Hemslingen – 11.04.2016

Regionaldialog Rotenburg/ Wümme
4. Veranstaltung

Themen: Geologie / Bohrungsintegrität / Grundwassermonitoring Bötersen Z11

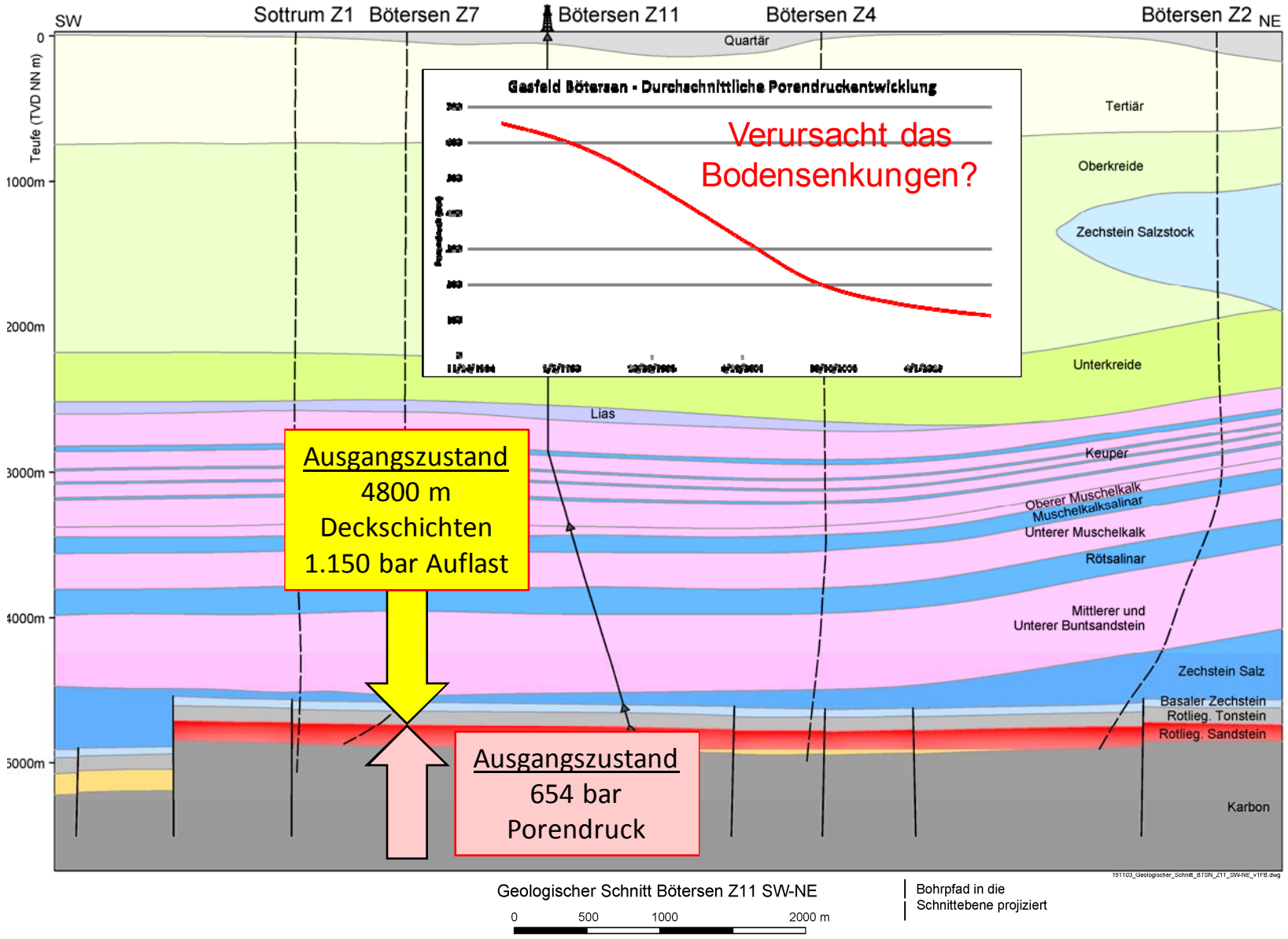
Energy lives here™

Bodensenkungen im Raum Bötersen

Martin Kinzel, 11.04.2016

Energy lives here

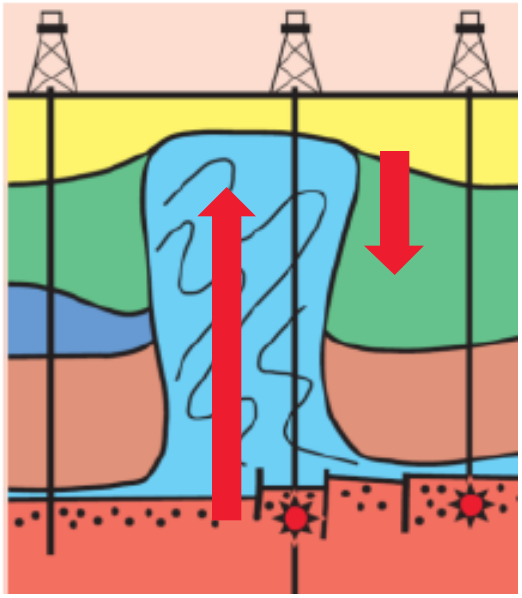
Geologischer Schnitt – Erdgasfeld Bötersen



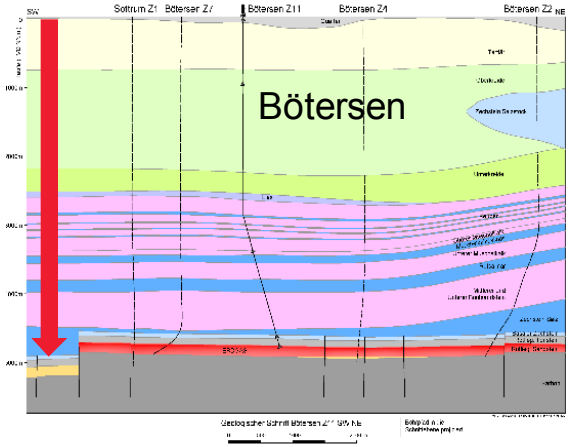
ExxonMobil

Natürliche Bodensenkungen im Raum Bötersen

Absenkung im Umfeld aufsteigender Salzstöcke (z.T. mehrere Millimeter pro Jahr)



Absenkung durch Masseverlagerungen in der Erdkruste über geologische Zeiträume. Die Absenkung im Raum Bötersen betrug in den letzten 260 Millionen Jahren 4.800 m. Das entspricht einer durchschnittlichen Rate von 0,0185 Millimeter pro Jahr.



In anderen Gebieten des Norddeutschen Tieflands zusätzlich

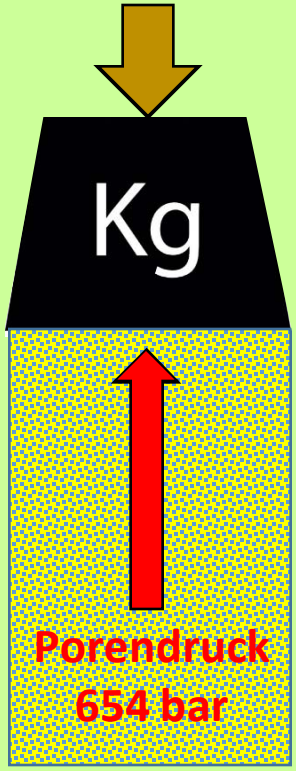
- Absenkung durch Salzlösung oberhalb von Salzstöcken im Kontakt mit Grundwasserleitern
- Absenkung durch Verkarstung (Salz/Kalkstein-Lösung im Untergrund) → Dolinen

ExxonMobil

Gesteinsverdichtung durch Bötersen-Erdgasförderung

Ausgangszustand

4.800 m
Deckschichten
1.150 bar Auflast



Netto Auflast 496 bar

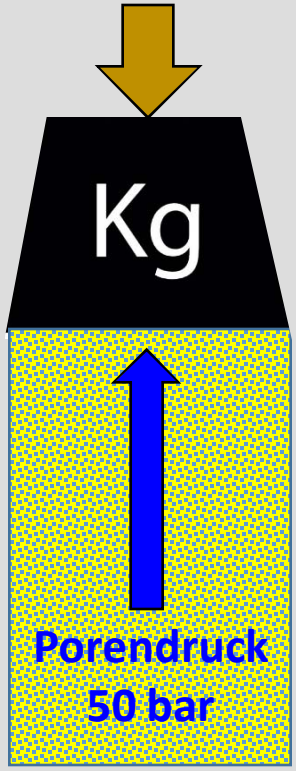
20 m Sandstein,
Porosität = 13%

Verdichtungspotential im Lagerstättengestein ist um so größer

- Je dünner das Deckgebirge
- je dicker die Lagerstätte
- je höher die Porosität
- je größer die Porendruckabsenkung

Endzustand

4.800 m
Deckschichten
1.150 bar Auflast



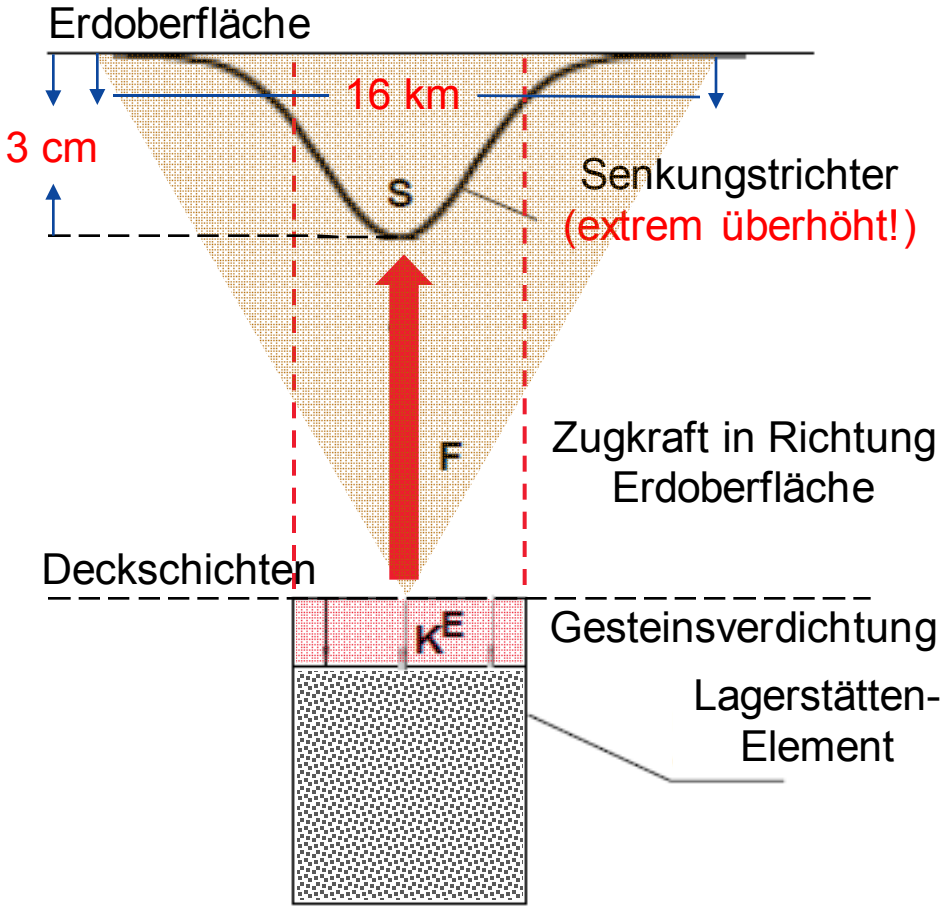
Netto Auflast 1.100 bar

19,95 m Sandstein,
Porosität = 12,74%

ExxonMobil

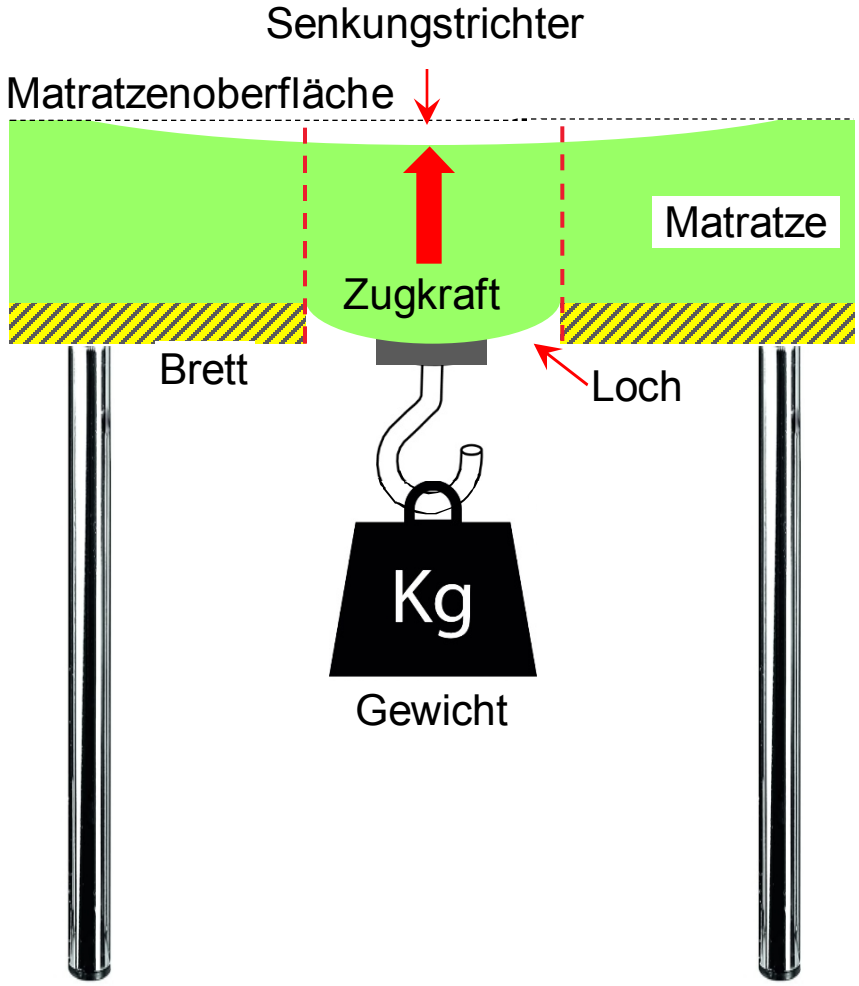
Bodensenkungen durch Erdgasförderung - Prinzipien

Theoretisches Model / Bötersen



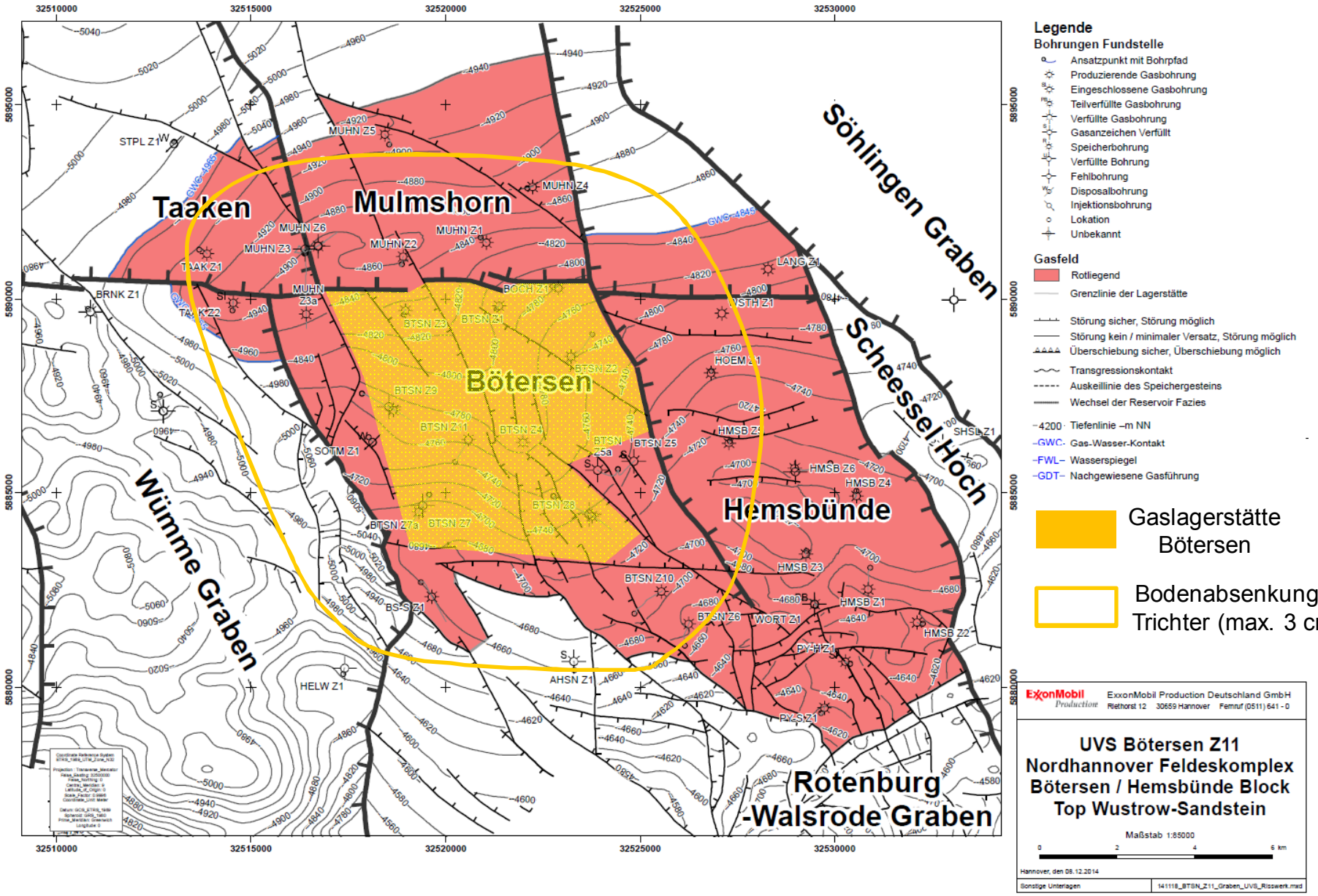
Modifizierte Abbildung aus: HEJMANOWSKI, R.: PREDICTION OF SURFACE SUBSIDENCE DUE TO OIL- OR GASFIELD DEVELOPMENT. Proceedings of the fifth international symposium on land subsidence FISOLS'95, The Hague/ Netherlands 16-20 October 1995. Wyd. A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield/1995

Analog → Matratzenexperiment



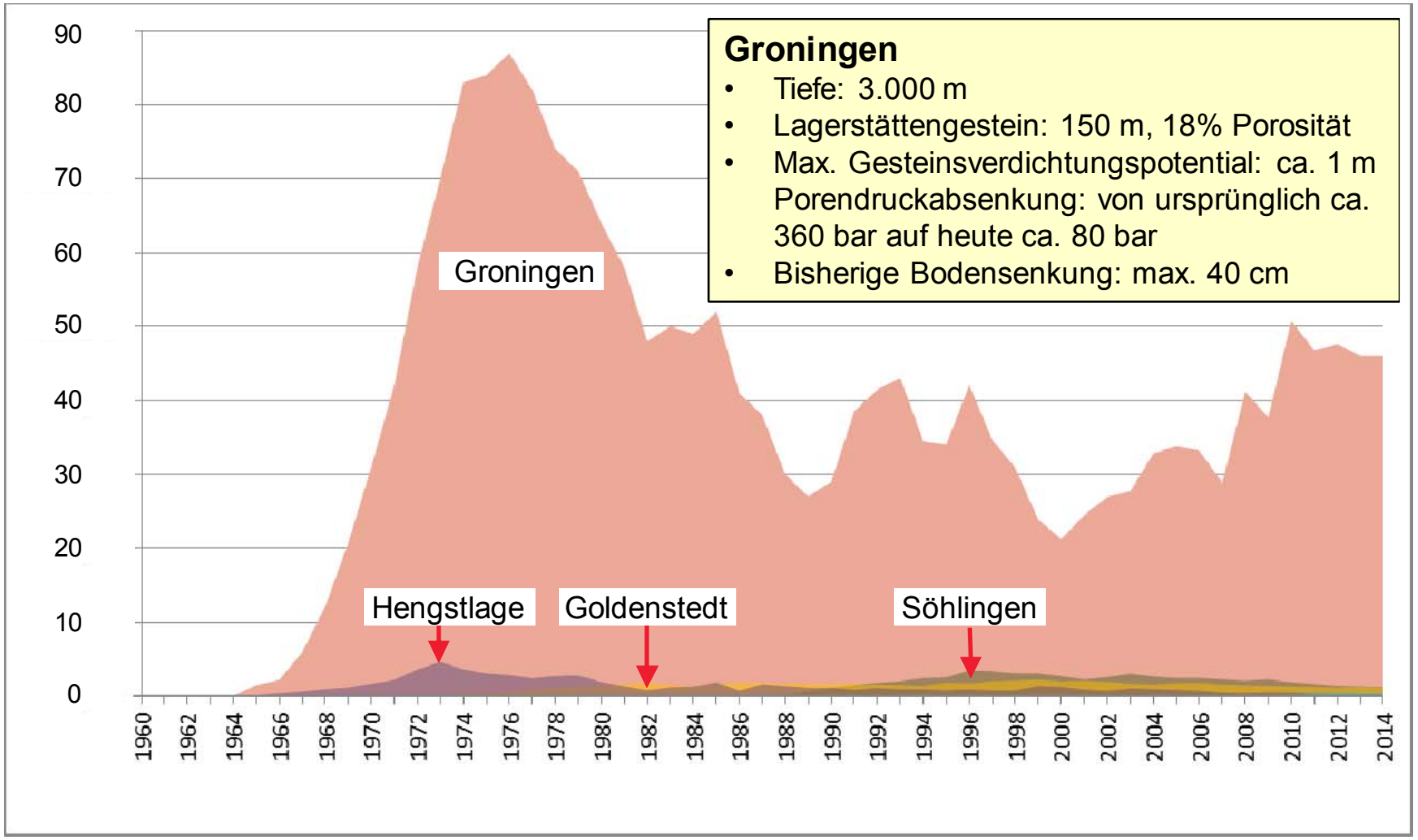
ExxonMobil

Maximaler Bodensenkungstrichter der Lagerstätte Bötersen



Vergleich Erdgasproduktion Groningen / Nordwestdeutschland

Jährliche Gasproduktion in Mrd m³



Das Diagramm links zeigt einen Vergleich der Erdgasproduktion aus dem Feld Groningen und den größten nordwestdeutschen Erdgasfeldern getrennt nach Lagerstättentyp für den Zeitraum 1960 – 2014:

WEG Mai 2015

ExxonMobil

Studien

- Studien: „*Bodenbewegungen im Norddeutschen Tiefland*“ (BGR-Bericht 2012), Zeitraum Juni 1992 bis Januar 2001, LBEG-Kontakt: Jörg Heßlau, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, An der Marktkirche 9, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Tel: +49-(0)5323-9612-241

- Aktuell laufende Studien: DGMK-Projekt 776 - RMS - Reservoir Management & Seismicity (Entwicklung von Strategien zur Verringerung von induzierter Seismizität in Gasfeldern, Abschnitt 3: Erfassung von Bodensenkungen in Produktionsfeldern), geplante Fertigstellung im Jahr 2018

ExxonMobil

Fazit zu Bodensenkungen im Bereich des Gasfeldes Bötersen

Mögliche Bodensenkungen in Folge von Gasförderung geschehen in sehr kleinen Raten über lange Zeiträume

Die Bodenabsenkung ist abhängig von:

- der Dicke der Deckschichten
- der Dicke der Lagerstätte,
- der Höhe der Porosität des Gesteins
- der Größe der Druckabsenkung

Bedeutung für das Gebiet Bötersen (beeinflusste Fläche: ca. 200 km²):

- Maximale Absenkung → ca. 3 cm über 40 Jahre (Rate: 2 mm, fallend auf < 0.5 mm / Jahr)

- Überlagerung durch natürliche Bodensenkungen im Bereich von Salzstöcken (2 -5 mm / Jahr)

- Keine Gefahr für Mensch, Umwelt und Infrastruktur

ExxonMobil

Bohrungsintegrität / Grundwasserschutz

Sibylle Bohlsen, 11.04.2016

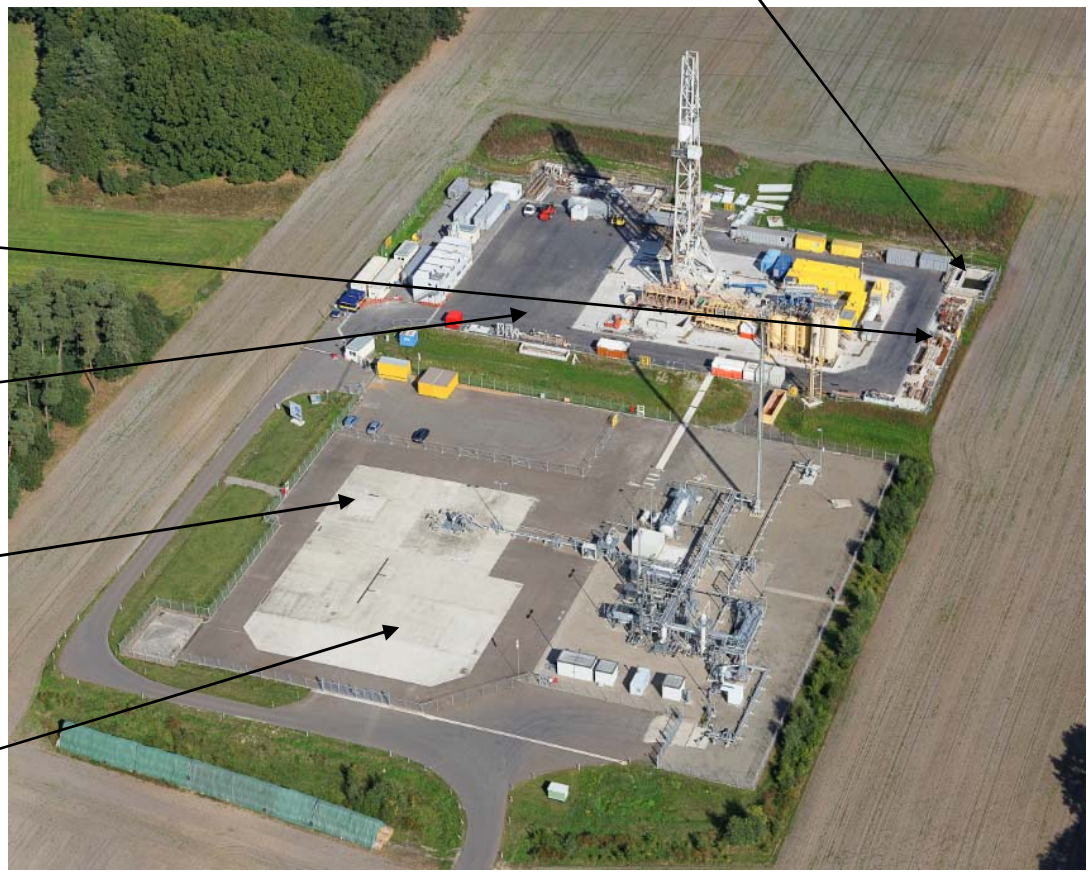
Energy lives here

Aufbau eines Bohrplatzes

- Kontrollen: Sonderbetriebsplan, Sachverständiger
- Zuständige Behörde: Bergamt

Auffangbecken

Umlaufende Rinne mit Auffangbecken für den inneren und äußeren Bereich
(Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 117- Regenrückhalteräume)



Chemikalienlagerung mit umlaufender Rinne

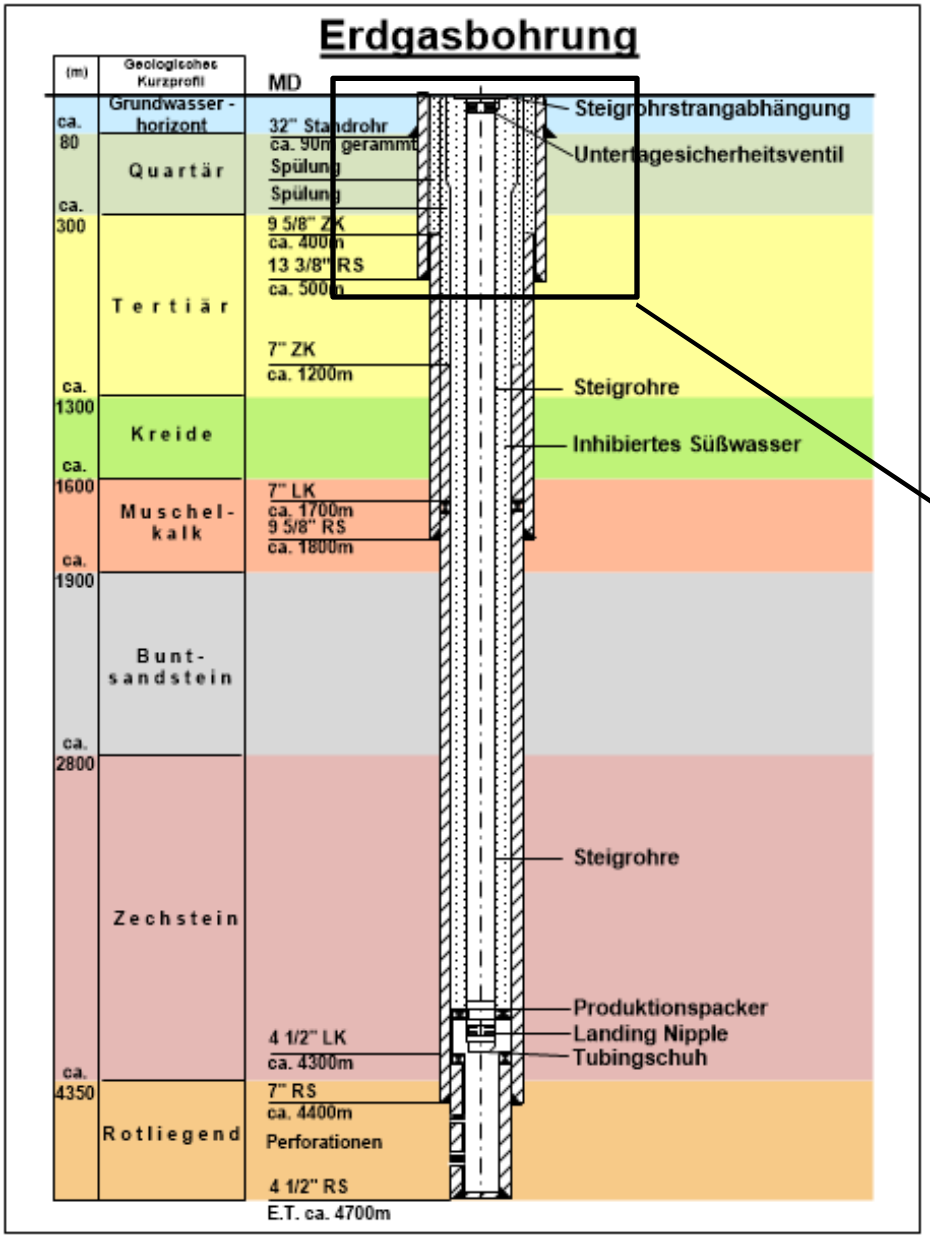
Gestängelager und Umfahrung (WEG „Gestaltung Bohrplatz“)

Maschinenfundament (niedersächsisches Wasserhaushaltsgesetz)

Entwässerungssystem der Flächen (WEG „Gestaltung Bohrplatz“)

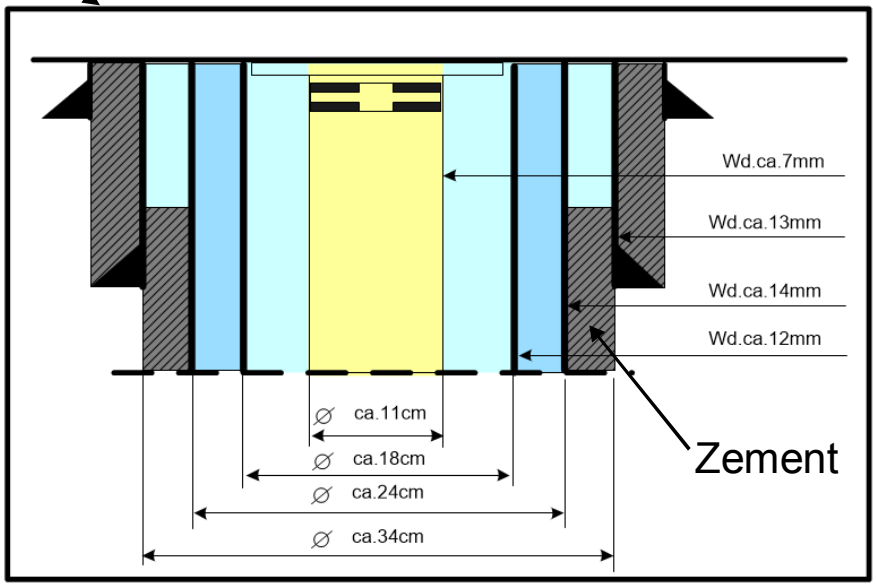
ExxonMobil

Aufbau einer Bohrung untertage



- Gesetzliche Vorgaben: Bergverordnung
- Kontrollen: Sonderbetriebsplan
- Zuständige Behörde: Bergamt

Verrohrung

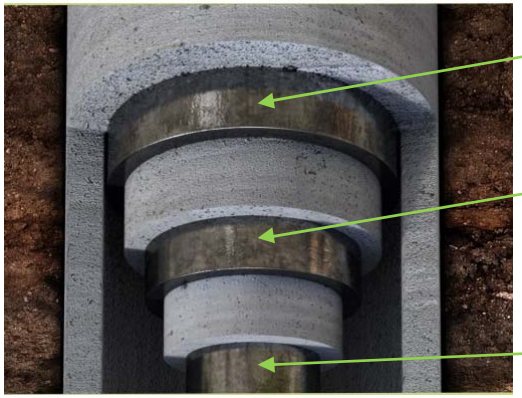


ExxonMobil

Aufbau einer Bohrung übertage

ExxonMobil

Zement



∅ ca. 34 cm

∅ ca. 24 cm

∅ ca. 18 cm

Aufgaben von Rohrtouren und Zement:

- Schützen der Bohrlochwand
- Abdichten der Horizonte
- Erhöhen der Innendruckfestigkeit

- Zusammensetzung:
  - Ton
  - Kalkstein
  - Gips
- Spezialzemente:
  - expandierend
  - flexibel

Laborversuche:
- Verpumpbarkeit
- Aushärtung

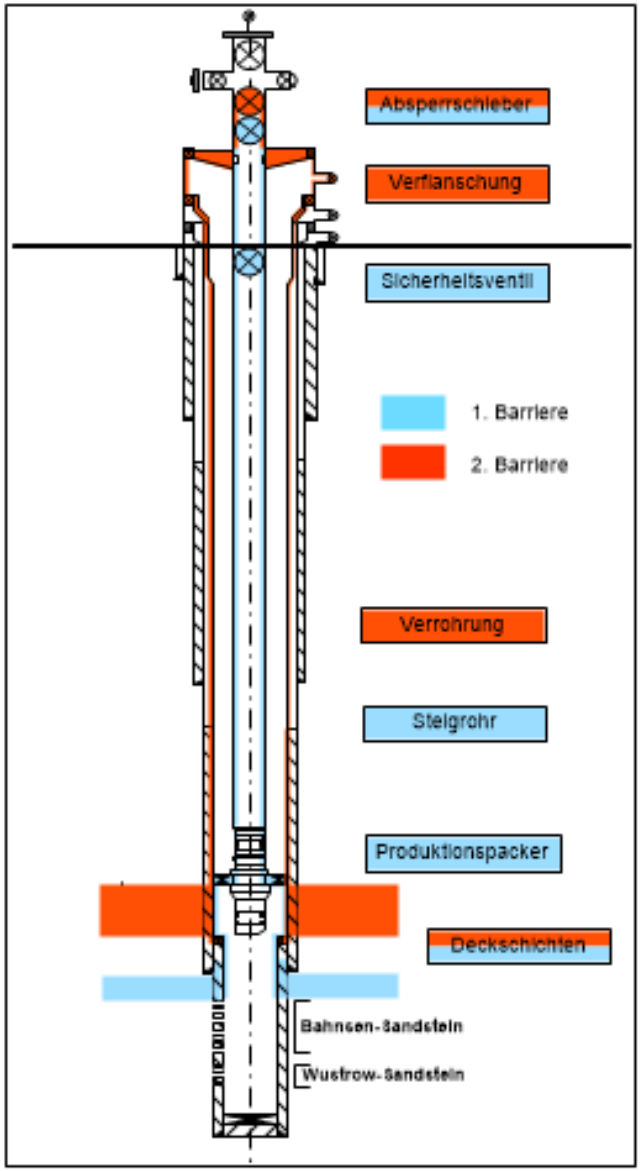
ExxonMobil

Sicherstellung der Integrität einer Bohrung

Zementationskontrolle

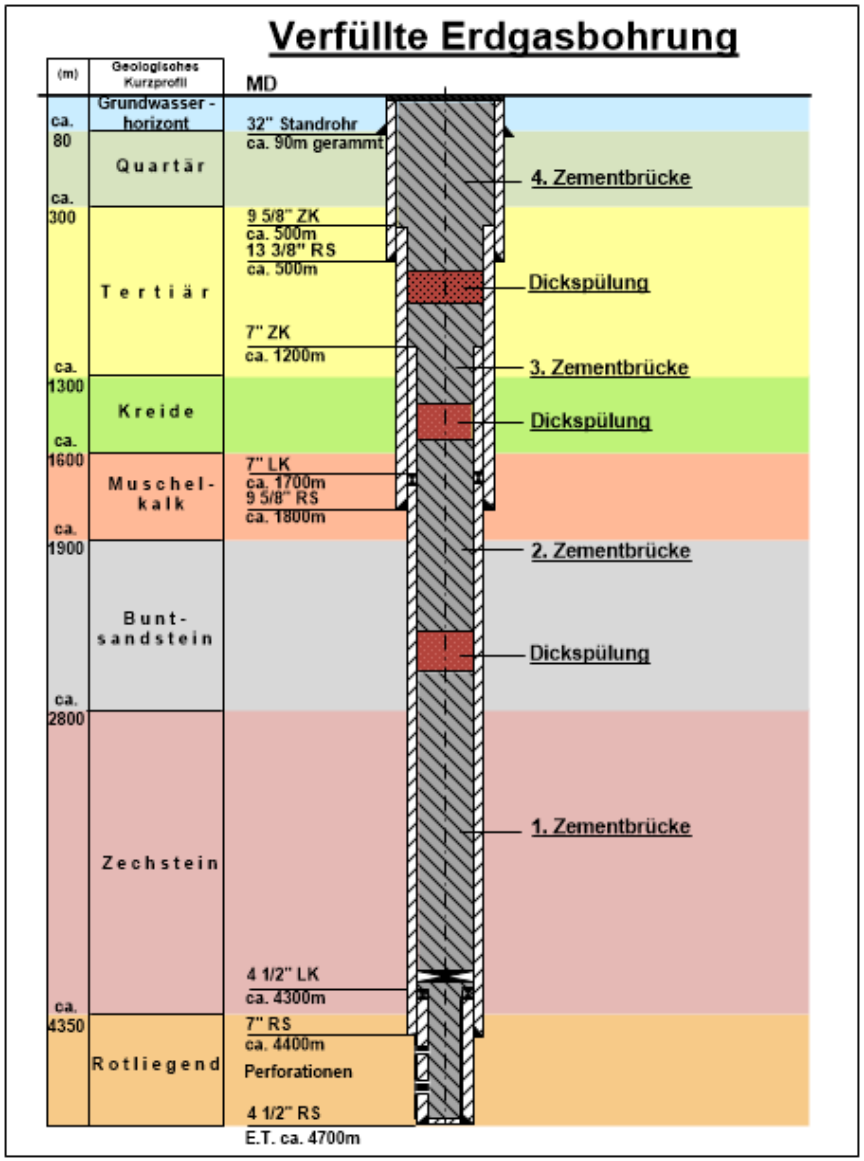
- Prüfung bei der Durchführung:
  - Bestimmung der notwendigen Menge
  - Kontrolle der verbrauchten Menge
  - Zementprobentests im Labor
- Prüfung nach Fertigstellung:
  - Drucktest (Dichtigkeit)
  - Akustische Messung (Zementnachweis)
- Prüfung während der Betriebsphase:
  - Ringraumkontrolle (Drucküberwachung)

Zwei-Barrieren-Prinzip der Bohrung



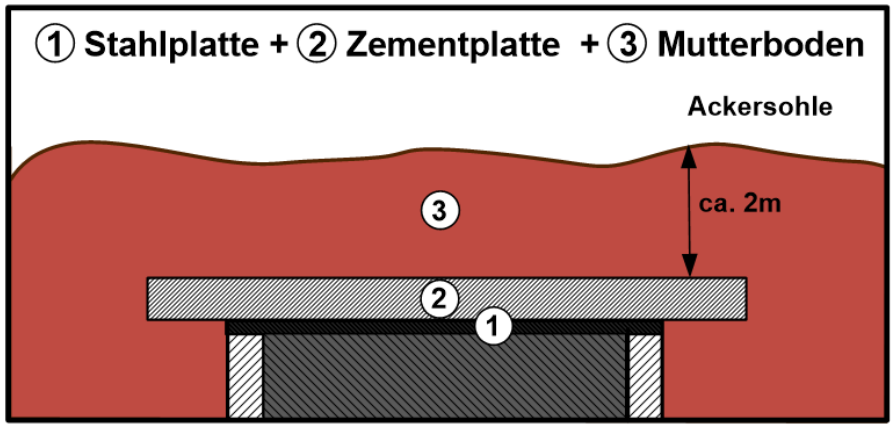
ExxonMobil

Rückbau der Bohrung



- Gesetzl. Grundlage: Bergverordnung, Verfüllungsrichtlinie
- Verwendete Materialien:
  - Abdichtstopfen (Metall und Gummi)
  - Zement
  - Dickspülung (Wasser mit Ton)
- Kontrolle:
  - Sonderbetriebsplan
  - Verfüllungsbericht
- Behörde: Bergamt

Oberfläche



ExxonMobil

Zusammenfassung

Bohrplätze sind mehrfach gegen Verunreinigungen des Untergrundes gesichert

- Im Bohrungs- und Chemikalienbereich: Beton- und Asphaltabdichtung
- Getrennte Auffangbecken für Flüssigkeiten für den inneren und äußeren Bereich
- Umlaufende Rinne um den Bohrplatz, um Flüssigkeiten aufzufangen

Bohrungen sind übertage und untertage mehrfach gesichert

- Absperrsicherheitsarmaturen (auch automatisch verschließbar)
- 2 Barrierenprinzip (z.B. Mehrfachverrohrung und Zementabdichtung)

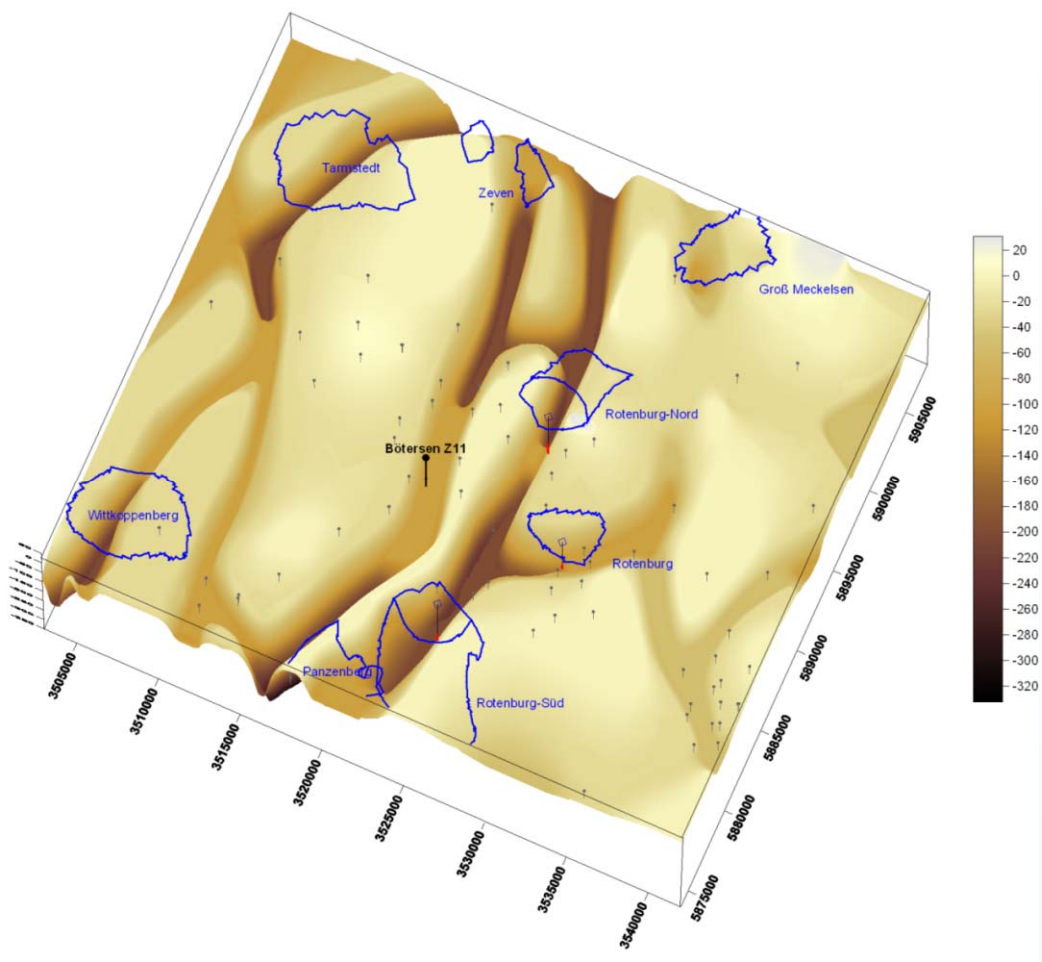
Rückbau von Bohrungen

- Verfüllung der Bohrung mit Spezialzement
- Absperrung 2m unter Erdoberfläche mit Zement- und Stahlplatte

ExxonMobil

Grundwassermonitoring Bötersen Z 11

- Konzept und Ergebnisse -



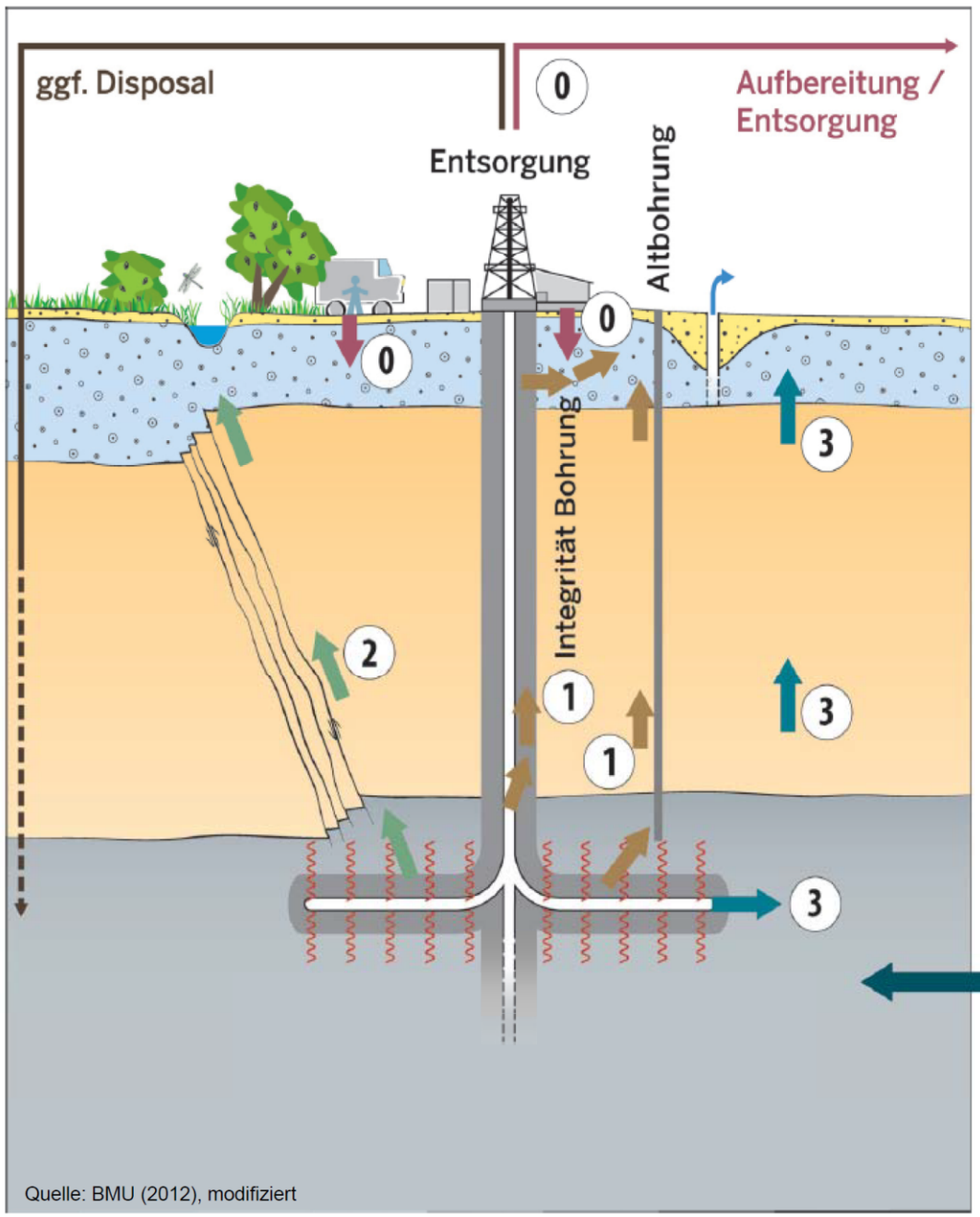
Dipl.-Geol. Dr. Udo Schmidt

11. April 2016

Anforderungen und Zielsetzungen

- Ist-Grundwasserqualität im nutzbaren oberflächennahen Grundwasserleiter erfassen
- Eingetretene Veränderungen der Grundwasserqualität am Standort Bötersen Z11 aufzeigen
- Beweissicherung der Grundwassergüte infolge Erdgas-Gewinnungsaktivitäten
- Grundlage für eine eventuelle Initiierung von Abwehrmaßnahmen
- Flexible Gestaltung in Abhängigkeit von Messergebnissen oder Vorkommnissen

Potentielle Wirkungspfade



Eintrag an Geländeroberfläche / Entsorgung (Pfadgruppe 0)

Aufstieg über künstliche Wegsamkeiten (Pfadgruppe 1)

Aufstieg über tiefgreifende Störungen (Pfadgruppe 2)

Aufstieg/Ausbreitung ohne besondere Wegsamkeiten (Pfadgruppe 3)

Entsorgung des Flowback in Versenkbohrungen (Disposal)

3 Pfadgruppen

Summenwirkungen

Abb. 3:
Schematische Darstellung potenzieller Wirkungspfade

Grundwassermessstellen

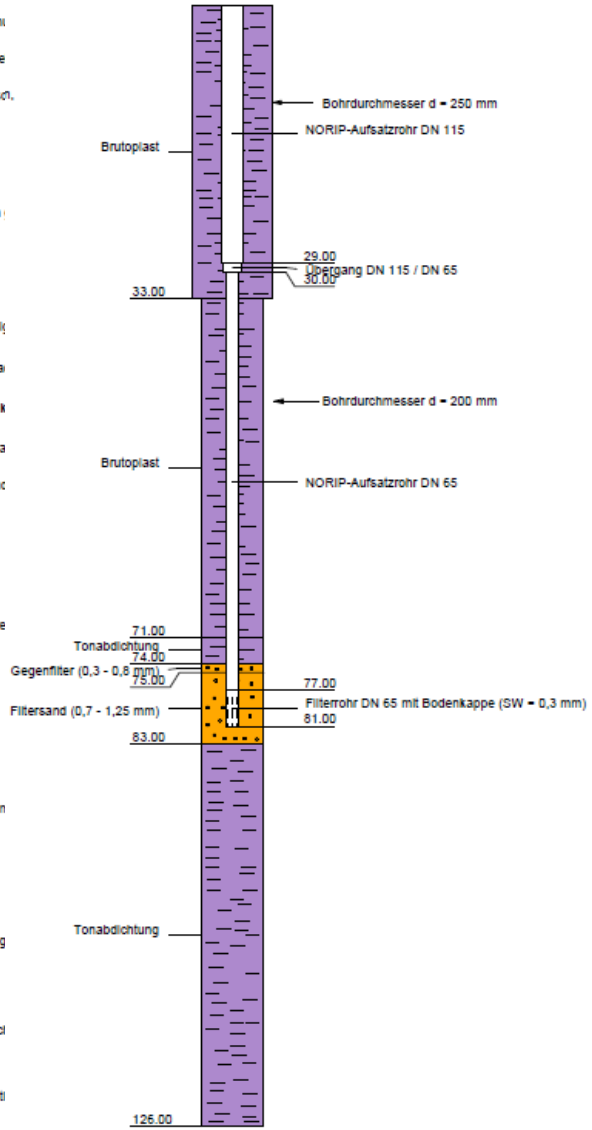
Ingenieurgesellschaft Dr. SCHMIDT mbH

Bohrprofil

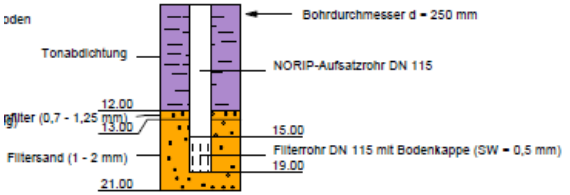
ca. +30 mNN

qh, Mittelsand, feinsandig, schwach steinig, hi
2.00
qp, Geschiebelehm (Feinsand, schluffig, mitte
4.50
qp, Geschiebelehm (Mittelsand, feinsandig, sch
kalkfrei
12.00
qp, Mittelsand, feinsandig, grau, kalkfrei
21.50
qp, Mittelsand, schwach feinsandig, schwach
24.00
qp, Feinsand, mittelsandig, grau, kalkfrei
27.00
qp, Mittelsand, feinsandig, grau, kalkfrei
34.00
qp, Mittelsand, grobsandig, schwach feinkiesig
39.00
qp, Feinkies, grobsandig, mittelsandig, schwa
42.00
qp, Mittelsand, schwach feinsandig, grau, kalk
48.00
qp, Mittelsand, feinsandig, viel Kohlefilter, gra
49.50
qp, Geschiebemergel, (Schluff, tonig, feinsand
dunkelgrau, schwach kalkhaltig
53.00
qp, Ton, schluffig, dunkelgrau, kalkfrei
64.50
qp, Feinsand, schluffig, Glimmer, grau, kalkfre
75.50
qp, Feinsand, stark Glimmer, grau, kalkfrei
83.00
tmIHE, Schluff, schwach feinsandig, stark Glin
sehr schwach kalkhaltig
100.00
tmIHE, Schluff, tonig, Molluskenschill, dunkelg
111.00
tmIV, Ton, schluffig, dunkelgrau, sehr schwac
120.00
tmIV, Ton, dunkelgrau, sehr schwach kalkhalti
126.00

GWM 1 t
Jeerhof 3



GWM 1 f
Jeerhof 1



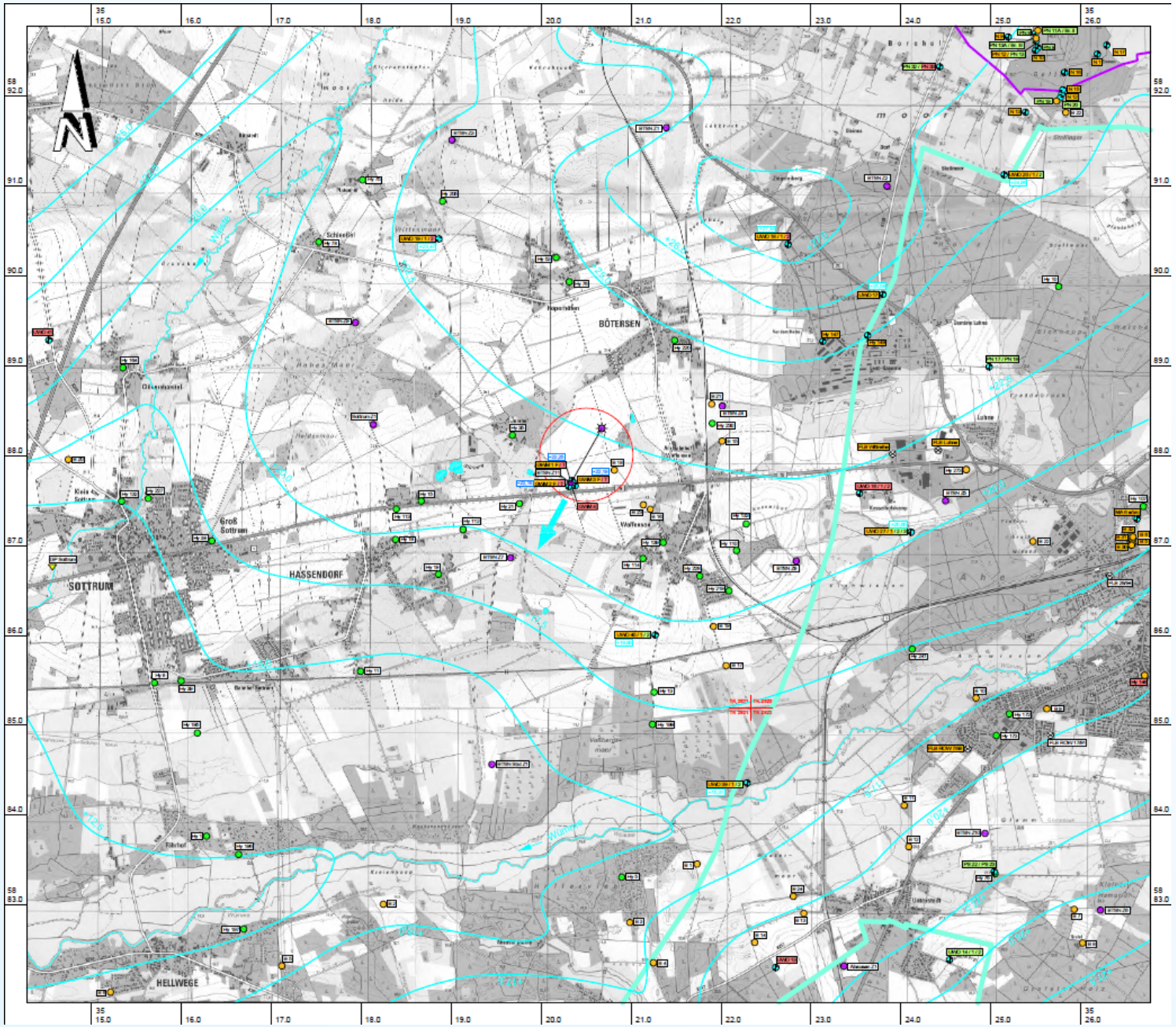
Ablaufplan

Ingenieurgesellschaft Dr. SCHMIDT mbH

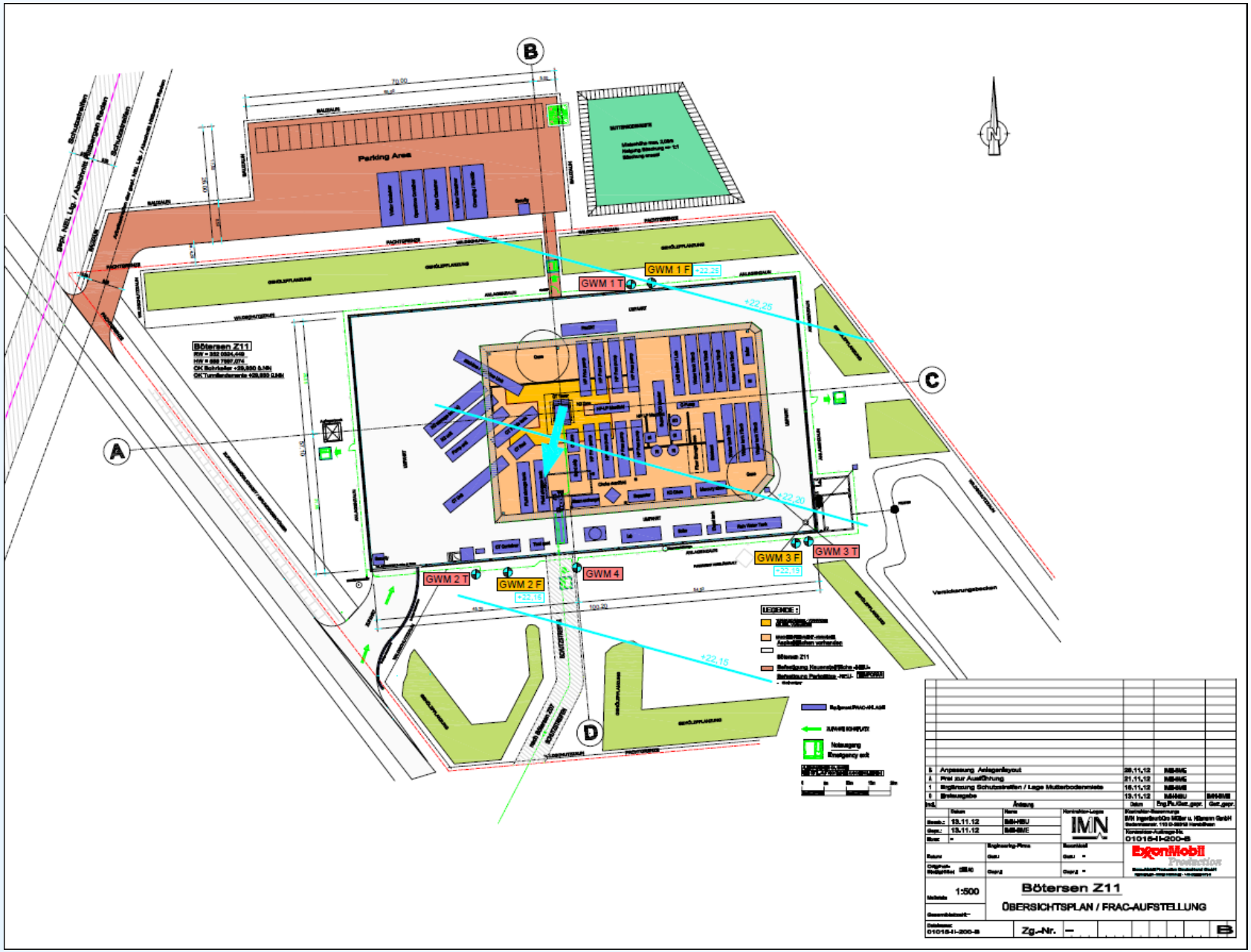
Bau der Grundwassermessstellen

Vorlaufphase ca. 4-6 Monate	• monatliche Grundwasserprobenahme und -analyse • kontinuierlicher Messsonden-Einsatz • Geoelektrische Kontrollmessung • Berichterstellung am Ende der Vorlaufphase
Kontrolle direkt nach dem Frac	• Grundwasserprobenahme und -analyse • kontinuierlicher Messsonden-Einsatz • Berichterstellung
Nachlaufphase mind. 24 Monate	• dreimonatliche Grundwasserprobenahme und -analyse • kontinuierlicher Messsonden-Einsatz • geoelektrische Kontrollmessung (am Ende der Nachlaufphase) • dreimonatliche Zwischenberichterstellung, Endberichterstellung

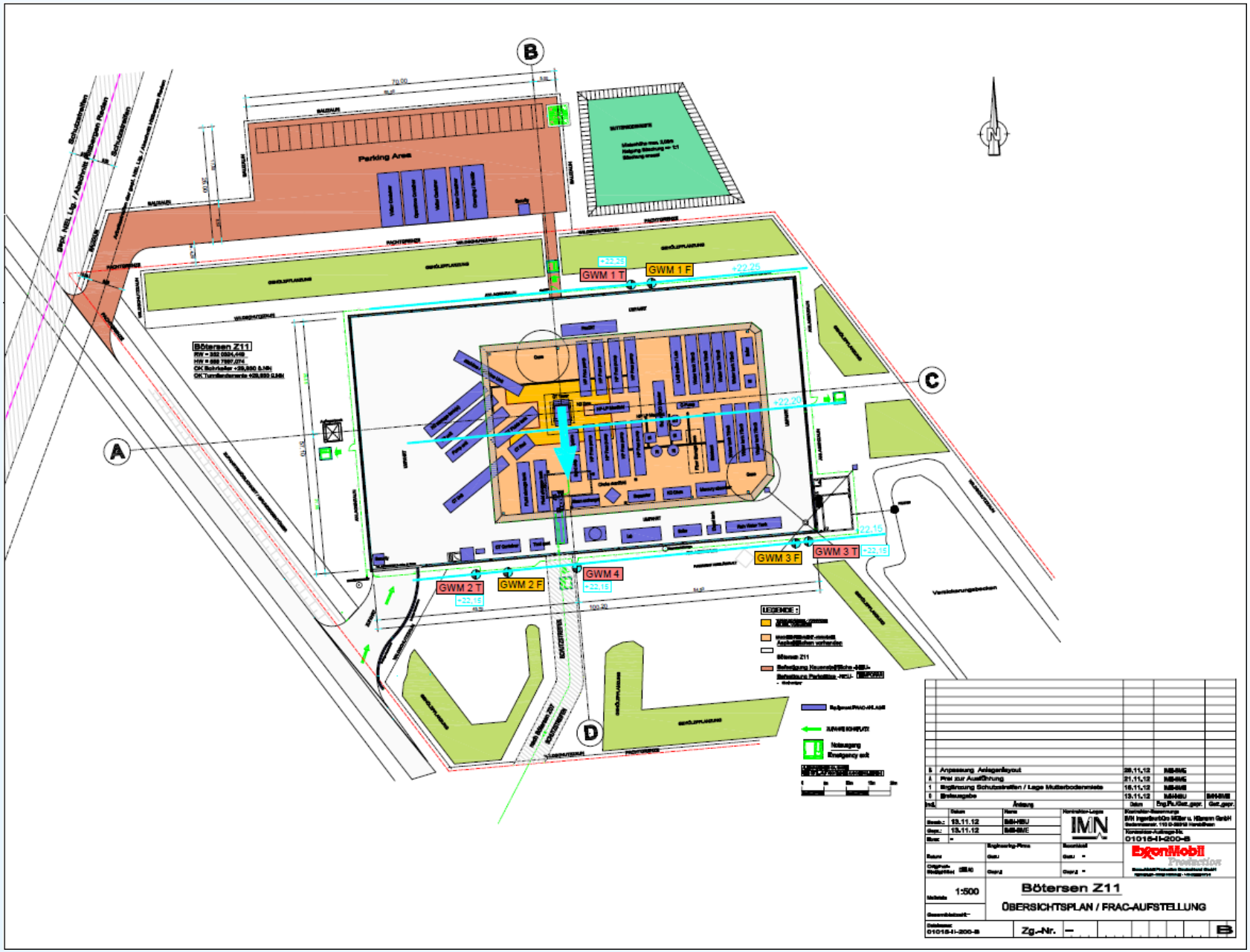
Grundwasserfließrichtung



Grundwasserfließrichtung – oberer Abschnitt des Grundwasserleiters



Grundwasserfließrichtung – mittlerer Abschnitt des Grundwasserleiters



Grundwasserbeschaffenheit - Untersuchungsumfang

Vor-Ort-Parameter	
Wasserstand	pH-Wert
Geruch (qualitativ)	Sauerstoffgehalt
Färbung (qualitativ)	elektrische Leitfähigkeit
Trübung (qualitativ)	Säurekapazität bis pH 4,3
Bodensatz	Basekapazität bis pH 8,2
Wassertemperatur	
Basisparameter	
SAK (254 nm und 436 nm)	Ammonium
Gesamthärte	Nitrit
Calcium	Nitrat
Magnesium	Chlorid
Natrium	Sulfat
Kalium	o-Phosphat
Eisen	DOC
Mangan	AOX
Aluminium, gelöst	
anorg. chem. Kenngrößen	
Antimon	Quecksilber
Arsen	Selen
Blei	Vanadium
Barium	Uran
Bor (→ Natriumtetraborat)	Zink
Cadmium	Chromat
Chrom	Kobalt
Cyanid gesamt	Zinn
Fluorid	Bromat (→ Natriumbromat)
Kupfer	Zirkon (→ Zirkonylchlorid)
Nickel	
org. chem. Kenngrößen	
BTEX	KW-Index
PAK (nach EPA)	
Radioaktivität	
Gesamtrichtdosis	
zusätzlich	
Polyethylenglykol-monohexylether	GC-MS Screening
Butyldiglycol	Methan
Cholinchlorid	
Formaldehyd (→ Ethylenglykolbis(hydroxymethyl)ether)	
bei Bed. weiterführende Untersuchungen, z.B. $^{12}C/^{13}C$ Isotopie	

Beprobung:

01. August 2014

01. Dezember 2014

02. April 2015

31. Juli 2015

01. Dezember 2016

Probenahme und Messung der Vorort-Parameter

GBA LABORGRUPPE – WISSEN WAS DRIN IST...

GBA GESELLSCHAFT FÜR BIOANALYTIK MBH

Member of German Water Partnership

GBA GESELLSCHAFT FÜR BIOANALYTIK MBH
Flensburger Straße 15 • 25421 Pinneberg

ExxonMobil Production Deutschland GmbH
Betrieb EAA Großenkneten

Vor dem Esch 12

26197 Großenkneten

Prüfbericht-Nr.: 2014P514611 / 1

Auftraggeber	ExxonMobil Production Deutschland GmbH Betrieb EAA Großenkneten
Eingangsdatum	01.08.2014
Projekt	Bötersen Z11 / Überwachung
Material	Grundwasser
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	4501034932
Verpackung	Glas-, PE-Flaschen, HS-Vials
Probenmenge	ca. 6,15 l
Auftragsnummer	14507711
Probenahme	GBA, Herr Sterl / Hr. Leischner
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	01.08.2014 - 27.08.2014
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	Radioaktivität: Hydroisotop GmbH, Schweitenkirchen
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 05.09.2014

Ralf Murzen
(Geschäftsführer)

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Standort: Pinneberg
Telefon: +49 4101 79 46-0
Fax: +49 4101 79 46-26
E-Mail: pinneberg@gba-laborgruppe.de
Homepage: www.gba-laborgruppe.de

HypoVereinsbank
IBAN: DE 45 2003 0000 0050 4043 92
BIC: HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN: DE 67 2004 0000 0449 6444 00
BIC: COBADEHH000

USt.-Ident-Nr.: DE 118 554 138
St.-Nr.: 47/723/00196
Sitz der Gesellschaft: Hamburg
Handelsregister: Hamburg HRB 42774

Geschäftsführer:
Manfred Gieseke
Ralf Murzen
Dr. Roland Bernerth
Carsten Schaffora
Dr. Herwig Dällefeld

GBA GESELLSCHAFT FÜR BIOANALYTIK MBH

Prüfbericht-Nr.: 2014P514611 / 1

Bötersen Z11 / Überwachung

Auftrag		14507711	14507711	14507711	14507711
Probe-Nr.		001	002	003	004
Material		Grundwasser	Grundwasser	Grundwasser	Grundwasser
Probenbezeichnung		GWM 1 f	GWM 1 T	GWM 2 f	GWM 2 T
Probemenge		ca. 6,15 l	ca. 6,15 l	ca. 6,15 l	ca. 6,15 l
Probenahme		01.08.2014	01.08.2014	01.08.2014	01.08.2014
Probenahme-Uhrzeit		16:25	18:25	11:55	11:55
Probeneingang		01.08.2014	01.08.2014	01.08.2014	01.08.2014
Analysenergebnisse	***Einheit***				
Grundwasserprobenahme					
Trübung (sensorisch)		ohne	ohne	ohne	ohne
Färbung		ohne	ohne	ohne	ohne
Geruch		ohne	ohne	ohne	ohne
Bodensatz		ohne	ohne	ohne	ohne
Grundwasserstand		7,38	7,51	7,44	7,54
pH-Wert (Probenahme)		6,4	7,6	7,4	4,1
Temperatur (Probenahme)	°C	11	10	11	10
Leitfähigkeit (Probenahme, 25 °C)	µS/cm	397	231	529	229
Sauerstoff-Gehalt	mg/L	1,2	<0,10	0,15	<0,10
Redoxspannung	mV	340	42	130	66
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/L	1,0	2,1	2,1	2,1
Basekapazität bis pH 8,2	mmol/L	0,42	0,086	0,16	0,086
Filtrattrockenrückstand	mg/L	258	144	335	146
SAK 254 nm	1/m	1,4	2,6	1,7	2,4
SAK 436 nm	1/m	<0,10	0,20	0,14	0,18
Gesamthärte	°dH	8,2	5,0	11,8	5,1
Calcium	mg/L	46	31	71	32
Magnesium	mg/L	7,7	2,7	8,0	2,6
Natrium	mg/L	22	12	24	12
Kalium	mg/L	3,0	1,6	4,5	1,4
Strontium	mg/L	0,21	0,17	0,22	0,14
Eisen, ges.	mg/L	0,13	0,12	0,25	0,27
Eisen, ges. (gelöst)	mg/L	0,13	0,12	0,25	0,27
Eisen (II)	mg/L	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Mangan	mg/L	0,15	0,063	0,37	0,069
Mangan gelöst	mg/L	0,15	0,063	0,37	0,069
Aluminium (gelöst)	mg/L	0,082	0,11	<0,010	0,23
Ammonium	mg/L	0,044	0,22	0,083	0,24
Nitrit	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Nitrit-N	mg/L	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Nitrat	mg/L	27	<0,50	<0,50	<0,50
Nitrat-N	mg/L	6,1	<0,11	<0,11	<0,11
Fluorid	mg/L	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Chlorid	mg/L	21	7,5	25	7,2
Bromid	mg/L	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Sulfat	mg/L	96	11	133	11

Grundwasserbeschaffenheit – oberer Abschnitt des Grundwasserleiters

Auftrag		15604183	15604183	15604183
Probe-Nr.		007	005	006
Material		Grundwasser	Grundwasser	Grundwasser
Probenbezeichnung		GWM 1f	GWM 2f	GWM 3f
Probemenge		ca. 8,43 L	ca. 8,43 L	ca. 8,43 L
Probenahme		31.07.2015	31.07.2015	31.07.2015
Probenahme-Uhrzeit		11:20	11:10	12:55
Probeneingang		31.07.2015	31.07.2015	31.07.2015
Analysenergebnisse	*Einheit*			
Grundwasserprobenahme				
Trübung (sensorisch)		ohne	ohne	ohne
Färbung		farblos	farblos	farblos
Geruch		ohne	schwach jauchig	schwach muffig
Bodensatz		nein	nein	nein
Grundwasserstand		7,42	7,48	7,44
pH-Wert (Probenahme)		6,4	7,2	6,3
Temperatur (Probenahme)	°C	10,7	11,4	11,2
Leitfähigkeit (Probenahme, 25 °C)	µS/cm	401	519	390
Sauerstoff-Gehalt	mg/L	6,4	0,060	2,6
Redoxspannung (Probenahme)	mV	379	159	360
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/L	1,0	2,5	1,2
Basekapazität bis pH 8,2	mmol/L	0,46	0,16	0,55
Filtrattrockenrückstand	mg/L	285	330	294
SAK 254 nm	1/m	1,6	1,4	1,7
SAK 436 nm	1/m	<0,10	<0,10	<0,10
Gesamthärte	°dH	8,12	11,96	7,81
Calcium	mg/L	46	72	40
Magnesium	mg/L	7,3	8,2	9,6
Natrium	mg/L	17	15	14
Kalium	mg/L	2,4	3,7	3,8
Strontium	mg/L	0,18	0,22	0,19
Eisen, ges.	mg/L	0,44	1,4	0,69
Eisen, ges. (gelöst)	mg/L	0,44	1,4	0,69
Eisen (II)	mg/L	0,44	1,2	0,61
Mangan	mg/L	0,11	0,35	0,35
Mangan gelöst	mg/L	0,11	0,35	0,35
Aluminium (gelöst)	mg/L	0,097	<0,010	0,014
Ammonium	mg/L	0,042	0,21	0,028
Nitrit	mg/L	0,010	<0,010	<0,010
Nitrit-N	mg/L	0,0030	<0,0030	<0,0030
Nitrat	mg/L	22	<0,50	46
Nitrat-N	mg/L	5,0	<0,11	10
Fluorid	mg/L	<0,15	<0,15	<0,15
Chlorid	mg/L	18	24	19
Bromid	mg/L	<0,50	<0,50	<0,50
Sulfat	mg/L	86	114	63
ortho-Phosphat	mg/L	<0,10	0,10	0,14

leicht erhöht

vermutlich diffuse Einträge aus der Landwirtschaft

Grundwasserbeschaffenheit – oberer Abschnitt des Grundwasserleiters

Ingenieurgesellschaft Dr. SCHMIDT mbH

Auftrag		15604183	15604183	15604183
Probe-Nr.		007	005	006
Material		Grundwasser	Grundwasser	Grundwasser
Probenbezeichnung		GWM 1f	GWM 2f	GWM 3f
Probemenge		ca. 8,43 L	ca. 8,43 L	ca. 8,43 L
Probenahme		31.07.2015	31.07.2015	31.07.2015
Probenahme-Uhrzeit		11:20	11:10	12:55
Probeneingang		31.07.2015	31.07.2015	31.07.2015
ortho-Phosphat-P	mg/L	<0,033	0,033	0,046
DOC	mg/L	<1,0	<1,0	<1,0
AOX	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Antimon	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Arsen	mg/L	0,0011	0,0035	0,0023
Blei	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Barium	mg/L	0,047	0,030	0,041
Bor	mg/L	0,035	0,040	0,053
Cadmium	mg/L	0,00053	<0,00030	<0,00030
Chrom ges.	mg/L	0,0010	<0,0010	<0,0010
Cyanid ges.	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Nickel	mg/L	0,014	0,017	0,021
Quecksilber	mg/L	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Selen	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Vanadium	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Uran	mg/L	<0,00010	<0,00010	0,00020
Zink	mg/L	0,014	0,013	0,016
Chrom (VI)	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Cobalt	mg/L	0,0011	0,0069	0,0075
Zinn	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Zirkonium	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Iod ges.	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Summe BTEX	µg/L	n.n.	n.n.	n.n.
Benzol	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
Toluol	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
Ethylbenzol	µg/L	<1,0	<	
m-/p-Xylol	µg/L	<1,0	<	
o-Xylol	µg/L	<1,0	<	
Summe PAK (EPA)	µg/L	n.n.	n.n.	n.n.
Naphthalin	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthylen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Phenanthren	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Anthracen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranthen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Pyren	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Benz(a)anthracen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010

leicht erhöht

Keine anthropogenen Spurenstoffe wie BTEX, PAK

Grundwasserbeschaffenheit – oberer Abschnitt des Grundwasserleiters

Ingenieurgesellschaft Dr. SCHMIDT mbH

Auftrag		15604183	15604183	15604183
Probe-Nr.		007	005	006
Material		Grundwasser	Grundwasser	Grundwasser
Probenbezeichnung		GWM 1f	GWM 2f	GWM 3f
Probemenge		ca. 8,43 L	ca. 8,43 L	ca. 8,43 L
Probenahme		31.07.2015	31.07.2015	31.07.2015
Probenahme-Uhrzeit		11:20	11:10	12:55
Probeneingang		31.07.2015	31.07.2015	31.07.2015
Chrysen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(b)fluoranthen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(k)fluoranthen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(a)pyren	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Dibenz(ah)anthracen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(g,h,i)perylen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Kohlenwasserstoffe	mg/L	<0,10	<0,10	
Gesamt-α-Aktivitätskonzentration	Bq/L	0,10	<0,024	
Gesamt-β-Aktivitätskonzentration	Bq/L	0,14	0,14	0,14
Thiosulfat	µg/L	<100	<100	<100
Butyldiglycol	mg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Cholin	µg/L	<0,50	<0,50	<0,50
Triethanolamin	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Methan	µg/L	<10	<10	
Ethan	µg/L	<2,0	<2,0	
Propan	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0
Butan	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0
Pentan	µg/L	<100	<100	<100

kein Erdgas, keine Kohlenwasserstoffe

Keine Frac-spezifischen Substanzen

Grundwasserbeschaffenheit - Zusammenfassung

- Die Inhaltsstoffe des Grundwassers liegen weitestgehend im geogenen Normalbereich
- Im oberen Abschnitt des Grundwasserleiters: anthropogene Vorbelastungen durch diffuse Stoffeinträge aus der Landwirtschaft (Nitrat, Sulfat)
- Im oberen und mittleren Abschnitt des Grundwasserleiters: punktuell geringfügig erhöhte Schwermetallgehalte (Cadmium, Nickel, Chrom) und Aluminiumgehalte
- Keine anthropogenen Spurenstoffe wie BTEX, PAK und Mineralöl-Kohlenwasserstoffe
- Methan, Ethan, Propan, Butan und Pentan lagen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!