



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.1.3. Geologische Beschreibung des Deckgebirges

1.1.4 Hydrogeologie

1.1.5. Lagerstättentechnische Beurteilung

1.1.6. Induzierte Seismizität

1.1.7. Integrität der Bohrungen

1.2. Tagesanlagen im Feld

1.3. Leitungen

1.4. Umbau Betriebsplatz

1.5. Verweis auf Antrag KWK und Nebenanlagen

1.6. Infrastruktur

2. Logistik/Verkehrskonzept

3. Auflistung aller Anträge für das
Planfeststellungsverfahren

13. Glossar/Abkürzungsverzeichnis/Maßeinheiten

14. Zustimmung Betriebsrat und
Unternehmenbeauftragte

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.1.3. Geologische Beschreibung des Deckgebirges

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

1.1.3. Geologische Beschreibung des Deckgebirges

Die Arbeitsergebnisse (Kapitel 1.1.3.1. bis 1.1.3.10., "Geologische Beschreibung des Deckgebirges") und die verwendeten geomechanischen Parameter sind in die Planung der zukünftigen Fahrweise des Druckverlaufs im Bentheim Reservoir eingeflossen.

In Ergänzung wurde die Piewak & Partner GmbH mit der Erstellung eines Gutachtens zur geomechanischen Bewertung der Auswirkung von Druckänderungen auf das Deckgebirge und die Störungsintegrität des Feldesbereiches Rühlermoor und des angeschlossenen Aquifers beauftragt. Die Untersuchung wurde auf Grundlage vorhandener Daten und Akten aus dem Bereich des Feldes Rühlermoor durchgeführt. Die Ergebnisse dieses unabhängigen, externen Gutachtens sind in **Kapitel 1.1.3.11** zusammengefasst.

1.1.3.1. Abgrenzung des Untersuchungsraumes

Die Wasser- und Dampfinjektion innerhalb und am Rand des Feldes Rühlermoor beeinflusst den Porendruck des Bentheim-Sandsteins in einem großen Aquifer-Areal, das weit über das unmittelbare Umfeld der Injektionsbohrungen hinausgeht. Die Untersuchungen sollen den Nachweis führen, dass die regionale und lokale Beeinflussung des Porendruckes keinen Einfluss auf die Dichtigkeit des Deckgebirges oberhalb der Lagerstätte hat.

Der Untersuchungsraum für die Beschreibung des Deckgebirges oberhalb des Injektions-Horizontes umfasst daher das gesamte hydraulisch angeschlossene Aquifergebiet im Umfeld der Strukturen Rühlermoor/Rühlertwist, Schoonebeek-Ost, Annaveen, Hebelermoor, Meppen/Schwefingen, Apeldorn, Bramhar und Varloh, siehe **Abbildung 1.1.3-1 Deckgebirgs-Untersuchungsraum - Schoonebeek-Rühle-Bramberge Aquifer**. Die Abgrenzung des zusammenhängenden Aquifergebietes ist unter Teil 4 Kapitel 1.1.2.1.4 beschrieben und in Abbildung 1.1.2-21 dargestellt. Bohrungsinformationen, die im Randbereich außerhalb des Untersuchungsraumes liegen, wurden in die Betrachtungen mit einbezogen.

1.1.3.2. Untersuchungsmethodik und Datengrundlage

In den folgenden Kapiteln **1.1.3.3** bis **1.1.3.9** wird die Analyse aller vorhandenen Daten, die für die Bewertung der Deckgebirgsintegrität relevant sind, zusammengefasst und hinsichtlich ihrer Plausibilität bewertet. Die Integration aller Beobachtungen, Messungen und Berechnungen sowie eine zusammenfassende Bewertung der Deckgebirgsintegrität unter den gegenwärtigen und zukünftigen Feldes-Betriebsbedingungen erfolgt in Kapitel **1.1.3.10**.

Die Beschreibung des Deckgebirges basiert auf folgender Datengrundlage:

- 3D-Seismik-Flächen und 2D-Seismik-Linien (Abbildung 1.1.2-49 in Kapitel 1.1.2)
- Schichtenverzeichnisse und mikropaläontologische Berichte der Tiefbohrungen
- Bohrlochmessungen in den Tiefbohrungen
- Vorhandene Mud (Litho)-Logs für die Tiefbohrungen
- Fluid- und Gas- Analysen aus den Deckgebirgs-Horizonten
- Bohrtechnische Ereignisse und Beobachtungen in Tiefbohrungen
- Formationsintegritäts- und Injektionsteste
- Resultate (Lithologie und Stratigraphie) aus Grundwassermessstellen-Bohrungen
- Publikationen zur stratigraphischen und strukturgeologischen Charakteristik des Emslandes

Innerhalb des Untersuchungsraumes sind Datendichte und Datenqualität sehr unterschiedlich verteilt. Seismische Überdeckung und Bohrungsdichte sind in den Feldesbereichen in der Regel besser als außerhalb. Von den Feldern hat nur Rühlermoor eine hohe Bohrungsdichte und zugleich eine 3D-seismische Überdeckung. Diese Verteilung der Daten bestimmt die Optionen und den Detailgrad bei der Modellierung des geologischen Untergrundes.

Die Erstellung eines 3D-Geo-Modells, das für den gesamten Untersuchungsraum eine kontinuierliche Abbildung des geologischen Untergrundes zwischen dem Bentheim-Sandstein und der Erdoberfläche inkl. der tektonischen Störungen dokumentiert, ist daher nicht möglich. Eine weitere Einschränkung ergibt sich aus der Tatsache, dass das Deckgebirge, mit Ausnahme des basalen Tertiärs, keine kontinuierlichen seismischen Marker-Horizonte aufweist, die flächendeckend verlässlich kartiert werden könnten. Die Verfolgung von tektonischen Störungen außerhalb der 3D-Seismikflächen ist nur sehr eingeschränkt möglich, insbesondere bei geringen Versatzbeträgen.

Trotz der oben beschriebenen Einschränkungen, können der generelle Schichtaufbau sowie die Lagerungsverhältnisse in einer Auflösung dargestellt werden, die für eine Bewertung der Deckgebirgseigenschaften ausreichen. Die strukturellen Verhältnisse im Deckgebirge sind in Form von flächendeckenden Strukturkarten dargestellt: Basis Tertiär, Basis Oberkreide und Basis Alb (Abbildung 1.1.2-50 in Kapitel 1.1.2). Für den Bentheim-Sandstein wurde ein flächendeckendes 3D-Geo-Modell erstellt, das bei der Lagerstätten/Aquifer-Simulation u.a. zur Vorhersage der Druckentwicklung im Bentheim-Sandstein benutzt wird.

Eine Erweiterung der geowissenschaftlichen Datengrundlage ist von einer zusätzlichen 3D-Seismikfläche nördlich des Feldes Rühlermoor (siehe Abbildung 1.1.2-49 in Kapitel 1.1.2) zu erwarten, die Anfang 2016 vermessen wurde. Diese Messung überdeckt auch die geplanten Wasserinjektionsgebiete, die außerhalb der zurzeit existierenden 3D-Seismik-Fläche liegen. Die Datengrundlage für die geomechanischen Parameter des Injektionshorizontes und des Deckgebirges soll auf Basis einer Datengewinnungsbohrung erweitert werden, die unter Einbeziehung der neuen 3D-Seismik-Ergebnisse abgeteuft werden soll.

1.1.3.3. Entstehung und strukturelle Entwicklung des Deckgebirges

Der Untersuchungsraum befindet sich im Westteil des Niedersachsen Beckens (NSB). Die Entstehung und die strukturelle Entwicklung des Deckgebirges sind durch einen mehrphasigen Ablauf von Extensions- und Kompressionsphasen sowie z.T. von Halokinese geprägt. In den Extensionsphasen war das Untersuchungsgebiet Teil eines absinkenden marinen Sedimentationsbeckens. In den Kompressionsphasen wurden die zuvor abgelagerten Intervalle herausgehoben und teilweise erodiert. Der Bereich Apeldorn wurde durch die Bildung eines Zechstein-Salzkissens halokinetisch beeinflusst. Die regionale strukturelle Einordnung des Untersuchungsraumes ist in **Abbildung 1.1.3-2 Prä-tertiäre Strukturen im Emsland** dargestellt. Die Orientierung des heutigen tektonischen Stressfeldes (NNW-SSO) ergibt sich aus **Abbildung 1.1.3-3 Regionale aktuelle Stressfeldorientierung** (Ausschnitt aus der World Stress Map).

Aus der Interpretation der Schichtenabfolgen in Tiefbohrungen sowie der seismischen Daten lässt sich folgender zeitlicher Ablauf der strukturellen Entwicklung im Bentheim-Sandstein-Deckgebirge ableiten:

O-Valangin bis Barrême

- Fortsetzung der Beckenabsenkung, Ablagerung eines mächtigen Intervalls aus O-Valangin, Hauterive und Barrême, tektonische Bewegungen entlang NNW-SSO und O-W streichender Störungen
- Sondersituation Apeldorn: synsedimentäre lokale Hebung durch Halokinese im Zechstein-Salinar (Entstehung des Apeldorn-Salzkissens), kondensierte Mächtigkeiten durch Hebung

Wende Apt/U-Alb

- Lokal differenzierte regionale Hebung, dadurch Teil-Erosion des Deckgebirges. Die größten Erosionsbeträge traten in lokalen strukturierten Gebieten auf (Apeldorn).

Apt/U-Alb bis mittlere O-Kreide

- Beckenabsenkung und Transgression des Apts bzw. des U/M-Albs (unterschiedlich innerhalb des Untersuchungsraumes)
- Ablagerung eines mächtigen Intervalls von Apt/Alb und unterer O-Kreide
- Durch die Absenkung reiften die Erdöl-Muttergesteine im Liegenden des Bentheim-Sandsteins

Obere O-Kreide – Beckeninversion (Kompression und Hebung)

- Hebung und Aufwölbung, lokal stark differenziert
- Überprägung und Intensivierung des NNW-SSO/O-W streichenden Störungssystems, das in den vorangegangenen Absenkungsphasen angelegt wurde
- Das gereifte Erdöl wanderte über Störungen in die entstandenen Strukturen ein, Entstehung der initialen Erdöl-Lagerstätten im Bentheim-Sandstein
- Ein Teil des Erdöls wanderte über die Störungsflächen und Klüfte in das Deckgebirge ein. Im Deckgebirge befinden sich aber nur in den unmittelbaren Deckschichten des Bentheim-Sandsteins sandige Intervalle (Valangin Flasersandstein und sandige Dichotomitenschichten), die aufgrund ihres hohen Tongehaltes schlechte Speichereigenschaften haben. In diesen Horizonten entstand eine mäßige Ölsättigung. Geringe Ölmengen verblieben auf den Störungs- und Kluffflächen innerhalb der überwiegend tonigen Deckgebirgsschichten.

Oberste O-Kreide bis Paläozän

- Bei fortgesetzter Hebung mehrfache Reaktivierung der zuvor angelegten Störungen bei gleichzeitiger tiefgreifender Erosion des Deckgebirges in strukturierten Bereichen
- Die reaktivierten Störungen schufen kurzlebige Wegsamkeiten zwischen der Erdoberfläche und den Lagerstätten im Bentheim-Sandstein, Aufstieg von Öl und Gas, dabei Druckausgleich bis auf ein hydrostatisches Niveau
- Am Top der bis dahin existierenden Bentheim-Sandstein Lagerstätte Apeldorn wurde das gesamte Deckgebirge und im strukturierten Bereich auch der Bentheim-Sandstein abgetragen (siehe Abbildung 1.1.2-48 in Kapitel 1.1.2 Geologischer Schnitt SW-NO Apeldorn). Die gespeicherten Kohlenwasserstoffe entwichen größtenteils an die Erdoberfläche und in die Atmosphäre. Bei der verbliebenen Ölsättigung an den Flanken der Struktur handelt es sich nur um nicht-fließfähiges Restöl, das in mehreren Apeldorn-Bohrungen nachgewiesen wurde.

Eozän

- Transgression des U-Eozän 1 (lokal oberes O-Paläozän) auf das gekappte Deckgebirge
- Regionale Absenkung und kontinuierliche Ablagerung des Eozäns mit relativ konstanter Mächtigkeit innerhalb des Untersuchungsraumes

Wende Eozän/Oligozän

- Regionale Hebung mit starker lokaler Differenzierung
- Reaktivierung der Störungen (hauptsächlich die NNW-SSO streichenden Störungen) und Erosion, in strukturhohen Positionen Erosion bis in das M-Eozän und lokal bis in das U-Eozän (Apeldorn)
- Wiederbelebung der Wegsamkeiten durch das Deckgebirge bis an die Erdoberfläche mit erneutem Aufstieg von Öl und Gas aus den Kohlenwasserstoff-Säulen der Lagerstätten im Liegenden

U-Oligozän

- Regionale Absenkung, Transgression und Ablagerung des U-Oligozäns

O-Oligozän

- Regionale Hebung mit lokaler Differenzierung
- Vermutlich Reaktivierung der Störungen (hauptsächlich die NNW-SSO streichenden Störungen) und Erosion, in strukturhohen Positionen Erosion bis in das U-Eozän 4
- Eventuell Wiederbelebung der Wegsamkeiten durch das Deckgebirge bis an die Erdoberfläche mit erneutem Aufstieg von Öl und Gas aus den Kohlenwasserstoff-Säulen der Lagerstätten im Liegenden

Miozän und Pliozän

- Regionale Absenkung und Transgression des Miozäns
- Ablagerung des Miozäns, dabei Ausgleich des Reliefs aus der Erosionsphase im O-Oligozän
- Im oberen Miozän bis ins Pliozän Fortsetzung der Sedimentation. Das Pliozän ist nur in Bereichen mit größerer Mächtigkeit des obersten Tertiär-Abschnitts vorhanden.

Vor dem Pleistozän

- Lokal differenzierte geringfügige regionale Hebung (kann aus der Mächtigkeitsvariation des Pliozäns/Miozäns abgeleitet werden)
- In strukturhohen Positionen Teilerosion des zuvor abgelagerten Pliozäns/Miozäns

Pleistozän

- Erosion und Reliefbildung (z.T. in Form von flachen Rinnen: östlich der Struktur Rühlermoor in Richtung Rühlersand und zwischen Meppen und Apeldorn), im Raum Apeldorn reicht die Erosion teilweise bis in das U-Eozän 1 (Bokeloherfeld-B12F2), siehe **Abbildung 1.1.3-4 Deckgebirgs-Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer** und **Abbildung 1.1.3-5 Quartär & Tertiär Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer**.
- Ablagerung der fluviatilen/glazialen Pleistozän-Sedimente. Der Schutt von lokal abgetragenen Tertiär-Horizonten wurde z.T. in die pleistozänen Ablagerungen in Form von Geröllen und Bruchstücken einbezogen.

Das Ergebnis der lang anhaltenden Strukturbildung ist ein komplexer Deckgebirgsaufbau:

- Lokal stark wechselnder stratigraphischer Schichtaufbau
- Große Mächtigkeitsunterschiede bei den einzelnen Deckgebirgs-Schichtgliedern durch periodische Erosion, Schichtlücken und Kondensation, siehe **Abbildung 1.1.3-4 Deckgebirgs-Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer**
- Ein Störungsnetzwerk, das sich z. T. von den Lagerstätten im Bentheim-Sandstein bis in das oberste Deckgebirge fortsetzt, aber im obersten Tertiär (Miozän) ausklingt

Der Aufbau des Deckgebirges ist in den geologischen Schnitten (Abbildungen 1.1.2-34, 1.1.2-35, 1.1.2-37, 1.1.2-39, 1.1.2-41, 1.1.2-42, 1.1.2-48) im Kapitel 1.1.2 dargestellt.

Die Interpretation von Störungen im Deckgebirge gelingt am ehesten im Bereich des Rühlermoor 3D-Seismik-Gebietes. Es ist anzunehmen, dass sich die Störungssysteme, die im 3D-Gebiet nachgewiesen wurden, prinzipiell in den gesamten Untersuchungsraum fortsetzen. Diese Annahme wird durch eindeutige Horizont-Versätze auf 2D-Seismik-Linien und durch Bohrungs-Korrelationen bestätigt. Die Störungsdichte dürfte allerdings außerhalb der Strukturen mit großen Hebungsbeträgen wesentlich geringer sein.

Die Beschreibung der Störungssysteme im Bentheim-Sandstein und deren Fortsetzung in das Deckgebirge ist in Kapitel 1.1.2 beschrieben. Das NNW-SSO streichende System entspricht der Ausrichtung des heutigen tektonischen Stressfeldes. Einige Störungen können entlang von Seismik-Schnitten bis in das U-Eozän verfolgt werden. Die Störungsversätze an der U-Eozän Basis und am Top der U-Eozän 1 Tuffite (flachster gut interpretierbarer seismischer Marker) sind identisch. Damit ist nachgewiesen, dass die jüngsten Störungsbewegungen jünger als U-Eozän 1 sind. Da die primäre (vor der Oligozän-Erosionsphase) Mächtigkeit des Eozäns relativ konstant ist, herrschten während der Ablagerung dieses Abschnitts ruhige Verhältnisse ohne Störungsaktivität.

Oberhalb des Tuffit-Markers ist das Tertiär in der Seismik nicht aufgelöst und nur lückenhaft durch Bohrlochmessungen abgedeckt. Daher ist ein direkter Nachweis von tektonischen Schichtlücken sehr schwierig. In einigen Tiefbohrungen und in einer Grundwassermessstellen-Bohrung konnten jedoch eindeutige tektonische Schichtlücken im U-Eozän und im M-Eozän nachgewiesen werden:

- RLMR 674: Störung im U-Eozän 2 – Schichtausfall = 13 m
- RLMR 685: U-Eozän 4 gegen U-Eozän 3 verworfen – Schichtausfall = 25 m
- RLMR 801: Störung im unteren M-Eozän – Schichtausfall = 17 m
- RLMR 1001: Störung im U-Eozän 3 – Schichtausfall = 9 m
- Rühler Twist-B3F2: U-Eozän 4 gegen U-Eozän 3 verworfen – Schichtausfall = ca. 30 m
- RLMR 651, 684: U-Eozän 1 Basissand an Störung ausgefallen – Schichtausfall = 18 m bzw. 10 m
- RLMR 663, 674, 678, H19, H20: Störungen im U-Eozän – Schichtausfälle = 10 m bis 17 m

Auf Basis der obigen Beobachtungen ist es am wahrscheinlichsten, dass die Störungen, die die Tertiär-Basis versetzen, an der Wende Eozän/Oligozän aktiv waren und vermutlich im O-Oligozän und eventuell im Miozän nochmals reaktiviert wurden. Die jüngsten tektonischen Bewegungen bis in das O-Miozän bilden sich in der Mächtigkeitsvariation des Miozäns ab (siehe **Abbildung 1.1.3-5 Quartär & Tertiär Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer**), die auf hebungsbedingte Erosions-Schichtlücken zurückgehen.

1.1.3.4. Schichtenabfolge und lithologischer Aufbau des Deckgebirges

Entsprechend der strukturgeologischen Entwicklung besteht das Deckgebirge aus drei übergeordneten Einheiten:

- Unteres Deckgebirge = Prä-Apt/Alb-Transgression: Valangin-Flasersandstein bis Barrême
- Mittleres Deckgebirge = Apt/Alb-Transgression bis Tertiär-Transgression: Apt/Alb und Oberkreide
- Oberes Deckgebirge = Tertiär und Quartär

Die generelle Schichtenabfolge im Deckgebirge sowie der lithologische Aufbau sind für das Gebiet zwischen Rühlertwist/Rühlermoor und Meppen in **Abbildung 1.1.3-6 RLMR Deckgebirgs-Schichtenfolge & Lithologie** und für den Bereich Apeldorn in **Abbildung 1.1.3-7 APLD Deckgebirgs-Schichtenfolge & Lithologie** dargestellt.

Abbildung 1.1.3-4 Deckgebirgs-Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer zeigt den stark wechselnden Aufbau des Deckgebirges entlang eines Profils repräsentativer Bohrungen (Profillinie siehe **Abbildung 1.1.3-1 Deckgebirgs-Untersuchungsraum - Schoonebeek-Rühle-Bramberge Aquifer**). Die großen Mächtigkeitsunterschiede und die Erosions-Schichtlücken sind ein Abbild der strukturgeologischen Entwicklung innerhalb des Untersuchungsraumes.

Die strukturelle Entwicklung setzt sich im Tertiär in abgeschwächter Form fort. Die Variation der Quartär/Tertiär-Schichtenfolge ist entlang des Referenz-Bohrungsprofils in **Abbildung 1.1.3-5 Quartär & Tertiär Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer** dargestellt. **Abbildung 1.1.3-8 Quartär-Tertiär Composite Log** zeigt die vollständige Quartär/Tertiär-Schichtenfolge anhand eines kombinierten Referenz-Logs mit markierten Sand-Horizonten. Die vollständigste Quartär/Tertiär-Abfolge hat eine Mächtigkeit von max. 440 m (APLD 14) bzw. 432 m (HEBM 12). In strukturhohen Bereichen ist sie durch interne Erosions-Schichtlücken deutlich reduziert: der minimale Wert für Rühlermoor ist 234 m (RLMR 4) und für Apeldorn 161 m (APLD H1).

1.1.3.5. Gesteinsdurchlässigkeit und geologische Barriere-Horizonte

Die Abschätzung der Gesamt-Gesteinsdurchlässigkeit für die einzelnen Deckgebirgsintervalle stützt sich auf die Gesteinszusammensetzung und auf die Zuordnung zu qualitativen Nutz-Porositätsklassen (sehr hoch, hoch, mäßig hoch, mäßig, gering, sehr gering, dicht) sowie auf Literaturangaben. Entsprechend der Nutz-Porositätsklasse wird jedem Intervall bzw. Intervallanteil eine Permeabilitätsklasse (von/bis Durchlässigkeit) zugeordnet. Die abgeschätzte Gesamt-Gesteinsdurchlässigkeit versteht sich als maximale bis minimale durchschnittliche Durchlässigkeit und schließt die Inhomogenität des Gesteinsaufbaus relativ zur Schichtung sowie möglicherweise vorhandene Mikrorisse ein.

Gesteinsintervalle mit einer äußerst geringen Durchlässigkeit ($k_f < 10^{-9}$ [m/s]) werden als geologische Barrieren klassifiziert. Die tonigen Dichotomitenschichten sind der tiefste (unmittelbare) Barriere-Horizont oberhalb des Bentheim-Sandsteins. Der Haupt-Barriere-Horizont besteht aus dem Intervall zwischen dem Top der sandigen Dichotomitenschichten und dem Top der Unterkreide (Alb). Die Tertiär-Tone stellen den flachsten Barriere-Horizont dar. Der Deckgebirgsaufbau im niederländischen Teil des Untersuchungsraumes ist mit den übrigen Gebieten vergleichbar.

In **Abbildung 1.1.3-10 EM-N Z1 Strat-Litho-Perm-Chart** bis **Abbildung 1.1.3-30 APLD B13 Benth-SS Ausbiss Strat-Litho-Perm Chart** sind für repräsentative Referenzbohrungen die maßstäblichen Teufen-Verteilungen der Gesteinsdurchlässigkeits-Klassen sowie die kumulative Barriere-Mächtigkeit in Kombination mit einem Referenz-Log als Graphik (Strat-Litho-Perm-Chart) dargestellt.

Abbildung 1.1.3-31 Kumulative Deckgebirgs-Barriere-Mächtigkeit zeigt die stark wechselnde kumulative Barriere-Mächtigkeit des Deckgebirges entlang eines Profils (**siehe Abbildung 1.1.3-1 Deckgebirgs-Untersuchungsraum - Schoonebeek-Rühle-Bramberge Aquifer**) der Referenz-Bohrungen.

Im gesamten Untersuchungsraum sind die süßwassererfüllten oberflächennahen Schichten vom Bentheim-Sandstein durch eine kontinuierliche Abfolge von Barriere-Horizonten

getrennt. Am Ausbiss des Bentheim-Sandsteins am Top des Apeldorn-Hochs ist der Hauptbarriere-Horizont allerdings erodiert. Die verbleibende Barriere besteht hier aus einer kumulativen Mächtigkeit von ca. 80 m U-Eozän Tonen, siehe **Abbildung 1.1.3-5 Quartär & Tertiär Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer und Abbildung 1.1.3-8 Quartär-Tertiär Compsite Log**.

Im Bereich der flachen Quartär-Rinne zwischen Meppen und Apeldorn ist die Tertiär-Abfolge bis an den Top des U-Eozän-1 Tons/Tonsteins erodiert. Dieser Bereich definiert daher den minimal flächendeckend vorhandenen Barriere-Horizont im Deckgebirge des Untersuchungsraumes. Die Eigenschaften dieser Schicht erfüllen alle Kriterien für eine verlässliche Barriere zwischen dem Injektionshorizont und dem süßwassererfüllten Raum:

1. Äußerst geringe Gesteinsdurchlässigkeit (Klasse 7, $k_f > 10^{-9}$ [m/s])
2. Große Mächtigkeit: durchschnittlich ca. 50 bis 60 m (siehe **Abbildung 1.1.3-32 Mächtigkeitskarte Ton Unter Eozän 1**)
3. Ausreichende verbleibende Mächtigkeit in Bereichen mit störungsbedingten Schichtausfällen, die Störungsversätze im Tertiär betragen maximal 30 m.

1.1.3.6. Kohlenwasserstoffspuren im Deckgebirge

Kohlenwasserstoffspuren in Form von Öl- und Gasanzeichen in der Bohrspülung wurden bereits in der frühen Entwicklungsphase des Feldes Rühlermoor registriert. Sie traten in allen Horizonten des Deckgebirges bis hoch ins Tertiär auf. Sie stehen im Zusammenhang mit der Öl- und Gas-Einwanderung über Störungsflächen im Zuge der strukturellen Entwicklung über geologische Zeiträume, siehe Kapitel **1.1.3.3**.

Die flachste Restölführung wurde im Basissand des U-Eozän 1 nachgewiesen. Die Intensität der Gasanzeichen in der Spülung von Tiefbohrungen nimmt vom Bentheim-Sandstein bis zum Quartär kontinuierlich ab und die relative Methan-Konzentration zu, siehe **Abbildung 1.1.3-33 RLMR Bohr-Spülungsgas-Zusammensetzung** und **Abbildung 1.1.3-34 RLMR Relative C1-Konzentration Bohr-Spülungsgas**. Die einzige Labor-Gasanalyse aus dem Deckgebirge liegt für das Lösungsgas aus dem U-Eozän-1 Basissand der Tertiär-Monitoring Bohrung RLMR 1001 vor. Das Analyseergebnis ist in **Abbildung 1.1.3-35 RLMR Erdölgas-Zusammensetzung** gegenübergestellt.

Interpretation der KW-Anzeichen im Deckgebirge:

- Die Ölspuren im Flasersandstein und in den sandigen Dichotomiten-Schichten entsprechen der Ölsättigung, die auf die ursprüngliche Ölmigration zurückgeht, in Abhängigkeit von der strukturellen Position und den Speichereigenschaften.
- Die Ölspuren in den tonigen Schichten des Deckgebirges gehen auf restölführende isolierte Störungs- und Kluftflächen zurück, die durch periodische tektonische Bewegungen mit einhergehender Bruchverformung der überwiegend plastischen Deckgebirgsgesteine im Zuge der Strukturgeschichte entstanden. Diese haben jeweils nur eine kurzlebige Wegsamkeit zwischen den Öllagerstätten und dem Deckgebirge geschaffen – siehe Kapitel **1.1.3.3**.
- Während des Aufstieges der Kohlenwasserstoffe entlang dieser Wegsamkeiten im Deckgebirge kam es zu einer Druckentlastung mit einhergehender Abnahme des Gas/Öl Verhältnisses in den Lagerstätten.
- Auf dem Weg durch das Deckgebirge kam es zu einer Fraktionierung der Gaskomponenten. Die relative Methan-Konzentration nimmt mit abnehmender Teufe zu.
- Im heutigen Zustand sind die Öl/Gas-Einschlüsse im Deckgebirge isoliert, da die Gebirgsauflast, in Kombination mit dem plastischen Verhalten der Ton/Tonstein-Formationen, nach kurzer Zeit eine Verschließung der Klüfte bewirkt hat.
- Beim Durchbohren des Deckgebirges werden die Kohlenwasserstoffe aus den isolierten Störungs- und Kluftflächen z.T. freigesetzt.

Im Bereich Rühlermoor (nicht in Apeldorn) enthält das Grundwasser gelöstes Methan, das aber nachweislich durch biogene Prozesse entstanden ist. Der Ursprung geht vermutlich auf den bakteriellen Abbau von Torf zurück, der sich lateral mit den Ablagerungen des Quartärs verzahnt. Im Quartär ist kein Erdölgas nachweisbar. Eine rezente Entgasung der Lagerstätten über natürliche Wegsamkeiten im Deckgebirge in Richtung Erdoberfläche kann daher ausgeschlossen werden. Damit ist gleichzeitig die Dichtigkeit der Barrieregesteine und der in flache Teufen reichenden Störungsflächen nachgewiesen.

Eine Ausnahme stellen vereinzelt auftretende erhöhte Gasanzeigen beim Durchteufen der sandigen Abschnitte des U-Eozäns dar. Diese erhöhten Gasanzeigen stehen vermutlich im Zusammenhang mit Erdölgas-Einträgen aus Verrohrungsleckagen einzelner Bohrungen. Die Leckagen wurden in der frühen 1980er Jahren festgestellt und saniert.

1.1.3.7. Poren-/Kluftfluide und Druckverhältnisse

Die Datengrundlage für die Klassifizierung der Poren- und Kluftfluide innerhalb des Deckgebirges bilden

- Wasserproben aus Grundwassermessstellen
- Bohrlochmessungen
- Kohlenwasserstoff (KW)-Anzeichen beim Bohren und in Bohrkernen
- Zufluss-Teste in Tiefbohrungen

Für die Formationswässer im unteren und mittleren Deckgebirge wird eine ähnliche Zusammensetzung wie im Bentheim-Sandstein angenommen, die Formationswasseranalyse aus dem U-Eozän-1-Basis sand der Bohrung RLMR 1001 ist eine Referenz für das obere Deckgebirge (Tertiär), siehe **Tabelle 1.1.3-1 Formationswasseranalysen im Bereich des Emsland-Aquifers**

Bohrung	APLD H1	HEBM 5	HEBM 9	HEBM 11	HEBM 15	HEBM 19	MEPP 7	RLMR 1001
Formation	Bentheim-Sandst.							UE-1-Sand
Probenteufe (m)	539	1283.5		1169	1175	1144.5	1250	250
Datum	01.12.1982	10.04.1956	19.02.1964	23.01.1967	23.01.1967	26.01.1967	11.09.64	26.03.58
Temp (°C)	20	20	20	20	20	20	20	20
Dichte g/cm ³	1.063	1.094	1.097	1.095	1.121	1.091	1.097	1.018
ph	6.4	6.8	5.7	6.1	6.0	5.8	5.6	8.4
Leitf. (µS)	88700		136100	136100	161600	134600	139700	
spez. Widerst. (Ohmm)		0.0731	0.0735	0.0735	0.0619	0.0743	0.0716	
°d.H	529		1883	1784	1747	1796	2070	
Natrium (gm/l)	30000		38769	38100	55000	37100	39291	8163
Calcium (mg/l)	5840	9100	9962	9820	9100	9400	10844	792
Magnesium (mg/l)	2200	550	1921	1516	1730	1830	2107	623.6
Kalium (mg/l)	388		310	260	314	260	381	194.2
Eisen (mg/l)	70		31	75	91	63	76	0.2
Strontium (mg/l)			758	983	1210	951	1095	
Amonium (mg/l)	400		201	100	96	94	102	30
Chlorid (mg/l)	55700	80900	83653	81400	106900	79900	86863	14720
Sulfat (mg/l)	<5		39	36	142	57	33	20.4
Bikarbonat (mg/l)	396		63	124	334	57	82	65.9
Brom (mg/l)			153	425	420	427	52	75.7
Jod (mg/l)			12	15	10	13	19	

Tabelle 1.1.3-1 Formationswasseranalysen im Bereich des Emsland-Aquifers

Die sandigen Abschnitte des oberen Tertiärs stehen direkt oder indirekt (über Erosionsflächen in der Schichtenfolge) in Kontakt mit dem süßwasserführenden Quartär. In strukturoffenen Bereichen des Tertiärs schneiden die Erosionsflächen bis in die Tone des U-Eozäns ein. Ehemals salzhaltige Formationswässer des oberen Tertiärs sind daher über lange Zeiträume ausgesüßt. In Gebieten, wo das sandige M-Eozän erhalten ist, wurde anhand der Widerstandsmessungen der Übergang von einer Süßwasser-Porenfüllung in eine Brackwasser-Porenfüllung nachgewiesen.

Die Charakterisierung der Poren- und Kluftfluide ist in **Tabelle 1.1.3-2 Rühlermoor (und Umfeld) Deckgebirge – Poren- und Kluftfüllungen** zusammengestellt.

Formation	Lithologie	Poren-Kluftfüllungen	Bemerkungen
Quartär	Sand/Kies	Süßwasser	Grundwassermessstellen
Miozän + Oligozän	Sand (tonig) + Ton (sandig)	Süßwasser	Grundwassermessstellen/Logs
O-Eozän Ton	Ton	vermutlich Süßwasser	
M-Eozän	Sand + Ton (sandig)	Süß-/Brackwasser	Logs - Übergang Süß-/Brackwasser
U-Eozän 4	Ton	Salzwasser	geringe Gas-Anzeichen beim Bohren
U-Eozän 3	Sand + Ton	Salzwasser + Lösungsgas	Logs, Gas-Anzeichen beim Bohren
U-Eozän 2+1	Ton/Tonstein	Salzwasser	KW-Anzeichen beim Bohren
U-Eozän 1 Basissand	Sand/Sandstein (tonig)	Salzwasser + Restöl + Lösungsgas	Logs, Test RLMR 1001
O-Kreide	Kalkstein/Kalkmergelstein	Salzwasser	Logs
Alb - O-Valangin	Tonmergelstein/Tonstein	Salzwasser + Restöl + Lösungsgas	KW-Anzeichen beim Bohren
sandige Dichotomiten-Sch.	Sandstein (tonig) + Tonstein	Salzwasser + Restöl + Öl + Lösungsgas	Logs, KW-Anzeichen beim Bohren
tonige Dichotomiten-Sch.	Tonstein	Salzwasser + Restöl + Lösungsgas	KW-Anzeichen beim Bohren
Flasersandstein	Sandstein (tonig) + Tonstein	Öl + Salzwasser / Salzwasser	Logs, KW-Anzeichen beim Bohren
Bentheim-Sandstein	Sandstein	Öl + Salzwasser / Salzwasser	Logs, KW-Anzeichen beim Bohren

Tabelle 1.1.3-2 Rühlermoor (und Umfeld) Deckgebirge – Poren- und Kluftfüllungen

Die verfügbaren Testdaten und die bohrtechnischen Beobachtungen sprechen für die Annahme, dass im gesamten Deckgebirge hydrostatische Porendruckverhältnisse herrschen.

1.1.3.8. Gesteinsfestigkeitsberechnung für Deckgebirge und Bentheim-Sandstein

Zielsetzung:

Beim Betrieb von Dampf- und Wasserinjektion im Bentheim-Sandstein kommt es zu einer lokal unterschiedlichen Erhöhung des Porendruckes. Der erhöhte Porendruck wirkt auf die Basis des Deckgebirges ein. Daher ist die Gesteinsfestigkeit ein wichtiger Parameter für die nachhaltige Dichtigkeit des Deckgebirges. Die Differenz zwischen dem ursprünglichen Porendruck und der minimalen Hauptspannung im geologischen Untergrund ist ein Maß für die Neigung des Gesteins unter Druckeinwirkung aufzubrechen.

Die minimale Hauptspannung ist ein felsmechanischer Parameter und definiert den Druck, bei dem sich ein unter Druck entstandener (natürlicher oder künstlicher) Riss im geologischen Untergrund unter den lokal wirksamen tektonischen Spannungsverhältnissen schließt. Der Parameter ist ein Indikator für die Gesteinsfestigkeit bei Druckbeaufschlagung. Die absolute Größe hängt vom Überlagerungsdruck, dem Gesteinsporendruck sowie den lokalen tektonischen Spannungsverhältnissen und von den Gesteinsbrucheigenschaften ab. Je größer der Überlagerungs-/Porendruck und je kleiner die Bruchneigung des Gesteins, desto größer ist die minimale Hauptspannung. Das Gesteinsbruchverhalten ist durch die Querdehnungszahl definiert, die mit dem Gesteinstyp und dem Verfestigungsgrad des Gesteins variiert.

$P_{MS} = [v/(1 - v) * (P_{OB} - P_P)] + P_P$ (Eaton, 1969)	
P_{MS}	Minimale Hauptspannung
v	Querdehnungszahl
P_{OB}	Überlagerungsdruck
P_P	Porendruck

Für die Berechnung der minimalen Hauptspannung wurde die Eaton-Formel benutzt:

Für die Berechnung der Porendrücke wurden hydrostatische Druckverhältnisse angenommen. Die angenommenen durchschnittlichen effektiven Gesteinsdichten für die Berechnung des kumulativen Überlagerungsdruckes, die Porenfluid-Dichten für die Berechnung des Porendruckes sowie die Querdehnungszahlen für die verschiedenen Deckgebirgs-Horizonte sind in **Tabelle 1.1.3-3 Röhlermoor (und Umfeld) Deckgebirgs-Formations-Parameter** zusammengestellt. Für die Ölführung im Flasersandstein wurde der Röhlermoor Öl/Wasser-Kontakt (- 870 mNN) angenommen.

Formation	Lithologie	Gesteinsdichte RHOB (g/cm ³)	Querdehnungs- zahl (v)	FM-Wasserdichte (g/cm ³) @ 20 °C	Porenöl-Dichte (g/cm ³)
Quartär	Sand/Kies	2.10	0.35	1.00	
Miozän + Oligozän	Sand (tonig) + Ton (sandig)	2.15	0.35	1.00	
O-Eozän Ton	Ton	1.90	0.43	1.00	
M-Eozän	Sand + Ton (sandig)	2.15	0.35	1.01	
U-Eozän 4	Ton	1.95	0.40	1.02	
U-Eozän 3	Sand + Ton	2.10	0.35	1.02	
U-Eozän 2+1	Ton/Tonstein	2.00	0.40	1.02	
U-Eozän 1 Basissand	Sand/Sandstein (tonig)	2.10	0.35	1.02	
O-Kreide	Kalkstein/Kalkmergelstein	2.35	0.35	1.07	
Alb - O-Valangin	Tonmergelstein/Tonstein	2.30	0.38	1.07	
sandige Dichotomiten-Sch.	Sandstein (tonig) + Tonstein	2.35	0.30	1.07	
tonige Dichotomiten-Sch.	Tonstein	2.30	0.38	1.07	
Flasersandstein	Sandstein (tonig) + Tonstein	2.40	0.30	1.07	0.87
Bentheim-Sandstein	Sandstein	2.25	0.25	1.07	0.87

Tabelle 1.1.3-3 Röhlermoor (und Umfeld) Deckgebirgs-Formations-Parameter

Der Überlagerungsdruck ergibt sich aus der kumulativen effektiven Gesteinsdichte, die aus Bohrlochmessungen abgeleitet wurde.

Die Querdehnungszahlen (**Tabelle 1.1.3-3 Röhlermoor (und Umfeld) Deckgebirgs-Formations-Parameter**) für die jeweiligen Gesteinsarten wurden anhand durchschnittlicher Literaturangaben festgelegt, wobei der Grad der Gesteinsverfestigung anhand von Bohrkleinproben und Bohrlochmessungen abgeschätzt wurde. Die festgelegten Werte repräsentieren Gesteine mit einer niedrigen bis mittleren Gesteinsverfestigung. Die Spannbreite für Querdehnungszahlen verschiedener Gesteinsarten aus Literaturangaben ist in **Tabelle 1.1.3-4 Querdehnungszahlen – Literaturreferenzen** zusammengestellt.

Gesteinstyp	Minimum	Maximum
Sand, schwach verfestigt	0.140	0.310
Sandstein, porös	0.130	0.190
Sandstein, dicht	0.060	0.130
Kalkstein	0.150	0.340
Ton / Tonstein		
Quelle: Zoback, Mark D.; Reservoir Geomechanics; S. 62; Cambridge University Press; 2008		
Gesteinstyp	Minimum	Maximum
Sand, schwach verfestigt	0.200	0.350
Sandstein, porös	0.150	0.250
Sandstein, dicht	0.100	0.150
Kalkstein	0.300	0.350
Ton / Tonstein	0.280	0.430
Quelle: http://petrowiki.org/Fracture_mechanics ; 2015		
Gesteinstyp	Minimum	Maximum
Sand, schwach verfestigt	0.170	0.280
Sandstein, porös	0.100	0.200
Sandstein, dicht	0.070	0.150
Kalkstein	0.150	0.320
Ton / Tonstein	0.280	0.350
Quelle: http://www.geoconvention.com/archives/2014/263_GC2014_Brittleness_revisited.pdf		
Gesteinstyp	Minimum	Maximum
Sand/Sandstein, schwach verfestigt	0.220	0.400
Sandstein, verfestigt	0.180	0.220
Kalkstein	0.310	
Ton / Tonstein	0.260	0.400
Siltstein	0.200	0.280
Dolomit	0.283	
Anhydrit	0.319	
Quelle: CRAIN'S PETROPHYSICAL HANDBOOK: https://www.spec2000.net/10-mechprop.htm		

Tabelle 1.1.3-4 Querdehnungszahlen – Literaturreferenzen

Querdehnungszahlen – Literaturreferenzen

Für die Berechnung des initialen Porendrucks wurden durchschnittliche Porendruck-Gradienten angenommen. Diese berücksichtigen die Variation in den Formationswasser-Dichten, die sich aus Formationswasser-Salinitätsschwankungen sowie dem geothermischen Gradienten ergeben. Für den Bentheim-Sandstein und das untere/mittlere Deckgebirge wurde ein mittlerer Porendruck-Gradient von 1,05 bar/10 m angenommen. Als Referenzdruck dient der ursprüngliche Porendruck von 107 bar_a im Bentheim-Sandstein bei einer Teufe von 1.000 mNN. Der Porendruckgradient im oberen Deckgebirge variiert mit der angenommenen Formationswasserdichte, siehe **Tabelle 1.1.3-3 Rühlermoor (und Umfeld) Deckgebirgs-Formations-Parameter**.

Die Berechnung der verschiedenen Druck-Kategorien wurde für 6 exemplarische Lokations-Szenarien durchgeführt. Der jeweilige Deckgebirgsaufbau für diese Szenarien ist in **Tabelle 1.1.3-5 Basis Teufen (mTVD) für verschiedene geologische Szenarien** zusammengestellt.

Formation	Strukturhoch Ref. RLMR 680	Strukturtief NW N' RLMR 152	Strukturtief NE Ref. RLMR H9	Injektions-Cluster RLMR-NO	APLD-Flanke APLD H1	Strukturhoch Apeldorn
Höhe ü. NN	21.0	18.0	20.3	16.0	22.5	26.0
Quartär	46.0	60.0	50.0	52.0	37.0	57.0
Miozän + Oligozän	60.5	80.0	95.0	100.0	70.0	95.0
O-Eozän Ton				130.0		
M-Eozän		95.0	124.0	170.0		
U-Eozän 4	100.0	139.0	157.0	205.0		
U-Eozän 3	163.0	199.0	225.0	270.0		114.0
U-Eozän 2+1	245.0	287.0	308.0	355.0	144.5	175.0
U-Eozän 1 Basissand	252.0	300.0	323.0	370.0	161.0	190.0
O-Kreide				550.0	191.0	
Alb - O-Valangin	459.0	835.0	834.0	1010.0	526.5	
sandige Dichotomiten-Sch.	483.0	860.0	867.0	1060.0		
tonige Dichotomiten-Sch.	513.0	885.0	882.0	1080.0	534.0	
Flasersandstein	531.0	900.0	904.0	1100.0		
Bentheim-Sandstein	558.0	935.0	961.0	1150.0	581.0	235.0

Tabelle 1.1.3-5 Basis Teufen (mTVD) für verschiedene geologische Szenarien

Basis Teufen (mTVD) für verschiedene geologische Szenarien

Die resultierenden Druck/Teufen-Diagramme für die einzelnen Szenarien sind in **Abbildung 1.1.3-36 Initiale Formationsdrücke RLMR 680** bis **Abbildung 1.1.3-41 Initiale Formationsdrücke Apeldorn-Hoch** dargestellt. Die Diagramme enthalten auch die projizierten Grenzdrücke aus Formationsgradienten-Tests im Deckgebirge, bei denen das Gestein nicht gebrochen wurde, sowie den projizierten Brechdruck, der beim Injektionstest in der Bohrung APLD H1 (Brechdruckgradient = 1,72 bar/10 m) im Jahr 1982 ermittelt wurde. Für die Apeldorn-Szenarien wurde zusätzlich der projizierte aktuelle Porendruck im Bentheim-Sandstein dargestellt.

Die spezifischen Drücke sowie die Differenz zwischen Porendruck und minimaler Hauptspannung sind für die unmittelbaren Deckschichten (Flasersandstein und tonige Dichotomiten-Schichten) und den Top des Bentheim-Sands in **Tabelle 1.1.3-6 Formationsdrücke Rühlermoor/Apeldorn** dokumentiert.

Initiale Formationsdrücke im Deckgebirge Rühlermoor & Apeldorn-Hoch								
Lokation	Basis Tonige Dichotomiten-Schichten (APLD = Basis U-Eozän Ton)							
	Teufe		Poren-Druck	kum. Dichte	Überla-gerungs-Druck	Minimale Hauptspannung	Gradient Minimale Hauptspannung	Differenz Min. Hauptspannung/ Porendruck
	mTVD	mNN	bar _a	g/cm ³	bar _a	bar _a	bar/10 m	bar
Strukturhoch Ref. RLMR 680	513.0	492.0	53.8	2.18	110.6	88.6	1.71	34.8
Struktur tief NW N' RLMR 152	885.0	867.0	92.8	2.22	193.6	154.6	1.74	61.8
Struktur tief NO Ref. RLMR H9	882.0	861.7	92.5	2.22	192.9	154.0	1.74	61.5
Rühlermoor-NO Injektions-Cluster	1080.0	1064.0	113.3	2.23	237.0	189.1	1.74	75.8
Apeldorn-Flanke APLD H1	534.0	518.0	56.0	2.23	117.9	93.9	1.74	38.0
Strukturhoch Apeldorn	175.0	149.0	18.3	2.08	36.6	30.5	1.69	12.2
Lokation	Basis Flasersandstein (APLD = Basis U-Eozän 1 Sand)							
	Teufe		Poren-Druck	kum. Dichte	Überla-gerungs-Druck	Minimale Hauptspannung	Gradient Minimale Hauptspannung	Differenz Min. Hauptspannung/ Porendruck
	mTVD	mNN	bar _a	g/cm ³	bar _a	bar _a	bar/10 m	bar
Strukturhoch Ref. RLMR 680	531.0	510.0	55.7	2.19	114.9	81.0	1.51	25.4
Struktur tief NW N' RLMR 152	900.0	882.0	94.4	2.22	197.1	138.4	1.53	44.0
Struktur tief NO Ref. RLMR H9	904.0	883.7	94.8	2.22	198.1	139.1	1.53	44.3
Rühlermoor-NO Injektions-Cluster	1100.0	1084.0	115.4	2.23	241.8	169.6	1.53	54.2
Apeldorn-Flanke APLD H1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Strukturhoch Apeldorn	190.0	164.0	19.8	2.08	39.7	30.5	1.55	10.7
Initiale Formationsdrücke am Top des Bentheim-Sandsteins Rühlermoor & Apeldorn-Hoch								
Lokation	1 m unterhalb Top Bentheim-Sandstein							
	Teufe		Poren-Druck	kum. Dichte	Überla-gerungs-Druck	Minimale Hauptspannung	Gradient Minimale Hauptspannung	Differenz Min. Hauptspannung/ Porendruck
	mTVD	mNN	bar _a	g/cm ³	bar _a	bar _a	bar/10 m	bar
Strukturhoch Ref. RLMR 680	532.0	511.0	55.8	2.19	115.1	75.5	1.40	19.8
Struktur tief NW N' RLMR 152	901.0	883.0	94.5	2.22	197.3	128.8	1.42	34.3
Struktur tief NO Ref. RLMR H9	905.0	884.7	94.9	2.22	198.3	129.4	1.42	34.5
Rühlermoor-NO Injektions-Cluster	1101.0	1085.0	115.5	2.23	242.0	157.7	1.42	42.2
Apeldorn-Flanke APLD H1	535.0	519.0	56.1	2.23	118.1	76.8	1.42	20.7
Strukturhoch Apeldorn	191.0	165.0	20.0	2.08	40.0	26.6	1.34	6.7

Tabelle 1.1.3-6 Formationsdrücke Rühlermoor/Apeldorn

Berechnung der minimalen Hauptspannung:

- Effektive Formationsdichte: Die Durchschnittswerte basieren auf Bohrungen innerhalb des Untersuchungsraumes, in denen Dichte/Sonic-Logs gemessen wurden. Bei der Abschätzung der Durchschnittswerte wurden nur Abschnitte mit gutem Bohrlochkaliber berücksichtigt. Da die Tone/Tonsteine des Deckgebirges aufgrund der Versenkungsgeschichte noch relativ viel Haft- und Kristallwasser beinhalten, liegen die benutzten Werte in einer plausiblen Größenordnung.
- Porendruck-Gradient: Der Porendruck-Gradient ist eine Funktion der Formationswasser-Salinität und der Temperatur. Die Anwendung eines Durchschnittswertes für alle geologischen Szenarien ist ein pragmatischer Kompromiss. Die resultierende Ungenauigkeit kann vernachlässigt werden.
- Querdehnungszahl: Die benutzten Werte orientieren sich an Literatur-Daten. Es ist geplant, im Bereich der geplanten Wasserinjektions-Cluster-Lokation eine Datengewinnungs-Bohrung abzuteufen. In dieser sollen umfangreiche Bohrlochmessungen sowie Leak-Off-Teste durchgeführt werden. Mit der verbesserten Datenbasis können dann die verwendeten gebirgsmechanischen Parameter überprüft und ggfs. angepasst werden.
- Berechnungsmethode: Die Eaton-Formel berücksichtigt nicht die horizontale Komponente des aktuellen Spannungsfeldes. Damit stellen die berechneten minimalen Hauptspannungen Werte innerhalb einer gewissen Bandbreite dar.

Die geringste Gesteinsfestigkeit besteht am Apeldorn-Hoch, wo der Ausbiss des Bentheim-Sandsteins in einer Teufe von ca. 190 m unter der Geländeoberfläche vom U-Eozän 1 überlagert wird, siehe **Abbildung 1.1.3-41 Initiale Formationsdrücke Apeldorn-Hoch**. Der ursprüngliche Porendruck im Bentheim-Sandstein betrug an dieser Lokation 20 bar_a. Der aktuelle projizierte Porendruck beträgt 25,6 bar_a. Damit liegt der aktuelle Porendruck 1 bar unterhalb der berechneten minimalen Hauptspannung und 8,3 bar unterhalb des projizierten Brechdruckes im Bentheim-Sandstein. Bzgl. der tiefsten geologischen Barriere (U-Eozän-1-Ton) liegt der teufen-projizierte aktuelle Porendruck des Bentheim-Sandsteins 6,6 bar unterhalb der berechneten minimalen Hauptspannung an der Basis des U-Eozän-1-Tons. Auf Basis der Berechnungsergebnisse ist die mechanische Integrität des Bentheim-Sandsteins und insbesondere der tiefsten geologischen Barriere im Deckgebirge am Apeldorn-Hoch unter den aktuellen und zukünftigen hydraulischen Druckverhältnissen im Aquifer gewährleistet.

Im Umfeld der jetzigen und zukünftigen Wasserinjektionsbohrungen sind aufgrund der Teufenlage die Unterschiede zwischen den entsprechenden Druckkategorien wesentlich größer, so dass bei Einhaltung von Obergrenzen bei den Injektionsdrücken die mechanische Integrität des Bentheim-Sandsteins und der Deckgebirgsbarrieren immer gewährleistet ist, siehe **Abbildung 1.1.3-39 Initiale Formationsdrücke RLMR im Bereich der geplanten Wasserinjektions-Cluster**.

Die Größenordnung der berechneten minimalen Hauptspannung für das Deckgebirge wird durch die Grenzdrücke aus Formationsintegritätstests (FGTs), bei denen die Formation nicht gebrochen wurde, bestätigt. Die FGT-Gradienten-Datenbasis ist in **Tabelle 1.1.3-7 Rühlermoor Deckgebirge – Formationsintegritätsteste** zusammengestellt, die projizierten äquivalenten Drücke sind in den **Abbildung 1.1.3-36 Initiale Formationsdrücke RLMR 680** bis **Abbildung 1.1.3-40 Initiale Formationsdrücke Apeldorn SW-Flanke (APLD H1)** dargestellt.

Die Druckdaten der jeweiligen FGT Tests bzw. des Apeldorn Brechdruck-Gradiententests sind in den Anlagen 1 und 2 dargestellt.

Die Auswertung des Apeldorn Tests ist im Gutachten „Geomechanische Bewertung der Auswirkung von Druckänderungen auf das Deckgebirge des Feldesbereiches Rühlermoor und des angeschlossenen Aquifers“ in Kapitel 6.2.3 beschrieben (siehe RBP Teil 4, 4.4.9).

Bohrung	Formation (im offenen Bohrloch)	Teufe (mMD)	Rohrschuh (mMD)	Datum	SG (kg/l)	WHSIP (bar)	Injekt. Vol (l)	Rücklauf- Vol (l)	Druck- haltezeit (Min)	FM-Grad. (bar/10 m)
RLMR 610	Alb	293.00	290.64	17.12.1984	1.12	20.0	30	27	5	1.81
RLMR 506	Apt	319.00	315.70	08.12.1982	1.16	21.0	30	28	5	1.80
RLMR 504	Barrême	329.00	326.65	29.10.1979	1.09	23.4	35	30	5	1.80
RLMR 506	Dichotomiten Tonst.	621.00	315.70	11.12.1982	1.23	18.0	80	78	5	1.78
RLMR 506	Flasersandstein	671.50	666.50	15.12.1982	1.23	38.0	33	32	5	1.78
RLMR 273_2	Flasersandstein	685.00	683.60	14.09.1984	1.08	49.0	45	44	5	1.80

Tabelle 1.1.3-7 Rühlermoor Deckgebirge – Formationsintegritätsteste

1.1.3.9. Porendruck-Monitoring im Deckgebirge

Mit dem Beginn der Dampfplutung im Gebiet SD1 wurden ab 1980 zwei Produktionssonden (RLMR 241 und RLMR 330) für ein Druck-Monitoring im U-Eozän-1-Basissand umgerüstet, um die Integrität des Deckgebirges unter Einfluss der Dampf-injektion zu überwachen. Ein weiterer Beobachtungspunkt ist die Tertiär-Explorationsbohrung RLMR 1001. Der Druckverlauf ist in **Abbildung 1.1.3-42 RLMR U-Eozän 1-Basissand Monitoring-Bohrungen Druckverlauf @ 250m** dargestellt. Alle 3 Sonden zeigen einen konstanten Druckverlauf. Die Drift der RLMR 241/330 Werte nach der initialen Überwachungsphase ist offensichtlich messtechnisch oder durch die Bohrungskomplettierung bedingt. Hinweise auf eine hydraulische Beeinflussung lassen sich nicht ableiten.

1.1.3.10. Zusammenfassende Bewertung der geomechanischen Integrität des Deckgebirges

Die Untersuchungsergebnisse beweisen, dass die mechanische Integrität des Deckgebirges unter den gegenwärtigen Produktions- und Injektionsbedingungen gewährleistet ist und ausreichende Sicherheitsreserven bzgl. der Gesteinsfestigkeit vorhanden sind. Eine Steigerung der hydraulischen Druckeinwirkung auf die Basis der unmittelbaren Deckschichten ist nicht geplant.

1. Monitoring-Ergebnisse: Aus der Drucküberwachung unmittelbar unterhalb der durchgehenden geologischen Barriere (U-Eozän-1-Ton) sowie aus den Ergebnissen der Grundwassermessstellenbohrungen wird abgeleitet, dass bislang kein Aufstieg von Fluiden und Gasen durch das Deckgebirge aufgetreten ist.
2. Geologische Barrieren: Der Bentheim-Sandstein ist im Bereich der Lagerstätten und im angeschlossenen Aquifer-Gebiet von kontinuierlichen Barriere-Horizonten überlagert. Selbst bei der geringsten kumulativen Barriere-Mächtigkeit von ca. 80 m in geringer Teufe am Apeldorn-Hoch ist eine ausreichende Abtrennung zwischen dem Bentheim-Sandstein und dem süßwassererfüllten Raum im obersten Deckgebirge gewährleistet.
3. Geomechanische Integrität der Barriere-Gesteine: Die Berechnung der minimalen Hauptspannung für eine Spannbreite geologischer Szenarien zeigt, dass die mechanische Integrität des Deckgebirges im gesamten Untersuchungsraum auch bei hydraulischer Druckbeaufschlagung gewährleistet ist.
4. Potentielle natürlichen Wegsamkeiten über Störungs- und Klüftflächen: Die Existenz von Störungen und assoziierten Klüften, die z.T. vom Bentheim-Sandstein bis in das obere Deckgebirge reichen, kann für den gesamten Untersuchungsraum angenommen werden. In dem überwiegend tonigen Deckgebirge beschränkten sich die tektonischen Bewegungen und bruchhaften Verformungen entlang der

Störungen allerdings nur auf die periodischen Phasen mit aktiver Seismizität. Spätestens im oberen Miozän kamen die tektonischen Bewegungen an Störungsflächen zum Erliegen. Danach wurden die Wegsamkeiten durch die Gebirgsauflast und durch das plastische Verhalten der Tone/Tonsteine im Deckgebirge endgültig verschlossen. Diese Annahme wird auch durch die Verteilung und die Charakteristik der Kohlenwasserstoffspuren im Deckgebirge gestützt. Salzstrukturen, die das Deckgebirge durchbrechen und deren Ränder natürliche Wegsamkeiten darstellen könnten, sind innerhalb des Untersuchungsraumes nicht vorhanden, siehe **Abbildung 1.1.3-2 Prä-tertiäre Strukturen im Emsland**.

5. Integrität der Störungs- und Klüftflächen unter hydraulischer Druckbeaufschlagung: Im gesamten bisherigen Zeitraum der Förderung und Wasser-/Dampfinjektion wurden keinerlei Anzeichen für tektonischen Bewegungen innerhalb des Untersuchungsgebietes festgestellt. In den zahlreichen Tiefbohrungen wurden häufig Störungen durchteuft und dabei erhöhtem hydraulischen Druck ausgesetzt. Es sind keine Ereignisse bekannt, die auf ein Aufbrechen von Störungsflächen während des Bohrens hindeuten.

1.1.3.11. Geomechanische Bewertung der Auswirkung von Druckänderungen auf das Deckgebirge des Feldesbereiches Rühlermoor und des angeschlossenen Aquifers (Gutachten Dr. Röckel / Piewak & Partner GmbH) - Zusammenfassung

Unabhängig von der Bearbeitung durch EMPG (siehe 1.1.3.1-1.1.3.10) wurde in der ersten Jahreshälfte 2016 ein externes Fachgutachten erstellt, das insbesondere noch einmal die Gewährleistung der Integrität des Deckgebirges thematisiert. Soweit für den Zusammenhang erforderlich wird hierbei auch auf das Reservoir eingegangen.

Zur Verfügung standen die Daten aus Rühlermoor und die allgemein zugängliche Literatur. Die Daten wurden vom externen Fachgutachter konsistent neu bewertet, teilweise auch unter Verwendung neuer Methoden. Die wesentlichen Ergebnisse sind:

- Untersuchungen der Bohrlochgeometrie haben ergeben, dass im Gebirge oberhalb des Zechsteinsalinars nur schwache Indizien für ein gerichtetes Spannungsfeld vorhanden sind, ca. in Ost-West Richtung
- Der Gradient der minimalen Horizontalspannung wurde insbesondere aus einer großen Anzahl von Zementationen bestimmt und liegt im Reservoir sowie auch im Deckgebirge bei etwa 16.8 MPa/km oder darüber.
- Im Injektionsbereich Rühlermoor ist eine kritische Beanspruchung des Deckgebirges durch Scherspannungen weder durch die mit der Wasser- und Dampfinjektion einhergehende Druckerhöhung an den Injektoren, noch durch die langfristig geplante Druckabsenkung im weiteren Aquifer zu erwarten. Die Integrität des Deckgebirges würde selbst bei einem Injektionsdruck von 168 bar in einer Bezugsteufe von 1000 m nicht verletzt werden.
- Im relativ flachen tonigen Tertiär wurden besonders geringe Spannungsanisotropien ermittelt. Der aus den Querdehnungszahlen berechnete Gradient der minimalen Horizontalspannung beträgt 19 MPa/km, der der Vertikalspannung 20 MPa/km.

Dieses wirkt sich auf die Stabilität des Deckgebirges im Bereich Apeldorn günstig aus. Durch die geplante Absenkung des Drucks im Reservoir um maximal 8 bar, ist zwar mit einem Anstieg von Scherspannungen zu rechnen. Allerdings ist selbst unter ungünstigen Annahmen auch hier nicht von einer Verletzung des Bruchkriteriums auszugehen.

- Störungszonen im tonigen Deckgebirge sind im Primärspannungszustand nicht kritisch beansprucht und daher als undurchlässig anzusehen. Eine Reaktivierung ist bei den geplanten Drücken unterhalb der minimalen Hauptspannung nicht zu erwarten.
- Bei einer Injektion im Reservoir unterhalb des Fracdrucks erfolgt kein Bruch der Formation durch einen Frac. In der direkten Nähe des Bohrloches der Injektoren kommt es lediglich zu einer lokal begrenzten Verletzung des Bruchkriteriums nach Mohr-Coulomb ohne weitere spürbare Auswirkungen im Reservoir.
- Bei den für das seismologische Gutachten durchgeführten nanoseismischen Untersuchungen im Feld Rühlermoor wurden keine seismischen Ereignisse registriert, die durch die Injektion verursacht waren. Sollte es (nicht registrierte) Ereignisse, mit einer Stärke unterhalb der durch die Empfindlichkeit der Aufnahmeapparatur bedingten Detektionsschwelle gegeben haben, dann hätten deren Herdflächen Versatzbeträge maximal im Millimeterbereich. Auch unter konservativen Annahmen wäre hierdurch die Integrität des Oberbaus (Deckgebirge einschließlich Störungen) nicht beeinträchtigt.

Das Gutachten kommt zur Bewertung, dass eine Gefährdung der das Reservoir überlagernden Deckschichten durch die im Projekt „Erdöl aus Rühlermoor“ geplanten Druckänderungen im Reservoir nicht zu erwarten ist. Die Integrität des Deckgebirges einschließlich der Störungen ist auch weiterhin gewährleistet.

Das vollständige Gutachten ist diesem Antrag beigelegt (siehe RBP Teil 4, 4.4.9 Geomechanische Bewertung der Auswirkung von Druckänderungen auf das Deckgebirge des Feldesbereiches Rühlermoor und des angeschlossenen Aquifers).

Abbildungen zu Kapitel 1.1.3

Abbildung 1.1.3-1 Deckgebirgs-Untersuchungsraum - Schoonebeek-Rühle-Bramberge Aquifer
Abbildung 1.1.3-2 Prä-tertiäre Strukturen im Emsland
Abbildung 1.1.3-3 Regionale aktuelle Stressfeldorientierung
Abbildung 1.1.3-4 Deckgebirgs-Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer
Abbildung 1.1.3-5 Quartär & Tertiär Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer
Abbildung 1.1.3-6 RLMR Deckgebirgs-Schichtenfolge & Lithologie
Abbildung 1.1.3-7 APLD Deckgebirgs-Schichtenfolge & Lithologie
Abbildung 1.1.3-8 Quartär-Tertiär Compsite Log
Abbildung 1.1.3-9 EM-N Z1 Stratigraphie/Lithologie
Abbildung 1.1.3-10 EM-N Z1 Strat-Litho-Perm-Chart
Abbildung 1.1.3-11 ANAV T2_RLMR B2F2 Stratigraphie/Lithologie
Abbildung 1.1.3-12 ANAV T2_RLMR B2F2 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-13 RLMR 152_B3F2 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-14 RLMR Z1 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-15 RLMR 680 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-16 RLMR 697 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-17 RLMR H9 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-18 HEBM 2 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-19 RLSD 1 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-20 MEPP 1 Stratigraphie/Lithologie
Abbildung 1.1.3-21 MEPP 1 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-22 SHWE 1 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-23 APLD 5 Stratigraphie/Lithologie
Abbildung 1.1.3-24 APLD 5 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-25 APLD H1 Stratigraphie/Lithologie
Abbildung 1.1.3-26 APLD H1 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-27 APLD 12 Stratigraphie/Lithologie
Abbildung 1.1.3-28 APLD 12 Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-29 Abbildung APLD B13 Benth-SS Stratigraphie/Lithologie
Abbildung 1.1.3-30 APLD B13 Benth-SS Ausbiss Strat-Litho-Perm Chart
Abbildung 1.1.3-31 Kumulative Deckgebirgs-Barriere-Mächtigkeit
Abbildung 1.1.3-32 Mächtigkeitskarte Ton Unter Eozän 1
Abbildung 1.1.3-33 RLMR Bohr-Spülungsgas-Zusammensetzung
Abbildung 1.1.3-34 RLMR Relative C1-Konzentration Bohr-Spülungsgas
Abbildung 1.1.3-35 RLMR Erdöl-gas-Zusammensetzung
Abbildung 1.1.3-36 Initiale Formationsdrücke RLMR 680
Abbildung 1.1.3-37 Initiale Formationsdrücke NW-Flanke RLMR 152
Abbildung 1.1.3-38 Initiale Formationsdrücke NO-Flanke (Ref. RLMR H9)
Abbildung 1.1.3-39 Initiale Formationsdrücke RLMR im Bereich der geplanten Wassereinjektions-Cluster
Abbildung 1.1.3-40 Initiale Formationsdrücke Apeldorn SW-Flanke (APLD H1)
Abbildung 1.1.3-41 Initiale Formationsdrücke Apeldorn-Hoch
Abbildung 1.1.3-42 RLMR U-Eozän 1-Basis sand Monitoring-Bohrungen Druckverlauf @ 250m

Anlage 1 Formationsgradienttest RLMR 504, 506, 610, 273_2

Anlage 2 Apeldorn H Brechdruck – Gradiententest

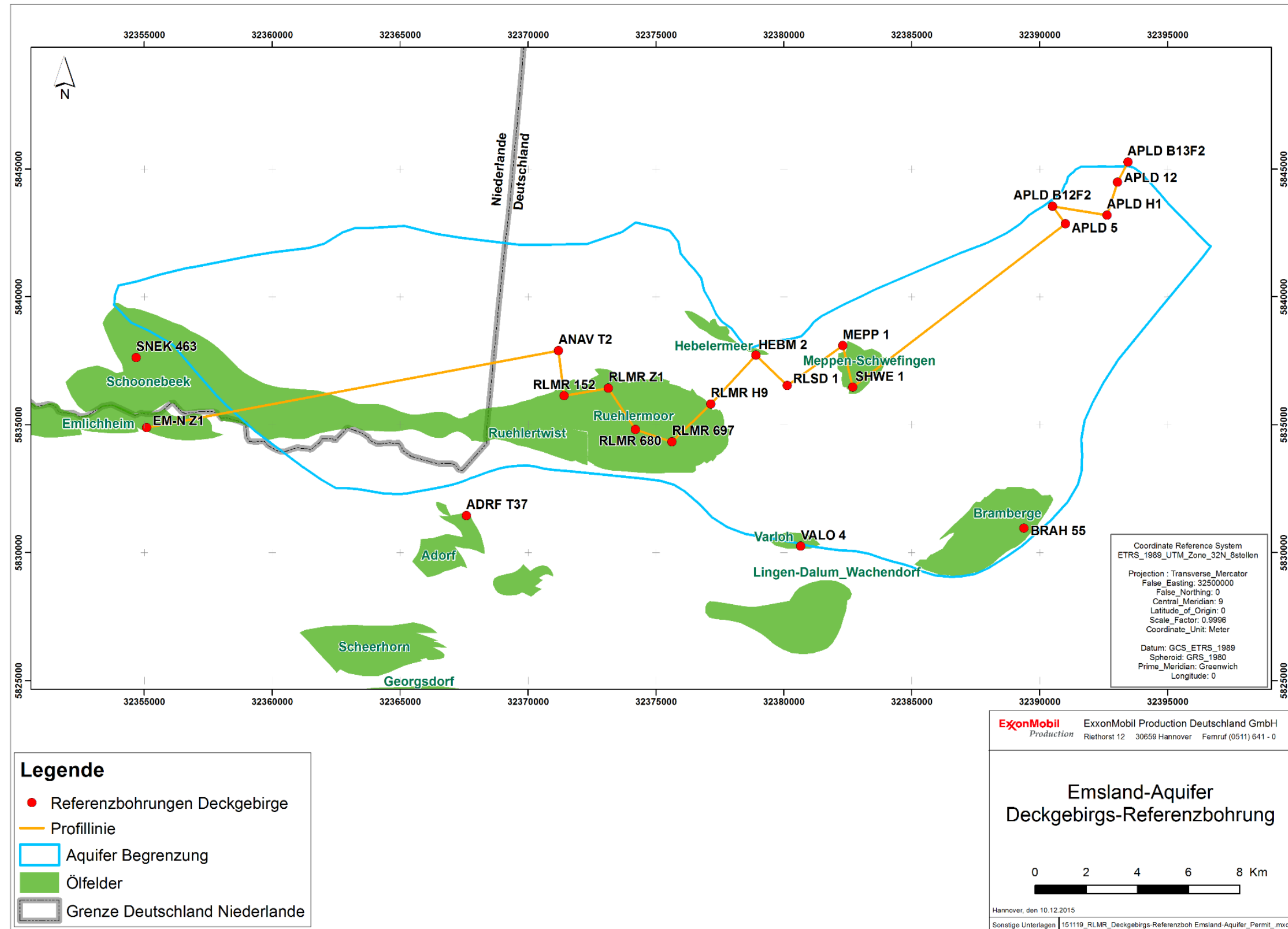
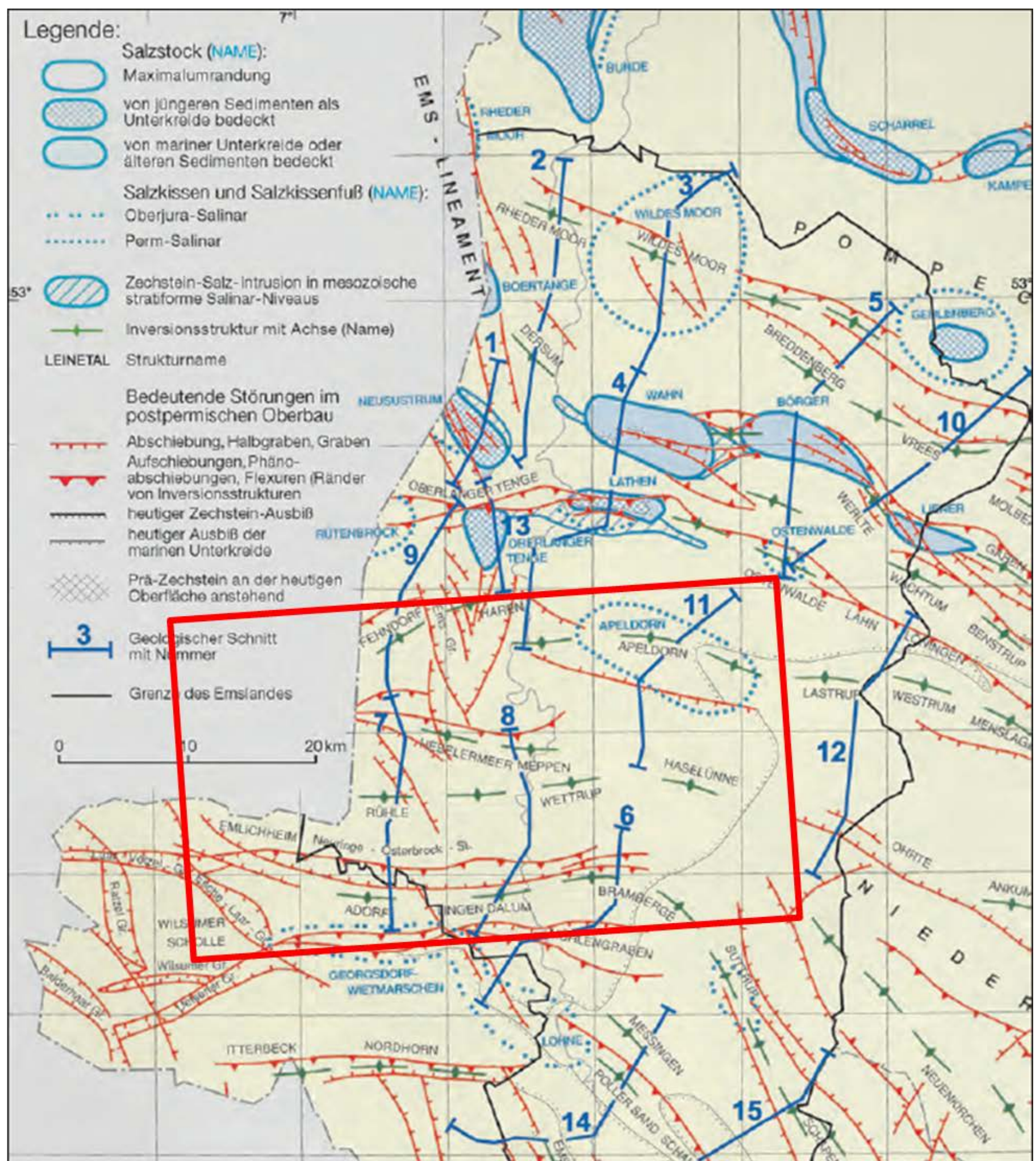


Abbildung 1.1.3-1 Deckgebirgs-Untersuchungsraum - Schoonebeek-Rühle-Bramberge Aquifer



Aus BALDSCHUHN, R., Der Landkreis Emsland, Meppen, 2002, S. 96



Relevanter Ausschnitt für den Untersuchungsraum

Abbildung 1.1.3-2 Prä-tertiäre Strukturen im Emsland

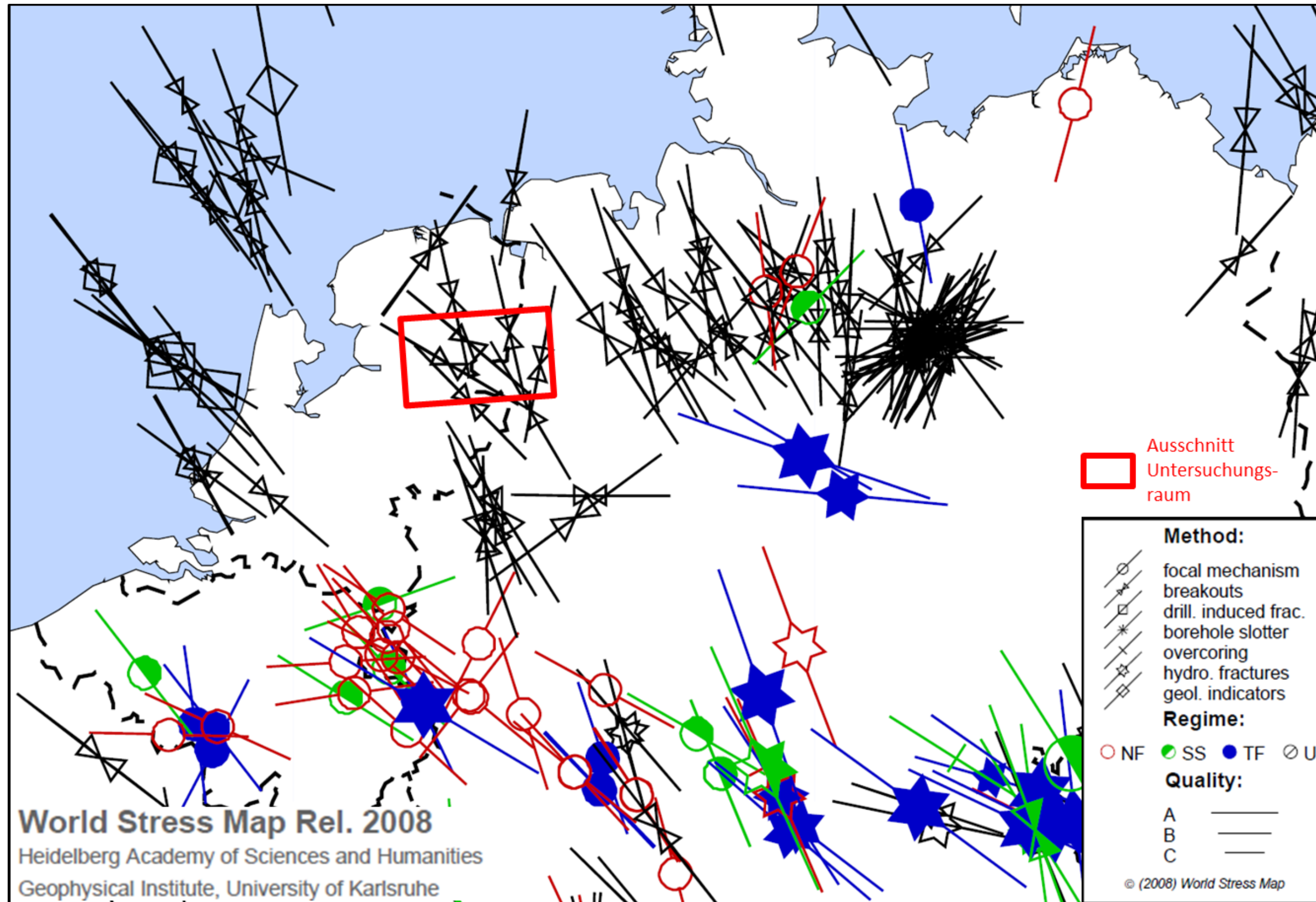


Abbildung 1.1.3-3 Regionale aktuelle Stressfeldorientierung

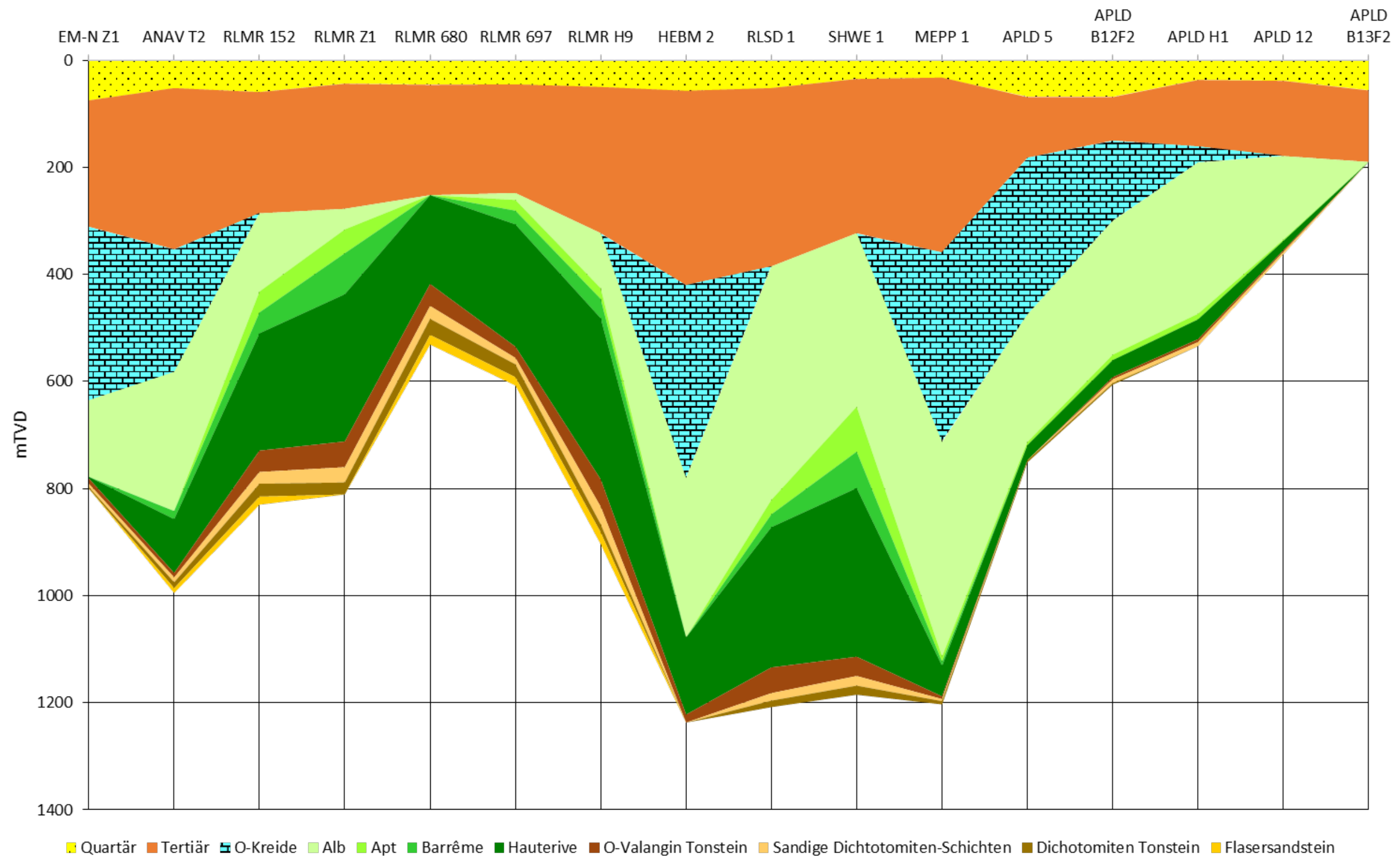


Abbildung 1.1.3-4 Deckgebirgs-Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer

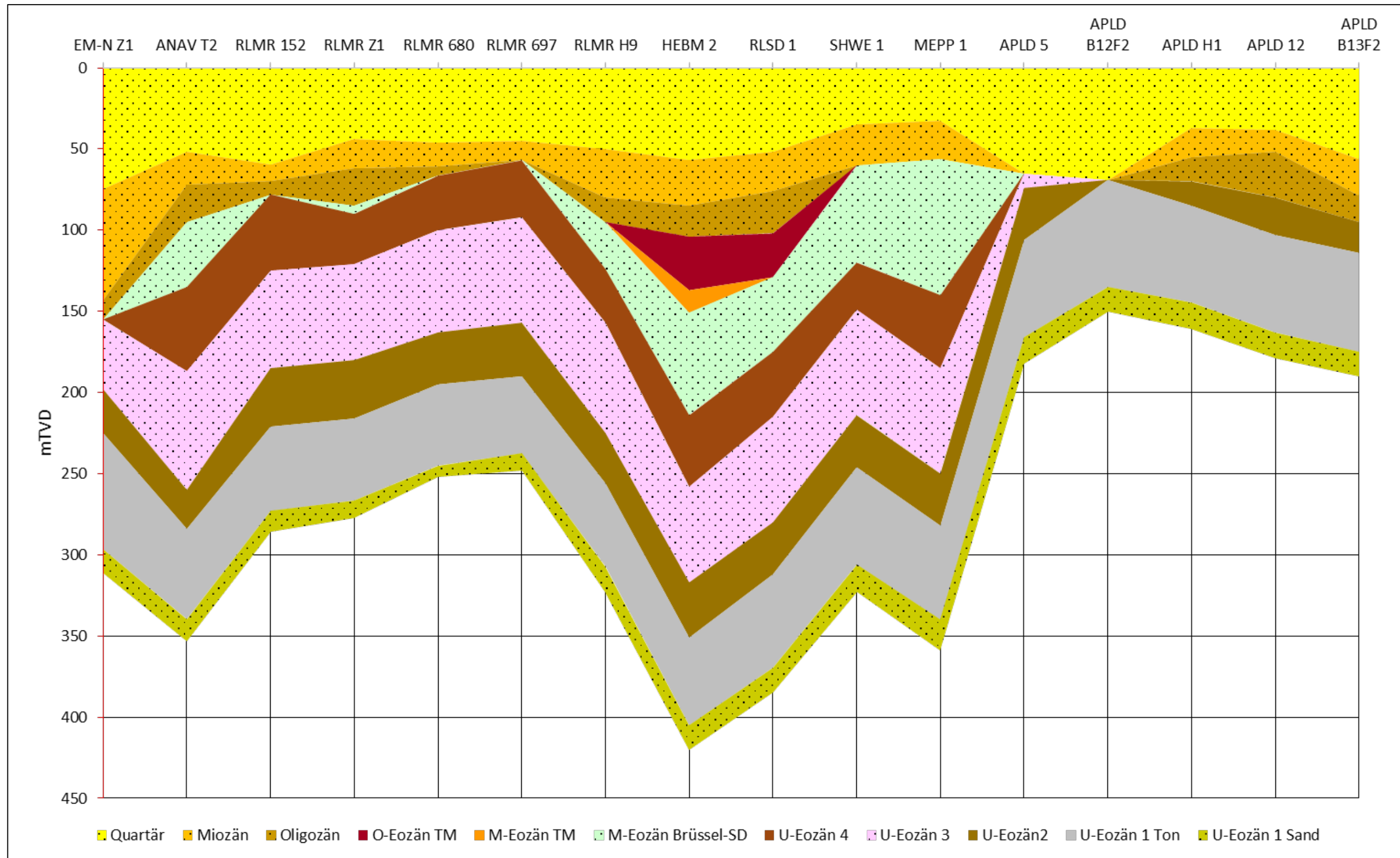


Abbildung 1.1.3-5 Quartär & Tertiär Schichtglieder - Schoonebeek-Rühle-Bramberge-Aquifer

Deckgebirge im Raum Rühlermoor und dem näheren Umfeld (Annaveen, Heblermeer, Meppen, Schwefingen)						ExxonMobil
Formation	Lithologie	Barriere	Störungen, die aus dem Lagerstättenbereich herauf reichen	Ölspuren	Bohrspülungs-Gas	Bemerkungen
Quartär	Sand, Kies, untergeordnet Geschiebelehm und Ton	nein	sehr unwahrscheinlich	selten bitumenöses Totöl	äußerst gering	Das selten beobachtet Restöl stammt vermutlich aus lokal erodiertem Tertiär-Schichten, die in den glazial-/fluviatilen Sedimentationsprozess einbezogen wurden
Miozän	Sand (tonig) und Ton (sandig)	nein	vermutlich selten und mit geringen Versätzen, keine Seimik Überdeckung	nicht bekannt	sehr gering	In strukturhohen Bereichen geringe Mächtigkeit
Oligozän	Ton (sandig) und Glaukonit-Sand (tonig)	nein	vermutlich selten und mit geringen Versätzen, keine Seimik Überdeckung	nicht bekannt	sehr gering	In strukturhohen Bereichen geringe Mächtigkeit oder an der Miozän-Transgression gekappt
O-Eozän O. Tonmergel	Ton	ja	vermutlich selten und mit geringen Versätzen, keine Seimik Überdeckung	nicht bekannt	sehr gering	nur in strukturtiefen unterhalb der Oligozän-Transgression erhalten
M-Eozän U. Tonmergel	Ton (sandig) bis Sand (tonig)	nein	vermutlich selten und mit geringen Versätzen, keine Seimik Überdeckung	nicht bekannt	sehr gering	nur in strukturtiefen unterhalb der Oligozän-Transgression erhalten
M-Eozän Brüsselsand	Sand, Sandstein, Kalksandstein mit Einschaltungen von Ton/Tonstein (sandig, siltig)	nein	vermutlich ja, auf 2D-Linien nicht sichtbar	nicht bekannt	sehr gering	Nur in strukturtiefen vollständig erhalten, in strukturhohen Bereichen nahezu vollständig bis vollständig an der Oligozän-Transgression gekappt
U-Eozän 4-1	Ton/Tonstein (wechselnd siltig), Sandstein (UE 3), Tuffit, an der Basis toniger Sandstein	kumulativ ca. 140 m Tonstein	ja, überwiegend N-S streichende Störungen. Sichere Ansprache nur im 3D-Seismik-Gebiet möglich, z. T. in Bohrungen nachgewiesen.	häufig Ölspuren im Basis-Sandst.	niedrig bis moderat	Flächendeckend vorhanden, U-Eozän 1 transgrediert auf O/U-Kreide
Oberkreide	Kalk-/Kalkmergelstein	nein	ja, Nachweis nur auf wenigen 2D-Linien außerhalb der Rühlermoor 3D-Fläche	nicht bekannt	nicht dokumentiert	Nur an der strukturtiefen Bereichen nördlich Rühlermoor vorhanden, ansonsten an der U-Eozän-Transgression erodiert
Alb	Mergel-/Tonmergelstein und Tonstein	ja	ja, auf 2D-Linien sichtbar	Restöl/Öl	niedrig bis moderat	Fehlt im strukturhohen Teil von Rühlermoor, an der U-Eozän-Transgression erodiert
Apt	Tonmergelstein/ Tonstein mit sandigen Einschaltungen	50 - 100%	ja, auf 2D-Linien sichtbar	Restöl/Öl	niedrig bis moderat	Sehr geringmächtig, fehlt im strukturhohen Teil von Rühlermoor, an der U-Eozän-Transgression erodiert
Barrême	Tonstein	ja	ja, auf 2D-Linien sichtbar	Restöl/Öl	moderat bis hoch	Fehlt im strukturhohen Teil von Rühlermoor, an der U-Eozän-Transgression erodiert
Hauterive	Tonstein	ja	ja, auch auf 2D-Linien sichtbar	Restöl/Öl	moderat bis hoch	Im strukturhöchsten Teil von Rühlermoor stark reduzierte Mächtigkeit, von der U-Eozän-Transgression gekappt
O-Valangin	Tonstein	ja	ja, auch auf 2D-Linien sichtbar	Restöl/Öl	moderat bis hoch	Relativ konstante Mächtigkeit
Dichot. Sch. sandig	Sandstein, stark tonig	nein	ja, auf 2D-Linien sichtbar	Öl/Restöl	moderat bis hoch	Relativ konstante Mächtigkeit
Dichot. Sch. Tonig	Tonstein	ja	ja, auch auf 2D-Linien sichtbar	Restöl/Öl	moderat bis hoch	Relativ konstante Mächtigkeit
Flasersandstein	Sandstein, stark tonig	nein	ja, auch auf 2D-Linien sichtbar	Öl (strukturh.)	moderat bis hoch	Relativ konstante Mächtigkeit

Abbildung 1.1.3-6 RLMR Deckgebirgs-Schichtenfolge & Lithologie

Deckgebirge Apeldorn (Südwest-Flanke & Top der Struktur)						ExxonMobil
Formation	Lithologie	Barriere	Störungen, die aus dem Lagerstättenbereich herauf reichen	Ölspuren	Bohrspülungs-Gas	Bemerkungen
Quartär	Sand, Kies, untergeordnet Geschiebelehm und Ton	nein	sehr unwahrscheinlich	keine	keine	Das selten beobachtet Restöl stammt vermutlich aus lokal erodiertem Tertiär-Schichten, die in den glazial-/fluviatilen Sedimentationsprozess einbezogen wurden
Miozän	Sand (tonig) und Ton (sandig)	nein	vermutlich selten und mit geringen Versätzen, keine Seimik Überdeckung	nicht bekannt	nicht dokumentiert	Lokal aufgrund prä-quartärer Erosion abwesend
Oligozän	Ton (sandig) und Glaukonit-Sand (tonig)	nein	vermutlich selten und mit geringen Versätzen, keine Seimik Überdeckung	nicht bekannt	nicht dokumentiert	In strukturohen Bereichen geringe Mächtigkeit oder abwesend (an der Miozän-Transgression gekappt)
O-Eozän, M-Eozän und U-Eozän 4						Fehlt, an der Oligozän-Transgression erodiert
U-Eozän 3-1	Ton/Tonstein (wechselnd siltig), Sandstein (UE 3) Tuffit, an der Basis toniger Sandstein	kumulativ ca. 80 m Tonstein	ja, Störungsversätze auf einigen 2D-Linien sichtbar	nicht bekannt	sehr niedrig	U-Eozän 3 überwiegend an der Oligozän-Transgression erodiert, lokal fehlt U-Eozän 3+2 aufgrund tiefgreifender prä-quartärer Erosion), U-Eozän 1 transgrediert auf O/U-Kreide
Oberkreide	Kalk-/Kalkmergelstein	nein	ja, Nachweis nur auf wenigen 2D-Linien außerhalb der Rühreremoor 3D-Fläche	nicht bekannt	nicht dokumentiert	Nur an der strukturtiefen Bereichen vorhanden, ansonsten an der U-Eozän-Transgression erodiert
Alb	Mergel-/Tonmergelstein und Tonstein	ja	ja, auf 2D-Linien sichtbar	selten Restöl	niedrig	Fehlt am Top der Struktur, an der U-Eozän-Transgression erodiert
Apt	Tonmergelstein/ Tonstein mit sandigen Einschaltungen	ca. 50%	ja, auf 2D-Linien sichtbar	selten Restöl	niedrig	Sehr geringmächtig, fehlt am Top der, an der U-Eozän-Transgression erodiert
Barrême	Tonstein	ja	ja, auf 2D-Linien sichtbar	selten Restöl	niedrig	Großflächig abwesend, an der Alb/Apt-Transgression erodiert
Hauterive	Tonstein	ja	ja, auch auf 2D-Linien sichtbar	selten Restöl	niedrig	Generell sehr geringmächtig und strukturoh an Alb- bzw. U-Eozän Transgression erodiert
O-Valangin	Tonstein	ja	ja, auch auf 2D-Linien sichtbar	selten Restöl	niedrig	Nur wenige Meter mächtig und strukturoh an U-Eozän Transgression erodiert
Dichot. Sch. sandig	Sandstein, stark tonig	nein	ja, auf 2D-Linien sichtbar	selten Restöl	niedrig	Nur wenige Meter mächtig und strukturoh an U-Eozän Transgression erodiert
Dichot. Sch. Tonig	Tonstein	ja	ja, auch auf 2D-Linien sichtbar	selten Restöl	niedrig	Überwiegend nicht vorhanden (Schichtlücke)
Flasersandstein						nicht vorhanden, entsprechendes Intervall ist offensichtlich Teil des Bentheimer-Sandsteins

Abbildung 1.1.3-7 APLD Deckgebirgs-Schichtenfolge & Lithologie

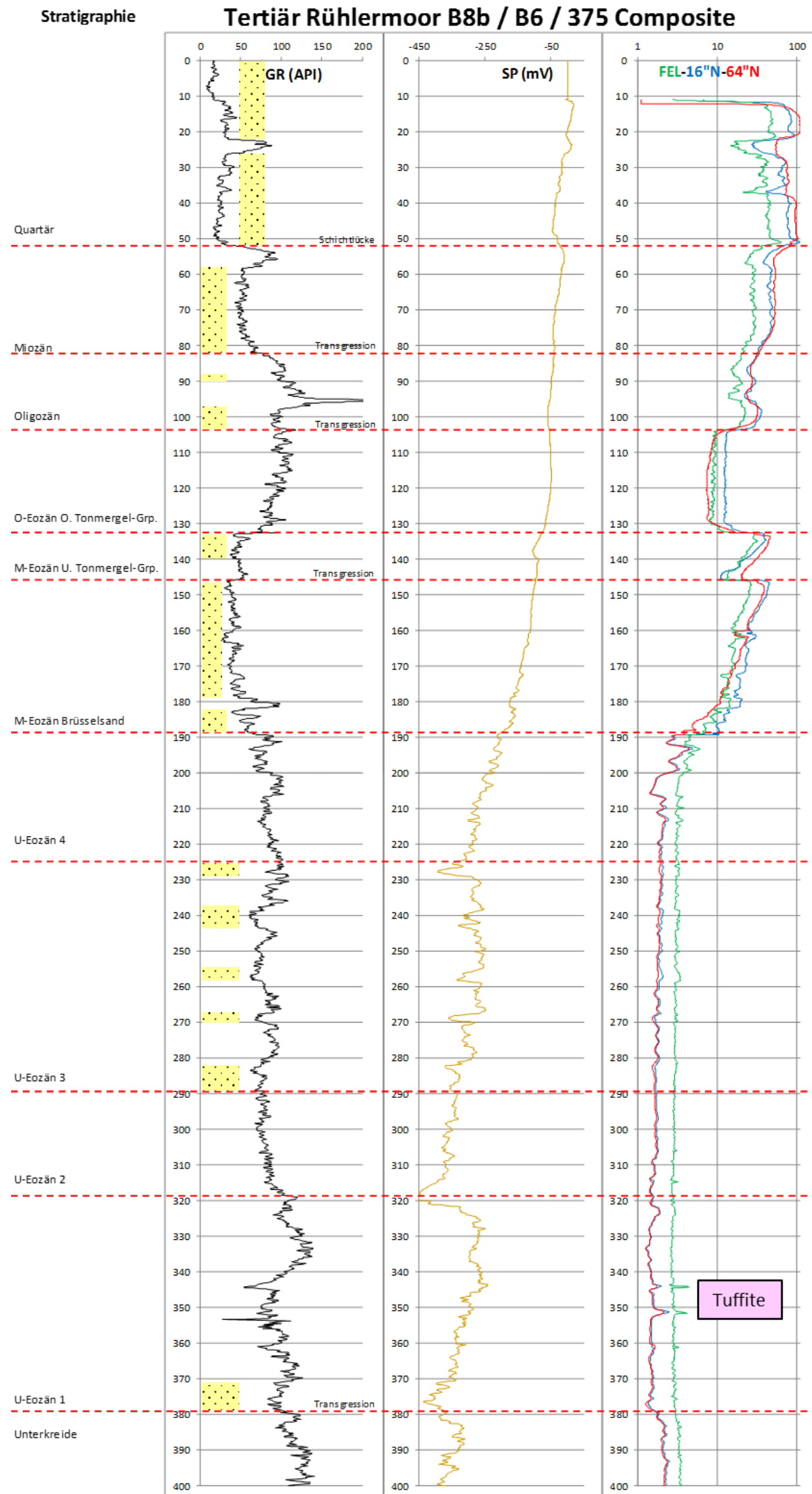


Abbildung 1.1.3-8 Quartär-Tertiär Composite Log

Emlichheim-N Z1		Stratigraphie/Lithologie			
ExxonMobil Production					
Kies/Konglomerat		Mergelstein		Anhydrit/Gips	
Sand/Sandstein		Tonmergelstein		Salz	
Geschiebelehm		Kalkstein/Dolomit		Fanglomerat	
Ton/Tonstein		Kalkarenit		Vulkanit	
			Top-Teufe	Mächtigkeit	
Stratigraphie	Lithologie		m TVD	m	
	Haupt-	Neben-			
Quartär			0	75	
Miozän			75	68.5	
Oligozän			143.5	11.5	
U-Eozän 3			155	43	
U-Eozän 2			198	27	
U-Eozän 1 Ton			225	71.5	
U-Eozän 1 Basissand			296.5	14.5	
O-Kreide			311	324	
Alb			635	143	
Hauterive			778	3	
O-Valangin			781	10	
Sandige Dichotomiten-Schichten			791	6	
Tonige Dichotomiten-Schichten			797	3	
Bentheimer-Sandstein			800	28	
U-Valangin			828	20	
Top Bückeberg-Formation			848		

Abbildung 1.1.3-9 EM-N Z1 Stratigraphie/Lithologie

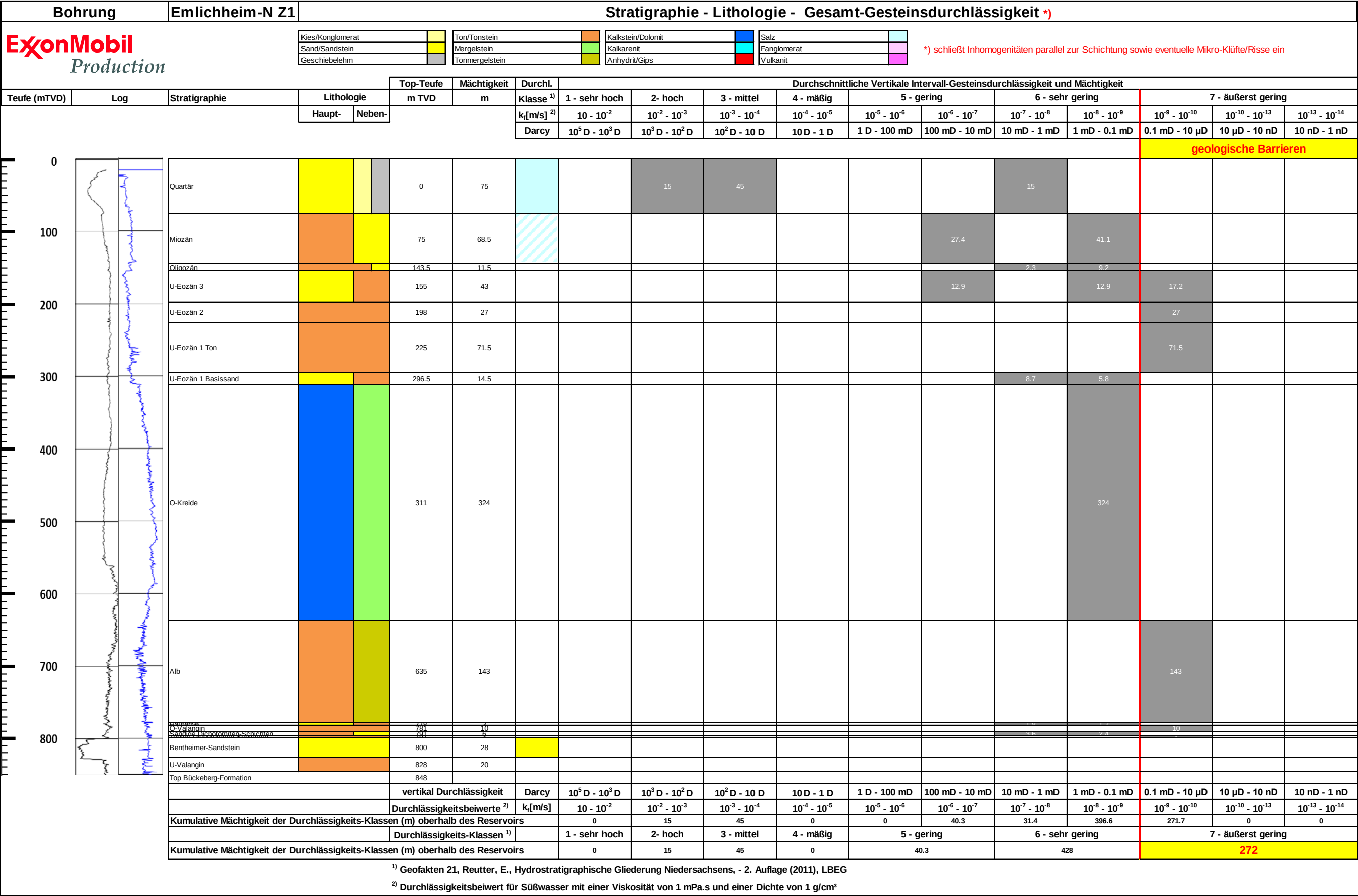


Abbildung 1.1.3-10 EM-N Z1 Strat-Litho-Perm-Chart

ANAV T2/B2F2		Stratigraphie/Lithologie			
ExxonMobil Production					
Kies/Konglomerat Sand/Sandstein Geschiebelehm Ton/Tonstein		Mergelstein Tonmergelstein Kalkstein/Dolomit Kalkarenit		Anhydrit/Gips Salz Fanglomerat Vulkanit	
				Top-Teufe	Mächtigkeit
Stratigraphie		Lithologie		m TVD	m
		Haupt-	Neben-		
Quartär				0	49
Miozän				49	27
Oligozän				76	24
M-Eozän u. Tonmergel				100	12
M-Eozän Brüsselsand				112	45
U-Eozän 4				157	30
U-Eozän 3				187	73
U-Eozän 2				260	24
U-Eozän 1 Ton				284	55.5
U-Eozän 1 Basissand				339.5	13.5
O-Kreide				353	229
Alb				582	260
Apt				842	15
Hauterive				857	100.5
O-Valangin				957.5	8.5
Sandige Dichotomiten-Schichten				966	9
Tonige Dichotomiten-Schichten				975	11
Flaser-Sandstein				986	9
Bentheim-Sandstein				995	33
U-Valangin				1028	8
Top Bückeberg-Formation				1036	

Abbildung 1.1.3-11 ANAV T2_RLMR B2F2 Stratigraphie/Lithologie

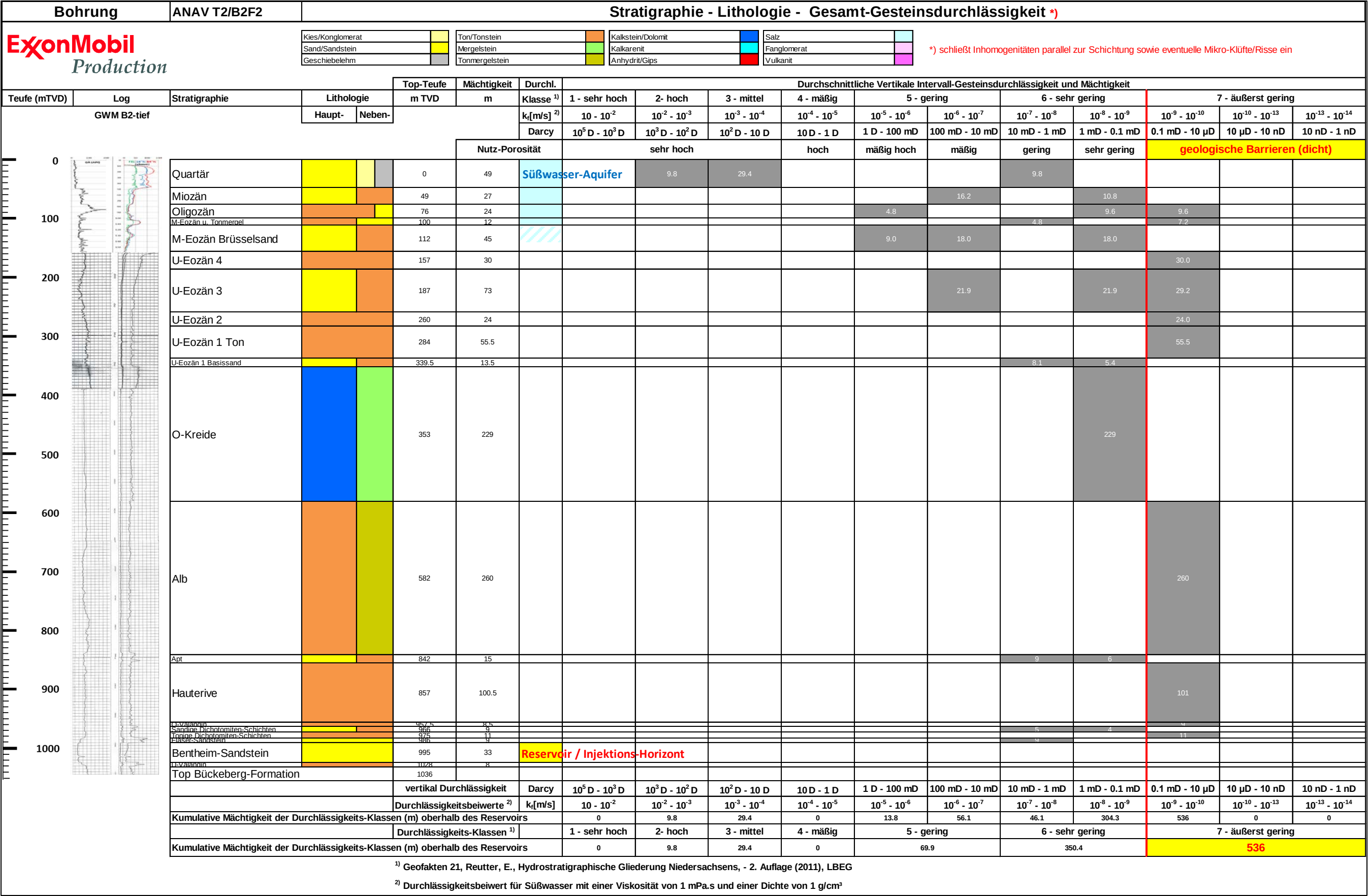


Abbildung 1.1.3-12 ANAV T2_RLMR B2F2 Strat-Litho-Perm Chart



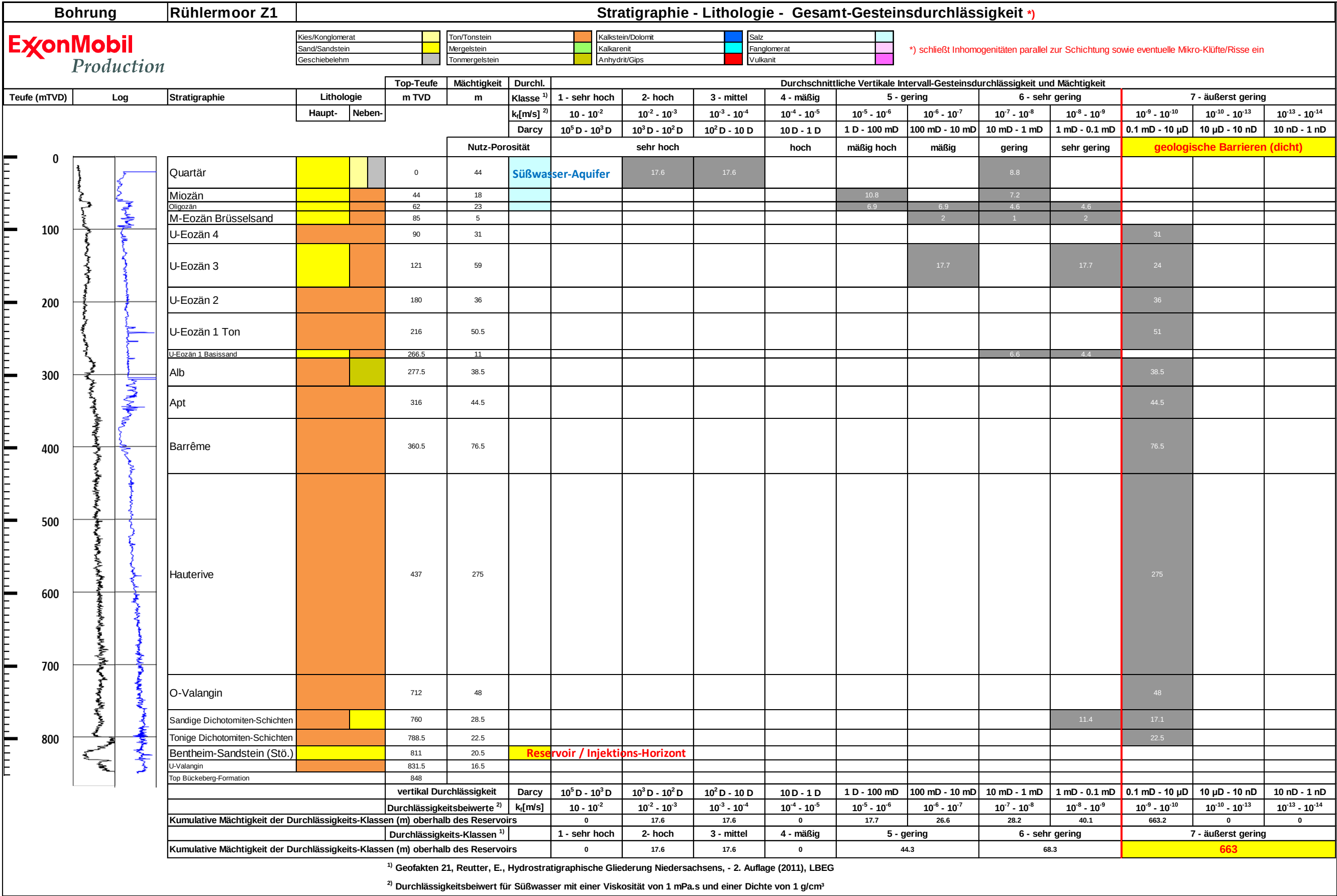
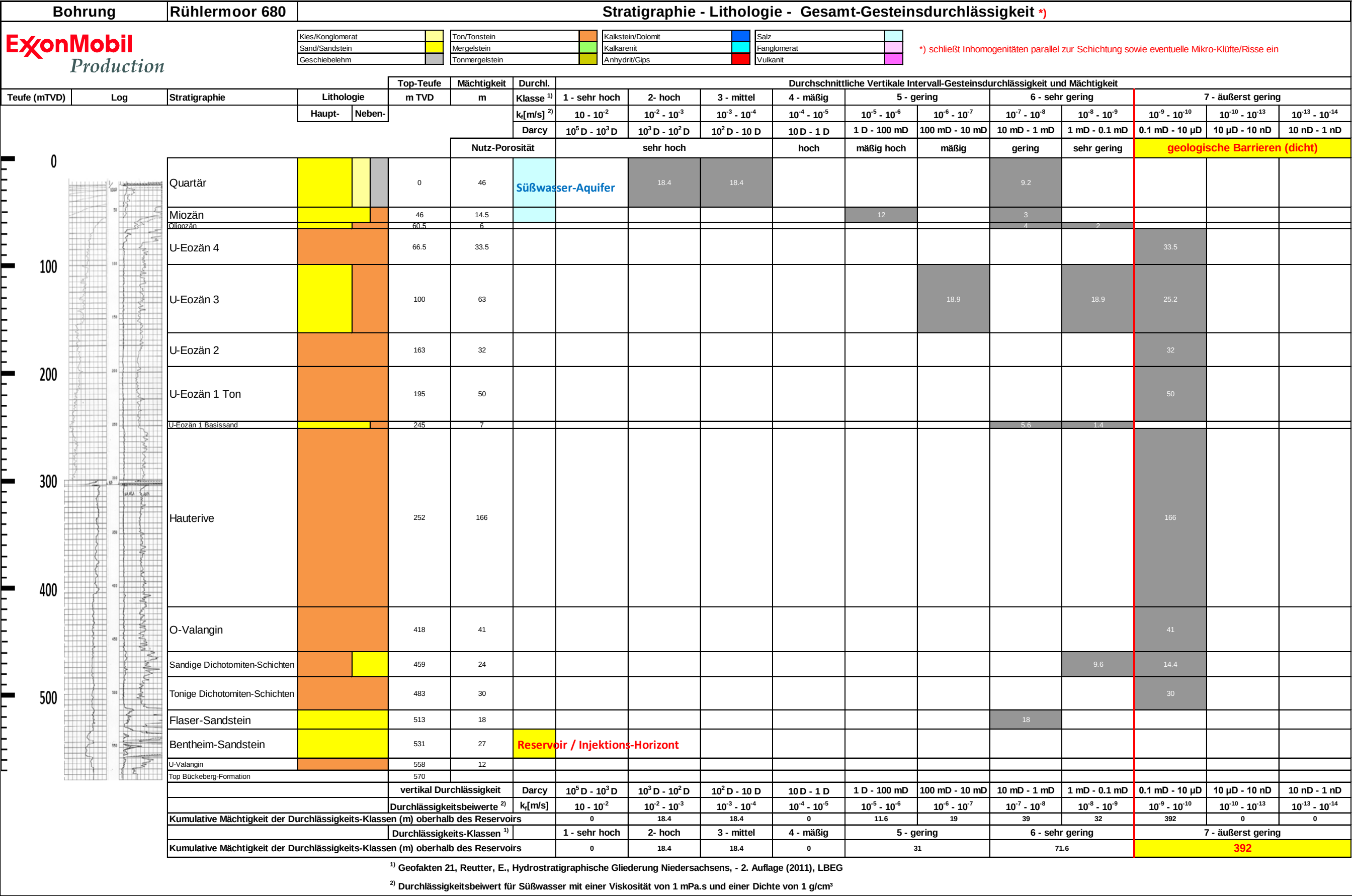


Abbildung 1.1.3-14 RLMR Z1 Strat-Litho-Perm Chart



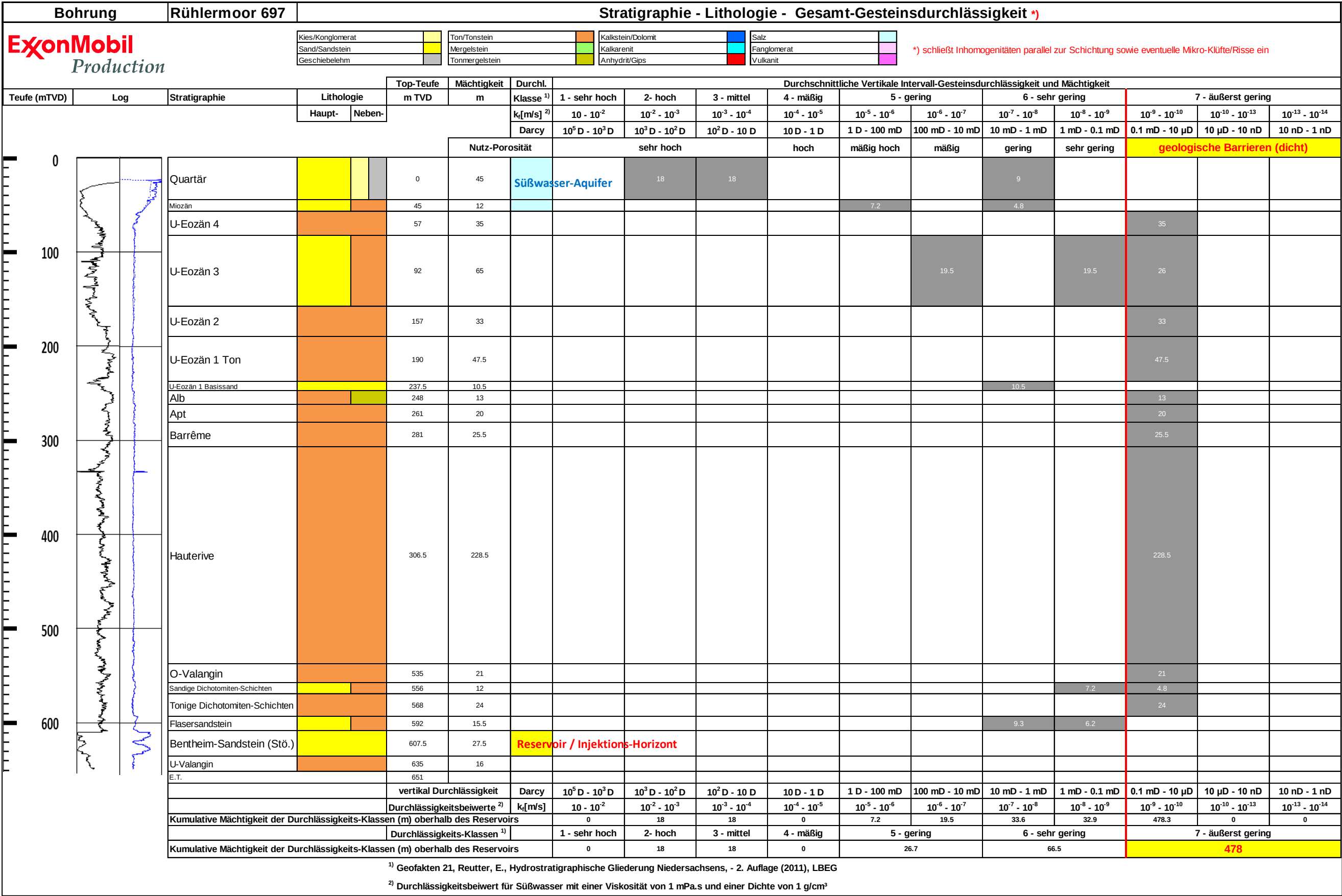


Abbildung 1.1.3-16 RLMR 697 Start-Litho-Perm Chart

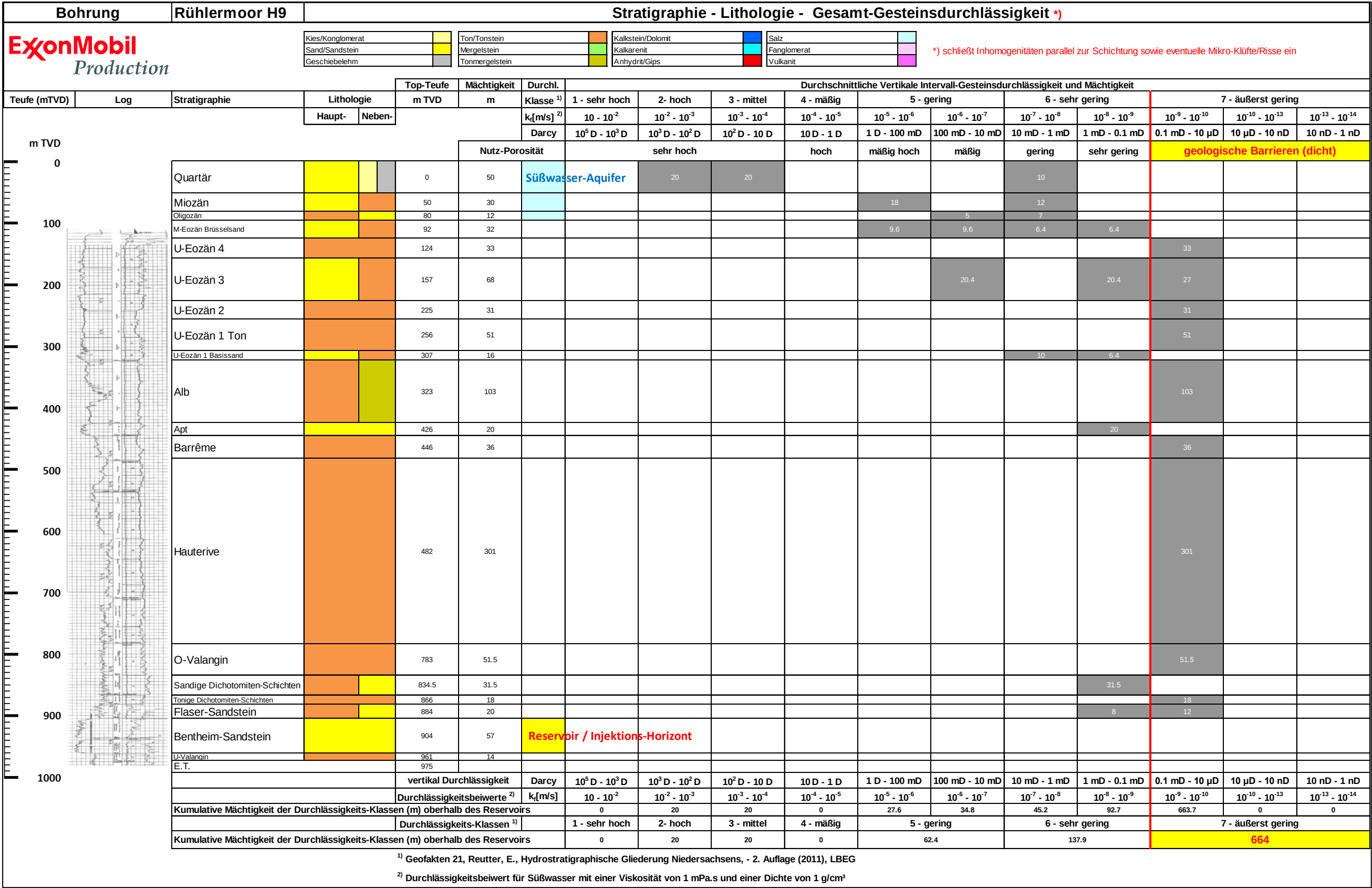


Abbildung 1.1.3-17 RLMR H9 Strat-Litho-Perm Chart

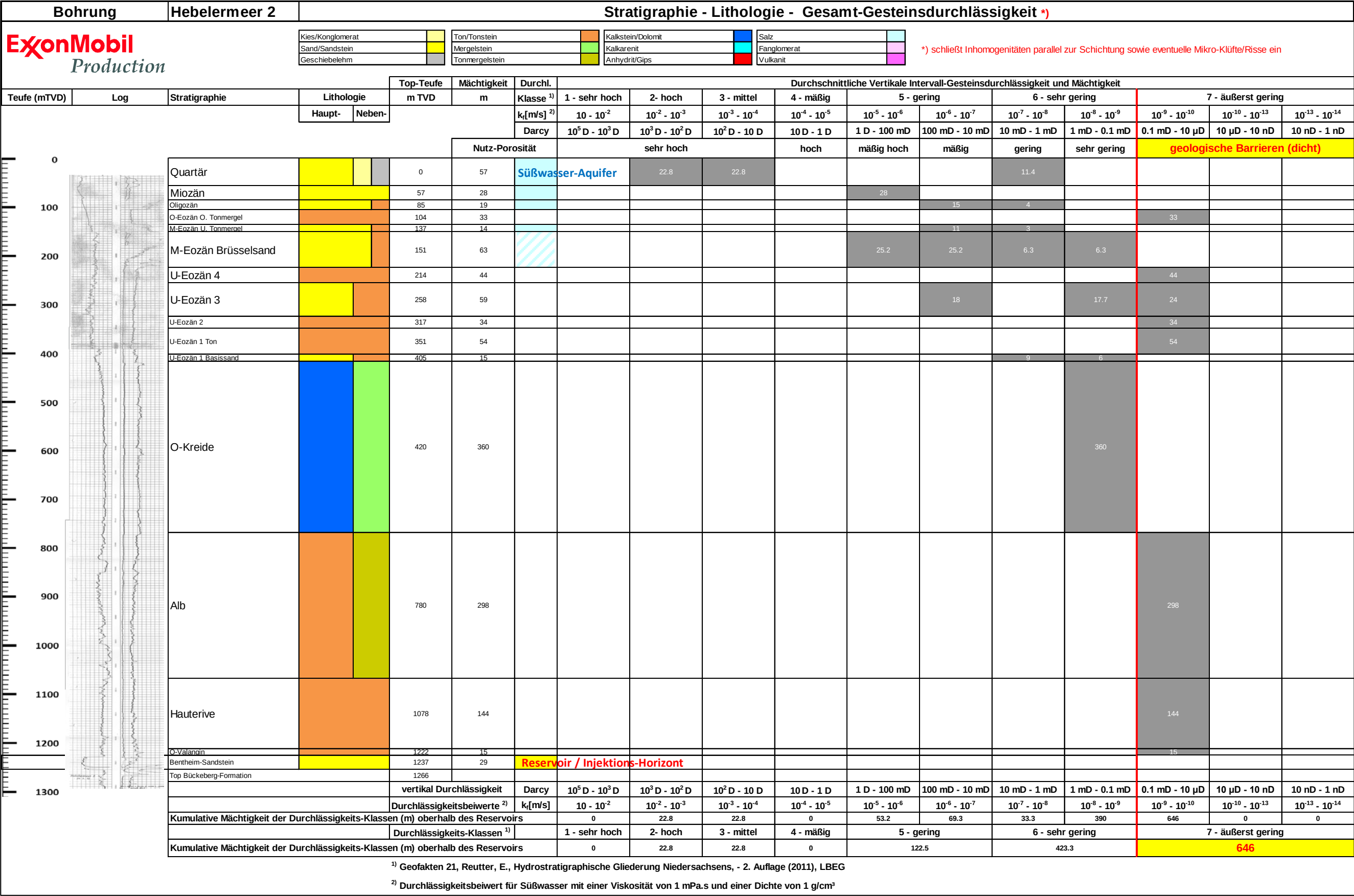


Abbildung 1.1.3-18 HEBM 2 Strat-Litho-Perm Chart



Meppen 1		Stratigraphie/Lithologie			
ExxonMobil Production					
Kies/Konglomerat		Mergelstein		Anhydrit/Gips	
Sand/Sandstein		Tonmergelstein		Salz	
Geschiebelehm		Kalkstein/Dolomit		Fanglomerat	
Ton/Tonstein		Kalkarenit		Vulkanit	
			Top-Teufe	Mächtigkeit	
Stratigraphie	Lithologie		m TVD	m	
		Haupt- Neben-			
Quartär			0	32.5	
Miozän			32.5	24	
M-Eozän Brüsselsand			56.5	83.5	
U-Eozän 4			140	45	
U-Eozän 3			185	65	
U-Eozän 2			250	32	
U-Eozän 1 Ton			282	58	
U-Eozän 1 Basissand			340	19	
O-Kreide			359	354	
Alb			713	400.5	
Apt			1113.5	10	
Barrême			1123.5	7.5	
Hauterive			1131	57	
O-Valangin			1188	5	
Sandige Dichotomiten-Schichten			1193	4	
Tonige Dichotomiten-Schichten			1197	6	
Bentheim-Sandstein			1203	65	
Top Bückeberg-Formation			1268		

Abbildung 1.1.3-20 MEPP 1 Stratigraphie/Lithologie

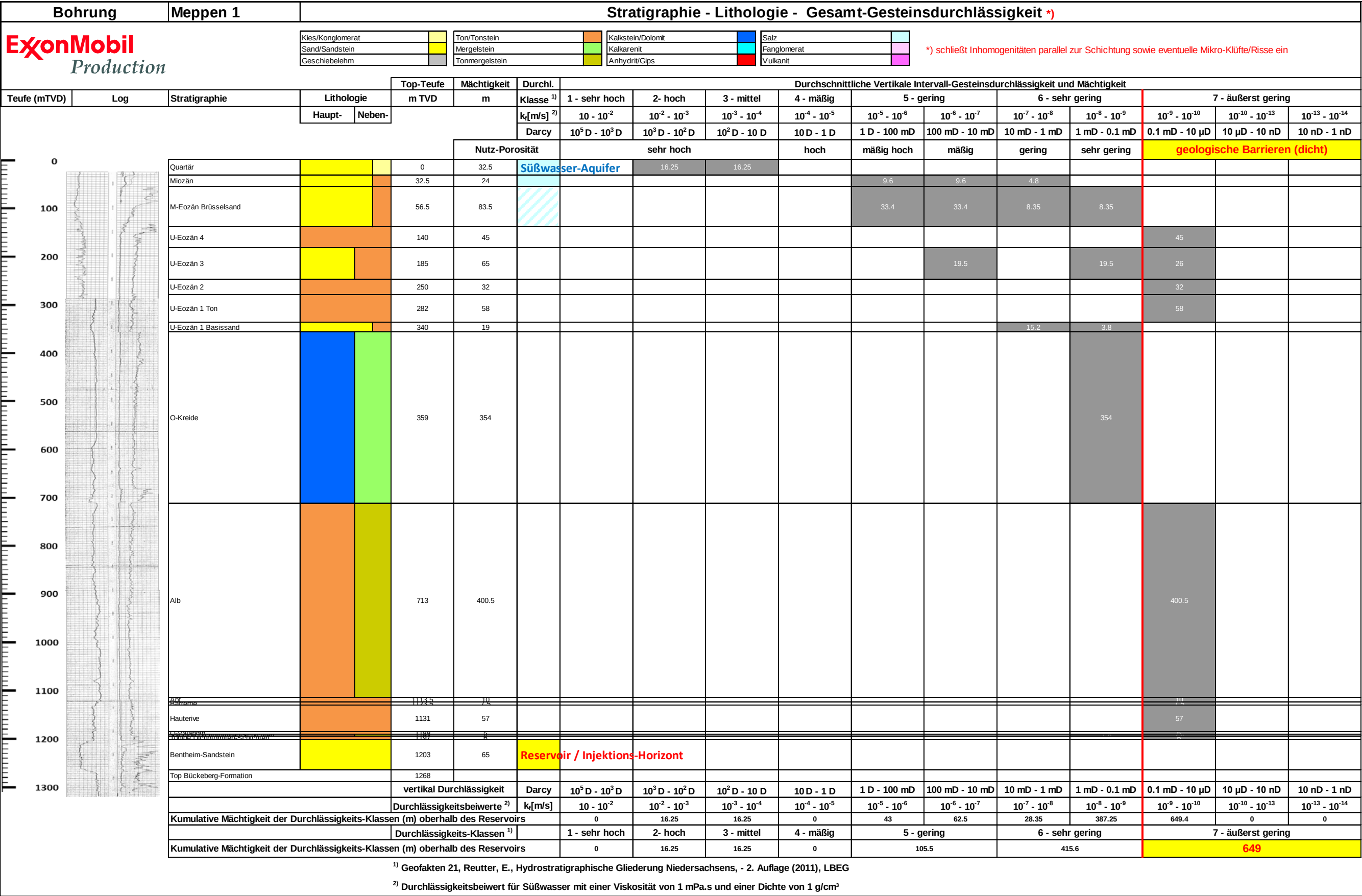


Abbildung 1.1.3-21 MEPP 1 Strat-Litho-Perm Chart



Apeldorn 5		Stratigraphie/Lithologie			
ExxonMobil Production					
Kies/Konglomerat		Mergelstein		Anhydrit/Gips	
Sand/Sandstein		Tonmergelstein		Salz	
Geschiebelehm		Kalkstein/Dolomit		Fanglomerat	
Ton/Tonstein		Kalkarenit		Vulkanit	
			Top-Teufe	Mächtigkeit	
Stratigraphie		Lithologie		m TVD	m
		Haupt-	Neben-		
Quartär				0	69
U-Eozän 3				69	5
U-Eozän 2				74	32
U-Eozän 1 Ton				106	60
U-Eozän 1 Basissand				166	16
O-Kreide				182	293
Alb				475	238
Apt				713	6
Hauterive				719	28
Tonige Dichotomiten-Schichten				747	4
Bentheim-Sandstein				751	40
U-Valangin				791	1
E. T.				792	

Abbildung 1.1.3-23 APLD 5 Stratigraphie/Lithologie

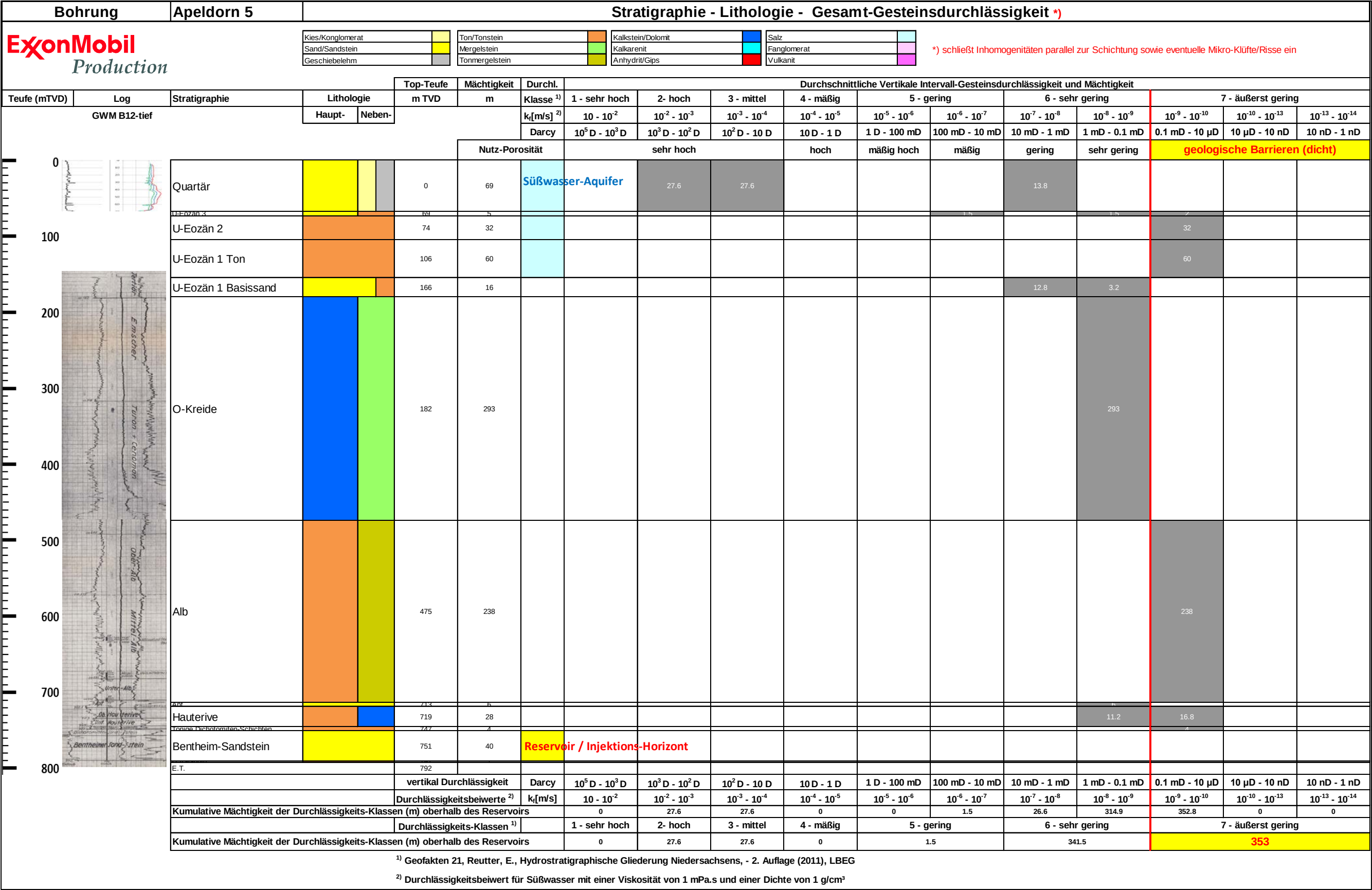


Abbildung 1.1.3-24 APLD 5 Strat-Litho-Perm Chart

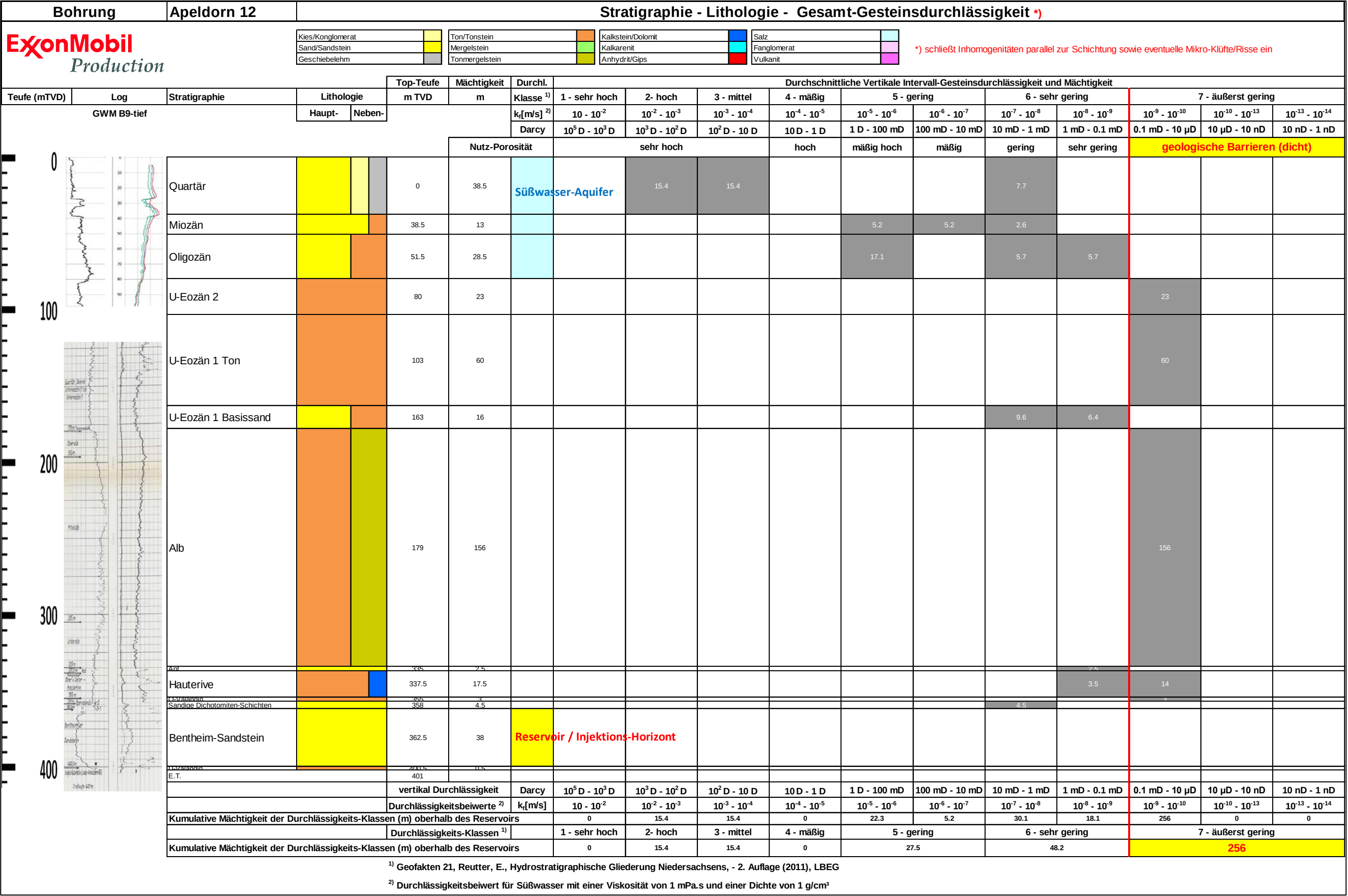
Apeldorn H1		Stratigraphie/Lithologie			
ExxonMobil Production					
Kies/Konglomerat		Mergelstein		Anhydrit/Gips	
Sand/Sandstein		Tonmergelstein		Salz	
Geschiebelehm		Kalkstein/Dolomit		Fanglomerat	
Ton/Tonstein		Kalkarenit		Vulkanit	
			Top-Teufe	Mächtigkeit	
Stratigraphie		Lithologie		m TVD	m
		Haupt-	Neben-		
Quartär				0	37
Miozän				37	18
Oligozän				55	15
U-Eozän 2				70	15
U-Eozän 1 Ton				85	59.5
U-Eozän 1 Basissand				144.5	16.5
O-Kreide				161	30
Alb				191	282.5
Apt				473.5	10.5
Hauterive				484	37
O-Valangin				521	5.5
Dichotomiten-Schichten				526.5	7.5
Bentheim-Sandstein				534	47
U-Valangin				581	3
Top Bückeberg-Formation				584	

Abbildung 1.1.3-25 APLD H1 Stratigraphie/Lithologie



Apeldorn 12		Stratigraphie/Lithologie			
ExxonMobil Production					
Kies/Konglomerat		Mergelstein		Anhydrit/Gips	
Sand/Sandstein		Tonmergelstein		Salz	
Geschiebelehm		Kalkstein/Dolomit		Fanglomerat	
Ton/Tonstein		Kalkarenit		Vulkanit	
			Top-Teufe	Mächtigkeit	
Stratigraphie		Lithologie		m TVD	m
		Haupt-	Neben-		
Quartär				0	38.5
Miozän				38.5	13
Oligozän				51.5	28.5
U-Eozän 2				80	23
U-Eozän 1 Ton				103	60
U-Eozän 1 Basissand				163	16
Alb				179	156
Apt				335	2.5
Hauterive				337.5	17.5
O-Valangin				355	3
Sandige Dichotomiten-Schichten				358	4.5
Bentheim-Sandstein				362.5	38
U-Valangin				400.5	0.5
E. T.				401	

Abbildung 1.1.3-27 APLD 12 Stratigraphie/Lithologie



APLD Ausbiss		Stratigraphie/Lithologie			
ExxonMobil Production					
Kies/Konglomerat		Mergelstein		Anhydrit/Gips	
Sand/Sandstein		Tonmergelstein		Salz	
Geschiebelehm		Kalkstein/Dolomit		Fanglomerat	
Ton/Tonstein		Kalkarenit		Vulkanit	
			Top-Teufe	Mächtigkeit	
Stratigraphie	Lithologie		m TVD	m	
	Haupt-	Neben-			
Quartär			0	56.5	
Miozän			56.5	22	
Oligozän			78.5	16.5	
U-Eozän 2			95	19	
U-Eozän 1 Ton			114	61	
U-Eozän 1 Basissand			175	15	
Bentheim-Sandstein			190	25	
U-Valangin			215	5	
Top Bückeberg-Formation			220		

Abbildung 1.1.3-29 Abbildung APLD B13 Benth-SS Stratigraphie/Lithologie



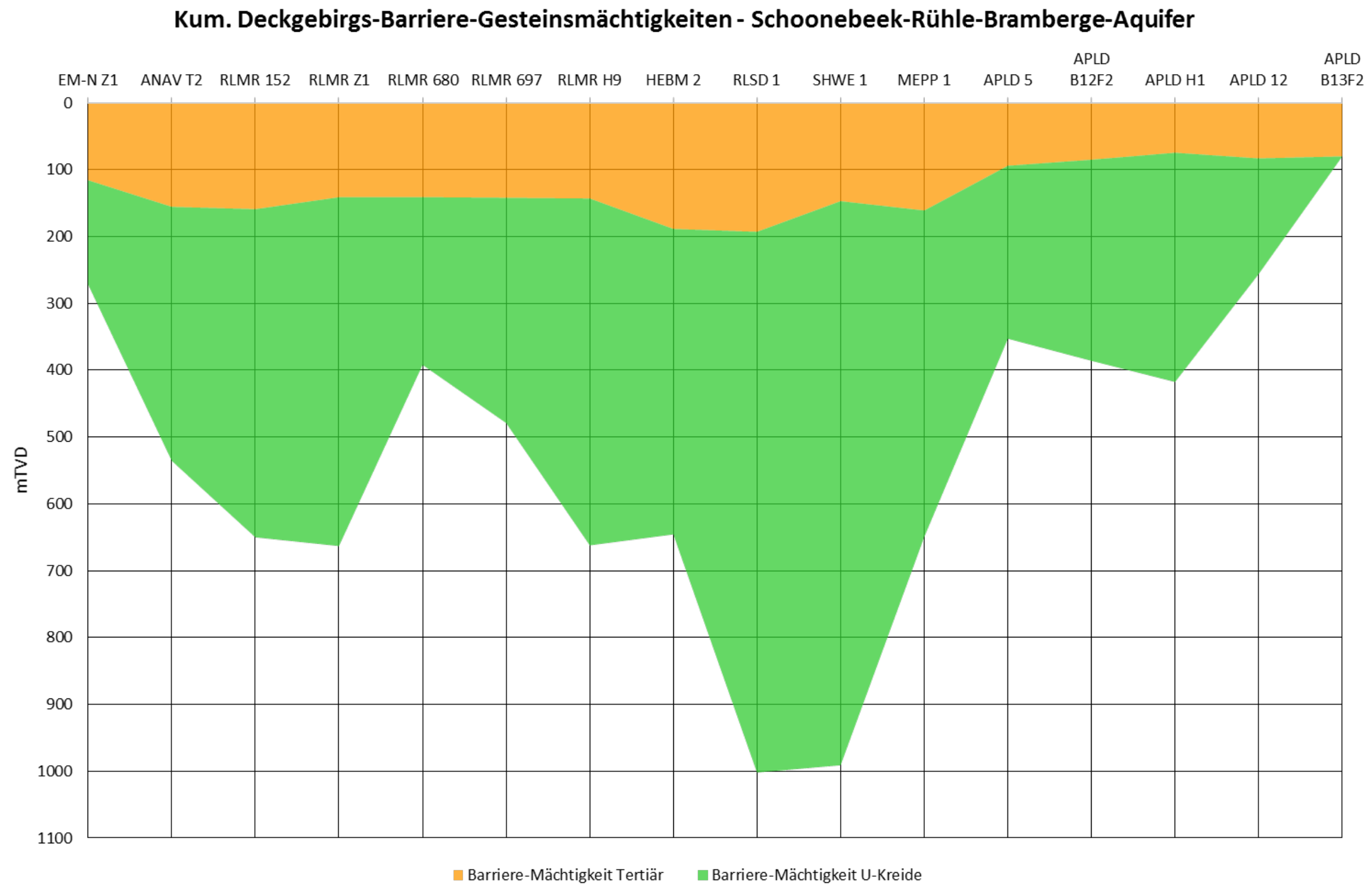


Abbildung 1.1.3-31 Kumulative Deckgebirgs-Barriere-Mächtigkeit

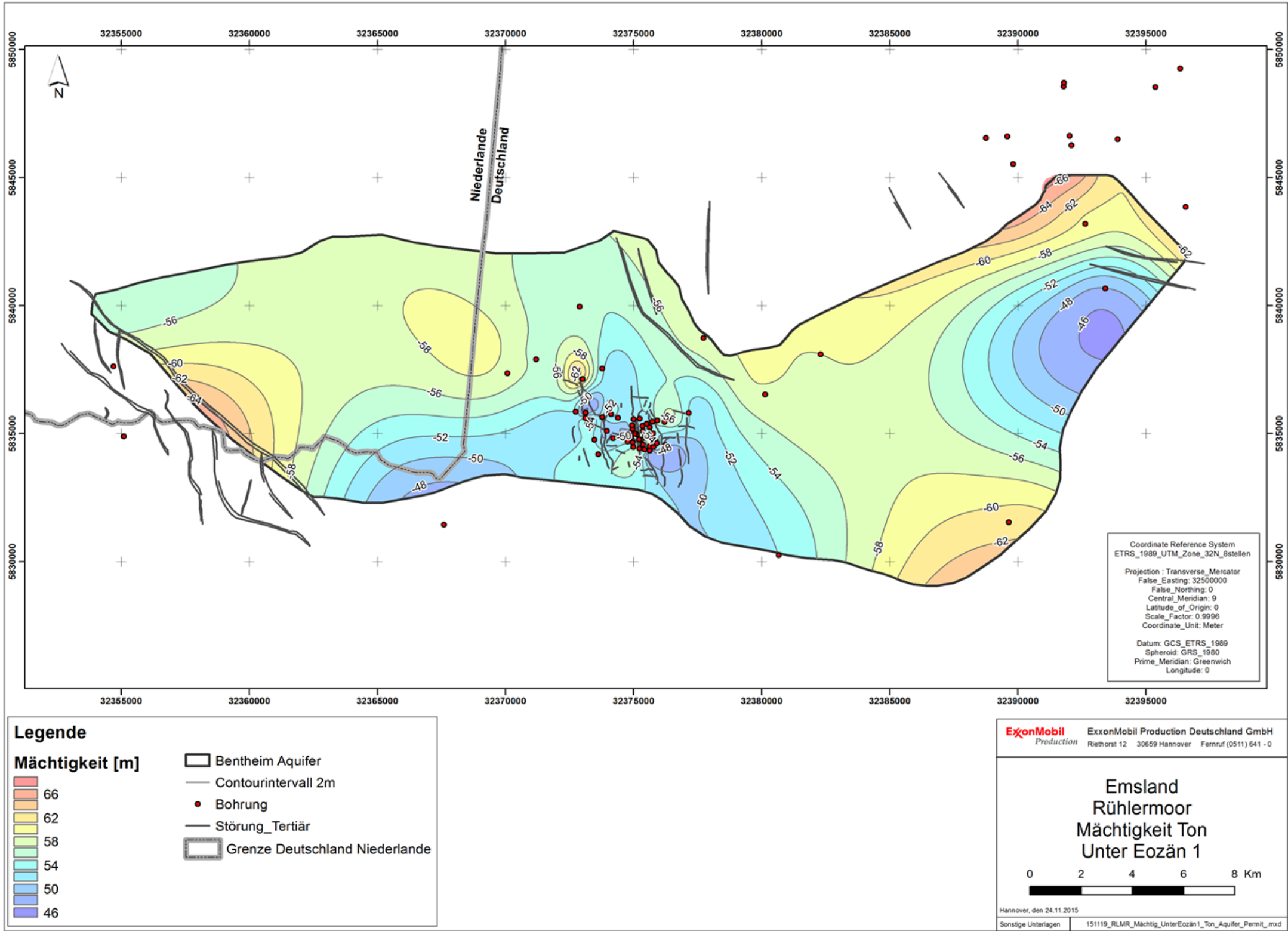


Abbildung 1.1.3-32 Mächtigkeitskarte Ton Unter Eozän 1

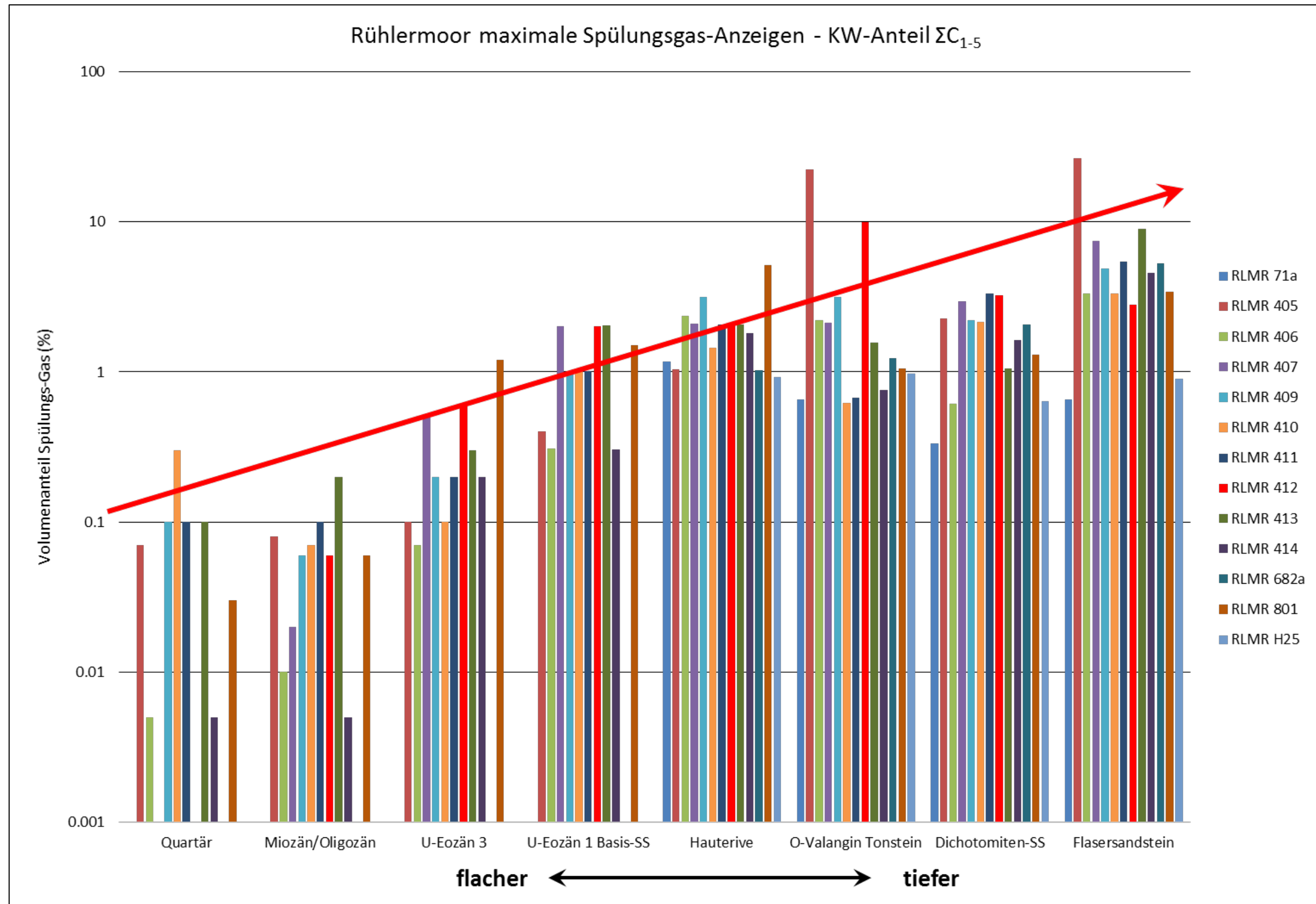


Abbildung 1.1.3-33 RLMR Bohr-Spülungsgas-Zusammensetzung

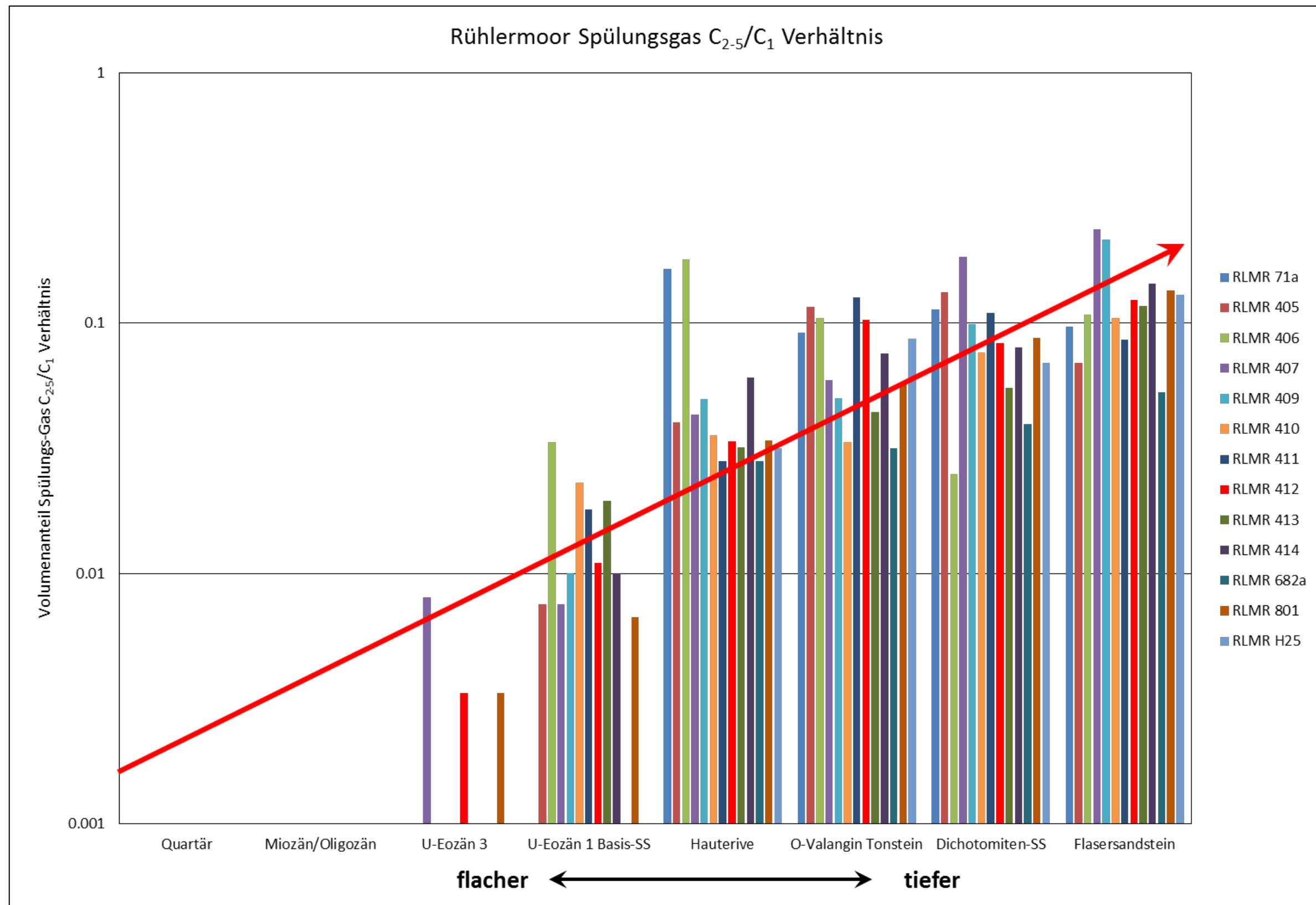


Abbildung 1.1.3-34 RLMR Relative C1-Konzentration Bohr-Spülgas

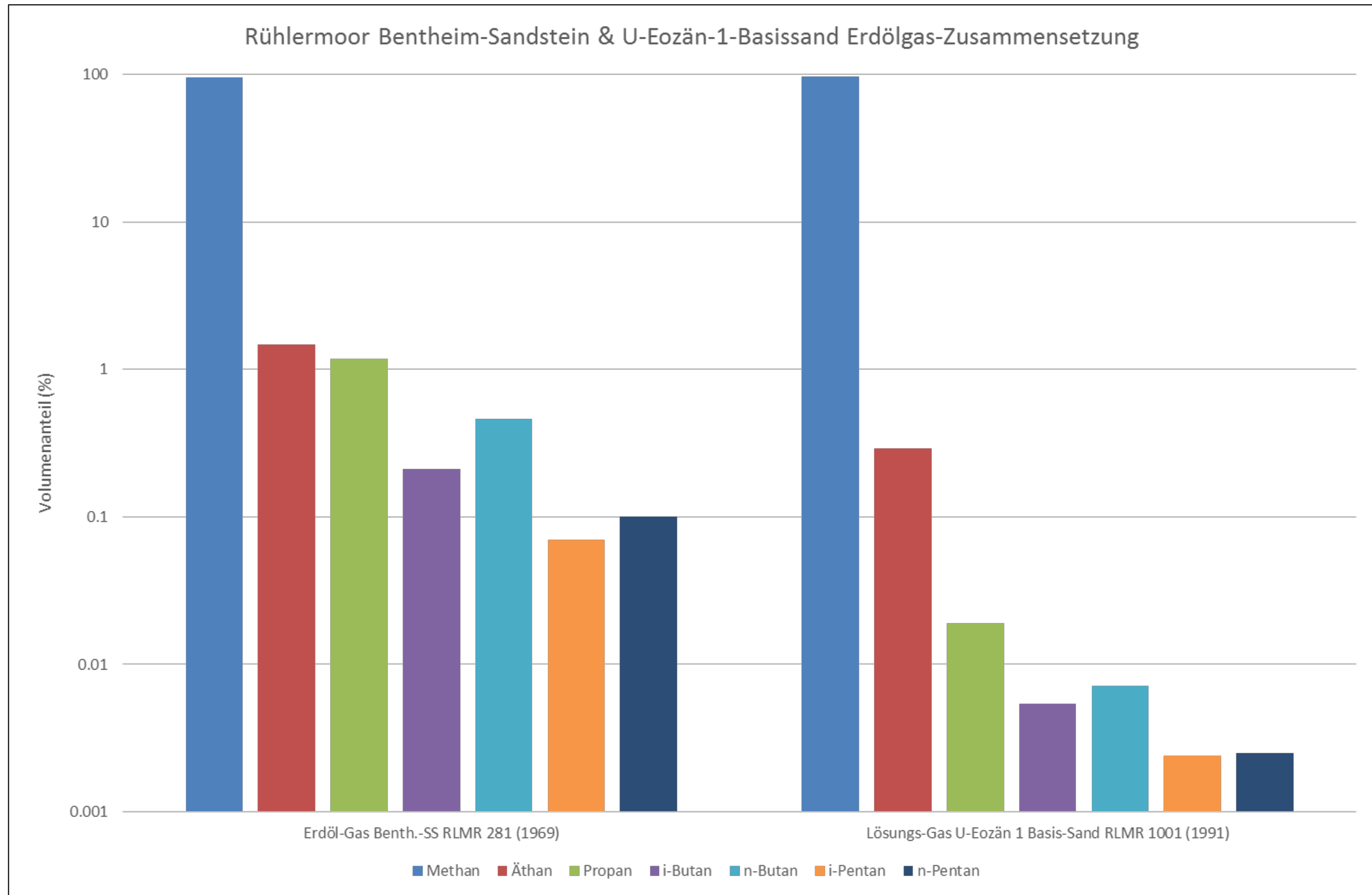


Abbildung 1.1.3-35 RLMR Erdölgas-Zusammensetzung

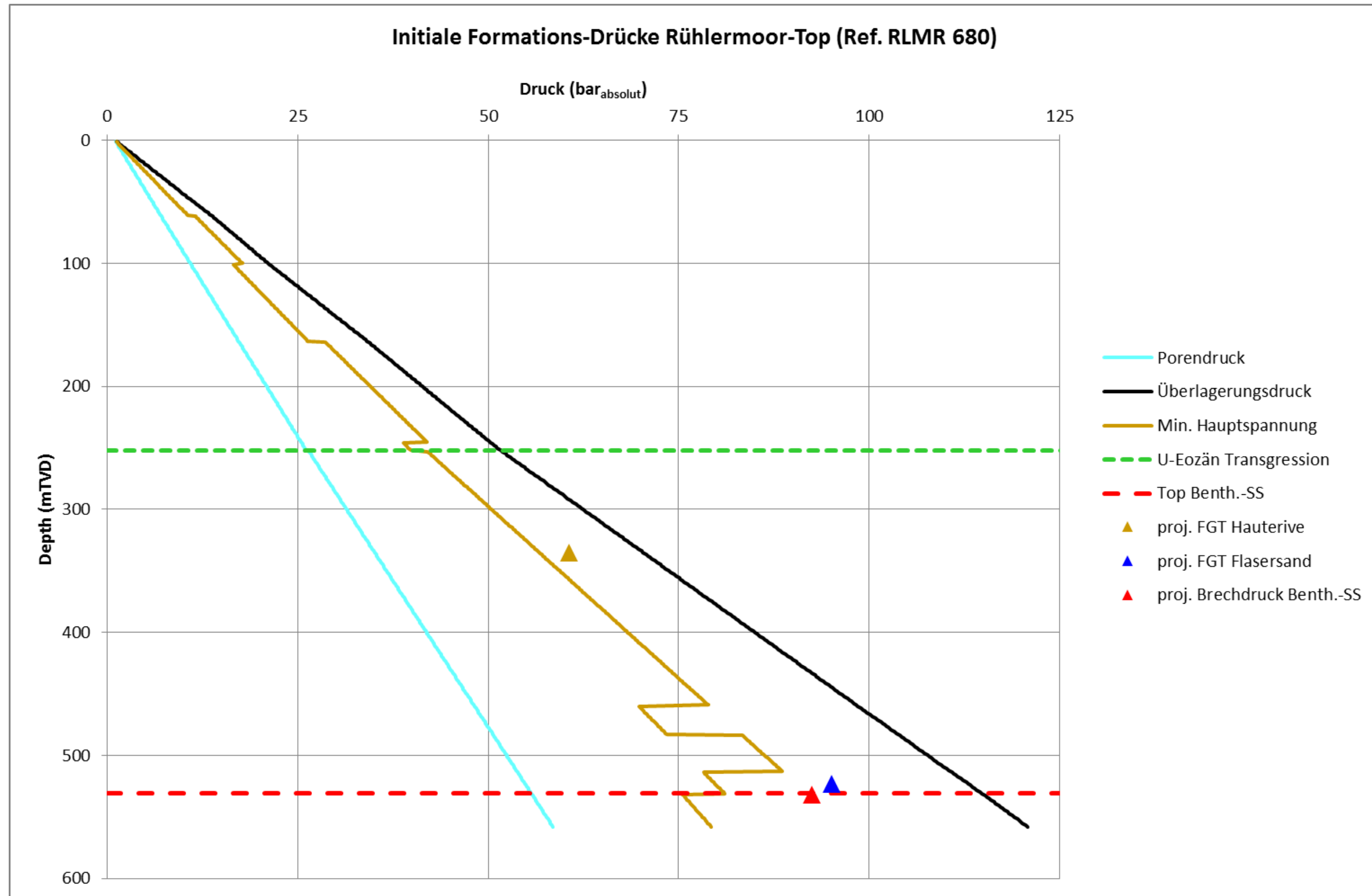


Abbildung 1.1.3-36 Initiale Formationsdrücke RLMR 680

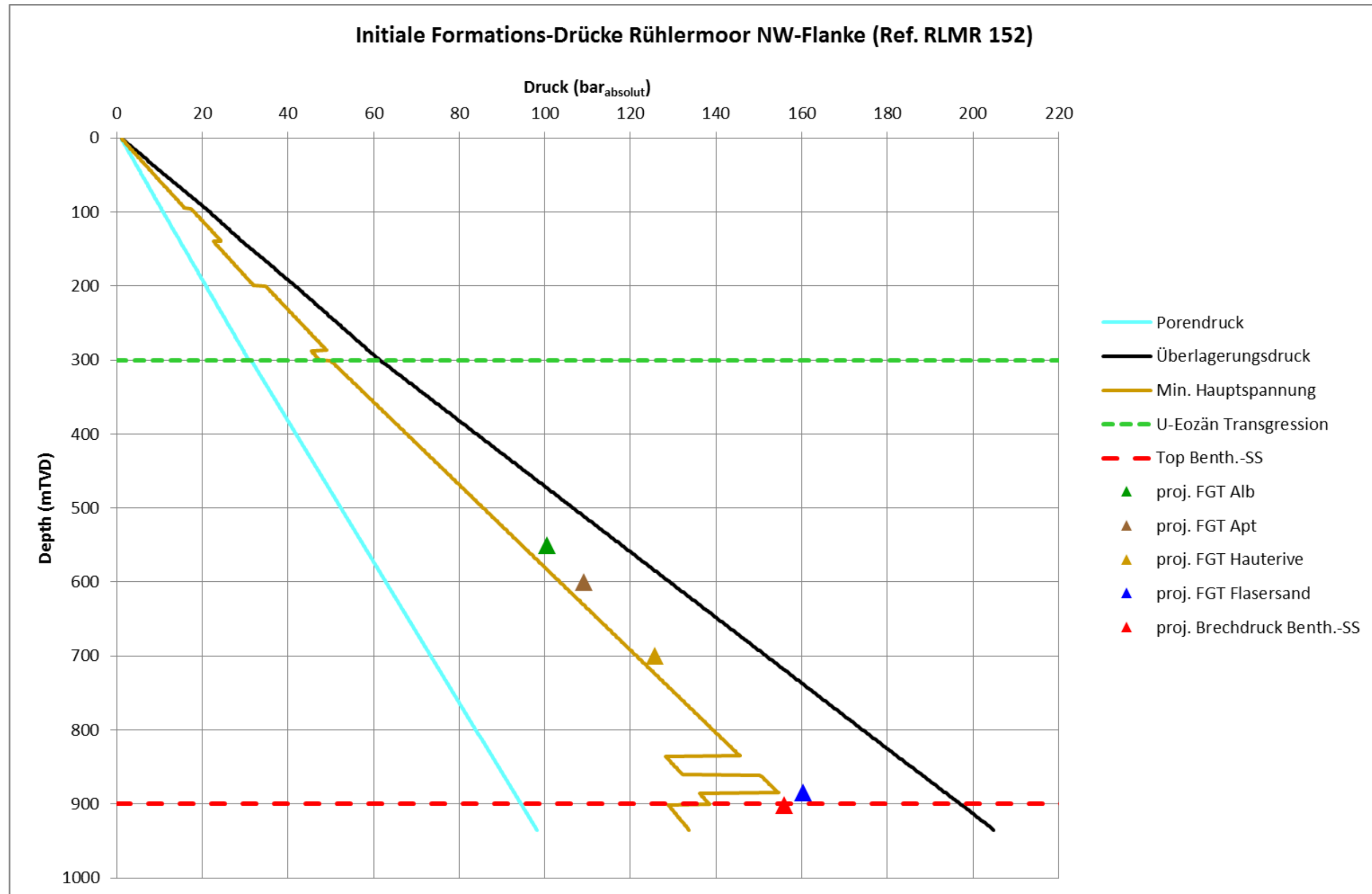


Abbildung 1.1.3-37 Initiale Formationsdrücke NW-Flanke RLMR 152

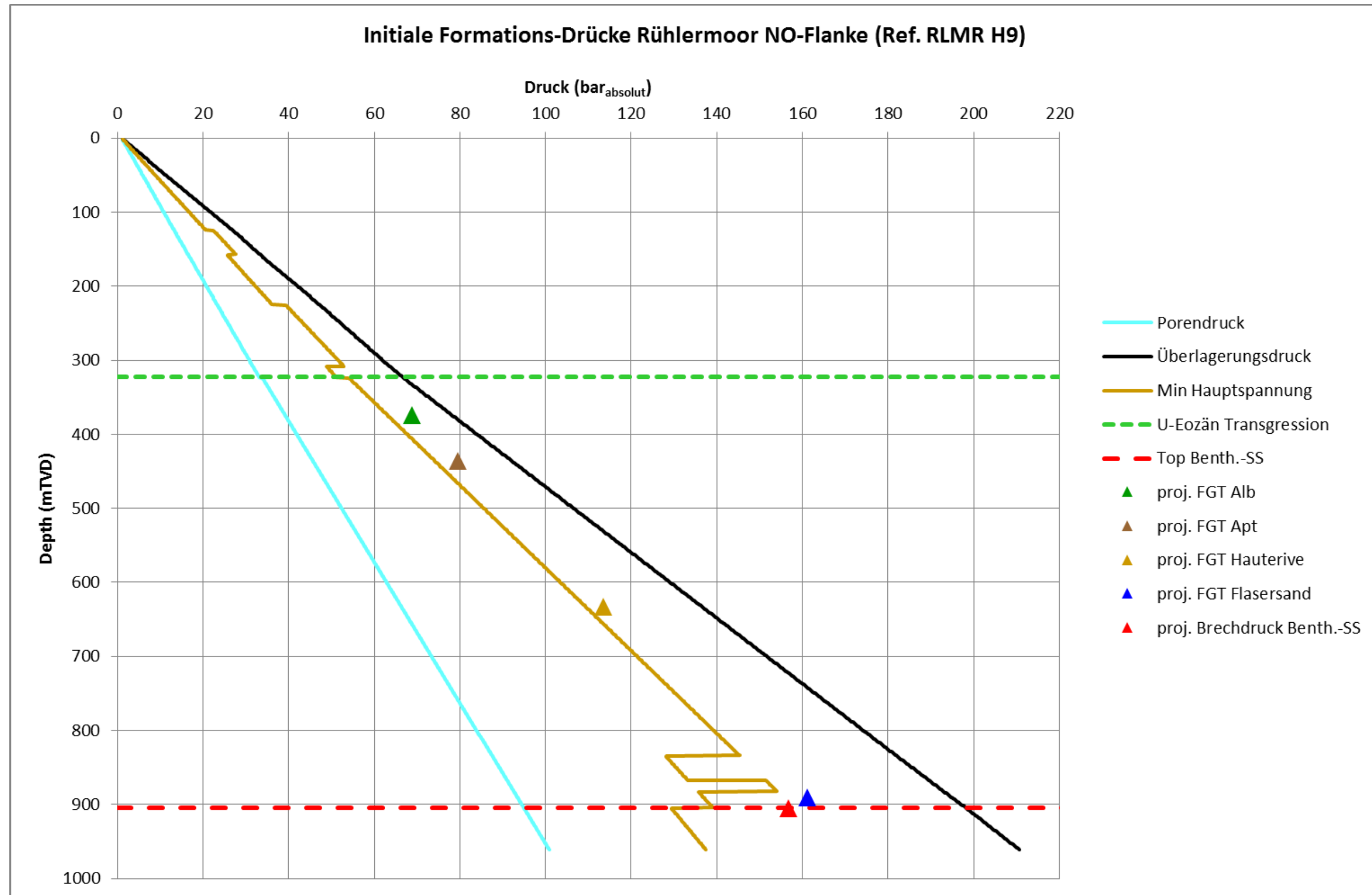


Abbildung 1.1.3-38 Initiale Formationsdrücke NO-Flanke (Ref. RLMR H9)

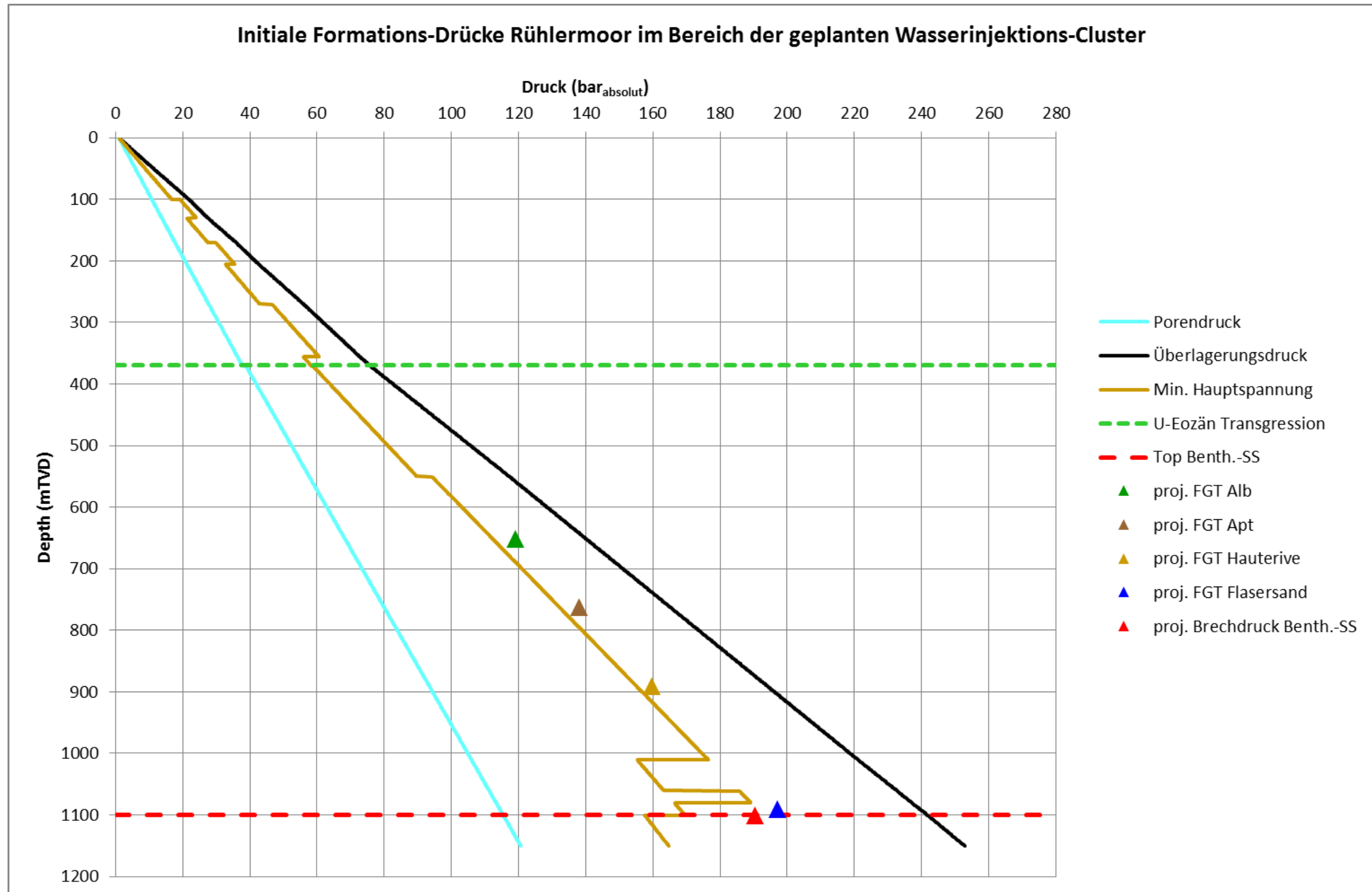


Abbildung 1.1.3-39 Initiale Formationsdrücke RLMR im Bereich der geplanten Wasserinjektions-Cluster

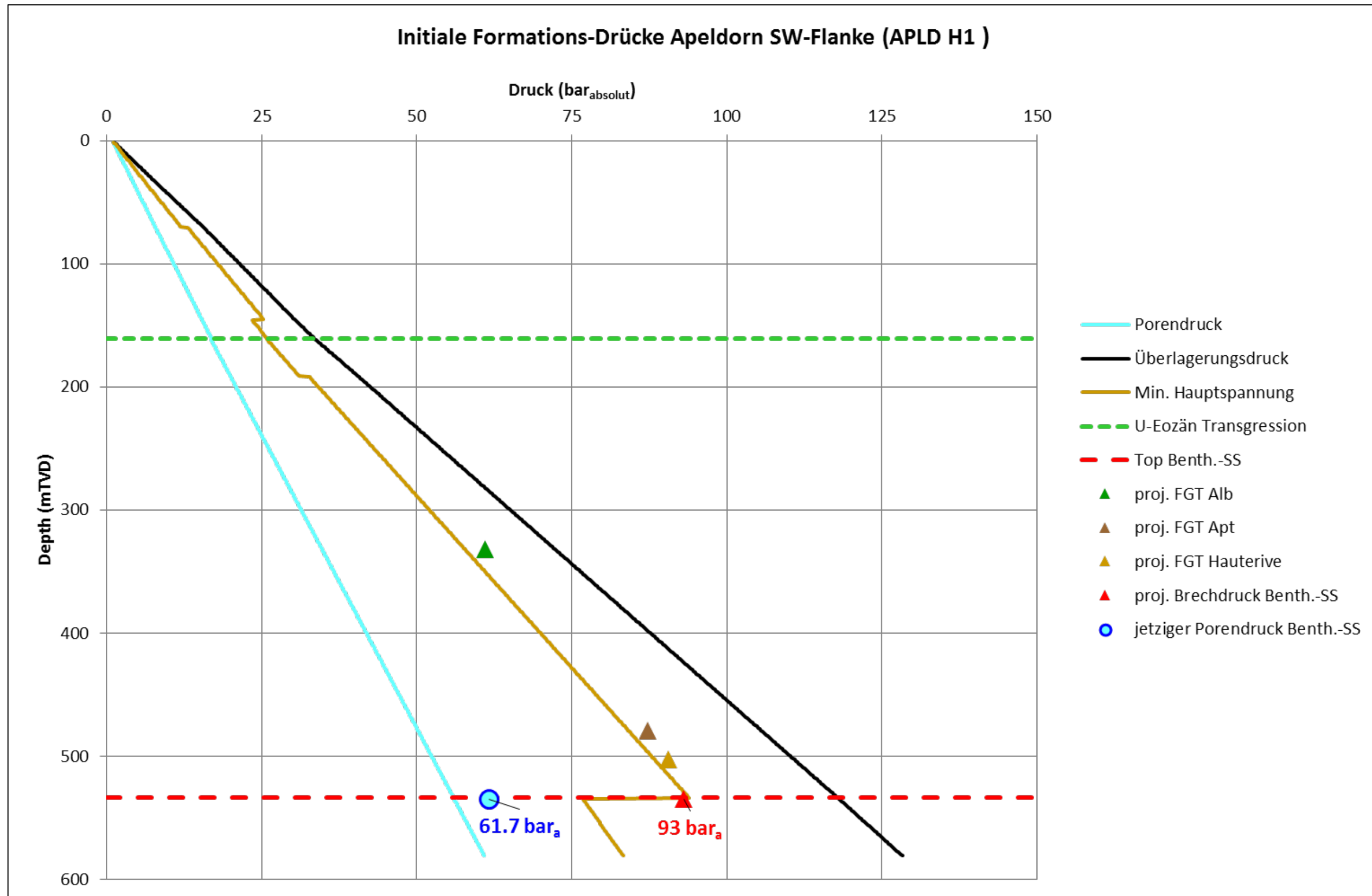


Abbildung 1.1.3-40 Initiale Formationsdrücke Apeldorn SW-Flanke (APLD H1)

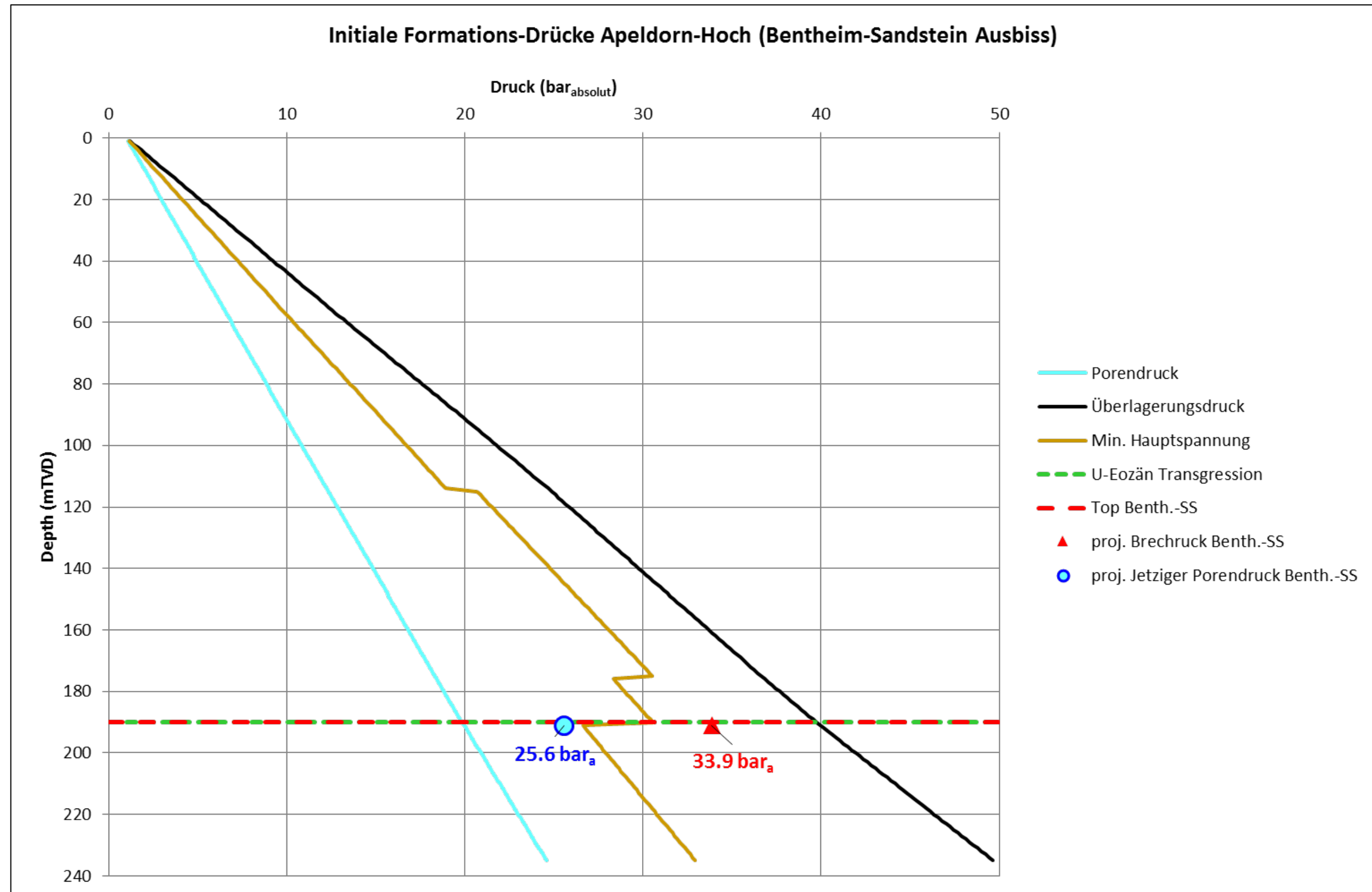


Abbildung 1.1.3-41 Initiale Formationsdrücke Apeldorn-Hoch

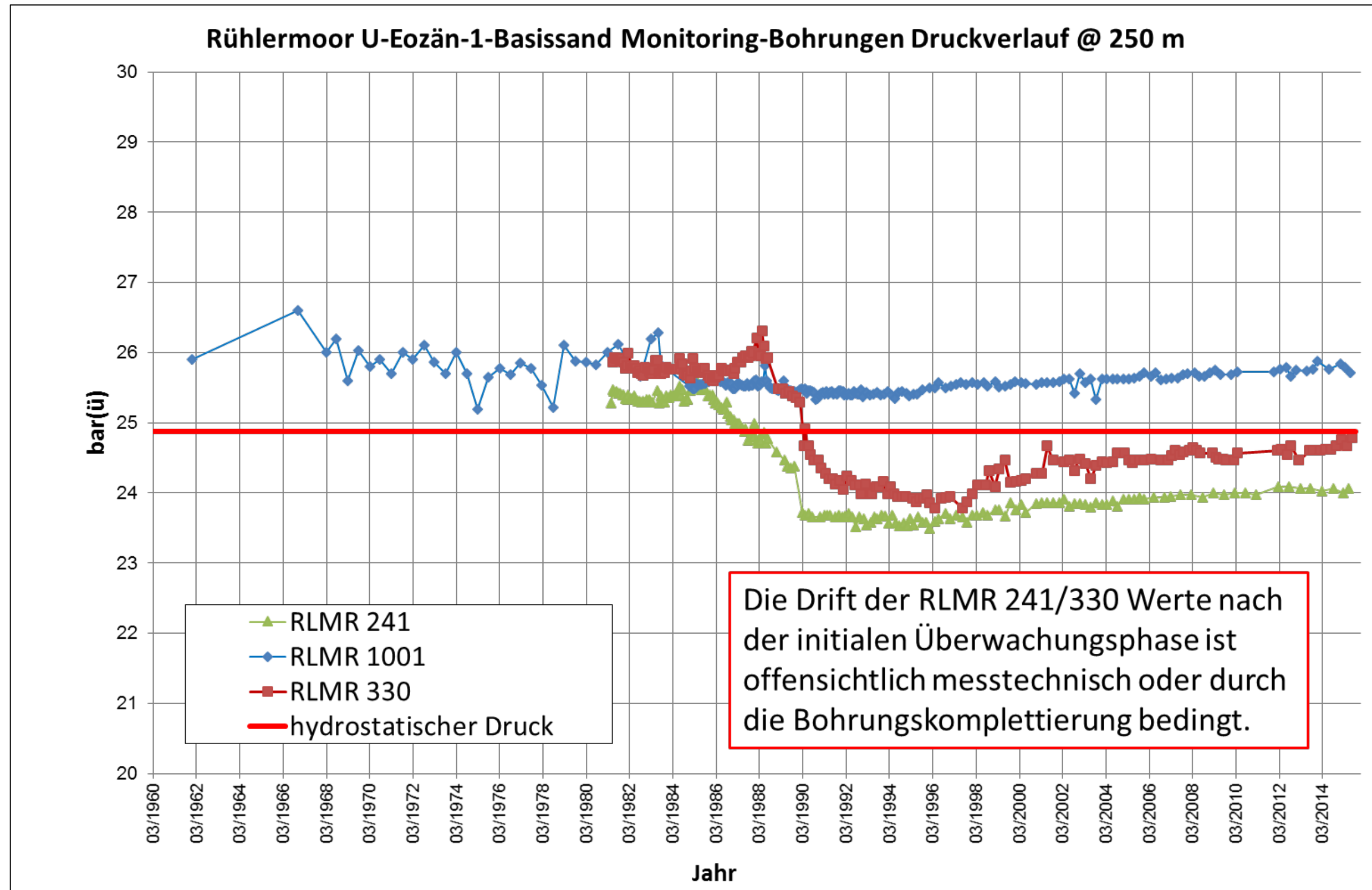
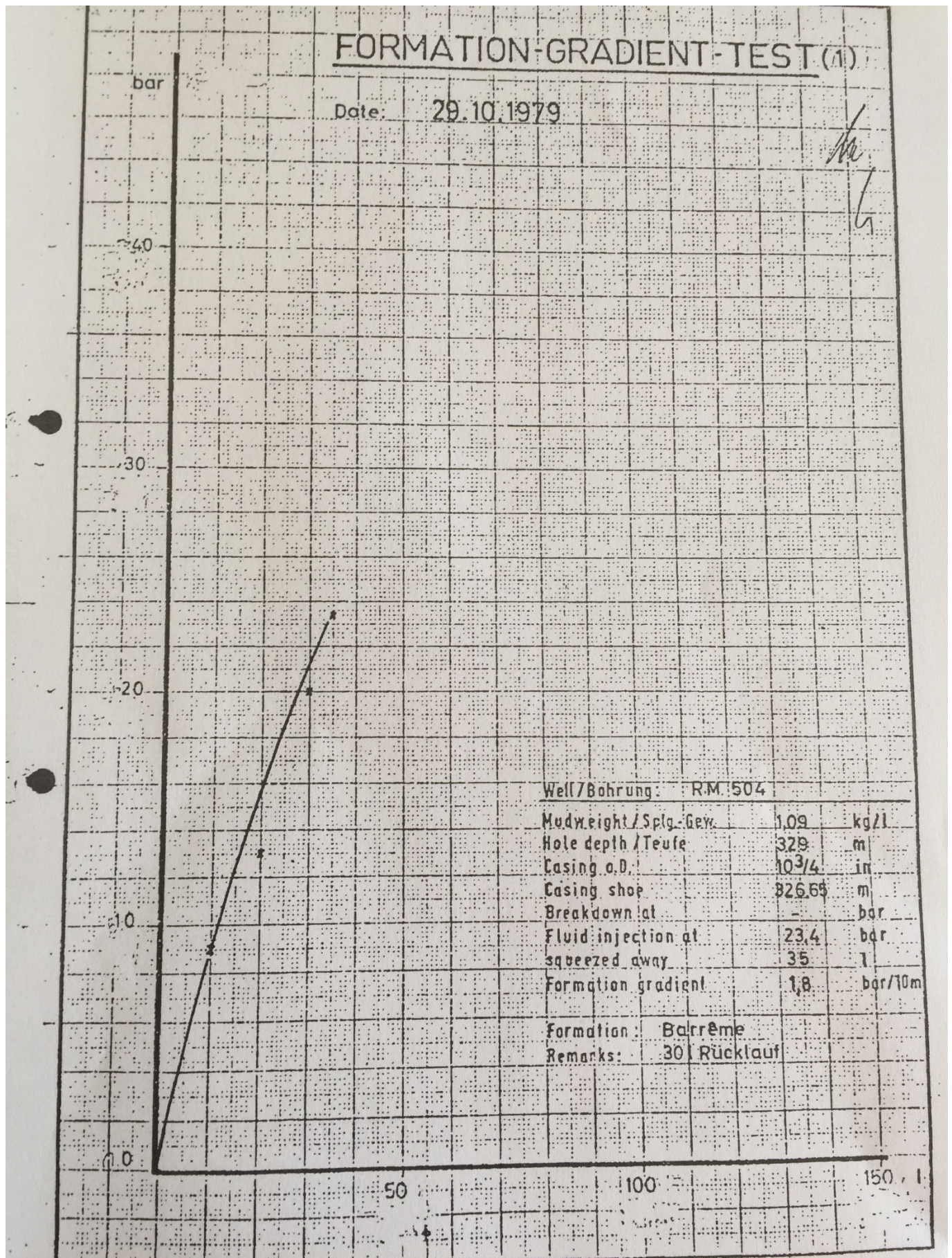
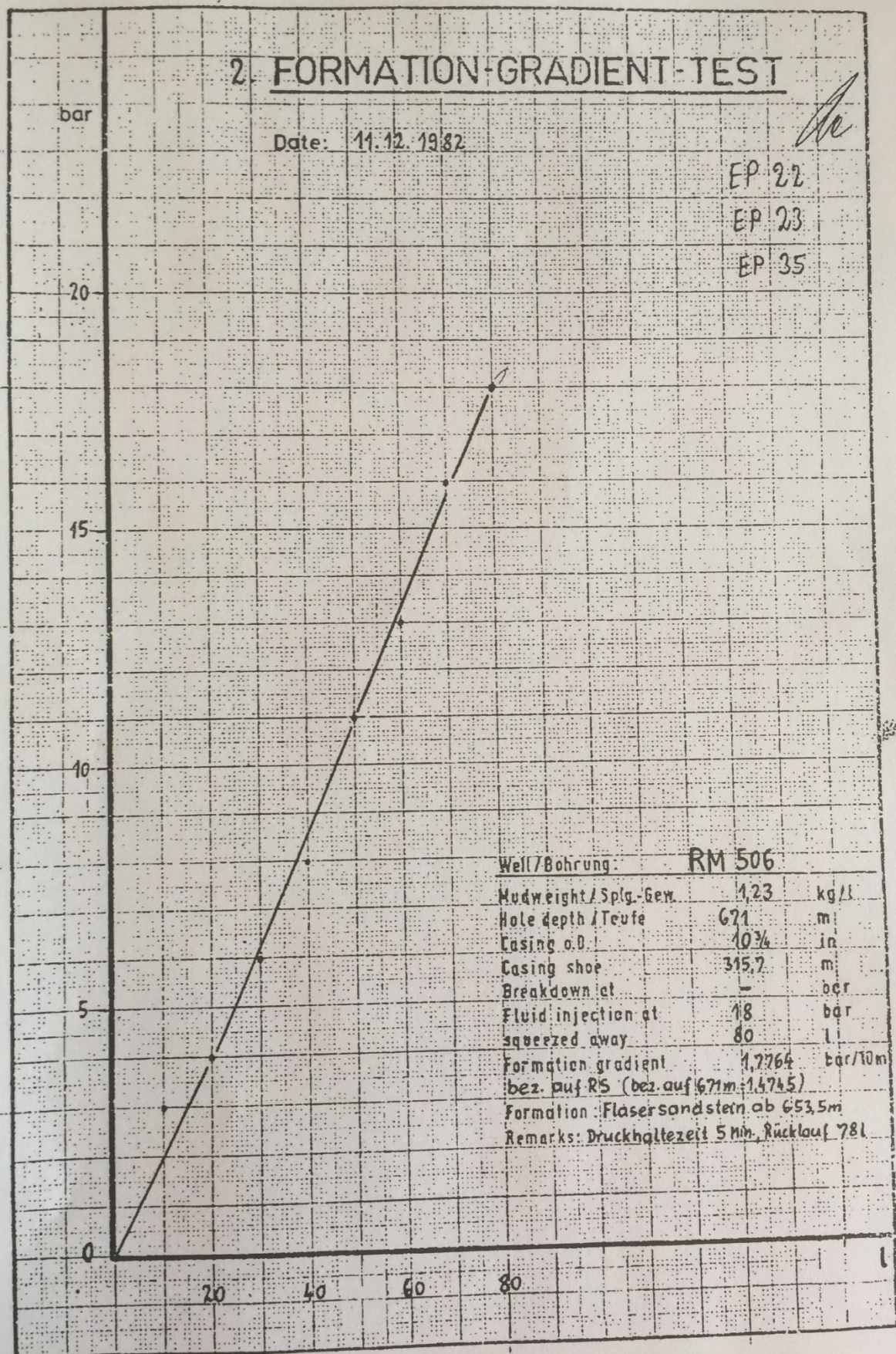
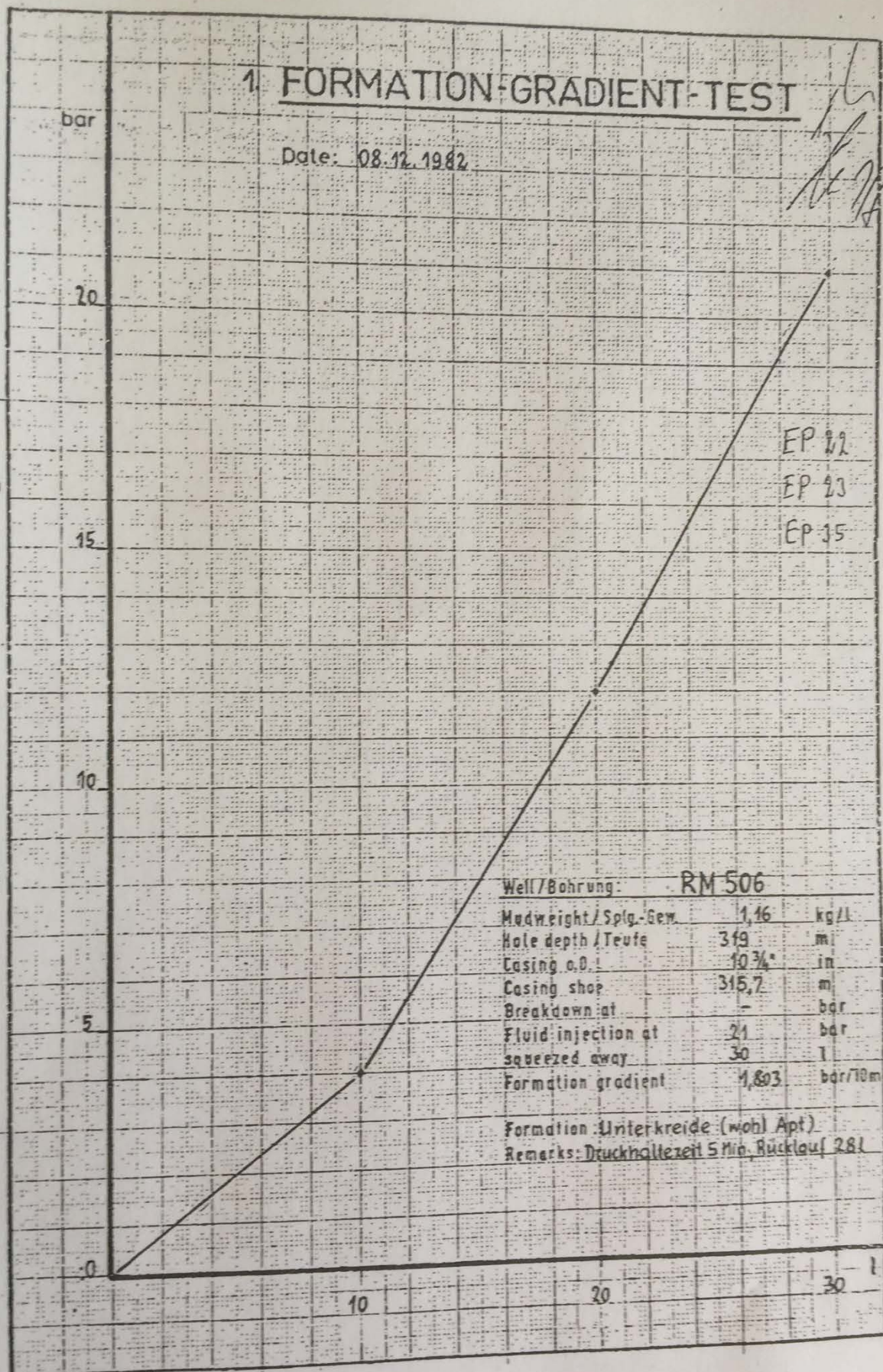


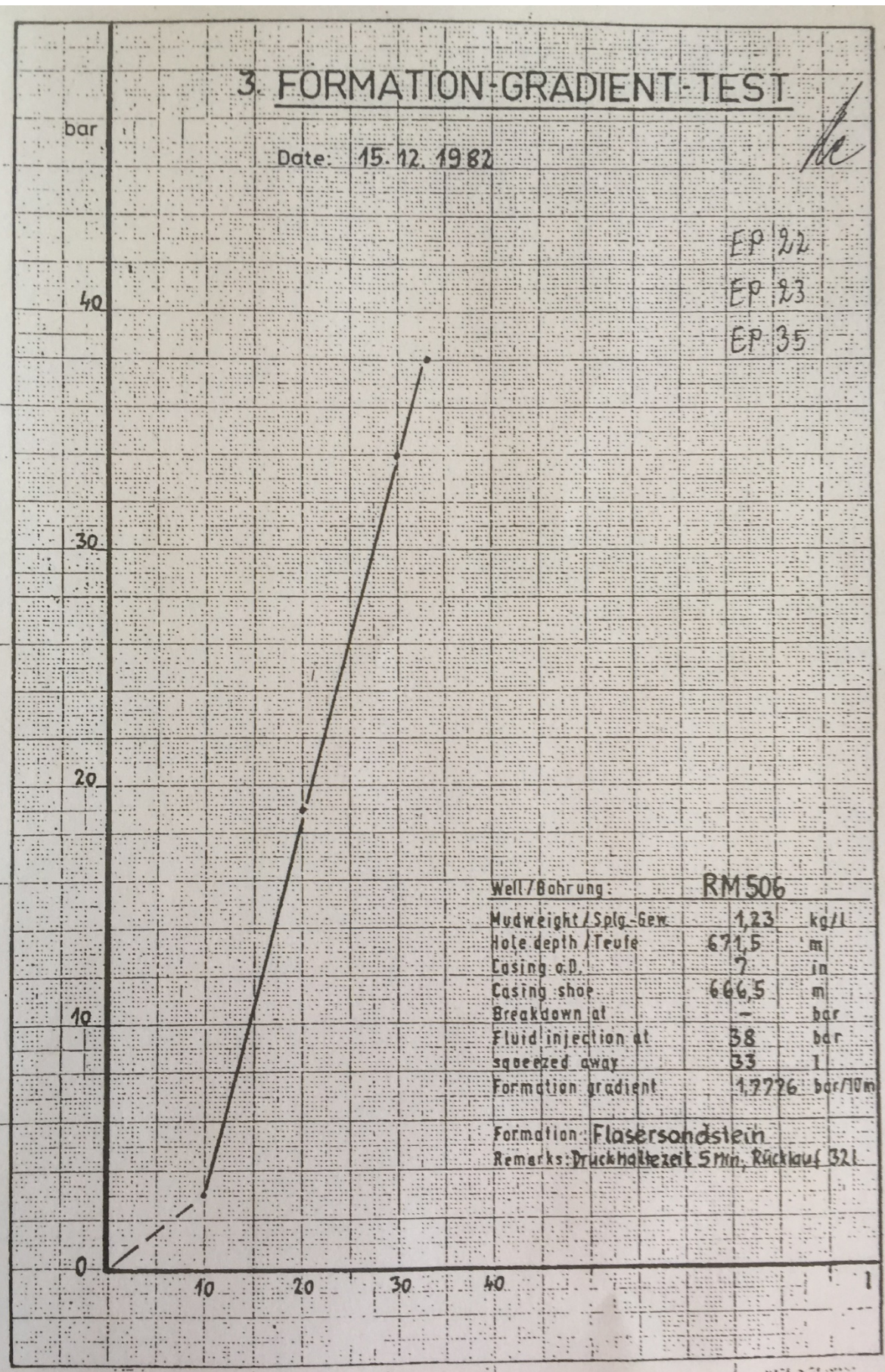
Abbildung 1.1.3-42 RLMR U-Eozän 1-Basissand Monitoring-Bohrungen Druckverlauf @ 250m

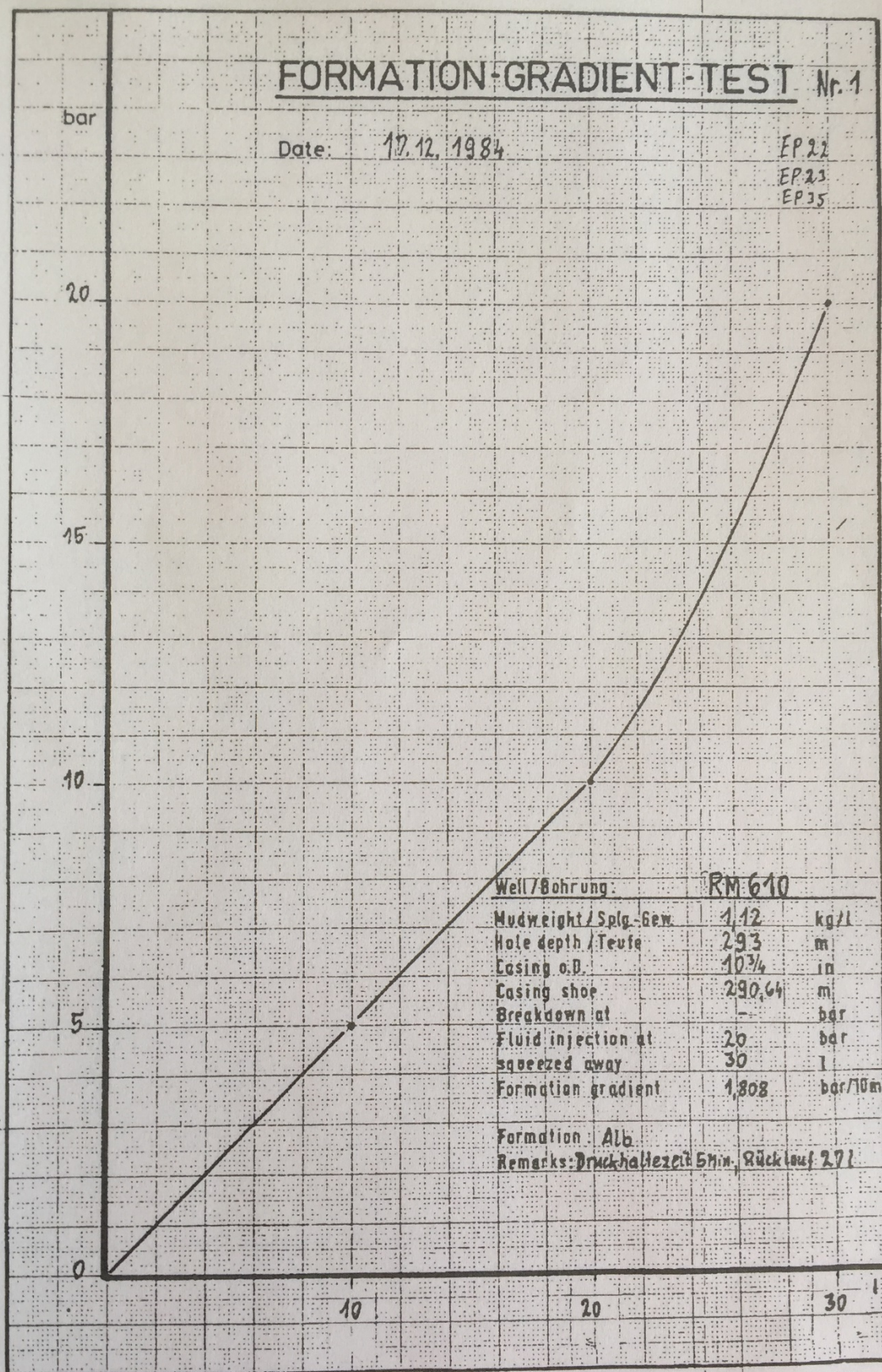
Anlage 1 Formationsgradienttest RLMR 504, 506, 610, 273_2

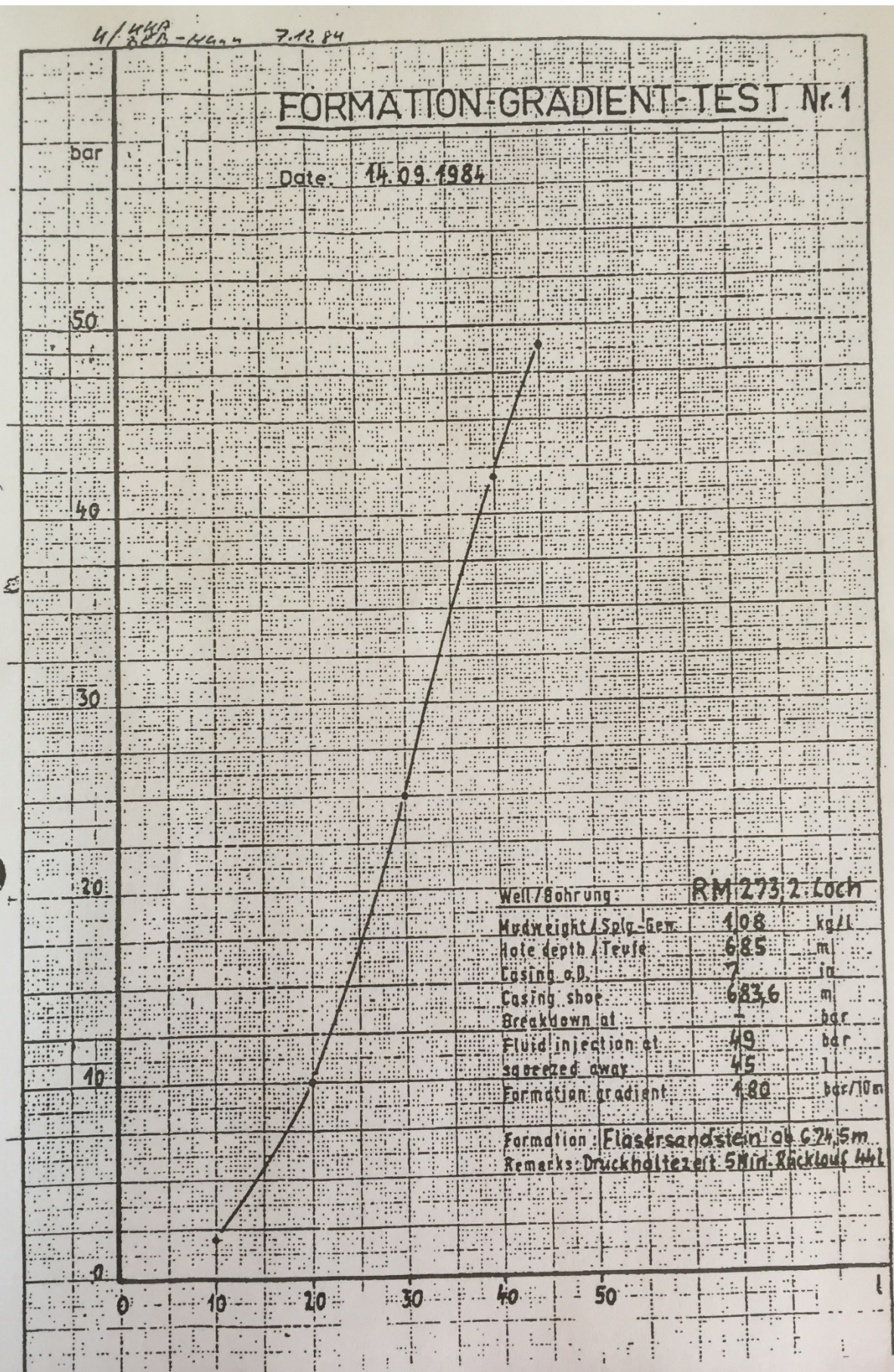




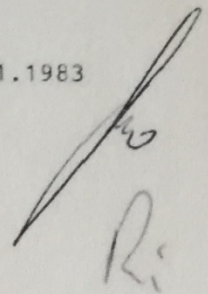








Anlage 2 Apeldorn H Brechdruck – Gradiententest

N o t i zLingen, den 28.01.1983
TLT-Sa/brK/ BBR
TEB
TEP
TEX

Betr.: Apeldorn H 1

Brechdruck - Gradiententest

Am 25.01.1983 wurde der Fracdruck-Gradiententest in der Bohrung Apeldorn H 1 durchgeführt.

Verpumpt wurden:

10 m ³	KCl-Wasser	2%ig	(prepad)
20 m ³	Gel unkomplexed		
20 m ³	Gel komplexed		
1,7 m ³	KCl-Wasser	2%ig	(displacement)

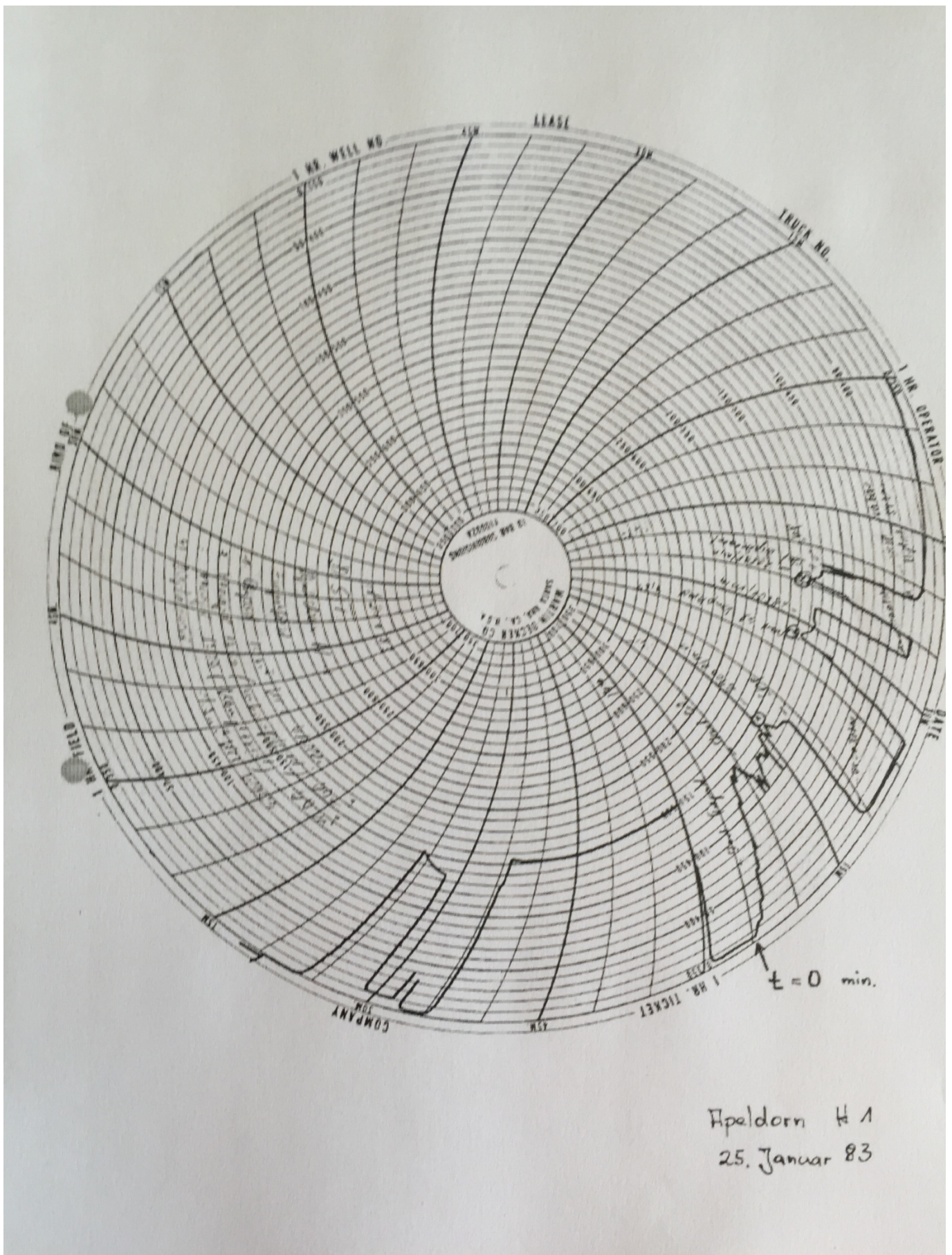
Einpressraten und Drücke sind in den Anlagen dargestellt, die Dichte des Gels beträgt 1,014 g/cm³.

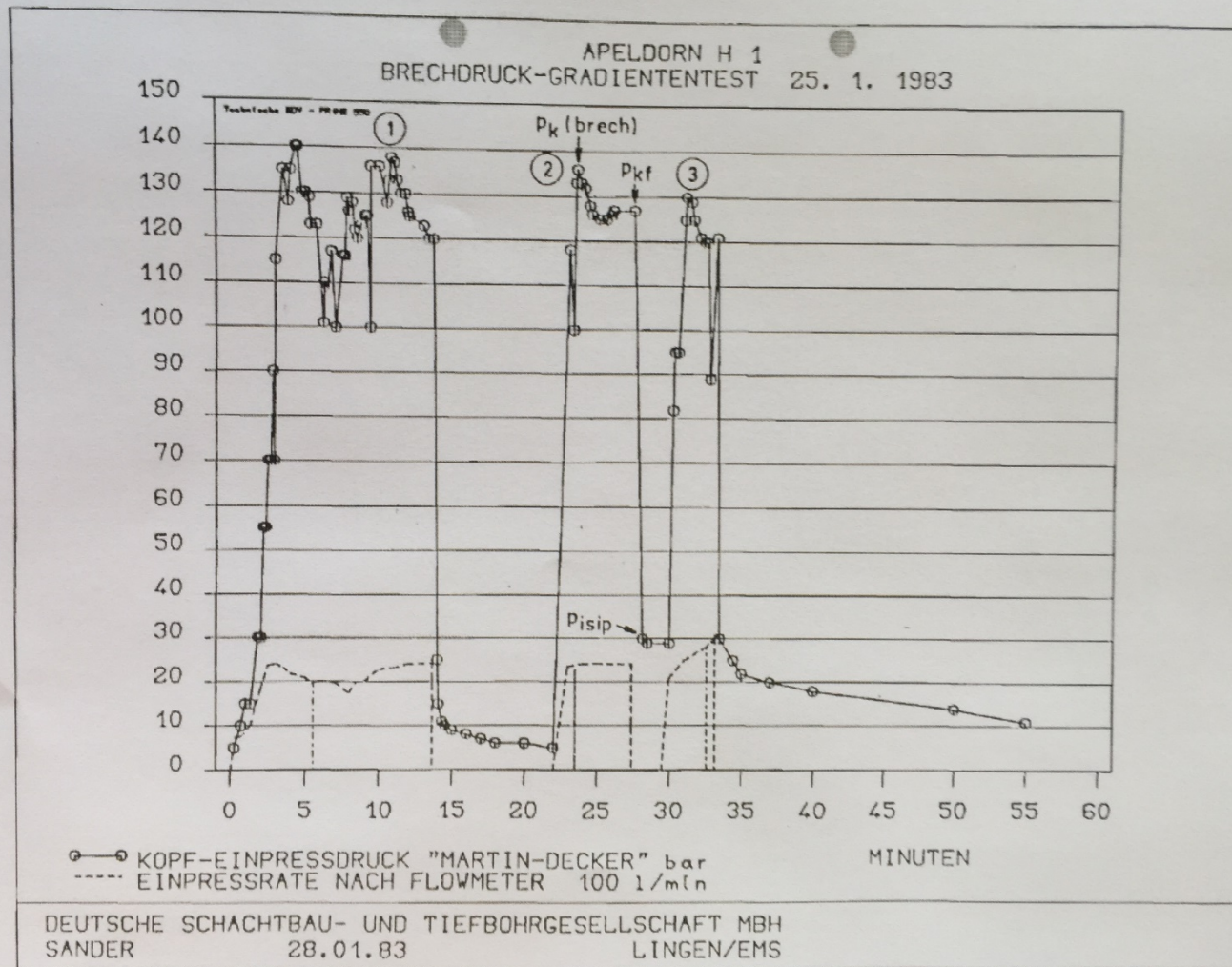
Es errechnen sich folgende Brechdruckgradienten:

Punkt 1 :	1,79	bar/10 m
Punkt 2 :	1,72	bar/10 m
Punkt 3 :	1,72	bar/10 m

Sander

Anlagen





$$\begin{aligned}
 1) \quad \Delta P_{(\text{reib})} &= P_{kf} - P_{isip} \\
 2) \quad P_{k(\text{brech})} &= P_{k(\text{max})} - \Delta P_{(\text{reib})} \\
 3) \quad P_{l(\text{brech})} &= P_{k(\text{brech})} + P_{(\text{säule})}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1) \quad \Delta P_{(\text{reib})} &= \text{Reibungsverlust} & P_{kf} &= \text{Kopf-Einpressdruck} \\
 & & P_{isip} &= \text{Druck nach Pumpenstop}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \quad P_{k(\text{brech})} &= \text{Kopfdruck, bei dem Lagerstätte aufbricht, ohne Reibung} & P_{k(\text{max})} &= \text{Kopfdruck, bei dem Lagerstätte aufbricht, mit Reibung} \\
 & & \Delta P_{(\text{reib})} &= \text{Reibungsverlust}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad P_{l(\text{brech})} &= \text{Druck in Perforations-teufe, bei dem die Lagerstätte aufbricht} & P_{k(\text{brech})} &= \text{Kopfdruck, bei dem Lagerstätte aufbricht, ohne Reibung} \\
 & & P_{(\text{säule})} &= \text{hydrostatistischer Druck, der aus der Flüssigkeitssäule resultiert} \\
 & & & (\text{KCl-Wasser} : \rho = 1,010 \text{ g/cm}^3) \\
 & & & (\text{Gel} : \rho = 1,014 \text{ g/cm}^3)
 \end{aligned}$$

Beispiel

$$\begin{aligned}
 P_{kf} &= 127 \text{ bar} & \Delta P_{(\text{reib})} &= 127 - 30 = 97 \text{ bar} \\
 P_{isip} &= 30 \text{ bar} & P_{k(\text{brech})} &= 136 - 97 = 39 \text{ bar} \\
 P_{k(\text{brech})} &= 136 \text{ bar} & P_{l(\text{brech})} &= 39 + 53,6 = 92,6 \text{ bar} \\
 P_{(\text{säule})} &= 1,014 \cdot 0,981 \cdot 53,9 \\
 &= 53,6 \text{ bar}
 \end{aligned}$$

$$\text{Brechgradient: } \frac{92,6}{53,9} = 1,72 \text{ bar/10 m}$$

Lingen, den 14. Januar 1983
BBR-Schm-be

Betr.: Ap H1 / Aquiferdruck

AS=25 m ü NN / Perf. 539 ./ 540,5 m u AS

$P_{s_{500 \text{ m AS}}} = 54,88 \text{ bar} \quad 2.12.1982$

$\hat{=} P_{s_{475 \text{ m u NN}}} = 54,88 \text{ bar}$

gemessene Dichte_{514 m u NN} $\rho = 1,063 \text{ (1.12.1982)}$

Theoretische Dichte:

$$\rho = 1,013 + 6,7 \cdot 10^{-5} \cdot h$$

$$\rho_{539-25 \text{ m}} = 1,047 \text{ kg/l}$$

$$\rho_{1.000 \text{ m}} = 1,08 \text{ kg/l}$$

$$\phi \rho_{514/1.000 \text{ m}} = 1,063 \text{ kg/l}$$

d.h. die mittlere rechnerische Dichte für den Teufenbereich 514 bis 1.000 m u. NN stimmt mit der gemessenen Dichte aus 514 m u NN überein, und liegt somit höher als erwartet.

Damit die gemessene Dichte

$$P_{475 \text{ m} - 1.000 \text{ m}} = 525 \text{ m}/10 \cdot 1,063 \text{ kg/l} = 55,8 \text{ at} \hat{=} 54,72 \text{ bar}$$

$$P_{s_{475 \text{ m u NN}}} = 54,88 \text{ bar} \quad 2.12.82$$

$$+ P_{525 \text{ m}/\rho_{1,063}} = 54,72 \text{ bar}$$

$$P_{1.000 \text{ m u NN}} = 109,60 \text{ bar} \quad 2.12.82$$



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.1.4. Hydrogeologie

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

1.1.4. Hydrogeologie

Im Bereich Rühlermoor befindet sich der obere Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters in den zumeist fein- bis mittelsandigen fluviatilen Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit. Dieser Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters ist im Untersuchungsraum ausweislich der vorliegenden Daten durchgängig vorhanden und weist eine maximale Mächtigkeit von ca. 30 m (im Bereich Apeldorn 25-30 m) auf.

Der untere Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters befindet sich in den vorwiegend saalezeitlichen glazifluviatilen Sanden, die z.T. durch elsterzeitliche Sande unterlagert werden. Diese Sande sind zumeist mittel- bis feinsandig, z. T. auch grobsandig bis kiesig ausgebildet. Die maximale Mächtigkeit dieses Abschnitts des Hauptgrundwasserleiters beträgt ca. 55 m (im Bereich Apeldorn 40-50 m). Lokal sind die unterlagernden Sedimente des Pliozän/Miozän bzw. des Oligozän und Mitteleozän sandig ausgebildet. Sie sind hier ebenfalls dem unteren Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters zuzuordnen.

Oberer und unterer Hauptgrundwasserleiter sind im Betrachtungsgebiet örtlich durch zwischengeschaltete bindige Schichten gegliedert.

Bei der hydrogeologischen Grundlagenermittlung wurden die allgemeinen wasserwirtschaftlichen, geographischen, hydrologischen, geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Umfeld des Projekts „Erdöl aus Rühlermoor – Mit Tradition in die Zukunft“ beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf den Themenfeldern hydrogeologischer Aufbau, geohydraulische Kenndaten, Grundwasserneubildung, Grundwasserversalzung, Grundwasserstände und Grundwasserbewegung liegt.

Im Untersuchungsraum Rühlermoor wurden an drei von 23 Messstellen Auffälligkeiten der Analysewerte festgestellt. Eine Überprüfung/Sachverhaltsermittlung wurde durch den Betrieb Rühlermoor eingeleitet.

Für eine detaillierte Darstellung der Hydrogeologie im Bereich Rühlermoor wird auf die hydrogeologischen Gutachten der Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH verwiesen (Teil4, 4.4.8).

Lagerstätte und überlagerndes Deckgebirge sind in RBP Teil 4 Kapitel 1.1.2 bzw. 1.1.3 beschrieben.

Im Rahmen der UVS wurden folgende Themenbereiche untersucht und bewertet:

- Quantitative Veränderungen der Wasserdargebotsfunktion:
 - o geringe Schwere der Funktionsbeeinträchtigung
- Thermisch induzierte Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit verursacht durch Dampfinjektions- und warmgehende Produktionsbohrungen:
 - o Die Grundwassererwärmung infolge der Intensivierung der Thermalförderung sowie die damit potentiell verbundene Beschaffenheitsveränderung des Grundwassers sind aufgrund der sehr kleinräumigen Betroffenheit von geringer Wirkintensität. Diese Einstufung wird durch den Sachverhalt gestützt, dass es sich um eine temporäre Betroffenheit (ca. 30 Jahre Förderzeitraum) handelt, und dass die Erwärmung und z.T. auch die Beschaffenheitsveränderungen reversibel sind; 30 Jahre nach Einstellung der Dampfinjektion werden Temperaturen < 20 °C erreicht (RBP Teil 4, Nr. 4.4.8c).
- Ein vertikaler Wärmestrom von der Lagerstätte in den Grundwasserhorizont konnte ausgeschlossen werden (siehe RBP, Kapitel 1.1.7 und Abbildung 1.1.7-4.)

- Auswirkungen thermischer Beeinflussung des Grundwassers auf mikrobielle Gemeinschaften und Grundwasserfauna (Einzelheiten siehe Anlage 2) :
 - o Erhebliche Auswirkungen einer Temperaturerhöhung auf die Grundwasserfauna sind wenig wahrscheinlich.
 - o In den lokalen Bereichen, die durch eine Temperaturerhöhung von 10 K und mehr betroffen sind, kann es langfristig zur Etablierung von neu zusammengesetzten mikrobiellen Gemeinschaften kommen. Die potentiellen Auswirkungen der Temperaturerhöhung auf die Ökosystemfunktion der mikrobiellen Gemeinschaft in Bezug auf biochemischen Kreisläufe sollen mithilfe des geplanten Grundwassergüte-Monitorings überwacht werden.
- Funktionsbeeinträchtigungen durch Schadstoffeinträge im nicht bestimmungsgemäßen Betrieb (Leitungsleckage):
 - o Die Reichweite unkontrollierter Schadstoffausbreitungen im Grundwasser infolge einer Leitungsleckage wird als gering eingestuft, sofern rechtzeitig Sanierungsmaßnahmen eingeleitet werden. Dies wird durch kontinuierliche Überwachung der Leitungen gewährleistet.

Zur Verifizierung der mutmaßlich nur unerheblichen physiko-chemischen Beschaffenheitsveränderungen des Grundwassers ist ein Monitoring der Grundwassergüte geplant (siehe Anlage 1).

Bei den geplanten Neubohrungen im Projekt „Erdöl aus Rühlermoor – Mit Tradition in die Zukunft“ wird der nachhaltige Schutz des Grundwassers durch den Ausbau der Bohrungen sichergestellt:

Das erste Anritzen des Gebirges erfolgte durch das Einrammen der Standrohrtour. Das Standrohr besteht aus miteinander verschweißten, einzelnen bis zu 10 m langen Rohren mit einem Durchmesser von 16“ (ca. 40 cm). Es dient dem Schutz der Bohranlagenfundamente gegen Unterspülen und überdeckt die obersten oberflächennahen Grundwasserleiter.

Zum Schutz der Grundwasserleiter wird bis zum Einbau der nächsten Rohrtour grundwasserfreundliche Bohrspülung eingesetzt, die durch Filterkuchenbildung das Bohrloch stützt und eine Abdichtung des umgebenden Gebirges zu der Spülflüssigkeit erreicht. Die in diese Bohrsektion eingebaute Ankerrohrtour mit einem Durchmesser von 9 5/8“ (ca. 25 cm) wird bis zutage einzementiert.

Die Dichtigkeit der Rohrtouren und der Rohrschuhe wird durch Druckteste nachgewiesen.

Anlage 1 **Konzept Grundwassergüte-Monitoring**

Anlage 2 **Auswirkungen thermischer Beeinflussung des Grundwassers auf mikrobielle Gemeinschaften und Grundwasserfauna**

Anlage 1 Konzept Grundwassergüte-Monitoring



ExxonMobil Production Deutschland GmbH
Frau Claudia Seifert
Riethorst 12

30659 Hannover

08. April 2016
Grün
(exxon080416)

**Konzept für ein Grundwassergüte-Monitoring
im Rahmen des Projektes „Erdöl aus Rühlermoor“**

Sehr geehrte Frau Seifert,

anbei übersenden wir Ihnen das Konzept für ein Grundwassergüte-Monitoring im Bereich des Erdölfeldes Rühlermoor. In der **Anlage 1** finden Sie einen Lageplan mit den Lokationen der Tiefbohrungen und Messstellen sowie der identifizierten Clusterbereiche mit mehreren warmgehenden Produktionsbohrungen.

Durch die geplante Intensivierung der Thermalförderung kommt es lokal zu einer Erwärmung des Grundwassers, die potentiell zu thermisch bedingten Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit führen kann. Wenngleich die bisher durchgeführten Untersuchungen nahelegen, dass nennenswerte Veränderungen der Qualität des Grundwassers im Feld Rühlermoor infolge der Umsetzung des geplanten Vorhabens nicht zu erwarten sind /1/ /3/, ist eine Verifizierung der mutmaßlich nur unerheblichen physiko-chemischen Beschaffenheitsveränderungen über ein Monitoring der Grundwassergüte vorgesehen.

Anforderungen und Zielsetzungen

Das Monitoring-Konzept muss in der Lage sein, die Qualität des aus dem thermisch beeinflussten Bereich des Feldes Rühlermoor abströmenden Grundwassers zu erfassen und eingetretene Veränderungen der Grundwasserqualität aufzuzeigen. Es dient damit zur Beweissicherung der Grundwassergüte infolge einer Intensivierung der Thermalförderung und als Grundlage für eine eventuelle Initiierung von Abwehrmaßnahmen. Das Grundwassergüte-Monitoring muss daher in Abhängigkeit von Messergebnissen oder Vorkommnissen flexibel gestaltet werden können.



Der Schwerpunkt bei der Erstellung des Konzeptes liegt auf dem Monitoring des aus Richtung der Dampfinjektionsbohrungen abströmenden Wassers, da entlang der Rohrtouren dieser Bohrungen von der stärksten Erwärmung des Grundwassers ausgegangen werden kann. Die von den warmgehenden Produktionsbohrungen ausgehende Erwärmung des Grundwassers ist voraussichtlich als weniger stark ausgeprägt einzustufen. Die Lage der Dampfinjektionsbohrungen (derzeit aktive und geplante) wurde von der EMPG übermittelt und bildet zusammen mit der Grundwasserfließrichtung und den hydrogeologischen Eigenschaften des Grundwasserleiters die Basis für die Planung des Monitoring-Konzeptes.

Einrichtung von Grundwassermessstellen

Zur Vorbereitung der Einrichtung von Gütemonitoring-Messstellen wurden im ersten Schritt acht Bereiche identifiziert, in denen mehrere Dampfinjektions- und warmgehende Produktionsbohrungen liegen, die in den ersten Phasen des Projektes (Startup und Phase 1) errichtet bzw. genutzt werden sollen. Das Grundwasser im Bereich dieser acht sogenannten Clusterbereiche sollte aufgrund der ggf. kumulierenden Erwärmung durch die intensivierte Thermalförderung auf thermisch bedingte Grundwasserbeschaffenheitsveränderungen prioritär untersucht werden. Die Clusterbereiche sind in der **Anlage 1** als pinkfarbene Ellipsen dargestellt.

Die Positionierung der Gütemessstellen zur Überwachung der abstromigen Grundwasserbeschaffenheit setzt eine gute Kenntnis der Grundwasserfließverhältnisse voraus. Daher empfehlen wir, die lokale Grundwasserfließrichtung in den Clusterbereichen näher zu untersuchen, um die Abstromrichtung des Grundwassers genauer eingrenzen zu können. Da die Grundwasserströmung im unteren Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters aufgrund der nur örtlich ausgeprägten abschnittstrennenden Schichten den Verhältnissen im oberen Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters sehr ähnlich ist, kann die lokale Grundwasserfließrichtung mithilfe von im oberen Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters verfilterten Messstellen ermittelt werden.

Zur Bestimmung der lokalen Grundwasserfließrichtung in den acht Clusterbereichen werden insgesamt 14 Grundwassermessstellen notwendig. Dabei können die bestehenden Grundwassermessstellen B4-F1 und B5-F1 sowie die vom NLWKN, Betriebsstelle Meppen, betriebene Messstelle 493 einbezogen werden, so dass 11 flache Grundwassermessstellen (M1 bis M11, Filtertiefe bis ca. 20 m u. GOK) neu zu errichten sind. Die Lage der Messstellen ist in der **Anlage 1** dargestellt. Auf Basis von Stichtagemessungen des Grundwasserstandes an diesen flachen Grundwassermessstellen sollte die Kenntnis der lokalen Grundwasserfließverhältnisse verbessert werden.



Zur Überprüfung der Grundwasserqualität des aus den acht Clusterbereichen abströmenden Wassers wird die Nutzung von acht Messstellengruppen empfohlen. Aufgrund unterschiedlicher Abstandsgeschwindigkeiten und Ausdehnungen der Wärmefahnen /1/ im oberen und unteren Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters sollten die Messstellen einer Messstellengruppe jeweils einmal im oberen Abschnitt und einmal unteren Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters verfiltert werden. Die Position der meisten für die Bestimmung der Grundwasserfließrichtung vorgeschlagenen Grundwassermessstellen (M1, M2, M4, M5, M6, M8/M11, M9/M10) wurde im mutmaßlichen Grundwasserabstrom der Clusterbereiche gewählt, so dass die Messstellen u.U. bereits für das Grundwassergüte-Monitoring genutzt werden können. Zusätzlich sollte die Messstelle 493 des NLWKN für eine Grundwasserprobenahme zum Gütemonitoring genutzt werden. Für die beiden östlichen Clusterbereiche ist die lokale Grundwasserströmungsrichtung auf Basis der derzeit vorliegenden Daten schwer abzuschätzen, da sich in diesem Bereich vermutlich die Wasserscheide befindet, von der das Grundwasser in westliche oder östliche bzw. nördliche Richtung abfließt. Daher kommen für den südwestlichen Clusterbereich die Messstellen M9 oder M10 in Frage, für den (nord-)östlichen Bereich die Messstellen M8 oder M11.

Im Falle einer Bestätigung der nach derzeitigem Kenntnisstand vorherrschenden Grundwasserfließrichtung sollten neben den geeigneten flach verfilterten Messstellen noch jeweils eine im unteren Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters verfilterte Messstelle (Filtertiefe ca. 40 - 50 m u. GOK) errichtet werden. Die nach Auswertung der lokalen Grundwasserfließrichtung insgesamt acht ausgewählten Messstellengruppen sollen zur Überwachung des aus den acht Clusterbereichen abströmenden Grundwassers genutzt werden. Falls nach Ermittlung der Fließrichtung deutlich wird, dass flach verfilterte Messstellen nicht direkt im Abstrom der Clusterbereiche liegen, sind die Messstellengruppen an anderen, geeigneteren Standorten einzurichten.

Bei neu zu errichtenden Grundwassermessstellengruppen ist die Realisierung der zwei Messstellen (F1, F2) pro Messstellengruppe in separaten Bohrlöchern mit etwa 5 m Abstand zueinander zu verwirklichen.

Entnahme und chemisch-analytische Untersuchung von Grundwasserproben

Zielsetzung des Monitorings ist es, die Ist-Grundwasserqualität zu erfassen und evtl. Veränderungen der Grundwassergüte durch thermisch bedingte Beschaffenheitsveränderungen aufzuzeigen. Ein geeignetes Instrument für diesen Zweck ist eine regelmäßige quantitative Analytik aller relevanten Parameter an Abstrommessstellen. Das beauftragte Labor/Institut sollte für die Probenahme und die Analyse von Grundwasserproben zur Trinkwasseruntersuchung nach TVO zertifiziert sein. Um Schnittstellenproblemen vorzubeugen, sollten Probenahme und Analytik in einer Hand liegen.

- Seite 3 - zum Schreiben vom 08.04.2016 an die ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Parameterumfang

Als Grundlagen für den Parameterumfang dienen der Runderlass des Niedersächsischen Umweltministeriums vom 12.12.2012: Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen /8/, das DVGW Arbeitsblatt W 254 /7/, v.a. aber Literaturstudien zu potentiellen thermisch bedingten Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit und deren Gefährdungspotential für die Grundwasserqualität /4//5//6/. In der folgenden Tabelle sind die zu untersuchenden Parameter in Gruppen eingeteilt aufgelistet.

Vor-Ort-Parameter	
Wasserstand	Bodensatz
Geruch (qualitativ)	Wassertemperatur
Färbung (qualitativ)	pH-Wert
Trübung (qualitativ)	Sauerstoffgehalt
Basisparameter	
Gesamthärte	Phosphat ges.
Kalium	DOC
Eisen	
anorg. chem. Kenngrößen	
Arsen	Nickel
Blei	Quecksilber
Bor	Selen
Cadmium	Silizium
Chrom	Thallium
Fluorid	Uran
Kobalt	Vanadium
Kupfer	Zink
Molybdän	
org. chem. Kenngrößen	
BTEX	KW-Index
PAK (nach EPA)	

Messturnus

Aufgrund der zu erwartenden geringen Fließgeschwindigkeiten im Bereich des Feldes Rühlermoor wird ein Messturnus für die Probenahme und Analyse von Grundwasserproben von einem Jahr für ausreichend gehalten. Zur Aufnahme des Ist-Zustandes der Grundwasserbeschaffenheit vor dem Beginn des geplanten Vorhabens sollten drei Messkampagnen durchgeführt werden, um die Bandbreite der gegenwärtigen Parameter-Schwankungen abschätzen zu können. Hierfür bieten sich Zeitpunkte mit jahreszeitlich bedingten hohen, mittleren und niedrigen Grundwasserstandsverhältnissen an.



Gutachterliche Auswertung und Berichterstellung

Die Ergebnisse aller im Rahmen des Grundwassergüte-Monitorings durchgeführten Untersuchungen sollten in regelmäßigem Abstand ausgewertet und berichtet werden. Die Auswertung wird i.W. folgende Punkte behandeln:

- Aufbereitung der erhobenen Beschaffenheitsdaten
- Analyse der Grundwasserstände und Grundwasserstandsentwicklungen
- Darstellung und Analyse der Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit
- Bewertung der erhobenen Daten im Hinblick auf die Frage etwaiger vorhabenbedingter Änderungen der Grundwasserbeschaffenheit
- ggf. Ableitung von Empfehlungen für weitere Maßnahmen.

Eine Berichterstellung sollte nach jeder Messkampagne (jährlich) erfolgen

Wir hoffen, Ihnen mit diesen Informationen gedient zu haben und stehen Ihnen für eventuelle Rückfragen gern zur Verfügung.

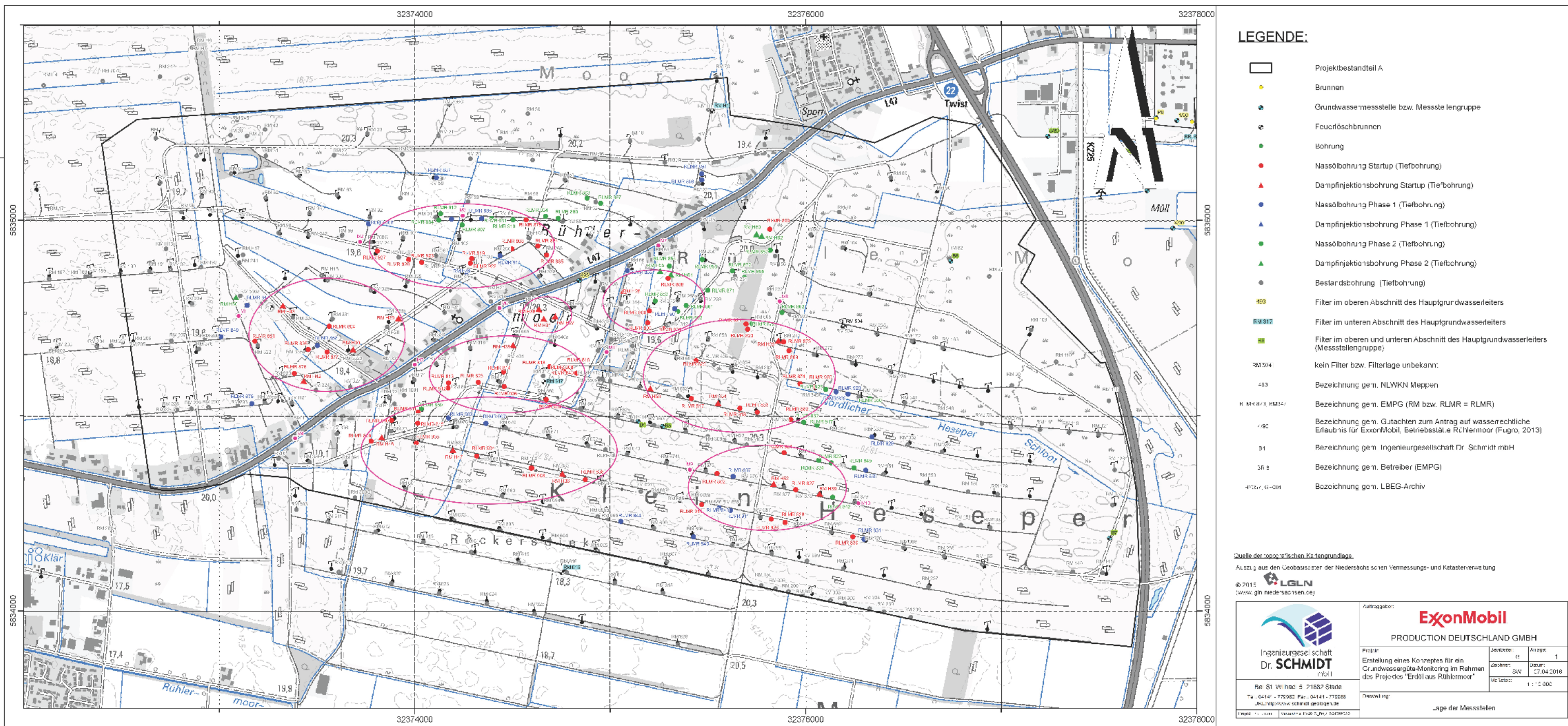
Mit freundlichen Grüßen
Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH

Dr. Udo Schmidt

Dr. Lisa Grün

Anlage 1: Lage der Messstellen

Anlage 2: Literaturverzeichnis



**Anlage 2: Literaturverzeichnis**

- /1/ Hydrogeologische Stellungnahme zur Abschätzung der Ausdehnung potentieller Wärmefahnen im Grundwasser für das Projekt „Erdöl aus Rühlermoor“ vom 20. November 2015 (Bericht 15-23971).- Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 27 S., 8 Anl.
- /2/ Hydrogeologische Grundlagenermittlung für das Projekt „Erdöl aus Rühlermoor“ – Untersuchungsraum Rühlermoor vom 13. November 2015 (Bericht 14-23862).- Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 46 S., 16 Anl.
- /3/ UVP Rühlermoor: Kapitel 9.5 - Thermisch induzierte Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit
- /4/ Bonte, M., van Breukelen, B. und Stuyfzand, P. (2013) Temperature-induced impacts on groundwater quality and arsenic mobility in aoxic aquifer sediment used for both drinking water and shallow geothermal energy production. Water Research 47, 5088-5100
- /5/ Jesußek, A., Gmadel, S., Dahmke, A. (2013) Impacts of subsurface heat storage on aquifer hydrogeochemistry. Environmental Earth Sciences 69, 1999-2012
- /6/ Umweltbundesamt (2015): Auswirkungen thermischer Veränderungen infolge der Nutzung oberflächennaher Geothermie auf die Beschaffenheit des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften – Empfehlungen für eine umweltverträgliche Nutzung (TEXTE 54/2015), Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
- /7/ Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), 1984: Hinweisblatt W 254, Grundsätze für Rohwasseruntersuchungen (Technische Regel).
- /8/ Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2012: Öffentliche Wasserversorgung; Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen, RdErl. d. MU v. 12.12.2012.

Anlage 2

Auswirkungen thermischer Beeinflussung des Grundwassers auf mikrobielle Gemeinschaften und Grundwasserfauna



ExxonMobil Production Deutschland GmbH
Frau Claudia Seifert
Riethorst 12

30659 Hannover

04. Mai 2016
Grün
(exxon040516)

Auswirkungen thermischer Beeinflussung des Grundwassers auf mikrobielle Gemeinschaften und Grundwasserfauna

Sehr geehrte Frau Seifert,

sie baten uns um eine kurze Stellungnahme zur o.g. Fragestellung. Hierzu möchten wir Folgendes ausführen:

Mikrobielle Gemeinschaften

Temperaturveränderungen führen in der Regel auch zu Veränderungen in mikrobiellen Messgrößen. Mikrobielle Gemeinschaften setzen sich aus sehr vielen Arten zusammen, die eine hohe funktionelle Redundanz aufweisen; d.h. verschiedene teils eng verwandte Arten können dieselben Prozesse katalysieren. Bei Änderungen der Umweltbedingungen werden die dominierenden Arten schnell durch andere mit ähnlichen Fähigkeiten bzw. Funktionen abgelöst. Die Ökosystemfunktion, d.h. die Rolle der mikrobiellen Gemeinschaft innerhalb eines Ökosystems, kann in diesem Fall erhalten bleiben. Kleine Veränderungen der Umweltbedingungen können daher zwar bereits zu Verschiebungen in der Zusammensetzung der Gemeinschaften führen; durch die große kleinräumige Heterogenität in einem Grundwasserleiter gibt es jedoch eine große natürliche Variabilität in der Zusammensetzung von mikrobiellen Gemeinschaften. Ob eine Veränderung durch eine Störung verursacht ist, kann nur im Vergleich zur natürlichen Variabilität (räumlich und zeitlich) bewertet werden. Wichtiger als die mikrobielle Zusammensetzung an sich sind aus Sicht der Ökosystemfunktionen die von den mikrobiellen Gemeinschaften katalysierten Prozesse, ihre Aktivität und ihre Biomasse bzw. die Abundanz der Zellen. Ist die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft deutlich verändert, stellt sich die Frage, ob auch Ökosystemfunktionen, die durch die Mikroorganismen katalysiert werden, von der Störung betroffen sind.



Der derzeitige Wissensstand kann wie folgt zusammengefasst werden (UBA, 2015):

- In *unbelasteten, sauberen und energiearmen Grundwasserleitern* hat eine moderate Temperaturerhöhung (+5 K) keine signifikanten Auswirkungen auf die Ökosystemfunktionen, führt jedoch über längere Zeiträume zu Veränderungen in der Zusammensetzung der bakteriellen Gemeinschaft. Mögliche Auswirkungen auf andere Mitglieder der mikrobiellen Gemeinschaft (z.B. Protozoen, Viren) sind bis dato für Grundwassersysteme nicht untersucht. In Grundwasserleitern, die keine signifikanten Hintergrundbelastungen (z.B. Nährstoffe, organischer Kohlenstoff) im Grundwasser oder Sediment aufweisen, wird daher empfohlen, im Grundwasserleiter eine Temperatur von 4°C nicht zu unterschreiten und eine Temperatur von 16°C nicht zu überschreiten (i.W. ± 6 K).
- In *Grundwassersystemen mit entsprechender organischer Hintergrundbelastung* führen auch moderate Temperaturänderungen bereits zu funktionellen Veränderungen (Respiration, Umsatz organischer Verbindungen). In diesem Zusammenhang sind vor allem die Folgen einer möglichen Sauerstoffzehrung wegen gesteigerter Umsätze von Organik zu nennen. Kommt es zu Temperaturerhöhungen von 10 K und mehr, kann es langfristig zur Etablierung von neu zusammengesetzten Gemeinschaften kommen, die auch in ihrer Biomasse und Aktivität vom ursprünglichen Zustand abweichen. Bei Temperaturen von 40 °C und darüber sind diese Veränderungen mehrfach dokumentiert. Hier stellt sich oftmals eine ‚grundwasserfremde‘ thermophile Gemeinschaft mit verringerter Funktionsfähigkeit ein. In Grundwasserleitern mit einer organischen/chemischen Hintergrundbelastung wird daher eine Abweichung zum natürlichen Hintergrund von max. 3 K empfohlen.
- Da die Bereiche, die durch deutliche Temperaturveränderungen betroffen sind meist auf die unmittelbare Umgebung der Wärmequelle beschränkt sind, müssen mögliche Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften und Ökosystemfunktionen im Zusammenhang mit dem betroffenen Volumen und den maximalen Temperaturamplituden bewertet werden.

Grundwasserfauna

Grundwassertiere passen sich über geologische Zeiträume hinweg an die vergleichsweise konstanten Lebensbedingungen im Grundwasserleiter an. Sie haben wegen der generell niedrigen Temperaturen (10-12°C) und der Nahrungsarmut einen sehr niedrigen Basisstoffwechsel und geringe Reproduktionsraten. Der Sauerstoffbedarf der Grundwassertiere ist aufgrund ihres niedrigen Stoffwechsels zwar gering, Grundwassertiere



können aber im Gegensatz zu vielen Bakterien und Protozoen im anaeroben Milieu nicht dauerhaft leben (BAFU 2006).

Höhere Temperaturen bedeuten für die meisten Grundwassertiere Stress. Wie in Studien mit Grundwasserflohkrebsen, -asseln, -hüpferlingen und Brunnenkrebsen gezeigt wurde, ist die Toleranz gegenüber einer Temperaturerhöhung zwar artspezifisch sehr unterschiedlich, im Allgemeinen aber sehr gering (siehe UBA, 2015). Eine Temperaturerhöhung kann zu einem erhöhten Stoffwechsel und kürzeren Generationszeiten, in Verbindung mit einer erhöhten Mortalität führen; bei Temperaturen $>23^{\circ}\text{C}$ fielen einzelne Asseln in eine letale Hitzestarre.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass aus Sicht der Grundwasserfauna, eine Temperaturerhöhung um wenige Grad Celsius bereits als Stress anzusehen ist und eine langfristige Temperaturerhöhung auf über 16°C ist für den Großteil mancher Populationen bereits letal sein kann. Mit zunehmender Temperatur ist daher eine Abnahme der Diversität der Fauna festzustellen.

Fazit

Im Raum Rühlermoor wurde im Rahmen der hydrogeologischen Grundlagenermittlung ein suboxischer bis anoxischer Grundwasserleiter vorgefunden. Das Grundwasser ist dort somit kaum empfindlich gegenüber einer durch eine Temperaturerhöhung induzierte gesteigerte Sauerstoffzehrung aufgrund eines gesteigerten mikrobiellen Umsatzes von organischer Materie. Weiterhin ist aufgrund des sauerstoffarmen Grundwassers im Raum Rühlermoor davon auszugehen, dass grundsätzlich schwierige Lebensbedingungen für die Grundwasserfauna vorliegen. Zusätzliche erhebliche Auswirkungen einer Temperaturerhöhung auf die Grundwasserfauna sind damit wenig wahrscheinlich.

In den lokalen Bereichen, die durch eine Temperaturerhöhung von 10 K und mehr betroffen sind, kann es langfristig zur Etablierung von neu zusammengesetzten mikrobiellen Gemeinschaften kommen. Hier bleibt fraglich, ob auch Ökosystemfunktionen, die durch die Mikroorganismen katalysiert werden, gestört sind. In den kleinräumigen Bereichen (max. ca. 0,07 % der Fläche des Projektbestandteils A) mit einer Temperaturerhöhung von $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ist die Entstehung einer thermophilen mikrobiellen Gemeinschaft mit verringerter Funktionsfähigkeit wahrscheinlich. Die potentiellen Auswirkungen der Temperaturerhöhung auf die Ökosystemfunktion der mikrobiellen Gemeinschaft in Bezug auf biochemischen Kreisläufe und damit auf die Grundwasserqualität innerhalb des Grundwasserleiters sollen mithilfe des geplanten Grundwassergüte-Monitorings des aus dem thermisch beeinflussten Bereich des Feld Rühlermoor abströmenden Grundwassers überwacht werden.



Wir hoffen, Ihnen mit diesen Informationen gedient zu haben und stehen Ihnen für eventuelle Rückfragen gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH

Dr. Udo Schmidt Dr. Lisa Grün

Anlage 1: Quellenverzeichnis



Anlage 1: Quellenverzeichnis

Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2006: Biozönosen im Grundwasser - Grundlagen und Methoden der Charakterisierung von mikrobiellen Gemeinschaften

Umweltbundesamt (UBA), 2015: Auswirkungen thermischer Veränderungen infolge der Nutzung oberflächennaher Geothermie auf die Beschaffenheit des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften – Empfehlungen für eine umweltverträgliche Nutzung



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.1.5. Lagerstättentechnische Beurteilung

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

1.1.5. Lagerstättentechnische Beurteilung

1.1.5.1. Produktions- und Druckhistorie

An dem grenzüberschreitenden Valangin-Aquifer Schoonebeek-Rühle-Bramberge liegen die Ölfelder Bramberge, Meppen-Schwefingen, Hebelermoor, Rühlermoor, Rühlertwist und Schoonebeek-Water Drive Area, sowie das Totölvorkommen Apeldorn (**Abbildung 1.1.5-1 Aquiferbegrenzung Schoonebeek-Rühle-Bramberge**). Der ursprüngliche Lagerstättendruck betrug ca. 106 bar(ü) (-1000 m NN Bezugsteufe).

Die von der NAM in den Niederlanden betriebene „Schoonebeek Redevelopment Area“ (tertiäres Förderverfahren) befindet sich in der sogenannten „Solution Gas Drive Area“, die vom Valangin-Aquifer durch Störungen dynamisch abgetrennt ist. Sämtliche Auswirkungen der ehemaligen Ölförderung in der Schoonebeek Water Drive Area wurden in die Betrachtung des Valangin Aquifers mit einbezogen.

Die Sekundärmaßnahmen, die ab den 60er Jahren zur Druckerhaltung in Bramberge und Rühlermoor durchgeführt wurden, insbesondere die Dampfinjektion in den Feldern Rühlermoor, Rühlertwist und Schoonebeek seit Mitte der 70er Jahre haben dazu geführt, dass kumulativ im Überschuss injiziert und der ursprüngliche Aquiferdruck überschritten wurde. An der Valendis-Hochlage in Apeldorn wurde für die Beobachtungsbohrung Apeldorn H1 ein maximal zulässiger Druck von 115 bar(ü) umgerechnet auf -1000 m NN von den Behörden und der Industrie festgelegt.

Der historische Produktions- und Injektionsverlauf der einzelnen Felder ist in **Abbildung 1.1.5-2 Historischer Produktionsverlauf** und **Abbildung 1.1.5-3 Historischer Injektionsverlauf** dargestellt. **Abbildung 1.1.5-4 Jährliche Volumenbilanz** und **Abbildung 1.1.5-5 Kumulierte Volumenbilanz** zeigen die jährliche Bilanz der entnommenen und injizierten Volumina bzw. die kumulierte Volumenbilanzen unter Lagerstättenbedingungen. Ende des Jahres 2015 beläuft sich die kumulierte Überschussinjektion auf ca. 13,7 Mm³. Die korrespondierenden Druckverläufe der einzelnen Beobachtungssonden des Aquifers Rühle-Bramberge sind in **Abbildung 1.1.5-6 Druckverlauf Aquifer** dokumentiert.

Als Folge der Produktionsaufnahme Mitte der 40er Jahre fiel der Lagerstättendruck naturgemäß ab. Durch energiestützende Maßnahmen, insbesondere durch die Injektion großer Süßwassermengen in der Nordflanke von Bramberge und in Rühlermoor, stieg der Druck in den 60er Jahren kontinuierlich bis zum ursprünglichen Druck wieder an, bis es dann mit Aufnahme der Dampfflutprojekte in Schoonebeek (1977), Rühlertwist (1979) und Rühlermoor (1980) zu einer deutlichen Überinjektion kam, die dann zu einem weiteren Druckanstieg führte. Durch Einstellen der Süßwasserinjektion in der Nordscholle von Bramberge (1981; **Abbildung 1.1.5-3 Historischer Injektionsverlauf**) und der Verlagerung von Injektionsmengen in die Südscholle konnte der Drucktrend bis Mitte der 80iger Jahre wieder umgekehrt werden (**Abbildung 1.1.5-6 Druckverlauf Aquifer**). Mit Inbetriebnahme der Thermalprojekte SD 2 (1986) und SD 3 (1987) in Rühlermoor wurde wieder im Überschuss injiziert und der Aquiferdruck stieg bis Anfang der 90iger Jahre wieder an. Die Verbesserung der Mengenbilanz und der leichte generell zu beobachtende Druckabfall in der ersten Hälfte der 90er Jahre resultierten im Wesentlichen aus der Inbetriebnahme der Wasserentsalzungsanlage in Rühlermoor Mitte 1992, der Entnahmesteigerung im Feld Meppen durch die Horizontalbohrungen ab Mitte 1993 und dem Einstellen der Dampfinjektion im Feld Schoonebeek Mitte 1994. Ab Ende der 90er Jahre ist dann, bedingt durch einen gleichmäßigen leichten Bilanzüberschuss, ein kontinuierlicher Druckanstieg z.B. in der Referenzbohrung Apeldorn H1 zu beobachten (**Abbildung 1.1.5-6 Druckverlauf Aquifer**).

Die späten Drücksprünge in der Apeldorn H1 korrelieren mit einem Messgerätewechsel. Das genutzte Messgerät (Oktober 2009 bis Juli 2013 und März 2014 bis Juli 2014) weist einen um ca. 0,5 bar höheren Druck aus, als der langjährige Drucktrend in der Apeldorn H1 vermuten lassen würde.

1.1.5.2. Berechnungsmethodik minimale Hauptspannung

Die minimale Hauptspannung wird durch die kleinste Spannung im Gebirge (in der Regel die minimale Horizontalspannung) definiert (s.a. **Kapitel 1.1.3.8**). Diese ist eine geomechanische Größe und unabhängig von Prozessparametern.

Für die Abschätzung der initialen minimalen Hauptspannung wird die Berechnungsmethode von Eaton benutzt.

$$FG_{ori} = K_o \cdot (OVB - P_{Porig}) + P_{Porig}$$

FG_{ori} Initiale minimale Hauptspannung

K_o Matrix Koeffizient

OVB Überlagerungsdruck

P_{Porig} Initialer Porendruck

Der Matrix Koeffizient K_o ist durch das Verhältnis der Poissonzahl ν (Querdehnung/Längsdehnung) bestimmt und somit abhängig von der Lithologie: $K_o = \nu / (1 - \nu)$. Als typische Poissonzahl für einen mittleren Sandstein, zu dem der Valendis Sandstein in Rühlermoor zu zählen ist, wird im Folgenden ein Wert von 0,25 angenommen.

Ausschlaggebende Größe für den Überlagerungsdruck ist die kumulative Dichte des Deckgebirges, die sich im Bereich Rühlermoor in einer Bandbreite von 2,2 – 2,3 g/cm³ bewegt (siehe **Kapitel 1.1.3.8**). Für die Berechnung der minimalen Hauptspannung wird ein Wert von 2,23 g/cm³ angenommen. Der Überlagerungsdruck resultiert somit zu ca. 219 bar (a).

Unter Berücksichtigung dieser Parameter und einem initialem Porendruck von 107 bar (a) (-> 106 bar (ü)) errechnet sich für das geplante NE Injektionscluster Rühlermoor eine initiale minimale Hauptspannung von ca. 144 bar (a) (-> 143 bar (ü)) in -1000 m NN.

1.1.5.3. Maximale Kopffließdrücke in Abhängigkeit der minimalen Hauptspannung

Die Berechnung maximaler Kopffließdrücke in Abhängigkeit der theoretisch ermittelten minimalen Hauptspannung erfolgt mittels eines PROSPER Modells, das die Umrechnung von Bodenfließdrücken auf Kopffließdrücke erlaubt.

Mit angenommenen Lagerstättenparametern wie Permeabilität, Mächtigkeit und Skin sowie geplanten Komplettierungsangaben der Injektionssonden wurden verschiedene Sensitivitätsrechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Modellrechnungen sind in **Abbildung 1.1.5-7 Kopffließdruck in Abhängigkeit der minimalen Hauptspannung** für einen 5" Injektionsstrang dargestellt. Hiernach errechnet sich für die minimale Hauptspannung im Bentheim Sandstein (ca. 144 bar (a)) ein maximal erlaubter Kopffließdruck von ca. 45 bar (a) für einen skinfreien Bohrlochbereich. Am Beispiel einer 1500 mD Lagerstätte bedeutet dies eine maximale Injektionsrate von ca. 6000 m³/d (s. **Abbildung 1.1.5-7 Kopffließdruck in Abhängigkeit der minimalen Hauptspannung**, rechtes Bild).

Um etwaige Unsicherheiten bzgl. der beschriebenen Parameter zu minimieren, ist das Abteufen einer Datengewinnungsbohrung geplant. Damit können die derzeitigen Eingangsparameter an Hand realer Daten verifiziert werden.

1.1.5.4. Injektionsverhalten Clusterbohrungen

Das Injektionsverhalten des geplanten Wasserinjektionskonzeptes (NO Clusterplatz) wurde mit Hilfe lagerstättentechnischer Simulationsmodelle unter Berücksichtigung untertägiger Druckentwicklung evaluiert. Die Initialisierung des Modells basiert auf angenommenen Lagerstättenparametern des Ölfeldes Rühlermoor. Eventuelle Unsicherheiten bzgl. der Lagerstättenparameter wie Permeabilität und Mächtigkeit des Zielhorizontes können auch hier minimiert werden, sobald Informationen aus der zitierten Datengewinnungsbohrung vorliegen.

Die Simulationsergebnisse trugen dazu bei, die Anzahl der Wasserinjektoren mit Hinblick auf Bohrlochpfad, Perforationslänge und Anordnung und Abstand zueinander zu optimieren.

Als Simulationsmodell wurde ein Eclipse Box Modell in den Abmessungen 3 km x 3 km x 60 m zur Darstellung des Injektionsverhaltens in unmittelbarer Umgebung des Clusters erstellt. Im Zentrum des Modells befinden sich 5 Injektionsbohrungen im Abstand von je 500 m zueinander (**Abbildung 1.1.5-8 Simulationsmodell Injektionscluster**). Angenommen wird ein konstanter Aquiferdruck. Dadurch werden quasi-stationäre Fließbedingungen nach Einstellen des Druckkegels (bei vorgegebener konstanter Injektionsrate) erreicht. Sensitivitätsläufe zeigen, dass in Abhängigkeit der Injektionsrate, der Permeabilität und Mächtigkeit der Lagerstätte maximale Druckanstiege von bis zu 16 bar (a) errechnet werden (s. **Tabelle 1.1.5-1 Simulationsergebnisse von Sensitivitätsläufen**), die sich mit zunehmender Entfernung zur Injektionsbohrung rasch abbauen (**Abbildung 1.1.5-8 Simulationsmodell Injektionscluster**, rechtes Bild).

Injektionsrate (m³/Tag)	Permeabilität (mD)	Mächtigkeit (m)	max. Druckanstieg (bar)
1200	1000	60	5
1200	500	60	10
1200	1000	48	6
2000	1000	60	8
2000	500	60	16
2000	1000	48	10

Tabelle 1.1.5-1 Simulationsergebnisse von Sensitivitätsläufen

Abbildung 1.1.5-8 Simulationsmodell Injektionscluster zeigt beispielhaft die Druckverteilungen um die Injektionsbohrungen. Druckspitzen treten grundsätzlich nur in unmittelbarer Nähe zum Injektor auf und bauen sich mit zunehmender Entfernung deutlich ab.

Auch hier ist geplant, die angenommenen Eingangsparameter durch Erkenntnisse aus der Datengewinnungsbohrung zu verifizieren und die Modellrechnungen zu aktualisieren.

1.1.5.5. Fördervorhersage und Druckentwicklung Aquifer

Während die Förderprognosen der Satellitenfelder Rühlertwist, Meppen-Schwefingen und Bramberge mittels Decline Curve Analysis ermittelt wurden, basiert die Produktionsplanung des Feldes Rühlermoor auf einem numerischen Simulationsmodell.

Abbildung 1.1.5-9 Förderprognosen und **Abbildung 1.1.5-10 Injektionsprognosen** zeigen die derzeitigen Fördererwartungen sowie die geplanten Injektionsvolumina der einzelnen Felder über den Projektzeitraum.

Die Fördererwartung des Feldes Rühlermoor basiert zudem auf folgenden Randbedingungen:

- maximale Wasserproduktion von ca. 35.000 m³/d (incl. Meppen-Schwefingen Wasser)
- Start der zusätzlichen Dampfinjektion im Jahr 2022 mit dann insgesamt 220 t/h

Für die Volumenbilanz des Aquifers Schoonebeek-Rühle-Bramberge sind neben den beschriebenen Produktionsvolumina folgende Maßnahmen berücksichtigt:

- Start Salzwasseraufbereitungsanlage (MVC) in 2022 mit einer Kapazität von ca. 6.000 m³/d
- Export von ca. 1.500 m³/d Lagerstättenwasser ab Mitte 2017 über einen Zeitraum von neun Jahren

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in **Abbildung 1.1.5-11 Fördervorhersage und Druckentwicklung Aquifer** dargestellt. Die kumulierte Volumenbilanz wird im Jahr 2016 ihr Maximum erreicht haben. Aufgrund des geplanten Wasserexports ab dem Jahr 2017 und der aufkommensneutralen Fahrweise des Feldes Rühlermoor, d.h. komplette Dampferzeugung aus den in der MVC Anlage bereitgestellten Süßwasservolumina, gelingt es, die kumulierte Injektions-/Produktionsbilanz auszugleichen. Zum Ende der Projektlaufzeit errechnet sich sogar ein kumuliertes Volumendefizit.

Abbildung 1.1.5-11 Fördervorhersage und Druckentwicklung Aquifer zeigt zusätzlich die in der Beobachtungssonde Apeldorn H1 gemessenen Drücke. Der Druck verläuft mehr oder wenig parallel verschoben zu der kumulierten Volumenbilanzkurve. Legt man die Daten des Jahres 2015 zu Grunde, wie den kumulierten Volumenüberschuss von ca. 13,7 Mm³ bei einem Druckanstieg von insgesamt ca. 6 bar gegenüber initialen Verhältnissen, korreliert ein Volumen von ca. 2,3 Mm³ mit einer Druckveränderung von 1 bar. Diese Korrelation deckt sich mit Volumetrieberechnungen des Aquifers anhand der Formel $\Delta p = \frac{1}{c_t} \cdot \frac{\Delta V}{V}$. Bei einer Kompressibilität von $c_t = 5 \cdot 10^{-6} \text{ 1/kPa}$ und einem Aquifervolumen von $4 \cdot 10^9 \text{ m}^3$, ergeben 2,3 Mm³ einen Druckanstieg von 1,1 bar.

Unter Verwendung dieser Korrelation ergibt sich ein zukünftiger Druckverlauf im Bereich der Apeldorn H1 wie in **Abbildung 1.1.5-11 Fördervorhersage und Druckentwicklung Aquifer** dargestellt. Der Initialdruck von 106 bar (ü) in -1000 m NN kann mit Wasserexport erreicht und ab dem Jahr 2050+ sogar unterschritten werden.

Ohne den geplanten Wasserexport ist erst ab dem Jahr 2023 mit einer Druckentlastung im Aquifer zu rechnen. Durch die Inbetriebnahme der Salzwasseraufbereitungsanlage werden keine systemexternen Süßwasservolumen zur Dampferzeugung benötigt. Es werden somit dem System mehr Volumina entzogen als injiziert. **Abbildung 1.1.5-11 Fördervorhersage und Druckentwicklung Aquifer** zeigt die zu erwartende Druckentwicklung der Apeldorn H1. Im Jahr 2050 wird ein Druck von ca. 108 bar (ü) in -1000 m NN erwartet.

Als weiteres Szenario ist in **Abbildung 1.1.5-11 Fördervorhersage und Druckentwicklung Aquifer** ein „Do Nothing“-Fall skizziert, der die Bilanz- und Druckentwicklung ohne zusätzliche Maßnahmen aber inklusive des geplanten Wasserexports zeigt. Der Aquiferdruck wird sich in diesem Szenario langfristig auf ca. 112 bar(ü) in -1000 m NN einstellen.

1.1.5.6. Überwachungskonzept Lagerstättendruck

Aquifer

Zur Überwachung der Lagerstättendrücke im Valangin-Aquifer werden weiterhin die bekannten Beobachtungsbohrungen für regelmäßige Druckmessungen genutzt (s. **Abbildung 1.1.5-1 Aquiferbegrenzung Schoonebeek-Rühle-Bramberge**). Im Einzelnen sind dies die flächig über den Aquifer verteilten Bohrungen Rühlertwist 104, für Rühlermoor H11 ab 07/2015 Rühlermoor H7, Meppen 7, für Wetrup H22 ab 04/1998 Osterbrock 12 und Apeldorn H1.

In den Beobachtungsbohrungen Meppen 7 und Rühlermoor H7 sind permanente Druckgeber (Maihak) installiert. Die Druckmessungen in den anderen Sonden erfolgt durch Stufenmessungen. Sollte eine dieser Bohrungen aus technischen Gründen ausfallen, wird -wie bereits in der Vergangenheit praktiziert- eine Ersatzbohrung in behördlicher Abstimmung benannt.

In der Startphase des Projektes sind monatliche Druckmessungen in den Beobachtungsbohrungen vorgesehen. Sollten sich moderate Druckänderungen bestätigen, wird in behördlicher Absprache eine Streckung der Messintervalle auf z.B. eine quartälliche Messung angestrebt.

Injektoren

Im Bereich der geplanten neuen Injektionsclusters im Nord-Osten der Lagerstätte Rühlermoor (s. **Kapitel 1.1.1, Abbildung 1.1.1-2**) ist die Verwendung von permanenten Untertagedrucksensoren geplant.

Bei bestehenden Wasserinjektoren ohne permanenten Untertagedrucksensor erfolgt die Berechnung des Bodenfließdruckes – wie bisher - mittels regelmäßigen Dichtemessungen des Injektionsmediums in Zusammenhang mit den jeweiligen Kopffließdrücken der Injektionsbohrungen.

Die Häufigkeit der Druckmessungen hängt vom Typ und der Lage des Injektors ab und wird detailliert in den jeweiligen Sonderbetriebsplänen beschrieben.

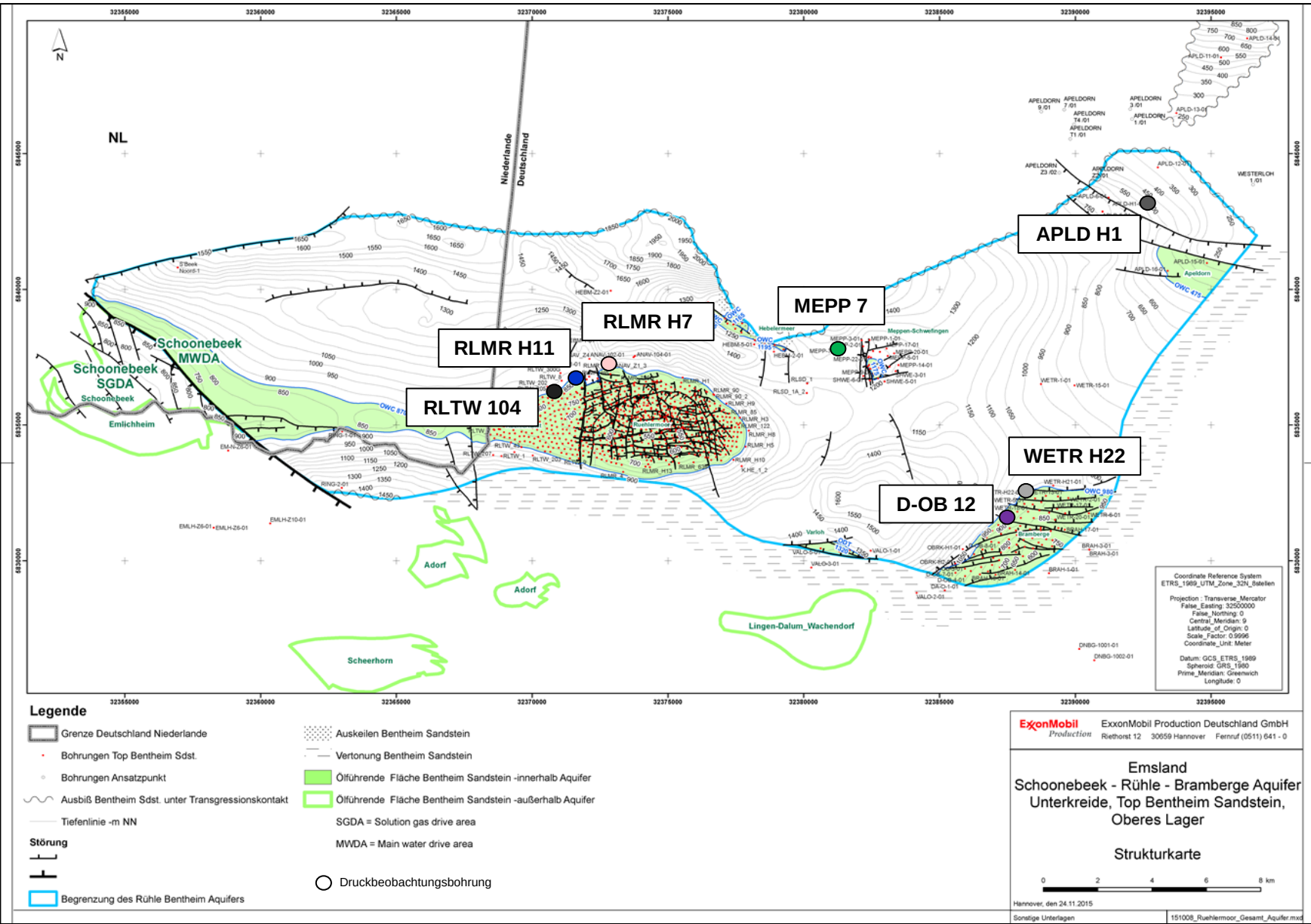
Feld

Darüber hinaus werden im aktuellen Produktionsbetrieb Messungen der Flüssigkeitsspiegel (Sonolog) in Produktions- wie auch in flächendeckend zur Verfügung stehenden Beobachtungsbohrungen durchgeführt (z.Z. über 500 im Jahr). Die Auswertung dieser Informationen gibt ein zusätzliches und zuverlässiges Bild der Lagerstättendruckverteilung im Feldesbereich Rühlermoor.

Durch diese beschriebenen Maßnahmen ist eine ausreichende und kontinuierliche Überwachung des Gesamtsystems sichergestellt. Ein zeitnahes Eingreifen und Gegensteuern bei der Beobachtung von unerwünschten Druckanstiegen ist gewährleistet.

Abbildungen zum Kapitel 1.1.5

Abbildung 1.1.5-1	Aquifer-Begrenzung Schoonebeek-Rühle-Bramberge
Abbildung 1.1.5.2	Historischer Produktionsverlauf
Abbildung 1.1.5.3	Historischer Injektionsverlauf
Abbildung 1.1.5.4	Jährliche Volumenbilanz
Abbildung 1.1.5.5	Kumulierte Volumenbilanz
Abbildung 1.1.5.6	Druckverlauf Aquifer
Abbildung 1.1.5.7	Kopffließdruck in Abhängigkeit der minimalen Hauptspannung
Abbildung.1.1.5.8	Simulationsmodell Injektionscluster
Abbildung 1.1.5.9	Förderprognosen
Abbildung 1.1.5.10	Injektionsprognosen
Abbildung 1.1.5.11	Fördervorhersage und Druckentwicklung Aquifer



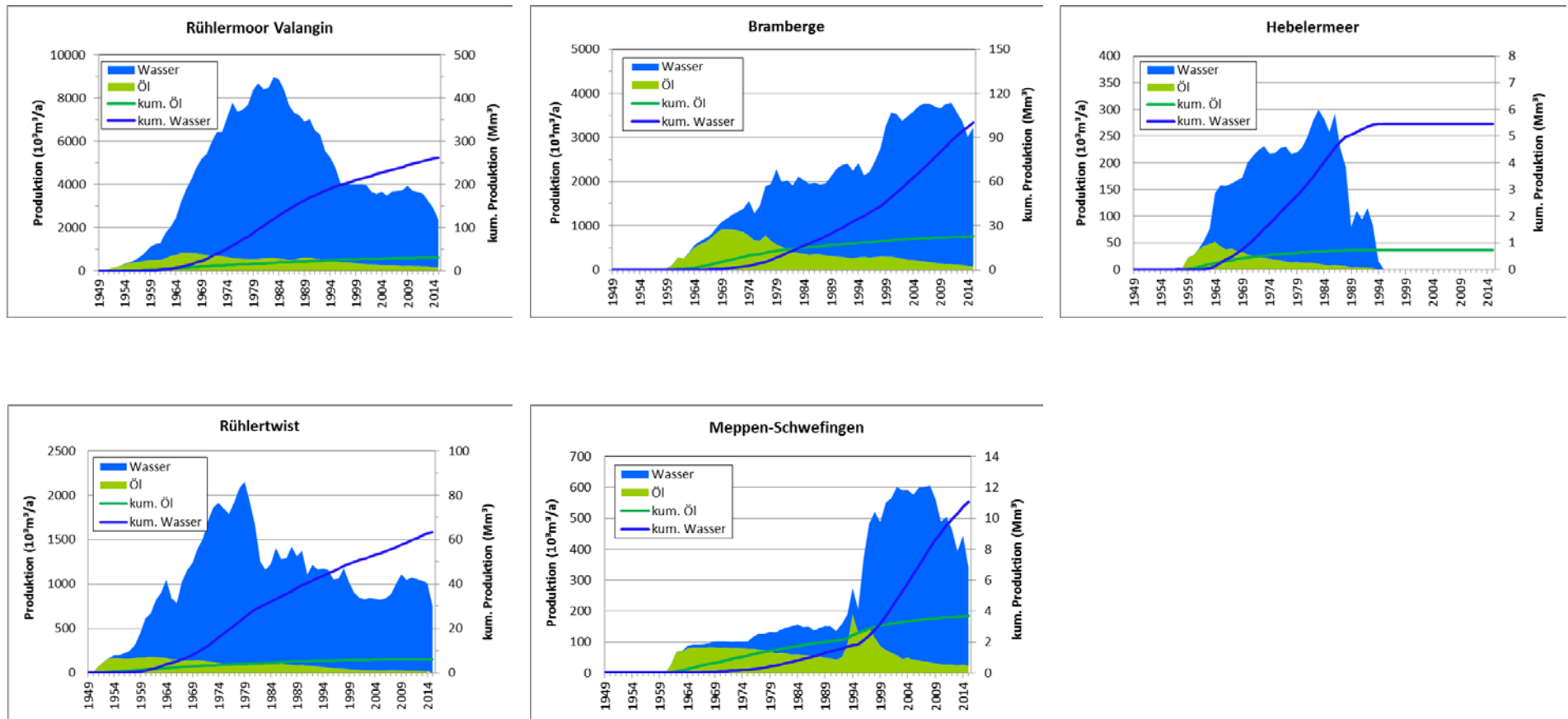


Abbildung 1.1.5-2 Historischer Produktionsverlauf

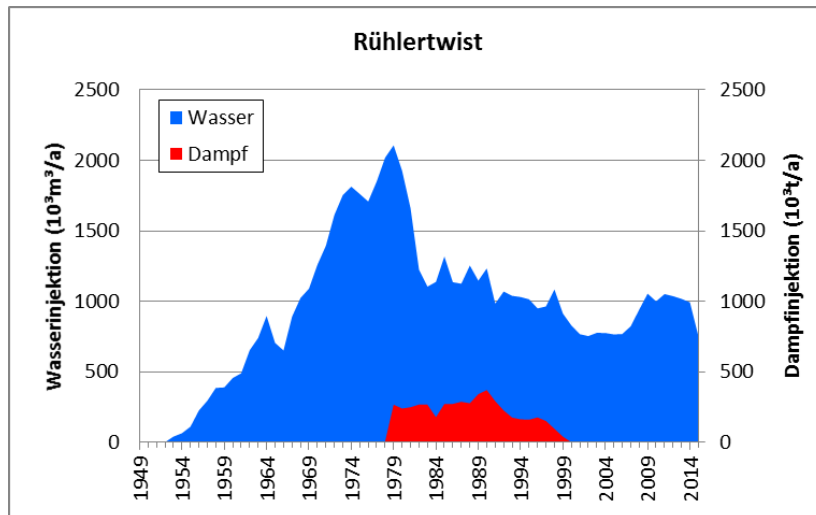
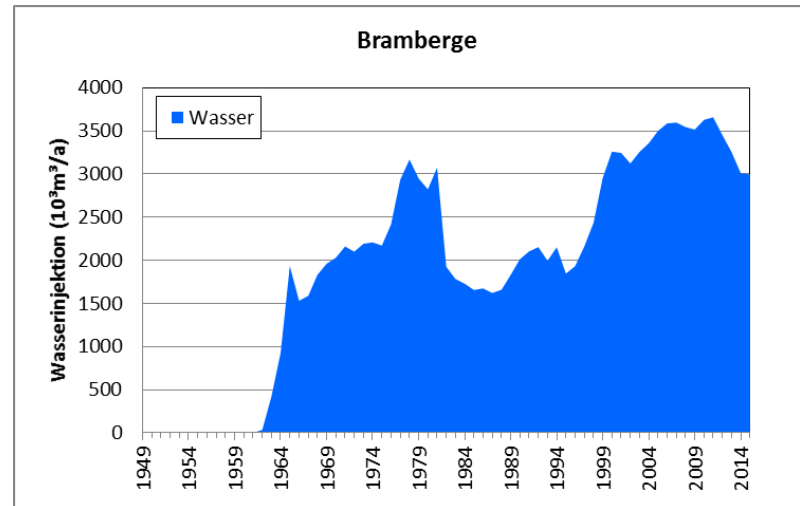
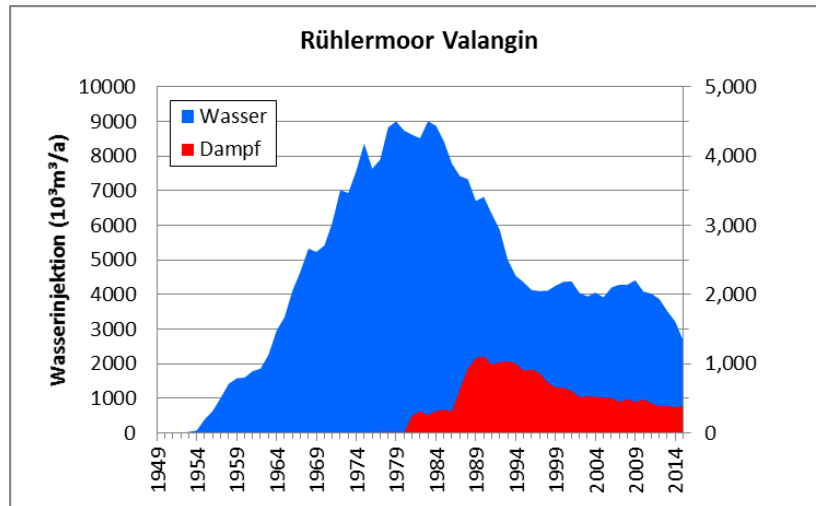


Abbildung 1.1.5-3 Historischer Injektionsverlauf

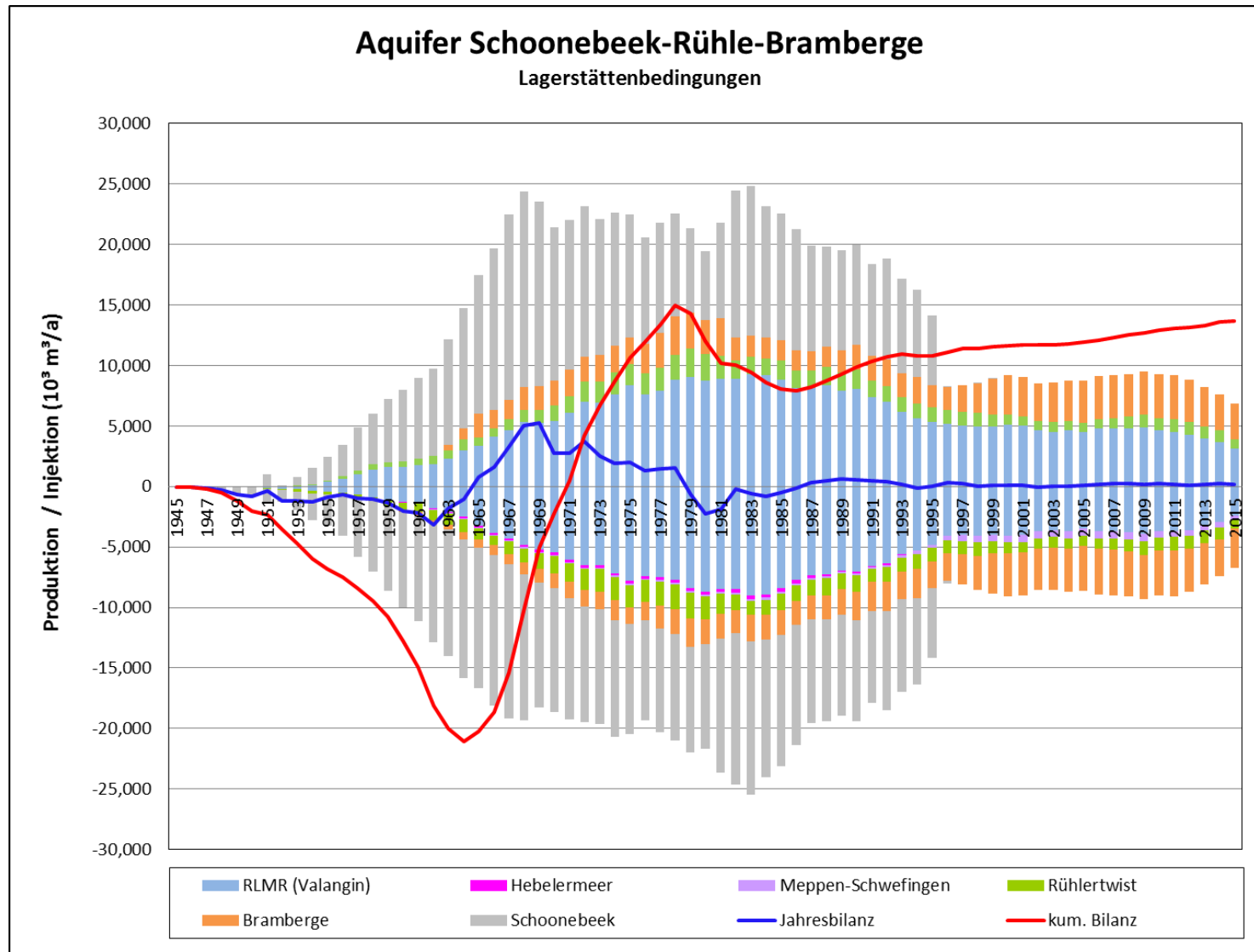


Abbildung 1.1.5-4 Jährliche Volumenbilanz

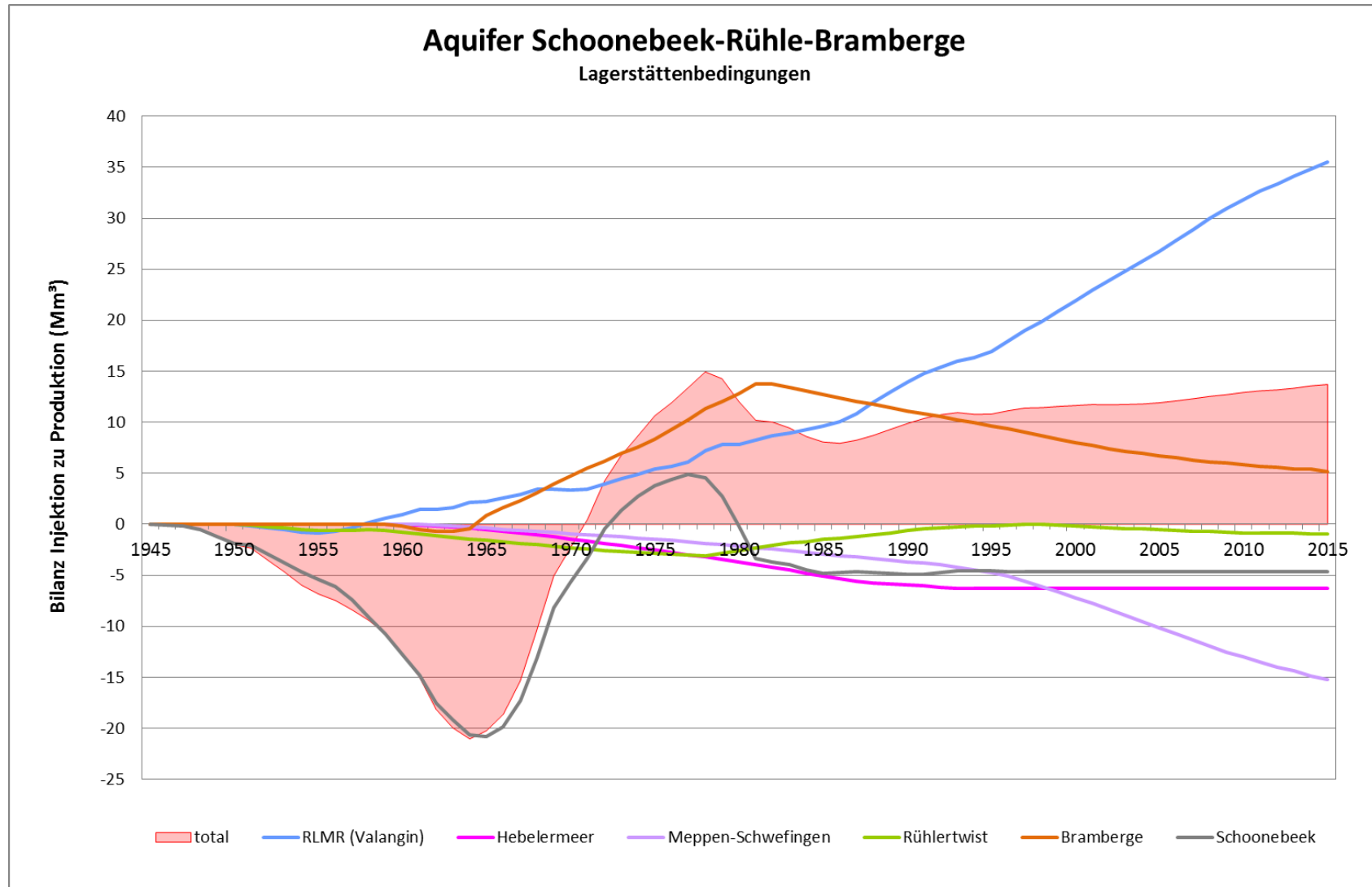


Abbildung 1.1.5-5 Kumulierte Volumenbilanz

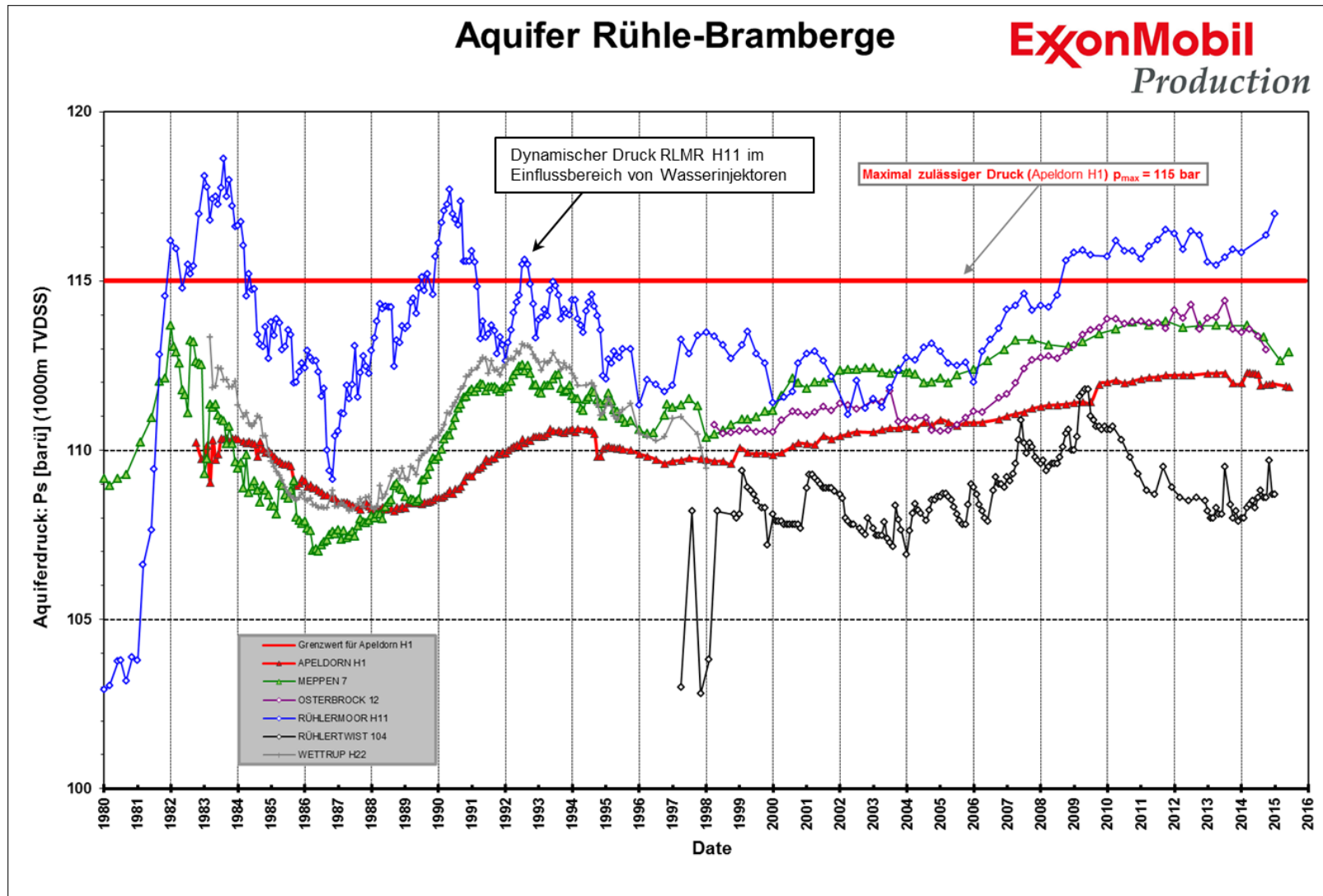
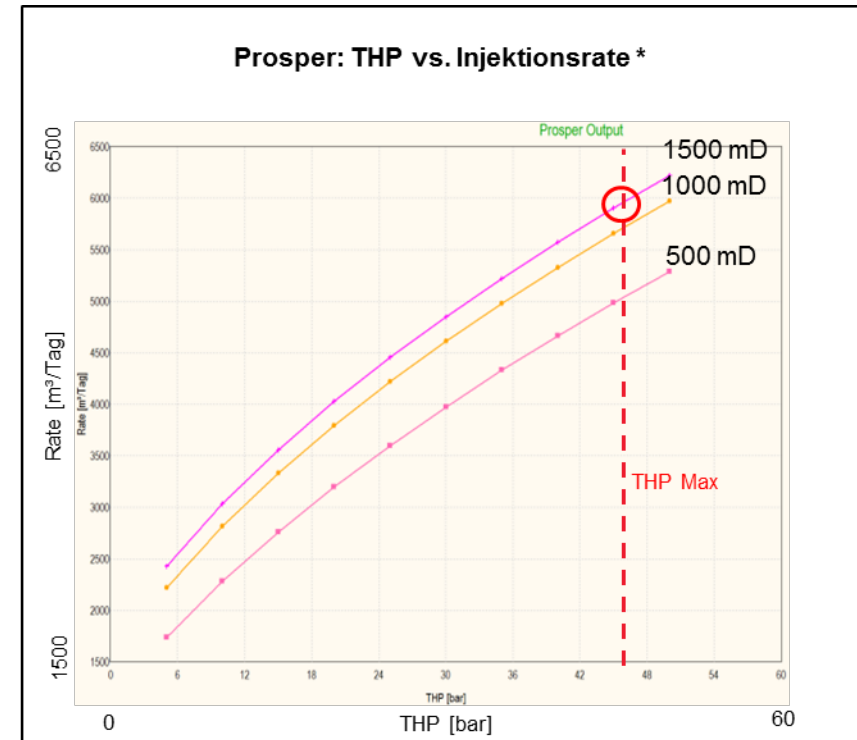
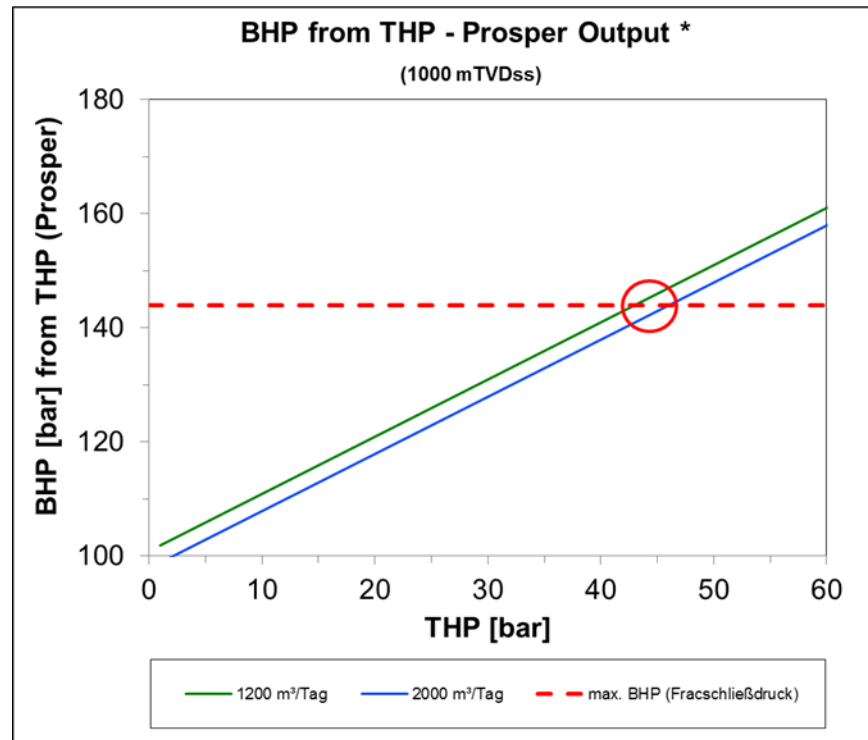


Abbildung 1.1.5-6 Druckverlauf Aquifer



* Modellberechnungen am Beispiel einer 5" Komplettierung

Abbildung 1.1.5-7 Kopffließdruck in Abhängigkeit der minimalen Hauptspannung

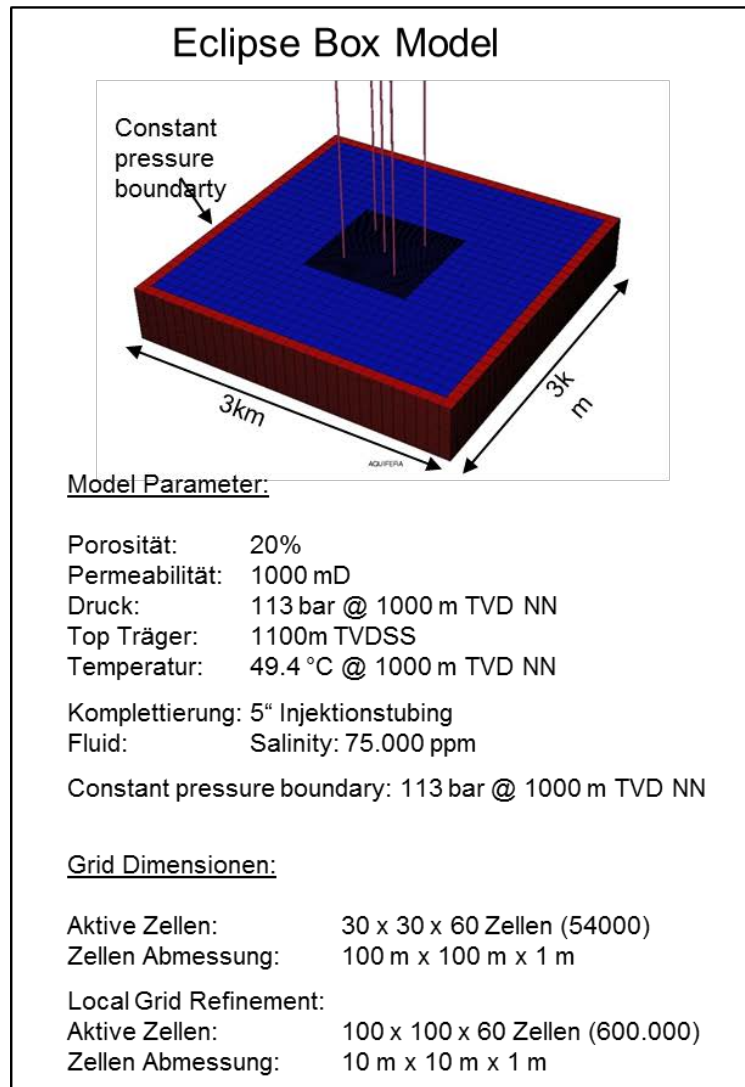
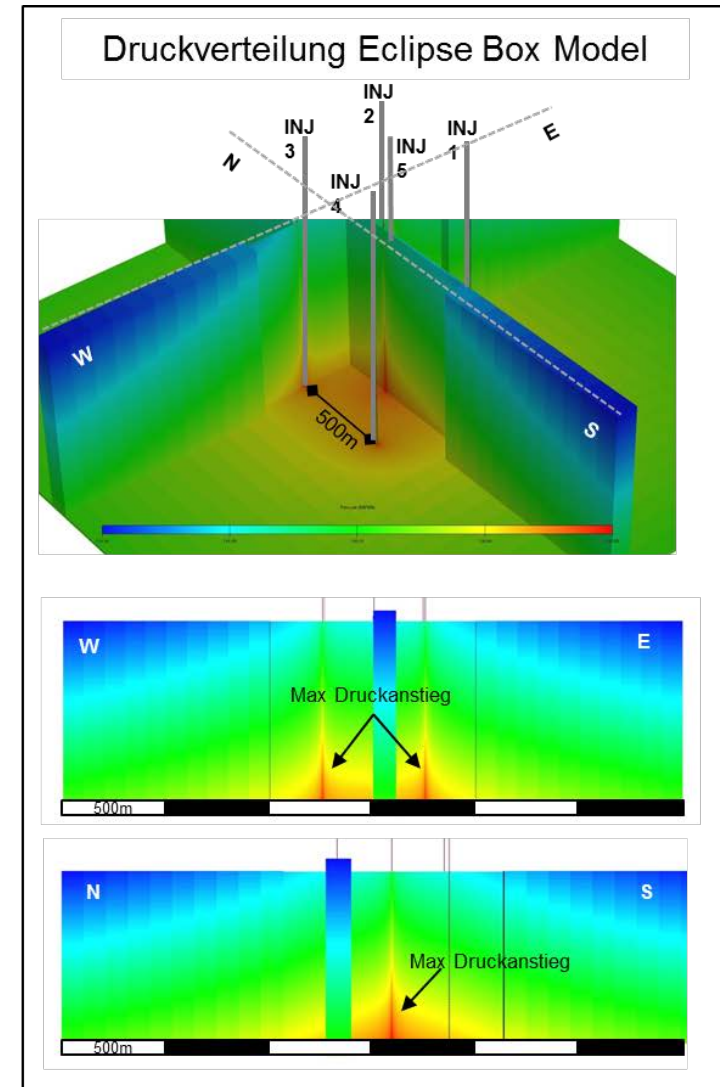


Abbildung 1.1.5-8 Simulationsmodell Injektionscluster



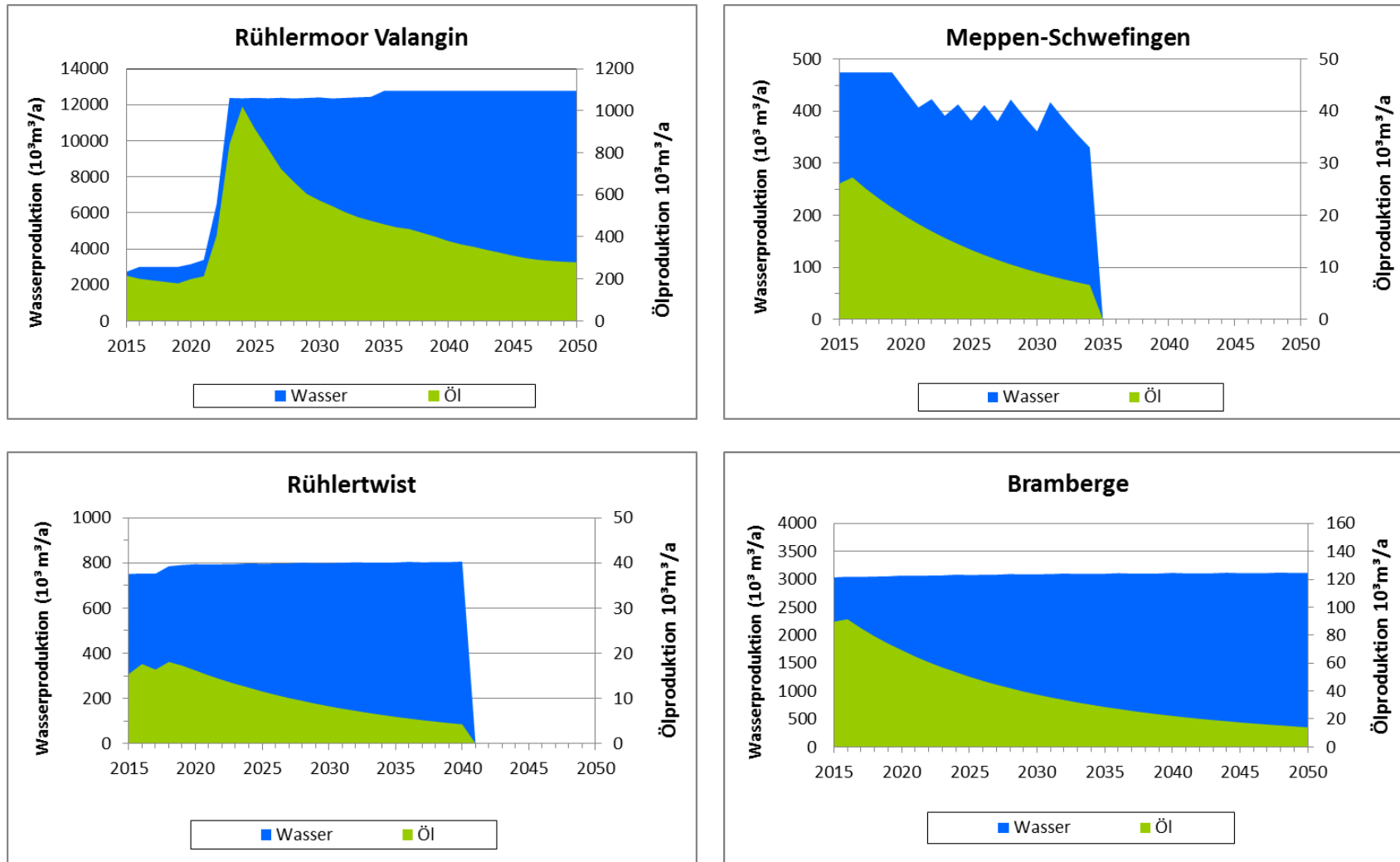


Abbildung 1.1.5-9 Förderprognosen

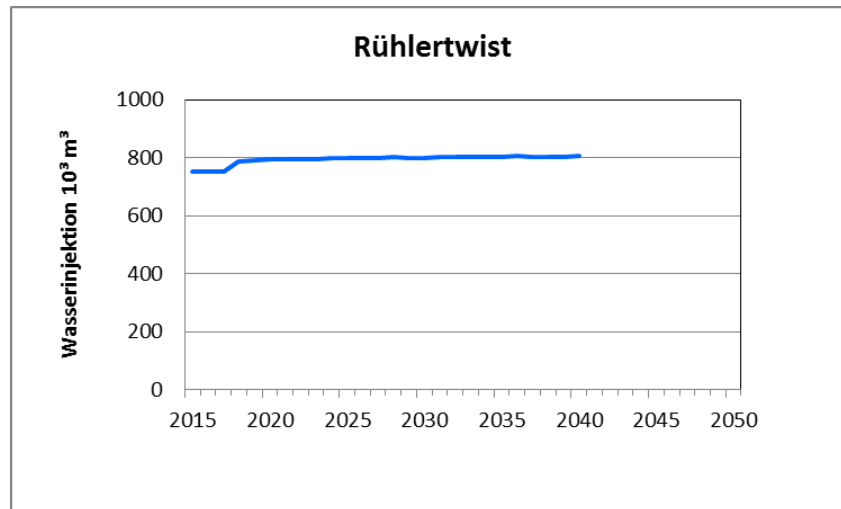
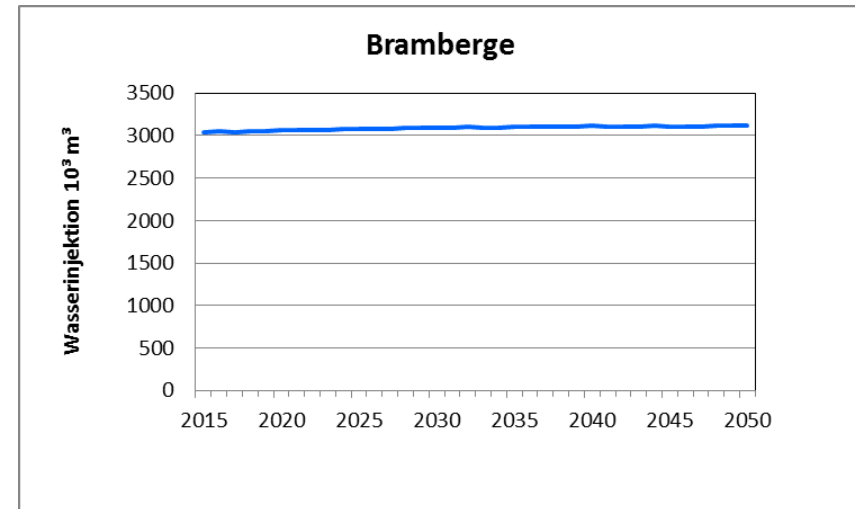
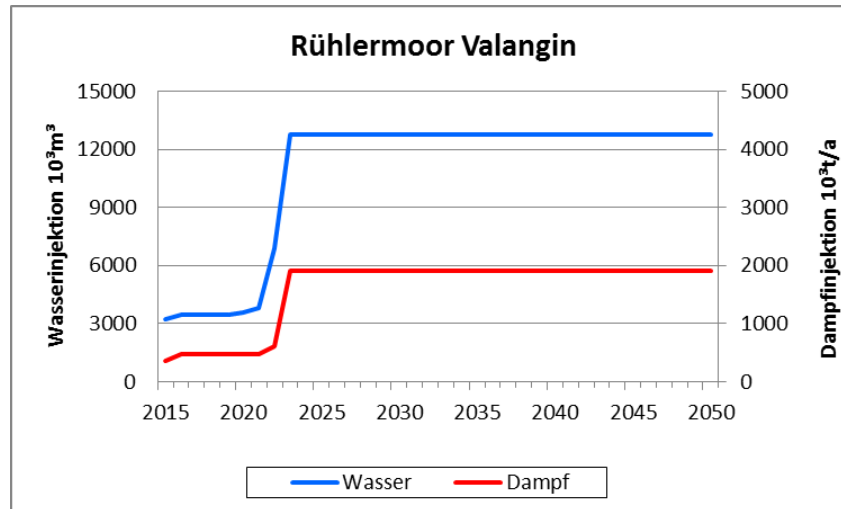


Abbildung 1.1.5-10 Injektionsprognosen

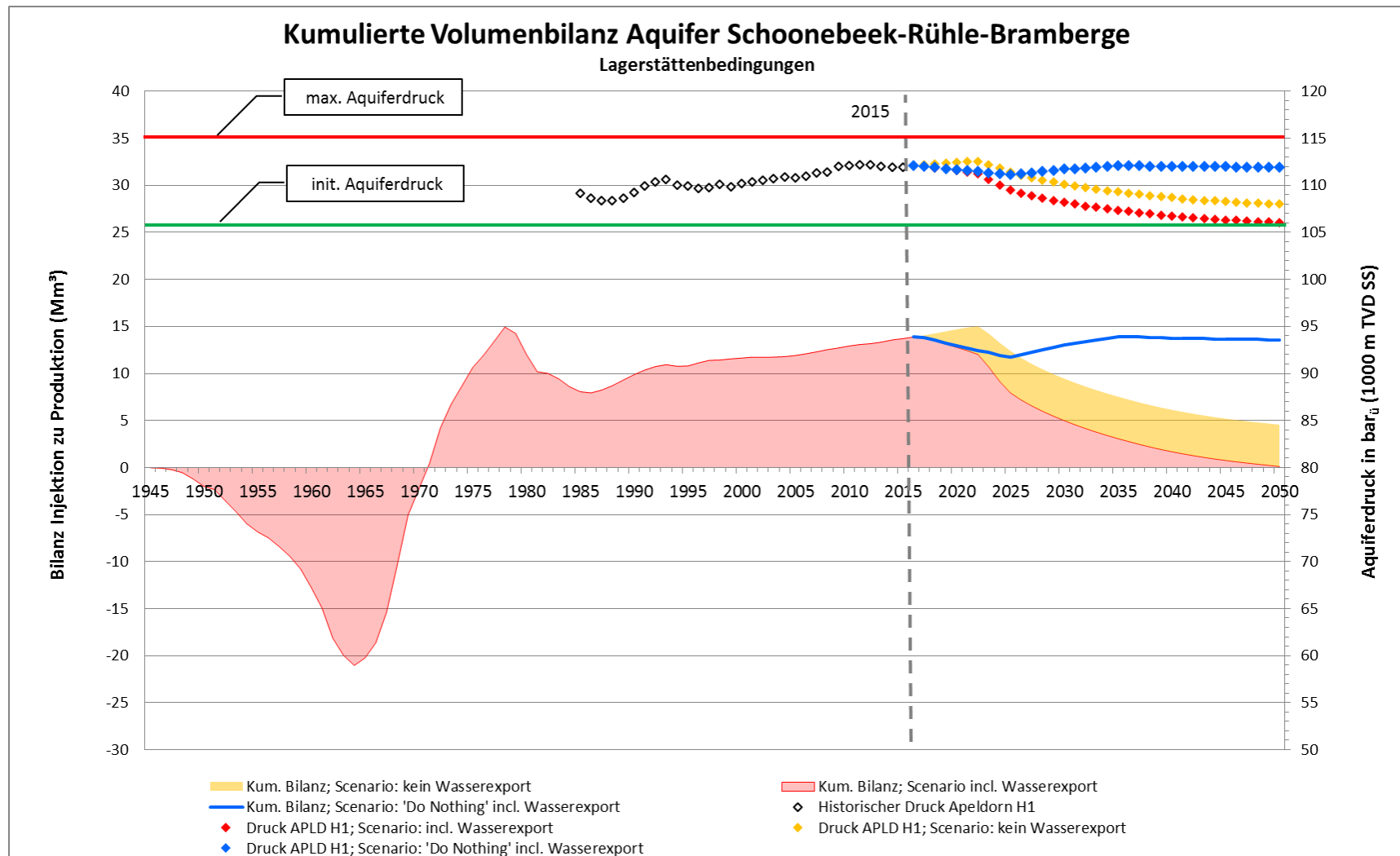


Abbildung 1.1.5-11 Fördervorhersage und Druckentwicklung Aquifer



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.1.6. Induzierte Seismizität

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

1.1.6. Induzierte Seismizität

Eine induzierte Seismizität durch das geplante Projekt „Erdöl aus Rühlermoor – Mit Tradition in die Zukunft“ ist nicht zu erwarten. Dies wurde durch die Studie „Gutachten zur seismischen Gefährdung für das Rühlermoor Redevelopment Projekt“ von Prof. Joswig festgestellt (Siehe Antragsunterlagen Teil 4, 4.7).

Der für eine Bewertung der seismischen Gefährdung durch Ölförderung, Dampfinjektion und Wasserverpressung relevante Wirkmechanismus ist die Änderung des Porenwasserdrucks im Lagerstättengestein (Bentheimer Sandstein) sowie der angrenzenden, hydraulisch verbundenen Kluftsysteme oberhalb und unterhalb des Lagerstättengesteins.

Für die Studie wurde der räumliche Untersuchungsrahmen zunächst durch den oben genannten Wirkmechanismus auf den Bereich des mit Ölförderung, Dampfinjektion und Wassereinpressung hydraulisch verbundenen Tiefenaquifers Schoonebeek-Rühle-Bramberge beschränkt. Ein Erzielen wirkrelevanter Druckänderungen ist wegen der begrenzten Permeabilität in Aquifer und Kluftsystemen nur im Umkreis weniger km um den Eingriffspunkt herum möglich. Deshalb wurde bereits im Scoping-Termin ein Untersuchungsrahmen mit 2 km Radius um die Projektbestandteile A (Erdölfördergebiet Rühlermoor) und D (Suchraum für Clusterplätze zur Wasserinjektion) sowie maximal 5 km Tiefe angesetzt.

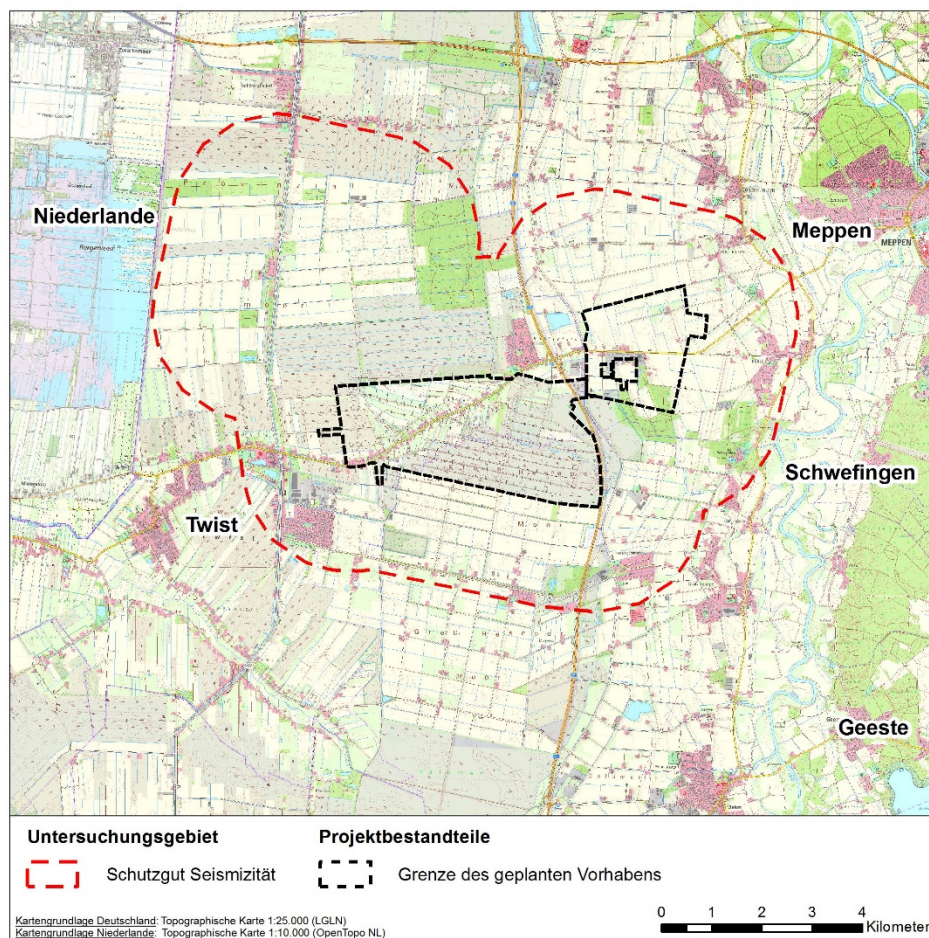


Abbildung 1.1.6-1 Untersuchungsrahmen für die seismische Gefährdung

Der Untersuchungsraum Rühlermoor hat weder historisch noch aktuell ein Auftreten von Erdbeben gezeigt. Trotz Senkung der Empfindlichkeitsschwelle von den in Chroniken notierten Schadensbeben und den von Menschen bemerkten Erschütterungen bis zu den nur noch instrumentell erfassten Bruchprozessen, konnten seismische Ereignisse nicht festgestellt werden. Daher kann eine Beurteilung der seismischen Gefährdung nur auf allgemeine, für ganz Norddeutschland gültige Einschätzungen zurückgreifen.

Um das lokale Gefährdungspotential bewerten zu können, wurde versucht, mittels hochempfindlicher Messungen noch kleinste seismische Ereignisse zu erfassen. Dabei sollte der Ist-Zustand der laufenden, durch Dampfinjektion unterstützen Ölproduktion erfasst werden. Darüber hinaus wurde eine temporäre Versuchsanordnung verdichteter lokaler Dampfinjektion ('Stresstest') durchgeführt. Diese entspricht in kleiner Skala der beantragten Fortführung der Produktion und bewirkt geomechanisch einen Zustand erhöhter Spannungsbelastung.

Dampfinjektion

Der Stresstest konzentrierter Dampfinjektion mit kurzzeitiger, extrem erhöhter Empfindlichkeit der seismischen Überwachung (siehe RBP Teil 4, 4.4.7a Seismische Überwachung der Wasserdampfinjektion in Rühlermoor) zeigt keinerlei Hinweise auf aktivierte Schwächezonen und kann ohne gegenteilige Indizien für den gesamten Bereich der Dampfinjektion angenommen werden. Damit stützt der Stresstest den Befund, dass nach bisheriger Datenlage keine absehbare seismische Gefährdung von dem geplanten Projekt ausgeht.

Wasserinjektion

In Rühlermoor wurde der Druck in Lagerstätte und angrenzendem, salinaren Aquifer durch Ölförderung und Wasserrückführung nahezu konstant gehalten (mit teilweise leichter Erhöhung bei Dampfinjektion).

Die Verpressung geförderten Lagerstättenwassers erfolgt in die Randbereiche der Lagerstätte und in den an die Lagerstätte angrenzenden Aquifer. Im Rahmen des Wasser Management Plans kann wegen ausgeglichener Volumenbilanz kein großflächiger, langzeitlicher Druckanstieg von mehr als wenigen bar erzeugt werden. Eine Einhaltung dieser Grenzen wird durch das Monitoring der Aquiferdruckverteilung gewährleistet. Die lokale Ausbreitung der Drucküberhöhungen um die Verpressbohrungen beschränkt sich nach Modellrechnung auf wenige Zehnermeter. Die Verpressbohrungen werden mittels 3D Seismik außerhalb kartierter Verwerfungen positioniert, der maximale Einpressdruck liegt am Bohrlochfuß unter der minimalen horizontalen Hauptspannung. Damit ist weder von der Erzeugung von Zugrissen noch der Initiierung von Scherbrüchen entlang vorhandener, unter erhöhten Druck gesetzter Klüfte auszugehen.

Produktion

Da für Rühlermoor auch in Zukunft eine annähernd konstante, nur marginal schwankende Druckhaltung vorgesehen ist, wird hier das Aktivierungsschema Entleerung-Spannungs-Bruch als wenig relevant eingeschätzt.

Die langfristig vorgesehene Rückführung des Aquiferdruckes auf initiales Niveau führt ebenfalls zu keiner Erhöhung des seismischen Gefährdungspotentials.

Bewertung eines seismischen Monitorings

Das Projektgebiet ist durch ein Netz von existierenden seismischen Stationen auf deutscher und niederländischer Seite hinreichend überdeckt:

Station	Standort	Betreiber
IBBN	Ibbenbüren	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
RAST	Rastdorf	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
WTSB	Winterswijk	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)
VGB	Venebrugge	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

Die Daten dieser Stationen stehen öffentlich zur Verfügung.

Zur Sicherung der Datenbasis ist folgendes Vorgehen geplant:

- Jährliche Überprüfung des Zugriffs auf die existierenden Stationen,
- Archivierung der aufgezeichneten Daten,
- Prüfung, ob neue Stationen im Bereich installiert wurden.
- 3 Jahre nach Start des Projektes wird der gesamte Datensatz auf lokale Seismizität untersucht. Falls seismische Ereignisse im Bereich Rühlermoor beobachtet wurden, wird eine Nachbegutachtung der seismischen Gefährdung durchgeführt.



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.1.7. Integrität der Bohrungen

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

1.1.7. Integrität der Bohrungen

Im Laufe der fast 70-jährigen Produktionshistorie des Erdölfeldes Rühlermoor wurde das Deckgebirge ca. 500-mal von Bohrungen durchteuft. **Abbildung 1.1.7-1 Übersicht der in Rühlermoor abgeteufte Bohrungen** zeigt auf der Lagerstättenkarte alle bisher abgeteufte Bohrungen. Die technische Auslegung von Bohrungen sorgt dafür, dass die Trennung von kohlenwasserstoffführenden Horizonten und trinkwasserführenden Schichten, damals wie heute, nachhaltig sichergestellt ist. Mehrere Stahlrohre, die durch Zement permanent mit dem Gebirge verbunden sind, ersetzen die geologischen Barrieren im Deckgebirge. Künstliche Wegsamkeiten können daher nur dann auftreten, wenn diese Barrieren versagen und dies unentdeckt bleibt.

Obwohl sich der Stand der Technik im Tiefbohrbereich in den vergangenen Jahrzehnten stark weiterentwickelt hat, sind die Kernelemente einer Bohrung heute prinzipiell die gleichen wie vor 60 Jahren. Details bezüglich des Bohrungsdesigns haben sich zwar über die Jahre verändert und technischen Entwicklungen angepasst, die beschriebenen Barriereanforderungen werden jedoch auch bei den älteren Bohrungen erfüllt.

Das Bohrlochbild der RM 62 **Abbildung 1.1.7-2 Bohrlochbild der ersten Generation (RM 62)** stellt die technische Auslegung der Bohrungen der ersten Generation exemplarisch dar. In den 50er und 60er Jahren wurden diese Bohrungen, entsprechend dem damaligen Stand der Technik, mit Stahlrohren der Güte J55 ausgerüstet und mit herkömmlichem Portlandzement partiell (d.h. nicht über die gesamte Länge) zementiert. Die süßwasserführenden Schichten sind jedoch in allen Bohrungen von der äußeren Verrohrung überdeckt und somit durch mindestens 2 Stahlrohre und eine Zementationsstrecke zuverlässig geschützt.

Die eingesetzten Material- und Zementsorten waren den Anforderungen der anfänglichen Ölförderung gewachsen, führten aber mit Beginn der Wasserinjektion vereinzelt zu Korrosion und Beeinträchtigung der inneren Stahlrohrbarrieren. In diesen Bohrungen wurden korrektive Maßnahmen durchgeführt, wie zum Beispiel der Austausch betroffener Verrohrungsabschnitte, nachträgliche Zementationen, Installation zusätzlicher Rohre oder permanente Verfüllung. Bei der Verfüllung von Bohrungen werden sämtliche potentiellen Wegsamkeiten für Flüssigkeiten und Gase aus der Lagerstätte durch mechanische Absperreinrichtungen und Zement permanent eliminiert. Die jeweiligen Schritte einer Verfüllung werden entsprechend der geltenden „Richtlinie vom Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld über das Verfüllen auflässiger Bohrungen“ bohrungsspezifisch festgelegt und genehmigt. Auch die in der Vergangenheit erfolgreich angewendeten Reparaturmaßnahmen entsprechen bis heute dem Stand der Technik.

Im Hinblick auf die geplante Thermalförderung zu Beginn der 80er Jahre wurden die Bohrungen in Bezug auf Verrohrungsmaterialien und Zementzusammensetzung angepasst. Zahlreiche Laborversuche führten zu der Entwicklung von sogenannten Thermalzementen, welche das Risiko der Temperaturinstabilität von gewöhnlichem Zement ausräumen konnten. Diese zweite Generation der Bohrungen wurde in den 70er und 80er Jahren gebohrt und mit korrosionsresistenteren Stahlrohren ausgerüstet. Zusätzlich wurden Verrohrungen bis an die Oberfläche zementiert und in Spannung gezogen, um den Auswirkungen der Materialerwärmung entgegenzuwirken (siehe **Abbildung 1.1.7-3 Bohrlochbild der zweiten Generation (RM 623)**).

Die seit nunmehr über 30 Jahren anhaltende Thermalförderung hat entscheidende Erkenntnisse zur Effektivität der damals vorgenommenen Designänderungen geliefert. Die in der Vergangenheit aufgetretenen Probleme konnten durch die Entwicklungen der zweiten Bohrungsgeneration eliminiert werden. Aus diesem Grund entsprechen die in

jüngster Zeit gebohrten und in Zukunft geplanten Bohrungen im Wesentlichen noch der technischen Auslegung der 80er Jahre. Zusätzlich wurden im Laufe der Zeit verschiedene Überwachungs- und Überprüfungsmaßnahmen eingeführt, um Integritätsprobleme frühzeitig zu erkennen und dadurch notwendige Korrekturmaßnahmen zu veranlassen. Diese Überwachungs- und Überprüfungsmaßnahmen werden seit Jahren konsequent umgesetzt und sind auch für den zukünftigen Betrieb geplant. Sie beinhalten im Wesentlichen die kontinuierliche Überwachung von Druck und Temperatur, Integritätstests bei routinemäßigen Untertagearbeiten (z.B. beim Wechsel der Tiefpumpen), Korrosionsinhibition sowie die Möglichkeit der Fernabschaltung von Bohrungen.

Die ausgiebige Erfahrung mit der Thermalförderung liefert des Weiteren Kenntnisse zur Auswirkung der Temperaturbeeinflussung. Zahlreiche Messungen in Bohrungen, die seit über 20 Jahren durch Dampfinjektion beeinflusst werden, zeigen, dass die Erwärmung des Gebirges in Richtung Erdoberfläche rapide abnimmt. Schon innerhalb der unmittelbar über der Lagerstätte liegenden Deckschichten geht die Temperatur auf den ursprünglichen geothermalen Temperaturgradienten zurück (siehe **Abbildung 1.1.7-4 Vertikale Ausdehnung des temperaturbeeinflussten Bereichs**). Da bei dem geplanten Vorhaben aufgrund der Druckabsenkung keine Erhöhung der bisherigen Maximaltemperaturen zu erwarten ist, kann davon ausgegangen werden, dass die existierenden Bohrungen den zukünftigen Anforderungen gewachsen sind. Selbst in heute noch aktiven Altbohrungen reichen die Zementationsstrecken bis über die temperaturbeeinflussten Schichten hinaus. Weiterhin werden Altbohrungen im Thermalgebiet beim Erreichen von festgelegten Temperaturgrenzen für den weiteren Betrieb umgerüstet oder stillgelegt.

Aufgrund der langjährigen Erfahrung mit der Thermalförderung, der Anwendung eines bewährten Thermalbohrungsdesigns und der Umsetzung von etablierten Überwachungs- und Überprüfungsmaßnahmen, kann der Umstieg von Fluiden über künstliche Wegsamkeiten für das geplante Vorhaben daher ausgeschlossen werden.

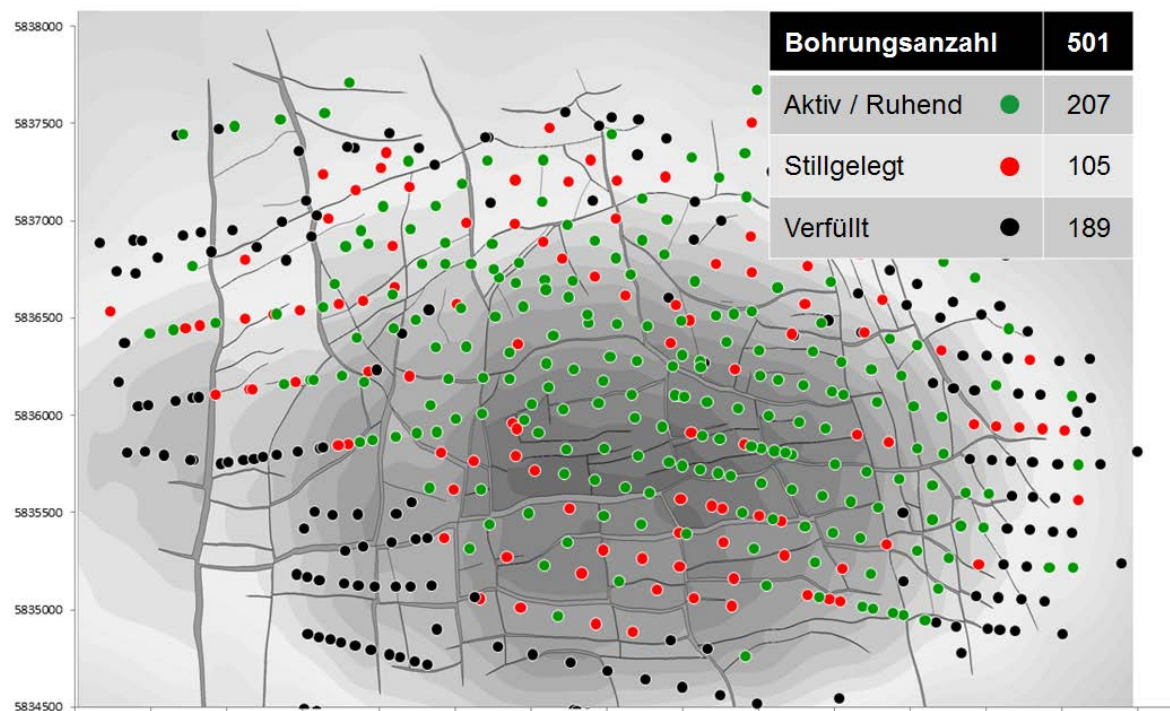


Abbildung 1.1.7-1 Übersicht der in Rühlermoor abgeteufte Bohrungen

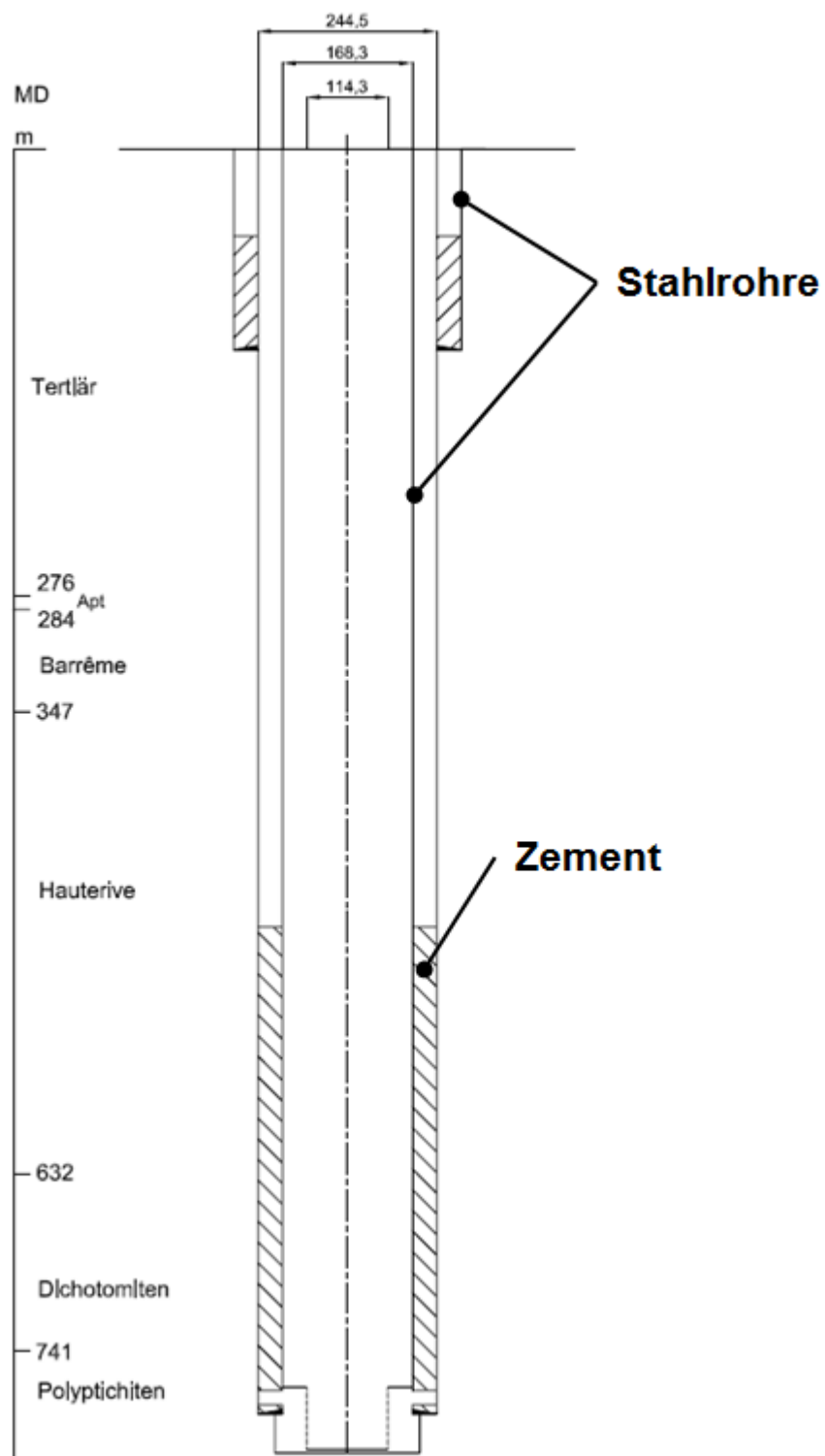


Abbildung 1.1.7-2 Bohrlochbild der ersten Generation (RM 62)

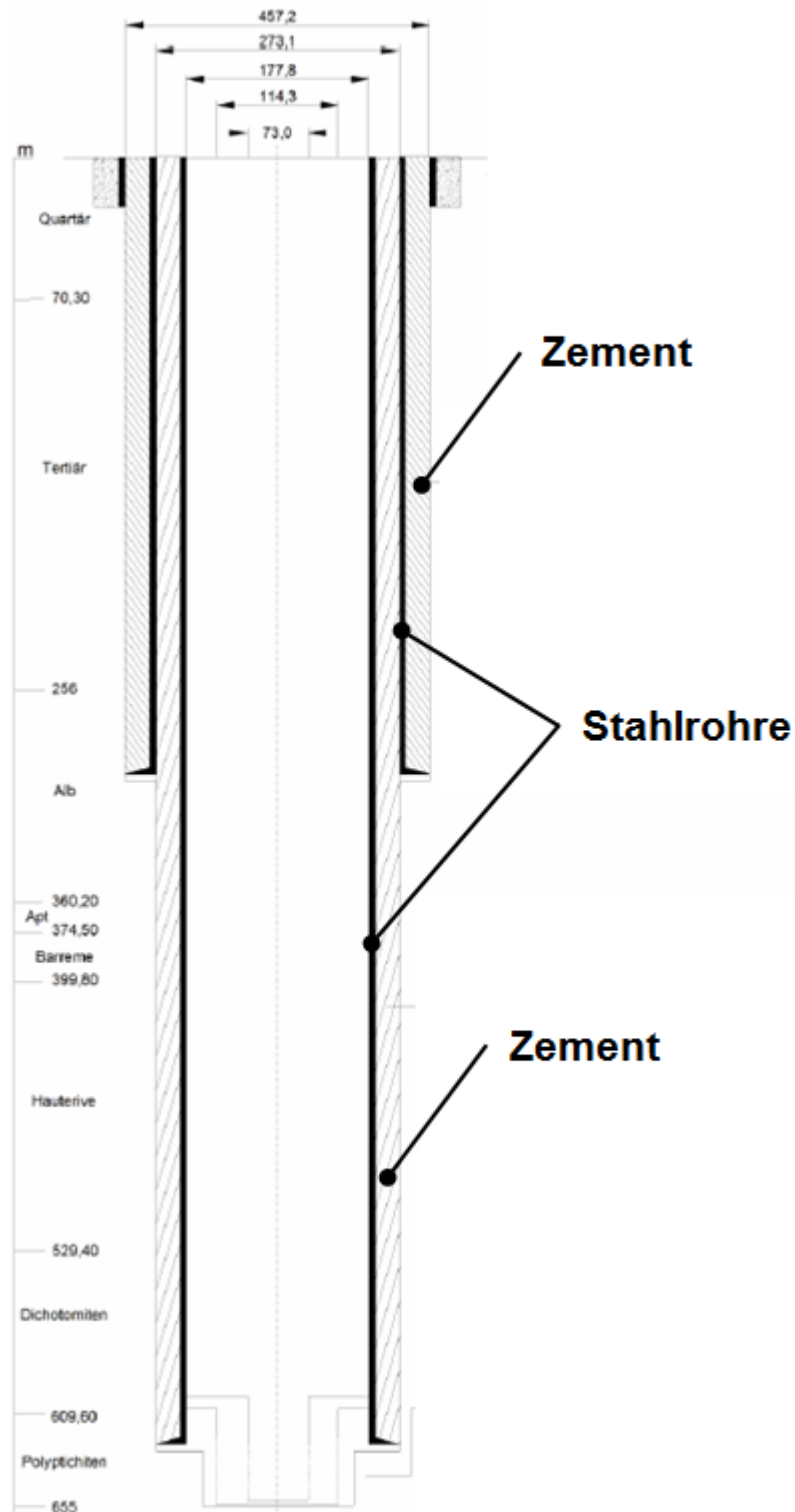


Abbildung 1.1.7-3 Bohrlochbild der zweiten Generation (RM 623)

Auswertung der Temperaturlogs in RM324b (rot) und RM405 (blau)

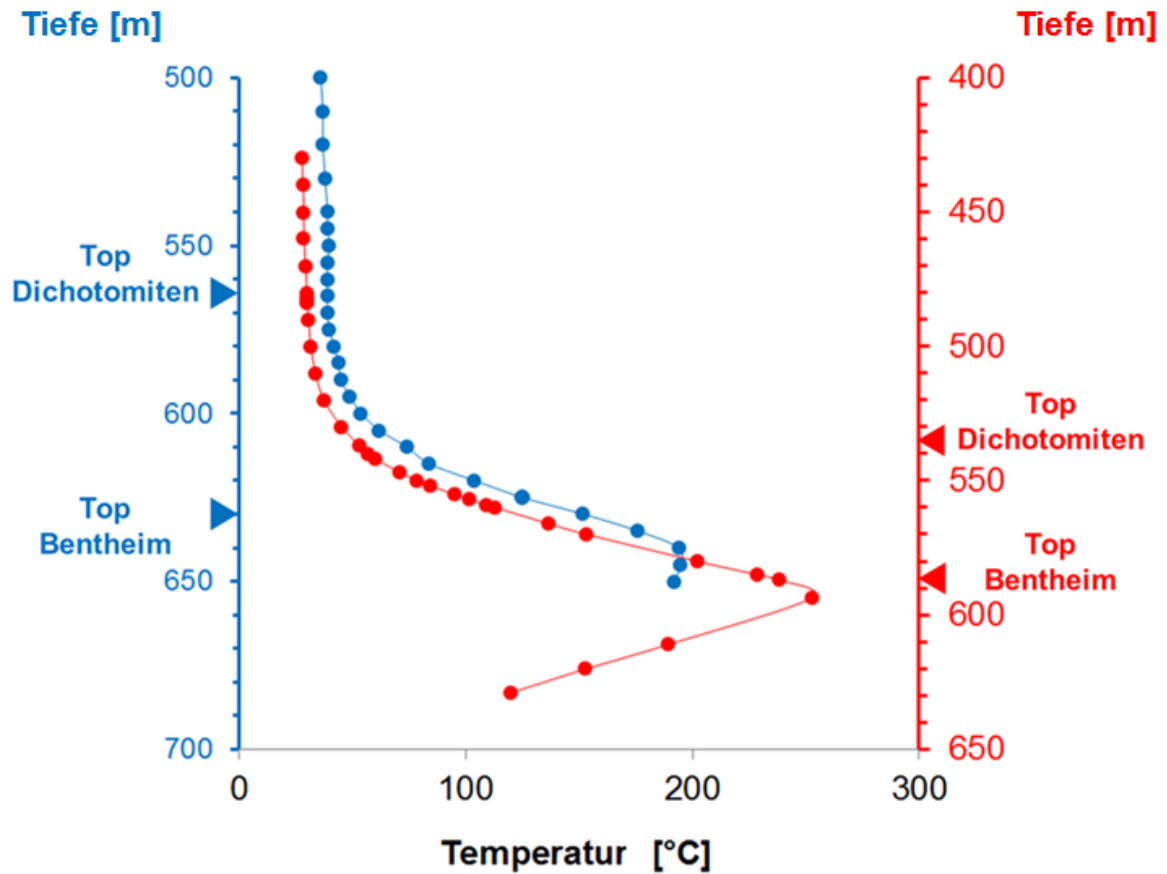


Abbildung 1.1.7-4 Vertikale Ausdehnung des temperaturbeeinflussten Bereichs



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.2. Tagesanlagen im Feld

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

1.2. Tagesanlagen im Feld

1.2.1. Umbau und Erweiterung der Station H

1.2.1.1. Einleitung

Die im Folgenden beschriebene Einzelmaßnahme ist Bestandteil des Gesamtprojektes "Erdöl aus Rühlermoor - Mit Tradition in die Zukunft" und daher im vorliegenden Rahmenbetriebsplan dargestellt. Die Zulassung des Rahmenbetriebsplans durch einen Planfeststellungsbeschluss erlaubt grundsätzlich jedoch nicht die Umsetzung.

Für die Einzelmaßnahme werden daher vor Durchführung die erforderlichen Anträge auf Gestattung gestellt.

1.2.1.1.1. Zweck der Maßnahme

Zweck des beschriebenen Umbaus ist es, die Aufbereitungskapazität der Station H zu erweitern, um die nach Umsetzung des Vorhabens größeren Mengen des produzierten Nassöls verarbeiten zu können. Darüber hinaus werden die neuen Anlagenteile für höhere Medientemperaturen ausgelegt.

1.2.1.1.2. Lokation der Maßnahme

Die Station H mit einer Gesamtfläche von augenblicklich ca. 3.000 m² befindet sich westlich der A31 in einer Entfernung von etwa 2 km südwestlich des Betriebsplatzes Rühlermoor. Sie ist über eine existierende Straße an die angrenzende Landstraße L 47 angebunden. Es verlaufen mehrere unterirdisch verlegte Rohrleitungen zwischen Station H und dem zentralen Betriebsplatz, deren Betrieb durch das Vorhaben nicht verändert wird. Die Stromversorgung erfolgt über das im Erdölfeld vorhandene Freileitungsnetz.

Im Rahmen des Projekts ist vorgesehen, das Anlagengrundstück der Station H in östlicher Richtung um eine Fläche von ca. 6.400 m² (ca. 80 m x 80 m) zu erweitern.

Siehe **Abbildung 1.2-3 Übersichtsplan Station H**

1.2.1.2. Beschreibung der Maßnahme

Im Folgenden werden der Ist-Zustand der Station H und die geplanten Modifikationen beschrieben.

In **Abbildung 1.2-1 Aufbau der Station H** ist in einem vereinfachten Fließbild die Station H mit der geplanten Erweiterung schematisch dargestellt.

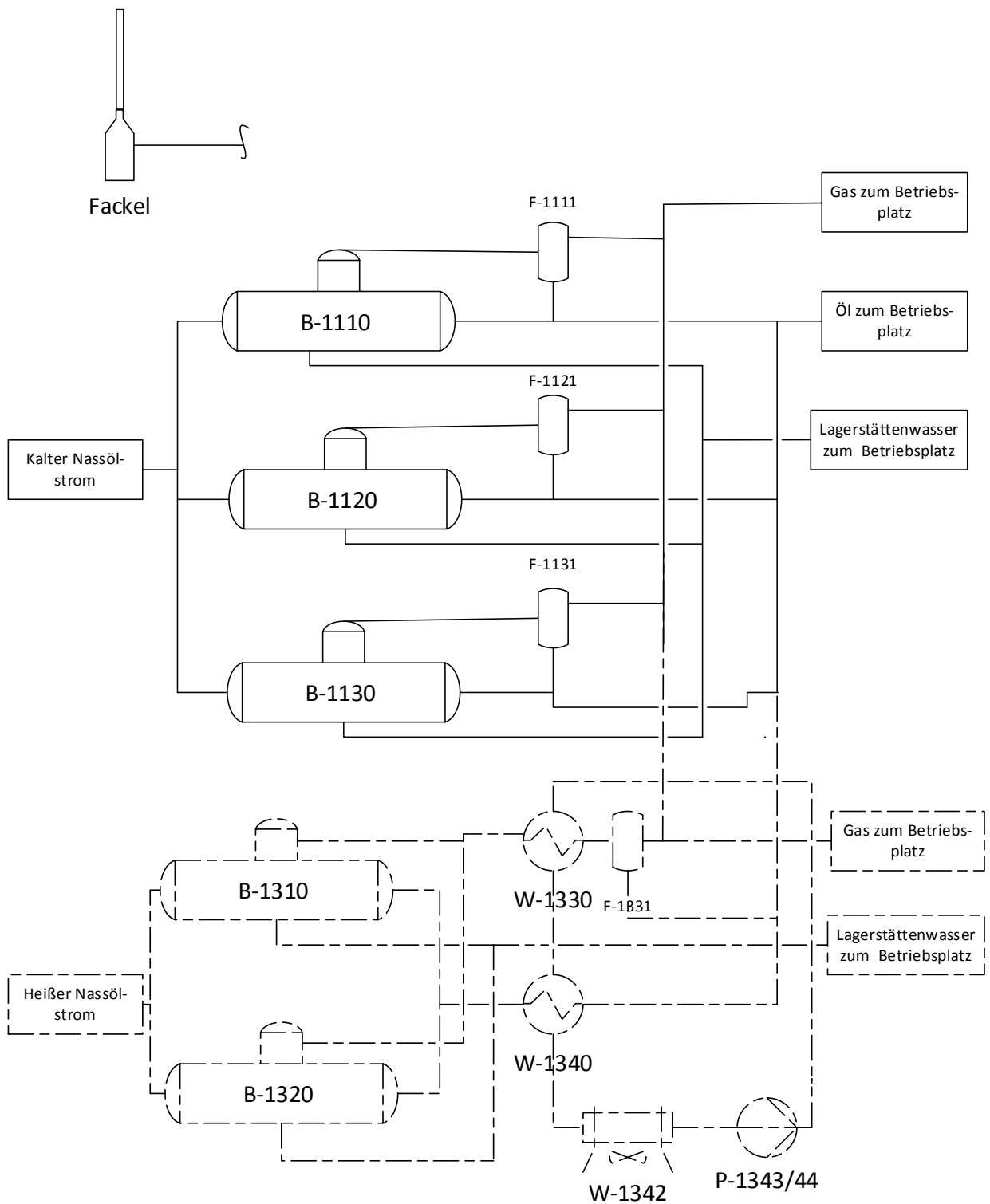


Abbildung 1.2-1 Aufbau der Station H

Schematisches Prozessfließbild der Station H, geplante Erweiterungen sind gestrichelt dargestellt

1.2.1.2.1. Ist-Zustand

Auf Station H werden die folgenden Produktionseinrichtungen für die Aufbereitung des geförderten Erdöls bereits betrieben.

Das Nassöl aus dem Erdölfeld Rühlermoor wird über die Feldleitungen zur Station H gepumpt und dort unter Überdruck in drei Separatoren (B-1110, B-1120 und B-1130) mit einem Inhalt von jeweils 100 m³ eingeleitet. In diesen als liegende Druckbehälter ausgeführten Separatoren erfolgt durch Ausnutzung der Dichteunterschiede der einzelnen Nassölbestandteile dessen Trennung in die drei Phasen Öl (Kohlenwasserstoffe), Lagerstättenwasser und Erdölgas. Diese physikalische Trennung wird zusätzlich durch mechanische Einbauten in den Separatoren unterstützt. Jedem einzelnen Separator ist ein zugehöriger Flüssigkeitsabscheider (F-1111, F-1121, F-1131) zur Entfernung von Flüssigkeitsanteilen aus dem Erdölgas nachgeschaltet. Das Kondensat aus den Flüssigkeitsabscheidern wird dem Ölstrom zugegeben.

Die derart separierten drei Medien werden über separate, unterirdisch verlegte Leitungen zum Betriebsplatz Rühlermoor transportiert.

Alle Behälter und Apparate der Station H sind zum internen Druckausgleich über ein Pendelgassystem miteinander verbunden; dieses ist an eine Hochfackelanlage angeschlossen.

Für die Anlagensicherheit der Station H und den Umweltschutz ist die Fackelanlage eine unabdingbare Ausrüstung, um das Ausströmen von unverbrannten Kohlenwasserstoffen bei Störungen des bestimmungsgemäßen Anlagenbetriebs zu verhindern.

Die Fackel wird daher ständig redundant mit Pilotgas und Spülgas aus dem im Ölfeld vorhandenen betrieblichen Gasversorgungsnetz versorgt. Die Frischluftversorgung erfolgt aus der Umgebungsluft. Die Fackel ist mit einer Sichtblende ausgerüstet, die sowohl die Lichtemissionen reduziert als auch den Wirkungsgrad der Verbrennung positiv beeinflusst.

Die Fackel wird bisher als Sicherheitseinrichtung beim Auftreten von Überdruck im Gassystem der Station H genutzt.

Außerdem befinden sich auf dem Anlagengrundstück ein Messraum in Containerbauform und ein Notstromaggregat.

1.2.1.2.2. Geplante Modifikationen

In den verfahrenstechnischen Anlagen der Station H soll zukünftig ebenfalls eine Aufbereitung der zusätzlich mit thermaler Förderung produzierten Nassöl-Mengen erfolgen. Dafür wird deren Aufbereitungskapazität durch Aufstellung von zwei neuen Separatoren mit einem Inhalt von jeweils ca. 200 m³ (B-1310, B-1320) erhöht. Den beiden Separatoren wird zur Entfernung von Flüssigkeitsanteilen aus dem Erdölgas ein gemeinsamer Flüssigkeitsabscheider F-1331 nachgeschaltet. Das Kondensat aus diesem Flüssigkeitsabscheider wird in den Ölstrom zurückgeführt.

Da sich durch die Erhöhung der Aufbereitungskapazität der Station H auch die Menge des aus der Nassölaufbereitung anfallenden Erdölgases erhöhen wird, muss zu dessen Abtransport eine zweite Gasleitung von der Station H zum Betriebsplatz installiert werden. Das aus den Abscheidern abgetrennte Lagerstättenwasser fließt durch eine ebenfalls neu zu verlegende Lagerstättenwasserleitung zum Betriebsplatz Rühlermoor.

Auch nach Realisierung des beantragten Vorhabens werden die im Bestand vorhandenen erdverlegten Rohrleitungen für den leitungsgebundenen Transport des nach der Aufbereitung separierten Erdöls und Erdölgases zum Betriebsplatz Rühlermoor weiter genutzt.

Deren Betriebstemperatur ist materialbedingt auf 50 °C begrenzt. Zur Einhaltung dieser Betriebsbedingungen werden der Gaskühler W-1330 und der Ölkühler W-1340 innerhalb eines neu aufzubauenden, geschlossenen Kühlsystems errichtet. Als Kühlmedium dient ein Wasser-Glykol-Gemisch, das mit Hilfe von zwei redundant aufgebauten Pumpen (P-1343, P-1344) zirkuliert wird. Der Wärmeaustausch erfolgt überwiegend innerhalb des Kühlsystems. Ein Teil der im Kühlkreislauf enthaltenen Wärme wird an die Umgebungsluft mit Hilfe eines Luftkühlers (W-1342) abgeführt. Dessen maximal mögliche Wärmeabgabe beträgt 1,7 MW.

Durch Optimierung des Verfahrens und des Anlagendesigns konnten die Wärmeabgabe an die Atmosphäre und der Flächenverbrauch gegenüber der ursprünglichen Konzeptplanung deutlich gesenkt werden. Hierzu sind folgende verfahrenstechnische Änderungen zur Realisierung vorgesehen:

- o Heiße und kalte Produktionsströme werden im Feld gemischt, so dass sich die max. Eingangstemperatur von ursprünglich 90 °C auf 80 °C reduziert.
- o Die neuen Ausrüstungen auf der Station H und die ebenfalls neu zu errichtende Lagerstättenwasserleitung zwischen Station H und dem Betriebsplatz Rühlermoor werden jetzt für eine höhere Temperatur (80 °C) ausgelegt, so dass die ursprüngliche Kühlung des ankommenden Rohölstroms und des abgehenden Lagerstättenwasserstroms entfallen konnte.

Konsequenz: Entfall von vorgesehenen Eingangswärmetauschern zur Kühlung des thermal produzierten Erdöls.

- o Die Kühlung der über die bestehenden, nur für 50 °C ausgelegten Rohrleitungen zum Betriebsplatz Rühlermoor abzuleitenden Öl- und Gasströme erfolgt nicht durch Wärmeabgabe über 2 separate Luftkühler. Es ist stattdessen ein geschlossenes Kühlsystem mit zwei Wärmetauschern (W-1330, W-1340) zur Wärmeabgabe im internen Kreislauf, an die in den neuen, höher belastbaren Rohrleitungen zu transportierenden Medien und nur zum geringen Teil an die Umgebungsluft vorgesehen.

Konsequenz: Auf Station H ist nur noch ein Luftkühler (W-1342) mit lokaler Wärmeabgabe erforderlich.

Alle Rohrleitungen und Behälter werden thermisch so isoliert, dass eine Oberflächentemperatur von 60°C nicht überschritten wird. Deren Wärmeabstrahlung wird dadurch auf 200-300 W/m² begrenzt. Dieser Wert entspricht etwa einem Drittel der Wärmestrahlung der Sonne an einem Sommertag. Die Abführung der Wärme über Konvektion in Verbindung mit den natürlichen Luftbewegungen (Wind) führt zu einer geringen lokalen Temperaturerhöhung im Bereich der Station H, die bereits außerhalb des Anlagengrundstücks vernachlässigbar ist.

Es ist vorgesehen, die verbindenden neuen Rohrleitungen zwischen der Bestandsanlage und den neuen Anlagenteilen auf einer oberirdischen Rohrtrasse zu installieren. Für die Aufnahme der Pendelgasleitung wird eine Rohrbrücke errichtet. Die neuen Separatoren können für Instandhaltungszwecke über eine ebenfalls neu zu errichtende Stahlbühne begangen werden. Die Stromversorgung sowie die prozesstechnische Überwachung der bestehenden und neuen Anlagenteile erfolgt aus einem neu aufzustellenden Container für Elektro-, Mess- und Regelungstechnik.

Außerdem werden an den Manifolds der Ein- und Ausgangsleitungen der Station H drei zusätzliche Anschlüsse für mobile Molchschleusen errichtet, die das Molchen der neuen

Leitungen zwischen den Fördersonden und Station H und zwischen Station H und dem Betriebsplatz Rühlermoor erlauben.

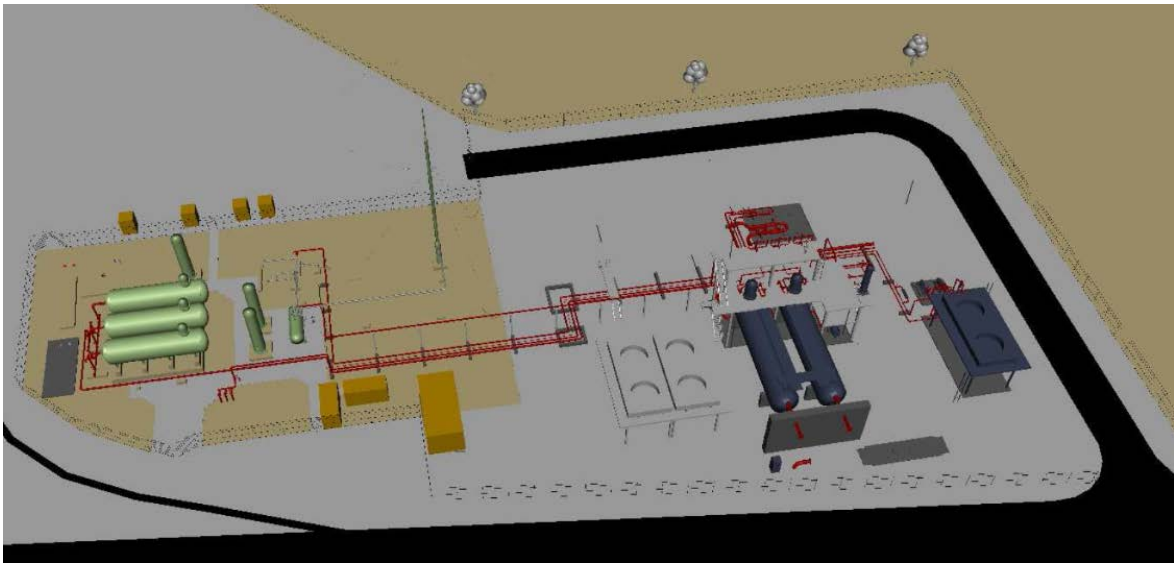


Abbildung 1.2-2 Schematische 3D-Darstellung der Station H nach erfolgter Erweiterung

1.2.1.2.3. Fackel

Die vorhandene Fackel auf der Station H soll auch nach Realisierung des beantragten Vorhabens weiter betrieben werden. Die neuen verfahrenstechnischen Anlagen werden über die Pendelgasleitung in das vorhandene Fackelsystem eingebunden. Zur Anpassung an den Stand der Technik wird eine Erneuerung des Fackelkopfes einschließlich der Pilotbrenner erforderlich. Im Ergebnis der Anpassung ergibt sich eine Verringerung des Gasverbrauchs für den Betrieb der Fackelanlage um 60 Prozent.

Neben dieser Änderung der Beschaffenheit wird auch eine Änderung der Betriebsweise dieser bisher als Notfackel genutzten Anlage vorgesehen, denn zusätzlich zu der Funktion als Notfackel bei Ansprechen von Sicherheitseinrichtungen erfolgt eine zusätzliche Nutzung dieser Fackelanlage für bedarfsweises, geplantes Abfackeln zur Entlastung von Leitungen oder Behältern für Instandhaltungs- oder Inspektionszwecke.

Die Änderung des Betriebs hat zur Folge, dass sich daraus für die Fackel der Station H eine Genehmigungspflicht im Sinne des § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes –BImSchG ergibt und zwar als Anlage zum „Abfackeln von Deponiegas oder anderen gasförmigen Stoffen, ausgenommen über Notfackeln, die nicht für den bestimmungsgemäßen Betrieb erforderlich sind“ nach Nr. 8.1.3 V des Anhangs 1 zur Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV).

Als Bestandteil dieses nach BBergG zu erstellenden, obligatorischen Rahmenbetriebsplans wird für die Änderung der Beschaffenheit und des Betriebs der Fackelanlage auf der Station H ein eigenständiger Antrag auf Genehmigung einer Anlage gemäß § 4 i.V.m. § 10 BImSchG gestellt. Dieses Antragsdokument ist Bestandteil der vorliegenden Genehmigungsunterlagen (Teil 4 Anhang 1.2.2- BImSchG-Antrag Fackel Station H).

1.2.1.3. Angaben über den Betrieb und die Überwachung

1.2.1.3.1. Betriebliche Überwachung

Sowohl die bestehenden Anlagenteile als auch die neuen Anlagenteile werden in das Prozessleitsystem integriert. Die Überwachung der Anlage erfolgt von der zentralen Messwarte am Betriebsplatz Rühlermoor. Darüber hinaus ist eine tägliche Befahrung der Station H durch EMPG Personal vorgesehen.

1.2.1.3.2. Erstmalige und Wiederkehrende Prüfungen

Die einschlägigen Vorschriften zu Prüfungen von Druckgeräten, Leitungen, Maschinen und Sicherheitstechnik werden umgesetzt. Die Prüfungen werden von den jeweils zur Prüfung berechtigten Personen (befähigte Personen, Sachkundige bzw. Sachverständige) gemäß ihrer Eignung durchgeführt. Die entsprechende Prüfdokumentation wird als Bestandteil der betrieblichen Dokumentation vorgehalten.

Alle Anforderungen zu Umfang und Zeitintervall der spezifischen erstmaligen und wiederkehrenden Prüfungen können aufgrund des Planungsstandes zum Zeitpunkt der Antragstellung nicht vollständig und abschließend ermitteln werden. Sie werden daher als Bestandteil eigenständiger Genehmigungsanträge gehandhabt bzw. gemeinsam mit später zur Zulassung vorzulegenden Anträgen auf Gestattung der Behörde vorgelegt.

1.2.1.4. Belange des Natur- und Landschaftsschutzes

Die mit dem Projekt zusammenhängenden Umweltbeeinflussungen wurden in der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) für das Gesamtprojekt „Erdöl aus Rühlermoor – Mit Tradition in die Zukunft“ als Grundlage für die Umweltverträglichkeitsprüfung untersucht und dokumentiert (Teil 4 Anhang, Abschnitt 9.1 Umweltverträglichkeitsstudie).

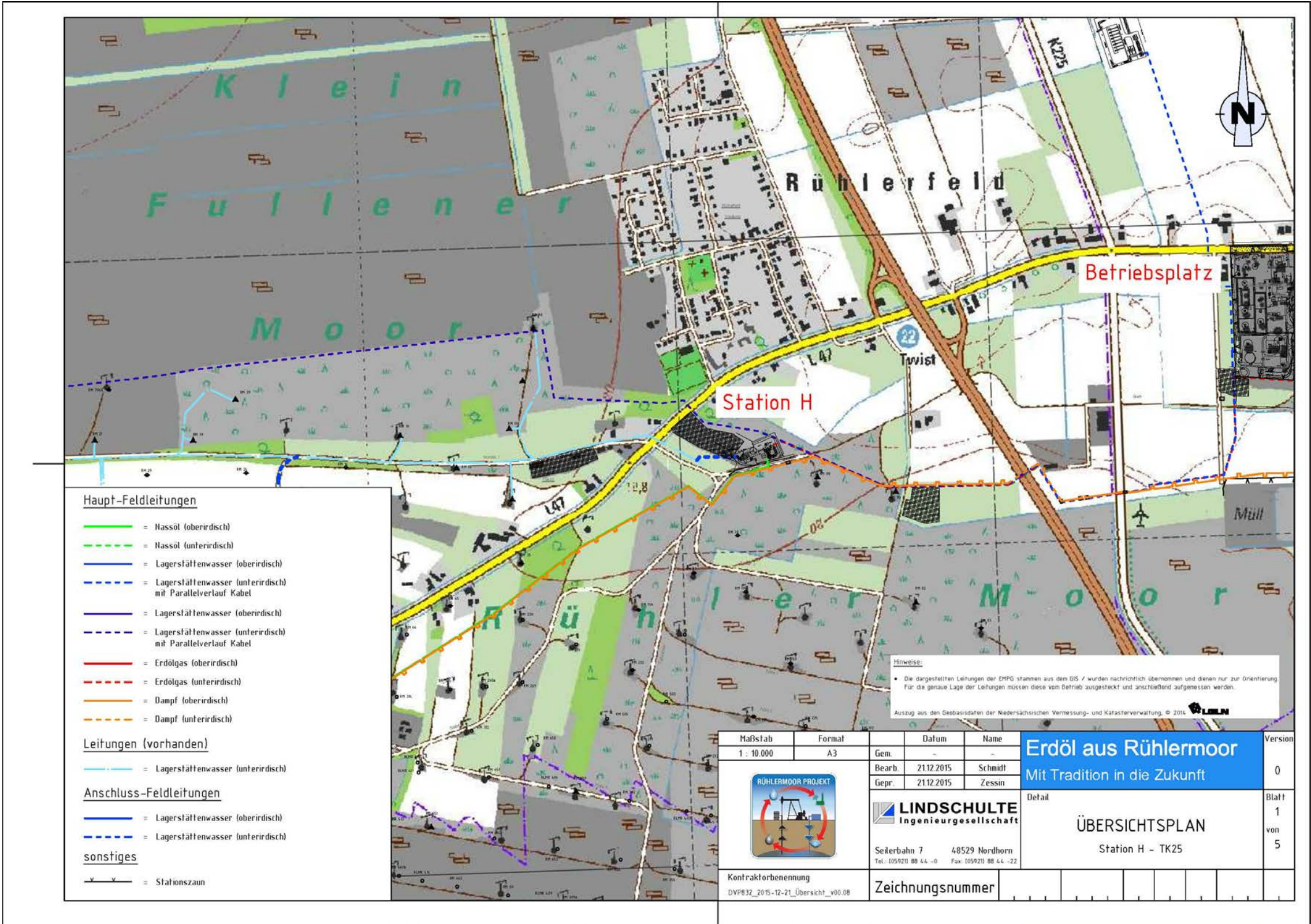


Abbildung 1.2-3 Übersichtsplan Station H

1.2.2. Fackel Station H, Antrag nach §4 BImSchG

Siehe separater Ordner:

Antrag Genehmigung gem. §4 BImSchG "Anlage zum Abfackeln von gasförmigen Stoffen auf der Sammelstelle H im Erdölfeld Rühlermoor („Fackel Station H“)"

1.2.3. Pumpstationen NW, NO

1.2.3.1. Einleitung

Die im Folgenden beschriebene Einzelmaßnahme ist Bestandteil des Gesamtprojektes "Erdöl aus Rühlermoor - Mit Tradition in die Zukunft" und daher im vorliegenden Rahmenbetriebsplan dargestellt. Die Zulassung des Rahmenbetriebsplans durch einen Planfeststellungsbeschluss erlaubt grundsätzlich jedoch nicht die Umsetzung.

Für die Einzelmaßnahmen werden daher vor Durchführung die erforderlichen Anträge auf Gestattung (inklusive ggf. erforderlicher Anträge auf Baugenehmigung) gestellt.

1.2.3.1.1. Zweck der Maßnahme

Durch die erwartete Steigerung der Lagerstättenausbeute wird sich auch die Menge des produzierten Lagerstättenwassers deutlich erhöhen. Das bei der Erdölförderung produzierte Lagerstättenwasser, das nicht zu Kesselspeisewasser aufbereitet wird (ca. 1.260 Kubikmeter pro Stunde) wird mit Hilfe von bestehenden als auch neu zu errichtenden Injektionsbohrungen zur Druckerhaltung in die Lagerstätte verpresst.

Um die Injektionskapazität zu steigern, sollen zwei neue Pumpstationen für Hochdruckpumpen errichtet werden. Im nordwestlichen Teil des Feldes wird eine Pumpstation auf einem bestehenden Platz (Lokation der verfüllten Bohrung RM Z1) errichtet. Die zweite Pumpstation für die Injektionscluster wird auf dem Clusterplatz NO1 nord-östlich des Feldes errichtet.

1.2.3.1.2. Lokation der Maßnahme

Der Standort der Pumpstation Nordost ist ca. 750m nordwestlich des Betriebsplatzes Rühlermoor geplant (siehe **Abbildung 1.2-4 Lageplan Pumpstation Nordost**).

Der Standort der Pumpstation Nordwest ist ca. 4,5 km westlich des Betriebsplatzes Rühlermoor geplant (siehe **Abbildung 1.2-5 Lageplan Pumpstation Nordwest**).

1.2.3.2. Beschreibung der Maßnahme

Im Folgenden werden der Ist-Zustand und die geplanten Modifikationen beschrieben.

1.2.3.2.1. Pumpstation Nordwest

Es ist geplant, auf dem vorhandenen Betriebsplatz der verfüllten Bohrung RM Z1 die neue Pumpstation Nordwest zu errichten, um in bestehende Bohrungen im Nordwesten des Feldes Lagerstättenwasser zu re-injizieren. Es ist vorgesehen zwei Kreiselpumpen mit einer Kapazität von jeweils ca. 300 m³/h zu installieren. Die Pumpen werden innerhalb eines Gebäudes (Containerbauweise) aufgestellt. Neben den Pumpen wird weitere Ausrüstung zur Stromversorgung (Transformator, Frequenzumrichter) und zur prozesstechnischen Überwachung der Pumpen installiert.

1.2.3.2.2. Pumpstation Nordost

Es ist geplant, auf dem Gelände des neu zu errichtenden Bohrungsclusterplatzes NO1 (siehe Teil 4 Anhang 1.1.1 Bohrungen) die neue Pumpstation Nordost zu errichten. Es ist vorgesehen vier Kreiselpumpen mit einer Kapazität von jeweils ca. 300 m³/h zu installieren. Die Pumpen werden innerhalb eines Gebäudes (Containerbauweise) aufgestellt. Neben den Pumpen wird weitere Ausrüstung zur Stromversorgung (Transformator, Frequenzumrichter) und zur prozesstechnischen Überwachung der Pumpen installiert.

1.2.3.3. Angaben über den Betrieb und die Überwachung

Sowohl die bestehenden Anlagenteile als auch die neuen Anlagenteile werden in das Prozessleitsystem integriert. Die Überwachung der Anlage erfolgt von der zentralen Messwarte am Betriebsplatz Rühlermoor. Die Einbindung dieses Objektes in das Überwachungskonzept wird zur gegebenen Zeit durch Nachtrag zum Hauptbetriebsplan beschrieben.

1.2.3.4. Belange des Natur- und Landschaftsschutzes

Die mit dem Projekt zusammenhängenden Umweltbeeinflussungen wurden in der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) für das Gesamtprojekt „Erdöl aus Rühlermoor – Mit Tradition in die Zukunft“ als Grundlage für die Umweltverträglichkeitsprüfung untersucht und dokumentiert (Teil 4 Anhang, Abschnitt 9.1 Umweltverträglichkeitsstudie).

Abbildungen:

Abbildung 1.2-4 Lageplan Pumpstation Nordost

Abbildung 1.2-5 Lageplan Pumpstation Nordwest

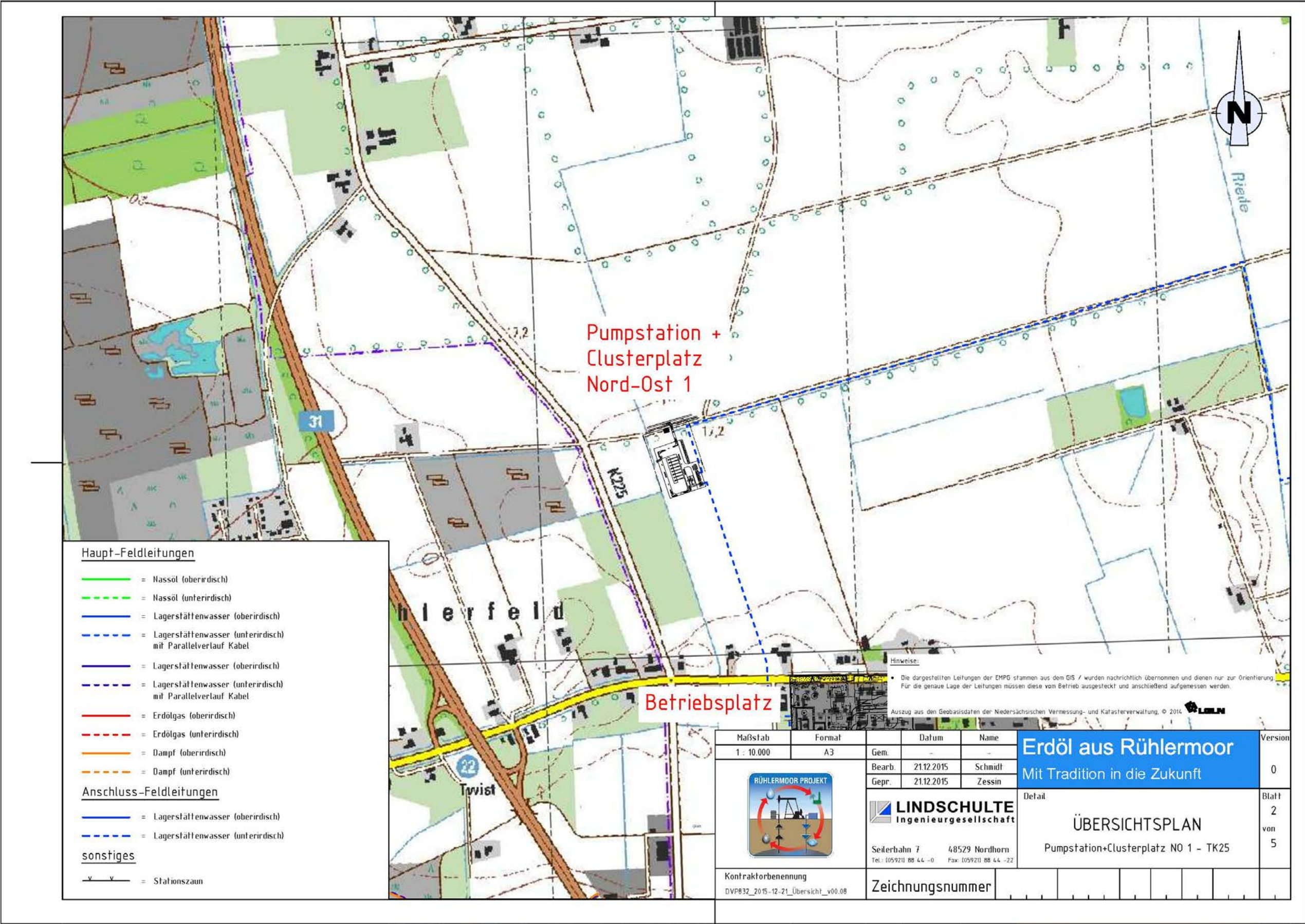


Abbildung 1.2-4 Lageplan Pumpstation Nordost

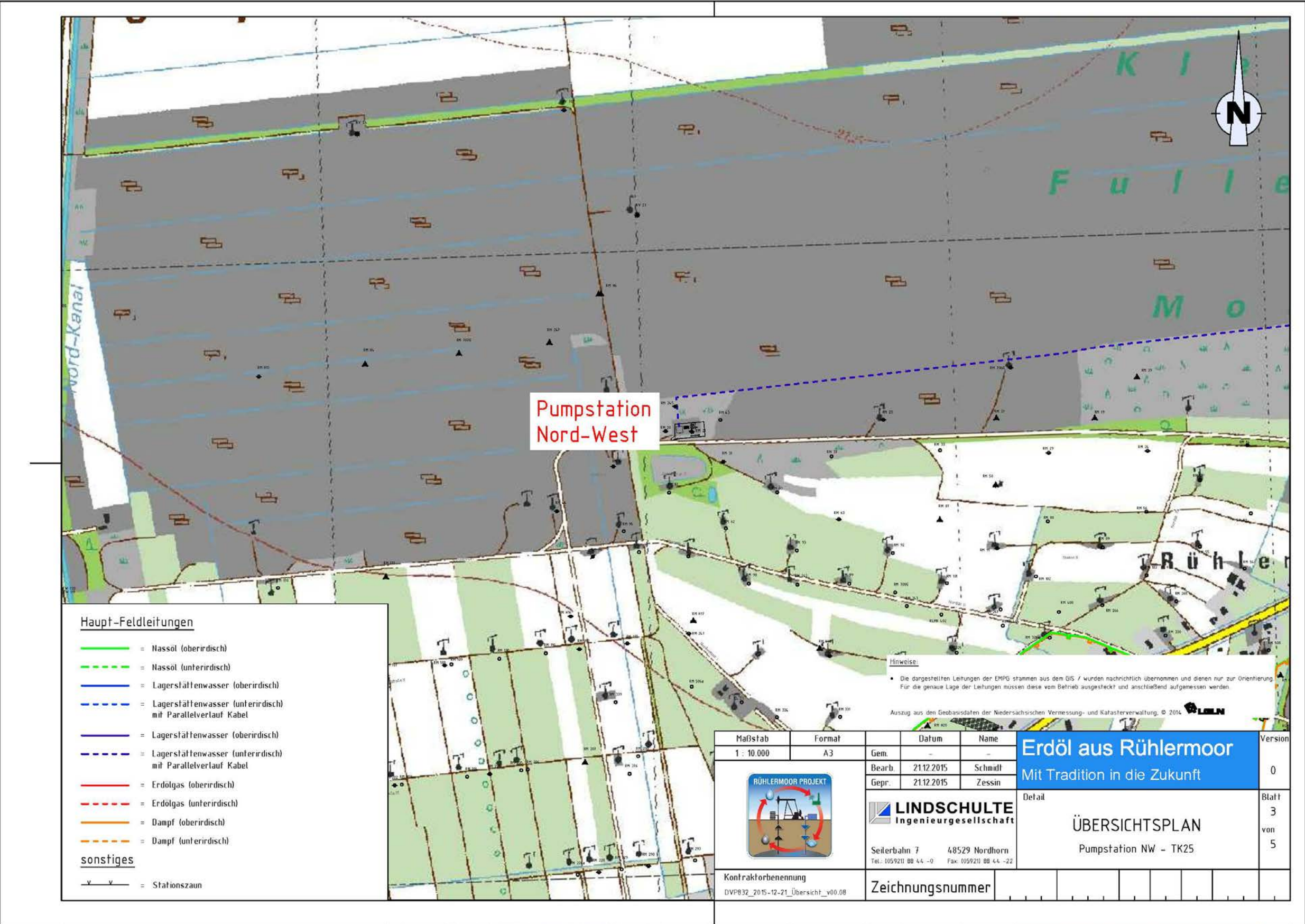


Abbildung 1.2-5 Lageplan Pumpstation Nordwest



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.3. Leitungen

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

1.3. Leitungen

1.3.1. Haupt-Feldleitung Dampf

Siehe separater Ordner:

Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 350 / 300 / PN 150 Haupt-Feldleitung zum Transport von Dampf von der KWK-Anlage Rühlermoor zu den Sondenplätzen RM 680 und RM 332a

1.3.2. Haupt-Feldleitung Nassöl

Siehe separater Ordner:

Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 500 / 350 / PN 20 Haupt-Feldleitung zum Transport von Nassöl von den Sondenplätzen RM 680 und RM 332a zur Station H

1.3.3. Haupt-Feldleitung Lagerstättenwasser

Siehe separater Ordner:

Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 500 / PN 10 Haupt-Feldleitung zum Transport von Lagerstättenwasser von der Station H zum Erdölförderbetriebsplatz Rühlermoor

1.3.4. Haupt-Feldleitung Erdölgas

Siehe separater Ordner:

Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 200 / PN 10 Haupt-Feldleitung zum Transport von Erdölgas von der Station H zur KWK-Anlage Rühlermoor

1.3.5. Haupt-Feldleitung Lagerstättenwasser

Siehe separater Ordner:

Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 300 / PN 16 Haupt-Feldleitung zum Transport von Lagerstättenwasser vom Erdölförderbetriebsplatz Rühlermoor zur zentralen Pumpstation Nord West

1.3.6. Haupt-Feldleitung Lagerstättenwasser

Siehe separater Ordner:

Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 400 / PN 16 Haupt-Feldleitung zum Transport von Lagerstättenwasser vom Erdölförderbetriebsplatz Rühlermoor zur zentralen Pumpstation Nord Ost

1.3.7. Anschluss-Feldleitungen

1.3.7.1. Einleitung

Die im Folgenden beschriebene Einzelmaßnahme ist Bestandteil des Gesamtprojektes "Erdöl aus Rühlermoor - Mit Tradition in die Zukunft" und daher im vorliegenden Rahmenbetriebsplan dargestellt. Die Zulassung des Rahmenbetriebsplans durch einen Planfeststellungsbeschluss erlaubt grundsätzlich jedoch nicht die Umsetzung.

Für die Einzelmaßnahmen werden daher vor Durchführung die erforderlichen Anträge auf Gestattung gestellt.

1.3.7.1.1. Zweck der Maßnahme

Für die Fortführung der Erdölförderung im Bereich des Zentralfeldes Rühlermoor ist es erforderlich, Anschluss-Feldleitungen für Dampf, Nassöl und Lagerstättenwasser zu errichten.

1.3.7.1.2. Lokation der Maßnahme

Der Planungsraum für die Anschluss-Feldleitungen befindet sich im Erdölfeld Rühlermoor, in der Nähe der A 31, Anschlussstelle Twist, nördlich und südlich der Landesstraße L 47. Maximale Ausdehnung des Feldes von der Anschlussstelle Twist aus:

Ca. 1,5 km nach Norden / 1,5 km nach Süden / 2,5 km nach Osten / 5 km nach Westen.

Siehe **Abbildung 1.3-1 Übersichtsplan Anschluss-Feldleitungen**

1.3.7.2. Beschreibung der Maßnahme

Ziel der Baumaßnahmen ist es, sowohl die Anschluss-Feldleitungen für Nassöl von den Sonden zur Hauptsammelfeldleitung, als auch die Anschluss-Feldleitungen für Dampf von der Hauptverteilerfeldleitung im Zentralfeld Rühlermoor zu den Dampfinjektoren zu erstellen und bestehende Systeme schrittweise zu ersetzen.

Weiterhin sollen Anschluss-Feldleitungen für Lagerstättenwasser von den neu zu errichtenden Pumpstationen Nordwest und Nordost zu den bestehenden sowie neu zu erstellenden Injektoren verlegt werden.

Ein Überblick der Anschluss-Feldleitungen kann aus der **Abbildung 1.3-1 Übersichtsplan Anschluss-Feldleitungen** entnommen werden.

Der Bau dieser Leitungen ist für den Zeitraum 2019-2027 geplant.

1.3.7.2.1. Ist-Zustand

Im Planungsraum dieser Maßnahme befinden sich neben Moor- und Torfabbaugebieten die bisher für die Ölförderung eingesetzten Leitungen und weitere für die Ölförderung eingesetzte Anlagen und technische Einrichtungen. Diese sind im Hauptbetriebsplan bzw. in den jeweiligen Sonderbetriebsplänen näher beschrieben.

1.3.7.2.2. Geplante Modifikationen

Die Planung und der Bau der neuen Anschluss-Feldleitungen erfolgt nach den geltenden Rechtsvorschriften und Technischen Regeln.

Die geplanten Feldleitungstrassen orientieren sich weitgehend an den im Planungsraum bereits vorhandenen Feldleitungstrassen entlang der bestehenden Straßen, Wege und Pütten.

Die Leitungen werden überwiegend oberirdisch verlegt. Dies gilt auch für die Kreuzung von Gräben.

Für Kreuzungen mit asphaltierten Straßen werden die Leitungen in bestimmten Abschnitten erdverlegt ausgeführt. Die Erstellung der Kreuzungsbauwerke erfolgt mittels Rammen oder in geschlossener Bauweise mittels Pressbohrverfahren/ Pressverfahren.

Entsprechende Kreuzungsanträge werden mit den für die Maßnahme erforderlichen Anträgen auf Gestattung gestellt werden.

Für die ggf. erforderliche Bauwasserhaltung werden entsprechende wasserrechtliche Anträge gestellt.

1.3.7.2.3. Technische Daten

Die Anschluss-Feldleitungen sind wie nachfolgend aufgeführt geplant.

<i>Medium</i>	<i>Gesamtlänge</i>	<i>Abmessungen</i>	<i>Druckstufen</i>
Dampf	ca. 10 km	DN 80/100/150/200	PN 150
Nassöl	ca. 20 km	DN 80/100/150/200/250	PN 20
Lagerstättenwasser	ca. 5,0 km	DN 80/100/150/200	PN 84

1.3.7.2.4. Arbeitsstreifen, Schutzstreifen und Wegerechte

Während der Bauphase wird in Abhängigkeit der örtlichen Verhältnisse entlang der Feldleitungstrasse ein Arbeitsstreifen in nachstehender Breite benötigt:

Acker und Grünland	ca. 25 m
Wald	ca. 16 m
Gehölzstreifen	ca. 10 m
Moor-/ Abtorfungsflächen	ca. 30 m

Planung und Bau der Anschluss-Feldleitungen erfolgen dabei gemäß der „Technischen Regel für Rohrfernleitungen (TRFL)“. Entsprechend des Regelwerks werden die Schutzstreifen der Anschluss-Feldleitungen ausgewiesen, in denen keine Gebäude errichtet und keine leitungsgefährdenden Maßnahmen durchgeführt werden dürfen und die von tiefwurzelnden Gehölzen frei zu halten sind.

Für die Trassen der Anschluss-Feldleitungen außerhalb der Betriebsgelände von ExxonMobil Production Deutschland GmbH erfolgt vor Baubeginn die Einholung der erforderlichen Wegerechte.

1.3.7.3. Angaben über den Betrieb und die Überwachung

1.3.7.3.1. Korrosionsschutz

Aufgrund der oberirdischen Verlegung der Anschluss-Feldleitungen wird entsprechend der Technischen Regel für Rohrfernleitungen ein passiver Schutz gegen Außenkorrosion eingesetzt.

Die Überprüfung des passiven Korrosionsschutzes sowie die Dokumentation der Wirksamkeit werden von der installierenden Fachfirma durchgeführt.

1.3.7.3.2. Betriebliche Überwachung

Die Trassen der bestehenden Anschluss-Feldleitungen im Zentralfeld Rühlermoor sowie in den angrenzenden Bereichen werden gemäß dem durch die Bergbehörde genehmigten Überwachungsplan befliegen. Die Ergebnisse der Befliegungen werden dokumentiert. Nach Inbetriebsetzung der neuen Leitungen bzw. Leitungsabschnitte wird dieses bewährte Überwachungskonzept auf die neuen Leitungsanlagen ausgedehnt.

Für die Anschluss-Feldleitungen ist ein Druckabsicherungssystem vorgesehen. Dafür werden die Leitungen in mehrere Abschnitte unterteilt. In jedem Leitungsabschnitt werden Druckmessstellen installiert, die über Drucksensoren den Max- und Min- Druck kontinuierlich überwachen. Bei Druckveränderungen, z.B. durch eine Leckage, wird der betroffene Leitungsabschnitt vom Gesamtsystem getrennt und der weitere Medienzufluss wird gestoppt. Es werden zu diesem Zweck automatisch angesteuerte Absperrarmaturen eingesetzt, die durch mechanische Energiespeicherung auch bei Verlust der Hilfs-Energie federkraftschließend in ZU- Position fahren können. Somit wird gewährleistet, dass die Anschluss-Feldleitungen jederzeit in einen sicheren Zustand überführt werden können.

An eigens dafür vorgesehenen Lokationen können darüber hinaus die einzelnen Abschnitte der jeweiligen Anschluss-Feldleitungen für Nassöl, Lagerstättenwasser und Dampf gezielt abgesperrt / eingeblockt und wenn nötig kontrolliert entlastet werden.

Die Betriebsbedingungen der Anschluss-Feldleitungen Nassöl, Lagerstättenwasser und Dampf werden kontinuierlich überwacht. Dazu werden an geeigneten Stellen Messgeräte installiert.

Im Prozessleitsystem laufen alle für den Betrieb der Anschluss-Feldleitungen notwendigen Signale und Statusmeldungen zusammen. Beispiele der übermittelten Daten sind Volumenströme und Temperaturen der Prozessmedien (Nassöl, Dampf, Wasser) bzw. Druckdifferenzen und Vergleichsmessungen des Leckage-Detektionssystems. Somit hat der Operator in der Leitwarte einen Gesamtüberblick über Eingang und Ausgang der Stoffströme, sowie über die aktuellen Temperaturen und Drücke, und kann bei Bedarf über die ferngesteuerten, mit elektrischen Antrieben ausgerüsteten Armaturen eingreifen. Darüber hinaus werden im Fall unvorhergesehener Unter- bzw. Überschreitung der im Prozessleitsystem eingestellten Grenzwerte automatisch die entsprechenden Leitungsabschnitte abgesperrt.

1.3.7.3.3. Wiederkehrende Prüfungen

Die Anschluss-Feldleitungen werden entsprechend der „Technischen Regel für Rohrfernleitungen“ (TRFL) alle 5 Jahre einer wiederkehrenden Prüfung unterzogen. Zur Ermittlung von Bezugswerten erfolgt kurz nach der ersten Inbetriebnahme bei Erreichen

eines stabilen Betriebszustandes oder innerhalb der ersten 2 Betriebsjahre eine sogenannte Erstmessung.

Die für die Sicherheit wesentlichen Betriebseinrichtungen werden gemäß § 5 BVOT Nds. i.V. m. Nr. 17 der Anlage zu dieser Verordnung geprüft.

1.3.7.4. Belange des Natur- und Landschaftsschutzes

Für die Anschlussleitungen wäre eine allgemeine Vorprüfung des Einzelfalles gemäß § 3 c UVPG i.V.m. der Anlage 1 Ziffer 19.3.2 und 19.7.1 zum UVPG durchzuführen.

Die mit dem Projekt zusammenhängenden Umweltbeeinflussungen wurden jedoch bereits in der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) für das Gesamtprojekt „Erdöl aus Rühlermoor – Mit Tradition in die Zukunft“ als Grundlage für die Umweltverträglichkeitsprüfung untersucht und dokumentiert (Teil 4 Anhang, Abschnitt 9 Umweltverträglichkeitsstudie).

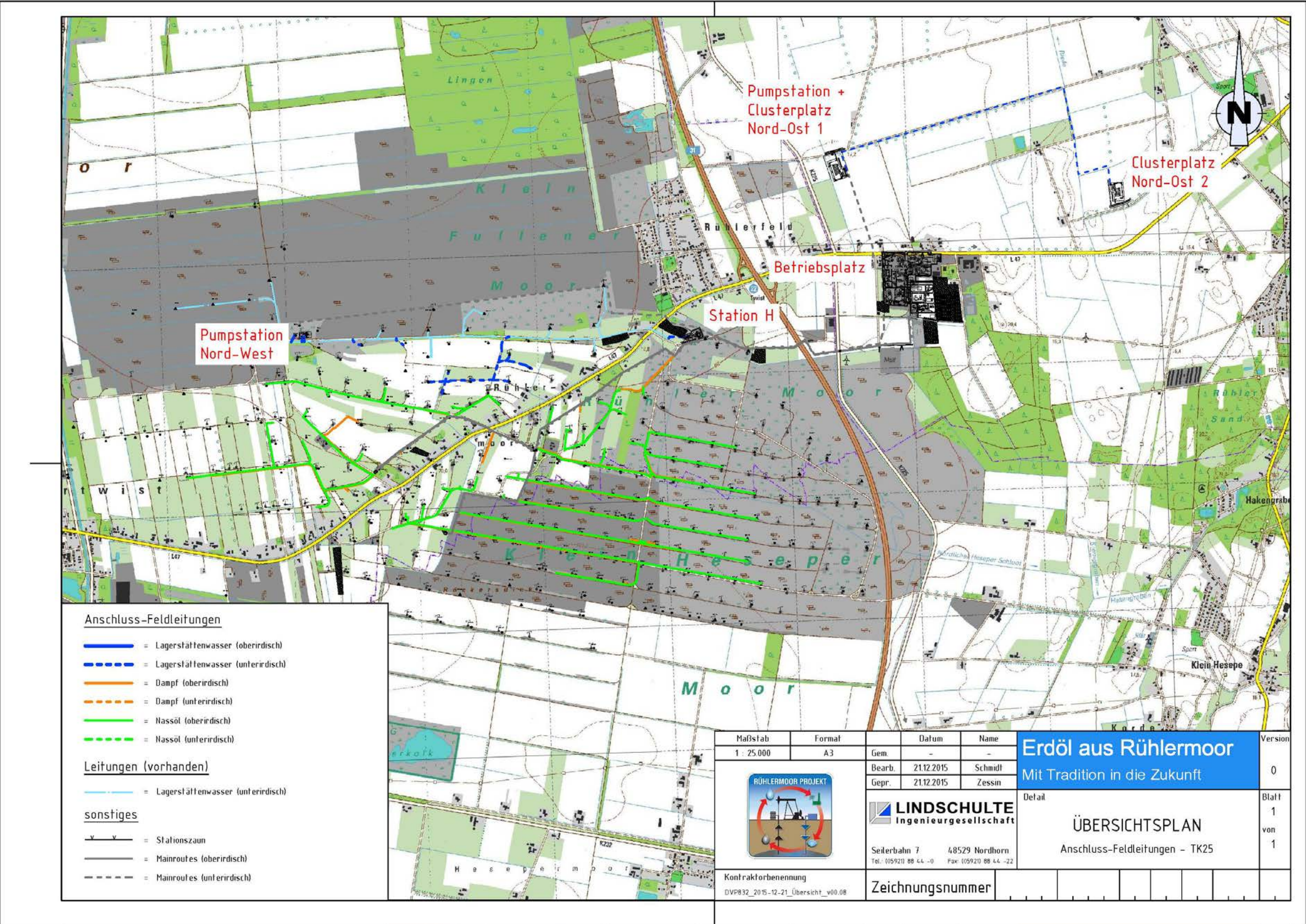


Abbildung 1.3-1 Übersichtsplan Anschluss-Feldleitungen



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.4. Umbau Betriebsplatz

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

1.4. Umbau Betriebsplatz

1.4.1. Einleitung

Die nachfolgenden Darstellungen sind ausschließlich erläuternder Natur und dienen allein der Gesamtbeurteilung des Vorhabens: „Erdöl aus Rühlermoor- Mit Tradition in die Zukunft“. Für die Zulassung des Betriebsplatzumbaus werden separate Anträge eingereicht. Hintergrund für dieses Vorgehen ist, dass für die Zulassung des Betriebsplatzumbaus weder eine Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung noch einer allgemeinen Vorprüfung besteht. Gem. § 52 IIa S. 1 BBergG besteht somit keine Pflicht den Betriebsplatzumbau im Rahmen eines obligatorischen Rahmenbetriebsplanzulassungsverfahrens zu genehmigen. Im Übrigen erfüllt der Umbau des Betriebsplatzes auch keinen Tatbestand, der eine Konzentrationswirkung gem. §§ 1 Nds. VwVfG i.V.m. 75 I S. 1 VwVfG auslöst.

1.4.1.1. Zweck der Maßnahme

Zweck der Maßnahme ist es, die Kapazität der Anlagen zur Verarbeitung von Rohöl und Lagerstättenwasser zu erweitern, da im Rahmen des Projektes mit Erhöhung der Rohöl- und Lagerstättenwassermengen gerechnet wird. Darüber hinaus werden Anschlüsse und Leitungen für den Austausch einzelner Stoffströme mit der, auf dem Nachbargrundstück geplanten, KWK-Anlage installiert.

1.4.1.2. Lokation der Maßnahme

Der Betriebsplatz Rühlermoor befindet sich unmittelbar an der L 47, ca. 500m von der BAB 31 entfernt (siehe **Abbildung 1.4-2 Lageplan Betriebsplatz Rühlermoor**)

Auf dem Betriebsplatz Rühlermoor befinden sich die obertägigen Betriebsanlagen zur Erdölaufbereitung, Zwischenlagerung und Verpumpung des geförderten Erdöls sowie Service-, Instandhaltungs- und Verwaltungseinrichtungen (Werkstätten, Sozial- und Verwaltungsgebäude, Magazin). Der Standort hat derzeit eine Gesamtfläche von ca. 85.000 m².

1.4.2. Beschreibung der Maßnahme

Im Folgenden werden der Ist-Zustand und die geplanten Modifikationen beschrieben.

Eine schematische Darstellung der wichtigsten Anlagenteile auf dem Betriebsplatz ist in **Abbildung 1.4-1 Schematisches Prozessfließbild Betriebsplatz Rühlermoor nach dem Umbau** dargestellt.

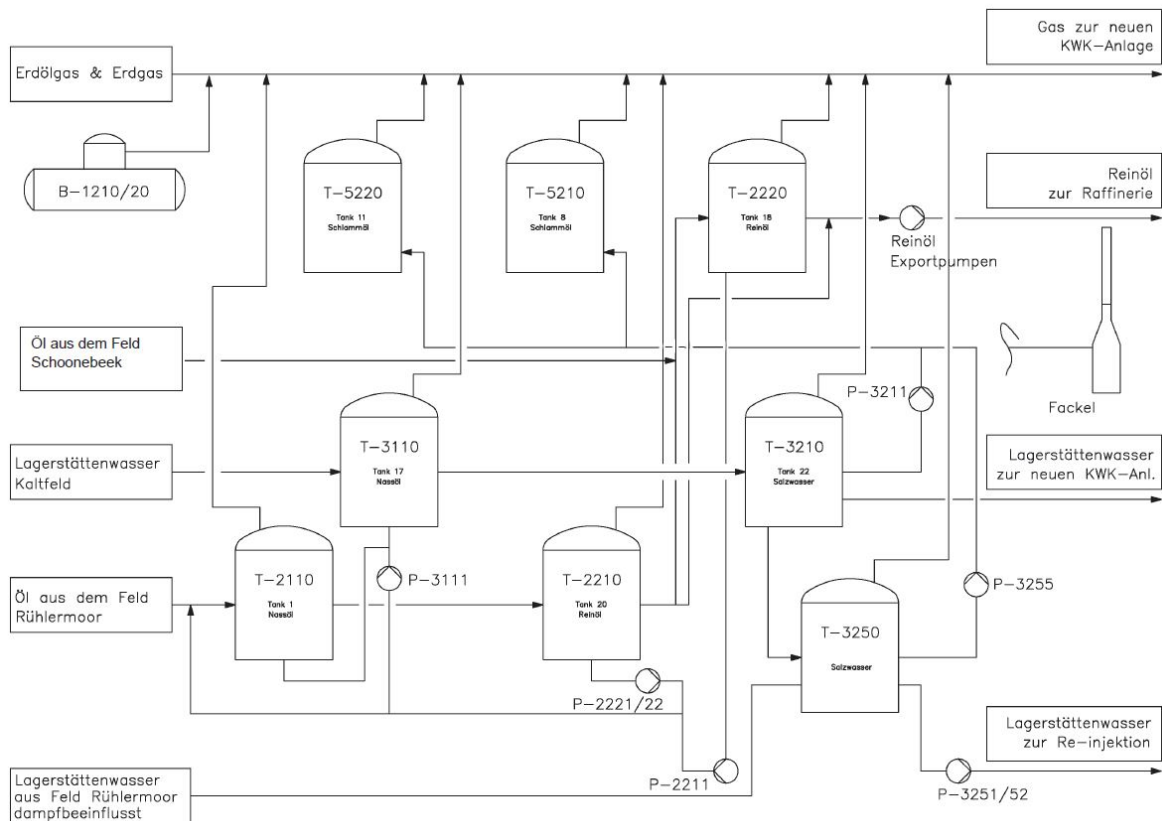


Abbildung 1.4-1 Schematisches Prozessfließbild Betriebsplatz Rühlermoor nach dem Umbau

(nicht alle Prozessströme sind dargestellt)

1.4.2.1. Ist-Zustand

Auf dem zentralen Betriebsplatz befinden sich derzeit sieben Tanks für die Ölaufbereitung, den Export des Reinöles sowie zur Bereitstellung von Lagerstättenwasser zur Injektion.

- „Nassöltank“ T-2110 (T-1) mit einem Volumen von 3.500 m³
- „Nassöltank“ T-3110 (T-17) mit einem Volumen von 5.000 m³
- „Reinöltank“ T-2210 (T-20) mit einem Volumen von 5.000 m³
- „Reinöltank“ T-2220 (T-18) mit einem Volumen von 5.000 m³
- „Salzwassertank“ T-3210 (T-22) mit einem Volumen von 10.000 m³
- „Schlammöltank“ T-5210 (T-8) mit einem Volumen von 500 m³
- „Schlammöltank“ T-5220 (T-11) mit einem Volumen von 200 m³

Die Tanks sind miteinander über ein Rohrleitungsnetz mit verschiedenen Pumpen verbunden. Reinöltanks werden mit Dampf beheizt, um die notwendigen Verpumpungstemperaturen der Öle zu gewährleisten, gleichzeitig wird Wärme zur Restwasserabscheidung genutzt.

Außerdem wird auf dem Betriebsplatz Reinöl aus dem Ölfeld Schoonebeek über die Schoonebeek Ölfeld-Messstation mit einer Molchschleuse und einer Probenahmestelle übernommen. Das Reinöl aus dem Ölfeld Schoonebeek wird in Tank T-2210 oder Tank T-2220 geleitet und mit dem Rühlermoor Öl gemischt.

Darüber hinaus befinden sich an dem Standort zwei Dreiphasenseparatoren (B1210/20) zur Dreiphasentrennung des Nassöls vom Ölfeld Meppen/Schwefingen. Die weitere Aufbereitung der drei Phasen erfolgt ebenfalls auf dem zentralen Betriebsplatz.

Gaskondensat aus dem Gaspendelsystem wird im unterirdischen Gaskondensatbehälter B-4120 gesammelt und in den Nassöltank T-2110 verpumpt.

Die Dampferzeugung auf dem Betriebsplatz erfolgt derzeit mit zwei vorhandenen Dampfkesseln mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von weniger als 20 MW. Die Gasversorgung der vorhandenen Kessel erfolgt mit Erdölgas aus dem Ölfeld Bramberge. Das Dampfkondensat von den Dampfverbrauchern (Heizschlangen, Wärmetauscher) wird in der Dampfkondensat Aufbereitungsanlage gesammelt und zu der Dampfkesselanlage zur Wiederverwendung transportiert.

Auf dem Betriebsplatz befindet sich eine Hochfackel zum Verbrennen anfallender Gase bei Betriebsstörungen. Für die Fackel liegt eine nachträgliche Anordnung des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie gemäß §17 BImSchG vor (Az. W 6338 A-U-I-2007-002 vom 24.09.2007).

1.4.2.2. Geplante Modifikationen

Zurzeit erfolgt die Ölsreinigung auf dem Betriebsplatz in den beiden Tanks T-2110 und T-3110. Dabei wird der Tank T-2110 (Tank 1) als Ölentwässerungstank und der Tank T-3110 (Tank 17) als Salzwasserreinigungstank benutzt. Nach der Reinigung im Tank T-2110 wird das Rohöl durch einen Rohrwärmetauscher in den Reinöltank T-2210 oder T-2220 geleitet. Das gereinigte Wasser aus dem Tank T-3110 wird in den Salzwassertank T-3210 geleitet aus dem es dann zur Injektion im Feld entnommen wird.

Nach Umsetzung des Projektes wird die Durchflussrate von erzeugtem Nassöl ansteigen, so dass die Entwässerungskapazität von Tank T-2110 nicht mehr ausreichend ist. Aus diesem Grund soll zukünftig die Dehydration des Nassöls in zwei Schritten in den beiden Tanks T-2110 und T-2210 erfolgen. Um die zusätzlichen Mengen an Lagerstättenwasser aus diesen Tanks abpumpen zu können, wird parallel zur existierenden Pumpe P-2221 eine weitere Pumpe P-2222 mit einer Förderleistung von bis zu 10 m³/h installiert.

Die Mischung des Reinöls mit dem Reinöl aus dem Feld Schoonebeek erfolgt zukünftig erst nach der zweiten Entwässerungsstufe hinter dem Tank T-2210. Das gemischte Reinöl wird im Tank T-2220 gesammelt.

Der Lagerstättenwassertank T-3210 wird zukünftig als Vorlagebehälter für die Erzeugung von Kesselspeisewasser verwendet. Überschüssiges Lagerstättenwasser kann in den Tank T-3250 übergespeist werden.

Das Lagerstättenwasser vom dampfbeeinflussten Nassölstrom wird in einem neu zu errichtenden Tank (T-3250) mit einem Inhalt von ca. 12.000 m³ gesammelt. Dieser Tank wird auf der Südostseite des Betriebsplatzes südlich des vorhandenen Tanks T-3210 (Tank 22) errichtet. Der neue Tank T-3250 wird doppelwandig ausgeführt, die maximale Temperatur des in dem Tank gesammelten Lagerstättenwassers liegt bei 75°C. Der Tank wird an das Pendelgassystem angeschlossen. Das Wasser aus T-3250 wird mit zwei neu zu installierenden Pumpen P-3251/52 (eine in Betrieb und eine in Stand-by) mit einer maximalen Kapazität von jeweils ca. 1.500 m³/h zu den Wasserinjektionsstellen im Süd-, Nordwest- und Nordostfeld verpumpt. Das aufschwimmende Öl auf dem Tank T-3250 wird mit Hilfe einer Schwimmsauganlage und einer neuen Abskimmpumpe P-3255 zu den Schlammöltanks T-5210/20 gefördert.

Das anfallende Erdölgas sowie die weiteren auf dem Betriebsplatz anfallenden Gasströme werden über Rohrleitungen zur Gasaufbereitungsanlage der geplanten KWK-Anlage geleitet.

Außerdem werden zwei neue Dampfkondensatpumpen P-6532/33 mit einer Förderleistung von jeweils bis zu 10 m³/h installiert, die das anfallende Dampfkondensat qualitätsabhängig in den Tank T-3610 (Kesselspeisewasser) oder den Tank T-3250 (Lagerstättenwasser) fördern.

Im Südwesten des bestehenden Betriebsplatzes wird ein Anschluss für eine mobile Molchschleuse errichtet. Sie dient zum Molchen der neuen Gas-, Dampf- und Lagerstättenwasserleitungen vom Betriebsplatz ins Feld Rühlermoor

1.4.3. Angaben über den Betrieb und die Überwachung

1.4.3.1. Betriebliche Überwachung

Sowohl die bestehenden Anlagenteile als auch die neuen Anlagenteile werden in das Prozessleitsystem integriert. Die Überwachung der Anlage erfolgt von der zentralen Messwarte am Betriebsplatz Rühlermoor.

1.4.3.2. Wiederkehrende Prüfungen

Alle einschlägigen Vorschriften zur Prüfungen von Druckbehältern, Leitungen, Maschinen und Sicherheitstechnik werden umgesetzt. Die Prüfungen werden von Sachverständigen abgenommen. Weitere Informationen zu Umfang und Zeitintervall einzelner wiederkehrender Prüfungen werden in den Hauptbetriebsplan aufgenommen.

1.4.4. Belange des Natur- und Landschaftsschutzes

Die mit dem Projekt zusammenhängenden Umweltbeeinflussungen sind bereits in der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) für das Gesamtprojekt „Erdöl aus Rühlermoor – Mit Tradition in die Zukunft“ als Grundlage für die Umweltverträglichkeitsprüfung untersucht und dokumentiert worden (Teil 4 Anhang, Abschnitt 9.1 Umweltverträglichkeitsstudie).

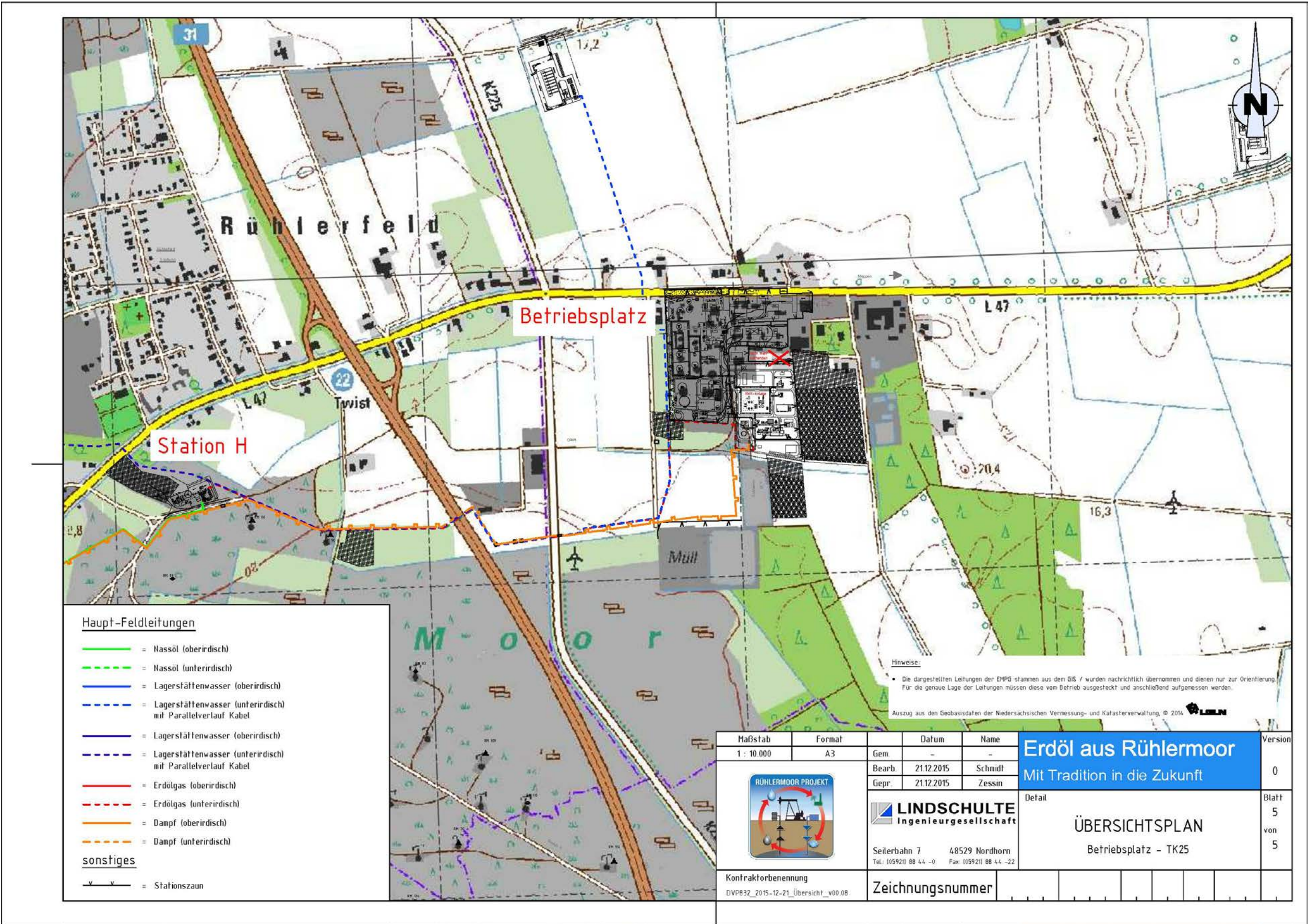


Abbildung 1.4-2 Lageplan Betriebsplatz Rührlermoor



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.5. Antrag KWK und Nebenanlagen

Verweis: siehe separate Ordner: „Teil 4 Anhang 1.5 Antrag gemäß §4 BImSchG – Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Energieerzeugung nach dem Prinzip der Kraft-Wärmekopplung, einschl. zugehöriger Nebenanlagen am Standort Rühlermoor („KWK-Anlage Rühlermoor“)

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

1.6. Infrastruktur

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

1.6. Infrastruktur

1.6.1. Einleitung

Die Beschreibung der Infrastruktur für das Projekt Rühlermoor umfasst die Bereiche Straßen, Schienenwege, Parkplätze für die Baustellenbereiche

- KWK-Anlage
- Erweiterung bestehender Betriebsplatz, EMPG Betriebsstelle Meppen, Hauptstraße 5
- Station H
- Wasserinjektionen Nordost und Nordwest
- Feldesbereich.

Ebenfalls eingeschlossen ist die Beschreibung der Anbindung der Neuanlagen an das 110-kV-Stromnetz (Betreiber Fa. Westnetz), das Erdgasversorgungsnetz (Betreiber Fa. Erdgas Münster) sowie die Abwasseranbindung der KWK-Anlage an die Kläranlage Rühlermoor der Stadt Meppen.

Die Bereiche Wasserversorgung, interne Stromversorgung, Datennetz, Telefonnetz sind nicht Bestandteil dieser Beschreibung.

1.6.2. Straßen

1.6.2.1. Öffentliche Straßen

Die Beschreibung der für die Bau- und Betriebsphase genutzten öffentlichen Straßen und deren Beaufschlagung mit dem zukünftigen Verkehrsaufkommen erfolgt im gesonderten Verkehrskonzept (siehe Teil 4, 4.4.4 Verkehrskonzept).

1.6.2.2. Straßen Feldesbereich

Die Straßen im Feldesbereich sind dargestellt in **Abbildung 1.6-1 Übersichtskarte Feld** und umfassen:

- Die Zufahrten von der L47 und der K225 ins Feld
- Die Verbindungsstraßen von den Zufahrten zu den Feldstraßen
- Alle Feldesstraßen nördlich und südlich der L47 als Zuwegungen zu den vorhandenen und zukünftigen Bohrungen
- Die Zufahrt von der L47 zur Station H
- Die Zufahrtswege zu den Wasserinjektionsplätzen Nordost und Nordwest

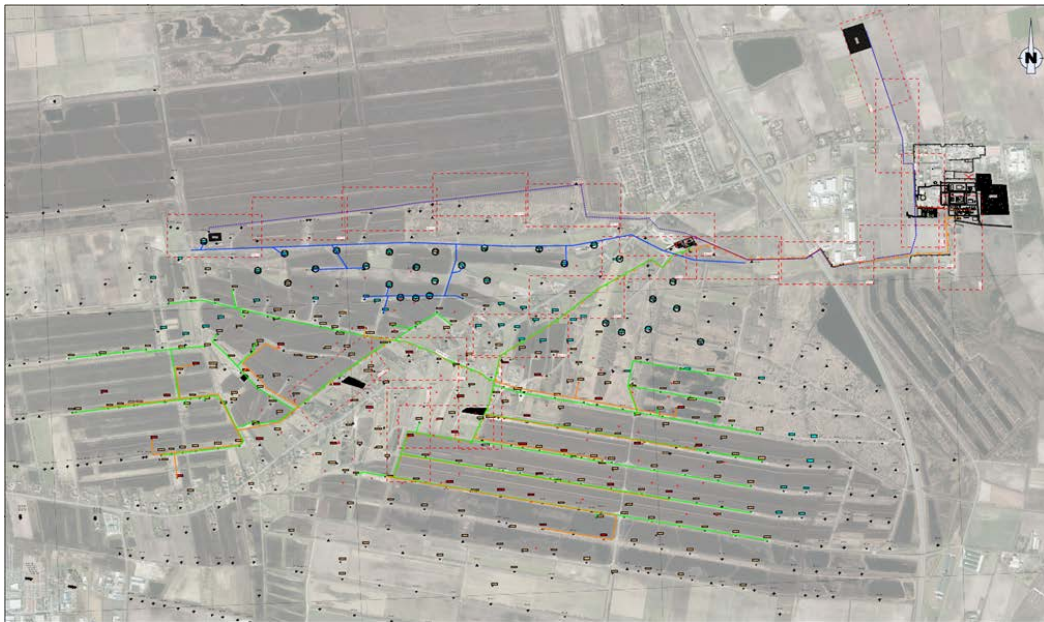


Abbildung 1.6-1 Übersichtskarte Feld

Zufahrten und Verbindungsstraßen Feld

Als Zufahrten werden die Straßen bezeichnet, die von der L47 oder der K225 ins Feld führen. Sie dienen als die Haupteinfahrten zum Feld. Als Verbindungsstraßen werden die Straßen bezeichnet, die von diesen Zufahrten weiter ins Feld führen, siehe **Abbildung 1.6-2 Zufahrten / Verbindungsstraßen ins Feld** und **Abbildung 1.6-3 Abfahrten / Verbindungsstraßen aus dem Feld**. Diese Zufahrten und Verbindungsstraßen sind überwiegend mit einer Asphaltdecke ausgerüstet.



Abbildung 1.6-2 Zufahrten / Verbindungsstraßen ins Feld



Abbildung 1.6-3 Abfahrten / Verbindungsstraßen aus dem Feld

Neubauten von Zufahrten oder Verbindungsstraßen sind nicht vorgesehen.

Zuwegung zu Bohrungen

Als Zuwegungen zu Bohrungen werden die Straßen bezeichnet, die im Feldesgebiet von den Verbindungsstraßen zu den einzelnen Bohrungen und Anlagen führen. Diese Straßen sind überwiegend mit einer Schotterschicht ausgerüstet, teilweise auch asphaltiert.

Der Neubau von Zuwegungen ist vorgesehen aufgrund von Neubohrungen, die in einem Gebiet ohne Anschluss liegen.

Diese Zuwegungsneubauten werden als Baustraße ausgeführt, mit einer Breite die Begegnungsverkehr zulässt. Die Tragfähigkeit wird so ausgelegt, dass ein Gesamtgewicht von 30t aufgenommen werden kann. Ein möglicher Straßenaufbau für eine Zuwegung / neue Püttenstraße ist in **Abbildung 1.6-4 Zuwegung / neue Püttenstraße – möglicher Aufbau** dargestellt.

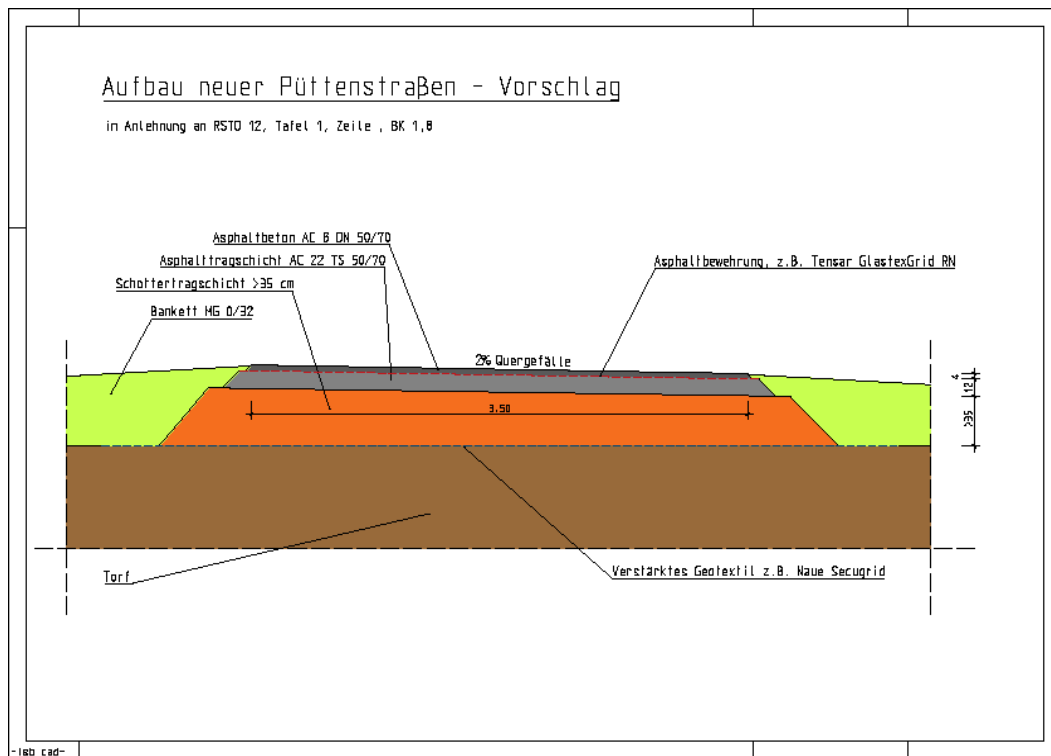


Abbildung 1.6-4 Zuwegung / neue Püttenstraße – möglicher Aufbau

Das vorhandene Zuwegungsnetz wird vor Baubeginn daraufhin geprüft, ob und in welchem Umfang eine Ertüchtigung erforderlich ist.

Straßen KWK-Anlage

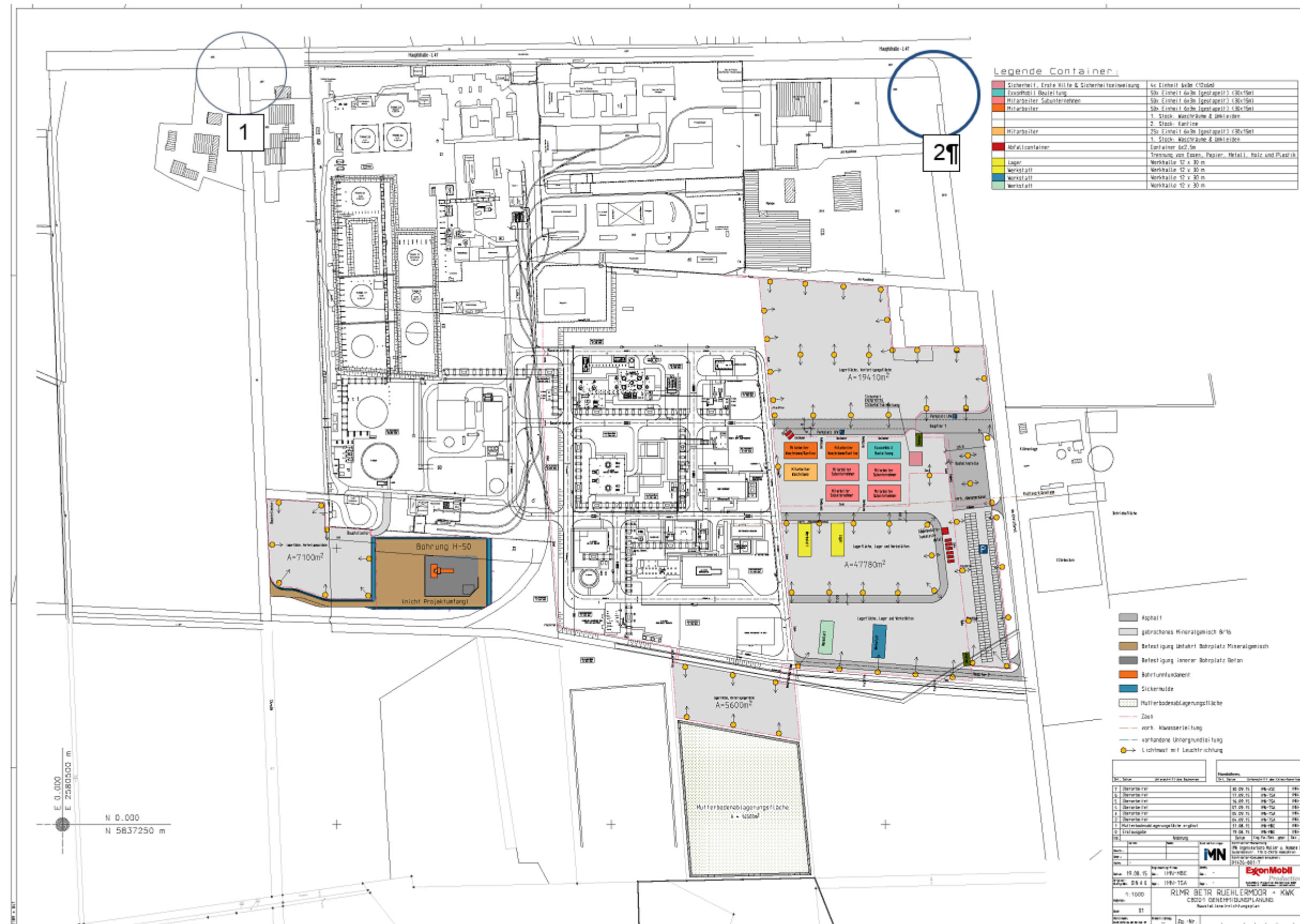
Die Baustelleneinrichtungsfläche der KWK-Anlage wird vorrangig erreicht über den Zugang Nr. 2 von der L47 zur Straße „Am Kreisforst“, siehe Darstellung in **Abbildung 1.6-5 Baustellenzufahrten KWK-Anlage (Nr. 2) und Erweiterung vorh. Betriebsfläche (Nr.1)**.

Die Straße „Am Kreisforst“ wird bis zum voraussichtlichen Baubeginn so ertüchtigt, dass Begegnungsverkehr ermöglicht und am Ende ein Wendekreis installiert wird. Die Tragfähigkeit ist für Schwerlastverkehr ausreichend bemessen.

Der Baustellenzugang zur Erweiterungsfläche der vorhandenen Anlage wird über den Zugang Nr. 1 von der L47 ausgeführt, siehe **Abbildung 1.6-5 Baustellenzufahrten KWK-Anlage (Nr. 2) und Erweiterung vorh. Betriebsfläche (Nr.1)**. Die Zuwegung ist schwerlastfähig ausgebaut. Begegnungsverkehr soll ermöglicht werden.



Abbildung 1.6-5 Baustellenzufahrten KWK-Anlage (Nr. 2) und Erweiterung vorh. Betriebsfläche (Nr.1)



1.6.3. Schienenwege

Beschreibung vorhandenes Gleisnetz

Das vorhandene Schienennetz deckt fast den gesamten Feldesbereich ab und hat eine Gesamtlänge von ca. 100 km, siehe **Abbildung 1.6-7 Gleisplan**. Die Gleisanlagen sind in Schmalspur ausgeführt und haben eine Spurweite von 900 mm.

Das Schienensystem wird im täglichen Betrieb des EMPG Förderbetriebes genutzt, um schwere Lasten ins Feld bis zur Bohrungslokation zu transportieren. Beispiele dafür sind

- Die Bohranlage für Bohrungs- oder Workover-Arbeiten
- LKW-Mobilkrane für Montagearbeiten

Eine weitere Nutzung erfahren die Gleisanlagen durch die Nutzung als Transportwege im Zuge des Torfabbaus.

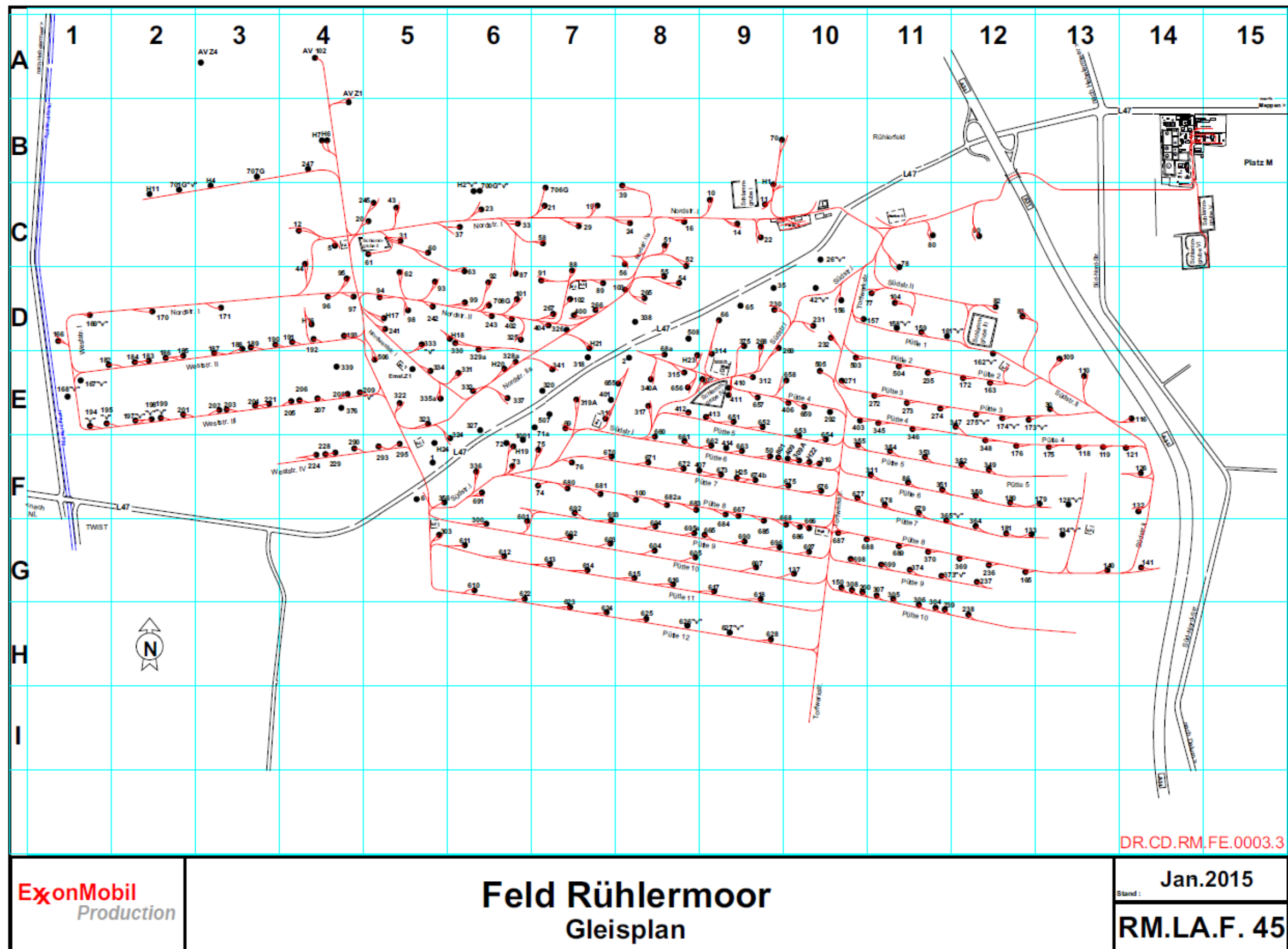


Abbildung 1.6-7 Gleisplan

Bohrungsanschlüsse

Für jede Neubohrung im Feld sind Neubauten der Gleisanlagen erforderlich. Dabei wird von der vorhandenen Gleisstrecke ein Abzweig zu der jeweiligen neuen Bohrung verlegt.

1.6.4. Parkplätze

Durch die umfangreichen und auf verschiedene Lokationen verteilten Arbeiten bei der Bauausführung werden über den Bauzeitraum von ca. 3 Jahren in der Größenordnung von insgesamt mehreren hundert Arbeitskräften auf der Baustelle KWK-Anlage sowie in gleicher Größenordnung an diversen Lokationen im Feld arbeiten. (Die Bauaktivitäten für die einzelnen Projektbestandteile sind in der UVS (RBP 9.1) Kapitel 6.4-6.7 im Detail beschrieben.)

Eine Regelung des Personentransportes ist deshalb erforderlich.

Es ist vorgesehen mittels Buszubringerverkehr von PKW-Parkplätzen außerhalb der Baustellenbereiche die Mitarbeiter zu den jeweiligen Baustellen zu transportieren. Die dafür erforderlichen Parkplätze sollen im Umfeld von bis zu 25 km zu den Baustellen angeordnet werden. Möglichkeiten werden gesehen in der Bereitstellung von Flächen

- Im nördlichen Gewerbegebiet der Gemeinde Twist
- In noch anzupachtenden nahegelegenen Flächen

Zusätzlich wird ein Parkplatz mit Stellflächen an der Baustelleneinrichtungsfläche der KWK-Anlage geplant, siehe **Abbildung 1.6-6 Übersicht Plot Plan KWK-Anlage und Erweiterung Betriebsfläche.**

1.6.5. Anbindung an das 110-kV-Stromnetz

Der mit Hilfe des Generators der KWK-Anlage erzeugte Strom wird zum Teil für den Eigenbedarf der Produktionsanlagen verwendet. Der Überschuss wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

Der Anschluss der KWK-Anlage an das elektrische Hochspannungsnetz (110 kV) und das Verlegen dafür notwendiger Kabel zur nächstgelegenen Übergabestation in Rühle sowie evtl. erforderliche Umbauarbeiten an der Übergabestation sind nicht Bestandteil des Vorhabens. Die Maßnahmen werden von Westnetz durchgeführt. (siehe Teil 1, Kapitel 8 Abgrenzung Gasanschluss, Stromanschluss).

Station Rühle, Am Kraftwerk, 49716 Meppen



Abbildung 1.6-8 Lage KWK-Anlage und Übergabestation Rühle

1.6.6. Anbindung an das Erdgasnetz

Die neuerstellte KWK-Anlage besteht aus Gasturbine und Abhitzeessel. Zusätzlich wird ein Hilfskessel installiert der im Falle von Revisionsarbeiten an der KWK-Anlage in Betrieb genommen wird.

Sowohl die Gasturbine als auch die beiden Kessel sind für den Betrieb mit Erdölgas aus der eigenen Produktion, als auch mit Erdgas, gemäß DVGW 260, konzipiert. Die Versorgung mit Erdgas wird über das vorhandene Netz der Erdgas-Münster erfolgen.

Der Anschluss der Anlage an das örtliche Gasversorgungsnetz und die Durchführung dafür notwendiger Baumaßnahmen sind nicht Bestandteil des Vorhabens. Die Maßnahmen werden durch Erdgas Münster ausgeführt (siehe Teil 1, Kapitel 8 Abgrenzung Gasanschluss, Stromanschluss).



Abbildung 1.6-9 Übergabestation Erdgas-Münster an KWK-Anlage - Übersicht

1.6.7. Abwasser KWK-Anlage

Das in den Anlagenbereichen der KWK-Anlage und in der Baustelleneinrichtungsfläche aufgenommene Oberflächenwasser wird über ein unterirdisch angelegtes Auffangsystem gesammelt, für die weitere Ableitung auf relevante Inhaltsstoffe geprüft und ist für eine Weiterleitung in den Vorfluter vorgesehen (siehe Teil 4, 4.11.5 Oberflächenentwässerung für den Neubau einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage).

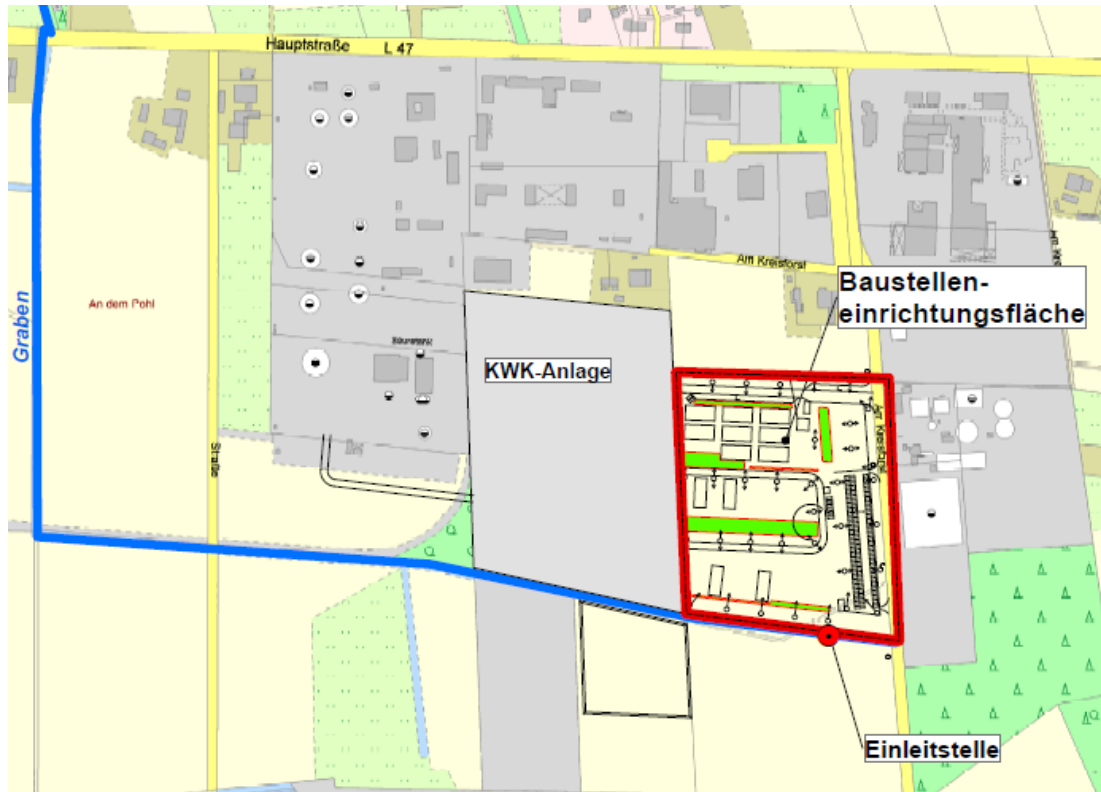


Abbildung 1.6-10 Oberflächenwasser KWK-Anlage Einleitstelle Vorfluter

Das häusliche Schmutzwasser sowie Prozessabwasser wird über eine zu installierende neue Abwasserleitung, die in eine bereits vorhandene Abwasserleitung zur Kläranlage der Stadt Meppen einbindet, weitergeführt. (siehe Antrag auf Erteilung der Genehmigung zum Anschluss an die städtische Kanalisation und deren Benutzung in Kapitel 10 Abwasser von Teil 4, 1.5 Antrag Genehmigung gem. §4 BImSchG "Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Energieerzeugung nach dem Prinzip der Kraft-Wärmekopplung, einschl. zugehöriger Nebenanlagen am Standort Rühlermoor („KWK-Anlage Rühlermoor“)).

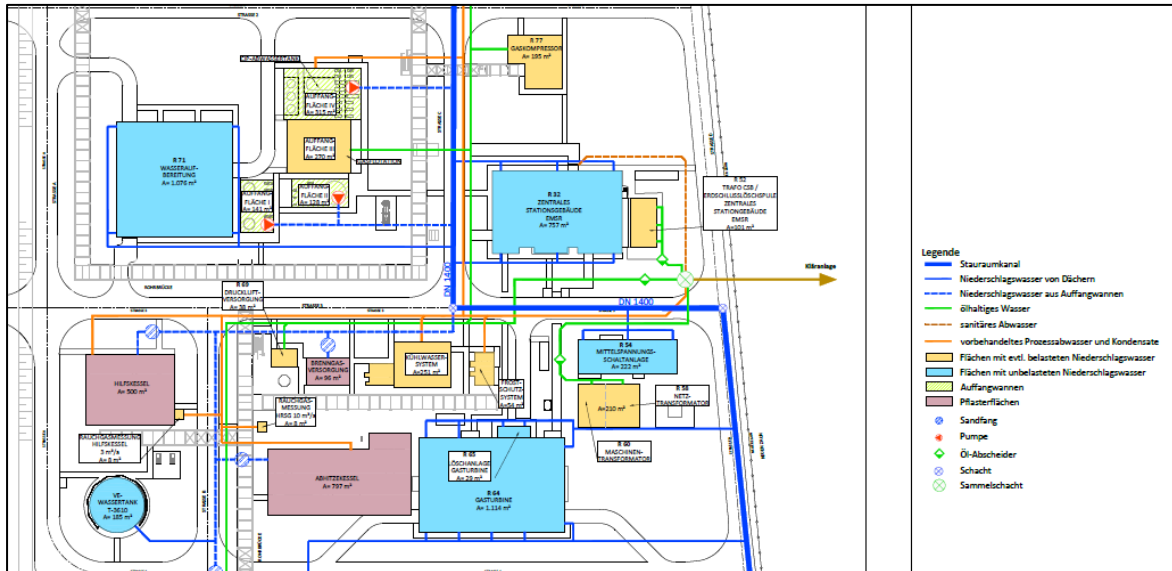


Abbildung 1.6-11 Abwasserleitung von KWK-Anlage zur Kläranlage Stadt Meppen



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

2. Logistik/ Verkehrskonzept

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

2. Logistik/Verkehrskonzept

2.1. Aufgabenstellung und Grundlagen

Aufbauend auf aktuellen Verkehrsdaten sind die verkehrlichen Auswirkungen des Projektes „Erdöl aus Rühlermoor – Mit Tradition in die Zukunft“ untersucht worden (siehe Teil 4, 4.4.4 Verkehrskonzept Ingenieurgesellschaft Dr.- Ing. Schubert, Dipl.- Ing. Thomas Müller).

Das zu erwartende Verkehrsaufkommen während der Bauphase und der anschließenden Betriebsphase wurde ermittelt und die zu erwartenden Verkehrsbelastungen im angrenzenden Straßennetz und an den Knotenpunkten der Autobahn A31 AS „Twist“ bestimmt.

Durch die geplante Ausweitung der Ölförderung in Rühlermoor sind sowohl westlich (Feldesbereich) als auch östlich der Autobahn A 31 (KWK-Anlage) umfangreiche Baumaßnahmen erforderlich, die zu einem zusätzlichen Verkehrsaufkommen führen werden. Hiervon betroffen sind in erster Linie die L 47 zwischen Twist und Meppen sowie die Anschlussstelle „Twist“ an der A 31.

Die Lage der Baumaßnahmen und das umgebende Straßennetz sind in **Abbildung 2-1 Vorhandenes Straßennetz der öffentlichen Straßen** dargestellt.

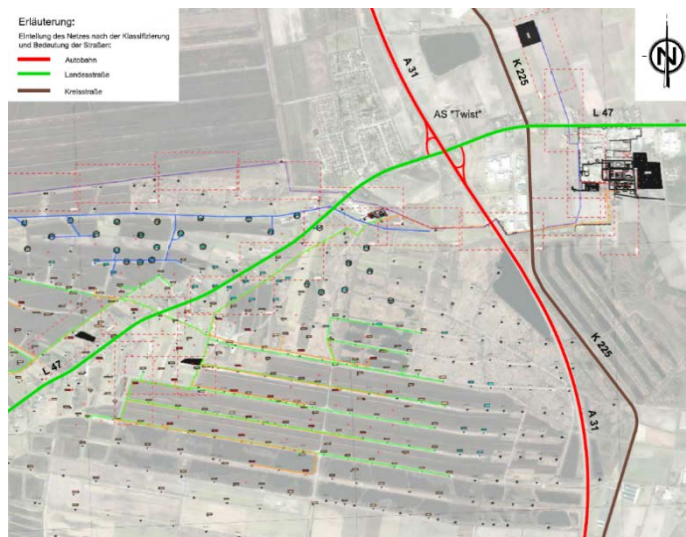


Abbildung 2-1 Vorhandenes Straßennetz der öffentlichen Straßen

Im Rahmen des Verkehrskonzepts (siehe Teil 4, 4.4.4 Verkehrskonzept) wurden die maßgebenden Belastungen ermittelt, die sich aus den vorhandenen Verkehrsbelastungen und dem zusätzlich zu erwartenden Verkehrsaufkommen ergeben.

Die zu erwartenden Verkehrsbelastungen in Bau- und Betriebsphase wurden mit Hilfe eines Verkehrsmodells dargestellt und die verkehrlichen Wirkungen auf das Straßennetz aufgezeigt, d.h. die Leistungsfähigkeit der Anschlussstelle „Twist“ A 31 sowie der Anschlüsse der Baustellenzufahrten bzw. der Betriebszufahrten an der L 47 bewertet.

Grundlage der Untersuchung bilden aktuelle Verkehrszählungen auf der L 47 und an der Anschlussstelle „Twist“ sowie die Planungen zum Verkehrsaufkommen in der Bauphase und im Betrieb.

2.2. Bauphase

Für die Bauphase sind Konzepte zur Verkehrsführung aufgestellt worden.

Dabei wurde darauf geachtet, den Zielverkehr ins Feld möglichst nicht als Linksabbieger zu führen, da an den Zufahrten von der L 47 keine Linksabbiegestreifen zur Verfügung stehen. Die vorgesehenen Zufahrten ins Feld gegenüber der westlichen Anschlussrampe der A31 AS Twist und von der K 225 aus Richtung Osten sind verkehrlich unproblematisch. Der Quellverkehr wird aus dem Feld dagegen direkt in die L 47 einbiegen, was jedoch aufgrund der vergleichsweise geringen Fahrtenanzahl mit einer zufriedenstellenden Verkehrsqualität abgewickelt werden kann.

Um die Spitzen der Verkehrsbelastung durch die zu- und abfahrenden Arbeitskräfte zu den Baustellen zu reduzieren, ist vorgesehen einen Buspendelverkehr von voraussichtlich drei Parkflächen außerhalb der Baustellenbereiche einzurichten. Die Arbeitskräfte sollen dann von diesen PKW-Parkflächen abgeholt und wieder zurückgebracht werden.

Es wird ausreichend Parkraum zur Verfügung gestellt. Weiterhin wird ausgeschlossen, dass Arbeitskräfte mit ihren PKW auf öffentlichen Straßen parken. Siehe auch Teil 4, 1.6 Infrastruktur.

Im o.g. Verkehrsmodell ist angenommen worden, dass eine dieser Parkflächen in der Nähe der Baustellen angeordnet ist. Damit sind diese PKW-Bewegungen in die vorliegenden Verkehrsberechnungen eingeflossen. Die anderen PKW-Parkflächen sind noch nicht örtlich festgelegt, sollen aber in einer Entfernung von bis zu 25 km von den Baustellen eingerichtet werden. Die dort anzutreffende Verkehrssituation wird nach der örtlichen Festlegung, rechtzeitig vor Baubeginn, analysiert und bewertet, so dass Maßnahmen im Bedarfsfall umgesetzt werden können.

Die von den beiden entfernt liegenden PKW-Parkflächen zu den Baustellen pendelnden Busse sind im hier aufgestellten Verkehrsmodell berücksichtigt.

Zur weiteren Verbesserung des Verkehrsablaufs und der Verkehrssicherheit wird mit der Verkehrsbehörde vor Beginn des Projektes abgestimmt, ob an der zukünftigen Baustelle „KWK-Anlage“ am Knotenpunkt „L 47 / Am Kreisforst“ ein Linksabbiegestreifen auszubauen ist.

Darüber hinaus sollten während der Bauphase an den Feldzufahrten sowie an der ExxonMobil-Zufahrt Betriebsstelle Hauptstraße 5 sowie am Knotenpunkt „L 47 / Am Kreisforst“ Überholverbote und eine Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 50 km/h angeordnet werden. An Tagen mit besonders hohem Verkehrsaufkommen (z. B. Betonierung des Gasturbinenfundaments) sind ggf. zusätzliche Sicherungsmaßnahmen wie z. B. eine provisorische Signalanlage (Baustellenampel) vorzusehen.

2.3. Zukünftiger Betrieb

Langfristig werden die Verkehrsbelastungen des Betriebs nicht wesentlich höher ausfallen als heute. Die Prognosebelastungen und die darauf aufbauenden Berechnungen haben gezeigt, dass weitere Maßnahmen im Straßennetz oder an den Knotenpunkten nicht erforderlich sind. Ggf. ist das Überholverbot im Bereich der ExxonMobil - Zufahrt Betriebsstelle Hauptstraße 5 beizubehalten.

2.4. Ergebnis

Das Gutachten „Verkehrskonzept zum Projekt: Erdöl aus Rühlermoor – mit Tradition in die Zukunft“ (siehe RBP Teil 4, 4.4.4) kommt zu dem Schluss, dass der zu erwartende Verkehr in der Bauphase mit einer guten Verkehrsqualität, d.h. z.B. geringen Wartezeiten, abgewickelt werden kann. Langfristig werden die Verkehrsbelastungen des Betriebs nicht wesentlich höher ausfallen als heute. Die Prognosebelastungen und die darauf aufbauenden Berechnungen haben gezeigt, dass weitere Maßnahmen im Straßennetz nicht erforderlich sind.



ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Riethorst 12
30659 Hannover

Telefon: +49-(0)511-641-0
Telefax: +49-(0)511-641-1000
Internet: www.exxonmobil.de

Rahmenbetriebsplan

Teil 4 Anhang

3. Auflistung aller Anträge für das Planfeststellungsverfahren

Antragsteller: **ExxonMobil Production Deutschland GmbH**
Riethorst 12
30659 Hannover

3. Auflistung aller Anträge für das Planfeststellungsverfahren

Anträge	Referenz
Antrag auf Zulassung des Rahmenbetriebsplanes für das Projekt „Erdöl aus Rühlermoor – Mit Tradition in die Zukunft“	
Plangenehmigung Leitungen	
Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 350 / 300 / PN 150 Haupt-Feldleitung zum Transport von Dampf von der KWK-Anlage Rühlermoor zu den Sondenplätzen RM 680 und RM 332a	Teil 4 Anhang 1.3.1
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Autobahn 31 (A31) bei KM 132 mit einer Dampfleitung, Erdölgasleitung, Lagerstättenwasserleitungen, Begleitkabel Kupfer + LWL, Leerrohr und Energiekabel	Teil 4 Anhang 1.3.1 Anlage 4
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Landstraße L 47 (Rühlerfeld) bei KM 4,1 mit einer Dampfleitung und einer Nassölleitung	Teil 4 Anhang 1.3.1 Anlage 4
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Kreisstraße K 225 (Süd-Nord-Straße) bei KM 19,1 mit einer Dampfleitung, Erdölgasleitung, Lagerstättenwasserleitungen, Begleitkabel Kupfer + LWL, Leerrohr und Energiekabel	Teil 4 Anhang 1.3.1 Anlage 4
Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 500 / 350 / PN 20 Haupt-Feldleitung zum Transport von Nassöl von den Sondenplätzen RM 680 und RM 332a zur Station H	Teil 4 Anhang 1.3.2
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Landstraße L 47 (Rühlerfeld) bei KM 4,1 mit einer Dampfleitung und einer Nassölleitung	Teil 4 Anhang 1.3.2 Anlage 4
Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 500 / PN 10 Haupt-Feldleitung zum Transport von Lagerstättenwasser von der Station H zum Erdölförderbetriebsplatz Rühlermoor	Teil 4 Anhang 1.3.3
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Autobahn 31 (A31) bei KM 132 mit einer Dampfleitung, Erdölgasleitung, Lagerstättenwasserleitungen, Begleitkabel Kupfer + LWL, Leerrohr und Energiekabel	Teil 4 Anhang 1.3.3 Anlage 4
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Kreisstraße K 225 (Süd-Nord-Straße) bei KM 19,1 mit einer Dampfleitung, Erdölgasleitung, Lagerstättenwasserleitungen, Begleitkabel Kupfer + LWL, Leerrohr und Energiekabel	Teil 4 Anhang 1.3.3 Anlage 4
Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 200 / PN 10 Haupt-Feldleitung zum Transport von Erdölgas von der Station H zur KWK-Anlage Rühlermoor	Teil 4 Anhang 1.3.4
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Autobahn 31 (A31) bei KM 132 mit einer Dampfleitung, Erdölgasleitung, Lagerstättenwasserleitungen, Begleitkabel Kupfer + LWL, Leerrohr und Energiekabel	Teil 4 Anhang 1.3.4 Anlage 4
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Kreisstraße K 225 (Süd-Nord-Straße) bei KM 19,1 mit einer Dampfleitung, Erdölgasleitung, Lagerstättenwasserleitungen, Begleitkabel Kupfer + LWL, Leerrohr und Energiekabel	Teil 4 Anhang 1.3.4 Anlage 4
Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 300 / PN 16 Haupt-Feldleitung zum Transport von Lagerstättenwasser vom Erdölförderbetriebsplatz Rühlermoor zur zentralen Pumpstation Nord West	Teil 4 Anhang 1.3.5
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Autobahn 31 (A31) bei KM 132 mit einer Dampfleitung, Erdölgasleitung, Lagerstättenwasserleitungen, Begleitkabel Kupfer + LWL, Leerrohr und Energiekabel	Teil 4 Anhang 1.3.5 Anlage 4

Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Kreisstraße K 225 (Süd-Nord-Straße) bei KM 19,1 mit einer Dampfleitung, Erdölgasleitung, Lagerstättenwasserleitungen, Begleitkabel Kupfer + LWL, Leerrohr und Energiekabel	Teil 4 Anhang 1.3.5 Anlage 4
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Landstraße L 47 (Rühlerfeld) bei KM 1,7 mit einer Lagerstättenwasserleitung DN 300 (12"), Begleitkabel Kupfer + LWL, Leerrohr und Energiekabel	Teil 4 Anhang 1.3.5 Anlage 4
Antrag für die Verlegung und den Betrieb einer DN 400 / PN 16 Haupt-Feldleitung zum Transport von Lagerstättenwasser vom Erdölförderbetriebsplatz Rühlermoor zur zentralen Pumpstation Nord Ost	Teil 4 Anhang 1.3.6
Kreuzungsantrag auf Genehmigung zur Kreuzung der Landstraße L 47 (Rühlerfeld) bei KM 0,1 mit einer Lagerstättenwasserleitung, Begleitkabel Kupfer + LWL, Leerrohr und Energiekabel	Teil 4 Anhang 1.3.6 Anlage 4
Wasserrechtliche Anträge	
4.11.1 Wasserrechtlicher Antrag – Grundwasserabsenkung für den Neubau einer Kraft- Wärme Kopplungsanlage	Teil 4 Anhang 11.1
4.11.2 Wasserrechtlicher Antrag – Grundwasserabsenkung für die Erweiterung von Station H	Teil 4 Anhang 11.2
4.11.3 Wasserrechtlicher Antrag – Grundwasserabsenkung für den Neubau von Pumpstation Nordwest	Teil 4 Anhang 11.3
4.11.4 Wasserrechtlicher Antrag – Oberflächenentwässerung der Baustelleneinrichtungsfläche für den Neubau einer Kraft- Wärme- Kopplungsanlage	Teil 4 Anhang 11.4
4.11.5 Wasserrechtlicher Antrag – Oberflächenentwässerung für eine Kraft- Wärme- Kopplungsanlage	Teil 4 Anhang 11.5
4.11.6 Wasserrechtlicher Antrag – Oberflächenentwässerung Station H	Teil 4 Anhang 11.6
4.11.7 Wasserrechtlicher Antrag – Oberflächenentwässerung für Pumpstation Nordwest	Teil 4 Anhang 11.7
4.11.8 Wasserrechtlicher Antrag – Grundwasserabsenkung für die Verlegung der Hauptfeldleitungen	Teil 4 Anhang 11.8
BImSchG	
Genehmigungsantrag gemäß § 4 BImSchG für eine Anlage zum Abfackeln von gasförmigen Stoffen auf der Sammelstelle H im Erdölfeld Rühlermoor („Fackel Station H“)	Teil 4 Anhang 1.2.2
Genehmigungsantrag gemäß § 4 i. V. m. § 10 BImSchG für die Errichtung und den Betrieb einer Anlage zur Energieerzeugung nach dem Prinzip der Kraft-Wärmekopplung, einschließlich zugehöriger Nebenanlagen am Standort Rühlermoor („KWK-Anlage Rühlermoor“)	Teil 4 Anhang 1.5
Wasserrechtlicher Antrag – Einleitung von Abwasser während der Bauphase einer Kraft- Wärme- Kopplungsanlage	Teil 4 Anhang 1.5 Kapitel 10
Wasserrechtlicher Antrag – Einleitung von Sanitär- und Industrieabwasser von einer Kraft- Wärme- Kopplungsanlage	Teil 4 Anhang 1.5 Kapitel 10
Antrag auf Waldumwandlung	
Antrag auf Waldumwandlung	Teil 4 Anhang 10

4. Gutachten

Siehe separate Ordner „Teil 4 Anhang 4.1 - 4.9 Gutachten“

5. Befreiung vom Raumordnungsverfahren

Siehe separater Ordner „Teil 4 Anhang 5 - 8 Raumordnungsverfahren, Karten & Pläne, Denkmalschutz, Kampfmittelbeseitigung“

6. Karten/Pläne

Siehe separater Ordner „Teil 4 Anhang 4.5 - 4.8 Raumordnungsverfahren, Karten & Pläne, Denkmalschutz, Kampfmittelbeseitigung“

6.1. Topografische Karten 1:25000

6.2. Grundkarten

6.3. Flächennutzung/Bebauungsplan

7. Denkmalschutz

Siehe separater Ordner „Teil 4 Anhang 4.5 - 4.8 Raumordnungsverfahren, Karten & Pläne, Denkmalschutz, Kampfmittelbeseitigung“

8. Kampfmittelbeseitigung

Siehe separater Ordner „Teil 4 Anhang 4.5 - 4.8 Raumordnungsverfahren, Karten & Pläne, Denkmalschutz, Kampfmittelbeseitigung“

9. Umweltplanerische Belange

Siehe separate Ordner „Teil 4 Anhang 9.1 – 9.4 Umweltverträglichkeitsstudie (UVS), Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag (AFB), Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP) und FFH-Vorprüfung“

9.1. Umweltverträglichkeitsstudie (UVS)

9.2. Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag (AFB)

9.3. Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP)

9.4. FFH-Vorprüfung

10. Antrag zur Waldumwandlung gemäß NwaldLG

Siehe separater Ordner „Teil 4 Anhang 10 Antrag zur Waldumwandlung und 11.1 bis 11.5 Wasserrechtliche Anträge“

11. Wasserrechtliche Anträge

Siehe separate Ordner „Teil 4 Anhang 10 Antrag auf Waldumwandlung und 11.1 bis 11.5 Wasserrechtliche Anträge, 11.6 bis 11.8 Wasserrechtliche Anträge und 11.9 Wasserrechtliche Anträge und Gutachten zu den wasserrechtlichen Anträgen und 12.1 bis 12.2 Grundstücksnachweise“

12. Flurstücksnachweise

Siehe separater Ordner „Teil 4 Anhang 11.9 Wasserrechtliche Anträge und Gutachten zu den wasserrechtlichen Anträgen und 12.1 bis 12.2 Grundstücksnachweise“

12.1. Flurstückskarte

12.2. Grundstücksverzeichnis

13. Glossar/Abkürzungsverzeichnis/Maßeinheiten

Fett gedruckte Begriffe sind an anderer Stelle im Glossar erklärt

Begriff	Erklärung
A	
Abhitzedampferzeuger	siehe Abhitzedampfkessel
Abhitzedampfkessel	Kessel zur Dampferzeugung: Die heißen Abgasströme aus der Gasturbine werden in den Abhitzedampfkessel geführt und für die Dampferzeugung genutzt. Durch Nutzung der im heißen Abgasstrom enthaltenen Energie zur Dampferzeugung, wird der Wirkungsgrad gesteigert. Synonym: Abhitzedampferzeuger
Absenktrichter	Trichterförmige Absenkung der Grundwasseroberfläche um einen Wasserentnahmestelle (im Querschnitt erkennbar)
Absorption	Eindringen eines Gases oder Dampfes in eine Flüssigkeit oder einen Festkörper
Abteufen	Das Niederbringen einer Bohrung , siehe auch Bohrvorgang
Abwasser	Durch häuslichen, gewerblichen oder industriellen Gebrauch verunreinigtes Wasser, das abgeleitet wird
Adsorption	Beschreibt den Prozess der Anlagerung eines Atoms, Moleküls oder eines Ions an die Oberfläche eines Festkörpers
Advektion	Begriff aus der Hydrogeologie: Transport gelöster Stoffe mit der Geschwindigkeit des Mediums, bei idealem advektiven Transport verlagert sich die ursprüngliche Konzentrationsverteilung ohne Formveränderung.
Alttertiär	Zeitabschnitt der Erdgeschichte vor ca. 65 – 24 Mio Jahren (unterer Abschnitt des Tertiär)
Anschluss-Feldleitung	Leitungen die dem Anschluss von Bohrungen an Hauptfeldleitungen dienen, siehe auch Feldleitung ; Synonym: Püttenleitung, Püttenfeldleitung
anthropogen	durch den Menschen beeinflusst / verursacht
Aquifer	siehe Grundwasseraquifer
Atmosphäre	Kennzeichnung in Fließbildern für Verbindung zur Atmosphäre / zur Außenluft

Begriff	Erklärung
Auffangwanne	Hier eine Sicherheitsmaßnahme beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
Aufwältigungswinde	Kleinere Bohranlage , die für Rekomplettierungen eingesetzt wird, auch Workoveranlage genannt
Ausbläser	Teil einer Sicherheitseinrichtung zum Druckausgleich, durch sichere Abgabe von Gasen oder Dämpfen an die Atmosphäre
autochthon	Geologie: Gestein, das an seinem Fundort entstanden ist; Biologie: indigene biologische Arten, die seit langem und ohne menschlichen Eingriff in einem Gebiet leben
Avifauna	Gesamtheit der in einer Region vorkommenden Vogelarten
axial	In Achsrichtung / längs einer Achse
<u>B</u>	
Base	Chemische Verbindungen, die in Wasser oder anderen polaren Lösungsmitteln Protonen aufnehmen; wässrige Lösungen weisen pH-Wert > 7 auf; Lösungen der Base werden als alkalische Lösung oder Lauge bezeichnet.
Befahrung	Maßnahme zur Überprüfung des Zustandes von Betrieben / Anlagen, normalerweise durch Begehung einer befähigten Person mit verschiedenen Schwerpunkten, z.B. Arbeitssicherheit
Bentheim Sandstein	Sandsteinvorkommen des östlichen marinen Niedersächsischen Beckens der Unterkreide
bentonitgefülltes Geotextil	Wasserdichte Tondichtungsbahn zur Abdichtung von Baugruben
Betriebsplan	Vom Bergbauunternehmer aufzustellender und von der Bergbehörde zu prüfender und zu genehmigender Plan, auf dessen Grundlage ein Bergbaubetrieb geführt wird. Für Varianten des Betriebsplanes siehe auch: Rahmenbetriebsplan, Hauptbetriebsplan, Sonderbetriebsplan
Betriebsplatz Rühlermoor	Betriebsplatz auf dem zentrale Aufgaben des Erdölfeldes Rühlermoor erfolgen (zentrale Messwarte, 2. Separation), von hier aus wird das Öl zur Raffinerie transportiert.
Biooxidation	Hier: biologische Umwandlung von Schwefelwasserstoff zu Schwefel (durch Thiobakterien)
Bioschwefel	Bei der Biooxidation entstehender Schwefel
Bodenfackel	Anlage zur Verbrennung von Stoffen, hoher Umsetzungsgrad durch kontrollierte Bedingungen im Verbrennungsraum, Flamme nicht sichtbar
Bohranlage	Hier Anlage zur Herstellung oder Überarbeitung von Tiefbohrungen

Begriff	Erklärung
Bohrklein	Durch den Bohrvorgang erzeugte Gesteinsteile
Bohrung	Durch Bohrvorgang erzeugter Hohlraum im Gestein, welcher durch Rohrtouren / Casing und Zementation stabilisiert und abgedichtet wird. Dient der Förderung /dem Einpressen von Medien wie Öl / Gas / Wasser
Bohrvorgang	Vorgang zum Herstellen einer Bohrung , dabei entsteht Bohrklein
Brandschutz	Bauliche, technische und organisatorische Maßnahmen zur Verhinderung und zur Abwehr von Brandereignissen
Brenngas	Für den Antrieb der Gasturbine und die Befeuerung der Dampfkesselanlage genutztes Erdgas
Bruchschollen-Mosaik	Durch Störungen aufgeteilte Gebirgseinheiten
Bruchzone	Zone mit tektonisch gestörtem Schichtverband, in dem Versätze und Verkippen von Schichten auftreten; diese Zonen sind das Ergebnis von Erdbeben im Laufe der geologischen Geschichte
Brüden	Siehe Nassdampf
By vendor	Englisch für nach Herstellervorgabe
C	
Casing	Englisch für Rohrtour
CEF-Maßnahmen,	Maßnahmen zur Wahrung der kontinuierlichen öko-logischen Funktion (continuous ecological functional-ity-measures). Synonym zu „vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen“ entsprechend § 44 Abs. 5 Bundesnaturschutzgesetz zu verstehen (Übersetzung: Maßnahmen zur dauerhaften Sicherung der ökologischen Funktion) CEF-Maßnahmen setzen unmittelbar am Bestand geschützter Arten an und dienen dazu, die Funktion einer von erheblichen Einwirkungen betroffenen Lebensstätte für den lokal betroffenen Bestand zu erhalten
Central Station Building	Englisch für Zentrales Stationsgebäude EMSR
Central Treating Facility	Englisch für Zentraler Betriebsplatz
Centrifuge	Englisch für Zentrifuge
Chemischer Sauerstoffbedarf	Hier: Maß für die notwendige Menge an Sauerstoff für die chemische Abwasseraufbereitung
Cleaning In Place	Englisch für In situ Reinigung
Cluster-Platz	Gemeinsamer Platz für mehrere Bohrungen

Begriff	Erklärung
Combined Heat and Power	Englisch für Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage
Cond	Messung die die Konduktivität (Leitfähigkeit) einer Lösung ermittelt
Continuous Ecological Functionality measures	Englisch für Maßnahmen zur dauerhaften Sicherung der ökologischen Funktion
Cutting	Englisch für Bohrklein
D	
Dampfflutung	Einbringen von Wasserdampf mit hoher Temperatur und unter hohem Druck in eine Erdöllagerstätte, um die Viskosität des Erdöls zu verringern und so die förderbare Menge zu erhöhen
Dampfkesselanlage	Anlage zur Erzeugung von Dampf durch Befeuerung eines Kessels
Dampfkondensat	Kondensierter Dampf
Deckgebirge	Gesteinsbereich, der sich zwischen der Lagerstätte und der Oberfläche befindet
Decline Curve Analysis	Methode zur Vorhersage zukünftiger Öl- oder Gasproduktion basierend auf der Produktionshistorie. Es ist ein etabliertes Werkzeug zur Identifizierung von Problemen bei Produktionsbohrungen und deren zukünftigem Produktionsverhalten.
Degasser	Englisch für Entgaser
Dehnungsbogen	Bogen der, bei temperaturbedingter Längenänderung einer Rohrleitung (thermische Ausdehnung der Werkstoffe), eine Bewegung ermöglicht, ohne Beschädigungen an Leitungen oder Halterungen zu verursachen
Desorption	Übergang von Atomen oder Molekülen von der Oberfläche eines Materials in die Gasphase als Umkehrung der Adsorption
Dezibel (A)	Bewerteter Schalldruckpegel , der am ehesten der empfundenen Lautstärke durch den Menschen entspricht
Diffusion	Konzentrationsausgleich durch molekularen Massentransport, zwischen verschiedenen Teilvolumina eines makroskopischen Systems, nach einer Zusammensetzungsänderung
Direct-Push-Sondierung	Verfahren zur Grundwasserprobenahme, bei der eine Hohlsonde in den Grundwasserleiter vorgetrieben wird

Begriff	Erklärung
Dispersion	Physikalische Chemie: eine aus zwei oder mehreren Phasen bestehende Mischung, bei der eine Substanz (das Dispersens) in einer anderen (dem Dispersionsmittel) in feinsten Form verteilt ist. Die Substanzen können dabei fest, flüssig oder gasförmig sein.
Dosiereinheit	Einrichtung zur kontrollierten Zumischung von Additiven für verschiedene Prozesse
Drehzahlgeregeltes Antriebssystem	Drehzahlgeregeltes Antriebssystem mit Frequenzumrichter
Dreiphasenabscheider	Prozessbehälter zur Trennung von Nassöl in die Phasen Rohöl , Erdöl gas und Lagerstättenwasser
Drilling	Englisch für Bohrvorgang
Druck	Auf eine Fläche wirkende Kraft, es wird unterschieden zwischen Absolutdruck [bar (a) / bara] und Differenzdruck zur Atmosphäre [bar (ü) / barg]
Druckgerät	Behälter, Rohrleitungen, Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion und druckhaltende Ausrüstungsteile. Druckgeräte umfassen auch alle gegebenenfalls an drucktragenden Teilen angebrachten Elemente, wie z. B. Flansche, Stutzen, Kupplungen, Trageelemente, Hebeösen usw.
Dry-Low-NO _x -Verfahren	Technologie zur Verminderung von Stickstoffoxid (NO _x) im Abgas
Durchlässigkeit	Siehe Permeabilität
Durchlässigkeitsbeiwert	Quantifiziert die Durchlässigkeit von Boden oder Fels, unter Berücksichtigung von Dichte und Viskosität einer durchströmenden Flüssigkeit; synonym „hydraulische Leitfähigkeit“
E	
ECLIPSE Box Modell	Vereinfachtes Lagerstättenmodell in Form einer Box, das mit dem Softwareprogramm ECLIPSE erstellt wurde. Diese Modellform wird für Fragestellungen aus dem Bereich der Lagerstattentechnik (Förderprognose, Druckverlauf) verwendet.
Eco-Management and Audit Scheme	Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung
Economizer	Fachterminus für Wärmerückgewinnungseinheit im Dampfkessel (Speisewasservorwärmer)

Begriff	Erklärung
Einpressbohrung	Bohrung , die zum Einpressen von Wasser oder anderen Fluiden in die Lagerstätte / den dazugehörigen Aquifer genutzt wird, Synonym wird Injektionsbohrung verwendet
Electrical Submersible Pump	Englisch für Elektrische Tauchpumpe
Elektrische Tauchpumpe	unterhalb des Flüssigkeitsstandes in einen Brunnen eingelassene elektrische Pumpe
Emission	das Ausströmen verunreinigender Stoffe (z.B. CO ₂ , NO _x) oder schädlicher Energien (Schall, Wärme) in die Umwelt
Endmoräne	Eine wallartige Aufschüttung (Moräne) von Gesteinsmaterial am Ende eines Gletschers; Relikt aus der Eiszeit
ENGIE E&P Deutschland GmbH	In Deutschland Erdöl und Erdgas produzierendes Tochterunternehmen, der weltweit agierenden ENGIE Group. Ehemals „Gas de France SUEZ Deutschland GmbH“.
Entgaser	Anlage zur Entfernung von gasförmigen Bestandteilen aus dem Speisewasser, vor Einleitung in einen Dampfkessel
Enthärter	Apparat oder Chemikalie zur (selektiven) Reduzierung der Kalzium und Magnesium Ionenmenge im Wasser, wodurch die Wasserhärte reduziert wird
Entschäumer	Chemikalien mit ausgeprägter Grenzflächenaktivität, die geeignet sind, unerwünschte Schaumbildung zu unterdrücken
Erdbeben	Siehe Tektonisches Beben
Erdgas	in der Erde vorkommendes, brennbares Gasgemisch, Hauptbestandteil Methan (CH ₄)
Erdöl	Erdöl ist ein natürliches flüssiges Gemisch aus Kohlenwasserstoffen mit darin gelösten Anteilen von Erdgas
Erdölgas	Aus dem geförderten Rohöl entlöstes Gas. Es besteht überwiegend aus Methan; Synonym auch Erdölbegleitgas oder Entlösungsgas
Erdschlusslöschspule	Spule mit dem Zweck einen Fehlerstrom, bei nicht beabsichtigten Erdschlüssen eines Außenleiters, zu kompensieren
Erhitzer	Apparat zur Erwärmung verschiedener Medien

Begriff	Erklärung
E	
Feldleitung	Rohrleitungsanlagen u. A. in Bergbaubetrieben, die Förder-, Speicher- oder Versenkbohrungen mit Sammelstellen, Aufbereitungsanlagen oder anderen Betriebsplätzen oder Anlagen dieser Art untereinander verbinden. Im Projekt werden Haupt- und Anschlussfeldleitungen unterschieden.
Feuerungswärmeleistung	Charakterisiert die in einer Feuerungsanlage bei der Umsetzung des Brennstoffes pro Zeiteinheit freiwerdende Energie (bezogen auf den unteren Heizwert des Brennstoffes)
FFH-Richtlinie	= Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen
FFH-Lebensraumtyp	In Anhang 1 der FFH-Richtlinie definierte Lebensräume mit speziellen Artenzusammensetzungen, die aufgrund ihrer europaweiten Gefährdung und Verbreitung einem speziellen Schutz unterliegen. Nach der FFH-Richtlinie sind für die Erhaltung dieser Lebensraumtypen von gemeinschaftlichem Interesse besondere Schutzgebiete auszuweisen
Flockungshilfsmittel	Chemikalien die zur Vergrößerung der Flocken beitragen sollen, die bei der Flockung entstehen. Eine Abscheidung der Flocken durch Filtration wird begünstigt und das Sedimentationsverhalten verbessert.
Flockungsmittel	Chemikalie die der Aneinanderlagerung von Partikeln (kleinste Feststoffteilchen) dient und so deren Abscheidung (z.B. durch Filter) aus Flüssigkeiten ermöglicht
Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie	Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen
Flowline	Anschlussfeldleitung
Flurabstand	Vertikaler Abstand zwischen Gelände- und Grundwasseroberfläche
fluviatil	durch Fließgewässer entstanden – in Fließgewässern abgelagert
Förderhorizont	Gesteinsformation aus der Rohstoffe gefördert / abgebaut werden
Fracdruck	Porendruck, der mindestens herrschen muss, um im Gestein einen Riss (Frac) zu erzeugen
G	
Gas Turbine Generator	Englisch für Gasturbinengenerator
Gasbehandlungsanlage	Anlage zur Aufbereitung von Erdölgas , insbesondere durch Entfernung von Schwefelwasserstoff

Begriff	Erklärung
Gasflotation	Prozess zur Aufbereitung von Kesselspeisewasser ; durch Einspeisung feiner Gasblasen werden nicht lösliche Bestandteile (Öltröpfchen, feste Partikel) an die Oberfläche der Flüssigkeit transportiert und abgeschieden
Gaskondensat	siehe Kohlenwasserstoffkondensat
Gasturbine	Apparat zur Umwandlung der bei der Verbrennung von Gas (Erdgas) freigesetzten thermischen Energie in mechanische Energie
Gasturbinengenerator	durch eine Gasturbine angetriebener Generator
Gastvögel	Rastvögel auf dem Zug von den Überwinterungsquartieren in die Brutgebiete und umgekehrt. Vögel die sich einzeln oder in der Gruppe als Winter- oder Sommergäste im Gebiet aufhalten
Gauß-Krüger	Globales Koordinatensystem
GdF SUEZ E&P Deutschland GmbH	Alte Firmierung der ENGIE E&P Deutschland GmbH
Generator	Apparat zur Umwandlung von mechanischer Energie in elektrische Energie (Stromerzeugung)
Generator Circuit Breaker	Englisch für Generatorleistungsschalter
Generator Step Up Transformer	Englisch für Netztransformator der KWK-Anlage; siehe auch Transformator
geogen	[auf natürliche Weise] in der Erde entstanden
Geohydraulik	Die Geohydraulik befasst sich als Unterdisziplin der Hydrogeologie mit Grundwasserströmungs- und Transportvorgängen
Gesamtfeuerungsleistung	Charakterisiert die in einer Feuerungsanlage bei der Umsetzung des Brennstoffes pro Zeiteinheit freiwerdende Energie (bezogen auf den unteren Heizwert des Brennstoffes)
Getriebe	Maschinenelement zwischen Antrieb und Abtrieb, dient der Übertragung und / oder Umwandlung von Kräften
Getriebeöl	Öl das zur Reduzierung der Reibung (weniger Verschleiß, Kraftaufwand) und der Kühlung von bewegten Teilen (z.B. in Motoren, Turbinen und Getrieben) dient
glazifluviatil	durch Gletscher und Gewässer (Fluss) entstanden
Gleichstrom	Elektrischer Strom, bei dem die Stromrichtung konstant ist

Begriff	Erklärung
Grundwasseraquifer	Salzhaltiger Tiefengrundwasserleiter, der mit dem Speichergestein des Ölfeldes in Verbindung steht
Grundwasserabsenkung	Erniedrigung des Grundwasserspiegels, i.d.R. durch Entnahme von Grundwasser, z.B. um Tiefbauarbeiten zu ermöglichen
H	
halb-quantitative Erfassung	Häufigkeitsangabe in Größenklassen, wird verwendet, um häufige, weit verbreitete und ungefährdete Brutvogelarten zu erfassen
Halokinese	siehe Salztektonik
Hangendes	Hangendes ist im Bergbau die Bezeichnung für das oberhalb einer Lagerstätte liegende Gebirge
Hauptbetriebsplan	Zentrales Dokument bzw. Genehmigung für die Führung eines Bergbaubetriebes. Hauptbetriebspläne sind in der Regel auf einen 2 Jahre nicht überschreitenden Zeitraum aufgestellt und zugelassen. Im Hauptbetriebsplan sind die Organisation des Betriebes, die wesentlichen Betriebseinrichtungen und Anlagen und die angewandten Techniken bzw. Technologien beschrieben.
Hauptfeldleitung	Größere Feldleitung die Betriebsplätze mit dem Feld verbindet, siehe auch Feldleitung
HD-Dampf	Wasserdampf unter <u>Hochdruck</u> (HD)
Header	Sammler im Dampfkessel
Heat Recovery Steam Generator	Englisch für Abhitzedampferzeuger
Heater	Englisch für Erhitzer
Herdtiefe	Die Tiefe jener Gesteinsformation, die ein Erdbeben durch eine ruckartige Bewegung der Schichten (oft entlang von Störungen) auslöst
High-integrity pressure protection system	Äußerst zuverlässiges Überdruck Sicherheitssystem
Hochspannung	Synonym für projektrelevante Spannungsebene 110 kV
Holozän	Das Holozän ist der jüngste Zeitabschnitt der Erdgeschichte; Beginn vor ca. 10.000 Jahren, er dauert bis heute an
Hook-up	Anbindung, z.B. einer Bohrung an eine Anschlussfeldleitung / Rohrleitung
Hydrant	Entnahmepunkt für Löschwasser aus einer (Lösch-)Wasserleitung, die häufigsten sind: Überflurhydrant, Unterflurhydrant, Wandhydrant

Begriff	Erklärung
hydrostatisch	Gleichgewichtszustand bei ruhenden Flüssigkeiten
I	
In situ (Versuche)	(Versuche) in der ursprünglichen Lage
In situ Reinigung	Fachbegriff für ortsgebundene (ohne Veränderung der Lage) Reinigung verfahrenstechnischer Anlagen, z. B. den mechanischen Brüdenverdampfer
induziertes Beben	herbeigeführtes Erdbeben (meist. Durch menschliche Aktivitäten)
Injectivity Fall-off Test	Einpresstest zur Ermittlung von Lagerstättenparametern
Injektionsbohrung	Bohrung , die zur Injektion von Wasser oder anderen Fluiden in die Lagerstätte / den dazugehörigen Aquifer genutzt wird, Synonym wird Einpressbohrung verwendet
In-situ-Versuche	Versuche in ursprünglicher Lage
Intermediate Bulk Container	Bezeichnung des internationalen Transportrechts für ortsbewegliche Behälter mit einem Inhalt von ca. 1 m ³
Ionenaustauscher	Equipment zur Wasserenthärtung durch Austausch von im Wasser gelösten Kalzium- und Magnesiumionen gegen Natriumionen
ISO-Bedingungen	Normbetriebszustand für eine Großfeuerungsanlage (Temperatur 288,15 K, Druck 101,3 kPa, relative Luftfeuchte 60%), die Festlegung von Emissionsgrenzwerten erfolgt für ISO-Bedingungen
Isohypsen	Punkte gleicher Höhe verbindende Linien auf einer topographischen Karte, auch als Höhenlinien bezeichnet
Isophonen	Isophonen sind kurven gleicher Lautstärkepegel (menschliche Wahrnehmung) in einem Frequenz – Schalldruck Diagramm
J	
Juxtaposition	Kontakt von gegenüberliegenden geologischen Schichten an einer Störungsfläche
K	
Kamin	Hoher Schornstein
Kesselspeisewasser	Wasser das zur Dampferzeugung im Dampfkessel genutzt wird, es unterliegt Anforderungen wie z.B. pH-Wert, Wasserhärte, Kohlenwasserstoffgehalt

Begriff	Erklärung
Kleinarray	Anordnung von Seismographen in regelmäßigem Muster zur seismischen Überwachung
Klimatop	Region mit einheitlichen geländeklimatischen Eigenschaften
Kohlenwasserstoff-kondensat	Das Ergebnis des Übergangs von Kohlenwasserstoffen vom gas- / dampfförmigen in den flüssigen Aggregatzustand; Synonym Gaskondensat, Ölkondensat, Erdölkondensat
Kondensat	Allgemein das Ergebnis des Übergangs eines Stoffes vom gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand
Korrosionsinhibitor	Chemische Verbindung die die Korrosionsgeschwindigkeit von Metallen verringert
Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage	Anlage für die gekoppelte Bereitstellung von Strom und Wärme, durch die Nutzung der Abwärme (hier zur Dampferzeugung) wird ein hoher Wirkungsgrad erzielt
Kühlwasser	Wasser zum Kühlen von Prozessen
L	
Lagerstätte	Lagerstätten sind bestimmte Bereiche der Erdkruste, in denen sich natürliche Konzentrationen von festen, flüssigen oder gasförmigen Rohstoffen befinden, deren Abbau sich wirtschaftlich lohnt oder in der Zukunft lohnen könnte
Lagerstätten-Porendruck (statisch, dynamisch)	Absoluter Druck, unter dem die Fluide im Porenraum des Lagerstättengesteins stehen
Lagerstättenwasser	Salzhaltiges Wasser das natürlicherweise im Porenraum von Lagerstättengesteinen vorkommt
Lauge	Lösung einer Base in Wasser, weist pH-Wert > 7 auf (basisch)
Liegendes	Liegendes ist im Bergbau die Bezeichnung für das unterhalb einer Lagerstätte liegende Gebirge
Lithologie	Der Begriff Lithologie wird für den Bereich der Petrografie (Gesteinskunde) verwendet, der sich mit den Gesteinseigenschaften der Sedimentgesteine befasst
Löschwasser	Für das Löschen von Bränden vorgesehenes Wasser, wird im Projekt mittels Löschwasserbrunnen aus dem Grundwasser entnommen und mittels einer Löschwasser-Ringleitung zu Hydranten transportiert
Luftemissionen	siehe Emission

Begriff	Erklärung
<u>M</u>	
Magnitude (ML)	Maß für die Stärke von Erdbeben ML(=ML) = Richterskala
Mainroute	englisch für Haupttrasse; Verlegestreifen von Hauptfeldleitungen
Management of Change	englisch für Änderungsmanagement: Systematischer Managementprozess zur Durchführung von Änderungen, unter Beachtung von änderungsbedingten Umwelt-, Sicherheits-, und Gesundheitsrisiken
Manifold	Anlagenteil der dem Zusammenführen oder Trennen von Stoffströmen mehrerer Rohrleitungen dient (Leitungssammler, -verteiler)
Maßnahmen zur dauerhaften Sicherung der ökologischen Funktion	Synonym zu „vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen“ entsprechend § 44 Abs. 5 Bundesnaturschutzgesetz zu verstehen. CEF-Maßnahmen setzen unmittelbar am Bestand geschützter Arten an und dienen dazu, die Funktion einer von erheblichen Einwirkungen betroffenen Lebensstätte für den lokal betroffenen Bestand zu erhalten.
Mechanical Vapor Recompression	siehe auch mechanischer Brüdengaskompressionsverdampfer
Mechanischer Brüdengaskompressionsverdampfer	Verdampferanlage mit Brüdengaskompression, eine Anlage zur Destillation von Wasser, bei der Wasserdampf mechanisch verdichtet und anschließend kondensiert wird
Mittelspannung	Sammelbegriff für die projektrelevanten Spannungsebenen 6, 10 und 11,5 kV
Molch	Gerät zur inneren Reinigung und Prüfung von Rohrleitungen
Molchschleuse	Schleuse zur Einführung eines „Molches“ in eine Rohrleitung oder Entnahme aus einer Rohrleitung
molekulare Diffusion	siehe Diffusion
Motor Control Center	englisch für Niederspannungsverteilung
MVR-Destillat	Destillat des Lagerstättenwassers aus MVR Prozess
MVR-Konzentrat	aufkonzentriertes Lagerstättenwasser aus MVR Prozess
<u>N</u>	
Nassdampf	Mischung aus feinsten Wassertröpfchen und gasförmigem, unsichtbarem Wasser
Nassöl	Gemisch aus Rohöl und Lagerstättenwasser vor der ersten Separation, so wie es aus der Lagerstätte gefördert wird

Begriff	Erklärung
ND-Dampf	Wasserdampf bei niedrigem Druck (ND)
Nicht thermale Bohrung	siehe Thermalförderverfahren
Niederspannung	Spannungen kleiner 1000 V (Wechselspannung) / 1500 V (Gleichspannung)
Normkubikmeter pro Stunde	auf Normbedingungen (Druck: 1,01325 bar; Temperatur: 273,15 K / 0 °C) umgerechneter Volumenstrom, wird zum Vergleichen von Gasströmen bei unterschiedlichen Zustandsbedingungen angewendet
Normvolumen	Umgerechnetes Volumen einer Stoffmenge unter Normbedingungen (Druck: 1,01325 bar; Temperatur: 273,15 K / 0 °C)
<u>O</u>	
Oberkreide	Zeitabschnitt der Erdgeschichte vor ca. 97 – 65 Mio. Jahren
Offlinewäsche	Manuelle Reinigung der Gasturbine, z.B. bei Inspektions- und Wartungsarbeiten
Onlinewäsche	Automatische Reinigung der Gasturbine während des laufenden Betriebes, dabei entsteht kein Abwasser
Öl-Wasser-Kontakt	Grenzfläche zwischen Wasser und dem darüber liegenden Öl
<u>P</u>	
Permeabilität	Bodenkunde: allgemeiner Begriff für die Durchlässigkeit eines porösen Feststoffs für Flüssigkeiten und Gase.
pH-Wert	Ein logarithmisches Maß für die Protonenaktivität, bei wässrigen Lösungen die Konzentration von H_3O^+ Ionen, Maß für die Stärke der sauren (pH < 7) bzw. basischen (pH > 7) Wirkung einer wässrigen Lösung
Pinch point	„Zwickelpunkt“, bezeichnet die minimale Temperaturdifferenz zwischen Turbinenabgas und Dampf im Dampfkessel.
Pipeline	Rohrleitung zum Transport flüssiger oder gasförmiger Medien
Pleistozän	Zeitabschnitt der Erdgeschichte vor ca. 1,65 Mio. – 10 T Jahren
Porenraum	Kleinster Hohlraum in Gesteinen
Porosität	Verhältnis von Hohlraumvolumen zu Gesamtvolumen eines Stoffes oder Stoffgemisches; klassifizierendes Maß für tatsächlich vorliegende Hohlräume
postglazial	Zeitlich nach der pleistozänen Vereisung (nacheiszeitlich)

Begriff	Erklärung
Primärförderung	Erste Phase der Erdölförderung aus einer Lagerstätte: Der Druck in der Lagerstätte ist ausreichend, um ohne zusätzliche Maßnahmen Öl zu fördern. Die Förderung erfolgt mittels Pumpen oder eruptiv.
PROSPER Modell	Modell, das mit dem Softwareprogramm PROSPER gebaut wurde. Die Berechnungen basieren auf einer Kombination von physikalisch, realistischen Modellen und empirischen Korrelationen. PROSPER kalkuliert Produktionsraten von Bohrungen.
Pufferlösung	Stoffgemisch, dessen pH-Wert (Protonenaktivität) sich bei Zugabe einer Säure oder Base wesentlich weniger stark ändert, als dies in einem ungepufferten System der Fall wäre
Pumpe	Maschine oder Gerät zum Erzeugen von Druckunterschieden innerhalb von Flüssigkeiten
Pütte	Befahrbare Wege durch das Torfabbaugebiet; Synonym Püttenstraße
Q	
Quartär	Zeitabschnitt der Erdgeschichte begann vor ca. 2,6 Millionen Jahren und reicht bis heute; fasst die Zeiten Pleistozän und Holozän zusammen
R	
radial	von einem Mittelpunkt [strahlenförmig] ausgehend oder auf ihn hinzielend
Rahmenbetriebsplan	Siehe Betriebsplan
Rahmenbetriebsplan	Dient der Prüfung der grundsätzlichen Durchführbarkeit von bergbaulichen Vorhaben und regelt das sogenannte Außenverhältnis des bergbaulichen Vorhabens. Je nach Bedeutung und Umfang des Vorhabens wird der Rahmenbetriebsplan in einfachen Verwaltungsverfahren oder im Planfeststellungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung zugelassen. Die Zulassung des Rahmenbetriebsplanes entfaltet keine gestattende Wirkung, in jedem Fall sind für die Umsetzung der „Rahmengenehmigung“ weitere Betriebspläne erforderlich, insbesondere ein Hauptbetriebsplan.
Raumwiderstand/ Raumwiderstandsanalyse	Der im Rahmen der Raumwiderstandsanalyse in drei Stufen bewertete Raumwiderstand ist ein Maß für das bei Bauvorhaben zu erwartende Konfliktpotenzial und ergibt sich aus dem Vorhandensein von besonderen naturschutzfachlichen Werten. Bewertungsrelevante Faktoren sind hier z.B. Bedeutung für Flora/Fauna oder den Boden
Regenerative Nachverbrennungs- anlage	Anlage zur Reduzierung organischer Emissionen durch thermische Oxidation (Verbrennung)
Regenerative Thermal Oxidizer	Englisch für Regenerative Nachverbrennungsanlage

Begriff	Erklärung
Reinöl	Erdöl nach zweiter Separation auf dem Betriebsplatz Rühlermoor -> Verkaufsprodukt
Rekomplettierung	Austausch/Erneuerung der untertätigen Ausrüstung einer Bohrung
Relief Gas	Englisch für Erdölgas
Retardation	Verlangsamung eines Stoffes in Bezug auf das sich bewegende Medium, in dem er transportiert wird (z.B. durch Adsorption)
Richter-Magnitude (M _L)	In der Geophysik verwendetes logarithmisches Maß (zur Basis 10) für die Stärke eines Erdbebens
Risswerk	Gesamtheit aller Risse, das heißt Karten, Pläne, Schnitte und sonstigen Projektionen und technischen Darstellungen im Vermessungswesen des Bergbaus
Rod Pump	Englisch für Tiefpumpe
Rohöl	Erdöl nach erster Separation auf Station H, geringerer Wasseranteil als Nassöl
Rohrgraben	Graben mit geböschten oder senkrechten Wänden in den Rohrleitungen verlegt werden
Rohrtour(en)	Verrohrung(en), die zum Schutz gegen Einsturz, Nachfall und Zuquellen, sowie zur Langzeit-Stabilisierung von Bohrungen und Brunnen eingebaut werden (siehe auch Bohrung)
<u>S</u>	
Salztektonik	Bewegung in Salzgesteinen, ausgelöst durch externe tektonische Prozesse; Synonym: Halokinese
Salzwasser	Wasser mit einem hohen Salzgehalt; siehe auch Lagerstättenwasser
Sauergas	Schwefelwasserstoffhaltiges Erdölgas / Erdgas
Säure	Chemische Verbindungen, die in Wasser oder anderen polaren Lösungsmitteln Protonen abgeben; wässrige Lösung weist pH-Wert < 7 auf
Schalldruckpegel	Logarithmisches Maß zur Beschreibung der Energie eines Schallereignisses; Synonym: Sound Pressure Level
Schichtlücke	Fehlender Abschnitt bei anscheinend nahtlos aufeinanderfolgenden Gesteinsschichten
Schlammöl	Gemisch aus Wasser, Kohlenwasserstoffen und Feststoffteilchen, das bei der Wasseraufbereitung aus dem Lagerstättenwasser abgeschieden wird

Begriff	Erklärung
schluffig	Material mit Korngrößen zwischen 0,002 – 0,063 mm Durchmesser
Schmieröl	siehe Getriebeöl
Schwächezone	Schwach gestörter Schichtverband mit geringfügigen Versätzen und Verkipungen von Gesteinsschichten; siehe auch Bruchzone
Schwefelbakterien	siehe Thiobakterien
Schwefeldioxid	Schwefeldioxid (SO ₂) ist ein farbloses, stechend riechendes, wasserlösliches Gas, das Mensch und Umwelt beeinträchtigen kann
Schwefelhexafluorid	Chemische Verbindung, wird als Isoliergas in Mittel- und Hochspannungsanlagen eingesetzt
Schwefelwasserstoff	Chemische Verbindung, natürlicher Bestandteil von Erdöl und Erdgas,
Scoping	Festlegung des Untersuchungsrahmens sowie die Unterrichtung des Vorhabenträgers über die voraus-sichtlich beizubringenden Unterlagen (§ 5 UVPG)
Sediment	Schichtweise Ablagerung von Lockermaterial an Land und auf dem Meeresboden (Ablagerungsgesteine)
Sekundärförderung	Zweite Phase der Erdölförderung aus einer Lagerstätte: Der Druck in der Lagerstätte ist nicht mehr ausreichend, um ohne zusätzliche Maßnahmen Öl zu fördern. Durch Einpressen von Wasser oder Gas kann der Druck wieder aufgebaut und anschließend konstant gehalten werden
Separation	Absonderung oder Trennung
Separator	Prozessbehälter zur Trennung von Nassöl in die Phasen Rohöl, Erdölgas und Lagerstättenwasser
Skid	in einer Rahmenkonstruktion vorinstallierte Anlagenteile; englisch für Rahmen
Sonde	siehe Bohrung
Sonderbetriebsplan	Für besondere Vorhaben kann die Bergbehörde die Vorlage von Sonderbetriebsplänen verlangen, die dann der Beschreibung und Genehmigung bestimmter Vorhaben oder auch nur Teilen davon dienen.
Sound Pressure Level	Englisch für Schalldruckpegel
Spannungsregime	Beschreibt die Größe und Orientierung der untertägigen Gebirgsspannungen
Spannungszone	Zone mit einer gerichteten Gebirgsspannung, die bei Überschreitung einer Grenzspannung zu einer bruchhaften Verformung des Schichtverbandes führt (Tektonisches Beben)

Begriff	Erklärung
Speisewasser	siehe Kesselspeisewasser
Standard	Beschreibung für eine „typische“ (Standard-)Ausführung eines Herstellers
Start Frequency Control	Englisch für Startmodul Gasturbine
Station H	Sammelstation für Nassöl im Feld Röhlermoor, hier findet die erste Aufbereitung von Nassöl zu Rohöl statt (Separation in 3-Phasen Separatoren)
Stick(stoff)oxide	Gruppe reaktiver Stickstoffverbindungen, die zu negativen Umweltwirkungen führen können; die am häufigsten vorkommenden Stickstoffoxide (NO _x) sind Stickstoffdioxid (NO ₂) und Stickstoffmonoxid (NO), Konzentrationen werden als Stickstoffdioxid (NO ₂) angegeben
Sukzession	Begriff der Ökologie: zeitliche Aufeinanderfolge der an einem Standort einander ablösenden Pflanzen- und Tiergesellschaften
Sulfat	Gruppe chemischer Verbindungen: Salze oder Ester der Schwefelsäure
Sulfid	Gruppe chemischer Verbindungen: Salze beziehungsweise Alkyl- oder Arylderivate des Schwefelwasserstoffs (H ₂ S)
Süßgas	Erdgas ohne Schwefelwasserstoffanteil
I	
Tank	Behälter zur Vorhaltung/Lagerung von flüssigen Medien
Tankkraftwagen	LKW zum Transport von flüssigen Medien
Tektonische Störung	Strukturelle Veränderung des Gesteinsverbandes durch Faltung, Flexur und / oder Verwerfung
Tektonisches Beben	Spontane bruchhafte Verformung des Schichtverbandes in der Erdkruste unter Freisetzung mechanischer Energie (Seismizität)
tensorielle Daten	sind physikalische Größen, sie repräsentieren eine Menge von Werten und Richtungen an einem bestimmten Punkt im Raum
Tertiär	Zeitabschnitt der Erdgeschichte vor ca. 65 – 1,65 Mio. Jahren
Tertiärförderung	Dritte Phase der Erdölförderung aus einer Lagerstätte: Die Aufrechterhaltung des Druckes ist nicht mehr ausreichend, um Öl zu fördern. Durch physikalische oder chemische Verfahren wird auf die Kräfte eingewirkt, die einer Bewegung des Erdöls hin zu den Förderbohrungen entgegen wirken (z.B. Viskosität).

Begriff	Erklärung
Teufe	Die Teufe gibt den horizontalen Abstand zwischen einem Punkt unter Tage und einem definierten Referenzpunkt auf der Oberfläche an (siehe auch Abteufen)
Thermalförderung	siehe Thermalförderverfahren
Thermalförderverfahren	Verfahren der Tertiärförderung, dabei wird über eine Thermale Bohrung mittels Wasserdampf Wärme in die Lagerstätte eingebracht, um die Fließfähigkeit (Viskosität) des Erdöls zu verbessern; Synonym: Thermalförderung
Thiobactus	siehe Thiobakterien
Thiobakterien	Gruppe von Bakterien, die Schwefel in anorganischen Schwefelverbindungen (hier H ₂ S) zu elementaren Schwefel oxidieren; Synonyme: Schwefelbakterien, Thiobactus
THIOPAQ®	Verfahren bei dem, unter Beteiligung von Thiobakterien , aus Schwefelwasserstoff Schwefel gewonnen wird
Throphie (eu-, meso-, oligotroph)	Bezeichnet das Nährstoffangebot in Gewässern (nährstoffreich, mäßig nährstoffreich, nährstoffarm)
Tiefenwasser, salzhaltiges	siehe Lagerstättenwasser
Tiefpumpe	Pumpe zur Förderung von Erdöl aus Bohrungen
Top (Lagerstätte)	Untertägige räumliche Oberfläche des Lagerstättengesteins
Tracer	Hier ein Stoff der zur Nachverfolgung/Simulation von Transportvorgängen im Grundwasser dient
Transformator	Elektrotechnisches Bauelement zur Umformung (Transformation) von elektrischen Wechselströmen in solche mit anderer Spannung und Stromstärke bei gleichbleibender Frequenz
Transgression	Landeinwärts gerichtete Verlagerung der Küstenlinie
Trophie (eu-, meso-, oligotroph)	Biologie: Nährstoffangebot in Gewässern; eutroph – hohes Nährstoffangebot; mesotroph - mittleres Nährstoffangebot; oligotroph - geringes Nährstoffangebot
Typical	Englisch für Standard
U	
Ultraviolette Strahlung	Teil des elektromagnetischen Spektrums, nicht mehr sichtbar, schließt sich an sichtbare violette Strahlung an, Wellenlängenbereich 380 – 400 nm

Begriff	Erklärung
Umweltverträglichkeitsstudie	Studie zur Untersuchung der Umweltauswirkungen eines Vorhabens, kann Voraussetzung für die Genehmigung eines Vorhabens sein
Unit Auxiliary Transformer	Englisch für Maschinentransformator; siehe auch Generator Step Up Transformer und Transformator
Universale Transversale Mercator	Globales Koordinatensystem, teilt die Erdoberfläche (von 80° Süd bis 84° Nord) streifenförmig in 6° breite vertikale Zonen auf, die einzeln mit der jeweils günstigsten transversalen Mercator-Projektion verebnet und mit einem kartesischen Koordinatensystem überzogen werden
Unterbrechungsfreie Stromversorgung	Stromversorgung, die z.B. durch Batterien oder dieselbetriebene Stromerzeuger abgesichert wird und bei einer Störung des Stromnetzes, einen unterbrechungsfreien Weiterbetrieb bestimmter Anlagenteile (z.B. Rechentechnik) ermöglicht
Unter-Eozän	Zeitabschnitt der Erdgeschichte vor ca. 55 – 49 Mio Jahren (Teil des Alttertiärs)
Unterkreide	Zeitabschnitt der Erdgeschichte vor ca. 145 – 100 Mio. Jahren
<u>V</u>	
Verdichter	Maschine zur Druckerhöhung von Gasen, dabei werden diese verdichtet / komprimiert
Variable Speed Drive System	Englisch für Drehzahlgeregeltes Antriebssystem
versiegelte Fläche	Fläche auf der kein Niederschlagswasser versickern kann, z.B. wegen Verdichtung oder Asphaltierung
Verwerfung	Eine Verwerfung (auch Bruch, Sprung, Verschiebung oder Störung im engeren Sinne) ist eine Zerreiß- oder Bruchstelle im Gestein
Viskosität	Maß für die Zähflüssigkeit eines Mediums. Je größer die Viskosität, desto dickflüssiger ist das Medium.
Vorfluter	Hydrologie: Gerinne, in dem Wasser mit natürlichem oder künstlichem Gefälle abfließen kann
Vulnerabilität	Bedeutung: „Verwundbarkeit“ oder „Verletzbarkeit“ (von lateinisch vulnus ‚Wunde‘)
<u>W</u>	
Wasseraufbereitung	Qualitative und/oder quantitative Veränderung der Wasserzusammensetzung, z.B. Enthärtung, Entgasung, Entschäumung

Begriff	Erklärung
Wasserhärte	Summe der im Wasser vorhandenen Erdalkalitionen (hauptsächlich Kalzium und Magnesium), die Wasserhärte führt zu schädlichen Ablagerungen in Anlagenteilen (Kesselstein)
Wasserverpressung	Rückführung des Lagerstättenwassers in den Förderhorizont zur Druckerhaltung in der Lagerstätte ; Synonym: Wasserinjektion
Wealden	Zeitabschnitt der Erdgeschichte vor ca. 142 – 136 Mio Jahren (Teil der unteren Unterkreide)
Wechselstrom	Elektrischer Strom, bei dem sich die Stromrichtung periodisch ändert
Well	Englisch für Bohrung
Wohnumfeldfunktion	Nutzungsansprüche, die der Mensch an seinen Wohnbereich sowie an dessen unmittelbare Umgebung stellt
Workover	Englisch für Rekomplettierung
worst-case	ungünstigster anzunehmender Fall
Z	
Zentraler Betriebsplatz	siehe Betriebsplatz Rühlermoor
Zentrales Stationsgebäude EMSR	Bezeichnung des zentralen Stationsgebäudes EMSR (Gebäude R32) auf dem Gelände der KWK-Anlage Rühlermoor
Zentrifuge	Gerät zur Separation von Stoffgemischen, deren Komponenten unterschiedliche Dichten aufweisen. Die natürliche Sedimentation wird durch die bei der Rotation entstehende Zentrifugalkraft beschleunigt
Ziegenmelker	nachaktiver Vogel, Vertreter der Nachtschwalben

Fett gedruckte Begriffe sind im Glossar erklärt

Abkürzung	Bedeutung
<u>A</u>	
a.	auch
Abb.	Abbildung
ABBergV	Allgemeine Bundesbergverordnung
Abs.	Absatz
AbwV	Abwasserverordnung
AC	Wechselstrom
AKTerm	Ausbreitungsklassenzeitreihe
AMS	automatische Mess-, Überwachungs- und Auswerteeinrichtung
AN	Anlagenteile und Nebeneinrichtungen
Art.	Artikel
ATM	Atmosphäre
AVV	Abfallverzeichnisverordnung
AVV Baulärm	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
Az	Aktenzeichen
<u>B</u>	
B-Plan	Bebauungsplan
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BAT/ BVT	<u>B</u> est <u>a</u> vailable <u>t</u> echnique / <u>B</u> este <u>v</u> erfügbare <u>T</u> echnik
BauGB	Baugesetzbuch
BBergG	Bundesberggesetz
BE	Betriebseinheit

Abkürzung	Bedeutung
Bezugs-O ₂	Bezugs-Sauerstoff
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BoB	Betrieb ohne Beaufsichtigung
BosB	Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung
BP	Brutpaar
BREF	Best Available Techniques reference documents
bspw.	Beispielsweise
BÜK 50	Bodenübersichtskarte im Maßstab 1 : 50.000
BVL	Brutvogellebensraum
BVOT	Tiefbohrverordnung (Niedersachsen)
BW	Beurteilungswert
bzgl.	bezüglich
Bzl	Benzol
bzw.	bezeichnungsweise
C	
Ca	Calcium, auch Calcium
ca.	circa
CEF-Maßnahmen	Continuous Ecological Functionality - Maßnahmen
CHP	Combined Heat and Power
CIP	Cleaning In Place
CL	Critical Load

Abkürzung	Bedeutung
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₃ ²⁻	Carbonat (-Anion)
Cond.	Messung , die Konduktivität (Leitfähigkeit) einer Lösung ermittelt
CSB	Central Station Building / Chemischer Sauerstoffbedarf
CTF	Central Treating Facility (zentraler Betriebsplatz)
DC	Gleichstrom
<u>D</u>	
D	Deutschland
DEP	Deposition
d.h.	das heißt
DK	Dieselmkraftstoff
DLN	Dry-Low-NO_x- Verfahren
DN	Nenn-Durchmesser
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff (dissolved organic carbon)
DSchG ND	Niedersächsisches Denkmalschutzgesetz
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
<u>E</u>	
E	East – UTM (ETRS89) Ost-West-Koordinate
ebd.	Ebenda
EDL-G	Energiedienstleistungsgesetz
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EMPG	ExxonMobil Production Deutschland GmbH

Abkürzung	Bedeutung
EMSR	Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
eq.	Äquivalente
ESP	Electrical Submersible Pump
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
<u>E</u>	
ff.	folgende
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FFH-LRT	FFH-Lebensraumtyp
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
FFH-VP	FFH-Verträglichkeitsprüfung
FFH-VU	FFH-Verträglichkeitsuntersuchung
FGE	Flussgebietseinheit
FND	Flächennaturdenkmal
FNP / F-Plan	Flächennutzungsplan
FWL	Feuerungswärmeleistung
<u>G</u>	
GB	Gesamtbelastung
GCB	Generator- Leistungsschalter (engl. "Generator circuit breaker")
GdF Suez	GdF SUEZ E&P Deutschland GmbH (ENGIE)
gem.	gemäß
GFS	Geringsfügigkeitsschwellenwert
Gesamt-C	Gesamt-Kohlenstoff
ggf.	gegebenenfalls

Abkürzung	Bedeutung
GIRL	Geruchsimmissions-Richtlinie
GIS	Gas Insulated Switchgear
GK (-Koordinaten)	Gauß-Krüger (-Koordinaten) kartesisches Koordinatensystem
GOK	Geländeoberkante
GrwV	Grundwasserverordnung
GRZ	Grundflächenzahl (gibt den Versiegelungsfaktor an)
GSUT	Netztransformator der KWK-Anlage (engl. "Generator step up transformer")
GTG	Gas Turbine Generator
GuD	Gas- und Dampfturbinen(-kraftwerk)
GW	Grenzwert
GW	Grundwasser
GWK	Gewässerkörper
GWM	Grundwassermessstelle
H	
H ⁺	Wasserstoff (-Kation)
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
HBV	Handhaben, Behandeln, Verwenden
HC	Kohlenwasserstoffe (engl. hydrocarbons)
HCHO / CH ₂ O	Formaldehyd
HCO ₃ ⁻	Hydrogencarbonat (-Anion)
HD	Hochdruck
HDD-Verfahren	Horizontal-Directional-Drilling Verfahren
HIPPS	High-integrity pressure protection system
h _q	Quellhöhe (AUSTAL2000)

Abkürzung	Bedeutung
HRSG	Heat Recovery Steam Generator
HS ⁻	Hydrosulfid (-Anion)
HPK	Hydrogeologische Übersichtskarte
HW	Hochwert der Gauß-Krüger-Koordinaten (Süd-Nord-Richtung)
!	
i. d. R.	in der Regel
i. S.	im Sinne
IBC	Intermediate Bulk Container
ID	Innendurchmesser
i.d.R	in der Regel
IED	Richtlinie 2010/75/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)
IJG	Immissions-Jahres-Gesamtbelastung
IJV	Immissions-Jahres-Vorbelastung
IJW	Immissionsjahreswert
IJZ	Immissions-Jahres-Zusatzbelastung
Ind.	Individuen
inkl.	inklusive
insb.	Insbesondere
IO	Immissionsorte
i.d.R.	In der Regel
i.R.	Im Rahmen
IR-Strahlung	Infrarot-Strahlung
ISO	International Organization for Standardization
ISV	Immissions-Stunden-Vorbelastung

Abkürzung	Bedeutung
ISZ	Immissions-Stunden-Zusatzbelastung
ITV	Immissions-Tages-Vorbelastung
ITZ	Immissions-Tages-Zusatzbelastung
IW	Immissionswert der TA-Luft
<u>J</u>	
JM	Jahresmittelwert
<u>K</u>	
Kap.	Kapitel
k. A.	Keine Angabe
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
K _f -Wert	Durchlässigkeitsbeiwert
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen
kV	Kilovolt
KW	Kohlenwasserstoff(e) / Kraftwerk
KWK-Anlage	Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
KW-Kondensat	Kohlenwasserstoffkondensat
<u>L</u>	
LAI	Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Immissionen
LAU	Lagern, Abfüllen, Umschlagen
LaWa	Lagerstättenwasser
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan

Abkürzung	Bedeutung
LPG	Landesplanungsgesetz
LROP	Landesraumordnungsprogramm
LRP	Landschaftsrahmenplan
LSG	Landschaftsschutzgebiet
LV	Low Voltage = Niederspannung
L _{WA}	A-bewerteter Schallleistungspegel
<u>M</u>	
max.	maximal
MCC	Motor Control Center
MD	Mitteldruck
mind.	mindestens
Mio.	Millionen
MOC	Management of Change
MS	Mittelspannung
MV	Medium Voltage = Mittelspannung
M-V	Mecklenburg-Vorpommern
MVR	Mechanical Vapor Recompression
<u>N</u>	
N	Nord – UTM (ETRS89) Nord-Süd-Koordinate
n. b.	nicht bestimmt
N-gesamt	Gesamt-Stickstoff
Na	Natrium
NAGBNatSchG	Niedersächsisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz
ND	Niederdruck
NDS	Niedersachsen

Abkürzung	Bedeutung
NDSSchG	Niedersächsisches Denkmalschutzgesetz
NL	Niederlande
NLÖ	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasser-wirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Nm³/h	Normkubikmeter pro Stunde
NMUEK	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
NN	bezüglich Normalnull
NNF	normally no flow, englisch für "normal kein Durchfluss"
NO	Nordost
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stick(stoff)oxide
Nr.	Nummer
NSG	Naturschutzgebiet
NW	Nordwest
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
nwg.	nicht wassergefährdend
NWaldLG	Niedersächsisches Gesetz über den Wald und die Landschaftsordnung
<u>O</u>	
O ₂	Sauerstoff
o.g.	oben genannt(e/n)
o.ä.	oder ähnliche(s)
OW	Orientierungswert

Abkürzung	Bedeutung
OWC	Oil Water Contact / Öl-Wasser-Kontakt
<u>P</u>	
PAK	
Pb	Projektbestandteil
Pers. Mitt.	Persönliche Mitteilung
P-gesamt	Gesamtposphor
PM ₁₀	Staubpartikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als 10 µm (PM – particulate matter)
PM _{2,5}	Staubpartikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als 2,5 µm (PM – particulate matter)
PN	Nenn-Druck
PSM	Pflanzenschutzmittel
psu	Salzgehalt in Promille
<u>Q</u>	
QAL	Qualitätsanforderung
<u>R</u>	
RAB	Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen
RBP	Rahmenbetriebsplan
RdErl	Runderlass
RL	Rote Liste
RLMR	Rühlermoor
RNV	Regenerative Nachverbrennungsanlage
RROP	Regionales Raumordnungsprogramm
RTO	Regenerative Thermal Oxidizer
RW	Rechtswert der Gauß-Krüger-Koordinaten (West-Ost-Richtung)
<u>S</u>	

Abkürzung	Bedeutung
s.	siehe
s. a.	siehe auch
s. o.	siehe oben
s. u.	siehe unten
$S_2O_3^{2-}$	Thiosulfat(-Anion)
S_x^{2-}	Polysulfid (-Anion)
SCR	Selective Catalytic Reduction
SF_6	Schwefelhexafluorid
SFC	Start Frequency Control
SO_2	Schwefeldioxid
SO_4^{2-}	Sulfat(-Anion)
SP	Sonderpunkt (Leitungsbau)
SPA	EU-Vogelschutzgebiet
SPL	Sound Pressure Level
I	
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
Tab.	Tabelle
TDS	Total dissolved solids (gesamt gelöste Feststoffe)
TEHG	Gesetz über den Handel mit Berechtigungen zur Emission von Treibhausgasen
TG	Teilgebiet
TKP	Tauchkreispumpe
TKW	Tankkraftwagen
TöB	Träger öffentlicher Belange

Abkürzung	Bedeutung
TPA	Tiefpumpenantrieb
TR	Teilraum
TRD	Technische Regeln für Dampfkessel
TRFL	Technische Regeln für Rohrfernleitungsanlagen
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
TRwS	Technische Regeln wassergefährdender Stoffe
TSP	Total Suspended Particulates – Gesamtstaub
<u>U</u>	
u.	und
u. a.	unter anderem
u. ä.	und ähnlichem
u. GOK	unter Geländeoberkante
UAT	Maschinentransformator der KWK-Anlage (engl. "Unit auxiliary transformer")
UBA	Umweltbundesamt
UG	Untersuchungsgebiet
UQN	Umweltqualitätsnorm
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
usw.	und so weiter
UTM (-Koordinaten)	Universale Transversale Mercator (Globales Koordinatensystem)
UV-Strahlung	Ultraviolette Strahlung
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie ; Synonym wird UVU verwendet
UVU	Umweltverträglichkeitsuntersuchung; Synonym wird UVS verwendet

Abkürzung	Bedeutung
<u>V</u>	
v.	von
v. a.	vor allem
VAwS	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
VB	Vorbelastung
Verb.	Verbindungen
VE-Wasser	Vollentsalztes Wasser
vgl.	vergleiche
V _n	Normvolumen
VSDS	Variable Speed Drive System
VSG	Vogelschutzgebiet
<u>W</u>	
WEK	West-Emsland-Konsortium
WGK	Wassergefährdungsklasse
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
<u>Z</u>	
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
ZB	Zusatzbelastung
zus.	zusammen
zzgl.	zuzüglich

Maßeinheiten

Maßeinheitszeichen	Maßeinheit	Erklärung
"	Zoll	Längenmaß: 1" = 2,54 cm
°C	Grad Celsius	Temperatureinheit: 0 °C = 273,15 K
Ω	Ohm	elektrischer Widerstand
a	Jahr	Zeiteinheit: 1 a = 365 d (Schaltjahr 366 d)
A	Ampere	Stromstärke
bar	Bar	Einheit des Druckes: 1 bar = 101.325 Pa
cd	Candela	Lichtstärke
d	Tag	Zeiteinheit: 1 d = 24 h
D	Darcy	Permeabilität: 1 D = $9,869 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2$
dB	Dezibel	Schalldruckpegel
dB (A) / dB (C)	Dezibel (A) / Dezibel (C)	bewerteter Schalldruckpegel
h	Stunde	Zeiteinheit: 1 h = 60 min
ha	Hektar	Flächenmaß
Hz	Hertz	Frequenz: 1 Hz = 1 s^{-1}
J	Joule	Arbeit
K	Kelvin	Temperatureinheit: 0 K = - 273,15 °C
kg	Kilogramm	Masse
l	Liter	Volumen 1000 l = 1 m^3
m	Meter	Längenmaß
M	Molare Masse	Masse je Stoffmenge
m ²	Quadratmeter	Flächenmaß
m ³	Kubikmeter	Volumen
min	Minute	Zeiteinheit: 1 min = 60 s
mol	Mol	Stoffmenge

Maßeinheitszeichen	Maßeinheit	Erklärung
N	Newton	Kraft: $1 \text{ N} = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$
P	Poise	dynamische Viskosität: $1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$
Pa	Pascal	Einheit des Druckes
ppm	Parts per Million	Konzentrationsangabe in 1
s	Sekunde	Zeiteinheit
St	Stokes	kinematische Viskosität: $1 \text{ St} = 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$
t	Tonne	Masse: $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$
V	Volt	Spannung
Vol-%	Volumenprozent	auf das Stoffvolumen bezogener Anteil
W	Watt	Leistung $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$

Einheitenvorsätze

Vorsatzzeichen	Vorsatz	Faktor (als Zehnerpotenz)
n	Nano	10^{-9}
μ	Mikro	10^{-6}
m	Milli	10^{-3}
c	Zenti	10^{-2}
d	Dezi	10^{-1}
k	Kilo	10^3
M	Mega	10^6
G	Giga	10^9
T	Tera	10^{12}

14. Zustimmung Betriebsrat und Unternehmensbeauftragte

Rahmenbetriebsplan „Erdöl aus Rühlermoor“

Wir haben den Rahmenbetriebsplan „Erdöl aus Rühlermoor“ zur Kenntnis genommen.
Einwände bezüglich umweltrechtlicher, arbeitsschutzrechtlicher und
arbeitssicherheitsrechtlicher Aspekte haben wir nicht.

10.08.2016

Datum

T. Hausberg

Tanja Hausberg
(Beauftragte für Gewässerschutz)

11.08.2016

Datum

U. Scheer

Ulrike Scheer
(Beauftragte für Immissionsschutz)

11.08.2016

Datum

W. Fricke

Wolfgang Fricke
(Beauftragter für Abfall und Gefahrgut)

15.08.2016

Datum

Axel Bodenstab

Axel Bodenstab
(Beauftragter für Brandschutz)

10.08.2016

Datum

Hans-Gustav Bogumil

Hans-Gustav Bogumil
(Beauftragter für Gasschutz)

09.08.2016

Datum

Jörg Beyer

Jörg Beyer
(Leitende Fachkraft für Arbeitssicherheit)

Für den BR:

12.8.2016

Datum

Sylvia Behla

Sylvia Behla
(Stellvertretende Betriebsratsvorsitzende
Hannover)

11.8.16

Datum

Jan Boerrigter

Jan Boerrigter
(Betriebsrat Emsland)