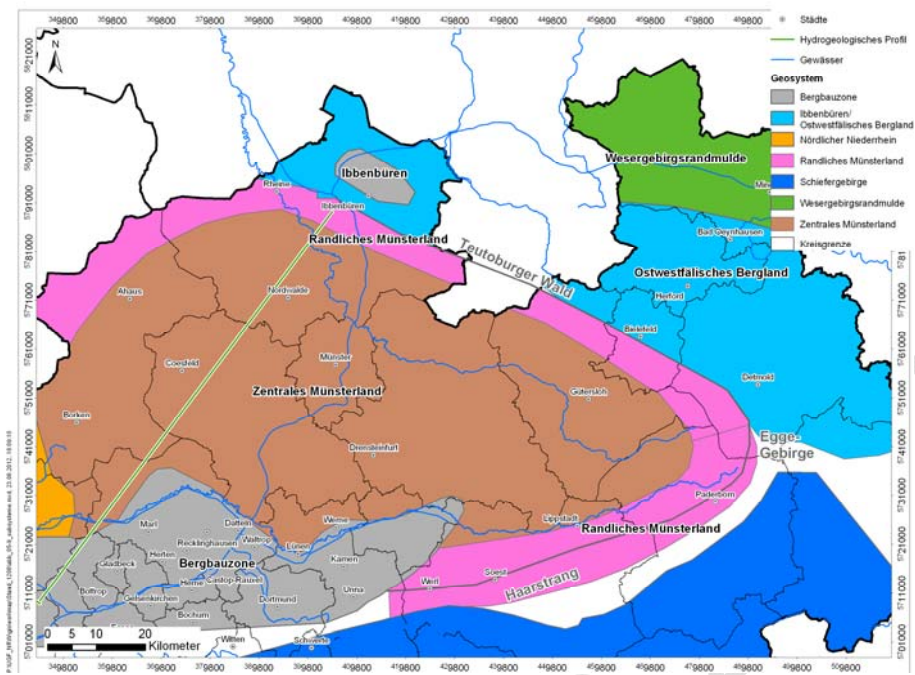


Abb. 5.9: Lage der Geosysteme im Münsterländer Becken und des hydrogeologischen Schnittes in Abbildung 5.10

5.2.3.1 Geosystem zentrales Münsterland (Kohleflözgas)

Die Abbildung 5.10 zeigt ein NO - SW Profil durch das Münsterländer Becken mit den wichtigsten Schichteinheiten und dem durch den Bergbau entwässerten Bereich (Bergbauzone). Die Störungen im zentralen Beckenbereich sind hypothetisch und nicht belegt.

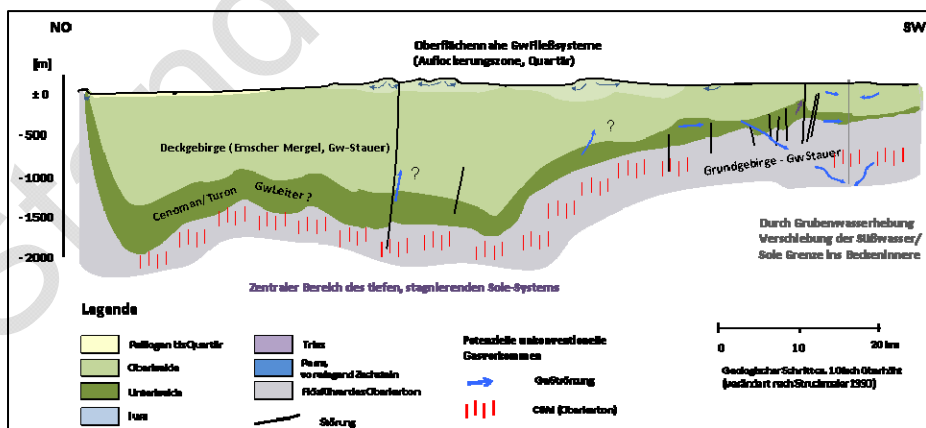


Abb. 5.10: Hydrogeologischer NO-SW Schnitt durch das Münsterländer Becken mit den Geosystem Zentrales Münsterland und randliches Münsterland (verändert nach Struckmeier 1990)

Im Geosystem zentrales Münsterländer Becken gibt es drei Besonderheiten, die Auswirkungen auf die Risikobewertung haben können:

- Durchlässigkeit der tiefen Cenoman/Turon Kalke
- Strontianit Bergbau
- Bohrungen auf Steinkohlen

Durchlässigkeit der tiefen Cenoman/Turon Kalke

Die oberflächennah liegenden Cenoman/Turon Kalke sind teilweise hoch verkarstet (s. Geosystem randliches Münsterland). Inwieweit auch eine Verkarstung im Geosystem zentrales Münsterland, in dem mit Sole gefüllten Bereich der tiefen Cenoman/Turon Kalke erfolgte, ist unklar. Grundsätzlich können auch in Solen Verkarstungsprozesse ablaufen. Dies setzt die Zufuhr von CO₂ voraus. Diese kann über eine fortlaufende Zufuhr von Grundwasser, das mit CO₂-Quellen wie die belebte Bodenzone in Verbindung steht, erfolgen.

In den bisher tiefsten gemessenen Solen in Bergwerken (1.450 m unter Gelände, Wedewardt 1995) wurde bislang keine aggressive Kohlensäure gemessen, die für eine Verkarstung erforderlich wäre. Allerdings werden durch CO₂-Aufstiege aus dem Grundgebirge durchaus lokale Verkarstungen für möglich gehalten und es gibt auch entsprechende Hinweise auf Hohlräume. So werden im Bereich des Lippstädter Gewölbes auch erhöhte CO₂-Gehalte im Grundwasser registriert (2. Fachgespräche GD NRW 23.03.2012).

Aus einigen Bohrungen im Raum Münster, Ascheberg, Herbern und Drensteinfurt erfolgte aus Hohlräumen aus den Plänerkalken (Unterer Cenoman, Abb. 5.4) aus Tiefen zwischen 830 und 950 Metern heftige, mehrtägige Gasausbrüche, die z.T. durch ca. 10 %-ige Soleaufstiege begleitet waren (Wegner, 1924). Zumindest in einem Fall (Bohrung Dora IV bei Herbern) wird seit ca. 100 Jahren Gas gefördert.

Einzelne isolierte Hohlräume, die z.B. auch durch tektonische Vorgänge (Störungsbrekkzien) entstehen können, haben jedoch noch keine regionale Auswirkung. Für eine deutliche, großräumige Verkarstung und gleichzeitig für die Ausbildung eines weitreichenden, horizontalen, durchlässigen Grundwasserleiters im zentralen Münsterländer Becken (gemäß Abb. 5.1 $> 10^{-6}$ m/s) gibt es nach derzeitigem Kenntnisstand keine Hinweise. Solche Hinweise wären:

- Auftreten von Methan in den randlichen Süßwasserquellen.
- Aufsteigende Potenzialdifferenzen (und damit artesische Wasseraustritte) bei Steinkohlebohrungen im zentralen Münsterland.
- Langfristige Aussüßung der Sole im tiefen Münsterländer Becken.
- Größere Quellen in den tiefliegenden, nordwestlichen Ausstrichsbereichen der Cenoman/Turon Kalke

In Sauter et al. (2012) wird für die tiefen Cenoman/Turon Kalke eine horizontale Durchlässigkeit von 5×10^{-7} m/s und eine vertikale Durchlässigkeit von 1×10^{-9} m/s angenommen. Dies entspricht gemäß der Abbildung 5.1 einem Grundwassergeringleiter.

Neben einer ausreichenden Durchlässigkeit ist eine ausreichende Potentialdifferenz erforderlich, damit es zu einer aufwärtsgerichteten Strömung von Gas und/oder Wasser kommt. Rein rechnerisch besteht diese Potenzialdifferenz entlang eines Nord-Süd-Schnittes zwischen den Rändern und dem Zentrum des Münsterländer Beckens:

- Grundwasseroberfläche Teutoburger Wald: ca. m + 220 NHN
- Grundwasseroberfläche Paderborner Hochfläche: ca. 220 m + NHN
- Quelllinien, Paderquellen: ca. 110 m + NHN
- Beckeninnere: Münster: ca. 60 - 70 m + NHN
- Westlicher Beckenrand: ca. 30 - 50 m + NHN

Hieraus ergibt sich ein rechnerisches Potenzialgefälle zwischen dem Teutoburger Wald und den Paderquellen entlang der Cenoman/Turon Kalke von ca. $4,4 \times 10^{-4}$ (Sauter et al. 2012).

Zum nordwestlichen Beckenrand würde sich ein noch größeres Gefälle ergeben. Allerdings zeigt das Fehlen von größeren (Karst)quellen am Westrand, dass dieser Bereich keine Vorflutfunktion für das hydrogeologische System des Münsterländer Becken oder zumindest für Teilbereiche hat (siehe auch Abschn. 5.2.3.2).

Für alle drei Einheiten (Oberkarbon, Cenoman/Turon Kalke, tiefe Bereiche des Emscher Mergel) wird eine Füllung der Klüfte und Poren mit einer hoch salinaren Sole angenommen. An der Oberfläche liegen vielfach oberflächennahe Süßwassersysteme wie die Münsterländer Kiessandrinne, die mit dem tiefen Solesystem nicht in Kontakt stehen.

Natürliche Solewasseraufstiege im **zentralen** Münsterland sind nicht bekannt.

Normalerweise erfolgt in vergleichbaren geologischen Beckenstrukturen (Pariser Becken, Londoner Becken, Böhmisches Becken, Becken von Lodz; in Struckmeier 1990) über die großräumigen Grundwasserfließsysteme eine Aussüßung im Laufe der Jahrtausenden. Es wird deshalb von vielen Autoren vermutet, dass das tiefe Solesystem im Münsterland am oberflächennahen Wasserkreislauf nur sehr eingeschränkt teilnimmt. Dies wäre eine Begründung dafür, dass es in den letzten 20 Millionen Jahren zu keiner Aussüßung des Solesystems kam. Struckmeier (1990) und andere Autoren (z.B. Michel 1983) führen dies auf den mächtigen und geringdurchlässigen „Deckel“ aus Emscher Mergel im zentralen Bereich und die randlichen tertiären Schichten im Westen, die ebenfalls abdichtend wirken, zurück.

Den Cenoman/Turon Kalken wurde bei Sauter et al. (2012) eine Durchlässigkeit von 5×10^{-7} m/s zugeordnet. Für den Emscher Mergel unterhalb der Auflockerungszone wird eine Durchlässigkeit zwischen 10^{-9} und 10^{-12} m/s (Stemke & Wohnlich 2012) angesetzt. Die Durchlässigkeit der Sandsteinlagen im unverritzten Oberkarbon wird mit 10^{-6} bis 3×10^{-8} m/s und die der dazwischen liegenden Ton- und Siltsteinen mit 10^{-8} bis 10^{-9} m/s angesetzt (siehe Tab. 5.1). Gemäß der Einordnung in Abbildung 5.1 handelt es sich in fast allen Fällen um Grundwassergeringleiter (äußerst geringe bis sehr geringe Durchlässigkeit), zwischen denen allerdings doch noch erhebliche Durchlässigkeitsunterschiede bestehen (bis zu Faktor 1.000.000). Ob es hier zu Fließbewegungen kommt, hängt in erster Linie von den Potenzialdifferenzen ab, die den „Motor“ für Grundwasserfließsysteme darstellen.

Genauere (halb)quantitative Abschätzungen und regionale Aussagen erfordern bessere Grundlagendaten, vor allem Potenzialdifferenzen, und numerische Modelle. Die Unsicherheiten in der Bestimmung der Durchlässigkeiten können über Sensitivitätsanalysen eingeordnet werden.

Daten- und Kenntnisdefizite zur Bedeutung der Cenoman/Turon Kalke und der tiefen Grundwasserfließverhältnisse

- Ausbildung und vertikale und horizontale Durchlässigkeiten der Cenoman/Turon Kalke,
- vertikale und horizontale (mit Focus auf geklüfteten Sandsteine wie z.B. in den Witten Schichten) Durchlässigkeiten im flözführenden Oberkarbon,
- Druckpotenziale in den Cenoman/Turon Kalke und dem flözführenden Oberkarbon,

- Wassergehalte und hydrochemische Beschaffenheit der tiefen Solen in den Cenoman/Turon Kalken und im flözführenden Oberkarbon,
- Veränderung der Salzwasser – Süßwassergrenze rund um das Münsterländer Becken seit Beginn der Grundwasser- und Soilentnahmen.

Behebung der Daten- und Kenntnisdefizite

- Auswertungen der tiefen Bohrungen mit Eigentumsvorbehalt (www.bohrungen.nrw.de und <http://www.infogeo.de/home/bohrpunkte>). Die Daten stehen dem Land NRW (GD NRW/Bergbehörden), aber nicht externen Gutachtern zur Verfügung.
- Durchführung hydraulischer Versuche und hydrogeologische Untersuchungen in tiefen Bohrungen zur Ermittlung von Durchlässigkeiten, Potenzialen, Grundwasserbeschaffenheit (nach unserem Kenntnisstand existieren allerdings keine tiefen Bohrungen mehr, in denen solche Versuche durchgeführt werden könnten).
- Numerische Modellierungen (Regional- und Standortmodelle s. Kap. 11) mit Sensitivitätsanalysen: Auswirkungen verschiedener Verkarstungsgrade (Durchlässigkeiten) und hydraulischer Verbindungen wie Störungen und Altbohrungen auf das tiefe Solesystem und die randlichen Quellsysteme.
- Hydrochemische Modellrechnungen zur Verkarstung zur Abschätzung realistischer Verkarstungsgrade (und damit der Durchlässigkeiten).

Strontianitbergbau und Methanaufstiege

Strontianit ist ein karbonatisches Mineral (SrCO_3), das im 19. und 20. Jahrhundert im Münsterland abgebaut wurde. Die Lage des Strontianit-Bergbaugebiets ist in Abbildung 5.7 umrissen. Strontianit wurde in der Industrie zur Erhöhung der Ausbeute bei der Zuckerherstellung verwendet. Die Strontianit-Vorkommen sind in der Regel an steil stehende Gänge in den Kreideschichten zu finden. Die Gänge hatten eine Breite von 0,3 bis 2,5 m und hielten bis zu 8 km aus. Die Gänge orientieren sich an dem in der Kreide vorherrschenden tektonischen Richtungen (Dölling & Juch 2009).

Der Abbau erfolgte zwischen 1834 und 1945 vorwiegend oberflächennah in Schächten bis 50 m Tiefe (maximal > 100 m). Es wurden ca. 100.000 Tonnen abgebaut; die Grubengebäude sind heute meistens

verstürzt oder verfüllt. Aus einigen Gruben bei Ascheberg/Drensteinfurt wird Trinkwasser gewonnen (Erläuterung Blatt Münster C 4310, S. 29)².

Strontianit ist häufig mit Karbonaten vergesellschaftet. Die Entstehung wurde früher im Zusammenhang mit post Campanen einer nach variszischen (tertiären?) Aufheizung im tiefen Untergrund gesehen, bei der hydrothermale Lösungen aufgestiegen sein sollen. Bei dieser Aufheizung soll sich auch das heutige Flözgas gebildet haben (DMT 2008, Kunz 1999).

Eine andere Erklärung geben Dölling & Juch (2009). Hiernach wurden die Strontianitgänge über dem Campan durch Lateralsekretion aus dem strontianitreichen umgebenden Gestein gebildet. Die Bildung erfolgte kurz nach der Ablagerung der Campanschichten, der Bildungsmechanismus ist allerdings noch nicht genau verstanden. Die Schichten des Campan enthalten bis zu 1.600 mg/kg Strontium. Auch in Hausbrunnen, die im Campan und nicht in der Nähe von Strontianitgängen liegen, finden sich regelmäßig hohe Strontiumgehalte. Eine Aufheizung des Untergrundes, wie sie von DMT (2008) und Kunz (1999) für möglich erachtet wird, ist für diese Genese nicht erforderlich. Darüber hinaus gibt es für diese junge Aufheizung auch keine plausiblen geologischen Belege (2. Fachgespräche GD NRW, 23.03.2012).

Wichtig für die vorliegende Fragestellung ist die Feststellung, dass die Strontianitgänge nicht aus dem Grundgebirge entlang von tiefgreifenden Störungsbahnen aufsteigen (Dölling & Juch 2009) und somit auch keine bevorzugten Wegsamkeiten aus dem Oberkarbon an die Oberflächen darstellen können. Für Gas, das sich bereits im Bereich der Strontianitgänge befindet, können sie jedoch eine Wegsamkeit darstellen. Beim Abbau kam es auch vereinzelt zu Gasausbrüchen. Es ist nicht bekannt, ob das Methan aus der Kreide oder aus dem Oberkarbon stammt.

Zur Frage, ob die Strontianitgänge eine erhöhte Wegsamkeit für Gasanstiege darstellen, hat auch Melchers (2008) Stellung genommen. Zurzeit ist eine weitere Arbeit an der Ruhr-Universität Bochum (Stemke & Wohnlich 2012) in Arbeit. Die wichtigsten Ergebnisse aus Melchers (2008) sind im Folgenden aufgelistet:

- Im Münsterland sind an vielen Stellen Methangehalte im Grundwasser (Grundwassermessstellen und (Haus)brunnen) in der Auflockerungszone bekannt. In manchen Bereichen – auch ohne Bergbaueinfluss - wird in bis zu 30 % der Hausbrunnen

² Weitere Hinweise finden sich unter http://www.lwl.org/westfalen-regional-download/PDF/S156_Strontianit.pdf

Methan festgestellt; der Durchschnitt im Münsterland liegt bei ca. 5 % (mündl. Mitteilung Dr. Meyer, GD NRW). Aus anderen Untersuchungen (2. Fachgespräch GD NRW 23.03.2012) ist auch bekannt, dass die erhöhten Methangehalte mit hoher Leitfähigkeit und einer höheren Mineralisierung (u.a. Fluor, Bor, Strontium, Chlorid) einhergehen.

- Das aufsteigende Gas stammt wahrscheinlich überwiegend aus dem Emscher Mergel selbst (biogenes Erdgas). Es lässt sich vom thermogenen Erdgas (Kohleflözgas) aus dem flözföhrnden Oberkarbon anhand von Isotopenuntersuchungen (biogenes Methan hat einen höheren Gehalt an C¹²) und der Gaszusammensetzung (thermogenes Methan enthält auch Propan und Butan) unterscheiden.

Allerdings wird es auch für möglich gehalten, dass sich thermogenes Erdgas beim Aufstieg durch Tone verändert und es gibt auch biogenes Schiefergas wie in den USA im Antrim und New Albany Shale (King 2011).

- Bei einer erhöhten Durchlässigkeit der Strontianitgänge oder entlang der Strontianitgänge müsste/könnte sich dies auch anhand verstärkter Soleaufstieg bemerkbar machen. Die Abbildung 5.7 zeigt, dass im Raum Drensteinfurt viele Strontianitgänge und erhöhte Chloridgehalte im oberflächennahen Grundwasser auftreten. Für den Bereich westlich und nördlich von Münster trifft dies jedoch nicht zu.

Daten- und Kenntnisdefizite zur Methanproblematik:

- Entstehung, Migration und regionale und zeitliche Verteilung des Methans im Münsterland,
- Korrelation der Methanaufstiege mit besonderen Wegsamkeiten (wie tektonische Strukturen, Strontianitbergbau, Altbohrungen),
- Korrelation der Methangehalte mit erhöhten Chloridgehalten und deren Trends in der Auflockerungszone (Hinweise auf einen Tiefenaufstieg von Sole und/oder Auswirkungen der flächigen Grundwasserentnahmen, z.B. in den ca. 40.000 Hausbrunnen).

Behebung der Daten- und Kenntnisdefizite:

- Auswertung vorhandener Daten (u.a. Analysen in Hausbrunnen und Grundwassermessstellen, historische Gasausbrüche im Münsterland),

- weiterführende örtliche Untersuchungen,
- Aufbau eines Methanmonitorings.

Bohrungen auf Steinkohlen

Im Zuge der Erkundung der Steinkohlevorräte wurden im Münsterländer Becken zahlreiche Bohrungen auf Steinkohlen abgeteuft. Die genaue Zahl ist den Gutachtern nicht bekannt. Unter www.bohrungen.nrw.de kann die Tiefe, die Lage und die erreichte Zielformation der Bohrungen abgerufen werden. Weitere Informationen für die Bohrungen mit Eigentumsvorbehalt stehen dem Land NRW (GD NRW/Bergbehörden) zur Verfügung.

Auf einer Forumsveranstaltung des GD NRW wurden ca. 1.000 Bohrungen genannt (Dr. Wrede, 30.01.2012). Die Bohrungen hatten das Ziel, den geologischen Aufbau bis ins kohleflözführende Oberkarbon zu erkunden. Die räumliche Verteilung ist unterschiedlich. In dem Abbaufeld Donar liegt die Dichte der Bohrungen in der Größenordnung von mehr als 1 Bohrung je km² (siehe Abb. 5.11). In zentralen Bereichen des Münsterlandes sind es nur wenige Bohrungen. Die Bohrungen wurden nach Angaben der BR Arnsberg im Bereich der Deckschichten und oberflächennahen Grundwasserleiter verrohrt. Nach Aufgabe der Bohrungen wurden diese auch verfüllt. Über die Art der Verfüllung, den heutigen Zustand und ob es zu Aufstiegen von Gasen und Formationswässern bei den Bohrungen kam oder heute kommt, liegen den Gutachtern keine Angaben vor.

Inwieweit diese Bohrungen einen Gefährdungspfad darstellen, wird in Kapitel 9 bewertet.

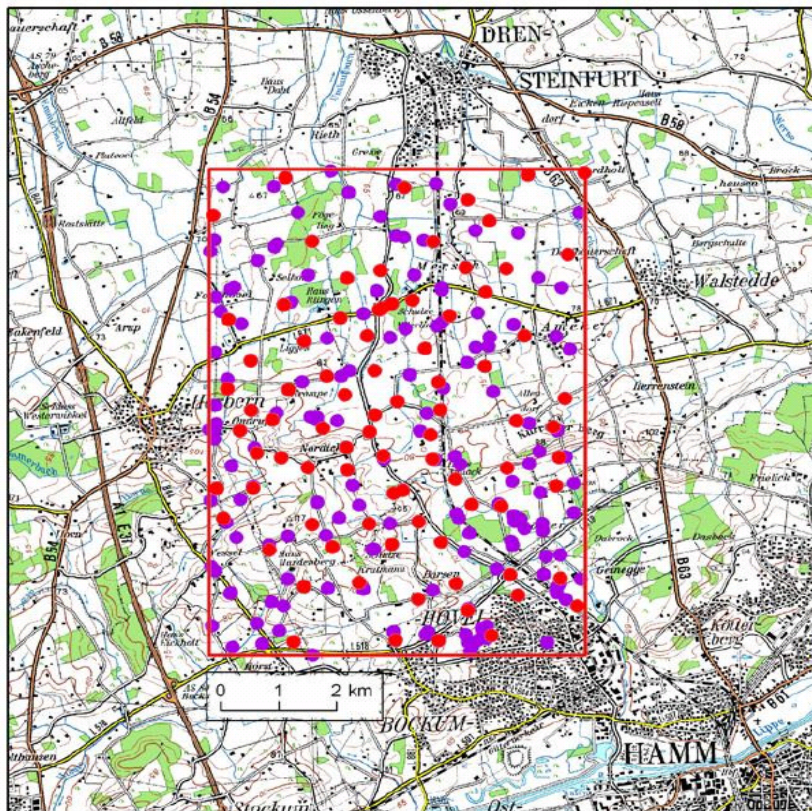


Abb. 5.11: Steinkohlenbohrungen zwischen Hamm und Drensteinfurt im Abbaufeld Donar. Rot: Bohrungen < 1.000 m Tiefe, blau: sonstige Bohrungen (nach Angaben des GD NRW)

Daten- und Kenntnisdefizite zu den Bohrungen

- Darstellung der Lage, Art der Bohrung, Alter, Zielhorizont, durchgeführte Untersuchungen, Art und Tiefe des Ausbaus und der Abdichtung der Bohrungen,
- bisherige Ergebnisse der Bohrungen: Potenzialmessungen, Grundwasseranalysen, Hinweise auf eine Tiefenverkarstung des Turon/Cenoman,
- Klärung der Frage, ob es derzeit ein Monitoring der Bohrungen und Hinweise auf Versagen der Abdichtungen oder sonstige Auffälligkeiten wie Gas- und Fluidaufstiege gibt,.
- In einzelnen Bergbaufeldern (z.B. Donar südl. Drensteinfurt) wurden viele Bohrungen abgeteuft (s. Abb. 5.11). Können hier durch Summenwirkungen entstehen, wenn die Bohrlöcher relevante Aufstiegswege darstellen?

Behebung der Daten- und Kenntnisdefizite:

- Auswertung der vorhandenen Daten aus den bisherigen Bohrungen gemäß der oben genannten Defizite,
- Felduntersuchungen (z.B. Grundwasseruntersuchungen und Gasmonitoring), ob es im Bereich der Altbohrungen zu Gas- und Fluidaufsteigen kommt,
- Modellberechnungen zu Summenwirkungen (z.B. modellhaft für das Feld Donar).

5.2.3.2 Geosystem randliches Münsterland (Kohleflözgas)

Das Geosystem randliches Münsterland wird aufgrund des unterschiedlichen geologisch/tektonischen Baus in einen südlichen Teil mit flacher Lagerung (Haarstrang) und einen nördlichen Teil (Teutoburger Wald), in der die Schichten deutlich steiler gestellt sind unterteilt. Zum nördlichen Teil gehört auch der nordwestliche Bereich um Gronau und Ahaus, wo die Cenoman/Turon Kalke in einem schmalen vielfach tektonisch gestörten Streifen zu Tage treten.

Die hydrogeologische Bedeutung der Randzone ist in beiden Teilbereichen vergleichbar. Da das auf den umgebenden Höhen im Haarstrang und im Teutoburger Wald neugebildete Grundwasser fließt dem zentralen Münsterland zu. Das Grundwasser tritt an den Rändern des Münsterländer Beckens wieder aus, wenn das Verbreitungsgebiet des überlagernden geringdurchlässigen Emscher Mergel und die schwere Sole (Salzwasser) erreicht ist. Im Rahmen großräumiger Betrachtungen ist zu untersuchen, inwieweit Aktivitäten im zentralen Münsterland diese randlichen und für die Trinkwasserversorgung bedeutsamen Grundwasserfließsysteme beeinträchtigen. Die lokalen hydrogeologischen/tektonischen Besonderheiten sind bei weiterführenden Systemanalysen zu berücksichtigen.

Südlicher Teilbereich (Haarstrang)

Im südlichen Teilbereich geschieht das entlang der sogenannten Quellenlinie in vielen Karstquellen wie z.B. den fast 200 Paderquellen.

Im Bereich der Ausstriche an der Geländeoberfläche sind die Cenoman/Turon Kalke deutlich verkarstet. Auf der Paderborner Hochfläche sind viele Verkarstungsphänomene bekannt. Die Verkarstung der Cenoman/Turon Kalke erfolgte wahrscheinlich erst nach Hebung und Rückzug des Kreidemeeres im Tertiär und nach einer Aussüßung des Grundwassers an den Rändern (Michel 1983). Da das neugebildete und hier in Höhlen und Spalten versickernde Grundwasser leichter als die Sole ist, treten die Grundwässer am Südrand des Münsterländer Beckens entlang der sog. Quellenlinie nach einer Fließstrecke von ca.

20 bis 40 km zum größten Teil wieder aus (z.B. an Karstquellen wie den ca. 200 Paderquellen). Ein Teil des neugebildeten Süßwassers fließt nach Struckmeier (1990) aber auch noch unter den „Emscher Mergel“ Deckel und fließt dann „zurück“ auf die Quellenlinie zu (siehe Abb. 5.12). Die schwerere Sole wurde nicht ausgesüßt.

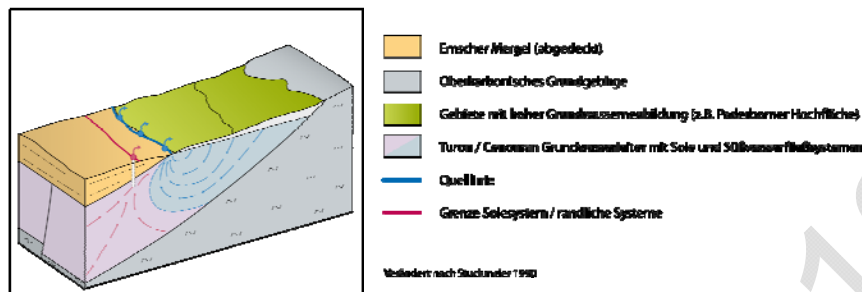


Abb. 5.12: Geosystem randliches Münsterland: Südlicher Teilbereich (verändert nach Struckmeier 1990)

Nördlicher Teilbereich (Teutoburger Wald)

Am Nordrand erfolgt die Grundwasserneubildung in den Cenoman/Turon Kalken und auch über Sandsteine der Unterkreide (z.B. Osning Sandstein), die jedoch nicht so weitflächig sind wie die Paderborner Hochfläche und der Haarstrang und deswegen hier auch eine geringere Wasserumsatz in dem Teilsystem erfolgt.

Die Wasseraustritte erfolgen zum einen in Quellen und zum anderen in Übertritte in oberflächennahe, weitflächige Grundwasserleiter wie z.B. die wasserwirtschaftlich bedeutsamen Sennesande.

Im nordwestlichen Bereich treten die Cenoman/Turon Kalke bei Geländehöhen von ca. 35 + NHN (Rheine) und 55 m + NHN (Ochtrup) aus. Dies sind mit die tiefsten Punkte im hydrogeologischen System des Münsterlandes. Die Kalke sind hier nicht verkarstet, sondern sind als Kluftgrundwasserleiter ausgebildet. Aus den Betriebsdaten der hier fördernden Wasserwerke Ahaus und Stadtlohn und großem Betriebswasserentnahmen der Kalksteinindustrie (Bilker Berg bei Wettringen zwischen Rheine und Ochtrup) lassen sich Durchlässigkeit im Bereich von 10^{-5} m/s ableiten (mündl. Mitteilung Dr. Meyer, GD NRW). Aus Bohrungen ist bekannt, dass das Grundwasser in den Cenoman/Turon Kalken artesisch ist und schnell höhere Salzgehalte aufweist. An den Störungen sind auch Salzwasseraufstiege dokumentiert (bei Ochtrup). Untersuchungen und Auswertungen über Gas (Methan)gehalte und CO_2 Gehalte im Grundwasser, die Rückschlüsse auf die Einzugsgebiete der Quellen und Grundwasserentnahme und die Durchlässigkeit/Verkarstung des Cenoman/Turon erlauben würden, sind den Gutachtern nicht bekannt.

Größere (Karst)quellen, die eine Vorflutfunktion für das hydrogeologische System des Münsterländer Becken oder zumindest für Teilbereiche haben fehlen.

5.2.3.3 Bergbauzone

Unter Bergbauzone wird im Gutachten der Bereich verstanden, in dem es durch den Abbau großräumig zu einer Auflockerung des Grundgebirges kam. Die Abgrenzung ist schwierig, da für viele Altbergwerke den Gutachtern entsprechende Angaben nicht vorlagen. Von der BR Arnsberg, Abt. 6 (Mail vom 02.02.2012) wurden die Nullränder der Senkungsprognosen für den genehmigten Abbau von den Bergwerken der RAG zur Verfügung gestellt, für die eine UVP erfolgte. Im Abaufeld Donar hat kein Abbau stattgefunden. Im Großen und Ganzen kann im Westen die Lippe als Grenze der Bergbauzone nach Norden zum Münsterland hin gelten (Abb. 5.13). Im Osten hat im Kreis Unna (Lünen, Selm, Bergkamen, Werne) und in der Stadt Hamm auch Bergbau nördlich der Lippe stattgefunden sowie weiterhin im Kreis Warendorf (Bergwerk Westfalen in Ahlen) und im Kreis Recklinghausen (Bergwerk Auguste Victoria).

Die Bergbauzone im Ruhrgebiet wird von den Erlaubnisfeldern zur Aufsuchung unkonventioneller Gasvorkommen nur randlich überdeckt und stellt aus verschiedenen Gründen keinen Aufsuchungsbe- reich dar. Dennoch kann es systembedingte Auswirkungen aus der Bergbauzone auf die umgebenden Aufsuchungsfelder und umgekehrt geben.

Die aufgelockerten Bereiche der Grubengebäude sind nach dem Kenntnisstand der Gutachter von einer Erkundung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten ausgenommen, da hier das Gas bereits entwichen bzw. als Grubengas abgesaugt wurde und wird.

Der seit Mitte des 19. Jahrhundert umgehende Steinkohlebergbau ist für die ist für Einschätzung der Durchlässigkeit potenzieller Aufstiegs- pfade im Rahmen der Risikoanalyse von Bedeutung, weil da- durch die Gebirgsdurchlässigkeiten und die hydraulischen Potenziale verändert wurden. Vor allem durch die Veränderungen der Potenziale haben sich umfangreiche Veränderungen der Grundwasserfließver- hältnisse ergeben, die jedoch nach einem Wiederanstieg der Grund- wasserstände auch vielfach reversibel sind.

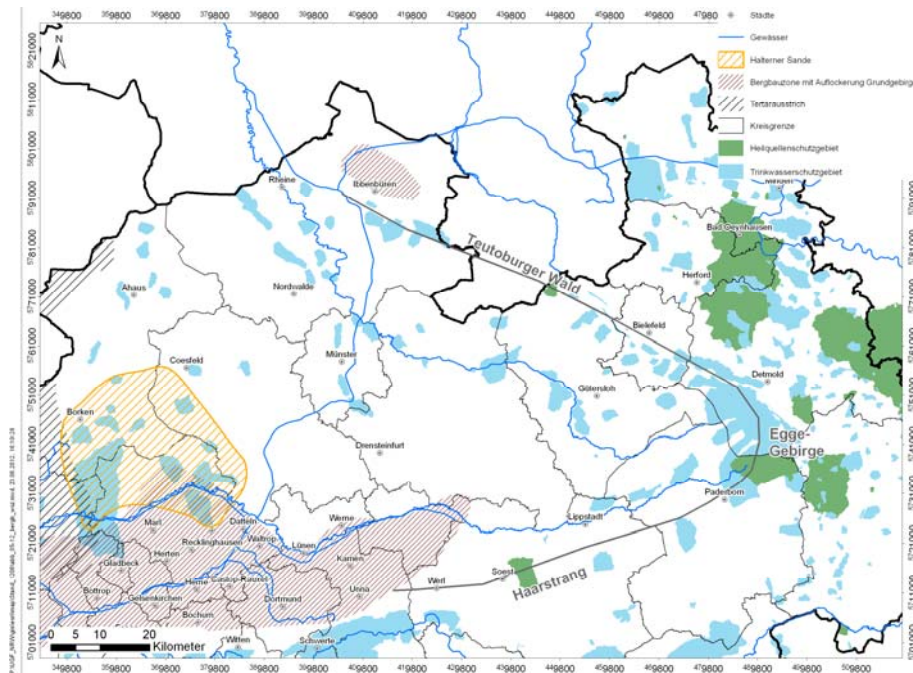


Abb. 5.13: Bergbauzone, Verbreitung der Haltern Sande und Lage der Trinkwasserschutzzonen. Nicht dargestellt sind die zahlreichen sonstigen Trink- und Brauchwassernutzungen.

Innerhalb der Bergbauzone sind zu unterscheiden:

- Ausdehnung des Auflockerungsbereiches des Grundgebirges im Bereich der Grubengebäude. Die Auflockerung reicht nach Jäger et. al. (1990) nur ca. um das drei- bis fünffache der abgebauten Flözmächtigkeit in das Hangende hinein. Dies bedeutet, dass außerhalb der flözführenden Bereiche, also bis zur Geländeoberfläche kein Auflockerungsbereich besteht. Im Idealfall wird außerhalb der Auflockerungszone wieder der ungestörte Porenwasserdruck erreicht.
- Ausdehnung des Absenkungsbereiches, d.h. die Entwässerung des umgebenden Grundgebirges durch den bereits eingestellten und noch aktiven Bergbau bzw. die auf einem niedrigeren Niveau gehaltenen Grubenwasserstände. Der Absenkungsbereich kann auch über die Auflockerungszone hinausgehen, nur sind dort die Fließmengen aufgrund der geringen Gebirgsdurchlässigkeit sehr klein. Ausnahmen sind, wenn gut durchlässige und wasserführende Störungen angetroffen werden.
- Ausdehnung des Einzugsgebietes der Grubengebäude. Das Einzugsgebiet kann über den Absenkungsbereich und den Auflockerungsbereich hinausgehen.

Grubenwassersümpfungen

Viele natürliche Solequellen am Hellweg und auch Solebohrungen für die zahlreichen Bäder waren zu Beginn des Steinkohlenbergbaus artesisch. Durch die jahrzehntelange Sümpfung haben sich die tiefen Grundwasserfließsysteme im Oberkarbon und im südlichen Münsterländer Becken erheblich verändert. Vor allem durch die Nordwanderung des Steinkohlenbergbaus und die damit einhergehende Tiefenentwässerung durch die Grubengebäude wurde der artesische Überdruck im Deckgebirge, und untergeordnet im Grundgebirge, verringert.

Die Grubenwassersümpfungen betragen zum Höhepunkt der Bergbautätigkeit ca. 120 bis 160 Mio. m³/a (Struckmeier 1990). Bei den gehobenen Grubenwässern ist zu berücksichtigen, dass der Anteil des „von oben“ zufließenden Grundwassers zwischen 5 mm/a (unter Emscher Mergelbedeckung) und 223 mm/a am Südrand der Bergbauzone beträgt (DMT 2003, S. 74, Abb. 21). Allerdings zeigen die hohen Chloridkonzentrationen, dass auch das tiefe Solesystem in erheblichem Maße „angezapft“ wurde und wird. Die direkten Entnahmen aus dem Solesystem über Solebohrungen sind demgegenüber untergeordnet. Sie betragen früher ca. 1 Mio. m³/a und lagen 1990 noch bei ca. 0,2 Mio. m³/a (Struckmeier 1990).

Im Jahre 2010 betragen die Entnahmen aus allen 8 Grubenwasserprovinzen der RAG noch ca. 75 Mio. m³/a, wobei nur ein Teil aus dem Münsterländer Becken gefördert wurde (RAG 2011). Die Grubenwasserprovinzen stehen teilweise über wasserwegsame Untertagestrecken in Verbindung, teilweise handelt es sich um unabhängige Systeme erkennbar an deutlich unterschiedlichen Grundwasserständen. Von dem gehobenen Grubenwasser wurden 2011 ca. 25 Mio. m³/a in die Emscher, ca. 3 Mio. m³/a in den Rhein, ca. 15 Mio. m³/a in die Lippe und ca. 32 Mio. m³/a in die Ruhr abgeleitet. Der in die Ruhr eingeleitete Anteil stammt aus den drei zentralen Wasserhaltungen Heinrich, Friedlicher Nachbar und Robert Müser (Wasserhaltungsniveau ca. – 332 m NHN). Im Rahmen der Risikoanalyse in Kapitel 9 wird untersucht, ob es aufgrund der Potenzialdifferenzen zu einem Transportpfad aus Gebieten mit Fracking-Aktivitäten zu den drei zentralen Wasserhaltungen kommen kann, die in die Ruhr entwässern.

Im langjährigen Ergebnis der Grubenwasserentnahmen hat sich die Sole-/Süßwassergrenze in den letzten ca. 150 Jahren der Bergbautätigkeit bis 1990 um ca. 1.500 bis 2.000 Meter in Richtung Beckeninneres verschoben (Struckmeier 1990, siehe Abb. 5.14). Da die Schichten am Südrand flach einfallen, reichen vergleichsweise geringe Entnahmen aus dem Solesystem, um die Grenze zu verschieben. Hierdurch fielen auch viele natürliche und künstliche Solequellen am Südrand des Münsterländer Beckens trocken (z. B. am Hellweg).

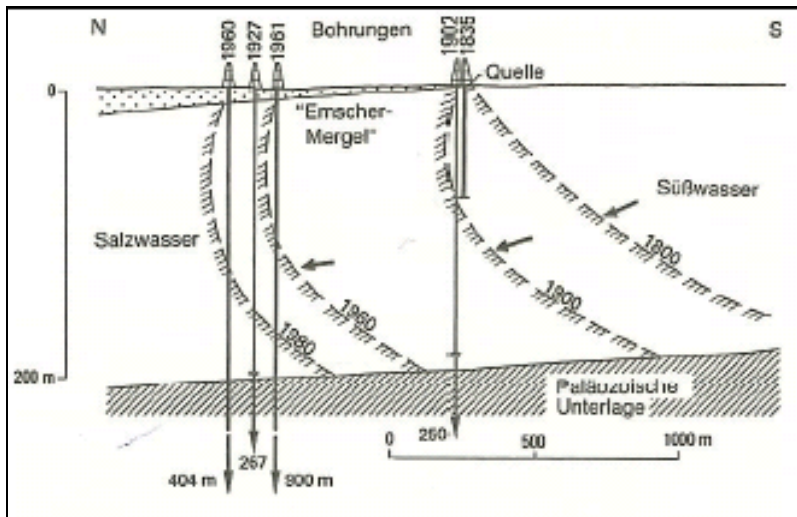


Abb. 5.14: Wanderung der Süßwasser – Salzwassergrenze bei Bad Sassendorf (Struckmeier 1990)

Solange die Grubenentwässerung anhält, kann sich auch die Süßwasser – Salzwassergrenze langsam weiter ins Beckeninnere verschieben. Allerdings verringert sich aufgrund des Anstiegs der Grundwasserstände in den aufgegebenen Bergwerken zunehmend das Gefälle zu den tiefen Solevorkommen und der Anteil der Sole an der Grubenentwässerung nimmt langsam ab.

Da die Sole (außer ggf. in geologischen Zeiträumen) nicht wieder ergänzt wird, wird sich die Süßwasser – Salzwassergrenze nach Beendigung der Grubenentwässerung nicht weiter verschieben.

Bei einer relevanten Entnahme von Solen (z.B. über die langjährige und weit verbreitete Förderung von Formationswässern) und der Existenz von Wegsamkeiten kann sich die Süßwasser – Salzwassergrenze erneut verschieben. Ab welcher Entnahmemenge dies eintritt, kann zurzeit und ohne numerische Modelle nicht quantifiziert werden. Es sei aber darauf hingewiesen, dass die Grubenentwässerung über Jahrzehnte 120 - 160 Mio. m³/a betrug und diese Wassermengen über die Entnahme von Formationswässern auf keinen Fall erreichbar sind.

Heutige und zukünftige hydraulische Randbedingungen für die Risikobewertung

Für die heutige und langfristige Risikobewertung in Kapitel 9 ist es erforderlich, die heutigen und zukünftigen hydraulischen Randbedingungen zu unterscheiden. Nach heutigem Kenntnisstand sind drei grundsätzlich unterschiedliche Szenarien möglich. Zwischen den einzelnen Szenarien kann es mehrere Zwischenschritte und lokale Varianten geben.

Szenario A: Ist Zustand

Im Jahr 2010 waren die Grubenwasserstände in den einzelnen Wasserprovinzen sehr unterschiedlich und lagen zwischen 250 m u. GOK (z.B. Zeche Königsborn) und ca. 900 bis 950 m u. GOK in den aktiven bzw. bis vor kurzem noch aktiven Bergwerken (u.a. BW Ost, Zeche Zollverein, BW Lippe). Dies sind derzeit die niedrigsten Potenziale im gesamten Grundwasserfließsystem. Aus dem Grundwassereinzugsgebiet der Grubengebäude strömt das Wasser dem tiefsten Punkt im Bergwerk zu (zur Definition und Reichweite des Absenkungsbereich s. oben).

Bei den standortbezogenen Risikobewertungen ist zu betrachten, ob es im Grundwassereinzugsgebiet der Grubengebäude Fracking-Aktivitäten geben soll und ob diese Fracking-Aktivitäten dann topografisch hoch genug liegen und wie das hydraulische Potenzial ist, damit es noch ein hydraulisches Gefälle auf das Grubengebäude hin gibt, über das dann Formationswasser vermischt mit Frack-Fluiden abströmen kann.

Szenario B: Dauerhaft abgesenkte Grundwasserstände auf einem niedrigeren Niveau

Nach der geplanten Beendigung des Bergbaus im Jahre 2018 im Ruhr-Revier ist in den Bergwerken ein unterschiedlich hoher Wasseranstieg geplant. Der Anstieg erfolgt sehr rasch; so sind 100 m pro Jahr (z.B. BW Lippe) möglich. Im Mittel kann von einem Wasserstand von ca. 700 m u. GOK ausgegangen werden (Berechnungsgrundlage für die Ewigkeitskosten), auch wenn in einzelnen Grubengebäuden höhere Wasserstände geplant sind und bereits bestehen. Grobe Richtschnur ist, dass der Wasserstand nicht in das Deckgebirge ansteigen soll, da es hierdurch zu Hebungen kommen kann. Dieser abgesenkte Wasserstand soll nach derzeitigen Planungen zunächst bis 2027 beibehalten werden. Über einen weiteren Anstieg nach 2027 ist noch nicht entschieden. Durch den Anstieg auf das -700 Meter Niveau verringert sich die Potenzialdifferenz gegenüber heute ungefähr um ca. weitere 250 Meter. Bei den standortbezogenen Risikobewertungen gilt dieselbe Fragestellung wie unter Szenario A.

Szenario C: Nach Wiederanstieg der Grundwasserstände

Nach einem weitestgehend oder sogar vollständigen Anstieg der Grundwasserstände bis auf das Ausgangsniveau werden sich wieder ähnliche hydraulische Verhältnisse wie vor Beginn des Bergbaus einstellen. Viele damit im Zusammenhang stehende Fragen wurden in anderen Studien untersucht (z.B. DMT 2003 (Boxmodell)). Im Bezug auf die Fragestellung des Gutachtens bedeutet dies:

- Die lokalen Fließrichtungen am Südrand des Münsterländer Beckens kehren sich um; das Wasser hat kein Gefälle mehr in Richtung auf die tiefen Grubengebäude, sondern wieder – wie vor Beginn des Bergbaus – auf die Quellenlinie (Abb. 5.14).
- Dieses zukünftige Vorflutniveau wird im Großen und Ganzen wieder das Vorflutniveau wie vor Bergbaubeginn sein. Das Wasser, das zuvor über die Grubenentwässerung gehoben wurde, wird langfristig wieder über natürliche Wege wie Quellen (z.B. Hellwegquellen) und Übertritte in oberflächennahe Grundwasserleiter austreten. Viele artesische Quellen und Brunnen, die durch den Bergbau versiegt sind (hierzu gibt es umfangreiche Dokumentationen in den geologischen Erläuterungen), werden wieder in ähnlicher Form austreten.
- Es ist nicht Aufgabe dieses Gutachtens, die hydraulischen und hydrochemischen Auswirkungen des Grubenwasseranstiegs zu prognostizieren und zu bewerten. Es können jedoch einige Hinweise gegeben werden:
 - Die (von den Bergbaubehörden) endgültigen, zugelassenen Anstiegshöhen des Grundwassers, werden entscheidend dafür sein, ob es letztlich zu einem natürlichen „Überlauf“ am südlichen Münsterland (und an der Ruhr kommt).
 - Die Grundwasserbeschaffenheit wird wahrscheinlich geprägt sein durch Vermischung mit Solen, Abbauprodukten aus der Pyritoxidation (z.B. erhöhte Sulfat- und Schwermetallgehalte) und ggf. untertage eingesetzten Stoffen. Eine Dichteschichtung im Grundwasser ist zu erwarten (IHS 2007).
 - Es wird auch zu einer Potenzialumkehr zwischen den Grundwasservorkommen im Emscher Mergel (z.B. Mineralwasservorkommen) und dem Oberkarbon kommen. Diese ist heute „von oben“ nach „unten“ gerichtet. Dies bedeutet, dass das Grundwasser im Emscher Mergel dann auch wieder „von unten“ angeströmt werden kann. Die wirklichen Strömungsmengen hängen von der Durchlässigkeit und den sich einstellenden Potenzialdifferenzen ab.

5.2.4 Daten- und Kenntnisdefizite zu den hydraulischen Randbedingungen der Grubenwasserhaltungen

- Wie entwickelt sich die zukünftige Grubenwasserhaltung? Welche Szenarien und Zwischenschritte sind realistisch?

- Wie weit reichen die Einzugsgebiete und Absenkungsbereiche der Grubenwasserhaltungen in den einzelnen Szenarien nach Norden? Gehen diese über die dargestellte Bergbauzone (= Nullränder) hinaus (z.B. in Abb. 5.9)?
- Welche Potenzialdifferenzen bestehen bezogen auf die Szenarien noch zwischen den Grubengebäuden und den potenziellen Fördergebieten für unkonventionelles Erdgas und was bedeutet das für die Risikobetrachtungen?

5.2.5 Behebung der Daten- und Kenntnisdefizite

- Festlegung auf Szenarien zum Grubenwasseranstieg.
- Ergänzung/Erweiterung der bestehenden numerischen Modelle; Simulationen, um die Auswirkungen der unkonventionellen Erdgasförderung zu beschreiben.

5.3 Geosystem linker Niederrhein (Kohleflöz- u. Schiefergas)

5.3.1 Überblick

Das Niederrheinische Tiefland und die Niederrheinische Bucht umfassen die von Norden in das Rheinische Schiefergebirge hineinreichende Tiefebene im Nordwesten von Nordrhein-Westfalen. Im Süden trennt sie das rechtsrheinische Bergische Land von der linksrheinisch gelegenen Nordeifel. Im Nordosten grenzt sie an das Münsterländer Becken. Im südlichen Bereich wird großräumig Braunkohle im Tagebau gewonnen, was u.a. zu einer großräumigen Veränderungen der natürlichen Grundwasserfließverhältnisse führt.

In Abbildung 5.15 sind die derzeit erteilten und beantragten Aufsuchungsfelder für unkonventionelle Gasvorkommen dargestellt. Diese befinden sich überwiegend linksrheinisch. Lediglich das Feld „Ruhr“ übergreift den Niederrhein und reicht bis in das Bergische Land und das Sauerland. In zwei Gebieten (Saxon 1 West, Saxon 2) wird eine Erkundung des flözführenden Oberkarbons angestrebt (Typ: Flözgas). In den Gebieten „Ruhr“ und „Rheinland“ sollen Tonsteinserien des Unterkarbons und des Oberdevons hinsichtlich einer möglichen Gewinnbarkeit von Erdgas untersucht werden (Typ: Schiefergas). Im Rahmen der geologischen und hydrogeologischen Beschreibung wird zwischen dem nördlichen bzw. unteren Niederrhein (nördlich einer Linie Krefeld – Venlo) und dem südlichen bzw. oberen Niederrhein unterschieden.

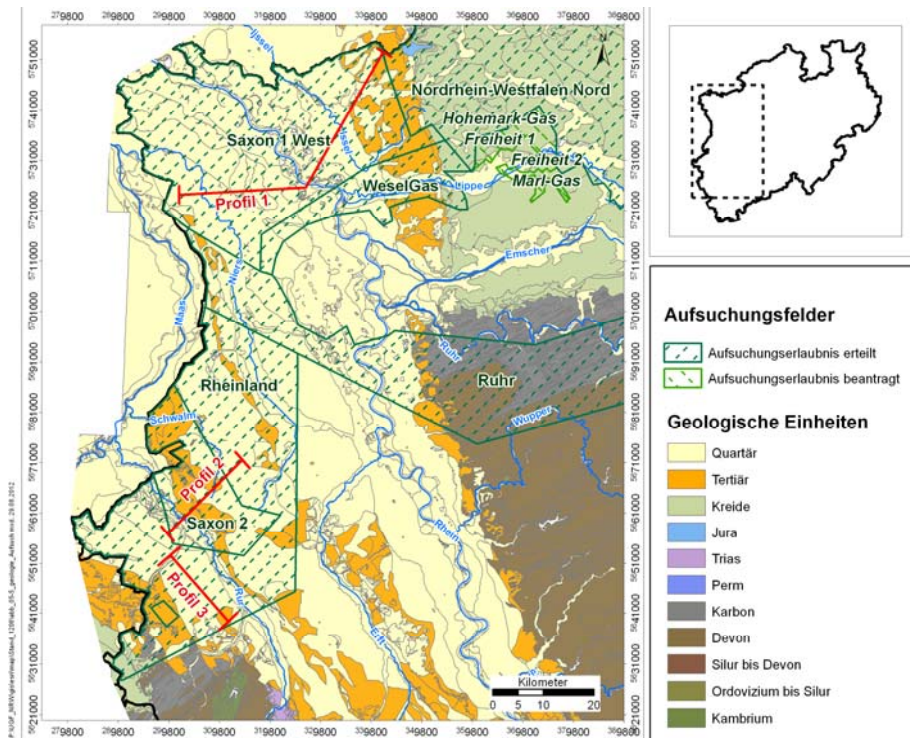


Abb. 5.15: Geologische Übersicht, Lage der Aufsuchungsfelder und der Schnittlagen in der Niederrheinischen Bucht

Das Niederrheingebiet ist die grundwasserreichste Region Nordrhein-Westfalens (GLA 1988, Grabert 1998). Nutzbare Grundwasservorkommen sind hier an mächtige Lockergesteinsserien des Quartärs und des Tertiärs gebunden. Im Norden des Niederrheingebietes ist nur das oberste Stockwerk wasserwirtschaftlich bedeutsam, das fast ausschließlich an die Sande und Kiese der pleistozänen Flussablagerungen gebunden ist. In den südwestlichen Teilen werden für die Wasserversorgung auch tiefere Stockwerke genutzt. Im Umfeld der Braunkohlentagebaue kommt für die Wassergewinnung, Sumpfung und Ersatzwasserbeschaffung den pliozänen Grundwasserleitern eine große Bedeutung zu. Die Trinkwasserschutzgebiete in der Region Niederrhein sind in Abbildung 5.16 zusammengestellt. Während in den Ballungsgebieten entlang der Rheinschiene in erheblichem Umfang auf Uferfiltrat bei der Trinkwasserversorgung zurückgegriffen wird, überwiegt in den übrigen Gebieten die Versorgung aus Grundwasservorkommen.

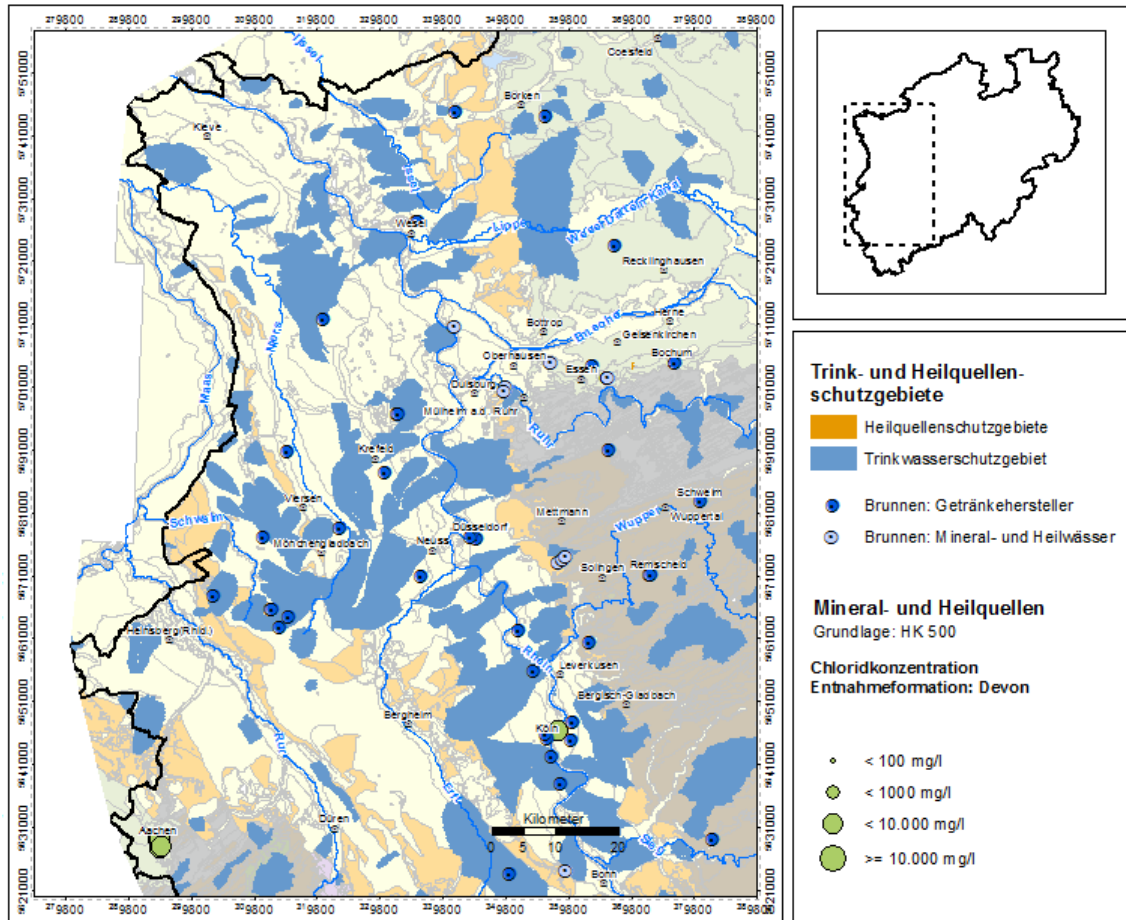


Abb. 5.16: Geologische, hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Übersicht, Lage der Wassergewinnungsgebiete und Lage von Brunnen (Mineral- und Heilwässer)

5.3.2 Geologie, Hydrogeologie und Hydrochemie

Geologischer Überblick

Die Niederrheinische Bucht wird im Westen von der Nordeifel und der Südlimburgischen Kreidetafel und im Osten von der Münsterländer Oberkreidemulde und dem Bergischen Land begrenzt. Nach Süden reicht sie als tektonischer Graben bis Bonn in das Rheinische Schiefergebirge, nach Nordwesten bis in die Niederlande hinein. Tektonisch setzt sich die Niederrheinische Bucht im niederländischen Zentralgraben fort.

Der tiefere Untergrund der Niederrheinischen Bucht wird von variszisch gefalteten Gesteinen des Devons und Karbons gebildet. Dieser wird von mesozoischen, tertiären und quartären Sedimenten überlagert. Die Tabelle 5.4 gibt einen Überblick über Stratigrafie, Schichtenfolge, Gesteine und Mächtigkeiten der unterschiedenen Einheiten.

Tab. 5.4: Überblick Stratigrafie, Schichtenfolge und Mächtigkeiten am Niederrhein (zusammengestellt aus Wedewardt 1995, Brinkmann & Krömmelbein 1991, GLA 1988)

Stratigrafie		Gesteine	Mächtigkeit [m]	
Quar- tär		Talauensedimente, Torf, Löß, Dünenande, Sande und Kiese (Rhein-Maas) Terrassensedimente von Maas und Rhein	lokal variierend, teils mehrere 10er Meter	
Tertiär	Pliozän	Tone, Sande und Kiese		
	Miozän	Sand, Ton Braunkohle		
	Oligozän	Sand, Ton Braunkohle	bis zu 1.200 m	
	Eozän/ Paläozän	Kalkstein, Sand, Sandstein, Ton		
Kreide	Oberkreide	Kalk-, Mergelkalk und Kalkstein, Sandstein, Grünsand (Kreideschichten treten nur am nördlichen Niederrhein auf, lokale Vorkommen auch am äußersten Südwesten „Aachener Kreide“)	0 – 340 m	
	Unterkreide	Sand, Ton, Tonmergelstein (nur rechtsrheinisch am nördlichen Niederrhein ausgebildet)	bis zu 30 m	
Jura	Malm			
	Dogger			
	Lias	Tonstein, Eisenerz	lokale Vorkommen ~ 400 m	
Trias	Keuper	Tonmergelstein, Tonstein, Dolomitstein, Gips- und Sandstein (nur lokale Vorkommen)	mehrere 10er m.	
	Muschelkalk	Kalkstein, Mergelstein, Sandstein, Tonstein, Dolomitstein	bis zu 170 m, nach Norden zunehmend	
	Buntsandstein	Sandstein, Konglomerate, Tonstein, Anhydrit, Gips	bis zu 700 m	
Perm	Zechstein	Salzton, Kalkstein, Dolomitstein, Anhydrit, Steinsalz, Kalisalze, Konglomerate, Tonstein, Kuperfschiefer	> 400 m	
	Rotliegend	Sandstein, Konglomerate	bis zu 85 m	
Karbon	Oberkarbon	Westfal B/C	Sandstein, Schluffstein, Tonstein, Kohlenflöze	bis zu 800 m, nach Norden schnell zunehmende Mächtigkeit
		Westfal B	Sandstein, Schluffstein, Tonstein, Kohlenflöze (Merksteiner Schichten/Alsdorfer Schichten)	über 2000 m
		Westfal A	Sandstein, Schluffstein, Tonstein, Kohlenflöze (Kohlscheid-Schichten, obere Stolberger Schichten)	

Stratigrafie	Gesteine	Mächtigkeit [m]
Namur A-C	Tonsteine, Schluff- und Sandsteine, Konglomerate	
Unterkarbon	Im Nordosten Tonstein, Alaun- und Kieselschiefer (Kulm-Fazies), sonst Kalk- und Dolomitstein (Kohlenkalk-Fazies)	bis 450 m
Oberdevon	Sandstein mit Tonfasern, Flaserkalksteine, Schluffsteine, Tonmergelsteine, Tonsteine, dolomitisch-tonige Brekzien	bis zu 1.200
Devon		
Mitteldevon	Tonstein, Schluffstein, Kalk- und Dolomitstein (Massenkalk)	bis zu 3.000 m

Devonische Gesteine stehen erst im Bereich von Aachen und in dem sich südwestlich anschließenden linksrheinischem Schiefergebirge an, so dass sie nicht mehr dem Landschaftsraum des Niederrheins zugeordnet werden. Die Verbreitung devonischer Gesteine im Untergrund des Niederrheins ist durch Bohrungen in Umfeld der Krefelder Aufwölbung und des Tagebaus Hambach belegt. Bei den Gesteinen des Mitteldevons handelt es sich um Riffkalke sowie um Ton- und Schluffsteine. Oberdevonische Serien bestehen überwiegend aus einer Wechselfolge von Sand-, Schluff- und Tonsteinen. Die Gesteine des Unterkarbons sind im Untergrund der Niederrheinischen Bucht durchweg kalkig und dolomitisch ausgebildet („Kohlenkalk“). Erst am unteren Niederrhein, nordöstlich einer Linie von Kleve nach Velbert, treten zunehmend schwarze, oft bituminöse Tonsteine, Alaun- und Kieselschiefer auf („Kulm-Fazies“). Im tieferen Oberkarbon (Namur A-C) beherrschen mächtige Wechselfolgen aus Tonsteinen, Schluff- und Sandsteinen mit feinkörnigen Konglomeraten das Bild. Das flözführende Oberkarbon setzt im Aachener Revier im Namur B ein und reicht bis in das Westfal C. Am unteren Niederrhein setzt es im Namur C ein und reicht bis in das Westfal B.

Am südlichen Niederrhein - im Aachener Revier – streicht das flözführende Oberkarbon teilweise über Tage aus, ansonsten bedecken bis zu 400 m mächtige Deckgebirgsschichten der Oberkreide, des Tertiärs und des Quartärs die paläozoischen Serien. Nördlich des sich anschließenden Rur-Grabens (Rur-Scholle), mit Tertiärmächtigkeiten von über 1.000 m schließt sich das tektonisch auf dem Erkelenzer Horst gelegene Erkelenzer Steinkohlenrevier an (v.a. Feld Saxon 2). Unter einer durchschnittlich ca. 200 m mächtigen Kreide- und Tertiär-Überdeckung folgt das ca. 1.500 m mächtige Westfal A/B. In nordöstlicher Richtung schließen sich die Venloer Scholle, mit nach einer nach NE zunehmenden mächtigeren Füllung mit Tertiär- und Quartärsedimenten und die Krefelder Aufwölbung an. Auf der Krefelder Hochscholle stehen unter durchschnittlich 200 m mächtigen Deckschichten

des Tertiärs und Quartärs oberdevonische und unterkarbonische Serien an, die zu den Schichten des flözführenden Oberkarbons des sich weiter nordöstlich anschließenden rheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirks überleiten.

Im Norden des linken Niederrheingebietes überlagern Rotliegend (Konglomerate und Sandsteine) und Zechsteinschichten das flözführende Oberkarbon (siehe Abb. 5.17). Oberhalb des Basiskonglomerates und des bis zu 6 m mächtigen Kupferschiefers umfassen die Zechstein-Ablagerungen die evaporitischen Werra- und Staßfurt-Serien mit Mergeln, Anhydriten, Salztonen sowie Stein- und Kalisalzen („nieder-rheinische Salzpfanne). Höhere Zechsteinserien sind nur in Form geringmächtiger Salztone ausgebildet. Sedimente aus der Trias sind nur im Norden, Nordwesten und äußersten Süden des Niederrheingebietes bekannt, wobei die Mächtigkeit nach Norden deutlich zunimmt. Im unteren und mittleren Buntsandstein dominieren Konglomerate und Sandsteine, die sich mit Tonsteinserien verzahnen. Im oberen Buntsandstein herrschen feinsandig-tonige Sedimente vor, am unteren Niederrhein auch Tonsteine mit Gips- und Anhydriteinlagerungen. Hier kam es auch zur Abscheidung des mindestens 30 m mächtigen Rötsteinsalzes. Der Muschelkalk besteht überwiegend aus Kalksteinen und Kalkmergelsteinen, der Keuper aus Ton- und Tonmergelsteinen. Tendenziell nehmen auch hier die Mächtigkeiten nach Norden hin zu. Juraschichten sind im Untergrund der Niederrheinischen Bucht und des Niederrheinischen Tieflandes nur vereinzelt erhalten. So sind im Raum Xanten - Wesel an Grabenstrukturen gebundene Vorkommen mit bis zu 400 m mächtigen Tonsteinen und Tonmergelsteinen des Lias (u. a. Posidonienschiefer) bekannt, die zum Teil feinschichtig bituminös ausgebildet sind. Ablagerungen aus der Kreidezeit sind am Niederrhein nur auf wenige Gebiete mit meist geringmächtigen, unvollständigen Abfolgen beschränkt. Außer im Aachener Raum, wo die Oberkreide ansteht, liegen die Kreidevorkommen unter mächtigen tertiären und quartären Sedimenten.

Die südliche Niederrheinische Bucht ist seit dem Oligozän ein Nordwest-Südost verlaufendes Senkungsgebiet, das sich durch eine intensive tertiärzeitliche Schollentektonik auszeichnet. Es ist durch NW-SE streichende und untergeordnet auch WNW-ESE verlaufende Störungszonen und Einzelstörungen in Schollen gegliedert. An einigen Störungszonen treten Versatzbeträge von mehreren hundert Metern auf. Diese grenzen die großen Baueinheiten als Rahmenstörungen voneinander ab. Intern sind die Schollen durch kleinere Störungen und Störungssysteme untergliedert. Durch das synsedimentäre Einsinken der Schollen im Tertiär konnten sich bis zu 1.500 m mächtige Lockergesteine akkumulieren, wobei in Folge einer Schollenkipfung nach NE die größten Mächtigkeiten an den östlichen Randverwerfungen auftreten. Die Sedimentationsentwicklung wurde durch das Einsinken der Bucht bei gleichzeitiger Hebung des angrenzenden Rheinischen

Schiefergebirges sowie durch Meeresspiegelschwankungen geprägt. Transgressionen führten zu einer zunehmenden Ablagerung mariner Sedimente, während Regressionen zur Bildung fluviatil-terrestrischer Sedimente führten. Kennzeichnend für die Tertiär-Sedimente sind die im Miozän und Oligozän gebildeten, oft mehrere 10er Meter mächtigen Braunkohlenflöze, die großräumig im Tagebau gewonnen werden.

Das Tertiär beginnt, von begrenzten paläozänen Vorkommen abgesehen, in weiten Teilen des Beckens mit marinem Oligozän. Darüber folgen die Kölner Schichten, eine Sand-Ton-Abfolge mit mehrfachen Einschaltungen von Braunkohleflözen. Das Hauptflöz, das im Raum Bergheim – Bedburg mit etwa 100 m seine größte Mächtigkeit hat, spaltet sich außerhalb durch sandige Zwischenmittel auf. Oberhalb folgend Tone und Sande der Inden Schichten, die Hauptkiesserie und eine Sand-Ton Wechselfolge, in der der Reuverton und der obere und untere Rotton wichtige weit aushaltende stockwerkstrennende Horizonte sind (Balke 1974, S. 312). Die größte Gesamtmächtigkeit erreichen die tertiären Sedimente im Nordwesten der Niederrheinischen Bucht, wo die Schollen am tiefsten abgesunken sind (Klostermann et al. 1998, Henningsen & Katzung 1992, S. 155f). Geprägt durch den Wechsel von Warm- und Kaltzeiten dominieren im Quartär pleistozäne fluviatile Sedimente des Rhein-Maas-Systems, die sich nach Norden mit glaziofluviatilen Ablagerungen verzahnen. Jungpleistozäne Flugsand- und Lössdecken überlagern die Sedimente häufig.

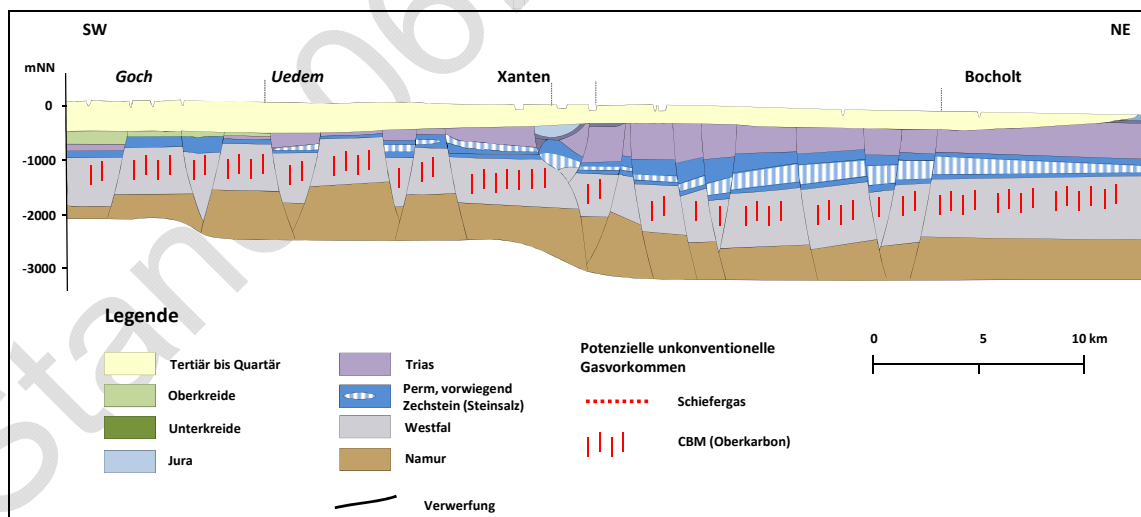


Abb. 5.17: Profil 1 – nördlicher Niederrhein Flözgas: Schematischer geologischer SW – NE-Schnitt durch die nördliche Niederrheinische Bucht, Schnitt ca. 2,5-fach überhöht, Schnittlage siehe Abb. 15, verändert nach: Geologischer Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100 000. Blatt C 4302 Bocholt (2. Aufl., Krefeld 1997)

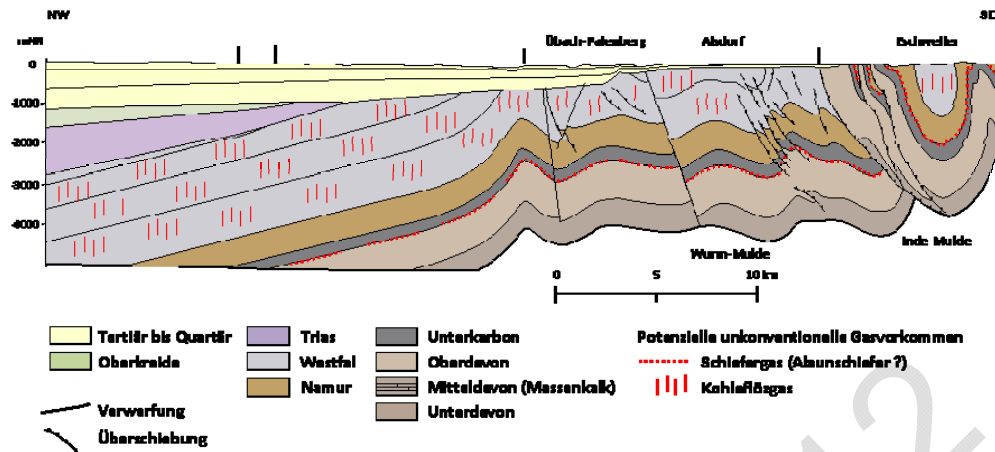


Abb. 5.18: Profil 2 – südlicher Niederrhein Schiefergas: Schematischer geologischer NW – SE-Schnitt durch die südliche Niederrheinische Bucht, Schnitt ca. 2-fach überhöht, Schnittlage siehe Abb. 15, verändert nach: Geologischer Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000, Blatt C 5102 Mönchengladbach (Krefeld 1990)

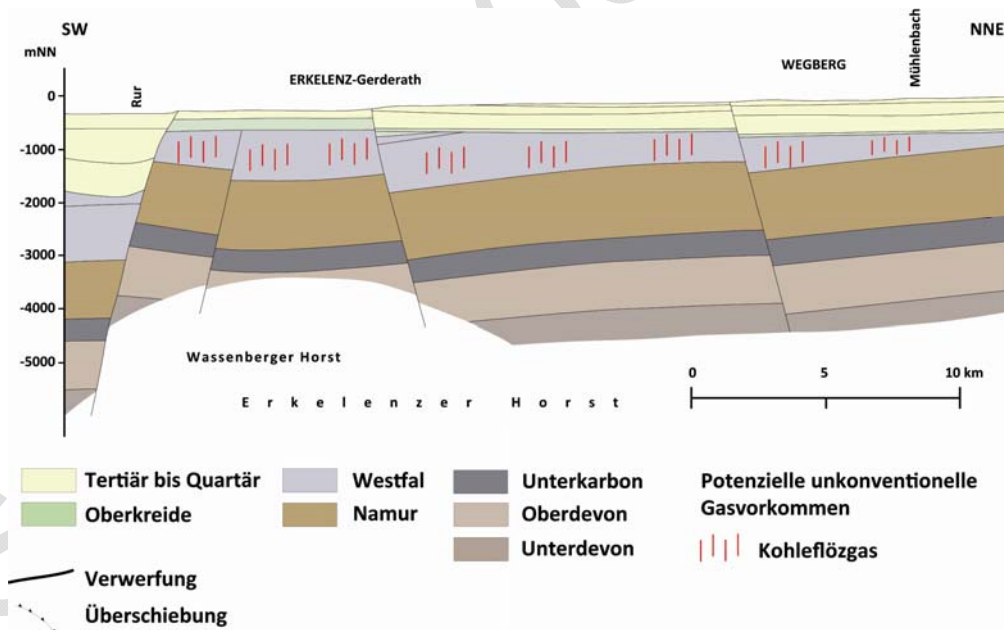


Abb. 5.19: Profil 3 – südlicher Niederrhein Flözgas (Erkelenzer Horst, v.a. Feld Saxon 2): Schematischer geologischer NE – SW-Schnitt durch die südliche Niederrheinische Bucht, Schnitt ca. 2-fach überhöht, Schnittlage siehe Abb. 5-15, verändert nach: Geologischer Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000, Blatt C 5102 Mönchengladbach (Krefeld 1990)

Unkonventionelle Gasvorkommen

Die Zielhorizonte für die Erkundung von **Kohleflözgas-Vorkommen** sind das flözführende Oberkarbon mit den Einheiten Westfal A (Kohl-scheid Schichten, ca. 450 m) und ggf. noch das Westfal B. Die Steinkohlen wurden im Erkelenzer Revier sowie im Wurm- und Inderevier (Aachener Revier) abgebaut. Insgesamt handelt es sich um ca. 50 Flöze mit einem Kohlenanteil am Schichtpaket zwischen 4 bis 5 %. Darüber hinaus ist auch im Nebengestein noch fein verteilter Kohlenstoff enthalten. Westfal A und B stehen im Süden im Bereich Alsdorf und in der Inde-Mulde oberflächennah an. Die Kohleflözgasvorkommen sollen im Aufsuchungsfeld Saxon 2 (Erkelenzer Horst) erkundet werden (siehe Abb. 5.19).

Im Erkelenzer Revier (Erkelenzer Horst) stehen unter durchschnittlich 200 m mächtigen Deckschichten hoch inkohlte flözführende Schichten des Westfal A/B an. Hier und auch im Wurmrevier ist das Oberkarbon durch Verwitterungstone und alttertiäre Tone, teilweise auch durch Kreidesedimente nach oben abgedichtet. Der hohe Inkohlungsgrad der Flöze (Anthrazitkohle) und die möglicherweise gasreichen Kohlen im Bereich des Erkelenzer Horstes werden auf einen basischen Intrusivkörper im tieferen Untergrund zurückgeführt.

Nördlich und südlich des Erkelenzer Horstes sollen **Schiefergas-Vorkommen** erkundet werden. Südlich, in der Inde-Mulde und der Wurm-Mulde ist das Oberkarbon teilweise stark gefaltet und gestört (siehe Abb. 5.18). Nach Nordwesten werden die kohleführenden Schichten von einem zunehmend mächtigeren Deckgebirge überdeckt. Nördlich von Übach-Palenberg ist die Lagerung flacher und weniger gestört. Das Top des flözführenden Westfal A liegt auf Höhe Heinsberg schon ca. 3.300 m tief. Mit zunehmender Tiefe sinkt aufgrund der zunehmenden Gebirgslast die Permeabilität der Kohlen. Das Unterkarbon ist hier in der Kohlenkalkfazies und nicht in der Kulmfazies mit den Hangenden Alaunschiefern ausgebildet. Schiefergas kann aber möglicherweise in Äquivalenten der Hangenden Alaunschiefer auftreten (zur Beschreibung der Hangenden Alaunschiefer siehe Abschn. 5.3.7.1).

Im Bereich der weiter nordöstlich folgenden Krefelder Aufwölbung stehen unter geringmächtigen Deckschichten oberkarbonische und unterkarbonische Serien an. Zielhorizonte für die Schiefergas-Erkundung sind unterkarbonische Tonschiefer (Äquivalente der Hangenden Alaunschiefer).

Hydrogeologie

Die für die Trinkwassergewinnung genutzten Grundwasservorkommen sind am Niederrhein an mächtige Lockergesteinsserien des Quartärs und des oberen Tertiärs (Miozän, Pliozän) gebunden. Eingeschal-

tete Tonschichten und Braunkohlenflöze unterteilen die Vorkommen in mehrere Grundwasserstockwerke. Während in der Krefelder Scholle nur bis zu drei und in der Kölner Scholle bis zu fünf weit durchhaltende Stockwerke Grundwasserstockwerke ausgebildet sind, ordnen sich in der zentralen Erftscholle bis zu 16 Stockwerke übereinander an. Die Abfolge zahlreicher Grundwasserstockwerke und das Auskeilen oder die Faziesveränderung der trennenden Nichtleiter sowie die tektonische Verstellung der Einheiten entlang von Störungen führen zu vielfältigen hydraulischen Verbindungen.

Bei den im tieferen Untergrund im nördlichen Niederrhein lokal vorhandenen mesozoischen Serien wechseln Gesteine mit gutem Wasserleitvermögen und gering durchlässige Schichten einander ab. Oft schwach verfestigte und vorzugsweise aus Sandmergeln und Grün-sanden aufgebaute Kreide-Ablagerungen weisen überwiegend geringe Wasserleitfähigkeiten auf. Als potenzielle hydraulische Barriere wirken die Ton- und Mergelsteine des Jura.

Größere Grundwasservorkommen führen die Kalksteine des Muschelkalks, die einen Kluffgrundwasserleiter aufbauen. Ebenfalls einen ergiebigen Grundwasserleiter bilden die meist gering verfestigten Fein- und Mittelsande des mittleren und unteren Buntsandsteins. Sie zeichnen sich durch eine hohe Porosität und starke Klüftigkeit aus.

Die unterhalb folgende Zechstein-Abfolge ist aufgrund ihrer lithologischen Ausbildung nahezu grundwasserfrei (GD NRW 2001, S. 140). Unterhalb der tertiären oder mesozoischen Gesteine folgt das aus Ton-, Schluff- und Sandsteinen sowie eingelagerten Kohleflözen aufgebaute Grundwasserfließsystem des Oberkarbons. Entsprechend des hohen diagenetischen Verfestigungsgrades und der Versenkungstiefe weisen die Sandsteine nur ein geringes nutzbares Porenvolumen auf. Die Grundwasserführung ist deshalb überwiegend an länger aushaltende Klüfte und an größere Störungszonen gebunden. Insgesamt ist die Wasserführung im Oberkarbon eher gering.

Die kavernösen Kalk- und Dolomitsteine des Devons sind als Kluffgrundwasserleiter einzustufen, die zumindest teilweise verkarstet sind. So wird beispielsweise über den Kölner Messebrunnen 4 aus über 1.000 m Tiefe ein Na-Cl-Thermalwasser gewonnen. Gleiches gilt auch für die Kalk- und Dolomitgesteine des Unterkarbons im mittleren und südlichen Niederrhein.

An Störungsbahnen, insbesondere an den Grabenrandstörungen am Südrand der Niederrheinischen Bucht, sind Aufstiege von mineralisiertem Tiefenwasser nachgewiesen (Dehnungstektonik). Auch an den Randstörungen zwischen Erft- und Ville-Scholle sind Aufstiege von Tiefengrundwässern nachgewiesen, die in den oberflächennahen Grundwasserleitern zu Temperaturerhöhungen und verstärkten Mineralisationen führen (Erläuterungen Blatt Köln C5106 S: 57, GLA 1988

S: 84, (Balke 1974, S. 309f). Für die Kölner Bucht wird davon ausgegangen, dass das Neubildungsgebiet der Grundwässer im östlich angrenzenden Bergischen Land liegt (Balke 1974, S. 29) und sich ein tief reichendes Zirkulationssystem eingestellt hat.

Hydrochemie

In den unteren Grundwasserstockwerken nehmen mit steigender Tiefe die Salzgehalte des Grundwassers, insbesondere die Chlorid-Konzentrationen, allmählich zu, bis im tieferen Untergrund hoch versalzene Tiefengrundwässer angetroffen werden (GLA 1988). Die Tiefe der Süßwasser/Salzwasser-Grenze (1.000 mg/l Chlorid) variiert sowohl innerhalb als auch zwischen den Schollen. Am mittleren und nördlichen Niederrhein sowie in der Kölner Scholle (südöstlicher Niederrhein) liegt sie zwischen 200 und 300 Tiefe, in der Ville- und Venloer-Scholle unterhalb von 500 m Tiefe. In der Erft-Scholle mit ihren mächtigen Sedimenten liegt die Grenze im Süden deutlich tiefer (unter 800 m) und steigt dann nach Norden auf das Niveau der angrenzenden Schollen an (GLA 1988, S. 84). Die Herkunft der Versalzung wird im Süden, vor allem in der Erft-Scholle, auf den Einschluss von fossilem Meerwasser zurückgeführt. Für die Kölner Scholle wird ein Aufstieg von Tiefenwässern aus dem unterlagernden Devon angenommen.

Zusammengestellte Median- und Maximalkonzentrationen zu den Grubenwässern im Aachener und Erkelenzer Revier können Tabelle 5.5 entnommen werden. Anhand dieser Angaben kann die Beschaffenheit der Formationswässer des flözführenden Oberkarbons im südlichen Niederrhein abgeschätzt werden.

Da der Gesamtlösungsinhalt mit der Teufe zunimmt und die Zielhorizonte für die unkonventionelle Erdgasgewinnung deutlich tiefer als die Grubenwasserzutritte liegen und eine Vermischung mit zutretenden Oberflächenwassers nicht anzunehmen ist, sollte bei der Bewertung von angegebenen Maximalkonzentrationen ausgegangen werden.

Tab. 5.5: Abschätzung der Beschaffenheit des Formationswassers in flözführenden Oberkarbon im **südlichen** Niederrhein auf Grundlage der Grubenwasserbeschaffenheit im Aachener und Erkelenzer Steinkohlenrevier für Haupt- und ausgewählte NebenkompONENTEN (Daten zusammengestellt aus Wedewardt 1995, Anhang)

Hauptkomponenten										
	pH-Wert	Natrium mg/l	Kalium mg/l	Calcium mg/l	Magnesium mg/l	Strontium mg/l	Barium mg/l	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	Hydrogenkarbonat mg/l
Median	8,43	1.735	32,5	34,5	28,5	0,9	0,6	1.730	13,5	863
Max.	9,29	7.570	115	474	290	14	104	13.200	241	3.250
Neben- und SpurenkompONENTEN										
	Brom mg/l	Iod mg/l	Lithium mg/l	Eisen mg/l	Mangan mg/l	Aluminium mg/l	Kupfer mg/l	Blei mg/l	Zink mg/l	Zinn mg/l
Median	3,5	0,16	0,75	0,5	0,07	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	/
Max.	16	1,1	8,9	17	1,24	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	/

Die Chloridkonzentrationen erreichen lediglich die Meerwasserkonzentration. Wedewardt (1995, S. 125) und Herbst (1964, S. 70f) nehmen deshalb an, dass es sich bei den Tiefenwässern um fossile marine Wässer handelt und sprechen sich gegen eine Herkunft aus Zechsteinablagerungen aus.

Verglichen mit den Grubenwasseranalysen des Aachener und Erkelenzer Revier zeichnen sich die Grubenwässer aus dem Ruhrkarbon am nördlichen Niederrhein (Tabelle 5.6) durch eine deutlich höhere Gesamtmineralisation aus. Diese Konzentrationen sind auch für das Ruhrgebiet charakteristisch. Für die mineralisierten Tiefenwässer im Ruhrkarbon wird – aufgrund der höheren Mineralisation weit oberhalb der Meerwasserkonzentrationen – eine andere Entstehung angenommen. Der GD NRW (GLA 1988, S. 84) und Wedewardt (1995, S. 156f) gehen davon aus, dass die Mineralisation der Solen überwiegend auf die Ablaugung von Zechsteinsalzen am Niederrhein zurückzuführen ist (Tab. 5.6).

Tab. 5.6: Abschätzung der Beschaffenheit des Formationswassers in flözführenden Oberkarbon im **nördlichen** Niederrhein und im Ruhrgebiet auf Grundlage der Grubenwasserbeschaffenheit im Ruhrkarbon für Haupt- und ausgewählte NebenkompONENTEN (Daten zusammengestellt aus Wedewardt 1995, S. 51f)

Hauptkomponenten										
	pH-Wert	Natrium	Kalium	Calcium	Magnesium	Strontium	Barium	Chlorid	Sulfat	Hydrogenkarbonat
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Median		30.000	300	2.200	800	190	50	55.000	120	150
Max.		73.000	1.180	11.300	2.740	1.530	2.550	128.000	4.820	1.570
Neben- und SpurenkompONENTEN										
	Brom	Iod	Lithium	Eisen	Mangan	Aluminium	Kupfer	Blei	Zink	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Median	70	4	8	8	3	0,65	0,12	0,04	1	
Max.	256	50	62	160	91	1,00	0,3	0,6	32	

Die natürliche Radioaktivität der Grubenwässer im Oberkarbon ist insbesondere an die Radium-Konzentrationen gebunden und nimmt mit steigendem Salzgehalt zu. Für die hoch mineralisierten Grubenwässer im Ruhrkarbon werden für die Radionuklide ^{226}Ra maximale Aktivitäten von 60 Bq/l und für ^{228}Ra von 30 Bq/l angegeben (Wiegand & Feige 2002, Leopold et al. 2002).

Für den südlichen Niederrhein (Aachener und Erkelenzer Grubenwässer) sind den Gutachtern keine Radionuklidkonzentrationen bekannt, aufgrund der geringeren Salzgehalte sind aber eher niedrigere Aktivitäten als in den Grubenwässern des Oberkarbons im Münsterland zu erwarten.

Konzentrationsangaben zu gelösten Kohlenwasserstoffen in den Grubenwässern der Reviere oder in den Formationswässern der potenziellen Zielhorizonte sind den Gutachtern nicht bekannt.

5.3.3 Systemanalyse Linker Niederrhein

Die hydrogeologischen Einheiten mit ihren Eigenschaften und in ihrer Verbreitung wurden im vorherigen Kapitel beschrieben. In der Systemanalyse wird betrachtet, über welche hydraulischen Verbindungen es im Ist-Zustand und bei Eingriffen zu Grundwasserfließbewegungen kommt. Die Systemanalyse erfolgt getrennt für die drei für den linken Niederrhein unterschiedenen Geosysteme:

- Geosystem nördlicher linker Niederrhein (Kohleflözgas)
- Geosystem südlicher linker Niederrhein (Feld Saxon 2, Kohleflözgas)
- Geosystem südlicher linker Niederrhein (Schiefergas)

Für einen durch Fracking induzierten Stofftransport von Formationswässern und/oder Frack-Fluiden während oder nach der Stimulation einer Lagerstätte sind eine in Richtung auf die oberflächennahen Grundwasserkörper gerichtete Potenzialdifferenz und entsprechende Wasserwegsamkeiten erforderlich. Insbesondere bekannte Wegsamkeiten, beispielsweise entlang von Störungen oder über Altbohrungen, entlang derer bereits heute ein Aufstieg von Tiefengrundwässern und eine damit verbundene Änderung der oberflächennahen Grundwasserbeschaffenheit bekannt ist oder vermutet wird, stellen potenzielle Austragungspfade dar.

5.3.3.1 Geosystem nördlicher Niederrhein (Kohleflözgas)

Die Kohleflözgas-Vorkommen am nördlichen Niederrhein liegen meist unter 1.000 m permischen, mesozoischen sowie tertiären und quartären Sedimenten. Insbesondere die überlagernden Zechsteinsalze sowie die Salztone können nach den langjährigen Erfahrungen aus der Erdöl- und Erdgasförderung in Niedersachsen als hydraulische Barriere angesehen werden. In den oberhalb folgenden mesozoischen Serien wechseln Grundwasserleiter und Geringleiter ab. In den dominierenden triassischen Serien bilden der mittlere und untere Buntsandstein sowie die Kalksteine des Muschelkalks Grundwasserleiter. Tonsteine und lokale Steinsalzvorkommen im oberen Buntsandstein sowie die – soweit vorhandenen Ton- und Tonmergelsteine des Keuper und des Jura sind als Grundwassergeringleiter einzustufen. Innerhalb der tertiären Sedimente bilden die erst weiter südlich auskeilenden Ratinger Tone (Oligozän) und die bindigen Horizonte der Lintforter Schichten einen oberflächennahen Grundwassergeringleiter, der das tiefere Grundwasserstockwerk in den mesozoischen Serien vom oberen Stockwerk in den tertiären und quartären Serien trennt. Wasserwirtschaftliche Nutzungen sind nur in den quartären und tertiären Sedimenten bekannt, die damit von unten her durch mehrere Grundwassergeringleiter und -stauer geschützt sind.

Die Abbildung 5.17 zeigt die Zerblockung des Gebietes durch tiefreichende Störungen, die bis in den flözführenden paläozoischen Untergrund reichen. In welchem Umfang tiefreichende Störungen Aufstiegswege bieten, ist den Gutachtern nicht bekannt. Aufgrund der gebirgsmechanischen Eigenschaften der Salzlager sind größere vertikale Wegsamkeiten in diesen Bereichen aber nicht zu erwarten.

Kenntnisse über Potenzialdifferenzen und die großräumigen Grundwasserströmungen liegen nicht vor. Für den Tiefenbereich kann von einem weitgehend statischen Solesystem wie im Münsterland ausgegangen werden, das möglicherweise am südlichen Rand durch die Sümpfung des Steinkohlenbergbaus beeinflusst wird. Da die Subrosion von Zechsteinsalzen als wahrscheinliche Quelle für die Mineralisation der Grubenwässer im Ruhrgebiet angesehen wird, spricht dies für einen West-Ost gerichteten Transport über geologische Zeiträume (Wedewardt 1995).

Für das Geosystem linker nördlicher Niederrhein spielen die für das Münsterländer Becken im Rahmen der Systemanalyse betrachteten Besonderheiten (Bergbau auf andere Rohstoffe, Mutungsbohrungen des Steinkohlenbergbaus, Durchlässigkeiten des Deckgebirges) nur eine untergeordnete Rolle. Zu berücksichtigen sind hier vielmehr:

- Derzeit gibt es mehrere Nutzungsarten des tieferen Untergrundes. Neben der Gewinnung von Steinkohle (Bergwerk West) und Steinsalz (Bergwerk Borth) dienen die Steinsalzlager als Standorte für Kavernen.
- Die Deckgebirgsdurchlässigkeit hängt von der Schollenposition und dem lokalen geologischen Aufbau ab. In Bereichen mit mächtigen Stein- und Kalisalzüberlagerungen kann von einem praktisch undurchlässigen Deckgebirge ausgegangen werden. Lediglich im Bereich tiefgreifender Störungen und bei einem nicht überdeckenden Versatz der gering leitenden Schichten wären Aufstiegswege denkbar. Dagegen sind vertikale Aufstiege in Bereichen ohne Zechsteinsalz- und/oder Salztonüberdeckungen nicht auszuschließen.
- Aufsteigende Potenzialdifferenzen als ein möglicher Antrieb einer tiefreichenden Grundwasserdynamik in den Schichten des flözführenden Karbons und den überlagernden Deckgebirgsschichten sind nicht bekannt. Natürliche Soleaustritte als Hinweis für aufwärtsgerichtete Potenzialdifferenzen sind den Gutachtern nicht bekannt.

5.3.4 Daten und Kenntnisdefizite Systemanalyse Nördlicher Niederrhein

- Art und Aufbau der Grundwasserfließsysteme (Druckpotenziale im flözführenden Oberkarbon und den hangenden grundwasserleitenden Schichten und Funktion der Störungen).
- Schichtenverzeichnisse der bekannten Bohrungen sind nicht frei verfügbar.
- Hydrochemische Beschaffenheit der Tiefengrundwässer.

5.3.5 Behebung der Daten- und Kenntnisdefizite

- Auswertung vorhandener Daten (Karten der Karbonoberfläche, hochauflösende Seismik, Bohrungen, Hydrochemie) zur Lage, Ausdehnung und Funktion der Störungen.
- Aufbau und Fortschreibung eines Geotektonischen Atlas in 3 D (GTA3D) wie z.B. in Niedersachsen und Schleswig Holstein.
- Durchführung hydraulischer Tests und hydrogeologischer Untersuchungen in tiefen Bohrungen (soweit vorhanden).
- Beprobung der tiefen Grundwässer.
- Notwendigkeit und Ausgestaltung von Sicherheitsbereichen um bestehende Nutzungen des tiefen Untergrundes.

5.3.5.1 Geosystem südlicher Niederrhein (Kohleflözgas)

Die südliche Niederrheinische Bucht ist seit dem Tertiär ein aktives Senkungsgebiet, das durch NW-SE streichende Störungen in Schollen gegliedert ist. Durch das synsedimentäre Einsinken der Schollen im Tertiär konnten sich bis zu 1.500 m mächtige Lockergesteine akkumulieren, wobei in Folge einer Schollenkipfung nach NE die größten Mächtigkeiten an den östlichen Randverwerfungen auftreten. Je nach tektonischer Position werden die Kohleflözgas-Vorkommen von wechselnd mächtigen Deckgebirgsschichten überlagert. Am Südrand der linken Niederrheinischen Bucht streichen die flözführenden Schichten des Oberkarbons aus oder stehen zumindest oberflächennah an (siehe Abb. 5.15 und Abb. 5.18).

In weiten Bereichen werden die potenziell gasführenden Schichten (flözführendes Oberkarbon) von einer tonigen, alttertiären Verwitterungsschicht (dem sog. „Baggert“) überlagert, der als Grundwassergeeringeleiter und mögliche Barriere einzustufen ist. Darüber folgen meist unmittelbar die Sedimente des Tertiärs. Mächtige und räumlich weit

aushaltende Grundwassergeringleiter, wie sie im Bereich des nördlichen Niederrheins anstehen, sind hier nicht zu erwarten. Die hydraulische Funktion der insbesondere im westlichen Teilbereich vorhandenen tiefgreifenden Störungssysteme ist bei der Risikoanalyse zu berücksichtigen.

In welchem Umfang tiefreichende Störungen Aufstiegswege bieten, ist den Gutachtern nicht bekannt. An den Randstörungen der östlich angrenzenden Schollen aber auch im Ausstrichbereich der paläozoischen Schichten (Beispiel: Aachener Thermalquellen) sind Aufstiege von Tiefenwässern bekannt. Aufgrund des Fehlens mächtiger Grundwassergeringleiter und den zu erwartenden tiefgreifenden Störungen können potenzielle vertikale Wegsamkeiten am linken südlichen Niederrhein erwartet werden. Ob es zu Fließbewegungen kommt, hängt von den Potenzialdifferenzen ab. Genauere (halbquantitative) Abschätzungen erfordern bessere Grundlagendaten. Hierzu gehören in erster Linie die Bestimmung der Potenzialdifferenzen und der Durchlässigkeiten in den tieferen Horizonten. Numerische Modelle können dazu dienen, Unsicherheiten hinsichtlich der vertikalen und lateralen Durchlässigkeiten über Sensitivitätsanalysen einzuordnen. Auch der Einfluss des Grubenwasserspiegels im Aachener und vor allem im Erkelenzer Revier kann damit untersucht werden.

5.3.6 Daten- und Kenntnisdefizite Geosystem südlicher Niederrhein

- Art und Aufbau der Grundwasserfließsysteme (Druckpotenziale im flözführenden Oberkarbon und den hangenden grundwasserleitenden Schichten und Funktion der Störungen) Barrierewirkung des Bagert.
- Schichtenverzeichnisse der bekannten Bohrungen sind nicht frei verfügbar.
- Hydrochemische Beschaffenheit der Tiefengrundwässer.

5.3.7 Behebung der Daten- und Kenntnisdefizite

- Auswertung tiefer Bohrungen (soweit vorhanden).
- Auswertung vorhandener Daten (Karten der Karbonoberfläche, hochauflösende Seismik, Bohrungen) zur Lage und Ausdehnung der Störungen.
- Durchführung hydraulischer Tests und hydrogeologischer Untersuchungen in tiefen Bohrungen.

- Beprobung der tiefen Grundwässer – insbesondere in Bezug auf die Gasgehalte und ausgasende Bestandteile (u.a. Konzentrationen der anorganischen Kohlenstoffspezies).
- Aufbau und Fortschreibung eines Geotektonischen Atlas in 3 D (GTA3D) wie z.B. in Niedersachsen und Schleswig Holstein.
- Abschätzung der Bedeutungsrelevanz für die unkonventionelle Erdgasgewinnung (Schutzabstände von relevanten Störungen).
- Numerische Modellierungen mit Sensitivitätsanalysen hinsichtlich der Grundwasserdynamik und hinsichtlich der Beschaffenheitsentwicklung von aufsteigenden Tiefengrundwässern.

5.3.7.1 Geosystem linker südlicher Niederrhein (Schiefergas)

Mit Ausnahme der Krefelder Aufwölbung treten oberdevonische und unterkarbonische Schichten, in denen kohlenstoffreiche Schiefergesteine wie die Hangenden Alaunschiefer (Unterkarbon in Kulmfazies) oder deren lokale Äquivalente vorkommen können, erst im tieferen Untergrund der Niederrheinischen Bucht unterhalb des flözführenden Oberkarbons auf.

Diese Schichten werden ihrerseits nach Norden und Nordwesten hin von zunehmend mächtigen quartären, tertiären und auch mesozoi-schen Serien überlagert werden. Je nach regionaler und tektonischer Position Überlagerung variiert die Tiefenlage der unterkarbonischen Schichten erheblich. Im Bereich der Krefelder Aufwölbung (Krefelder Gewölbe) stehen oberdevonische und unterkarbonische Serien unterhalb eines wenige hundert Meter mächtigen Deckgebirges aus tertiären und quartären Lockergesteinen an. Die oberflächennahen quartären und teilweise auch tertiären Serien werden intensiv wasserwirtschaftlich genutzt. Aufgrund des Fehlens mächtiger Grundwasseringleiter und den zu erwartenden tiefgreifenden Störungen können hier potenzielle vertikale Wegsamkeiten erwartet werden.

Die fazielle Ausprägung der unterkarbonischen Schichten (Kohlens-kalk-Fazies) lässt im südlichen und zentralen Niederrheingebiet eher karbonatische und grobklastische Gesteine als Tonschiefer erwarten. In ihrer tonigen Ausbildung sind die Hangenden Alaunschiefer oder deren lokalen Äquivalente sowie die sie – je nach Tiefenlage überdeckenden Ton- und Schluffsteinserien als Grundwasseringleiter einzustufen. Insgesamt handelt es sich bei den Tonschiefern um Gesteinsserien, die in der Regel über keine nennenswerten Grundwasservorkommen verfügen. Eine hydrogeologische Systemanalyse sollte sich auf konkrete Standortsituationen beziehen und Tiefe der Zielhori-

zonte und deren Lage zu oberirdischen Gewässern, lokalen Wasserfassungen und lokalen hydrogeologischen Situationen berücksichtigen.

5.3.8 Daten und Kenntnisdefizite linker Niederrhein

- Fazielle Ausprägung und Durchlässigkeiten der unterkarbonischen Serien einschließlich der Hangenden Alaunschiefer bzw. ihrer lokalen Äquivalente und der überlagernden unterkarbonischen Serien.
- Explorations- und förderwürdige Tiefe.
- Gasgehalte der Hangenden Alaunschiefer oder ihrer lokalen Äquivalente in Abhängigkeit von der tektonischen Position.
- Wasserführung und Beschaffenheit der Formationswässer in den Tonsteinserien des Unterkarbons.

5.3.9 Behebung der Daten- und Kenntnisdefizite

- Durchführung hydraulischer Tests und hydrogeologischer Untersuchungen in Erkundungsbohrungen.
- Beprobung der tiefen Grundwässer/Formationswässer – insbesondere in Bezug auf die Gasgehalte und ausgasende Bestandteile (u.a. Konzentrationen der anorganischen Kohlenstoffspezies) sowie auf die Konzentrationen an Schwermetallen und organischen Wasserinhaltsstoffen.

5.4 Geosystem Ibbenbüren (Kohleflözgas/Schiefergas)

5.4.1 Überblick

Das Ibbenbürener Steinkohlenrevier liegt im Nordwesten von Nordrhein-Westfalen. Westlich von Osnabrück tritt das im Münsterland unter jüngeren Schichten abgetauchte flözführende Oberkarbon hier nördlich des Teutoburger Waldes in einer Horststruktur zu Tage. Die aufgeschobene Ibbenbürener Karbonscholle ist Teil des Osnabrücker Berglandes, das im Norden in die Norddeutsche Tiefebene übergeht, während im Südwesten der Teutoburger Wald die Grenze zur Westfälischen Bucht und dem Münsterländer Becken bildet (GD NRW 2003, S. 13).

Der Karbonhorst hat eine Ausdehnung von ca. 15 km in West-Nordwest-Richtung und eine Breite von ca. 5 bis 6 km. Er hebt sich auch morphologisch um bis zu 100 m gegenüber dem Umland hervor,

da die ausstreichenden Gesteine des Oberkarbons überwiegend aus festen Sandsteinen bestehen, die verwitterungsresistenter als die umgebenden mesozoischen Serien sind. Mit dem Schafberg beträgt seine größte Höhe 174 m NHN. Sowohl südlich als auch nördlich schließen sich gering reliefierte Areale an. Die südliche Talniederung wird durch den schmalen Höhenzug des Teutoburger Waldes von dem sich südwestlich anschließenden Münsterländer Becken getrennt. Die Entwässerung erfolgt im Süden durch die Ibbenbürener Aa, im Norden durch die Recker Aa, die beide nach Nordwesten zur Ems fließen.

Das Gebiet im Umfeld der Karbonscholle ist ländlich geprägt und wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Größere zusammenhängende Waldgebiete finden sich nur im Bereich des Teutoburger Waldes. Größere Städte sind Rheine mit 76.500 Einwohnern und Ibbenbüren mit 51.500 Einwohnern.

Die Konzessionsgebiete für unkonventionelle Gasvorkommen liegen im Bereich und im Umfeld der Ibbenbürener Karbonhorst-Struktur. Die Lage der erteilten Aufsuchungsfelder für unkonventionelle Erdgas-Vorkommen im Umfeld der Ibbenbürener Karbonstruktur ist in Abb. 5.20 dargestellt. Für das Feld „Ibbenbüren-Gas“ wird eine Erkundung des flözführenden Oberkarbons (Flözgas) angestrebt. In dem Gebiet „Ibbenbüren“ ist die Erkundung auf Tonschiefer des Jura (Posidonienschiefer, Lias) und der Unterkreide („Wealden“, Bückeberg-Formation) vorgesehen. Der „Wealden“ (Bückeberg-Formation) wird auch als Deutscher „Wealden“ bezeichnet, um den Unterschied zum faziell anders ausgeprägten englischen Wealden deutlich zu machen.

Für die Wasserversorgung der Region ist insbesondere die südlich des Teutoburger Waldes, am Rand des Münsterländer Beckens, verlaufende Vor-Osning Rinne bedeutsam, bei der es sich um eine mit bis zu 30 m mächtigen glaziofluviatilen Sanden und Kiesen gefüllte eiszeitliche Rinnenstruktur handelt. Aus den gut durchlässigen und ergiebigen quartären Sedimenten gewinnen mehrere Wasserversorger Grundwasser für die Trinkwasserversorgung der Region (Abb. 5.21). Zwei Wassergewinnungsgebiete liegen am Nordhang des Teutoburger Waldes, in denen Grundwasser aus den geklüfteten Unterkreide-Sandsteinen gewonnen wird.

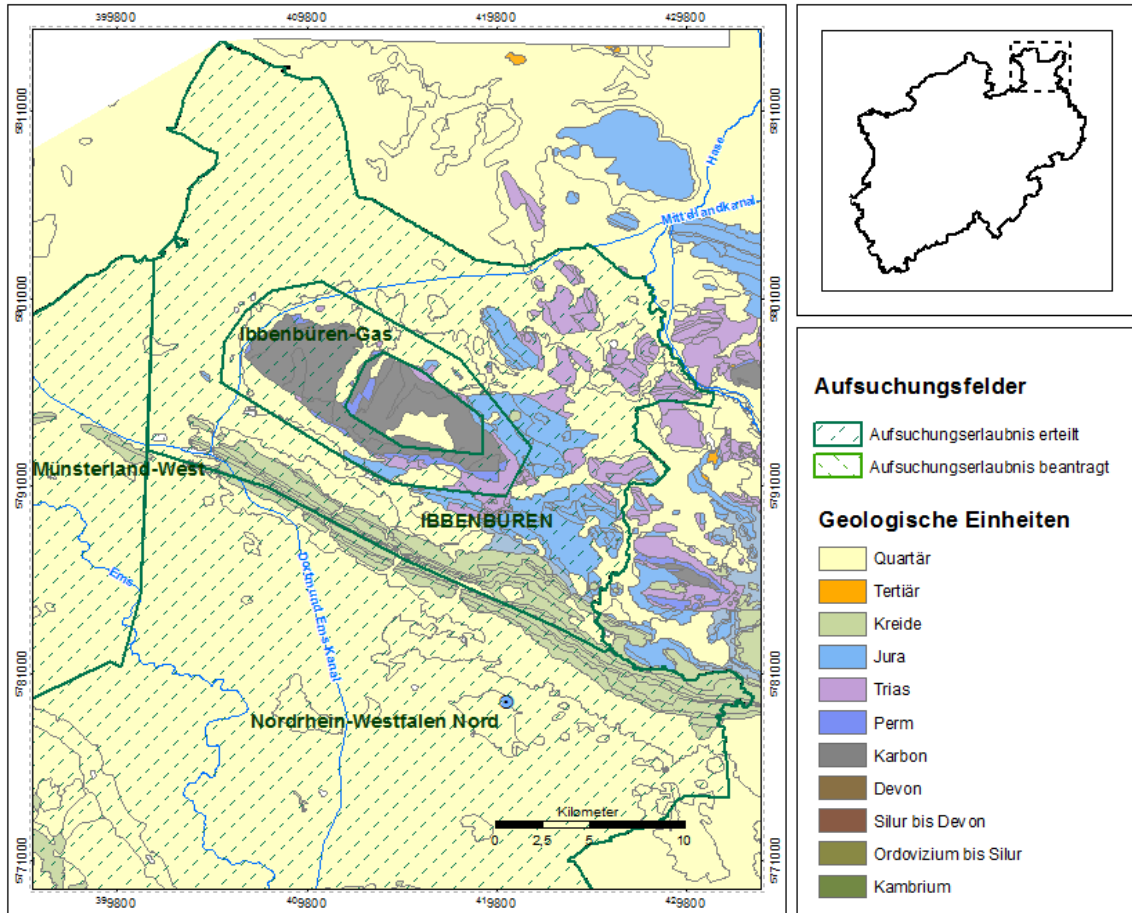


Abb. 5.20: Geologische Übersicht und Lage der Aufsuchungsfelder im Umfeld des Ibbenbürener Kohlenhorstes

Stand

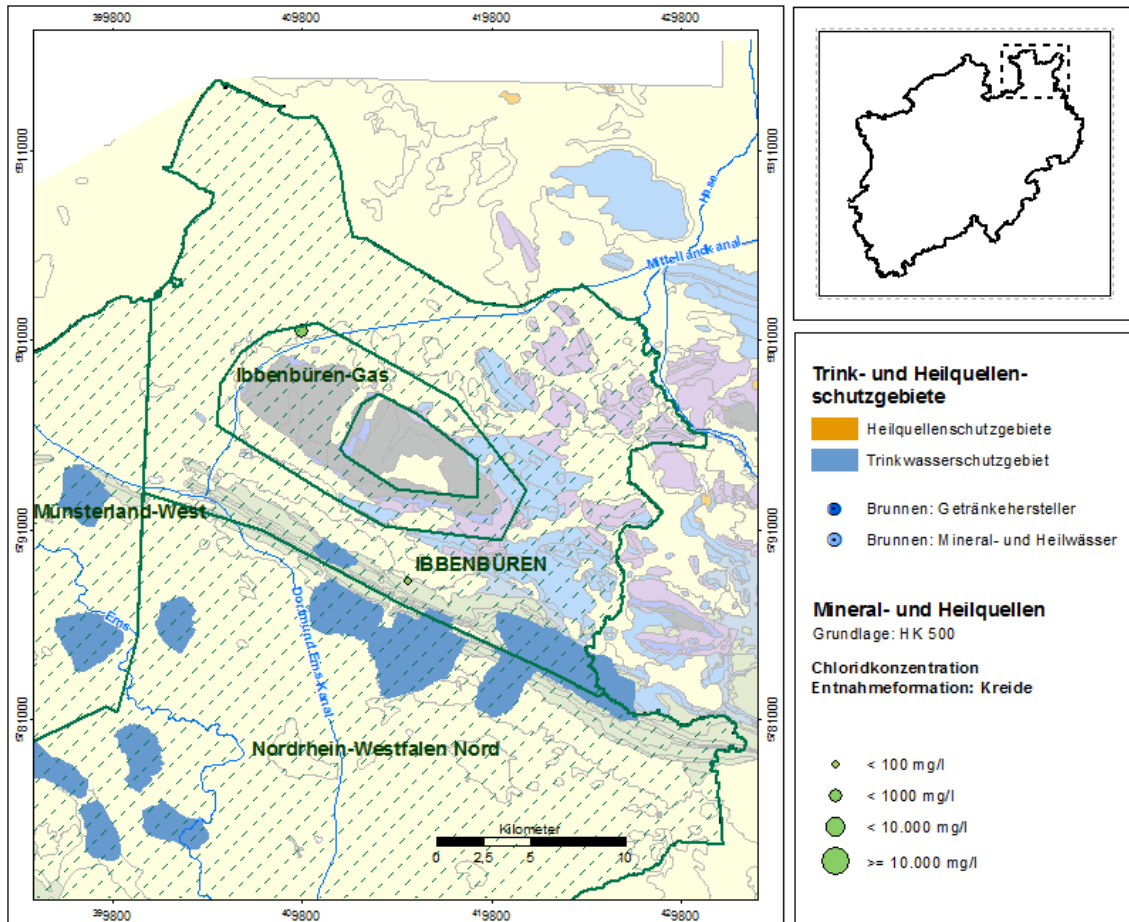


Abb. 5.21: Oberflächengewässer, Trink- und Heilquellenschutzgebiete sowie Mineral- und Heilquellen bzw. Brunnen (nicht dargestellt sind die zahlreichen sonstigen Trink- und Brauchwassernutzungen)

5.4.2 Geologie/Hydrogeologie/Hydrochemie

Geologischer Überblick

Das Ibbenbürener Steinkohlenrevier ist Teil des Osnabrücker Berglandes. Geologisch wird das Osnabrücker Bergland im Wesentlichen aus mesozoischen Gesteinen der Trias, des Jura und der Unterkreide aufgebaut, in die mehrere Karbonaufbrüche (Schafberg, Hüggel, Piesberg) eingeschoben sind. Als Folge tektonischer Beanspruchungen sind die Gesteinsschichten in zahlreiche Schollen zerbrochen. Bei der Ibbenbürener Karbonscholle handelt es sich um eine horstartige Heraushebung karbonischer Gesteine, die im Zuge der saxonischen Bruchschollentektonik im Bereich des südlich verlaufenden Osning-Lineamentes aufgeschoben wurde (Grabert 1998, S. 172f, Bässler 1970, S. 218, Drozdewski et al. 1985, S. 211f, GD NRW 2003,

S. 27). Tektonisch wird die Karbonscholle an den Rändern durch Störungen mit Gesamtversätzen von bis zu 2.000 m begrenzt (Abb. 5.22).

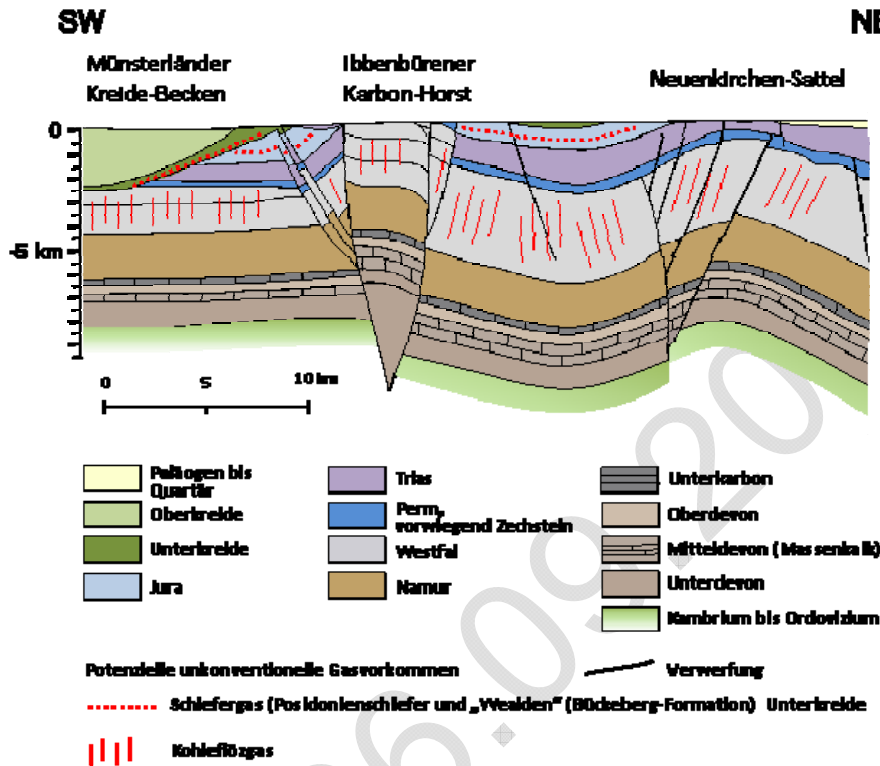


Abb. 5.22: Schematischer geologischer SW-NE Schnitt durch den Ibbenbürener Karbon-Horst und die angrenzenden Vorlandbereiche (verändert nach GD-NRW (2003, S. 27)

Die über 2.000 m mächtige Abfolge des flözführenden Oberkarbons reicht vom Westfal B bis D und ist bis in eine Tiefe von über 1.500 m bergmännisch erschlossen. Die Flöze machen mit 3 % nur einen geringen Anteil an der Gesamtschichtenfolge aus. Die Mächtigkeiten der Flöze liegen zwischen wenigen cm und bis zu 2 m. Die Schichtenfolge ist durch einen hohen Sandsteinanteil (bis 70 %) und den hohen Inkohlungsgrad der Steinkohle charakterisiert, der mit Ausnahme der oberflächennahen Bereiche anthrazitisch ist. Bässler (1970, S. 221) weist darauf hin, dass in diesem Bereich der Grubengasanteil außergewöhnlich hoch ist. Der im Vergleich zum Ruhr-Karbon hohe Inkohlungsgrad wird im Zusammenhang mit der älteren Literatur einem vermuteten Aufdringen eines oberkretazischen Tiefengesteinskörpers („Bramscher Pluton“) gesehen (Teichmüller & Teichmüller 1985, S. 250, Henningsen & Katzung 1992, S. 80). In der neueren Literatur wird die hohe Inkohlung allein aus der Versenkungsgeschichte der Tiefscholle abgeleitet (Senglaub et al. 2005, Littke & Kroos 2009).

Innerhalb der Scholle lagern dem Karbon diskordant Zechsteinanhydrite und -karbonate sowie Ton- und Mergelsteine des Lias und Malm auf. Die Vererzung der Zechsteinkalke im Gebiet der südlichen Randverwerfung war Ziel eines auf Blei und Zink ausgerichteten Erzbergbaues. Untergeordnet wurden auch Eisenerze, Schwefelkies und Schwerspat gewonnen. Umrahmt wird der Schafberg von staffelartig verstellten Zechstein, Trias-, Jura- und Kreideablagerungen. Tabelle 5.7 gibt einen Überblick über die Stratigrafie und die Schichtmächtigkeiten im Umfeld des Ibbenbürener Karbonhorstes.

Tab. 5.7: Überblick Stratigrafie, Schichtenfolge und Mächtigkeiten im Umland der Ibbenbürener Karbonscholle, Trägerhorizonte für unkonventioneller Gasvorkommen sind fett hervorgehoben (zusammengestellt aus Hiltermann 1984, Bässler 1970, Grabert 1998, GD NRW 2003)

Stratigrafie		Gesteine	Mächtigkeit [m]
Quartär		Löß, Lößlehme, Fließerden, Torfe, Terrassensedimente, glaziofluviatile Sand, und Kiese, Beckentone, Geschiebelehme	wenige Meter bis 10er Meter
Tertiär		Glimmertone, Schluff, Sand; lokale begrenzte Vorkommen (Subrosionssenken, tektonische Einmuldungen)	0 – 140 m
	Oberkreide	Kalksteine und Kalkmergelsteine, die von Tonmergeln überlagert werden	Im südlichen Vorland erst südlich des Teutoburger Waldes anstehend. Im nördlichen Vorland nicht anstehend,
Kreide	Unterkreide	geringmächtige Konglomerate, Tonsteine und bituminöse Stinkkalke („ Wealden “- Fazies : Tonsteine, Kohleflöze, dolomitische Kalksteine und Stinkkalke“), die von mächtigen Sandsteinen (Osning-Sandstein) überlagert werden	Im südlichen Vorland: 100 m – 300 m im Bereich des Teutoburger Waldes, nach S auskeilend Im nördlichen Vorland nicht anstehend,
	Malm	Kalk-, Sand- und Tonsteine, lokal Steinsalz und Anhydritlagen.	ca. 550 m
Jura	Dogger	Dunkle Tone, vereinzelt gröberklastische Lagen und Kalksandsteine	ca. 250 m
	Lias	Graue bituminöse Ton- und Tonmergelsteine mit zwischenlagern den Kalk- und Kalksandsteinen, im mittleren Lias auch Toneisensteinlagen; im oberen Lias bituminöse Tonmergel mit 5-10 % Bitumen (Posidonienschiefer), bis zu 50 m mächtig	460 – 500 m

Stratigrafie		Gesteine	Mächtigkeit [m]
	Keuper	Ton- und Mergelstein, Dolomitstein, Sandstein	ca. 350 m
Trias	Muschelkalk	Kalk- und Dolomitstein, Tonmergelstein, z.T. Gips und Anhydrit, Steinsalz	ca. 150 m
	Buntsandstein	Rote Tonsteine mit Sandsteineinlagerungen	75 – 400 m Zunahme der Mächtigkeit nach NW
Perm	Zechstein	Zyklische, selten vollständig ausgebildete Abfolge aus Tonstein, Kalk- und Dolomit, Anhydrit und Steinsalz, Basis: Kupferschiefer	südliches Vorland 0 – 150 m, nördliches Vorland 150 – 300 m Zunahme der Mächtigkeit nach SW,
	Rotliegend	Sandstein, Konglomerate,	vermutlich nicht vorhanden
Karbon	Oberkarbon	Tonstein, Schluff- und Sandstein mit konglomeratischen Einschaltungen und Kohlenflözen	> 2.500

Die dem Karbon diskordant aufliegenden jungpaläozoischen und mesozoischen Ablagerungen gehören dem Südrand des Niedersächsischen Beckens an, einem Senkungsgebiet, das mit Beginn der alpidischen Inversionstektonik zu Beginn der Oberkreide insbesondere an seinem Südrand herausgehoben und bruchschollenartig verstellt wurde. Teils erfolgte – entlang des Osning Lineamentes – eine Aufschiebung auf die südlich angrenzende Rheinische Masse, die ihrerseits absank und im Bereich des Münsterländer Kreidebeckens mächtige Oberkreide-Sedimente aufnahm. Verstärkt durch die Mobilität der Zechsteinsalze führte die regionaltektonische Beanspruchung im Osnabrücker Bergland zu einem komplexen Bruchschollenmosaik und zu einer flexurartigen Biegung der Schichten (Fiedler 1984, S 519f, GD NRW 2003, S. 21f).

Unkonventionelle Gasvorkommen

Das über 2.500 m mächtige flözföhrnde Oberkarbon ist der Zielhorizont für eine Erkundung auf Kohleflözgas. Im Bereich des Karbonhorstes stehen gasreiche anthrazitische Kohlen an, mit Gasgehalte von teilweise über 20 m³/t Kohle. Im Bereich des aktiven Bergbaus (Ostfeld) findet eine Nutzung des im Zuge der Steinkohlengewinnung freigesetzten Grubengases statt. Das Aufsuchungsfeld für die Kohleflözgasgewinnung umfasst den Bereich des gefluteten Westfeldes, in dem das flözföhrnde Oberkarbon oberflächennah ansteht aber auch das Umfeld des aktiven Steinkohlenbergbaus im Ostfeld. Im südlichen Vorland der Horststruktur setzt das Oberkarbon – je nach tektonischer Position – unterhalb von ca. 1.500 m ein und sinkt in südwestlicher

Richtung weiter ab. Südlich des Osning-Lineamentes liegt das flözführende Karbon in Teufen von > 2.000 m. Im südlichen Vorland keilen die permischen und die älteren mesozoischen Serien einschließlich der Unterkreidesandsteine aus. Sie werden nach Süden – mit dem Übergang zum Münsterländer Becken – von zunehmend mächtigeren Oberkreidemergeln überlagert. Auch im nördlichen Vorland fällt die Karbonoberfläche entlang der Randstaffelbrüche schnell auf eine Teufe von 1.500 m ab und sinkt dann in einer sich anschließenden Muldenstruktur bis auf ca. 2.000 m ab.

Zielhorizonte für die Erkundung von Schiefergas im Umfeld der Ibbenbürener Karbon-Struktur sind der Posidonienschiefer (oberer Lias, Toarc) und der „Wealden“ (Bückeberg-Formation). Der Posidonienschiefer tritt auch in dem Geosystemen Wesergebirgsrandmulde (siehe Abschn. 5.6) und sehr lokal im Geosystem Osnabrücker Bergland auf (Abschn. 5.7). Regionale, fazielle Unterschiede sind möglich. Der Posidonienschiefer war ein an organischen Resten sehr reiches tonig-kalkiges Sediment, das unter Sauerstoffabschluss durch biochemische Prozesse in Faulschlamm (Sapropel) umgewandelt wurde. Die kohlenstoffreichen schwarzen Tone wurden in einem landfernen Meer und in vor grobem Sedimenteintrag geschützten Bereichen abgelagert. Durch die Verfestigung entstand ein Tonmergelstein mit bis zu 5 bis 10 % Bitumen (GD NRW 2003, S. 60), der später regional unterschiedlich hoch inkohlt wurde. In die feingeschichteten Tonmergel sind dünne Bänke dunkler, bituminöser Stinkkalksteine eingeschaltet. Anstehende Vorkommen des Posidonienschiefers wurden häufig zu Düngemittelzwecken ausgebeutet. In der Nähe von Wistinghausen, südöstlich von Bielefeld, wurde der Posidonienschiefer über Jahrzehnte zur Gewinnung von „Schieferöl“ genutzt. Er weist hier einen Ölgehalt von bis zu 5 % auf (C 4318, Erläuterungen zu Blatt Paderborn). Im Bereich des Teutoburger Waldes liegen die Mächtigkeiten zwischen 20 und 30 m und nehmen nach Norden hin bis auf ca. 70 Meter zu (Erläuterungen C 3914 Bielefeld, S. 22). Im Umfeld des Karbonhorstes variiert die Teufenlage entsprechend der tektonischen Position von wenigen 100 m im nördlichen und im direkt angrenzenden südlichen Vorland und sinkt dann auf über 1.000 m im Übergang zum Münsterländer Becken ab. Im Norddeutschen Becken ist der Posidonienschiefer das wichtigste Erdölmuttergestein.

Nahe der Basis der Unterkreideserien finden sich die Ablagerungen des „Wealden“ (Bückeberg-Formation). Der „Wealden“ (Bückeberg-Formation) tritt auch in dem Geosystemen Wesergebirgsrandmulde (siehe Abschn. 5.6), aber nicht mehr im Osnabrücker Bergland auf (Abschn. 5.7). Regionale, fazielle Unterschiede sind möglich. Die Ablagerungsbedingungen der Formation wechseln von einer zu Beginn limnisch-fluviatilen Fazies hin zu einer brackischen Fazies, bedingt durch temporäre Meeresvorstöße. Die Formation besteht aus überwiegend dunklen, teilweise feinschichtigen und bituminösen Ton-

steinen mit eisen- und magnesiumreichen Karbonatbänken. Lokal folgen teils mächtige Sandsteine, in die geringmächtige Steinkohleflöze eingelagert sind und die nach Norden hin auskeilen (GD NRW 2003, S. 68, Thiermann 1984, S. 427 f)). Die Schichten treten am Nordhang des Teutoburger Waldes und nördlich des Wiehengebirges zu Tage. Die Mächtigkeiten nehmen von Süden nach Norden zu und erreichen nördlich des Wiehengebirges bis zu 1.000 m. Im Bereich Rahden werden als maximale Mächtigkeit 830 m angegeben (Bohrung Rahden Z1). Vom Ausstrich am Nordhang des Teutoburger Waldes keilt die Mächtigkeit der Unterkreideschichten nach Süden aus, die Teufe sinkt am Übergang zum Münsterländer Becken auf bis zu 2.000 m ab. An der Grenze zwischen dem Unteren „Wealden“ (Bückeberg-Formation) und dem im Hangenden folgenden „Wealden Hauptsandstein“ (Bückeberg-Formation) befinden sich bis zu 5 Kohleflöze mit einer Mächtigkeit zwischen 10 und 75 cm (C 3918, Erläuterungen zu Blatt Minden, 1984). Bei Sundern gab es gegen Ende des 19. Jahrhunderts auch drei, nur wenige Zehnermeter tiefe Schächte, in denen die Steinkohlenflöze abgebaut wurden (Erläuterungen Blatt Lemförde 3516, S.40). Die Zielhorizonte für die Erkundung und ggf. eine Schiefergas-Gewinnung sind v.a. die mehrfach eingeschalteten bituminösen Tonsteine im unteren „Wealden“ (Bückeberg-Formation). Die Mächtigkeit des unteren „Wealden“ 1 bis 3 (Bückeberg-Formation) beträgt ca. 300 Meter, wobei wahrscheinlich nicht alle Bereiche durchgehend gasführend sind.

Hydrogeologie und Hydrochemie

Die hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich des Ibbenbürener Horsts wurden durch den Bergbau nachhaltig beeinflusst (Bässler 1970, S. 228), wobei Grundwasserabsenkungen sich aber meist auf kleinere Gebiete im Nahbereich des Grubenfeldes beschränken. Derzeit werden rd. 16,8 Mio. m³/a Grubenwasser gehoben und in die Ibbenbürener Aa eingeleitet. Oberflächennah erfolgt der generelle Grundwasserabstrom von einer NW-SE verlaufenden Wasserscheide nach SW bzw. NE, in Richtung auf die lokalen Vorfluter.

Bässler (1970, S. 231) weist darauf hin, dass besonders große Wassermengen immer dann im Bergwerk angenommen werden mussten, wenn Verwerfungszonen durchfahren wurden. Die Grubenwasserzuflüsse nehmen aber mit der Tiefe stark ab.

Der Salzgehalt der dem Bergwerk zutretenden Grubenwässer nimmt mit der Tiefe zu. Die Grenze zwischen Süßwasser und Salzwasser (Chloridkonzentration > 1.000 mg/l) liegt bei ca. -100 m NHN (Bässler 1970, S. 243f). Ab einer bestimmten Tiefe wird auch im Ibbenbürener Revier die Meerwasserkonzentration um ein mehrfaches überschritten. Zwischen -100 m NHN und -600 m NHN liegen die Chloridkonzentrationen meist zwischen 1.000 und 30.000 mg/l und unterhalb von -600 m NHN über 30.000 mg/l, wobei die Konzentrationen

mit der Tiefe weiter zunehmen. Median- und Maximalkonzentrationen in den Ibbenbürener Grubenwässern sind in Tabelle 5.8 zusammengestellt.

Tab. 5.8: Abschätzung der Beschaffenheit des Formationswassers in flözführenden Oberkarbon auf Grundlage der Grubenwasserbeschaffenheit im Steinkohlenbergwerk Ibbenbüren für Haupt- und ausgewählte NebenkompONENTEN (Daten aus Bässler 1970, Anhang)

Hauptkomponenten										
	pH-Wert	Natrium	Kalium	Calcium	Magnesium	Strontium	Barium	Chlorid	Sulfat	Hydrogenkarbonat
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Median	7,3	18.550	91	570	266	18	1	30.849	89	555
Max	8,1	57.500	300	2.899	834	506	340	93.075	3.457	1.300
Neben- und SpurenkompONENTEN										
	Brom	Iod	Lithium	Eisen	Mangan	Aluminium	Kupfer	Blei	Zink	Zinn
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Median	6,3	0,10	7,1	2,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Max	40	2,2	22,0	114	2,2	3,7	0,1	32	0,7	0,2

Wedewardt (1995, S. 154f) vermutet, dass die salinaren Formationswässer im flözführenden Oberkarbon schon vor der Heraushebung der Karbonscholle durch z. B. Zechstein-Ablaugung entstanden sind. Eine starke Vermischung mit Ablaugungs-solen aus jüngeren Evaporitformationen (Röt, Malm) wird als wahrscheinlich angenommen.

Aufbauend auf dieser Annahme können die Angaben zur Grubenwasserbeschaffenheit für die Abschätzung der Beschaffenheit der Formationswässer des flözführenden Oberkarbons im Umfeld der Horststruktur – einem potenziellen Zielhorizont für die Gewinnung unkonventioneller Gasvorkommen mittels CBM – herangezogen werden. Da der Gesamtlösungsinhalt mit der Teufe zunimmt und die Zielhorizonte deutlich tiefer als die Grubenwasserzutritte liegen, ist von den angegebenen Maximalkonzentrationen auszugehen. Hierbei ist aber zu

beachten, dass höhere Bariumkonzentrationen in Folge des niedrigen Löslichkeitsproduktes von Bariumsulfat nur in Abwesenheit von Sulfat zu erwarten sind.

Umfassende chemische Analysen zu den Formationswässern aus den Tonsteinserien liegen den Gutachtern nicht vor. Tiefe Grundwässer werden meist im Rahmen der Erkundung von Kohlenwasserstoffen oder geothermischen Ressourcen sowie als Produktionsbegleitwässer bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung beprobt und analysiert. Diese Wässer stammen aber nicht aus den Tonsteinhorizonten. Darüber hinaus sind sie in den seltensten Fällen frei zugänglich.

Um die Beschaffenheit abzuschätzen, wurde auf Daten aus der Untersuchung des Flowback aus der Bohrung Damme 3 zurückgegriffen (Rosenwinkel et al. 2012). In dieser Tiefbohrung wurden Tonsteine der Bückeberg-Formation gefrackt und der anfallende Flowback analysiert. Hierbei handelt es sich aber um eine Mischung aus Fracking-Fluid und Formationswässern. Für die in Tabelle 5.9 zusammengestellten Analysedaten wurden die Analysen gegen Ende der Rückförderung verwendet, für die ein Mischungsanteil der Formationswässer von ca. 90 % angenommen wird (Rosenwinkel et al. 2012, S. 30). Der Bohransatzpunkt der Bohrung Damme 3 befindet sich nördlich der Konzessionsgebiete im Umfeld der Ibbenbürener Struktur und weist ein abweichendes geologisches und hydrogeologisches Umfeld auf, so dass die zusammengestellten Daten nur eine erste Einschätzung darstellen können.

Auch für die Formationswässer in der Bückeberg-Formation ist von hohen Salzkonzentrationen auszugehen. Die Wässer sind dem Na-Cl-Typ zuzuordnen. Zu den Formationswässern in den Unterkreide-Tonsteinen liegen den Gutachtern keine veröffentlichten Analysen vor.

Tab. 5.9: Abschätzung der Beschaffenheit des Formationswassers in den Unterkreidetonsteinen der Bückeberg-Formation (Daten zusammengestellt aus Rosenwinkel et al. 2012, weitere Erläuterungen siehe Text)

Hauptkomponenten										
	pH-Wert	Natrium	Kalium	Calcium	Magnesium	Strontium	Barium	Chlorid	Sulfat	Hydrogenkarbonat
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Median	5,7	33.740	110	15.760	2.030	1.600	490	87.100	7	200
Max	5,9	36.390	157	16.550	2.130	1.720	539	88.440	15	230
Neben- und Spurenkomponten										
	Bor	Brom	Iod	Lithium	Eisen	Mangan	Kupfer	Blei	Zink	Arsen
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Median	2,5	480	4	6,4	115	2	< 0,2	< 1,0	0,4	< 0,25
Max	3,3	540	4	6,4	160	3,7	< 0,2	< 1,0	0,5	< 0,25

5.4.3 Systemanalyse Ibbenbüren und Umfeld

5.4.3.1 Geosystem Ibbenbüren (Kohleflözgas)

Die Erkundung und potenzielle Gewinnung von Kohleflözgas ist auf das meist oberflächennah anstehende und rd. 2.500 m mächtige flözführende Oberkarbon im Bereich des Karbonhorstes und seines direkten Umfeldes ausgerichtet. Der derzeit aktive Bergbaubereich im sogenannten Ostfeld ist ausgenommen. Im Westfeld wurde die Wasserhaltung 1979 eingestellt und das Grubenwasser im Grubengebäude bis in das Niveau eines Wasserlösestollens oberhalb der Vorflut eingestaut. Durch Strecken und Abbaue wurden die angrenzenden tiefen salinaren Grundwassersysteme angeschnitten. Diese Wegsamkeiten stehen prinzipiell auch für die Verlagerung von Fluiden zur Verfügung. Aufgrund der intensiven tektonischen Überprägung des Gebietes sind vor allem für den Bereich der Randstörungen des Karbonhorstes vertikale Wegsamkeiten nicht auszuschließen, über die ggf. Fluide in randlich angrenzende, oberflächennahe Grundwasserleiter gelangen könnten. Art und Umfang der Dynamik der oberflächennahen und der

tiefen Grundwasserleiter sowie die erforderliche Zeiträume bis zum Erreichen eines quasi-stationären Zustandes nach Flutung des aktiven Bergbaufeldes einschließlich der damit verbundenen Auswirkungen auf die regionale Grundwasserdynamik sind nur im Rahmen standörtlicher Gutachten und unter Verweis auf die Spezialliteratur (u.a. Goerke-Mallet 2000) zu klären.

5.4.4 Daten und Kenntnisdefizite

- Durchlässigkeiten im flözführenden Karbon und in den bergbaulich beeinflussten Bereichen
- Druckpotenziale im flözführenden Oberkarbon und den hangenden grundwasserleitenden Schichten
- Aufstiegsmechanismen an tief reichenden Störungen

5.4.5 Behebung der Daten- und Kenntnisdefizite Geosystem Ibbenbüren (Kohleflözgas)

- Auswertung tiefer Bohrungen (soweit vorhanden)
- Durchführung hydraulischer Tests und hydrogeologischer Untersuchungen in tiefen Bohrungen (soweit vorhanden)
- Beprobung der tiefen Grundwässer – insbesondere in Bezug auf die Gasgehalte und ausgasende Bestandteile (u.a. Konzentrationen der anorganischen Kohlenstoffspezies)
- Aufbau und Fortschreibung eines Geotektonischen Atlas in 3 D (GTA3D) wie z.B. in Niedersachsen und Schleswig Holstein
- Numerische Modellierungen mit Sensitivitätsanalysen hinsichtlich der Grundwasserdynamik und hinsichtlich der Beschaffenheitsentwicklung von aufsteigenden Tiefengrundwässern

5.4.6 Geosystem Ibbenbürener Umfeld (Schiefergas)

Schiefergas-Vorkommen im Umfeld der Ibbenbürener Karbonstruktur sind an die Schichten des Posidonienschiefers (Jura – Lias Toarc) sowie an die Schichten der Unterkreide im „Wealden“ (Bückeberg-Formation) gebunden. Für die Gebiete im Umfeld des Karbonhorstes und im Unterlager des Teutoburger Waldes ist von einer intensiven tektonischen Störung der Gesteinsverbände auszugehen.

Lithologisch sind die „Wealden“-Tonsteine (Bückeberg-Formation) als Grundwassergeringleiter anzusprechen, in denen eine Wasserfüh-

nung nur in geringmächtigen Kalkbänken auftritt (Schneider 1964, S. 37). Aus der ca. 30 km nordöstlich von Ibbenbüren gelegenen Bohrung Damme 3 liegen Erfahrungen hinsichtlich der durch Fracking verpressbaren Fluidmengen und des rückgewonnenen Flowbacks vor. Das je Frack durchschnittlich verpresste Volumen von 4.000 m³ Fluid weist darauf hin, dass höhere, insbesondere an Klüfte gebundene, Wegsamkeiten vorhanden sein müssen.

Aufgrund der intensiven tektonischen Überprägung des Gebietes sind vor allem für den Bereich der Randstörungen des Karbonhorst und der südlich anschließenden Osning-Überschiebung vertikale Wegsamkeiten anzunehmen, über die Schadstoffe in die oberflächennahen Grundwasserleiter gelangen können, sofern entsprechend ausgerichtete Potenzialdifferenzen vorliegen.

5.4.7 Daten- und Kenntnisdefizite im Geosystem Ibbenbüren (Schiefergas)

- Wasserführung, Druckpotenziale und Transmissivitäten im Bereich der schiefergasführenden Serien.
- Hydrochemische Beschaffenheit der Tiefengrundwässer.
- Lage, Tiefe und Durchlässigkeit von Störungen und Störungssystemen.
- Auswirkung des Grubenwasseranstiegs auf die umliegenden Bereich.
- Aufstiegswege und Aufstiegsmechanismen an tief reichenden Störungen.

5.4.8 Behebung der Daten- und Kenntnisdefizite

- Auswertung tiefer Bohrungen (soweit vorhanden).
- Durchführung hydraulischer Tests und hydrogeologischer Untersuchungen in tiefen Bohrungen (soweit vorhanden).
- Beprobung der tiefen Grundwässer – insbesondere in Bezug auf die Gasgehalte und ausgasende Bestandteile (u.a. Konzentrationen der anorganischen Kohlenstoffspezies).
- Aufbau und Fortschreibung eines Geotektonischen Atlas in 3 D (GTA3D) wie z.B. in Niedersachsen und Schleswig-Holstein.

- Numerische Modellierungen mit Sensitivitätsanalysen hinsichtlich der Grundwasserdynamik und hinsichtlich der Beschaffenheitsentwicklung von aufsteigenden Tiefengrundwässern.

5.5 Geosystem Rheinisches Schiefergebirge (Schiefergas)

5.5.1 Überblick

Am Top Vise/Namur A sind im Unterkarbon und im Rheinischen Schiefergebirge die Hangenden Alaunschiefer verbreitet. Alaun ist ein Aluminiumsulfat-Salz, das aus verwitternden Tonmineralien entsteht. Die Hangenden Alaunschiefer sind eine lithostratigraphische Einheit im Range einer Formation (Wrede & Ribbert, 2005). Alaunschiefer gibt es auch in anderen Erdzeitaltern (z.B. Liegende Alaunschiefer).

Die Abbildung 5.23 zeigt die Ausstriche an der Geländeoberfläche; die Verbreitung im Untergrund ist beispielhaft in der Herzkämper Mulde anhand der Abbildung 5.24 zu sehen.

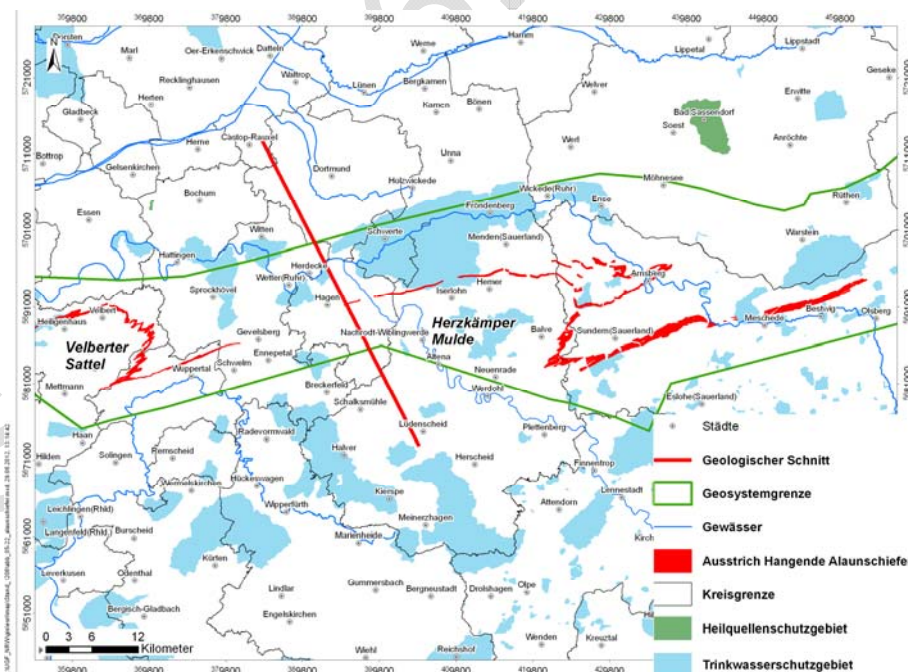


Abb. 5.23: Ausstriche der Hangenden Alaunschiefer und der Trink- und Heilquellenschutzgebiete

5.5.2 Geologie, Hydrogeologie und Hydrochemie

Die Hangenden Alaunschiefer zwischen Iserlohn und Brilon sind schwarze, marine Ablagerungen, die vielfach aus Algen (Algenite) aufgebaut sind. Sie haben einen sehr hohen Gehalt an C_{org} (2 bis 8 %) und eine ausreichend hohe Inkohlung (Vitrinitreflexion zwischen 1,9 bis 4) verfügen, um sie als Schiefergaslagerstätte interessant zu machen. Diese Daten stammen allerdings aus wenigen Lokationen und es ist Ziel, in den Aufsuchungsfeldern zu überprüfen, inwieweit die Angaben übertragbar sind.

Bei Kontakt mit Luftsauerstoff kann es durch die Pyritverwitterung, bei der Wärme frei wird, auch zu Selbstentzündungen kommen. Die Mächtigkeit liegt in der Regel zwischen 50 bis 110 Meter (Stoppel et al. 2006; Wrede & Ribbert 2005). Im Westen des Rheinischen Schiefergebirges (Bereich Velberter Sattel) treten die Alaunschiefer in einer anderen Fazies auf, die als Schiefergas-Lagerstätte weniger interessant sein dürfte (2. Fachgespräch GD NRW 23.03.2012).

Die Hangenden Alaunschiefer wurden bei der variszischen Gebirgsbildung in die ENE-WSW-streichenden Sattel- und Muldenstrukturen eingefaltet. Deswegen treten sie in der Karte nicht als ein durchgehendes Band auf. Aufgrund der unterschiedlichen Neigung des Schicht-einfallens nimmt die Ausstrichbreite nach Osten zu (Geologische Karten Blatt C 4710 und C 4714).

Wie in der Abbildung 5.23 dargestellt, tauchen die Hangenden Alaunschiefer im Osten nach NW auf 300 bis 500 m unter GOK ab. Im nördlich liegenden Lippstädter Gewölbe sind die Karbon-Schichten unter der Kreideauflage vollständig erodiert sind. Im Westen, in der Herzkämper Mulde (Bereich Menden), werden Tiefen von ca. 1.000 bis 1.500 m und im Esborner Sattel (Bereich Unna) sogar bis ca. 2.500 Meter erreicht. Sie unterlagern auch weite Flächen des Münsterlandes in noch größerer Tiefe (z.B. Bohrung Münsterland 1: ca. 5.400 m). Aufgrund ihrer großflächigen Verbreitung wird in ihnen auch ein großes Gaspotenzial vermutet

Es ist den Gutachtern nicht bekannt, ab und bis zu welchen Tiefen eine Schiefergas-Förderung geplant ist. Zur Erkundung sollen (im Erlaubnisfeld Ruhr) zunächst ca. 300 m tiefe Bohrungen zur Gewinnung von „frischen“ Proben abgeteuft werden.

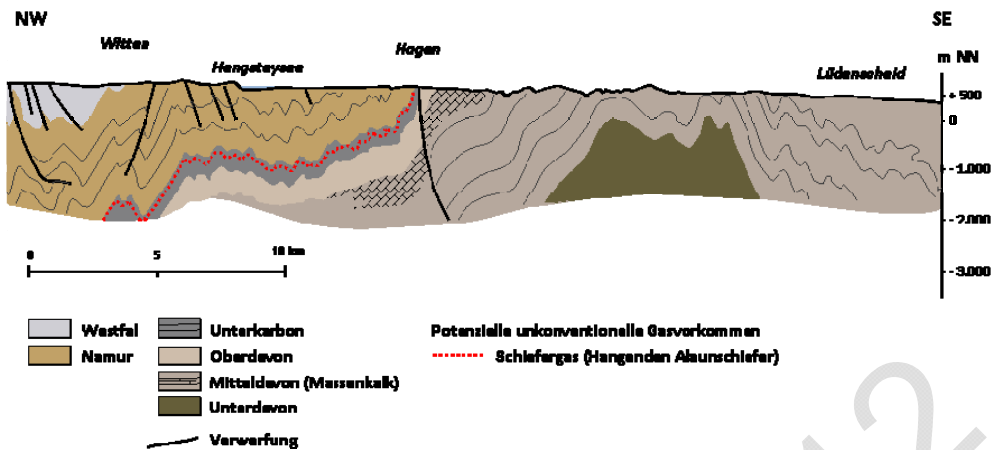


Abb. 5.24: Geologische SE-NW Schnitte von West nach Ost durch das Rheinische Schiefergebirge mit den Vorkommen der Hangenden Alaunschiefer, Schnittlinie s. Abbildung 5.22, verändert nach: Geologische Karte von Nordrhein Westfalen C 4710 Dortmund (Krefeld 1989)

Aufgrund ihrer tonigen Ausbildung sind die Hangenden Alaunschiefer weitgehend grundwasserfrei. Sie werden je nach ihrer Tiefenlage durch mächtige Ton- und Schluffsteinserien des Namur (Arnsberg, Hagen Schichten) überdeckt. Diese Schichten können gemäß der Abbildung 5.1 als Grundwassergeringleiter eingestuft werden. Angaben über die Durchlässigkeit sind den Gutachtern nicht bekannt; sie dürfte aber in der Regel noch deutlich geringer als 1×10^{-6} m/s sein. Nutzbare Grundwasservorkommen sind in geringem Maße in der Auflockerungszone vorhanden, wobei die Auflockerungszone und die Ergiebigkeit deutlich geringer als in der Auflockerungszone des Emscher Mergel sind. Lediglich in den geklüfteten Sandsteinbänken sind etwas größere Grundwasservorkommen zu erwarten.

Die lokale Wasserversorgung in diesen Gebieten beruht in der Regel auf Quellfassungen. In den wenige Meter mächtigen quartären Bachablagerungen können lokale Grundwasserleiter ausgebildet sein (Erläuterungen Blatt C 4714, S. 30). Größere quartäre Grundwasserleiter sind entlang der Ruhr und der Lenne vorhanden. Bei Meschede und Arnsberg durchschneidet die Ruhr und bei Hohenlimburg die Lenne den Alaunschieferzug.

5.5.3 Systemanalyse

Insgesamt handelt es sich bei den potenziellen Schiefergasvorkommen in den Hangenden Alaunschiefer um Gesteinsserien, die in der Regel über keine nennenswerten Grundwasservorkommen verfügen. Gleiches gilt für die überlagernden Schichten. Die Grundwasserfließsysteme sind deshalb vor allem oberflächennah ausgerichtet. Der Nieder-

schlag fließt an der Oberfläche und oberflächennah (als Interflow auf der Verwitterungsschicht oberhalb der Auflockerungszone) ab.

Eine hydrogeologische Systemanalyse sollte sich auf konkrete Standort-situationen beziehen und die Tiefe der Zielhorizonte, die Lage zu oberirdischen Gewässern (v.a. Ruhr, Lenne), lokalen Wasserfassungen und ggf. abweichenden lokalen hydrogeologischen Situationen berücksichtigen.

5.5.4 Unsicherheiten/Wissensdefizite

Es ist den Gutachten nicht bekannt, bis zu welcher Tiefe die Hangenden Alaunschiefer noch explorations- und förderwürdig sind und welche Bereiche dann hierfür in Frage kommen.

Bezüglich des Potenzials der Hangenden Alaunschiefer als mögliche Gaslagerstätte im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge liegen bislang nur sehr wenige Daten vor. Hier können nur gezielte Explorationsmaßnahmen zu verwertbaren Ergebnissen führen.

5.6 Geosystem Weserrandgebirgsmulde (Schiefergas)

5.6.1 Überblick

Nördlich der Porta Westfalica, westlich und östlich von Minden, liegt die Weserrandgebirgsmulde. Hier treten zwei potenzielle Schiefergas-gesteine auf: der „Wealden“ (Bückeberg-Formation) und der Posidonienschiefer (siehe Abb. 5.25). Weitere schwarze, kohlenstoffreiche Tonschiefer treten im gesamten Lias („schwarzer Jura“) auf.

5.6.2 Geologie, Hydrogeologie und Hydrochemie

Die Zielhorizonte sind der „Wealden“ Bückeberg-Formation und der Posidonienschiefer. Die Beschreibung erfolgt in Abschnitt 5.4.2. In der Weserrandgebirgsmulde überlagert die Bückeberg-Formation den flächig verbreiteten Posidonienschiefer, der ca. 600 bis 1.300 m tiefer als die Basis der Bückeberg-Formation liegt. Die Mächtigkeit des Posidonienschiefers in der Bohrung Rahden Z1 beträgt 27 m (Abb. 5.26).

Außerhalb der Weserrandgebirgsmulde sind die Schichten des Jura vielfach abgetragen und nur in einigen tektonischen Spezialstrukturen noch vorhanden. Die oberflächennahen Verbreitungsgebiete zeigt die Abbildung 5.25.

Ob darüber hinaus unter Bedeckung durch jüngere Gesteine noch weitere Vorkommen von Posidonienschiefer vorhanden sind, ist den Gutachtern nicht bekannt und ist Teil der beantragten Erkundung.

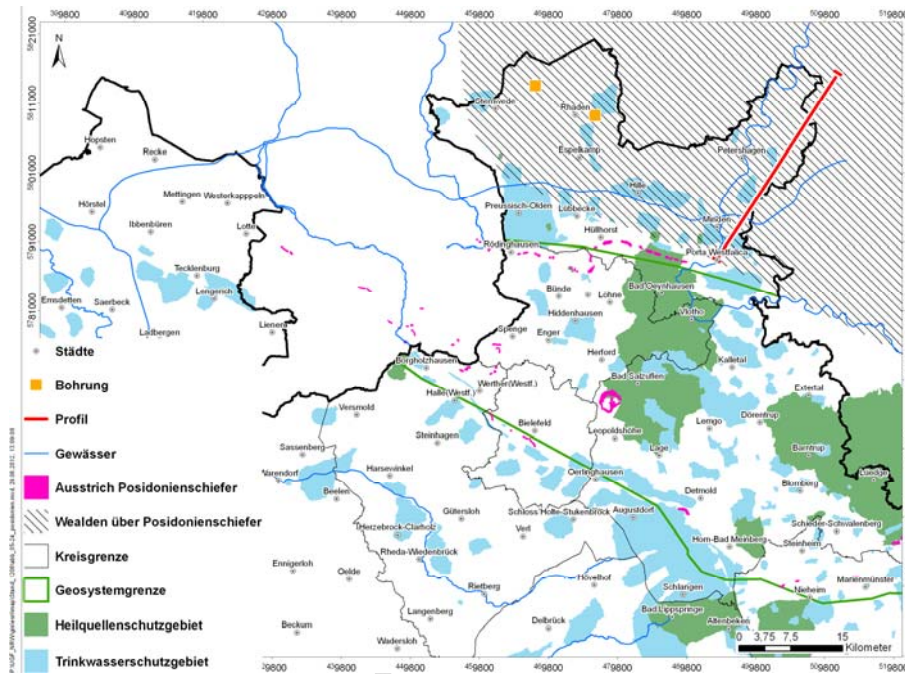


Abb. 5.25: Verbreitung des „Wealden“ (Bückeburg-Formation), des oberflächennahen Posidonienschiefers, der Bohrungen Rahden und Oppenwehe, Schnittlage der Abbildung 5.26 und Trink- und Heilquellenschutzgebiete. Nicht dargestellt sind die zahlreichen sonstigen Trink- und Brauchwassernutzungen.

In der Weserrandgebirgsmulde sind die Schichten in einer flachen Muldenstruktur abgelagert, wie die Abbildung 5.26 in einem SSW-NNE Schnitt durch die SSW-NNE Mulde zeigt. Die Lage des Schnittes ist in der Abbildung 5.25 dargestellt.

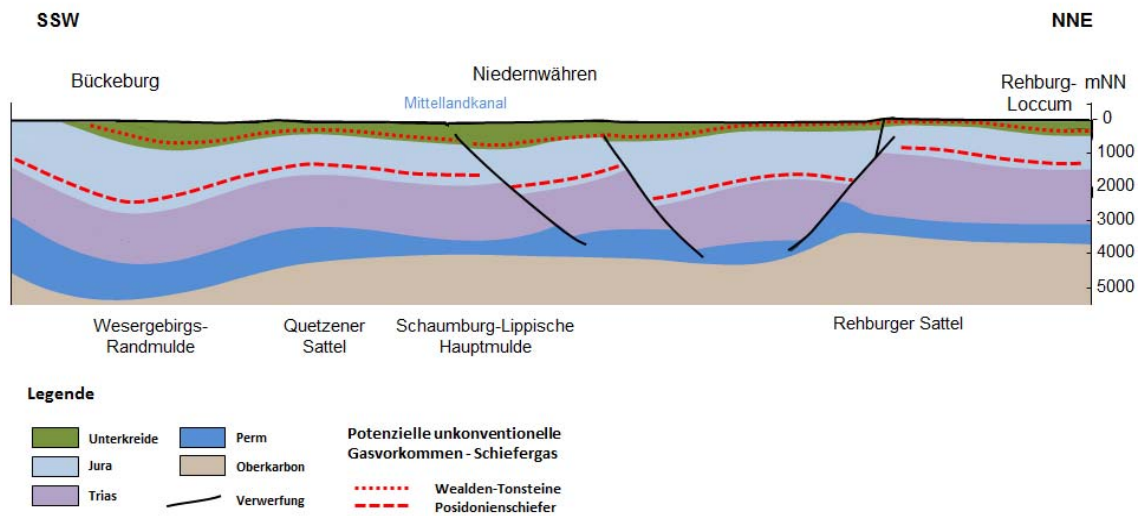


Abb. 5.26: Geologischer SSW-NNE Schnitt durch die Wesergebirgsrandmulde mit den potentiellen Schiefergas-Vorkommen „Wealden“ (Bückeberg-Formation) und Posidonienschiefer, verändert nach Geologische Karte Blatt 3918, Blatt Minden (Krefeld 1982)

Circa 50 km westlich des Schnittes liegen zwei tiefe Bohrungen aus der Erdölexploration, die Bohrung Oppenwehe 1 (ExxonMobil GmbH) und die Bohrung Rahden Z1 der Wintershall AG, Tiefe 3756 m. Der geologische Aufbau im westlichen Teil der Weserrandgebirgs-mulde ist in Abbildung 5.27 dargestellt (gemäß Bohrung Rahden Z1, aus: Erläuterung zur Geologischen Karte Blatt 3517, Rahden, Krefeld 2005).

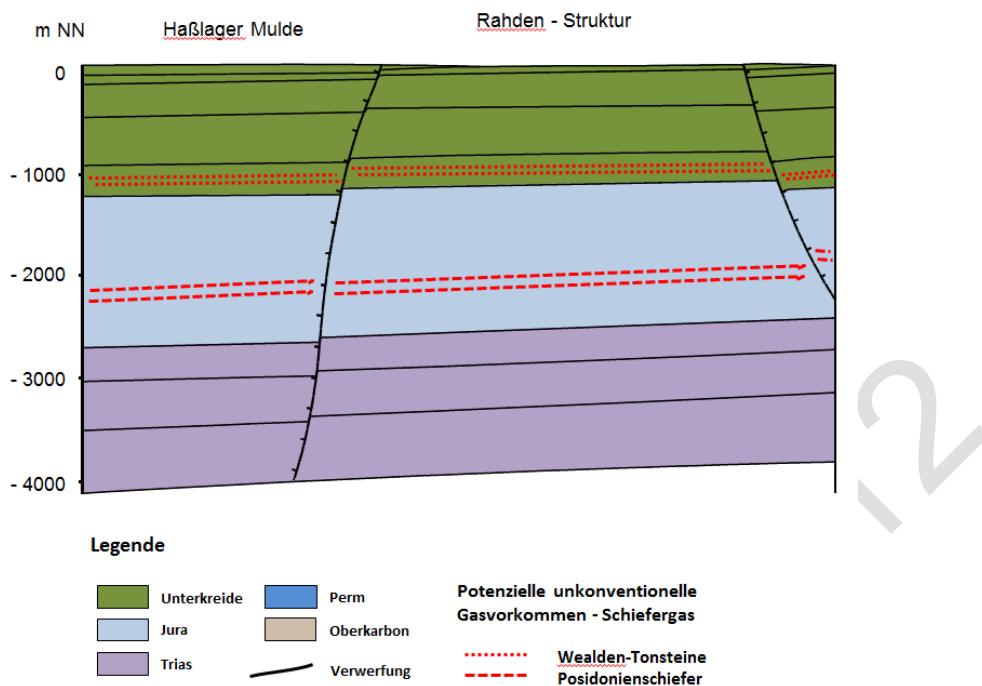


Abb. 5.27: Geologischer Aufbau im Bereich Raahden, verändert nach Geologische Karte, Blatt 3517, Raahden (Krefeld 2005)

Der „Wealden“ (Bückeberg-Formation), der hier unter geringmächtiger Bedeckung ansteht, wird in den „Wealden“ 1 bis 6 (Bückeberg-Formation) unterteilt. Die Zielhorizonte für die Erkundung und ggf. eine Schiefergas-Gewinnung sind v.a. die mehrfach eingeschalteten bituminösen Tonsteine im unteren „Wealden“ 1 bis 3 (Mächtigkeit ca. 300 Meter). Der Posidonienschiefer liegt im unteren Teil des in Abbildung 5.27 nicht weiter untergliederten Jura (hellblaue Schicht).

Quartäre Schichten

Die Kreidesedimente nördlich des Teutoburger Waldes und des Wesergebirges sind an vielen Stellen mit den unterschiedlichen eiszeitlichen Sedimenten überlagert. Ergiebige Grundwasserleiter sind vor allem Schmelzwassersande und -rinnen, Nachschüttsande und Terrassenablagerungen. Die Mächtigkeiten können mehrere 10er Meter betragen. Einige dieser Ablagerungen werden auch zur Grundwassergewinnung genutzt wie die Abbildung 5.25 zeigt.

In die Grundwasserleiter sind auch vielfach Grundwassergeringleiter wie End- und Grundmoränen und Beckentone eingeschaltet, so dass sich örtlich und oberflächennah komplexe hydrogeologische Verhältnisse ergeben.

Weitere genutzte Grundwasserleiter sind die ausstreichenden Sandsteine der Bückeberg-Formation sowie die Sand- und Kalksandsteine

des Malm und Dogger im Bereich des Wiehen- bzw. Wesergebirges (C 3918, Erläuterungen zu Blatt Minden, (Krefeld 1984)).

5.6.3 Systemanalyse

Diese gesamte vorquartäre Schichtfolge im Bereich der Weserrandgebirgsmulde ist gemäß Abbildung 5.1 als ein Grundwassergeringleiter einzustufen, wobei die Durchlässigkeiten in vielen Schichtgliedern noch deutlich unter 1×10^{-6} m/s liegen dürften. Die Tonsteine gelten als grundwasserfrei.

Ein Hinweis darauf ist, dass Fracks – wie in der Bohrung Damme 3 und Oppenwehe 1 – nicht mit Wasser ausgeführt werden können, da die Tonsteine wasseruntersättigt sind und deshalb bei Wasserzutritt quellen. Hydraulische Wegsamkeiten aus den Zielhorizonten sind ggf. über große Störungen denkbar. Allerdings ist bei Störungssystemen innerhalb von tonigen Schichten die Durchlässigkeit in der Regel an einer Störung herab- und nicht heraufgesetzt.

Eine hydrogeologische Systemanalyse sollte sich auf konkrete Standortsituationen beziehen und die Tiefe der Zielhorizonte, die Lage zu oberirdischen Grundwasservorkommen, lokale Wasserfassungen und ggf. abweichenden lokalen hydrogeologischen Situationen berücksichtigen.

5.6.4 Unsicherheiten/Wissensdefizite

Es ist den Gutachtern nicht bekannt, wo im Weserbergland in den Aufsuchungsfeldern im Einzelnen Erkundungen auf Schiefergas im Posidonienschiefer durchgeführt werden sollen und welche hydrogeologischen Besonderheiten hier auftreten.

Bezüglich des Potenzials der mesozoischen Tonsteine als mögliche Gaslagerstätte in der Wesergebirgsrandmulde liegen bislang nur wenige Daten vor. Hier können nur gezielte Explorationsmaßnahmen zu verwertbaren Ergebnissen führen.

5.7 Geosystem Osnabrücker Bergland (Schiefergas)

5.7.1 Überblick

Südlich des Wiehen- und Wesergebirges bis zum Teutoburger Land liegt das Geosystem Osnabrücker Bergland (Abb. 5.25).

5.7.2 Geologie, Hydrogeologie und Hydrochemie

Der geologische Aufbau, ein tektonisch stark beanspruchtes Mesozoikum, ist vergleichbar mit dem Geosystem Ibbenbüren außerhalb des Ibbenbürener Karbon-Horstes (siehe Abschn. 5.4.2). Hier tritt, allerdings nur in wenigen tektonischen und vor der Erosion geschützten Spezialstrukturen der Posidonienschiefer auf (Abb. 5.25). Weitere schwarze, kohlenstoffreiche Tonschiefer treten im gesamten Lias („schwarzer Jura“) auf. Der vermutete Zielhorizont ist der Posidonienschiefer. Die Beschreibung erfolgt in Abschnitt 5.4.2.

Der „Wealden“ (Bückeberg-Formation) ist hier nach Aussage des GD NRW nicht verbreitet.

5.7.3 Systemanalyse

Diese gesamte vorquartäre Schichtfolge im Bereich des Osnabrücker Bergland ist gemäß Abbildung 5.1 als ein Grundwassergeringleiter überwiegend einzustufen, wobei die Durchlässigkeiten in vielen Schichtgliedern noch deutlich unter 1×10^{-6} m/s liegen dürften. Die Tonsteine gelten als weitgehend grundwasserfrei.

Hydraulische Wegsamkeiten aus den Zielhorizonten sind ggf. über große Störungen denkbar. Allerdings ist bei Störungssystemen innerhalb von tonigen Schichten die Durchlässigkeit in der Regel an einer Störung herab- und nicht heraufgesetzt.

Eine hydrogeologische Systemanalyse sollte sich auf konkrete Standortsituationen beziehen und Tiefe der Zielhorizonte, die Lage zu oberirdischen Grundwasservorkommen, lokale Wasserfassungen und ggf. abweichenden lokalen hydrogeologischen Situationen berücksichtigen.

5.7.4 Unsicherheiten/Wissensdefizite

Es ist den Gutachtern nicht bekannt, wo im Osnabrücker Bergland in den Aufsuchungsfeldern im Einzelnen Erkundungen auf Schiefergas im Posidonienschiefer (oder anderen Schwarzschiefern) durchgeführt werden sollen und ob bei der vermuteten geringen flächigen Verbrei-

zung dies wirtschaftlich sein kann. Hier können nur gezielte Explorationsmaßnahmen zu verwertbaren Ergebnissen führen.

5.8 Literatur

Geologische Karten 1:100.000 und Erläuterungen der Blätter:

- C 3914 Bielefeld (1. Aufl. 1986)
- C 3918 Minden (1. Aufl. 1982)
- C 4302 Bocholt (2. Aufl. 1997)
- C 4306 Recklinghausen (2. Aufl. 1987)
- C 4310 Münster (2. Aufl. 1990)
- C 4314 Gütersloh (2. Aufl. 2002)
- C 4318 Paderborn (2. Aufl. 1985)
- C 4706 Düsseldorf – Essen (2. Aufl. 2007)
- C 4710 Dortmund (2. Aufl. 1989)
- C 4714 Arnsberg (2. Aufl. 1998)
- C 5102 Mönchengladbach (1. Aufl. 1990)
- C 5106 Köln (1. Aufl. 1986)

Geologische Karten 1:25.000 und Erläuterungen der Blätter:

- 3516 Lemförde (1. Aufl. 2006)
- 3517 Rahden (1. Aufl. 2005)
- 4110 Senden (1. Aufl. 2004)
- 4358 Wesel (1. Aufl. 2001)

ahu AG Wasser Boden Geomatik & IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH (2012): Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten – Risikobewertung, Handlungsempfehlungen und Evaluierung bestehender rechtlicher Regelungen und Verwaltungsstrukturen. Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes (Förderkennzeichen 3711 23 299). August 2012

BALTES, B. (1998): Entwicklung und Anwendung analytischer Methoden zur Eignungsuntersuchung der Verbringung bergbau-fremder Rückstände in dauerhaft offene Grubenräume im Festgestein. Fachband 1: Reststoff- und Formationsauswahl. - Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbh, Köln.

BÄSSLER, R. (1970): Hydrogeologische, chemische und Isotopen-Untersuchungen der Grubenwässer des Ibbenbürener Steinkohlenreviers. – Z. dt. geol. Ges., Sonderh. Hydrogeol./Hydrogeochem.: 209-286, Hannover.

- BALKE, K.-D. (1974): Hydrogeologische Spezialuntersuchungen und hydrologische Karten – Beitrag zur Grundwasserchemie in der südlichen Niederrheinischen Bucht. – Fortschr. Geol. Rheinld. U. Westf., 20, 307-354, Krefeld.
- BRINKMANN, R. & KRÖMMELBEIN, K. & (1991): Abriss der Geologie – zweiter Band. – 404 S., Enke, Stuttgart.
- DMT (2008): Vorhersage der Grubengasfreisetzung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wasseranstiegsszenarien nach Stilllegung von Bergbaustandorten. F + E Bericht.
- DMT (2003): Entwicklung eines numerischen Modells zur Prognose von Auswirkungen von Bergwerksflutungen in der Emschermulde auf das Grundwasser. Kurztitel: Boxmodell. Förderung aus dem Technologieprogramm des MWMEV des Landes NRW.
- DÖLLING & JUCH 2009: Strukturgeologische Modellvorstellungen zum Kreide-Deckgebirge im zentralen Münsterland.- Scriptum Heft 18, Arbeitsergebnisse aus dem Geologischer Dienst NRW.
- DROZDZEWSKI, G. (1985): Tiefentektonik der Ibbenbürener Karbonscholle. – in Drozdowski, G., Engel, H., Wolf, R., & V. Wrede: Beiträge zur Tiefentektonik westdeutscher Steinkohlenlagerstätten. – 237 S., Geologisches Landesamt Nordrhein Westfalen.
- FIEDLER, K. (1984): Tektonik (Baugeschichte). – in Klassen, H.: Geologie des Osnabrücker Berglandes. – Naturwissenschaftliches Museum Osnabrück, 672 S., Osnabrück.
- GRABERT, H. (1998): Abriß der Geologie von Nordrhein-Westfalen. – 351 S., Schweizerbart, Stuttgart.
- GLA (1988): Geologie am Niederrhein. – 4. Aufl., 142 S., Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
- GLA (1995): Geologie im Münsterland. – 195 S., Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
- GD NRW (1998): Mineral- und Heilwasservorkommen in NRW. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
- GD NRW (2003): Geologie im Weser- und Osnabrücker Bergland. – 219 S., Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
- GD NRW (2011): Unkonventionelle Erdgas-Vorkommen in Nordrhein-Westfalen. - Online im Internet: http://www.gd.nrw.de/zip/1_rcbm01.pdf
- GOERKE-MALLET, P.: Untersuchungen zu raumbedeutsamen Entwicklungen im Steinkohlenrevier Ibbenbüren unter besonderer Berücksichtigung der Wechselwirkungen von Bergbau und Hydrologie, Dissertation RWTH Aachen, September 2000.

- GRS (1998) (Hrsg.): Entwicklung und Anwendung analytischer Methoden zur Eignungsuntersuchung der Verbringung bergbau-fremder Rückstände in dauerhaft offene Grubenräume im Fest-gestein. Abschlussbericht. Fachband 5: Methodenanwendung. 1998
- HERBST, G. (1964): Die Grubenwässer im Steinkohlenrevier von Aachen-Erkelenz. –Z. dt. geol. Ges., 116: 70 – 75.
- HENNINGSEN, D., KATZUNG, G. (1992): Einführung in die Geo-logie Deutschlands. – 4 Auflage, 228 S., Enke (Stuttgart).
- HILTERMANN, H. (1984): Tertiär. – in Klassen, H.: Geologie des Osnabrücker Berglandes. – Naturwissenschaftliches Museum Osnabrück, 672 S., Osnabrück.
- HÖLTING, B. & COLDEWEY, W. (2005): Hydrogeologie. - 6. Auf-lage, 326 Seiten, Elsevier (München).
- Ingenieurbüro Heitfeld Schetelig IHS (2007): Gutachten zu den Aus-wirkungen eines Grubenwasseranstieges im Ruhrrevier auf die Schutzgüter und die daraus resultierenden Monitoring-Maßnahmen.- unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Be-zirksregierung Arnsberg.
- JÄGER, B., OBERMANN, P. & WILKE, F.L. (1990): Studie zur Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen.- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Lan-desamtes für Wasser und Abfall NRW.
- JUCH, D. & GASCHNITZ, R. & THIELEMANN, TH. (2004): The influence of geological history on coal mine gas distribution in the Ruhr District – a challenge for future research and recovery. – Proceed. 5th Europ. Coal Confer.; Geologica Belgica, 7 : 181 – 199; Bussels.
- JUCH, D. (1991): Das Inkohlungs-bild des Ruhrkarbons – Ergebnisse einer Übersichts-auswertung. – Glückauf-Forsch.-H., 52 (1): 37 – 47, 9 Abb.; Essen.
- KING, G. E. (2011): Explaining and estimating fracture risk: Improv-ing fracture performance in unconventional gas and oil wells. Apache Corporation, USA.
- KLOSTERMANN, J., KREMERS, J. & RÖDER, R. (1998): Rezente tektonische Bewegung in der Niederrheinischen Bucht.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 37: 557-572.
- KUNZ (1999): Die Gasführung des Ruhrkarbons in ihrer räumlichen Verteilung und Entstehung zur Prognose der Ausgasung.- Glückauf-Forschungshefte 60 (1999, Nr. 2).
- LEOPOLD, K., PETERS, B., WEIß, D. & WIEGAND, J. (2002): German national report to levels and inventory of TENORM -

- EU-project TENORMHARM, 53 S., GRS - Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit & Universität Duisburg-Essen (2002, unveröffentlichter Bericht).
- LITTKER, R. & KROOS, B.M. (2009): Unconventional Paleozoic gas resources in the German part of the central European basin. – AAPG Proc. European region annual conference, 23-24 November, Paris.
- LOMMERZHEIM, A. (1994): Die Genese und Migration von Kohlenwasserstoffen im Münsterländer Becken. - Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 38: 309-348; Krefeld.
- MELCHERS, C (2008): Methan im südlichen Münsterland Genese, Migration und Gefährdungspotential. Dissertation Universität Münster.
- MICHEL, G., ADAMS, U., & G. SCHOLLMAYER (1998): Mineral- und Heilwässervorkommen in Nordrhein-Westfalen und angrenzenden Gebieten. – Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 80 S., Krefeld.
- MICHEL, G. (1983): Die Sole des Münsterländer Kreide-Beckens.- Jb. Geol. Paläont. Abh. Nr. 166, S. 139-159, Stuttgart.
- PAAS, N. (1997): Untersuchungen zur Ermittlung der geochemischen Barriere von Gesteinen aus dem Umfeld untertägiger Versatzräume im Steinkohlengebirge des Ruhrkarbons. DMT-Berichte aus Forschung und Entwicklung, Heft 54. Bochum.
- PATTEISKY, K. (1952-1959): Grubengas- und Inkohlungskartekarte des Rheinisch westfälischen Steinkohlenreviers im Maßstab 1:25.000.- Westfälische Berggewerkschaftskasse.
- RAG (2011): Grubenwasserbericht 2010.- unveröffentlichter Bericht.
- ROSENWINKEL, K-H., WEICHHREBE, D., OLSON, O. (2012): Stand der Technik und fortschrittliche Ansätze in der Entsorgung des Flowback. – Entwurf des Gutachtens des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und Abfall (ISAH) der Leibniz Universität Hannover zum Informations- und Dialogprozess über die Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking Technologie für die Erdgasgewinnung, April 2012.
- REINHARDT, M. (2012): Wasserrechtliche Vorgaben für die Gasgewinnung durch Fracking-Bohrungen. Vortrag auf dem 14. Aachener Altlasten- und Bergschadenskundliches Kolloquium. In: Frenz, W. & Preuße, A. (Hrsg.) (2012): Unkonventionelle Gasgewinnung in NRW. Heft 130 der Schriftenreihe der GDMB Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik.
- SAUTER, M., HELMIG, R. & INGENIEURBÜRO HEITFELD SCHETELIG (2012): Abschätzung der Auswirkungen von Fra-

cking-Maßnahmen auf das oberflächennahe Grundwasser - Generische Charakterisierung und Modellierung. Gutachten im Rahmen des Informations- und Dialogprozess der ExxonMobil über die Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung.

SCHNEIDER, H. (1964): Geohydrologie Nordwestfalens.- 2645 S., 32 Tab., 10 Taf., Verlag Rudolph Schmidt, Berlin.

SCHNEIDER, H. (1973): Die Wassererschließung. – 2. Auflage 886 Seiten. Vulkan Verlag (Essen).

SDGG (2010): Hydrogeologische Modelle, Heft 70

SENGLAUB Y., BRIX MR, ADRIASOLA A. & LITTKE R (2005): New information on the thermal history of the southwestern Lower Saxony Basin, northern Germany, based on fission track analysis. – International Journal of Earth Sciences, 94, pp 876-896.

STEMKE, M & WOHNLICH, S. (2012): Herkunft des Methans im Grundwasser des Münsterländer Kreidebeckens. Ruhruniversität Bochum. Forschungsvorhaben in Bearbeitung.

STOPPEL, D. & KORN, D. & AMLER, M. R. (2006): Die Kulm-Fazies im Rhenoherynikum. Der Nord- und Nordostrand des Rheinischen Schiefergebirges und das zentrale Sauerland. - In: Stratigraphie von Deutschland VI, Unterkarbon (Mississippium). – Schr.-R. Dt. Ges. Geowiss., 41: 330 -357; Hannover.

STRUCKMEIER W. (1990): Wasserhaushalt und hydrogeologische Systemanalyse des Münsterländer Beckens, LWA Schriftenreihe Heft 45

TEICHMÜLLER, R. & TEICHMÜLLER, M. (1985): Inkohlungsgradienten in der Anthrazitfolge des Ibbenbürener Karbons. – Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., 33, 231 – 253, Krefeld.

THIERMANN, A. (1984): Kreide. – in Klassen, H.: Geologie des Osnabrücker Berglandes. – Naturwissenschaftliches Museum Osnabrück, 672 S., Osnabrück.

WALLBRAUN A. (1992): Einfluß der Schollenrandstörungen in der Niederrheinische Bucht auf den Grundwasserabfluß.- Dissertation RWTH Aachen.

WEDEWARDT, M. (1995): Hydrochemie und Genese der Tiefenwässer im Ruhr-Revier. – DMT Berichte aus Forschung- und Entwicklung, 39, Bochum.

WEGNER, TH. (1924): Das Auftreten von Kohlenwasserstoffen im Bereiche des westfälischen Karbons Glückauf Nr. 30, 60 Jahrg. 1924, Seite 631 – 642.

WIEGAND, J. & FEIGE, S. (2002): Origin of radium in high-mineralised waters. – IAEA-TEDOC-1271, IAEA (Wien).

WREDE, V. & RIBBERT, K.-H. (2005): Das Oberkarbon (Silesium) am Nordrand des rechtsrheinischen Schiefergebirges (Ruhrkarbon). – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland V – Das Oberkarbon (Pennsylvanien) in Deutschland. – Courier Forsch.-Inst. Senckenberg 254: 225-254.

Weiterführende, im vorliegenden Gutachten nicht ausgewertete Literatur:

DROZDZEWSKI, G. & WREDE (1994): Faltung und Bruchtektonik – Analyse der Tektonik im Subvariscikum. – Fortschr. Geol. Rhld. u. Westf., 38;

WREDE, V. (1992): Störungstektonik im Ruhrkarbon.- Z. angew. Geol., 38;

WREDE, V. (2010): Zur Zeitlichkeit postvariscischer Tektonik in südwestlichen Teil des Münsterschen Kreidebeckens. – Schr.-R. Dt. Ges. Geowiss., 73).