

Zusammenfassung „AG Risiken im geologischen System“

Erstellung von hydrogeologischen Modellen und Szenarien durch die Universität Göttingen, Explorationsgebiet Norddeutsches Becken

Die AG „Risiken im geologischen System“ im Expertenkreis des Informations- und Dialogprozesses der ExxonMobil über die Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung befasst sich mit der Identifikation und Abschätzung von Gefährdungspotentialen im Zusammenhang mit der Erschließung von unkonventionellen Erdgaslagerstätten. Wichtige Grundlagen sind dabei die Erstellung von hydrogeologisch-geometrischen Modellen und die hydrogeologische Charakterisierung, d.h. Parametrisierung in den durch ExxonMobil ausgewiesenen Explorationsgebieten. Es handelt sich dabei um Teile des Münsterländer und des Norddeutschen Beckens. Es werden dabei Flözgaslagerstätten (Münsterländer Becken, Nordrhein-Westfalen), Tonschiefergasvorkommen (Norddeutsches Becken, Niedersachsen) sowie ein Tight-Gas-Vorkommen (Bereich Vechta, Norddeutsches Becken, Niedersachsen) unterschieden.

Durch sogenanntes Fracking (hydraulic fracturing) wird im Umfeld von kombinierten Injektions- und Förderbohrungen die Durchlässigkeit der Gaslagerstätten durch geeignete, injizierte Fluide erhöht sowie stabilisiert und die Förderung des mobilisierten Erdgases ermöglicht. Bei den respektiven Zielhorizonten der Flözgas- und Schiefergasvorkommen handelt es sich einerseits um die Kohleflöze selbst und andererseits um die Tonschiefer der Posidonienschiefer- (Jura) sowie Wealden-Formation (Kreide), welche faziesbedingt reich an organischen Bestandteilen sind. Zielhorizont der Tight-Gaslagerstätte im Bereich Vechta sind die Sandstein-Tonstein-Wechselfolgen des Oberkarbons.

1. Konzept und Vorgehensweise

Ein potentieller Eintrag von während des Frac-Prozesses eingesetzten Stoffen in das oberflächennahe Grundwasser, kann über zwei Pfade erfolgen:

- a) kurzfristig, lokal, direkt, in Richtung Geländeoberfläche, über Schwächezonen des Deckgebirges, angetrieben durch die hohen Verpressdrucke während des Frac-Vorgangs
- b) langfristig, regional, in Richtung der natürlichen, meist geringen, hydraulischen Gradienten zu natürlichen Austrittspunkten, wie z.B. Quellen und Oberflächengewässer.

Für beide Pfade wird, getrennt nach Lagerstättentyp, die Identifikation und Abschätzung möglicher Risiken vorgenommen. Dabei kommen vor allem numerische Verfahren für die Simulation der Stoffmigration zum Einsatz, wobei mögliche Bandbreiten der Parameterverteilungen durch Variantenrechnungen abgedeckt werden (einschließlich worst-case-Szenarien).

Anders als für das Münsterländer Becken, für welches ein regionales Modell des langfristigen Stofftransports erstellt wird, wird von keiner diesbezüglichen Notwendigkeit für das Niedersächsische Teilbecken der Norddeutschen Senke aufgrund der dort zu erwartenden äußerst geringen hydraulischen Gradienten ausgegangen. Die lokalen Modelle entsprechend der definierten Settings sollen sowohl typisch für die untersuchten Szenarien als auch für spezifische Konzessionsgebiete sein und untersuchen die kurzfristige Stoffausbreitung unter hohen hydraulischen Gradienten in Abhängigkeit der für die Stoffausbreitung relevanten Faktoren, wie Mächtigkeiten und Durchlässigkeiten relevanter Barrieregesteine.

2. Überblick Norddeutsches Becken

Das Norddeutsche Becken erstreckt sich von Südniedersachsen bis in den Nord- und Ostseeraum. Im Süden schließt das Niedersächsische Teilbecken, getrennt durch Teutoburger Wald und Osning-Überschiebung, an das Münsterländer Becken an. Das Norddeutsche Becken birgt große Erdöl- und Erdgasreserven, wobei die Erdölmenge innerhalb Deutschlands von Norden (Schleswig-Holstein) nach Süden (Niedersachsen) abnimmt, Niedersachsen jedoch die größten Rohgasreserven besitzt. Das Explorationsgebiet der ExxonMobil im Norddeutschen Becken erstreckt sich in West-Ost-Ausdehnung etwa von Lünne bis Wunstorf und in Nord-Süd-Ausdehnung etwa von Vechta bis auf die Höhe von Osnabrück. Abweichend vom Münsterländer Becken ist aufgrund der geringen topographischen Höhe und Differenzierung von einem extrem geringen, nordnordwest-gerichteten, hydraulischen Gradienten auszugehen.

3. Lokale Transportpfade (kurzfristiger Transport, kleinskalig, hoher hydraulischer Gradient)

Für den kurzfristigen, lokalen Stofftransport wird differenziert zwischen verschiedenen Standorten bzw. Settings, welche sich hinsichtlich der transportrelevanten Größen, wie Mächtigkeit und hydraulische Durchlässigkeit der überlagernden Gesteine unterscheiden. Für das Norddeutsche Becken sind insbesondere die mächtigen Tonsteinserien und Salzhorizonte des Jura und der Kreide als effektive Barrieregesteine einzustufen. Durch tiefenseismische Untersuchungen identifizierte Störungszonen können einerseits die Integrität von Barrieregesteinen lokal beeinträchtigen. Andererseits weisen Tonstein- und insbesondere Salzhorizonte sogenannte Selbstheilungseigenschaften bei mechanischer bzw. bruchmechanischer Beanspruchung auf. In diesem Fall behält das System trotz der erfahrenen Beanspruchung seine abdichtenden Eigenschaften und ist hydraulisch nicht oder vernachlässigbar aktiv.

Stellvertretend für das Explorationsgebiet des niedersächsischen Teils des Norddeutschen Beckens wurden charakteristische Typlokationen (Settings) ausgewählt, welche die natürliche, geologische Bandbreite widerspiegeln und für die bereits Daten aus diversen Tiefbohrungen vorliegen. Sie repräsentieren außerdem die lokale Situation am gewählten Standort (Tabelle 1).

Tabelle 1: Charakteristische Typlokationen (Settings) Norddeutsches Becken

	mit Steinsalz	ohne Steinsalz
Hohe Deckgebirgsmächtigkeit	Quakenbrück-Ortland	
Geringe Deckgebirgsmächtigkeit	Lünne	Damme
Sehr hohe Deckgebirgsmächtigkeit	Vechta	

4. Standortcharakteristika der Typlokationen (Settings) im Norddeutschen Becken

- Lünne

Das Setting Lünne liegt nördlich von Rheine und nordwestlich von Osnabrück am westlichen Rand des Explorationsgebietes. Das geologische Profil erfasst die Schichten bis in 1.250 m Teufe, inklusive ca. 50 m des Zielhorizontes des Posidonienschiefers (Lias epsilon im Unterjura) (Lagerstättentyp Schiefergas). Es werden dabei ca. 50 m mächtige quartärzeitliche Sedimente, ca. 650 m mächtige Tonsteine der Unterkreide – u.a. die Einheiten der Wealden-Formation, ca. 400 m mächtige oberjurassische (Obermalm 6-3) Wechselfolgen aus Tonstein, Steinsalz, Mergel- und Kalkstein, ca. 50 m mächtige Kalkstein, Kalkmergel und Anhydrit des Obermalm 2-1, sowie ca. 50 m mächtige Tonsteine des Doggers (Mittleres Jura) durchteuft.

Der oberflächennahe Grundwasserleiter befindet sich in den quartären Lockergesteinsschichten. Die Einheiten des Obermalm 2-1 können ebenfalls als Aquifer fungieren. Die Tonsteine der Unterkreide und des Doggers, sowie die Abfolge des Obermalm 6-3 wirken als Stauer (Abb. 1).

- Quakenbrück-Ortland

Das Setting Quakenbrück-Ortland liegt nord-nordwestlich von Osnabrück am nördlichen Rand des Explorationsgebietes. Das geologische Profil erfasst die Schichten bis in 2.450 m Teufe, inklusive ca. 50 m des Zielhorizontes des Posidonienschiefers (Lias epsilon, Unterjura). Unterhalb der ca. 100 m mächtigen quartären Auflage, bestehend aus Sanden und Kiesen, liegen ca. 50 m mächtige Sandsteine des oberen Tertiärs auf ca. 950 m mächtigen Tonsteinserien des unteren Tertiärs und der Unterkreide (Hauterive, Valangin, Wealden) mit wenigen geringmächtigen Einschaltungen von Kalkstein und Sandstein. Es folgt eine ca. 600 m mächtige oberjurassische (Obermalm) Wechselfolge aus Tonstein, Mergelstein, Dolomit, Anhydrit, Kalkstein und Steinsalz über den Kalkstein- und Tonsteinseinheiten sowie dem Sandstein des Obermalm (Kimmeridge) mit ca. 200 m Mächtigkeit. Direkt oberhalb des Posidonienschiefers lagern ca. 500

m mächtige Tonsteinserien des Doggers (Mitteljura).

Der oberflächennahe Aquifer umfasst tertiäre bis quartäre Lockergesteinsschichten. Die hydraulisch durchlässigen Schichten des Kimmeridge können ebenfalls als Aquifer fungieren. Die Einheiten des unteren Tertiärs, der Unterkreide, des oberjurassischen Obermalms und des Doggers wirken als Stauer (Abb. 1).

- Damme

Das Setting Damme liegt nord-nordöstlich von Osnabrück und westlich des Dümmer Sees, im Zentrum des Explorationsgebietes. Das geologische Profil erfasst die Schichten bis in etwa 1.600 m Teufe, inklusive des ca. 300 m mächtigen Zielhorizontes, der Tonsteine im unteren Bereich der Wealden-Formation. Unterhalb der ca. 50 m mächtigen sandig-kiesig ausgeprägten quartären Auflage stehen ca. 200 m mächtige Feinsandsteine an, die an der Basis zu tonigem Glaukonitsand übergehen. Die stratigraphische Einordnung ist nicht ganz eindeutig, es handelt sich entweder um tertiäre oder oberkretazische Einheiten. Es folgen ca. 1.350 m mächtige Tonsteinserien der Unterkreide. Innerhalb der Tonsteinserie liegen etwa zwischen 1.300 und 1.600 m Teufe die schiefergashöflichen Formationen des unteren Wealden.

Der oberflächennahe Grundwasserleiter umfasst tertiäre bzw. oberkretazische bis quartäre Lockergesteinsschichten. Die Tonsteinserien wirken als Stauer (Abb. 1).

- Vechta

Das Setting Vechta liegt am nördlichen Rand des Explorationsgebietes. Das geologische Profil erfasst die Schichten bis in etwa 4.350 m Teufe, inklusive des hier ca. 650 m mächtigen Zielhorizontes Oberkarbon. Unterhalb der ca. 50 m mächtigen quartären Auflage lagern die ca. 250 m mächtigen Ton- bis Tonmergelsteine des Tertiärs, die ca. 550 m mächtigen Kalk- und Mergelsteine der Oberkreide, die ca. 1.000 m mächtigen Kalkmergel und Tonsteine der Unterkreide und des Jura sowie die ca. 1.550 m mächtigen Tonstein-Sandstein-Folgen der kompletten Keuper-Muschelkalk-Buntsandstein-Abfolge der Trias mit eingeschalteten Kalkstein-, Anhydrit-, Gips und Steinsalz-Einheiten. Unterhalb der Trias-Abfolge liegen ca. 300 m mächtige Zechsteinserien des Oberperms, bestehend aus Tonsteinen, Steinsalz, Kalisalz, Anhydrit und Karbonat.

Innerhalb dieser Abfolge wirken die quartäre Auflage, die kalkigen Einheiten der unteren Oberkreide, die Sandsteine des Oberen und Mittleren Keupers, die Kalksteine des Oberen und Unteren Muschelkalks sowie die Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins als Aquifer, während die tertiären Einheiten, die mergeligen Gesteine der oberen Oberkreide, die mergeligen und tonigen Gesteine der Unterkreide und des Jura, die Ton- und Mergelsteine des Keupers, die Steinsalz-Kalkstein-Dolomit-Gips-Anhydrit-Serie des Mittleren Muschelkalks, die Serien des Röts (Oberer Buntsandstein) und des Unteren Buntsandsteins sowie die permischen Gesteinsabfolgen als Stauer fungieren (Abb. 1).

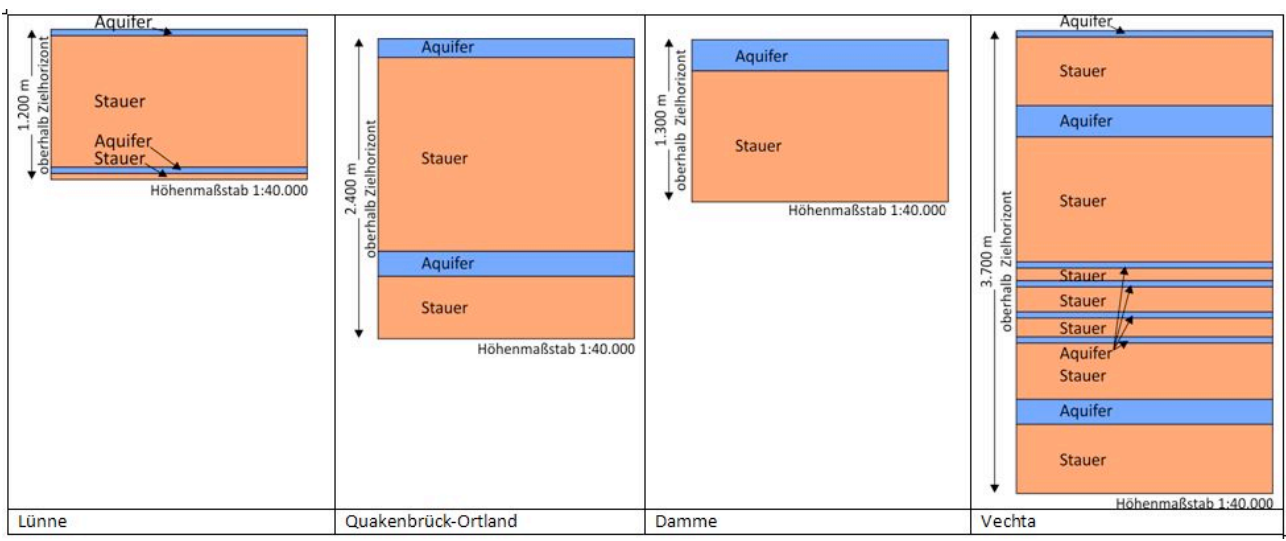


Abb. 1: Hydrogeologische Profile der Deckgebirge der Settings im Norddeutschen Becken.