

Projekt-Nr.

**2080303**

Ausfertigungs-Nr.

**Exemplar 7/10**

Datum

**14.09.2018****Tanklager Bremen-Farge****LKNr. 220 038**

**13. Sachstandsbericht zur Sanierung des Grundwassers  
im Bereich Verladebahnhof 2 (Zeitraum: Januar 2017 – Dezember 2017)  
sowie**

**Monitoringuntersuchungen im Bereich  
Verladebahnhof 2 und Hafen (Januar 2017 - Dezember 2017)**

Auftraggeber

**Bundesbau bei  
Immobilien Bremen AÖR  
Bundesbau  
Theodor-Heuss-Alle 14  
22815 Bremen**

**Bearbeiter: Dipl. Geol. O. Böcker**

HPC AG  
Wilhelm-Herbst-Str. 5  
28359 Bremen

Tel.: (0421) 20 24 30-0  
Fax: (0421) 21 70 10

## Inhaltsverzeichnis

Text	Seite
<b>1. Anlass und Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>2. Umfang der Wasserentnahme und Wasserableitung im Rahmen der Sanierung Verladebahnhof 2</b>	<b>6</b>
2.1 Beschreibung der Maßnahme und Sanierungstechnik	6
2.2 Anforderung an die Wasserableitung	8
2.3 Probenahme	8
2.4 Ergebnisse der laufenden Sanierung	9
2.5 Bewertung Sanierung Verladebahnhof 2	32
<b>3. Grundwassermonitoring</b>	<b>40</b>
3.1 Bereich Verladebahnhof 2	40
3.2 Bereich Hafen	60
3.3 Verladebahnhof 1	69

## Anlagen

- 1 Lageplan: Darstellung der Grundwasserfließrichtung im Mai 2017  
Bereich Verladebahnhof 2
- 2 Lageplan: Darstellung Standort der Sanierungsanlage Verladebahnhof 2 und  
Verlauf von Förderleitungen sowie BTEX-Gehalte im geförderten Grundwas-  
ser
- 3 Lageplan: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für BTEX in Grund-  
wassermessstellen Verladebahnhof 2 und Abstrom
- 4 Lageplan: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für MTBE in Grund-  
wassermessstellen Verladebahnhof 2 und Abstrom
- 5 Lageplan: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für PAK in Grund-  
wassermessstellen Verladebahnhof 2 und Abstrom
- 6 Lageplan: Darstellung der Grundwasserfließrichtung im März 2017  
Bereich Hafen
- 7 Lageplan: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für BTEX in Grund-  
wassermessstellen Hafen

- 8 Lageplan: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für MTBE in Grundwassermessstellen Hafen
- 9 Lageplan: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für PAK in Grundwassermessstellen Hafen
- 10 Lageplan: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für MKW in Grundwassermessstellen Hafen
- 11 Lageplan: Darstellung der BTEX-Gehalte im Grundwasser Verladebahnhof 2 und Abstrom
- 12 Lageplan: Darstellung der MTBE-Gehalte im Grundwasser Verladebahnhof 2 und Abstrom
- 13 Tabelle: Entwicklung der Schadstoffgehalte und Frachten Sanierung Verladebahnhof 2
- 14 Tabelle: Befunde im gereinigten Ablaufwasser und der Abluft Sanierung Verladebahnhof 2
- 15 Laborberichte Sanierung Verladebahnhof 2 Sanierungsanlage
- 16 Laborberichte Monitoring
  - 16.1 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom
    - 16.1.1 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom- Juni 2017
    - 16.1.2 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom- Dezember 2017
  - 16.2 Monitoring Hafen
    - 16.2.1 Monitoring Hafen- Juni 2017
    - 16.2.2 Monitoring Hafen-Dezember 2017
- 17 Probenahmeprotokolle
  - 17.1 Sanierung Verladebahnhof 2 Sanierungsanlage
  - 17.2 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom
    - 17.2.1 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom- Juni 2017
    - 17.2.2 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom- Dezember 2017
  - 17.3 Monitoring Hafen
    - 17.3.1 Monitoring Hafen- Juni 2017
    - 17.3.2 Monitoring Hafen- Dezember 2017
- 18 Protokolle der Wasserstandsmessungen
  - 18.1 Verladebahnhof 2 und Abstrom
  - 18.2 Hafen
- 19 Schematisches Fließbild der Sanierungsanlage Sanierung Verladebahnhof 2



## Abbildungsverzeichnis

- Grafik 1-7: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser)
- Grafik 8 und 9: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Förderbrunnen
- Grafik 10: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Beobachtungsmessstellen
- Grafik 11: Entwicklung der Wasserstände in den Sanierungsbrunnen
- Grafiken 12.1 – 12.10: Trend bei der Entwicklung der BTEX-Konzentrationen in den Förderbrunnen
- Grafik 13: Grundwasserstände in Beobachtungsmessstellen - Verladebahnhof 2

## Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Aufstellung über erbrachte Leistungen
- Tabelle 2: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser)
- Tabelle 3 : Befunde zusätzlicher Parameter
- Tabelle 4: Mengen geförderter Leichtphasen
- Tabelle 5: Phasenmächtigkeiten in den Förderbrunnen
- Tabelle 6: Phasenmächtigkeiten GWMS 1/13 bis GWMS 6/13
- Tabelle 7: Phasenmächtigkeiten in den Beobachtungsmessstellen
- Tabelle 8.1-8.3: Befunde für BTEX der Grundwasseruntersuchung in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2
- Tabelle 9.1-9.3: Befunde für MTBE in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2
- Tabelle 10.1-10.3: Befunde für PAK in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2
- Tabelle 11.1 und 11.2: Befunde für MKW in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2
- Tabelle 12: Befunde für BTEX der Grundwasseruntersuchung in Monitoringmessstellen - Bereich Hafen
- Tabelle 13: Befunde für MTBE der Grundwasseruntersuchung in Monitoringmessstellen - Bereich Hafen
- Tabelle 14: Befunde für PAK der Grundwasseruntersuchung in Monitoringmessstellen - Bereich Hafen
- Tabelle 15: Befunde für MKW der Grundwasseruntersuchung in Monitoringmessstellen - Bereich Hafen

## 1. Anlass und Aufgabenstellung

Im Bereich des Verladebahnhofs 2 wurde anhand der Ergebnisse aus den bisher durchgeführten Erkundungen eine Kontamination von Boden und Grundwasser durch BTEX lokalisiert und lateral sowie vertikal abgegrenzt.

Unter Berücksichtigung der ermittelten BTEX-Gehalte im Schadenszentrum sowie des vorhandenen Phasenkörpers im Bereich des Verladebahnhofs 2 war das Erfordernis für Sanierungsmaßnahmen gegeben, wobei durch entsprechende Maßnahmen insbesondere der Schadstoffabstrom von der Liegenschaft zu minimieren ist.

Die Sanierung des Grundwassers wurde durch die Freie Hansestadt Bremen, Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa mit Schreiben vom 17.05.2010 auf der Grundlage des *Antrages auf eine wasserbehördliche Erlaubnis für die Entnahme und Ableitung des Grundwassers im Rahmen einer Sanierung*, HPC AG 29.03.2010, angeordnet. Dabei wurde die dauerhafte Unterschreitung der folgenden Sanierungszielwerte festgelegt:

In der Bodenluft:

BTEX	=	< 5,0 mg/m <sup>3</sup>
------	---	-------------------------

Im Boden:

Benzol	=	< 0,5 mg/kg TS
BTEX (einschl. Trimethylbenzol)	=	< 10 mg/kg TS
MKW	=	< 1000 mg/kg TS

Im Grundwasser:

Benzol	=	< 1,0 µg/l
BTEX (einschl. Trimethylbenzol)	=	< 20,0 µg/l
MKW	=	< 100,0 µg/l
MTBE	=	< 15 µg/l
PAK (Summe EPA, ohne Naphthalin)	=	< 1,0 µg/l

Die HPC AG wurde von Bundesbau bei Immobilien Bremen AÖR beauftragt, die Sanierung des Grundwassers auf der Liegenschaft des Tanklagers Bremen-Farge, Bereich Verladebahnhof 2 fachgutachterlich zu begleiten.

Der Verlauf der Grundwassersanierung wird, wie in der Anordnung vom 17.05.2010 gefordert, in regelmäßigen, jährlichen Berichten zum Sachstand durch HPC AG dargestellt:

1. Sachstandsbericht, 29.10.2010: Zeitraum Juli 2010 - Oktober 2010
2. Sachstandsbericht, 15.03.2011: Zeitraum Juli 2010 - Februar 2011



3. Sachstandsbericht, 26.06.2011: Zeitraum Juli 2010 - Juni 2011
4. Sachstandsbericht, 25.01.2012: Zeitraum August 2011 - Januar 2012
5. Sachstandsbericht, 20.08.2012: Zeitraum Februar 2012 - Juli 2012
6. Sachstandsbericht, 15.04.2013: Zeitraum August 2012 - März 2013
7. Sachstandsbericht, 06.01.2014: Zeitraum April 2013 - August 2013
8. Sachstandsbericht, 14.03.2014: Zeitraum September 2013 - Februar 2014
9. Sachstandsbericht, 30.07.2014: Zeitraum März 2014 - Juli 2014
10. Sachstandsbericht, 31.08.2015: Zeitraum August 2014 - Dezember 2014
11. Sachstandsbericht, 20.06.2016: Zeitraum Januar 2015 - Dezember 2015
12. Sachstandsbericht, 30.05.2017: Zeitraum Januar 2016 - Dezember 2016.

Im vorliegenden 13. Sachstandsbericht wird der Sanierungszeitraum von Januar 2017 bis Dezember 2017 dokumentiert. In den jeweiligen Sachstandsberichten werden außerdem die Ergebnisse der Monitoringuntersuchungen im Bereich Verladebahnhof 2 und dessen Grundwasserabstrom dargestellt.

Zusätzlich waren auf Grundlage der Detailuntersuchungen im Bereich des Hafens (*Bericht der HPC AG vom 27.02.2014: Detailuntersuchungen von kontaminationsverdächtigen und kontaminierten Flächen, Phase IIb-2 im Bereich Tanklager Bremen Farge*) regelmäßige Kontrolluntersuchungen des Grundwassers in Form eines Monitorings in folgendem Umfang durchzuführen:

Bereich Hafen:

Beprobung und Analyse des Grundwassers aus allen vorhandenen Grundwassermessstellen, Analyse auf die Parameter BTEX, MKW, PAK und MTBE sowie Messung der Grundwasserstände und Bestimmung der Grundwasserfließrichtung.

Das Monitoring für den Bereich Hafen wurde erstmals im Dezember 2014 durchgeführt. Sämtliche Ergebnisse der Monitoringuntersuchungen (Verladebahnhof 2 und Hafen) werden im Kapitel 3 dokumentiert.

## **2. Umfang der Wasserentnahme und Wasserableitung im Rahmen der Sanierung Verladebahnhof 2**

### **2.1 Beschreibung der Maßnahme und Sanierungstechnik**

Die Sanierung des Grundwassers im Bereich Verladebahnhof 2 erfolgt zum jetzigen Zeitpunkt mittels des Verfahrens der hydraulisch unterstützten Phasenabschöpfung.

Hierbei wird im Kontaminationszentrum aus derzeit 10 Brunnen Grundwasser gefördert, um ein weiteres Abströmen von Schadstoffen mit dem Grundwasser zu unterbinden. Dabei werden die Fördermengen, Förderraten sowie die



Wasserstände der Förderbrunnen von der Anlage erfasst und im monatlichen Abstand von der HPC AG ausgelesen und dokumentiert. Die Ablesung ermöglicht in Verbindung mit der von SGS Fresenius durchgeführten Analytik eine Frachtberechnung für die einzelnen Förderbrunnen.

Parallel zur Grundwasserförderung wird eine Phasenabschöpfung betrieben, wodurch eine nachhaltige Entfrachtung des wassergesättigten Bodens bzw. des Überganges wassergesättigte/wasserungesättigte Bodenzone ermöglicht wird. Die HPC AG führt im Rahmen der monatlichen Stichtagsmessung eine Phasenmessung an folgenden GWMS durch (mittels 2-Phasen-Lot): Gleis 6, GWMS 04/13, GWMS 01/06F und GWMS 01/08. Die Firma Züblin führt im Auftrag der HPC AG Phasenmessungen an den Förderbrunnen durch. Dies erfolgt ca. 2-3 mal im Jahr im Abstand von 4-6 Monaten. Bei der Abschöpfung werden die Phasen in einem Sammelbehälter zusammengeführt. Eine Mengenerfassung je Brunnen ist daher nicht möglich.

Die Grundwasserförderung erfolgt mittels Tauchpumpen aus den Brunnen. Die Entnahmetiefen sind den Planunterlagen zu entnehmen (Anlage 2). Die in den Förderbrunnen aufschwimmende Leichtphase wird mittels druckluftgesteuertem Abschöpfsystem in einem Vorlagebehälter aufgefangen und ordnungsgemäß entsorgt (ausgeführt durch die Nehlsen GmbH und Co KG, im Auftrag der Firma Züblin).

Die Wasseraufbereitung erfolgt durch eine zweistufige, horizontale Strippanlage mit nachgeschalteter zweistufiger Aktivkohlefilterung des Wassers sowie der Abluftreinigung aus der Strippanlage mittels dreistufiger Aktivkohlefiltration.

Da im geförderten Grundwasser Eisen-Ausfällungen beim Pumpbetrieb stattfinden, ist den Aktivkohlefiltern eine Enteisenung, bestehend aus einem Sandfilter sowie einer automatischen Rückspüleinrichtung, vorgeschaltet.

Das gereinigte Wasser wird zur Versickerung in den Graben westlich des Verladegleises 2 abgeführt. Die Analyse des Roh- und abgereinigten Wassers, sowie der abgereinigten Luft erfolgt durch das akkreditierte Institut SGS Fresenius. Die Überprüfung der Reinigungsziele erfolgt im Auftrag der Hansestadt Bremen durch die HPC AG.

Ein schematisches Fließbild der Sanierungsanlage befindet sich in der Anlage 19. Die Position der Förderbrunnen sowie des Standortes der Sanierungsanlage ist in der Anlage 2 ersichtlich. Die Sanierungsanlage inklusive der Wasseraufbereitung, der Strippanlage und der Abluftreinigung wird von der Firma Züblin betrieben und instand gehalten.

Für die Optimierung des Sanierungsbetriebes im Bereich Verladebahnhof 2 wurden im Januar 2015 die Messstellen GWMS 01/13, GWMS 02/13, GWMS 03/13, GWMS 05/13 und GWMS 06/13 in die hydraulische Sanierung integriert. Hierdurch kann die Entfrachtung des Grundwasserleiters intensiviert

und die Mobilisierung in Richtung Abstrom weiter minimiert werden. Zusätzlich wird an den betroffenen Brunnen das Abschöpfen der Phasenanteile durchgeführt.

## 2.2 Anforderung an die Wasserableitung

Gemäß der Anordnung durch die Freie Hansestadt Bremen, Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa vom 17.05.2010 sind für die Ableitung des Wassers in den Sickergraben folgende Werte einzuhalten:

Benzol	= 10 µg/l
BTEX (einschl. Trimethylbenzol)	= 100 µg/l
MKW	= 1000 µg/l.

Bei Einleitung in die Weser:

Benzol	= 5 µg/l
BTEX (einschl. Trimethylbenzol)	= 50 µg/l
MKW	= 500 µg/l.

## 2.3 Probenahme

Die Kontrolle der Sanierungsanlage hinsichtlich der Entwicklung der Schadstoffgehalte wird einmal monatlich mittels Beprobung des ungefilterten Rohwassers der Förderbrunnen durchgeführt. Am jeweiligen Kontrolltermin werden auch die Wasserstände sämtlicher Grundwassermessstellen gemessen.

Die Kontrolle der Reinigungsleistung der Anlage hinsichtlich Einhaltung der Grenzwerte bei der Versickerung erfolgt einmal monatlich als Fremdüberwachung durch den Gutachter. Hierbei werden die Beprobung des gefilterten Ablaufwassers nach den Aktivkohlefiltern sowie die gereinigte Abluft nach den Luftaktivkohlefiltern ausgeführt.

Die Kontrollen und die Protokollierung der Ergebnisse erfolgt durch die HPC AG. Die Protokolle der Probenahmen befinden sich in der Anlage 17 (die abgereinigte Luft ist dabei als AK 2 + 3 vermerkt), die Messungen der Wasserstände in der Anlage 18 des vorliegenden Berichtes. Eine Übersicht der durchgeführten Arbeiten und der ausführende Firma ist folgender Tabelle zu entnehmen:



**Tabelle 1: Aufstellung über erbrachte Leistungen:**

	ausgeführt durch	im Auftrag	Intervall
Fördermengen pro Brunnen	HPC AG	BlmA	monatlich
Förderraten der Sanierungsanlage	HPC AG	BlmA	monatlich
Phasenmächtigkeit in Entnahmebrunnen	Züblin	HPC AG	2-3 mal / Jahr
Phasenmächtigkeit in GWMS	HPC AG	BlmA	monatlich
Wasserstände Entnahmebrunnen	HPC AG	BlmA	monatlich
Wasserstände GWMS	HPC AG	BlmA	monatlich
Rohwasserchemie	SGS Fresenius	BlmA	monatlich
Reinwasserchemie	SGS Fresenius	Hansestadt Bremen	monatlich
Entsorgung Leichtphase	Nehlsen GmbH und Co KG	Züblin	2-3 mal / Jahr

## 2.4 Ergebnisse der laufenden Sanierung

### 2.4.1 Mengen der Wasserentnahme, Entwicklung der Schadstoffgehalte, Frachten

Die im bisherigen Sanierungszeitraum realisierten Fördermengen und die ermittelten Schadstoffgehalte, die ausgetragenen Schadstoffmengen sowie die Befunde im gereinigten Ablaufwasser bzw. der Abluft sind in den Anlagen 13 und 14 detailliert ersichtlich. Die Frachtenberechnung in Anlage 14 ergibt sich aus den monatlich abgelesenen Zählerständen und den durchschnittlichen Schadstoffkonzentrationen. Die Konzentration wird dabei in kg umgerechnet. Die Summe der Frachten wird durch Addition der Einzelfrachten der Förderbrunnen errechnet. Am Ende steht die Gesamtsumme der ausgetragenen Schadstofffracht seit Beginn der Sanierung.

Die Laborprotokolle mit detaillierten Angaben zu den Analysen befinden sich in der Anlage 15. Nachfolgend werden die Analysenbefunde in einer Übersicht dargestellt.

Die Wasserförderung erfolgte seit dem Beginn der Sanierung über die Brunnen GWMS 02/08, GWMS 01/09, GWMS 02/09 und GWMS 03/09. Im Dezember 2011 wurde zusätzlich die Messstelle GWMS 04/09 zum Förderbrunnen umgerüstet und in die Sanierung integriert.

Seit dem 14.01.2014 wird der Brunnen GWMS 03/09 nicht mehr betrieben, da aufgrund starker Eisen- und Schlammabildung an der Pumpe ein nur noch sehr eingeschränkter Förderbetrieb möglich war. Die Konzentrationen für

BTEX sind hier im Vergleich mit den übrigen Förderbrunnen am niedrigsten, eine Leichtphase ist nicht vorhanden. Der Sanierungsbetrieb wird durch den Wegfall der Wasserförderung aus GWMS 03/09 nicht beeinträchtigt.

Im September 2014 wurde zusätzlich die Messstelle GWMS 06/09 zum Förderbrunnen umgerüstet und in die Sanierung integriert.

Im Dezember 2014 erfolgten keine Probenahmen an der Sanierungsanlage, da eine Erweiterung der Anlagentechnik zum Anschluss der zusätzlichen Förderbrunnen und Phasenabschöpfsysteme (GWMS 01/13, GWMS 02/13, GWMS 03/13, GWMS 05/13, GWMS 06/13) durchgeführt wurde. Der Förderbetrieb in diesen Brunnen wurde im Januar 2015 begonnen.

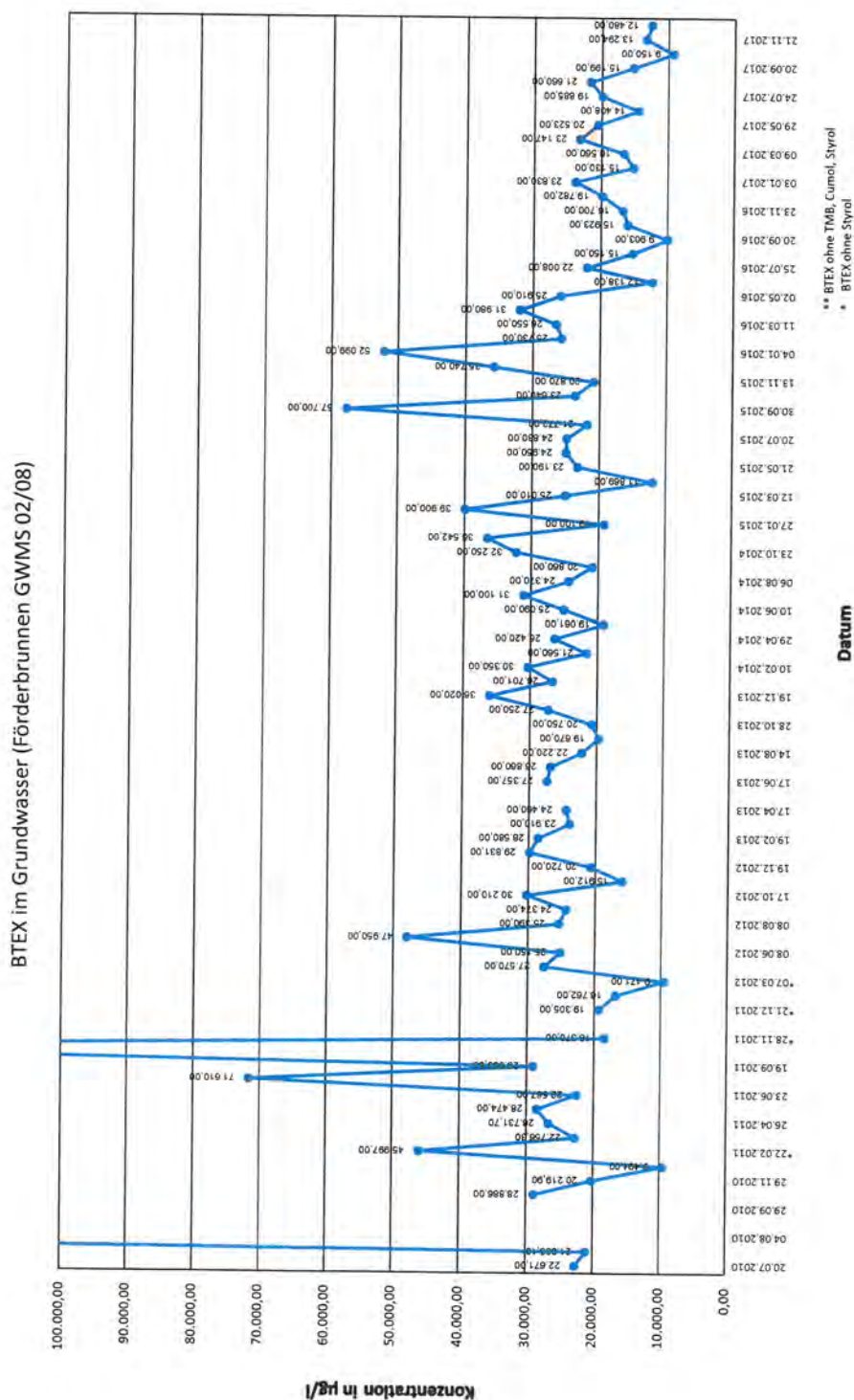


Tabelle 2: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser)

Datum	GWMS 02/08	GWMS 01/09	GWMS 02/09	GWMS 03/09	GWMS 04/09	GWMS 06/09	GWMS 01/13	GWMS 02/13	GWMS 03/13	GWMS 05/13	GWMS 06/13	Bemerkungen
20.07.2010	22.671,00	5.452,10	9.002,80	14.216,10								
28.07.2010	21.033,10	5.360,30	11.542,40	6.446,20								
04.08.2010	331.790,00	3.693,30	8.414,80	10.495,20								ohne TMB, Cumol, Styrol
24.08.2010		4.527,00	6.050,00	5.597,00								
29.09.2010		7.320,50	9.173,60	9.934,70								ohne Styrol
29.10.2010	28.886,00	5.250,30	11.013,10	10.901,00								
29.11.2010	20.219,90	3.889,40	10.821,80	7.712,00								ohne Styrol
10.01.2011	9.494,00	4.931,30	3.065,50	925,90								
22.02.2011	45.997,00	14.876,10	21.614,20	4.953,00								
24.03.2011	22.756,30	5.319,60	10.070,50	4.340,90								
26.04.2011	26.731,70	10.161,80	6.243,50	4.715,20								
31.05.2011	28.474,00	4.343,80	8.720,40	2.514,50								
23.06.2011	22.567,90	2.364,80	5.324,90	2.557,60								
26.08.2011	71.610,00	4.160,50	8.156,10	2.086,80								ohne Styrol
19.09.2011	29.063,50	2.657,40	5.643,70	3.544,80								
27.10.2011	168.198,10	3.824,60	11.136,90	1.119,50								
28.11.2011	18.370,00	1.640,20	2.282,10									
06.12.2011					12.652,00							
21.12.2011	19.305,00	7.141,60	5.757,50	207,60	6.224,60							
09.01.2012	16.762,00	3.782,50	3.516,50		4.520,60							
07.03.2012	9.471,00	4.476,60	3.479,40	3.164,80	6.039,60							
23.04.2012	27.570,00	6.054,00	9.948,00	4.191,00	5.704,00							
08.06.2012	25.150,00	3.756,00	4.666,00	2.452,00	2.506,00							
09.07.2012	47.950,00	6.340,00	7.443,00	4.808,00	4.356,00							
08.08.2012	25.390,00	2.901,00	9.140,00	2.024,00	7.104,00							
04.09.2012	24.374,00	3.057,00	5.721,00	2.914,00	2.987,00							
17.10.2012	30.210,00	4.576,00	10.260,00	5.003,00	6.925,00							
26.11.2012	15.912,00	3.731,00	7.590,00	1.600,00	7.525,00							
19.12.2012	20.720,00	2.829,00	6.807,00	2.883,00	3.044,00							
18.01.2013	29.831,00	3.929,00	9.136,00	1.941,00	4.022,00							
19.02.2013	28.580,00	5.358,00	9.882,00	3.696,00	3.592,00							
19.03.2013	23.910,00	2.787,00	10.100,00	1.724,00	2.484,00							
17.04.2013	24.460,00	3.610,00	7.720,00	945,00	3.777,00							Störung Pumpe GWMS 02/08
21.05.2013	27.357,00	2.885,00	6.695,00	361,00	340,00							
17.06.2013	26.860,00	5.204,00	8.814,00	909,00	703,00							
25.07.2013	22.220,00	2.462,00	7.239,00	1.748,00	1.594,00							
14.08.2013	22.220,00	2.857,00	9.507,00	1.622,00	2.199,00							
04.10.2013	19.670,00	1.919,00	6.658,00	474,00	1.553,00							
28.10.2013	20.750,00	2.631,00	7.612,00	171,00	1.253,00							
29.11.2013	27.250,00	13.923,00	346,00		1.533,00							Störung Pumpe GWMS 01/09
19.12.2013	36.020,00	2.683,00	7.242,00		2.110,00							Störung Pumpe GWMS 03/09
14.01.2014	26.701,00	2.894,00	9.288,00		2.395,00							Störung Pumpe GWMS 01/09
10.02.2014	30.350,00	3.262,00	7.445,00		1.722,00							Störung Pumpe GWMS 02/09
18.03.2014	21.560,00	4.352,00	9.088,00		4.254,00							
29.04.2014	26.420,00	4.352,00	9.088,00		6.541,00							
21.05.2014	19.061,00	5.953,00	8.822,00		159,00							
10.06.2014	25.090,00	4.107,00	8.811,00		1.172,00							
14.07.2014	31.100,00	1.413,00	7.577,00		1.771,00							
06.08.2014	24.370,00	2.750,00	9.590,00		1.999,00							
16.09.2014	20.860,00	4.367,00	8.439,00		733,00							
23.10.2014	32.250,00	2.350,00	8.437,00		2.570,00							
20.11.2014	36.542,00	3.738,00	11.179,00		2.949,00							
19.02.2015	39.900,00	3.199,00	16.670,00		4.437,00							
12.03.2015	25.010,00	2.279,00	10.534,00		2.493,00							
24.04.2015	11.869,00	1.081,00	3.896,00		849,00							
21.05.2015	23.190,00	1.542,00	10.390,00		2.065,00							
23.06.2015	24.950,00	1.899,00	9.658,00		1.223,00							
20.07.2015	24.830,00	7.636,00	12.852,00		3.749,00							
01.09.2015	21.772,00	1.515,00	8.332,00		2.010,00							
30.09.2015	57.700,00	2.814,00	10.593,00		993,00							
20.10.2015	23.640,00	1.994,00	5.977,00		896,00							
18.12.2015	30.870,00	1.098,00	5.806,00		987,00							Störung Pumpe GWMS 06/09
04.01.2016	52.099,00	2.163,00	4.312,00		1.584,00							Störung Pumpe GWMS 01/13, GWMS 02/13
05.02.2016	25.730,00	3.841,00	4.530,00		1.391,00							
11.03.2016	26.550,00	1.913,00	2.820,00		954,00							
07.04.2016	31.980,00	1.857,00	4.101,00		1.040,00							
02.05.2016	25.910,00	1.795,00	3.650,00		2.710,00							
25.05.2016	12.138,00	2.115,00	3.190,00		1.321,00							
25.07.2016	22.008,00	1.787,00	2.710,00		2.650,00							
22.08.2016	15.150,00	2.668,00	4.055,00		2.184,00							
20.09.2016	9.903,00	2.272,00	3.934,00		1.646,00							
01.11.2016	15.923,00	2.262,00	5.110,00		1.480,00							
23.11.2016	16.700,00	586,00	3.157,00		2.099,00							
05.12.2016	19.782,00	1.665,00	12.810,00		1.669,00							
03.01.2017	23.830,00	1.245,00	6.412,00		1.370,00							
08.02.2017	15.130,00	1.547,00	3.118,00		2.200,00							
09.03.2017	16.560,00	3.076,00	29.645,00		1.007,00							
11.04.2017	23.147,00	2.028,00	7.130,00		881,00							
29.05.2017	20.523,00	4.015,00	4.587,00		1.464,00							
19.06.2017	14.408,00	2.723,00	3.090,00		2.496,00							
24.07.2017	19.885,00	3.065,00	4.352,00		1.554,00							
14.08.2017	21.660,00	1.786,00	3.775,00		1.528,00							
21.09.2017	15.199,00	3.139,00	n.a.		1.554,00							
24.10.2017	9.150,00	2.364,00	3.172,00		2.428,00							
22.11.2017	13.294,00	1.904,00	3.010,00		1.834,00							
20.12.2017	12.480,00	2.079,00	3.572,00		1.431,00							
04.01.2018					2.800,00							
05.02.2018					1.219,00							
06.03.2018					1.648,00							
07.04.2018					9.326,00							
08.05.2018					8.971,00							
09.06.2018					10.062,00							
10.07.2018					12.983,00							
11.08.2018					12.922,00							
12.09.2018					13.650,00							
13.10.2018					15.471,00							
14.11.2018												
15.12.2018												
16.01.2019												
17.02.2019												
18.03.2019												
19.04.2019												
20.05.2019												
21.06.2019												
22.07.2019												
23.08.2019												
24.09.2019												
25.10.2019												
26.11.2019												
27.12.2019												
28.01.2020												
29.02.2020												
30.03.2020												
31.04.2020												
01.05.2020												
02.06.2020												
03.07.2020												
04.08.2020												
05.09.2020												
06.10.2020												
07.11.2020												
08.12.2020												
09.01.2021												
10.02.2021												
11.03.2021												

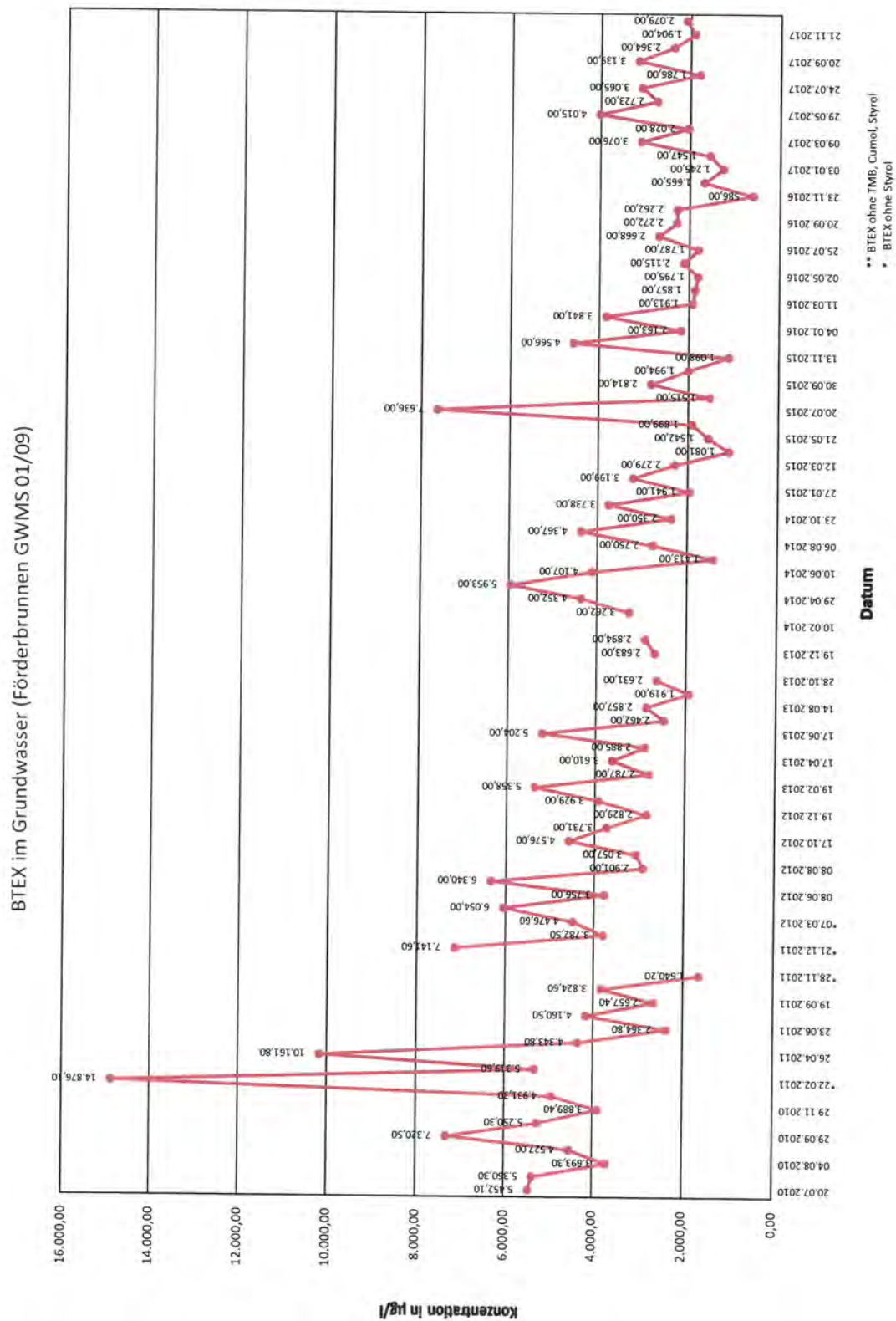
Die Entwicklung der BTEX-Gehalte im geförderten Grundwasser ist zusätzlich im Lageplan in der Anlage 2 aufgeführt. Grafisch stellen sich die Befunde wie folgt dar:

**Grafik 1: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser) GWMS 02/08**

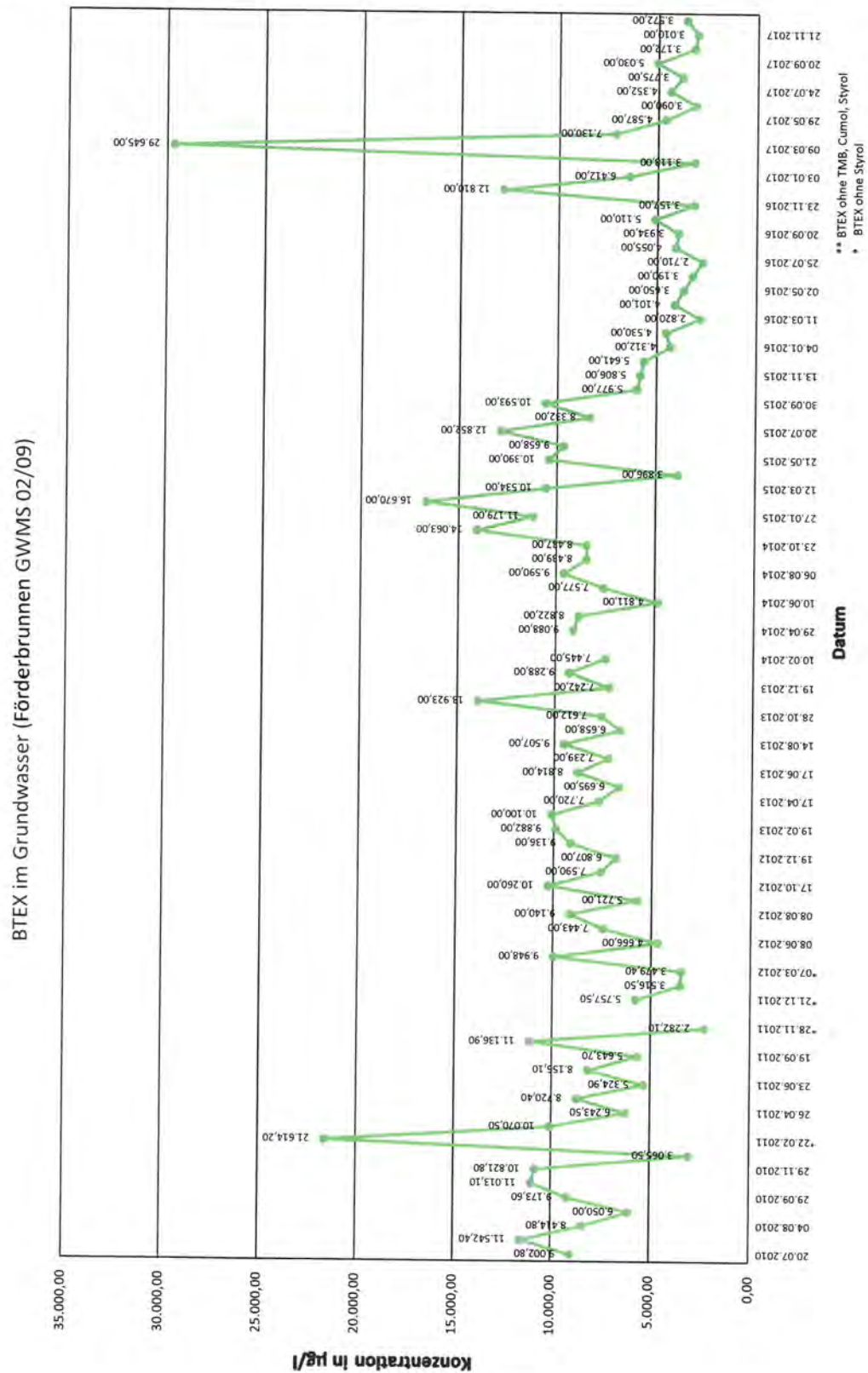




**Grafik 2: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser) GWMS 01/09**

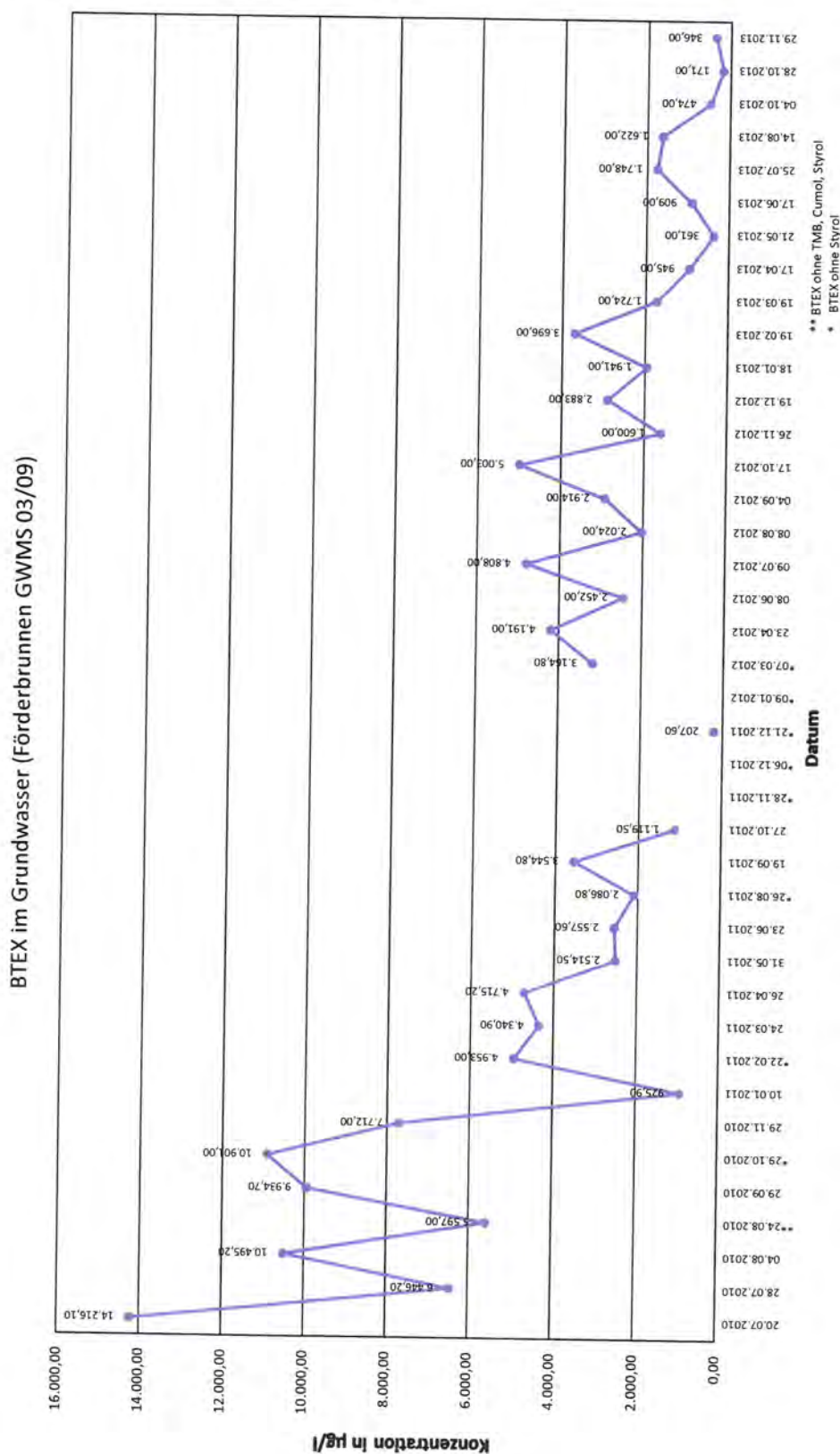


**Grafik 3: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser) GWMS 02/09**

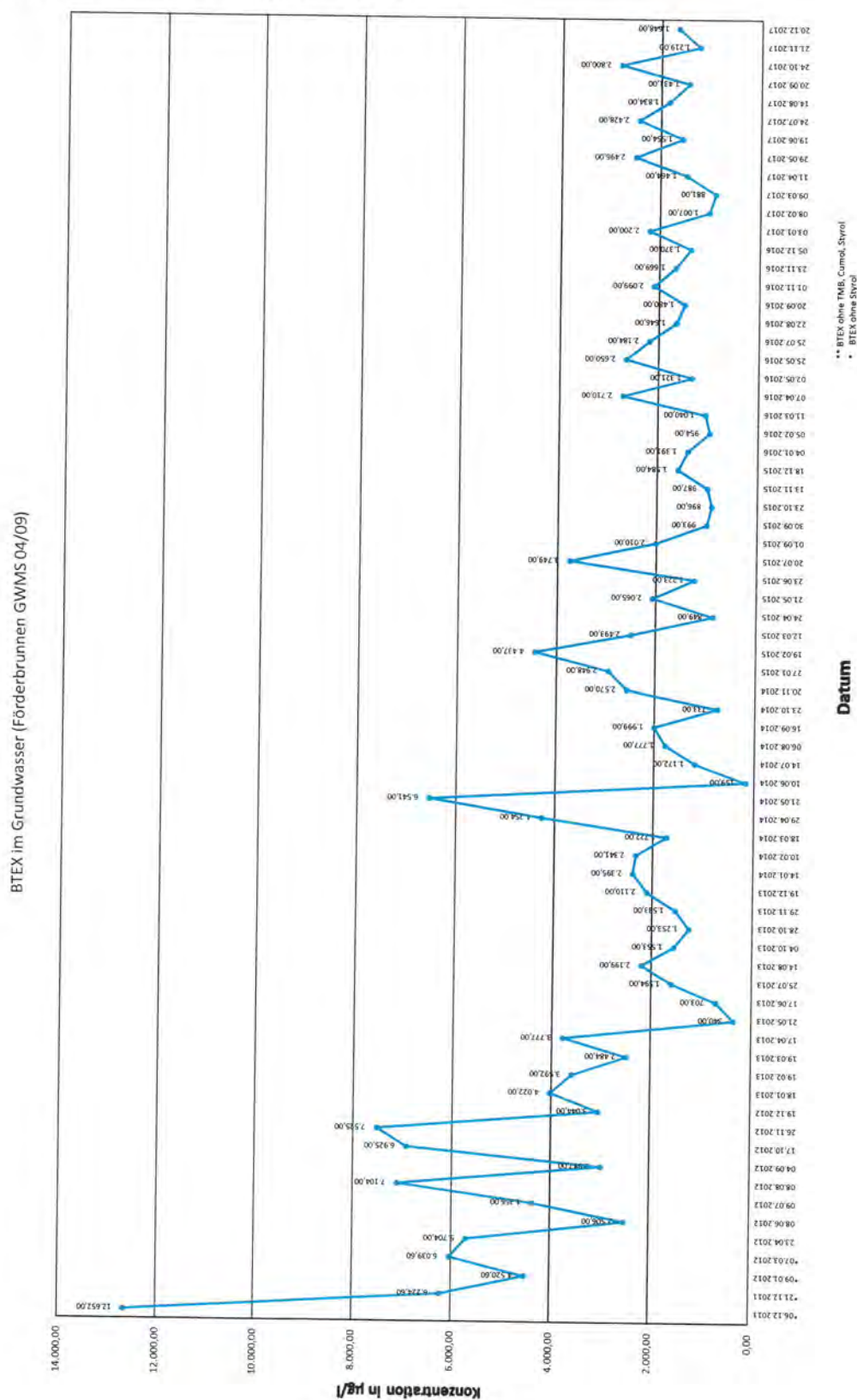




**Grafik 4: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage  
 (ungefiltertes Rohwasser) GWMS 03/09**

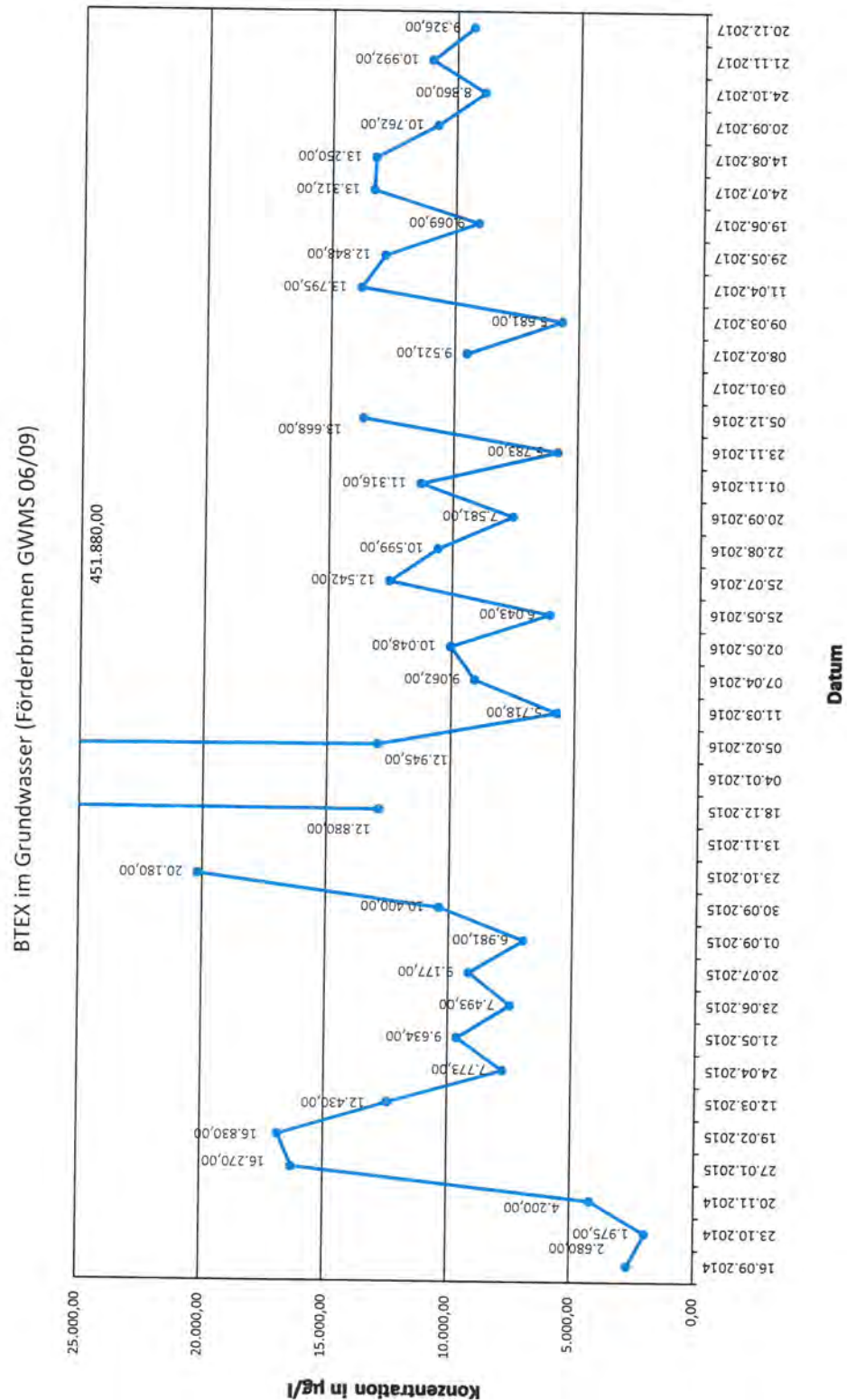


**Grafik 5: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser) GWMS 04/09**

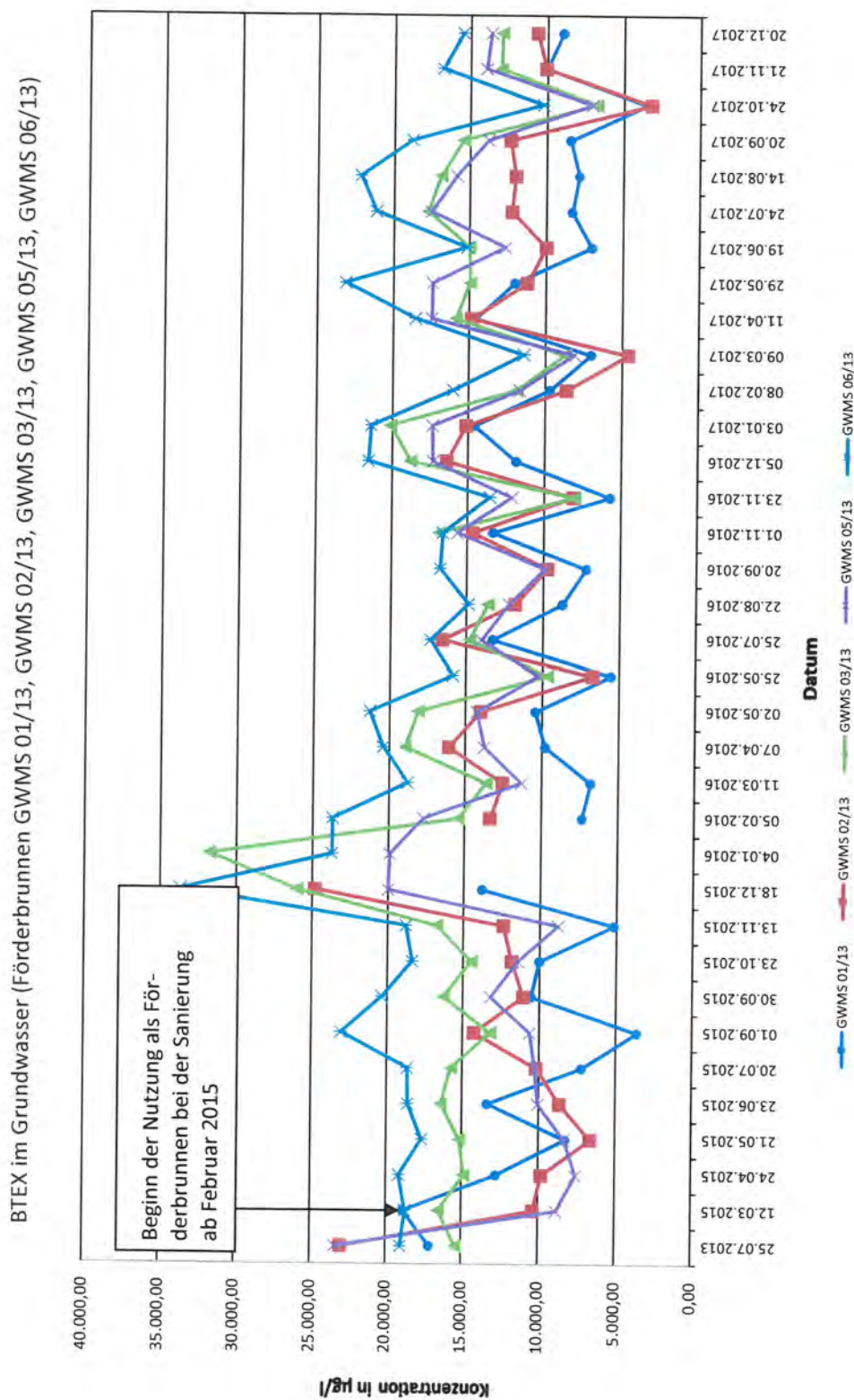




**Grafik 6: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser) GWMS 06/09**



**Grafik 7: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser) GWMS 01/13, GWMS 02/13, GWMS 03/13, GWMS 05/13, GWMS 06/13**





Ergänzend zu der bekannten Hauptschadstoffgruppe der BTEX wurden stichprobenartig gemäß der unter Kapitel 2.2 genannten Anordnung zur Sanierung die Parameter PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), MTBE (Methyltertiärbutylether), LHKW (leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe) und Blei mit folgenden Ergebnissen analysiert:

Tabelle 3 : Befunde zusätzlicher Parameter

Gehalte für MTBE in µg/l im ungefilterten Rohwasser der Förderbrunnen											
Datum	GWMS 02/08	GWMS 01/09	GWMS 02/09	GWMS 03/09	GWMS 04/09	GWMS 06/09	GWMS 01/13	GWMS 02/13	GWMS 03/13	GWMS 05/13	GWMS 06/13
20.07.2010	152,00	42,00	1,60	56,30							
28.11.2011	76,00	14,30	< 1								
06.12.2011					494,00						
26.11.2012	34,00	34,00	12,00	3,80	420,00						
19.12.2012	29,00	11,00	2,90	15,00	160,00						
19.02.2013	26,00	13,00	< 0,5	9,00	360,00						
17.04.2013	24,00	9,00	1,70	6,30	170,00						
21.05.2013	Störung	9,30	1,80	< 0,5	160,00						
25.07.2013											
29.04.2014	14,00	11,00	2,40				5,80	3,50	5,90	1,70	21,00
10.06.2014	14,00	16,00	1,90	außer Betrieb	160,00						
27.01.2015	10,00	7,90	< 0,5		140,00						
21.05.2015	8,00	16,00	1,50		160,00	89,00					
					98,00	100,00	3,20	710,00	3,40	1,50	11,00

Datum	Förderbrunnen	Parameter			
		LHKW (µg/l)	PAK (µg/l)	MKW (mg/l)	Blei (µg/l)
20.07.2010	GWMS 02/08	26,4	83,81		63
	GWMS 01/09	17,5	33		45
	GWMS 02/09	24,9	8,12		70
	GWMS 03/09	18,4	78,22		< 10
25.07.2013	GWMS 01/13		6,61	0,6	
	GWMS 02/13		1,67	0,3	
	GWMS 03/13		5,62	0,8	
	GWMS 05/13		6,73	1,3	
	GWMS 06/13		34,31	0,8	

## 2.4.2 Phasenförderung

Die aus den Brunnen abgeschöpften Leichtphasen werden in Vorlagebehältern aufgefangen und entsorgt. Die bisher angefallenen Leichtphasenmengen werden nachfolgend gemäß den vorliegenden Übernahmescheinen des Entsorgers aufgeführt. Bei der Phasenabschöpfung wird je nach Mächtigkeit der Phasenschicht und Einbautiefe der Phasenförderpumpe auch zeitweise Wasser mit abgepumpt. Der Wasseranteil lag bei zunächst durchschnittlich ca. 40%, wurde aber durch die Optimierung der Phasenförderung auf ca. 10% reduziert.

Die unterschiedlich langen Zeiträume zwischen den Entsorgungsterminen der abgeschöpften Phasen sind auf die Schwankungen bei den nachfließenden Phasenmengen im Brunnen zurückzuführen.

**Tabelle 4: Mengen geförderter Leichtphasen**

Datum	Menge Leichtphase gemäß Übernahmeschein in t	ca.-Anteil Wasser in %	Anteil Leichtphase in t	Anteil Leichtphase in Litern (bei Dichte von ca. 0,8 kg/l)
27.07.2010	1,68	40	1,008	1.260,0
11.08.2010	1,35	40	0,810	1.012,5
09.09.2010	1,35	40	0,810	1.012,5
26.01.2011	1,62	10	1,458	1.822,5
02.05.2011	0,63	10	0,567	708,8
03.06.2011	0,99	10	0,891	1.113,8
04.07.2011	0,90	10	0,810	1.012,5
18.07.2011	0,90	10	0,810	1.012,5
09.08.2011	0,81	10	0,729	911,3
22.08.2011	1,08	10	0,972	1.215,0
25.08.2011	0,90	10	0,810	1.012,5
14.09.2011	1,08	10	0,972	1.215,0
23.05.2012	1,50	10	1,350	1.687,5
13.06.2012	1,85	10	1,665	2.081,3
06.07.2012	1,90	10	1,710	2.137,5
29.01.2013	2,07	10	1,863	2.328,8
18.04.2013	1,44	10	1,296	1.620,0
21.08.2013	1,98	10	1,782	2.227,5
13.12.2013	2,16	10	1,944	2.430,0
28.02.2014	2,00	10	1,800	2.250,0
10.06.2014	1,70	10	1,530	1.912,5
18.08.2014	2,40	10	2,160	2.700,0
07.04.2015	1,10	10	0,990	1.237,5
10.04.2015	2,80	10	2,520	3.150,0
07.07.2015	2,60	10	2,340	2.925,0
18.02.2016	7,50	10	6,750	8.437,5
29.06.2016	4,00	10	3,600	4.500,0
22.11.2016	4,00	10	3,600	4.500,0
08.03.2017	6,50	10	5,850	7.312,5
14.06.2017	4,20	10	3,780	4.725,0
06.09.2017	4,00	10	3,600	4.500,0
06.12.2017	4,00	10	3,600	4.500,0
<b>Summen</b>	<b>72,99</b>		<b>64,377</b>	<b>80.471,3</b>

Die Messungen der Mächtigkeit des Phasenkörpers in den Sanierungsbrunnen können nur im Zusammenhang mit dem Ausbau und der Wartung der Phasenförderpumpen in unregelmäßigen Abständen erfolgen.

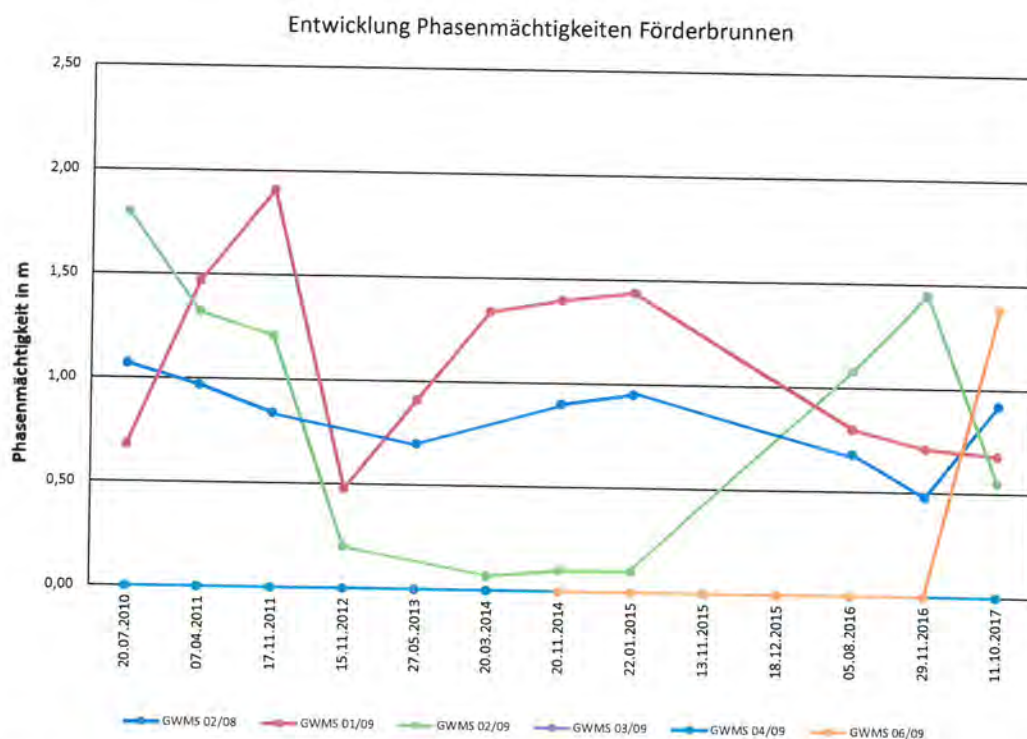
Zusätzliche Systeme zur Bestimmung der vertikalen Ausdehnung des Phasenkörpers lassen sich in den Förderbrunnen aufgrund ihres Ausbaudurchmessers nicht unterbringen. Die Ergebnisse der bisherigen Messungen der Phasenmächtigkeit stellen sich wie folgt dar:



Tabelle 5: Phasenmächtigkeiten in den Förderbrunnen

Mächtigkeit Phasenkörper in Meter						
Datum	GWMS 02/08	GWMS 01/09	GWMS 02/09	GWMS 03/09	GWMS 04/09	GWMS 06/09
20.07.2010	1,07	0,68	1,80	0,00	0,00	
07.04.2011	0,97	1,47	1,32	0,00	0,00	
17.11.2011	0,84	1,91	1,21	0,00	0,00	
15.11.2012	nicht bestimmt	0,48	0,20	0,00	0,00	
27.05.2013	0,70	0,91	nicht bestimmt	0,00	0,00	
20.03.2014	nicht bestimmt	1,34	0,07	nicht bestimmt	nicht bestimmt	
20.11.2014	0,90	1,40	0,10	0,00	0,00	0,00
22.01.2015	0,95	1,44	0,10	0,00	0,00	0,00
13.11.2015	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	Phase vorhanden; Mächtigkeit zwischen ca. 1 - 2 m; genauere Messung wegen vorh. Leitungen/Platzmangel für das Lot nicht möglich
18.12.2015	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
05.08.2016	0,68	0,80	1,08	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
29.11.2016	0,48	0,71	1,45	nicht bestimmt	0,00	0,00
11.10.2017	0,92	0,68	0,55	nicht bestimmt	nicht bestimmt	1,38

Grafik 8: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Förderbrunnen



Zwecks Erkundung der Ausdehnung des Phasenkörpers und um das Abschöpfen der Phase im Bereich Verladebahnhof 2 zu ermöglichen wurden Mitte des Jahres 2013 6 Messstellen mit einem Durchmesser von 150 mm an den im Plan der Anlage 2 markierten Punkten hergestellt. Seit Juni 2013 werden auch in diesen Messstellen Phasenmessungen durchgeführt. Seit Januar 2015 sind die Messstellen GWMS 01/13 bis GWMS 03/13, GWMS

05/13 und GWMS 06/13 in die Sanierung integriert und werden als Förderbrunnen genutzt. Die Messstelle GWMS 04/13 wurde als Beobachtungsmessstelle beibehalten.

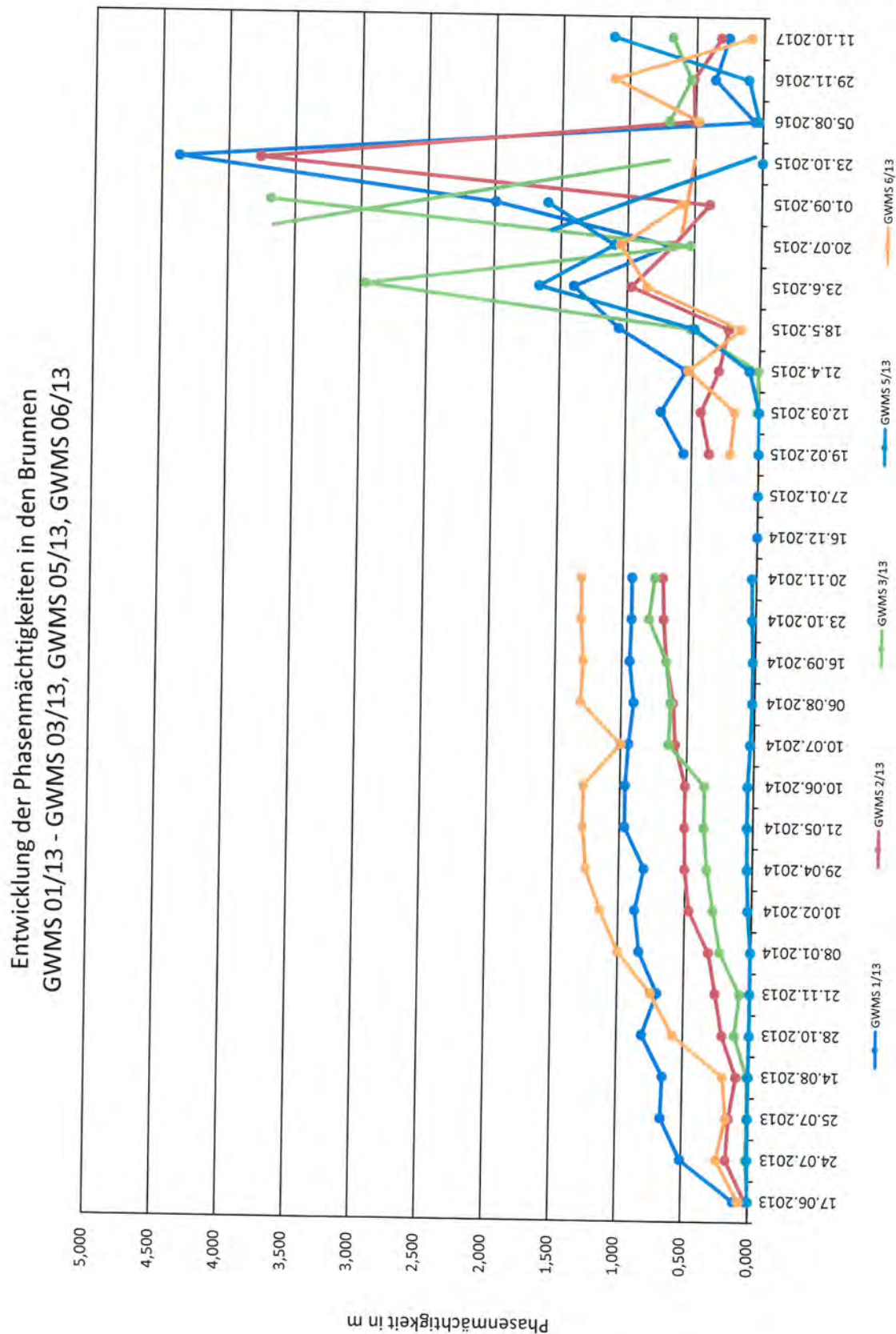
Die Messungen der Phasenmächtigkeiten in den seit Januar 2015 als Förderbrunnen genutzten Messstellen GWMS 01/13 bis GWMS 03/13, GWMS 05/13 und GWMS 06/13 zeigten bisher folgende Ergebnisse:

**Tabelle 6: Phasenmächtigkeiten GWMS 1/13 bis GWMS 6/13**

Mächtigkeit Phasenkörper in Meter					
Datum	GWMS 01/13	GWMS 02/13	GWMS 03/13	GWMS 05/13	GWMS 06/13
17.06.2013	0,110	0,020	0,000	0,000	0,070
24.07.2013	0,510	0,170	0,020	0,010	0,245
25.07.2013	0,660	0,150	0,015	0,010	0,175
14.08.2013	0,650	0,100	0,020	0,010	0,200
28.10.2013	0,810	0,210	0,115	0,005	0,580
21.11.2013	0,700	0,265	0,080	0,005	0,750
08.01.2014	0,840	0,320	0,235	0,005	1,000
10.02.2014	0,875	0,470	0,290	0,030	1,140
29.04.2014	0,810	0,505	0,340	0,040	1,250
21.05.2014	0,960	0,510	0,365	0,045	1,275
10.06.2014	0,960	0,510	0,365	0,045	1,275
10.07.2014	0,940	0,590	0,640	0,030	1,000
06.08.2014	0,905	0,610	0,630	0,020	1,305
16.09.2014	0,940	0,665	0,665	0,020	1,290
23.10.2014	0,930	0,690	0,800	0,030	1,310
20.11.2014	0,930	0,700	0,760	0,035	1,310
16.12.2014	nicht bestimmt; Messstellen wurden umgebaut und in die Sanierung integriert			nicht bestimmt; Messstellen wurden umgebaut und in die Sanierung integriert	
27.01.2015	nicht bestimmt; Messstellen wurden umgebaut und in die Sanierung integriert			nicht bestimmt; Messstellen wurden umgebaut und in die Sanierung integriert	
19.02.2015	0,560	0,370		0,000	0,210
12.03.2015	0,735	0,435	0,015	0,000	0,180
21.4.2015	0,550	0,305	0,010	0,075	0,530
18.5.2015	1,060	0,235	0,520	0,490	0,140
23.6.2015	1,400	0,970	2,960	1,660	0,850
20.07.2015	0,680	0,660	0,530	1,100	1,050
01.09.2015	1,990	0,390	3,680	1,600	0,600
23.10.2015	4,370	3,760	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
05.08.2016	0,060	0,510	0,700	0,030	0,480
29.11.2016	0,360	0,520	0,540	0,110	1,110
11.10.2017	0,260	0,320	0,680	1,120	0,090



**Grafik 9: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Förderbrunnen des Gleisbereichs**



Die Förderbrunnen 02/08, 01/09 und 02/09, die in den Jahren 2008/2009 eingerichtet wurden, sowie die seit Januar 2015 als Förderbrunnen genutzten Messstellen GWMS 01/13 bis GWMS 03/13, GWMS 05/13 und GWMS 06/13 zeigen schwankende Phasenmächtigkeiten. Veränderungen der Phasenmächtigkeit sind weitgehend auf eine zeitnah durchgeführte Phasenabschöpfung zurückzuführen. Geringe Phasenmächtigkeiten liegen entsprechend dann vor, wenn ein Abpumpen der Phase kurz zuvor stattgefunden hat.

Im Förderbrunnen GWMS 06/09 wurden im November und Dezember 2015 erstmals ebenfalls Phasenanteile ermittelt. Hier war zuvor im Oktober 2015 versuchsweise die Förderrate gesteigert worden. Eine genaue Messung der Phasenmächtigkeit im Förderbrunnen 06/09 ist aufgrund des nur geringen Platzes für das Messlot nicht möglich. Eine Messung kann hier nur im Zuge des Ausbaus des Pumpensystems erfolgen und wurde im Oktober 2017 durchgeführt. Die zu diesem Zeitpunkt gemessene Mächtigkeit betrug 1,38 m.

Im Zuge der monatlichen Wasserstandsmessungen im vorhandenen Messstellennetz der Beobachtungsbrunnen werden ebenfalls Phasenmessungen durchgeführt. Hierbei zeigten sich bisher nur in den Messstellen GWMS 01/08, GWMS 01/06-flach und GWMS 01/06-tief sowie in der seit Juni 2013 vorhandenen Messstelle GWMS 04/13 Phasenanteile. Seit Ende des Jahres 2010 konnte in der Messstelle GWMS 01/06-tief keine Phase mehr nachgewiesen werden.

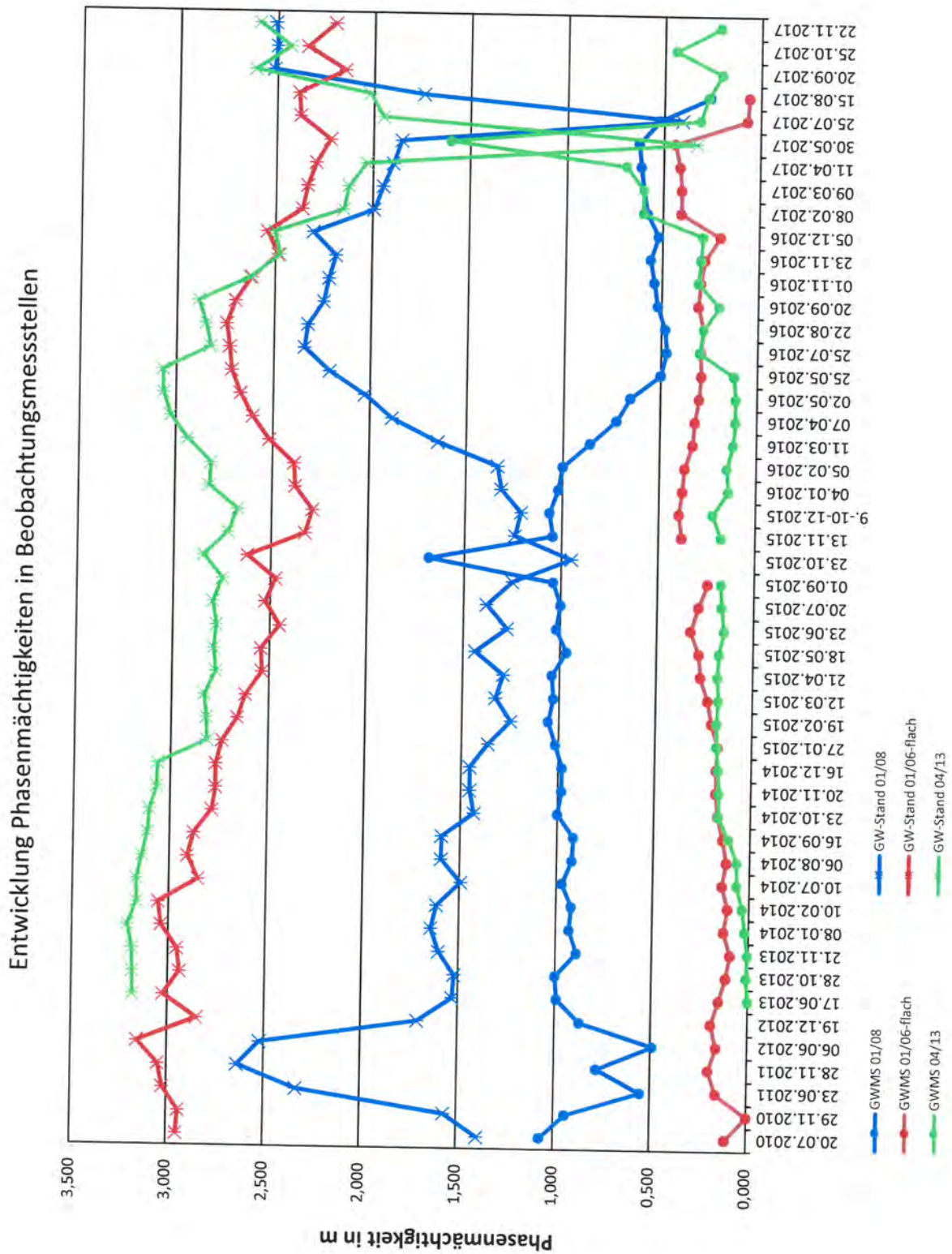
Die Ergebnisse der gemessenen Phasenmächtigkeiten in den Beobachtungsmessstellen werden nachfolgend dargestellt.



Tabelle 7: Phasenmächtigkeiten in den Beobachtungsmessstellen

Mächtigkeit Phasenkörper in Meter				
Datum	GWMS 01/08	GWMS 01/06-flach	GWMS 01/06-tief	GWMS 04/13
20.07.2010	1,070	0,110	0,050	
29.11.2010	0,940	0,000	0,070	
23.06.2011	0,550	0,160	0,000	
28.11.2011	0,780	0,200	0,000	
06.06.2012	0,490	0,160	0,000	
19.12.2012	0,870	0,190	0,000	
17.06.2013	0,990	0,150	0,000	0,000
28.10.2013	1,000	0,115	0,000	0,010
21.11.2013	0,890	0,095	0,000	0,005
08.01.2014	0,930	0,130	0,000	0,020
10.02.2014	0,920	0,110	0,000	0,035
10.07.2014	0,970	0,140	0,000	0,065
06.08.2014	0,920	0,120	0,000	0,067
16.09.2014	0,915	0,140	0,000	0,110
23.10.2014	1,000	0,170	0,000	0,165
20.11.2014	0,980	0,180	0,000	0,165
16.12.2014	0,980	0,180	0,000	0,170
27.01.2015	1,015	0,175	0,000	0,180
19.02.2015	1,055	0,210	0,000	0,180
12.03.2015	1,030	0,230	0,000	0,175
21.04.2015	1,040	0,270	0,000	0,180
18.05.2015	0,965	0,280	0,000	0,175
23.06.2015	1,020	0,325	0,000	0,150
20.07.2015	1,000	0,285	0,000	0,165
01.09.2015	1,040	0,240	0,000	0,170
23.10.2015	1,680		0,000	
13.11.2015	1,045	0,380	0,000	0,175
9.-10-12.2015	1,065	0,395	0,000	0,220
04.01.2016	1,020	0,380	0,000	0,140
05.02.2016	1,000	0,370	0,000	0,150
11.03.2016	0,860	0,330	0,000	0,120
07.04.2016	0,725	0,320	0,000	0,110
02.05.2016	0,655	0,300	0,000	0,110
25.05.2016	0,500	0,290	0,000	0,120
25.07.2016	0,470	0,295	0,000	0,300
22.08.2016	0,480	0,280	0,000	0,280
20.09.2016	0,520	0,310	0,000	0,200
01.11.2016	0,540	0,300	0,000	0,310
23.11.2016	0,560	0,280	0,000	0,300
05.12.2016	0,520	0,200	0,000	0,290
08.02.2017	0,580	0,405	0,000	0,600
09.03.2017	0,600	0,405	0,000	0,600
11.04.2017	0,615	0,415	0,000	0,690
30.05.2017	0,627	0,441	0,000	1,595
25.07.2017	0,520	0,070	0,130	0,310
15.08.2017	0,260	0,060	0,140	0,270
20.09.2017	0,140	0,450	0,000	0,200
25.10.2017	0,150	0,200	0,000	0,440
22.11.2017	0,150	0,420	0,000	0,210

**Grafik 10: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Beobachtungsmessstellen**



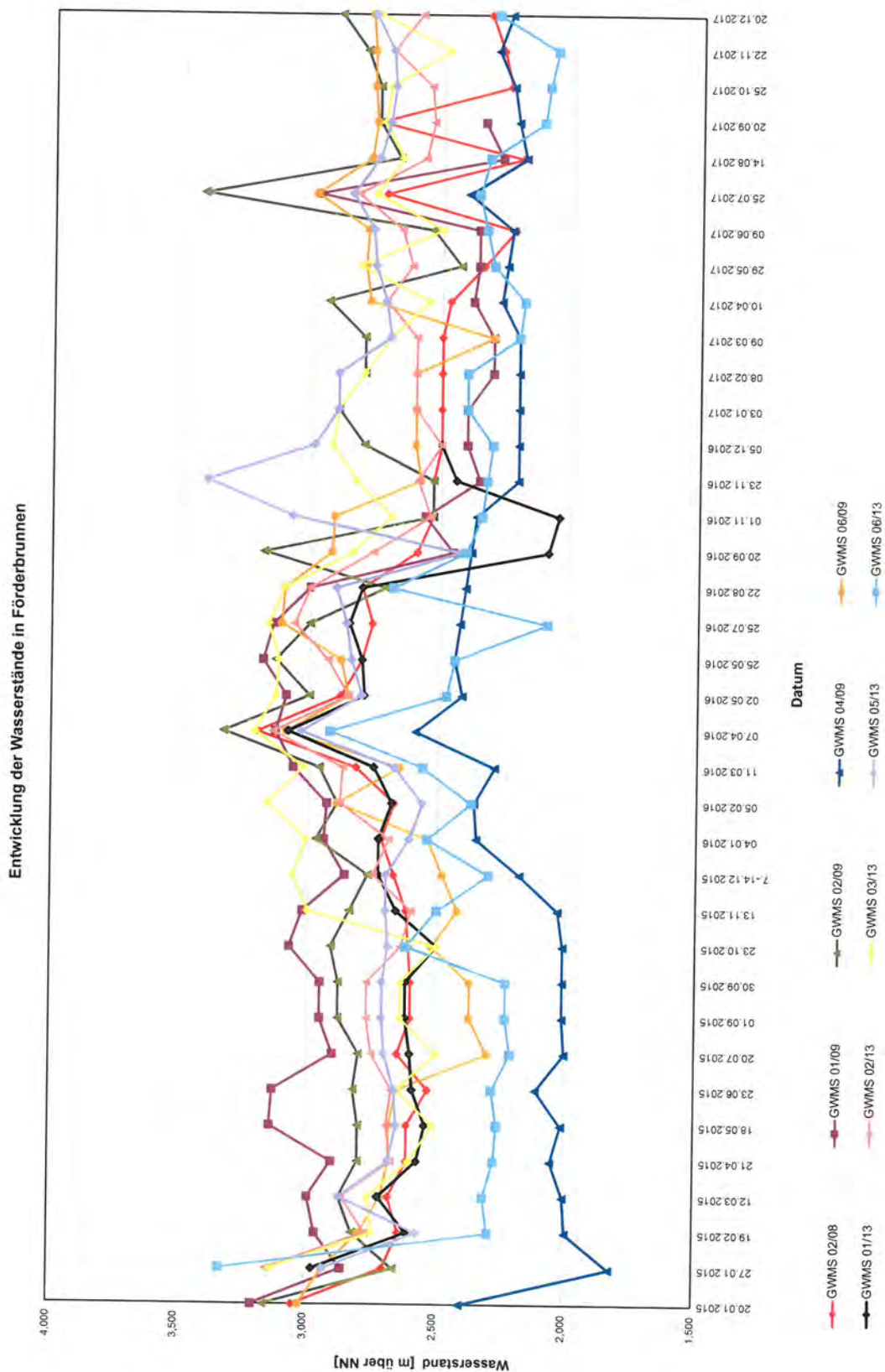


Die Phasenmächtigkeiten in den betroffenen Beobachtungsmessstellen GWMS 04/13 und GWMS 01/06-flach liegen bisher auf einem rel. gleichbleibenden Niveau. In der GWMS 01/08 sind die Phasenmächtigkeiten im Jahr 2016 geringer als im vorhergehenden Beobachtungszeitraum. Entsprechende Schwankungen wurden jedoch auch schon zu Beginn der Messkampagnen im Jahr 2010 festgestellt und sind damit kein Hinweis auf dauerhaft rückläufige Phasenmengen im Untergrund.

#### **2.4.3 Wasserstände**

Im Zuge der monatlichen Kontrolle der Sanierungsanlage sowie der Beprobung des Wassers aus den Sanierungsbrunnen werden die automatisch aufgezeichneten Wasserstandsdaten abgelesen. Im Zuge der Neueinstellung und Erweiterung der Sanierung Ende 2014 bzw. im Januar 2015 wurden die Messeinrichtungen neu justiert, so dass die folgende grafische Darstellung die Wasserstände mit Beginn der Wasserförderung ab Januar 2015 berücksichtigt.

**Grafik 11: Entwicklung der Wasserstände in den Sanierungsbrunnen**





Die in der Grafik 11 dargestellten Ganglinien des Grundwasserspiegels zeigen für alle Förderbrunnen mit Beginn der Wasserförderung eine Absenkung des Wasserspiegels.

Schwankungen der Wasserspiegelhöhe während des Sanierungsbetriebes gehen im Wesentlichen auf Unterschiede in den Fördermengen sowie unterschiedliche Phasenmächtigkeiten zurück. Je nach Dicke des Leichtphasenkörpers kann die Höhe der Wassersäule über der Messsonde variieren, so dass hieraus Veränderungen bei den Wasserständen resultieren, die nicht auf natürliche Schwankungen zurückgehen oder durch die Fördermengen verursacht werden. Ab Oktober 2017 wurde für den Sanierungsbrunnen 01/09 signifikante Abweichungen der Messwerte (um ca. 5 m) festgestellt. Es handelte sich um eine Fehlfunktion des Datenloggers, die kurzfristig behoben wird. Die Messwerte werden aus Gründen der Übersichtlichkeit vorerst nicht in der Grafik aufgeführt.

#### 2.4.4 Veränderungen/Anpassungen der laufenden Sanierung

1. Nach Inbetriebnahme der Sanierungsanlage am 20.07.2010 wurden nach 3 Wochen Förderbetrieb aus dem Brunnen GWMS 02/08 unerwartet Phasenanteile gefördert, die zu einer Verschmutzung der Vorlagebehälter, der Strippkolonnen und der Aktivkohlefilter führten.

Die Wasserförderung aus den Brunnen musste daher am 04.08.2010 vorübergehend eingestellt werden.

Die Förderbrunnen GWMS 01/09, GWMS 02/09 und GWMS 03/09 zeigten bezüglich der Phasenförderung keine Auffälligkeiten und konnten nach Reinigung der Anlagenkomponenten ab dem 20.08.2010 wieder in Betrieb genommen werden.

Für die Wasserförderung aus dem Brunnen GWMS 02/08 waren vor der erneuten Inbetriebnahme zusätzliche technische Einbauten erforderlich. Diese sollen verhindern, dass es zu einer erneuten Verschmutzung und Beeinträchtigung der Anlage kommt, wenn Phasenbestandteile aus dem Brunnen gefördert werden.

Hierfür wurden folgende Maßnahmen umgesetzt:

- Die Förderpumpe im Brunnen GWMS 02/08 wurde ab Oktober 2010 ca. 3 m tiefer eingebaut (23 m statt 20 m), um die Durchmischung von Wasser und Kraftstoffphase durch die Pumpe zu minimieren bzw. ganz zu verhindern.
- Es wurde die zusätzliche Verfahrensstufe der Phasenabscheidung eingebaut. Hierfür wurde das vorhandene Vorlagebecken umgebaut, ein Leichtflüssigkeitsabscheider installiert und die Anlagensteuerung



- entsprechend umprogrammiert. Ab dem 07.10.2010 wurde der Brunnen GWMS 02/08 wieder in Betrieb genommen.
2. Die Phasenförderung musste witterungsbedingt (Frostgefahr) ab November 2010 bis Mitte März 2011 eingestellt werden.
  3. Seit dem 10.03.2011 wird dem bei der Enteisung anfallenden Rückspülwasser Flockungsmittel zugegeben, um die Sedimentation des Eischlammes im Schlammstapelbecken zu unterstützen.
  4. Im April 2011 wurden die Phasenauffangbehälter mit einem elektronischen Datengeber versehen, der eine Meldung absetzt, wenn der maximale Füllstand der Behälter erreicht ist. Hierdurch kann ein zeitnahe und damit effektiverer Abtransport der Phasen und somit eine verbesserte Phasenabsaugung erfolgen.
  5. Um die Frostsicherheit bei der Phasenabschöpfung herzustellen, wurde im Dezember 2011 die Phasenförderung auf mobile, beheizbare Abschöpfereinheiten umgestellt, die unmittelbar an den Förderbrunnen aufgestellt werden. Die Phasenförderung erfolgt aus den Brunnen GWMS 01/09, GWMS 02/09 und GWMS 02/08.
  6. Die Messstelle GWMS 04/09 wurde ab Dezember 2011 als Förderbrunnen umgebaut und in die hydraulische Sanierungsmaßnahme eingebunden. Bei der Verlegung der Förderleitungen wurde berücksichtigt, ggf. zu einem späteren Zeitpunkt bei Erfordernis zusätzlich zu dem mittleren Bereich auch den tieferen und ggf. flachen Abschnitt des Aquifers anzubinden, wenn kein nachhaltiger Rückgang durch die laufende Sanierung erfolgt, so dass dann die Messstellen GWMS 05/09 und GWMS 06/09 ebenfalls als Förderbrunnen genutzt werden können.
  7. Die Wasserförderung aus GWMS 03/09 war aufgrund starker Eisen- und Schlammabildung an der Pumpe trotz Reinigung in kurzen Intervallen (alle 2 – 3 Wochen) nur noch sehr eingeschränkt möglich. Daher wurde hier die Einbautiefe der Pumpe ab April 2012 verändert (ca. 3 m tiefer als bisher auf ca. 21 m unter GOK), um wieder einen möglichst kontinuierlichen Förderbetrieb zu erhalten.

Dies konnte im Verlauf des weiteren Sanierungsbetriebes jedoch nicht erreicht werden. Es zeigte sich, dass diese Maßnahmen nicht mehr ausreichen und der Weiterbetrieb des Brunnens zu Verschlammungen in der Reinigungsanlage führt, die dann mit zeitweisem Stillstand der Anlage und erhöhtem Aufwand für die Reinigung der Anlage verbunden ist.

Daher wurde der Brunnen GWMS 03/09 im Januar 2014 vorerst außer Betrieb genommen. Die Konzentrationen für BTEX sind hier im Vergleich mit den übrigen Förderbrunnen ohnehin am niedrigsten (ca. 300 - 400 µg/l), eine Leichtphase ist nicht vorhanden. Der Sanierungsbetrieb wird



durch den Wegfall der Wasserförderung aus GWMS 03/09 nicht beeinträchtigt.

8. An einzelnen Förderbrunnen traten kurzzeitig (z.B. GWMS 02/08 am 21.05.2013) Störungen auf, die auf Ausfälle in der Steuerungstechnik zurückgehen. Dies ist bedingt durch Verschleiß an den Anlagenteilen aufgrund der hohen Schadstoffgehalte und Phasenanteile.

Die Ausfälle sind nur kurzfristig und werden aufgrund der regelmäßigen Anlagenkontrollen innerhalb von 2 – 3 Tagen behoben.

9. Die Messstelle GWMS 06/09 wurde im September 2014 als Förderbrunnen umgebaut und in die hydraulische Sanierungsmaßnahme eingebunden. Hier war für den Tiefenabschnitt der GWMS 06/09 im Juni 2014 (4.372 µg/l) gegenüber den Werten vom Dezember 2013/Januar 2014 (2.053 µg/l) und Juni 2013 (2.746 µg/l) ein Konzentrationsanstieg zu verzeichnen. Diese Befunde bestätigten, dass der betroffene Tiefenabschnitt (ca. 18 m) im Abstrom von der Sanierungsmaßnahme in GWMS 04/09 nicht ausreichend erfasst wurde.

10. Die Sanierung des Grundwassers wurde im Bereich Verladebahnhof 2 mittels Einbinden der Messstellen GWMS 1/13 bis GWMS 3/13, sowie GWMS 05/13 und GWMS 06/13 in die hydraulische Sanierung und in die Phasenabschöpfung optimiert.

Die Anbindung der genannten Brunnen sowie die beschriebene Phasenabschöpfung wurden im Januar 2015 durchgeführt.

11. Im Januar (04.01.2016; Brunnen GWMS 01/13, GWMS 02/13) und September 2016 (20.09.2016; Brunnen GWMS 03/13) wurden Störungen an den Förderpumpen festgestellt. Dies ist bedingt durch Verschleiß an den Anlagenteilen aufgrund der hohen Schadstoffgehalte und Phasenanteile. Die Ausfälle sind nur kurzfristig und werden aufgrund der regelmäßigen Anlagenkontrollen innerhalb von 2 – 3 Tagen behoben.

12. Der im 11. Sachstandsbericht vorgeschlagene Wechsel in der Phasenförderung zwischen den Brunnen GWMS 03/13 und GWMS 04/13 wurde vorerst nicht durchgeführt, da in GWMS 03/13 im weiteren Verlauf des Jahres 2016 erheblich größere Phasenmächtigkeiten und damit ein höherer Phasenausstrag als in der GWMS 04/13 ermittelt wurden. Am 31.08.2017 wurden die Leichphasen in den Messstellen GWMS 04/13 (2 Liter) und GWMS 01/08 (20 Liter) abgeschöpft.

13. Im Februar 2017 wurde eine Störung der Wasserförderung beim Förderbrunnen 06/09 festgestellt. Das Problem wurde zeitnah von der Firma Züblin behoben, so dass bei der monatlichen Probenahme im März 2017 erneut Wasser entnommen werden konnte.



14. Auf Grundlage der hydraulischen Modellierung (siehe 12. Sachstandsbericht) wurden zwei weitere Messstellen (GWMS 01/17 und GWMS 02/17) im seitlichen Abstrom eingerichtet, welche als Sanierungsbrunnen genutzt werden und zur verbesserten Sicherung des Grundwasserschadens am Südrand der Liegenschaft beitragen sollen. Die Anbindung der neuen Brunnen an die Sanierungsanlage erfolgt voraussichtlich im Laufe des Jahres 2018.

## 2.5 Bewertung Sanierung Verladebahnhof 2

1. Die bisherige Entwicklung der BTEX-Gehalte (eingeschlossen sind hier auch die Gehalte für TMB, Cumol und Styrol) im geförderten Grundwasser zeigt bei allen Brunnen im Verlauf des bisherigen Sanierungszeitraumes von Juli 2010 bis Dezember 2017 nach wie vor hohe Werte, was auf die noch vorhandene Leichtphase zurückzuführen ist. Insbesondere die seit Januar 2015 als Förderbrunnen in die Sanierungsmaßnahme integrierten Messstellen GWMS 01/13, GWMS 02/13, GWMS 03/13, GWMS 05/13 und GWMS 06/13 zeigen ein gleichbleibend hohes Konzentrationsniveau.

Die Tendenz in Richtung abnehmender BTEX-Konzentrationen bleibt im aktuellen Berichtszeitraum (Januar – Dezember 2017) für den Brunnen GWMS 01/09 erhalten. Dies dürfte vor allem damit zusammenhängen, dass hier keine Leichtphase vorliegt. Die BTEX-Gehalte des Brunnens GWMS 02/08 liegen seit Juni 2016 kontinuierlich unterhalb von 26.000 µg/l. Auch hier ist trotz vorliegender Leichtphase ein Rückgang der Grundwasserbelastung erkennbar. In GWMS 04/09 und GWMS 02/09 zeichnet sich dagegen eher ein stagnierendes Konzentrationsniveau ab.

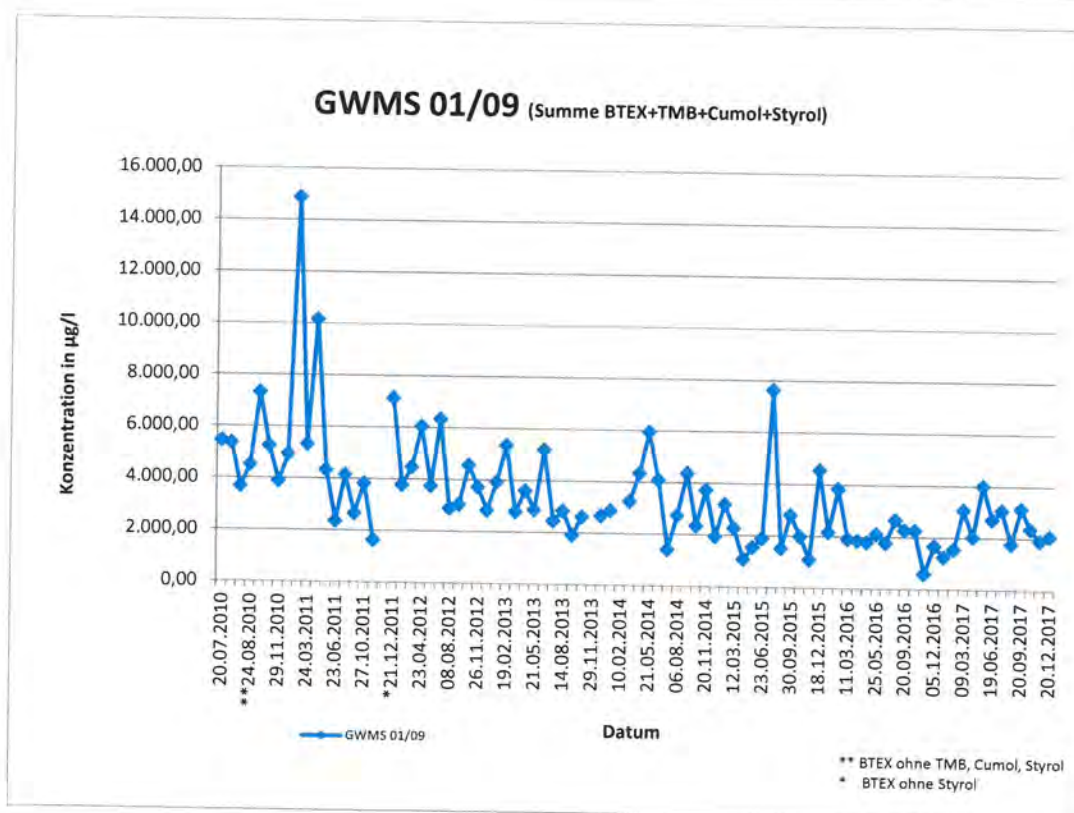
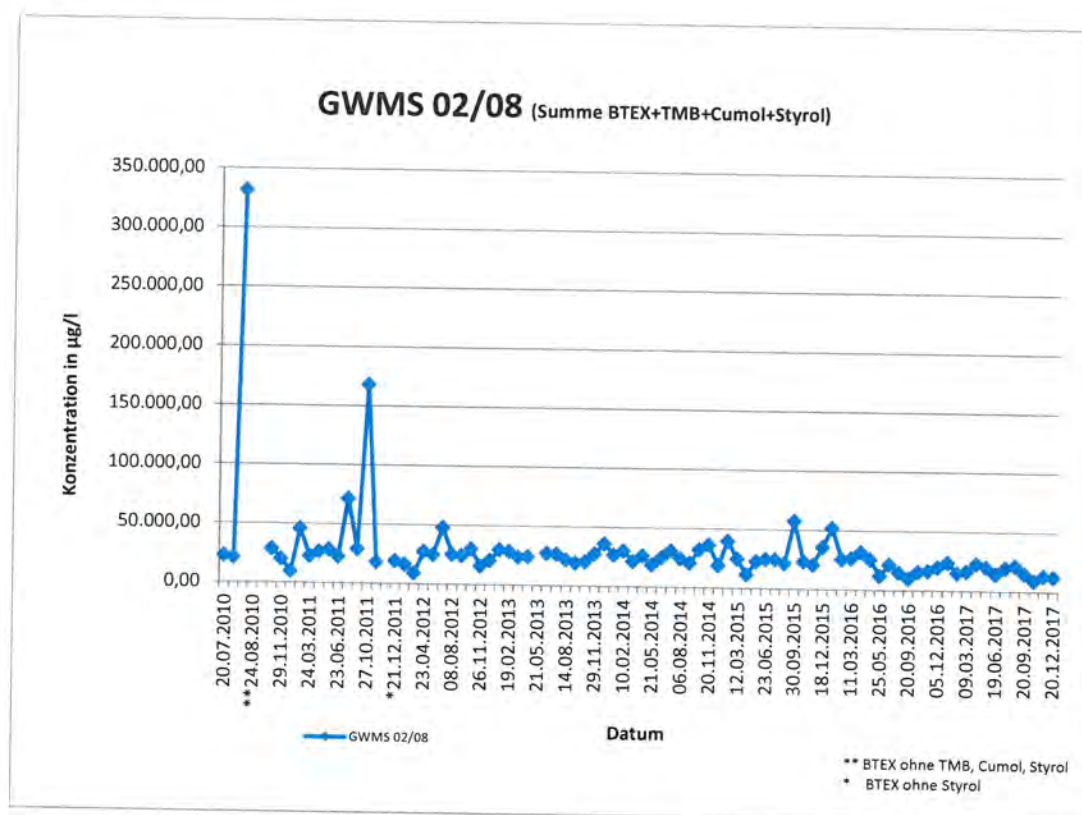
In dem seit September 2014 neu an die Sanierung angeschlossenen Förderbrunnen GWMS 06/09 liegt bisher ein nahezu gleichbleibend hohes Niveau der BTEX-Konzentrationen vor. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass auch in GWMS 06/09 seit November 2015 Produktphase vorliegt.

Der am 04.01.2016 ermittelte hohe Befund für BTEX von ca. 451.000 µg/l geht auf die Erfassung von Phasenbestandteilen bei der Wasserförderung zurück und stellt keinen repräsentativen Wert für die tatsächliche Grundwasserbelastung dar.

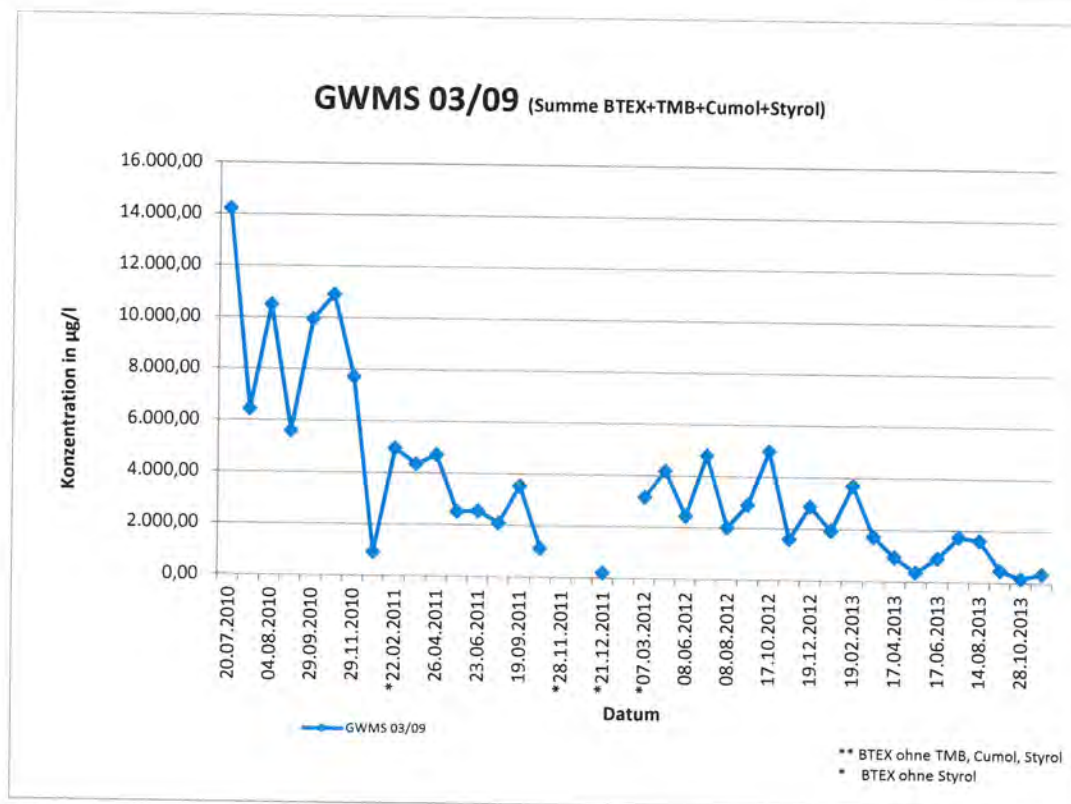
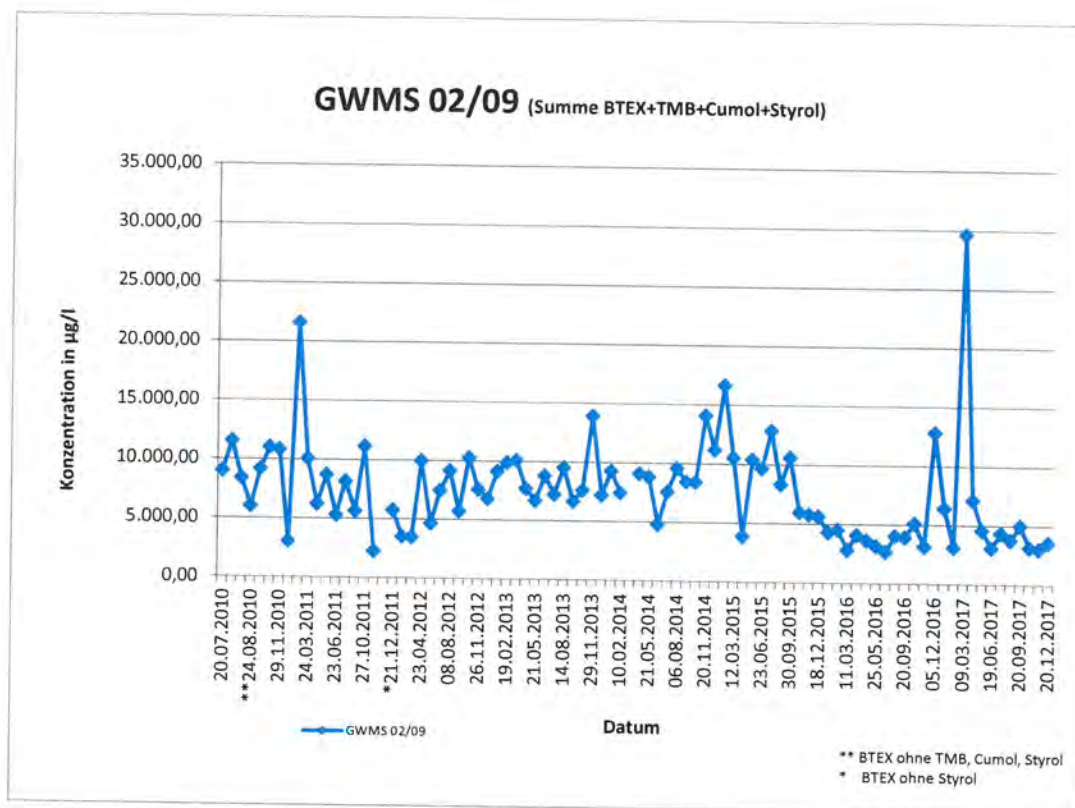
Insofern wurde dieser Wert bei der folgenden Grafik 12.5 im Hinblick auf den Trend der Konzentrationsentwicklung nicht berücksichtigt. In den nachfolgenden Grafiken wurden zur besseren Visualisierung des Trends eine entsprechende Kurve dargestellt.



**Grafiken 12.1 – 12.10: Trend bei der Entwicklung der BTEX-Konzentrationen in den Förderbrunnen:**

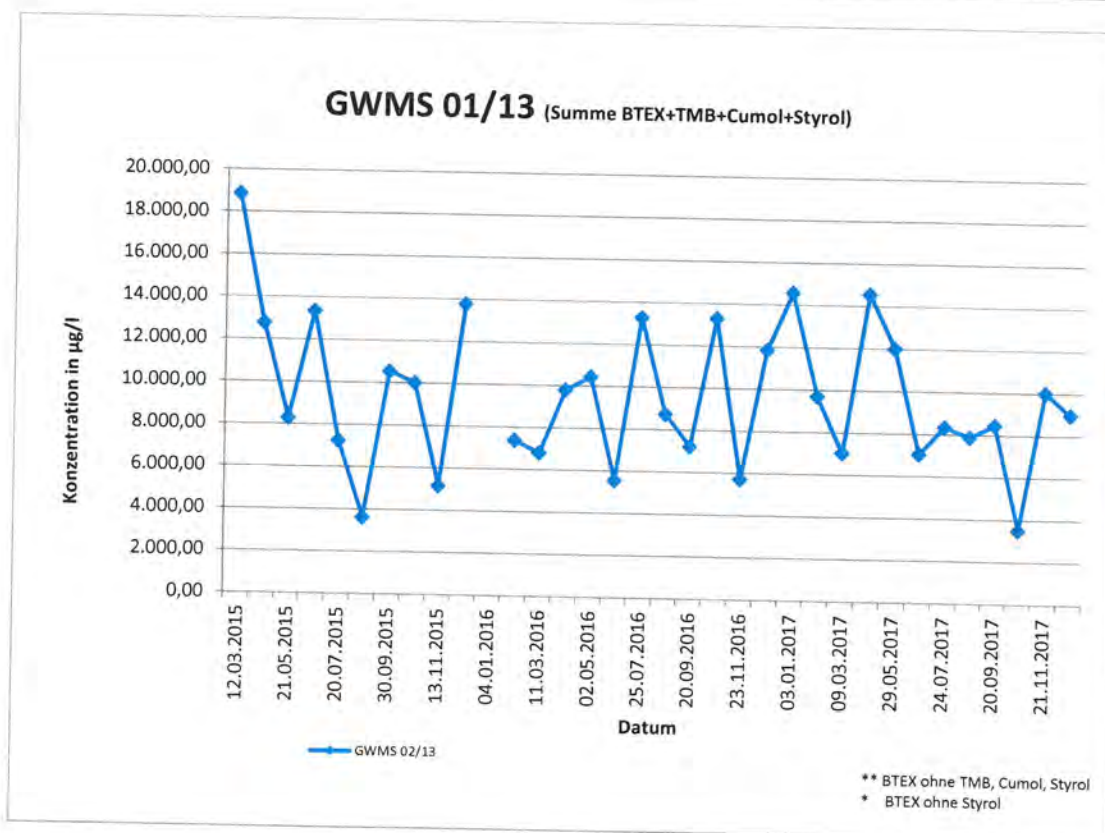
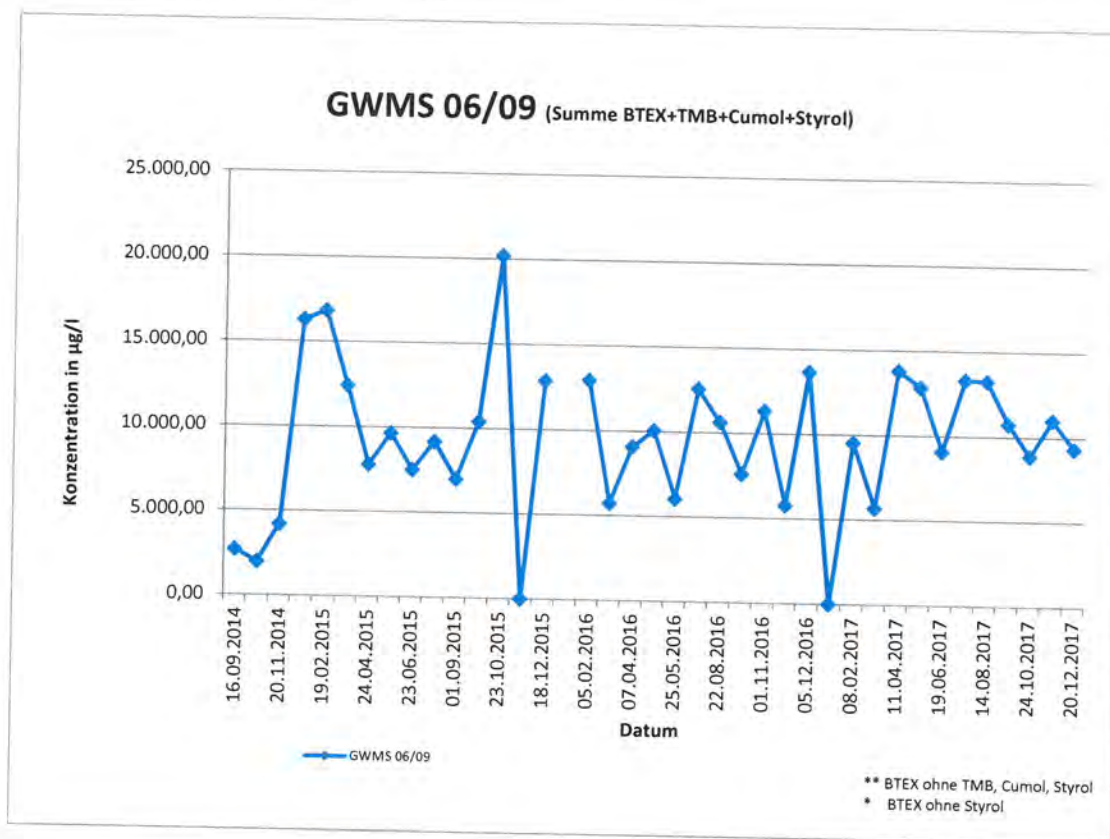


## Fortsetzung Grafiken 12.1 – 12.10:

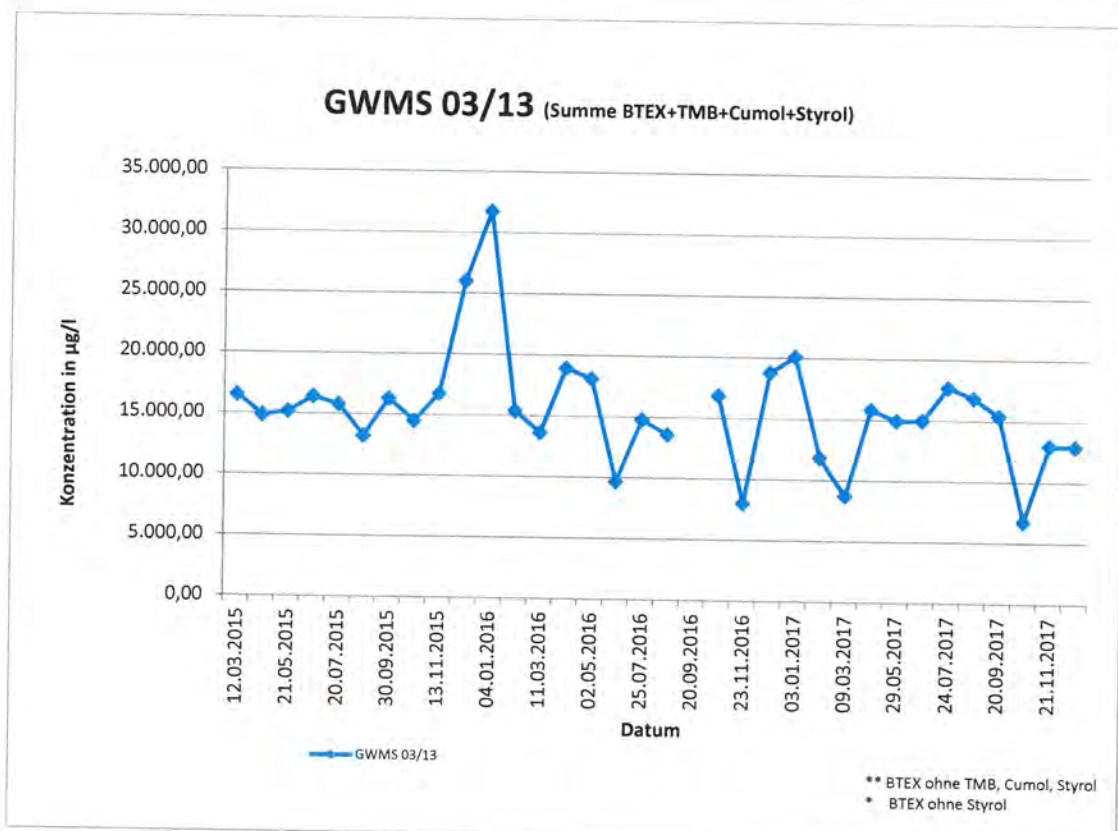
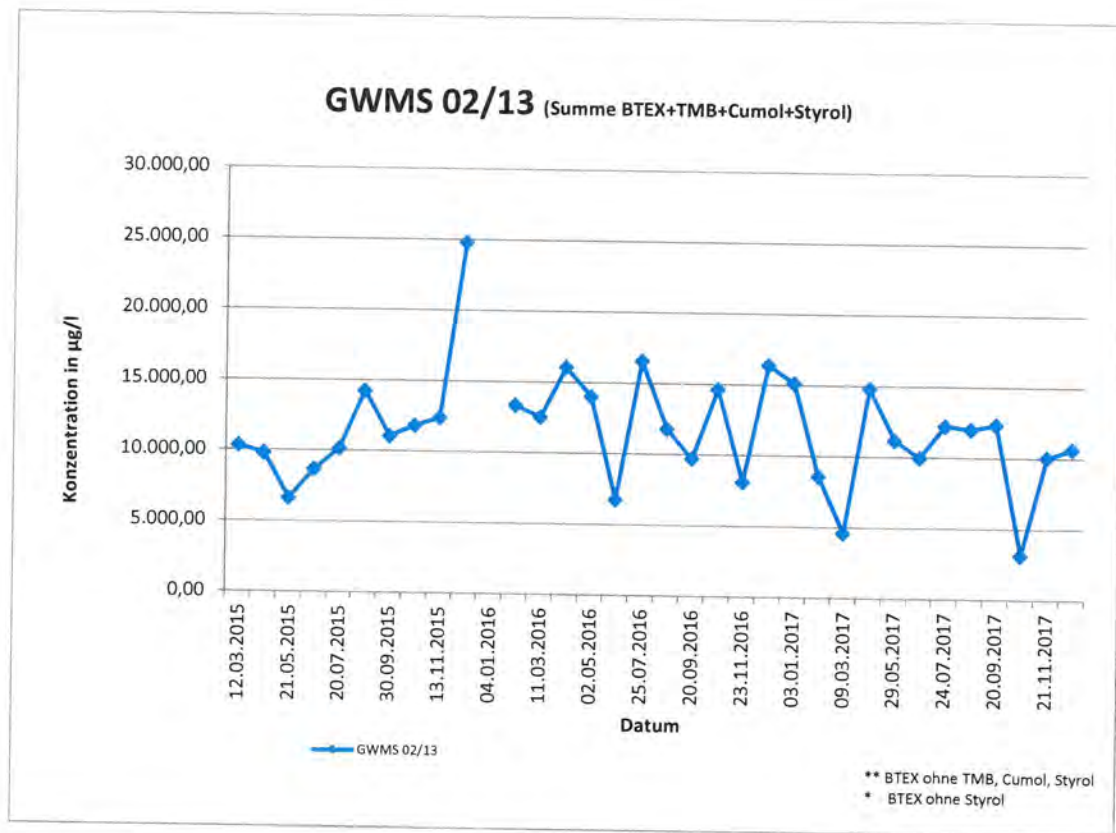




## Fortsetzung Grafiken 12.1 – 12.10:

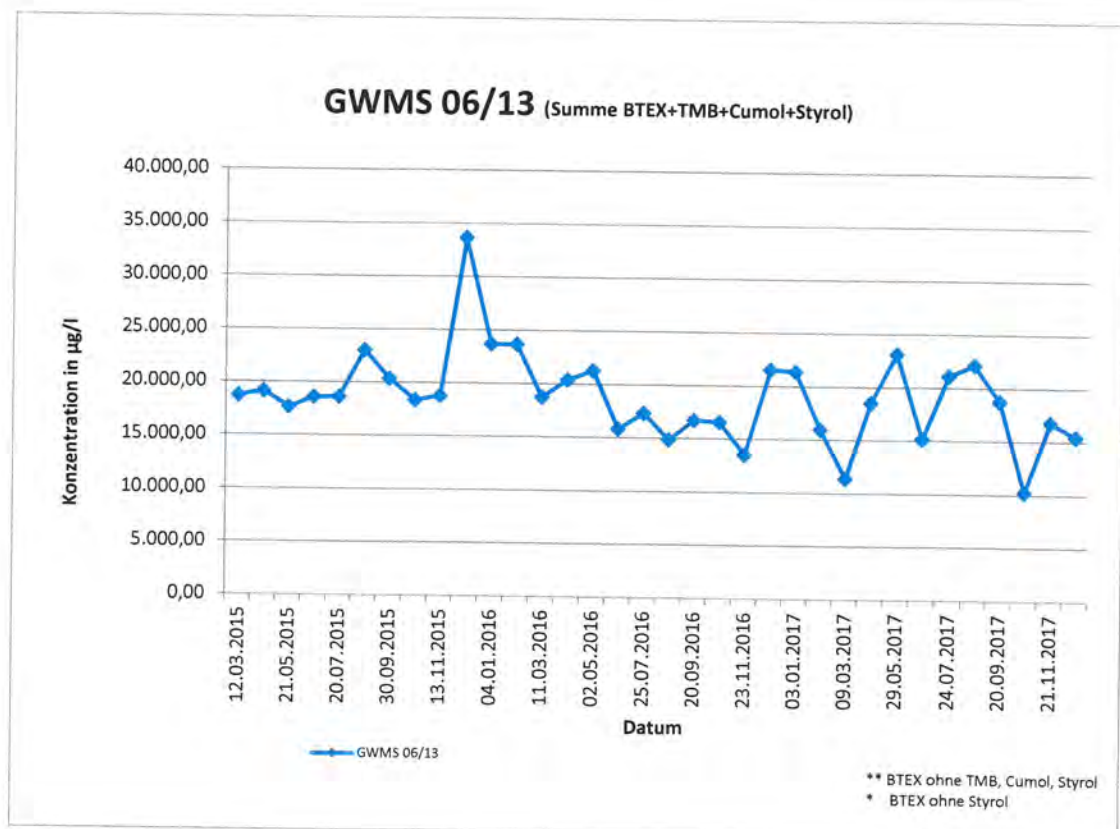
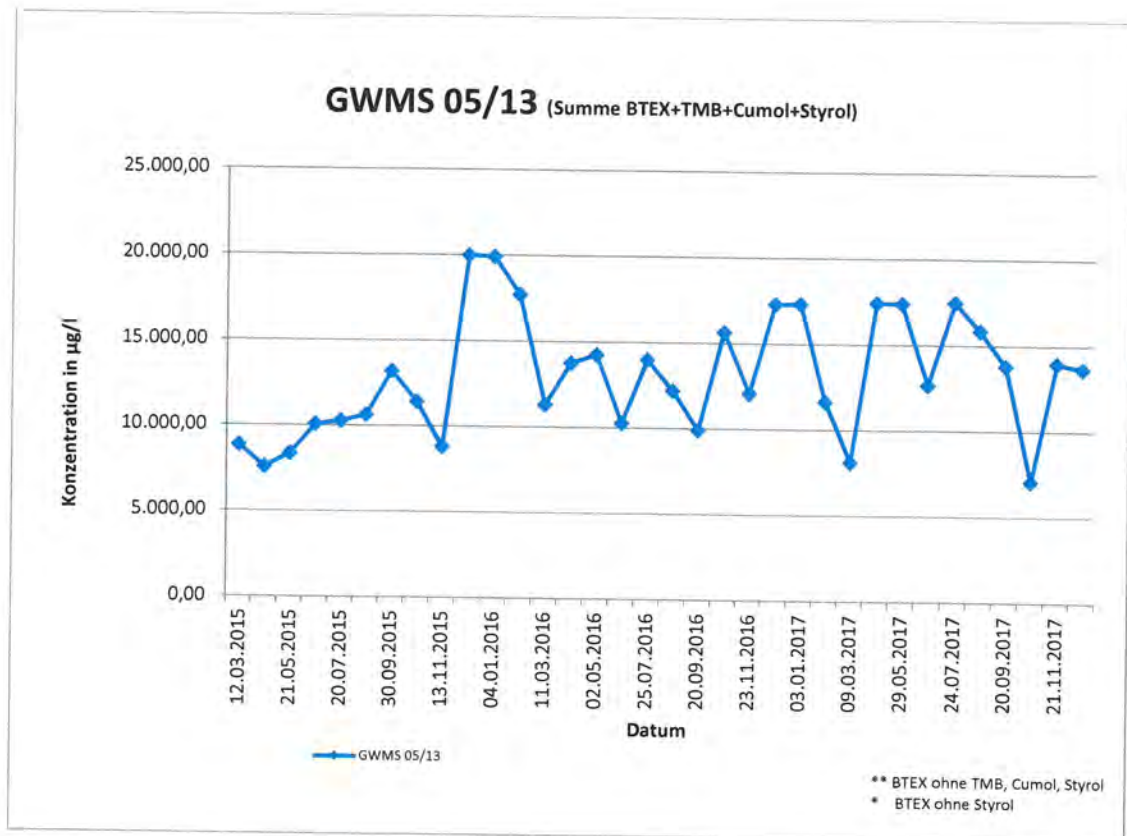


## Fortsetzung Grafiken 12.1 – 12.10:





## Fortsetzung Grafiken 12.1 – 12.10:



2. Die im Umfeld der Förderbrunnen befindlichen Messstellen GWMS 01/06 flach, GWMS 01/07, GWMS 01/06 tief, GWMS 02/07, GWMS 03/07 tief, GWMS 03/07 flach und GWMS 04/07 zeigen übliche Konzentrationschwankungen. Punktuell liegen zwar hohe Einzelwerte vor, die aber bei der jeweils folgenden Untersuchung wieder auf das frühere Konzentrationsniveau zurückgehen. Insgesamt liegen sämtliche Werte innerhalb des bisher bekannten Varianzbereiches. In der Messstelle GWMS 01/06-flach gehen die vergleichsweise hohen Werte auf die hier vorhandene Leichtphase zurück. Die detaillierte Entwicklung der Konzentrationen in den Beobachtungsmessstellen ist in Kap. 3.1.1., Tab. 8.1 ersichtlich.
3. Die in dem Förderbrunnen GWMS 04/09 und GWMS 06/09 im Oktober 2015 versuchsweise durchgeführte Erhöhung der Förderraten (von ursprünglich 0,2 – 0,3 m<sup>3</sup>/h auf ca. 0,7 m<sup>3</sup>/h) mit dem Ziel, eine deutlichere und dauerhaftere Wasserspiegelabsenkung zu erreichen, führte dazu, dass über die Brunnenpumpe verstärkt Phasenanteile gefördert wurden. Daher wird die bisherige Förderrate beibehalten.

Die Leichtphasen in GWMS 06/09 waren erstmalig im November 2015 aufgetreten. Es ist anzunehmen, dass durch den dauerhaften Pumpbetrieb und der erzeugten Wasserspiegelabsenkung eine Phasenmobilisierung in Richtung GWMS 06/09 erfolgt ist. Im Oktober 2017 erfolgte eine weitere Phasenmessung, welche das Vorhandensein der Leichtphase mit einer Mächtigkeit von 1,38 m bestätigte.

Es liegt hier ein weiterer Belastungsschwerpunkt im Bereich der Liegenschaftsgrenze vor, der bereits im Zuge der Erkundungsphase in den Jahren 2008 und 2009 ermittelt wurde und mittels der Wasserförderung aus den GWMS 04/09 und GWMS 06/09 in die Sanierungsmaßnahme einbezogen wird. Die Höhe der Belastung im Grundwasser, insbesondere der hier vorhandene Phasenkörper, war jedoch zuvor in der sich jetzt bestätigenden Größenordnung nicht bekannt.

4. Eine automatisierte Phasenabschöpfung (siehe Kapitel 2.4.2) für die Messstelle GWMS 01/08 ist aufgrund des nur geringen Ausbaudurchmessers (50 mm) nicht möglich. Die vorgesehene manuelle Phasenabschöpfung ist erstmalig am 31.08.2017 erfolgt. Dabei wurde die Leichtphase vollständig abgeschöpft (ca. 20 l). Zeitgleich wurde auch an der Messstelle 04/13 eine manuelle Abschöpfung vorgenommen. Dort war jedoch die Leichtphase bereits nach 2 l Entnahme vollständig entfernt. Es ist geplant weitere manuelle Phasenabschöpfungen bei ausreichender Phasenmächtigkeit vorzunehmen.
5. Insgesamt sind in 10 Förder- (GWMS 02/08, 01/09, 02/09, 04/09, 06/09, 01/13, 02/13, 03/13, 05/13, 06/13) und 3 Beobachtungsmessstellen (GWMS 01/08, 01/06-flach, 04/13) regelmäßig Phasen gemessen wor-



den. In der GWMS 01/06-tief wurde nur zeitweise ein Phasenkörper festgestellt (Juli/August 2017).

### 2.5.1 Vorschläge zum weiteren Vorgehen:

1. Der Sanierungsbetrieb ist im derzeitigen Umfang mit der Wasserförderung aus den Brunnen GWMS 02/08, GWMS 01/09, GWMS 02/09, GWMS 04/09, GWMS 06/09, GWMS 01/13, GWMS 02/13, GWMS 03/13, GWMS 05/13 und GWMS 06/13 samt Leichtphasenförderung weiter zu betreiben.
2. Wie im 12. Sachstandsbericht empfohlen wurde, ist eine weitere Messung der Phasenstärke im Förderbrunnen GWMS 06/09 erfolgt. Die Leichtphase wird im Zuge der nächsten Phasenmessung manuell abgepumpt, um die förderbare Phasenmenge und den Phasennachfluss zu prüfen und ggf. einen unnötigen hohen technischen Aufwand für eine automatische Phasenabschöpfung einschließlich Sammelsystem zu vermeiden.
3. Die Messstelle GWM 04/13 zeigte im Verlauf der bisherigen Messungen zunehmende Mächtigkeiten der Leichtphase, seit Juli 2016 ist eine weitgehend gleichbleibende Phasenmächtigkeit von ca. 0,3 m vorhanden. Im 11. Sachstandsbericht wurde vorgeschlagen, diese Messstelle als Förder- und Phasenabschöpfbrunnen in die Sanierung aufzunehmen und im Wechsel mit der GWMS 03/13 zu betreiben. Da die Phasenmächtigkeiten in GWMS 03/13 wesentlich größer sind als in GWMS 04/13 wurde auf die Installation einer neuen Förder- und Steuerleitung zwischen der GWMS 03/13 bis zur GWMS 04/13 jedoch verzichtet.

Nach der manuellen Leichtphasenabschöpfung am 31.08.2017 zeigten sich bis zur nächsten Messung am 11.10.2017 nur geringe Phasenmächtigkeiten (GWMS 04/13: 0,21 m; GWMS 01/08: 0,15 m), die keine erneute Leichtphasenförderung zuließen. Die Phasenmächtigkeiten sind weiter zu beobachten und bei ausreichender Schichtmächtigkeit abzupumpen.

4. Die laufende Sanierung im Bereich Verladebahnhof 2 ist eine geeignete Maßnahme zur Sicherung der Kontamination und zur Phasenabschöpfung. Im Verlauf der Maßnahme werden permanent, in Abhängigkeit des Sanierungsverlaufes, die Optimierungsmöglichkeiten geprüft. Die im 12. Sachstandsbericht zur Sicherung der Grundwasserbelastung empfohlene Einrichtung weiterer Sanierungsbrunnen wurde Ende des Jahres 2017 durchgeführt. Die neu eingerichteten Brunnen im jeweils seitlichen Abstrom an der südlichen Liegenschaftsgrenze werden im Laufe des Jahres 2018 an die Sanierungsanlage angeschlossen. Sobald die Inbetriebnahme der Brunnen erfolgt ist, wird eine weitere hydraulische Betrachtung des Sanierungserfolges durchgeführt.



5. Für die laufende Phasenabschöpfung bestehen prinzipiell Möglichkeiten die Phasenförderung zu verbessern (zusätzliche Entnahmefrühen, Brunnen im größeren Durchmesser). Tatsächlich lassen sich aber derzeit aufgrund der schlechten Zugänglichkeit (Bebauung, Gleiskörper) keine wesentlichen Optimierungsmöglichkeiten realisieren.

### 3. Grundwassermonitoring

#### 3.1 Bereich Verladebahnhof 2

Mittels eines Grundwassermonitorings an ausgewählten Messstellen wird die Entwicklung der Schadstoffgehalte im Bereich des Verladebahnhofs 2 der Liegenschaft und in dessen Grundwasserabstrom überprüft.

Die im vorliegenden Bericht dokumentierten Monitoringkampagnen wurden im Zeitraum 12.06.–21.06.2017 und 07.12.–18.12.2017 durchgeführt. Die Probenahme des Grundwassers im Rahmen des Monitorings erfolgt durch die HPC AG.

Die Messstellen GWMS 03/10-tief und GWMS 03/10-flach mussten auf Anforderung des Grundstückseigentümers stillgelegt werden. Die Messstelle GWMS 13/12 wurde als Ersatz für die Messstelle GWMS 03/10-tief hergestellt, die im Dezember 2012 zurückgebaut wurde. Die Messstelle GWMS 03/10-flach wurde zunächst nicht ersetzt, da die Verunreinigung des Grundwassers insbesondere durch MTBE sich hier auf den tieferen Abschnitt des Grundwasserleiters in ca. 25 m unter GOK (ca. – 5 m ü NN) beschränkt.

Seit April 2013 ist die Messstelle GWMS 221 mit einem Speziellschloss versehen, so dass Wasserstandsmessungen und Probenahmen nicht ausgeführt werden konnten. Dies ist an dieser Messstelle auch nicht mehr erforderlich, da in unmittelbarer Nähe die Messstelle GWMS 08/09 zur Beobachtung genutzt wird.

Für das Monitoring im Bereich Verladebahnhof 2 auf der Liegenschaft sowie im Grundwasserabstrom des Verladebahnhofs 2 ist in Abstimmung mit der Behörde derzeit folgender Untersuchungsumfang festgelegt:

- Die Kontrolle der Grundwasserqualität in den Monitoringmessstellen auf BTEX und MTBE erfolgt im ½-jährlichen Abstand (aktuell: Juni 2017 und Dezember 2017; im vorliegenden Bericht dokumentiert); nächste Untersuchungen März 2018/ September 2018.
- PAK werden einmal jährlich im Zuge des Monitorings analysiert (letzte Untersuchung: Mai/Juni 2016; im 12. Sachstandsbericht dokumentiert; aktuell: Juni 2017, im vorliegenden Bericht dokumentiert); nächste Untersuchung: März 2018.



- Eine Untersuchung des Grundwassers auf MKW erfolgt alle 5 Jahre. Nächste Untersuchung: September 2018
- Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen Werkstatt, B11, GWMS 5 erfolgt alle 5 Jahre auf BTEX. Nächste Untersuchung: September 2018.
- Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen FK1 und Block 16 erfolgt alle 2 Jahre auf BTEX (letzte Untersuchung: Juni 2015; im 11. Sachstandsbericht dokumentiert; aktuell: Juni 2017, im vorliegenden Bericht dokumentiert); nächste Untersuchung: Mitte 2019.
- Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen D3-2 und Gleis 6 erfolgt jährlich auf BTEX (zuletzt: Dezember 2015; im 11. Sachstandsbericht dokumentiert). Die Beprobung im Dezember 2016 wurde im Zeitplan übersehen und ist entfallen. Aktuelle Untersuchung: Dezember 2017; nächste Untersuchung September 2018. PAK werden aufgrund der dauerhaft niedrigen Gehalte alle 5 Jahre untersucht. Nächste Untersuchung: Ende 2019

Die Laborberichte der Analysen befinden sich in der Anlage 16.1, die Probenahmeprotokolle in der Anlage 17.2.

### 3.1.1 BTEX

Die im vorliegenden Berichtszeitraum in das Monitoring eingebundenen Messstellen werden nachfolgend dargestellt und vergleichend den Ergebnissen der vorhergehenden Beprobungen gegenübergestellt. Zusätzlich befindet sich eine Darstellung der Befunde für den Parameter BTEX im Lageplan der Anlage 3. Zusätzlich ist ein Verteilungsplan der BTEX-Gehalte im Grundwasser in der Anlage 11 ersichtlich.

**Tabelle 8.1: Befunde für BTEX der Grundwasseruntersuchung in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2**

Messstelle	Werkstatt	FK 1	D 3-2	B11	GWMS 5	Gleis 6	Block 16
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	18	17	16	16	23	20
Entnahmetiefe m ü NN	0,582	1,777	2,389	3,770	2,004	-2,658	1,168
Datum Probenahme	Summe BTEX einschl. TMB, Cumol, Styrol (µg/l)						
20.10.2009	n.n.	n.n.	225,00	n.n.	n.n.	23,00	174,00
07.01.- 29.01.2013	n.n.	2,00	341,00	n.n.	n.n.	10,00	n.n.
17.06.- 20.6.2013	n.n.	n.n.	156,00	n.n.	n.n.	1,00	n.n.
02.06.- 11.06.2014			106,00			1,00	
04.12.- 18.12.2014							
15.06.- 24.06.2015		1,00					n.n.
09.12.- 16.12.2015			124,00			25,00	
24.11.- 06.12.2016							
12.06.- 21.06.2017		n.n.					n.n.
07.12.- 18.12.2017			60,00			3,00	

	GWMS 01/06 (flach)	GWMS 01/06 (tief)	GWMS 01/07	GWMS 02/07	GWMS 03-07 (flach)	GWMS 03/07 (tief)	GWMS 04/07 (flach)	GWMS 04/07 (tief)	Bemerkungen
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	34	18	18	18	38	18	38	
Entnahmetiefe m ü NN	0,241	-15,793	1,707	-0,387	-0,480	-20,526	0,105	-19,912	
Datum Probenahme	Summe BTEX einschl. TMB, Cumol, Styrol (µg/l)								
20.10.2009	8.880,00	n.n.	777,00	1.858,00	393,00	54,00	2.854,00	178,00	
31.01.2011	1.712,80	n.n.	n.n.	3.999,00	n.n.	4,40	6.699,00	233,70	ohne Styrol
20.05.2011	7.372,00	7,40	n.n.	8.544,00	n.n.	12,50	4.729,00	277,00	
28.11.2011	14.208,00	10.704,00	17,40	6.464,00	19,90	17,90	4.704,00	239,80	ohne Styrol
06.06.2012	12.133,00	3.787,00	19,00	4.205,00	73,00	n.n.	3.522,00	140,00	
07.01.- 29.01.2013	17.245,00	1.491,00	n.n.	4.254,00	49,00	48,00	4.432,00	249,00	
17.06.- 20.6.2013	7.948,00	173,00	n.n.	7.240,00	56,00	72,00	3.649,00	171,00	
12.12.2013 - 15.01.2014	11.242,00	26,00	16,00	3.623,00	67,00	41,00	3.345,00	205,00	
02.06.- 11.06.2014	21.110,00	85,00	25,00	3.914,00	154,00	29,00	9.164,00	304,00	
04.12.- 18.12.2014	9.953,00	163,00	3,00	1.814,00	160,00	34,00	3.021,00	225,00	
15.06.- 24.06.2015	11.032,00	173,00	n.n.	2.181,00	148,00	52,00	3.419,00	162,00	
09.12.- 16.12.2015	16.467,00	102,00	15,00	3.980,00	338,00	331,00	6.516,00	74,00	
25.05.- 04.07.2016	15.350,00	62,00	n.n.	4.173,00	294,00	12,00	5.266,00	154,00	
24.11.- 06.12.2016	18.310,00	81,00	43,00	3.668,00	267,00	46,00	5.098,00	283,00	
12.06.- 21.06.2017	20.370,00	125,00*	n.n.	2868,00*	718,00	n.n.	7.630,00	469,00*	
07.12.- 18.12.2017	11.902,00	66,00	n.n.	1.404,00	792,00	27,00	4.081,00	224,00	

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze



**Tabelle 8.2: Befunde für BTEX der Grundwasseruntersuchungen in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2**

Messstelle	GWMS 06/09	GWMS 04/09	GWMS 05/09	GWMS 221	GWMS 07/09 (flach)	GWMS 07/09 (tief)	GWMS08/09 (flach)	GWMS 08/09 (tief)	2717/32/0391	Bemerkungen
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	26	34	16	18	28	18	28	20	
Entnahmetiefe m ü NN	0,324	-8,059	-15,494	1,886	-0,431	-10,431	0,264	-9,736	-1,19	
Datum Probenahme	Summe BTEX einschl. TMB, Cumol, Styrol (µg/l)									
20.10.2009	1.959,00	15.905,00	418,00	888,00	1.423,00	20,00	515,00	279,00		
31.01.2011	782,50	7.612,20	262,30	n.n.	714,50	25,80	354,80	663,40		ohne Styrol
20.05.2011	444,20	11.707,00	435,60	n.n.	907,80	79,60	745,20	n.n.		
28.11.2011	2.748,50		370,80	n.n.	968,00	27,30	905,10	5,50	8,00	ohne Styrol
06.06.2012	n.n.		n.n.	n.n.	768,00	n.n.	374,00	n.n.	n.n.	
08.08.2012	1.454,00		n.n.							
07.01.-29.01.2013	3.115,00		34,00	n.n.	1.591,00	81,00	902,00	297,00	48,00	
17.06.-20.6.2013	2.746,00		55,00		1.263,00	83,00	833,00	191,00	5,00	
12.12.2013-15.01.2014	2.053,00		n.n.		1.836,00	116,00	495,00	12,00	9,00	
02.06.-11.06.2014	4.372,00		3,00		2.845,00	268,00	659,00	24,00	n.n.	
04.12.-18.12.2014		in die Sanierung integriert	83,00		15,00	25,00	554,00	193,00	n.n.	
15.06.-24.06.2015			n.n.		1.721,00	58,00	593,00	138,00	n.n.	
09.12.-16.12.2015			17,00		912,00	88,00	682,00	315,00	10,00	
25.05.-04.07.2016			11,00		19,00	n.n.	179,00	110,00	n.n.	
24.11.-06.12.2016			32,00		572,00	n.n.	219,00	85,00	n.n.	
12.06.-21.06.2017			n.n.		550,00	5,00	192,00	41,00	n.n.	
07.12.-18.12.2017			45,00		1.108,00	103,00	73,00	12,00	n.n.	

Messstelle	GWMS 09/09 (flach)	GWMS 09/09 (tief)	GWMS 01/10 flach	GWMS 01/10 tief	GWMS 02/10 flach	GWMS 02/10 tief	GWMS 03/10 flach	GWMS 03/10 tief	GWMS 13/12	Brunnen Sportplatz 24	Bemerkungen
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	28	18	25	18	25	18	25	25		
Entnahmetiefe m ü NN	-2,871	-12,871	-2,474	-9,528	-0,871	-7,965	2,186	-4,831	-6,105	nicht bestimmt	
Datum Probenahme	Summe BTEX einschl. TMB, Cumol, Styrol (µg/l)										
20.10.2009	884,00	616,00									
31.01.2011	108,90	299,80	n.n.	2,00	n.n.	35,40					ohne Styrol
20.05.2011	106,30	677,60	n.n.	2,60	n.n.	59,30	n.n.	4,40			n.n.
28.11.2011	119,80	960,70	n.n.	6,50	1,20	162,20	n.n.	30,90			ohne Styrol
06.06.2012	507,00	1.420,00	5,00	n.n.	7,00	108,00	6,00	12,00			
07.01.-29.01.2013	313,00	927,00	n.n.	9,00	3,00	117,00			45,00		
17.06.-20.6.2013	14,00	564,00	n.n.	27,00	n.n.	81,00			18,00		
12.12.2013-15.01.2014	8,00	566,00	n.n.	21,00	n.n.	111,00			18,00		
02.06.-11.06.2014	119,00	692,00	n.n.	n.n.	n.n.	52,00			12,00		
04.12.-18.12.2014	295,00	322,00	6,00	n.n.	n.n.	85,00			13,00		
15.06.-24.06.2015	66,00	881,00	n.n.	n.n.	n.n.	88,00			34,00		
09.12.-16.12.2015	186,00	1.363,00	n.n.	52,00	n.n.	125,00			20,00		
25.05.-04.07.2016	292,00	326,00	n.n.	16,00	n.n.	40,00			21,00		
24.11.-06.12.2016	n.n.	921,00	n.n.	31,00	n.n.	nicht beprobt, nicht zugänglich (zugeparkt)			55,00		
12.06.-21.06.2017	n.n.	885,00	n.n.	13,00	n.n.	5,00			19,00		
07.12.-18.12.2017	n.n.	341,00	n.n.	n.n.	n.n.	48,00			16,00		

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze

**Tabelle 8.3: Befunde für BTEX der Grundwasseruntersuchungen in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2**

Messstelle	GWMS 07/13- flach	GWMS 07/13- mittel	GWMS 07/13- tief	GWMS 08/13- flach	GWMS 08/13- mittel	GWMS 08/13- tief	GWMS 08/13- flach	GWMS 09/13- flach	GWMS 09/13- mittel	GWMS 09/13- tief	GWMS 09/13- flach	GWMS 10/13- mittel	GWMS 10/13- tief
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	25	32	18	25	30	25	30	25	32	37	17	24
Entnahmetiefe m ü NN	-0,144	-7,141	-14,162	-5,382	-12,313	-17,367	-5,79	-12,734	-17,797	-2,672	-9,722	-15,695	
Datum	Summe BTEX einschl. TMB, Cumol, Styrol (µg/l)												
Probenahme	12.12.2013 - 15.01.2014	n.n.	n.n.	n.n.	5,00	210,00	111,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
02.06.- 11.06.2014	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	120,00	102,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1.132,00	140,00
04.12.- 18.12.2014	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	77,00	72,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	809,00	200,00
15.06.- 24.06.2015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	22,00	20,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	687,00	260,00
09.12.- 16.12.2015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	13,00	7,00	28,00	1,00	1,00	3,00	162,00	1.234,00	300,00
25.05.- 04.07.2016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	41,00	12,00	n.n.	n.n.	n.n.	100,00	450,00	110,00
24.11.- 06.12.2016	3,00	4,00	8,00	n.n.	25,00	36,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	19,00	638,00	200,00
12.06.- 21.06.2017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	10,00	n.n.
07.12.- 18.12.2017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	6,40	11,00	n.n.	n.n.	n.n.	130,00	190,00	210,00

Messstelle	PR 175 -flach	PR 175 - mittel	PR 175 -tief	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach	PR 176 -flach
------------	---------------	-----------------	--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

n.n. = nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze



### 3.1.2 MTBE

Da im Zuge des Monitorings im Mai 2011 lokal hohe Befunde für MTBE im Grundwasser verschiedener Messstellen ermittelt wurden, wird das Grundwasser aller Messstellen halbjährlich auf MTBE analysiert. Auf diese Weise kann man sowohl ein Bild über die ungefähre Ausbreitung erhalten, als auch die Konzentrationsentwicklung beobachten. Eine grafische Darstellung der Befunde für den Parameter MTBE befindet sich im Lageplan der Anlage 4, ein Verteilungsplan der MTBE-Gehalte in der Anlage 12. Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar:

**Tabelle 9.1: Befunde für MTBE in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2**

Messstelle	Werkstatt	FK 1	D 3-2	B11	GWMS 5	Gleis 6	Block 16	Bemerkung
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	18	17	16	16	23	20	
Entnahmetiefe m ü NN	0,582	1,777	2,389	3,770	2,004	-2,658	1,168	
Datum Probenahme	MTBE (µg/l)							
07.01.-29.01.2013	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	Analytik SGS
17.06.-20.06.2013	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
02.06.-11.06.2014			n.n.			n.n.		
04.12.-18.12.2014								
15.06.-24.06.2015		n.n.					n.n.	
09.12.-16.12.2015			n.n.			n.n.		
24.11.-06.12.2016								
12.06.-21.06.2017		n.n.					n.n.	
07.12.-18.12.2017			n.n.			n.n.		

	GWMS 01/06 (flach)	GWMS 01/06 (tief)	GWMS 01/07	GWMS 02/07	GWMS 03-07 (flach)	GWMS 03/07 (tief)	GWMS 04/07 (flach)	GWMS 04/07 (tief)	Bemerkung
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	34	18	18	18	38	18	38	
Entnahmetiefe m ü NN	0,241	-15,793	1,707	-0,387	-0,480	-20,526	0,105	-19,912	
Datum Probenahme	MTBE (µg/l)								
28.11.2011	27,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	4,80	4,60	1,30	
07.01.-29.01.2013	25,00	7,50	n.n.	1,60	0,80	7,30	2,00	1,80	Analytik SGS
	47,70	7,10	n.n.	2,80	n.n.	5,90	2,60	1,80	Analytik UCL
17.06.-20.06.2013	19,00	12,00	n.n.	n.n.	n.n.	5,70	1,30	1,10	
12.12.2013 - 15.01.2014	25,00	34,00	n.n.	1,80	1,10	4,10	2,80	1,70	
02.06.-11.06.2014	21,00	5,50	n.n.	n.n.	1,60	3,30	3,10	2,00	
04.12.-18.12.2014	11,00	11,00	n.n.	1,10	1,20	2,50	3,20	2,50	
15.06.-24.06.2015	18,00	13,00	n.n.	n.n.	2,20	3,30	3,80	4,80	
09.12.-16.12.2015	16,00	n.n.	n.n.	n.n.	2,40	3,50	1,50	2,30	
25.05.-04.07.2016	19,00	19,00	n.n.	n.n.	1,10	1,00	0,60	1,90	
24.11.-06.12.2016	38,00	8,80	n.n.	n.n.	1,10	1,00	0,90	2,00	
12.06.-21.06.2017	27,00	13,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1,10*	1,10*	
07.12.-18.12.2017	21,00	20,00	n.n.	n.n.	0,70	4,40	0,90	1,00	

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze

**Tabelle 9.2: Befunde für MTBE in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2**

Messstelle	GWMS 06/09	GWMS 04/09	GWMS 05/09	GWMS 221	GWMS 07/09	GWMS 08/09	Bemerkung
Entnahmestelle unter Gelände in m	18	26	34	16	18	28	
Entnahmestelle m ü NN	0,324	-8,059	-15,494	1,886	-0,431	-10,431	-9,736
Datum Probenahme							
31.01.2011	n.n.				71,40		
28.11.2011	n.n.		26,30	n.n.	111,00	8,30	882,00
07.01.-29.01.2013	1,30		n.n.	n.n.	180,00	15,00	530,00
	n.n.		n.n.	n.n.	214,00	11,10	805,00
17.06.-20.06.2013	n.n.		n.n.	n.n.	390,00	37,00	660,00
12.12.2013 - 15.01.2014	1,60		n.n.	n.n.	470,00	69,00	430,00
02.06.-11.06.2014	2,40		n.n.	n.n.	640,00	43,00	700,00
04.12.-18.12.2014			1,30		240,00	9,90	630,00
15.06.-24.06.2015			1,20		320,00	12,00	340,00
09.12. - 16.12.2015			n.n.		110,00	8,00	350,00
25.05. - 04.07.2016			0,60		50,00	0,60	77,00
24.11. - 06.12.2016			n.n.		89,00	n.n.	120,00
12.06.-21.06.2017			n.n.		88,00	9,90	71,00
07.12.-18.12.2017			0,60		220,00	64,00	35,00

Messstelle	GWMS 09/09	GWMS 01/10	GWMS 02/10	GWMS 03/10	GWMS 03/10	GWMS 03/10	GWMS 13/12	27/17/32/0391	Bemerkung
Entnahmestelle unter Gelände in m	18	28	25	18	25	18	25	20	
Entnahmestelle m ü NN	-2,871	-12,871	-9,528	-0,871	-7,965	2,186	-4,831	-6,105	-1,19
Datum Probenahme									
31.01.2011	51,90								
20.05.2011			9,30	6,70	779,00	n.n.	1,600,00		
28.11.2011	74,80	389,00	9,40	22,40	922,00	n.n.	855,00		
07.01.-29.01.2013	140,00	300,00	11,00	6,90	1,800,00				
	111,00	364,00	6,30	4,60	1,190,00				
17.06.-20.06.2013	19,00	340,00	18,00	2,30	930,00				
12.12.2013 - 15.01.2014	21,00	330,00	15,00	10,00	1400,00				
02.06.-11.06.2014	57,00	290,00	11,00	3,20	1,100,00				
04.12.-18.12.2014	110,00	130,00	16,00	18,00	730,00				
15.06.-24.06.2015	63,00	520,00	9,00	13,00	960,00				
09.12. - 16.12.2015	75,00	360,00	1,80	44,00	1,20	670,00			
25.05. - 04.07.2016	100,00	200,00	n.n.	29,00	0,70	600,00			
24.11. - 06.12.2016	1,60	570,00	1,60	48,00	0,80	nicht beprobt, nicht zugeordnet			
12.06.-21.06.2017	3,70	690,00	5,60	62,00	1,10	520,00			
07.12.-18.12.2017	1,90	440,00	1,20	110,00	10,00	540,00			

n.n. = nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze



Tabelle 9.3: Befunde für MTBE in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2

Messstelle	GWMS 07/13- flach	GWMS 07/13- mittel	GWMS 07/13- tief	GWMS 08/13- flach	GWMS 08/13- mittel	GWMS 08/13- tief	GWMS 08/13- flach	GWMS 08/13- mittel	GWMS 08/13- tief	GWMS 09/13- flach	GWMS 09/13- mittel	GWMS 09/13- tief	GWMS 10/13- flach	GWMS 10/13- mittel	GWMS 10/13- tief	GWMS 10/13- flach	GWMS 10/13- mittel	GWMS 10/13- tief
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	25	32	18	25	30	18	25	30	25	32	37	17	24	30			
Entnahmetiefe m ü NN	-0,144	-7,141	-14,162	-5,382	-12,313	-17,367	-5,79	-12,734	-17,797	-5,79	-12,734	-17,797	-2,672	-9,722	-15,695			
Datum Probenahme	12.12.2013 - 15.01.2014	n.n.	n.n.	0,80	n.n.	7,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.			
02.06.-11.06.2014	n.n.	n.n.	14,00	9,00	23,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	4,60	100,00	56,00			
04.12.-18.12.2014	n.n.	n.n.	11,00	6,70	17,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	79,00	35,00			
15.06.-24.06.2015	n.n.	n.n.	2,00	8,00	19,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	28,00	110,00	50,00			
09.12. - 16.12.2015	n.n.	n.n.	0,80	5,61	12,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	140,00	67,00	67,00			
25.05. - 04.07.2016	n.n.	n.n.	0,50	2,50	7,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	210,00	61,00	61,00			
24.11. - 06.12.2016	n.n.	n.n.	6,40	7,10	15,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	140,00	69,00	75,00			
12.06.-21.06.2017	n.n.	n.n.	1,00	9,70	11,00	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	32,00	89,00	90,00			
07.12.-18.12.2017	n.n.	n.n.	2,10	6,40	7,40	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	130,00	63,00	98,00			

Messstelle	PR 175 - flach	PR 175 - mittel	PR 175 - tief	PR 176 - flach	PR 176 - mittel	PR 176 - tief	PR 177 - flach	PR 177 - mittel	PR 177 - tief	GWMS 01/14- flach	GWMS 01/14- mittel	GWMS 01/14- tief
Entnahmetiefe unter Gelände in m	23	33	45	24	35	48	23	32	42	18	25	30
Entnahmetiefe m ü NN	-2,835	-12,89	-24,939	-4,13	-15,147	-28,132	-3,362	-12,379	-22,428	-7,111	-14,08	-19,138
Datum Probenahme	12.12.2013 - 15.01.2014	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
02.06.-11.06.2014	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
04.12.-18.12.2014	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
15.06.-24.06.2015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
09.12. - 16.12.2015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
25.05. - 04.07.2016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
24.11. - 06.12.2016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
12.06.-21.06.2017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
07.12.-18.12.2017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze

Für MTBE erfolgte für die im Bereich Verladebahnhof 2 und in dessen Grundwasserabstrom gelegenen, nachweislich mit MTBE verunreinigten Messstellen im Januar 2013 eine Doppelbestimmung durch ein zweites akkreditiertes Labor mit dem Ziel, qualitative und quantitative analytische Fehler bei der MTBE-Untersuchung auszuschließen. Die Befunde beider Labore stimmen in ihrer Größenordnung überein. Wesentliche Abweichungen ließen sich nicht erkennen. Ab dem 17.06.2013 werden die MTBE-Analysen vom Labor SGS Institut Fresenius ausgeführt.

### 3.1.3 PAK

Um auch für die PAK die räumliche Ausdehnung zu ermitteln, wurde im Zuge der Monitoringuntersuchungen im Juni 2012, im Januar 2013 sowie im Juni 2014 das Grundwasser aller Monitoringmessstellen auf PAK analysiert.

Aufgrund der gegenüber BTEX und MTBE nur untergeordneten Grundwasser-  
verunreinigung durch PAK erfolgt die Untersuchung auf PAK im Zuge des regulären Monitorings zunächst nur noch einmal jährlich. Eine grafische Darstellung der Befunde für den Parameter PAK ist im Lageplan der Anlage 5 ersichtlich. Die Ergebnisse bis zum Juni 2017 stellen sich wie folgt dar:



**Tabelle 10.1: Befunde für PAK in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2**

Messstelle	Werkstatt	FK 1	D 3-2	B11	GWMS 5	Gleis 6	Block 16	GWMS 207
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	18	17	16	16	23	20	
Entnahmetiefe m ü NN	0,582	1,777	2,389	3,770	2,004	-2,658	1,168	
Datum Probenahme	PAK (µg/l)							
07.01.-29.01.2013	n.n.	n.n.	3,67	n.n.	n.n.	0,66	n.n.	
02.06.-11.06.2014			0,56			0,22		
15.06.-24.06.2015		0,06					0,04	
24.11.-06.12.2016								1,03
12.06.-21.06.2017								0,73

	GWMS 01/06 (flach)	GWMS 01/06 (tief)	GWMS 01/07	GWMS 02/07	GWMS 03-07 (flach)	GWMS 03/07 (tief)	GWMS 04/07 (flach)	GWMS 04/07 (tief)
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	34	18	18	18	38	18	38
Entnahmetiefe m ü NN	0,241	-15,793	1,707	-0,387	-0,480	-20,526	0,105	-19,912
Datum Probenahme	PAK (µg/l)							
06.06.2012	27,00	20,00	0,49	28,04	0,62	0,16	14,07	1,90
07.01.-29.01.2013	n.n.	n.n.	n.n.	3,85	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
02.06.-11.06.2014	11,19	n.n.	1,75	10,00	1,20	3,50	15,50	1,64
15.06.-24.06.2015	33,15	8,82	0,04	14,07	2,20	0,82	30,15	4,55
25.05.-04.07.2016	170,40	0,46	0,06	9,75	12,01	1,60	110,35	5,42
12.06.-21.06.2017	130,28	2,70	n.n.	28,13	12,00	0,96	65,26	6,72

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze

Tabelle 10.2: Befunde für PAK in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2

Messstelle	Werkstatt	FK 1	D 3-2	B11	GWMS 5	Gleis 6	Block 16
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	18	17	16	16	23	20
Entnahmetiefe m ü NN	0,582	1,777	2,389	3,770	2,004	-2,658	1,168
Datum Probenahme	PAK (µg/l)						
07.01.-29.01.2013	n.n.	n.n.	3,67	n.n.	n.n.	0,66	n.n.
02.06.-11.06.2014			0,56			0,22	
15.06.-24.06.2015		0,06					0,04
24.11.-06.12.2016							
12.06.-21.06.2017							

	GWMS 01/06 (flach)	GWMS 01/06 (tief)	GWMS 01/07	GWMS 02/07	GWMS 03-07 (flach)	GWMS 03/07 (tief)	GWMS 04/07 (flach)	GWMS 04/07 (tief)
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	34	18	18	18	38	18	38
Entnahmetiefe m ü NN	0,241	-15,793	1,707	-0,387	-0,480	-20,526	0,105	-19,912
Datum Probenahme	PAK (µg/l)							
06.06.2012	27,00	20,00	0,49	28,04	0,62	0,16	14,07	1,90
07.01.-29.01.2013	n.n.	n.n.	n.n.	3,85	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
02.06.-11.06.2014	11,19	n.n.	1,75	10,00	1,20	3,50	15,50	1,64
15.06.-24.06.2015	33,15	8,82	0,04	14,07	2,20	0,82	30,15	4,55
25.05.-04.07.2016	170,40	0,46	0,06	9,75	12,01	1,60	110,35	5,42
12.06.-21.06.2017	130,28	2,70	n.n.	28,13	12,00	0,96	65,26	6,72

n.n. = nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze



Tabelle 10.3: Befunde für PAK in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2

Messstelle	GWMS 07/13- flach	GWMS 07/13- mittel	GWMS 07/13- tief	GWMS 08/13- flach	GWMS 08/13- mittel	GWMS 08/13- tief	GWMS 09/13- flach	GWMS 09/13- mittel	GWMS 09/13- tief	GWMS 10/13- flach	GWMS 10/13- mittel	GWMS 10/13- tief
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	25	32	18	25	30	25	32	37	17	24	30
Entnahmetiefe m ü NN	-0,144	-7,141	-14,162	-5,382	-12,313	-17,367	-5,79	-12,734	-17,797	-2,672	-9,722	-15,695
Datum												
Probenahme												
12.12.2013 - 15.01.2014	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
02.06.- 11.06.2014	n.n.	n.n.	n.n.	0,02	0,6	4,7	2,9	n.n.	n.n.	n.n.	12,38	n.n.
15.06.- 24.06.2015	0,02	0,03	n.n.	0,01	0,03	0,05	n.n.	n.n.	0,03	0,01	7,11	0,02
25.05.- 04.07.2016	0,02	0,02	0,01	0,32	0,52	0,12	0,05	0,05	0,04	1,70	9,70	0,07
12.06.- 21.06.2017	n.n.	n.n.	n.n.	0,31	0,02	n.n.	0,06	0,03	0,04	n.n.	5,10	0,03

Messstelle	PR 175 -flach	PR 175 -mittel	PR 175 -tief	PR 176 -flach	PR 176 -mittel	PR 176 -tief	PR 177 -flach	PR 177 -mittel	PR 177 -tief	GWMS 01/14- flach	GWMS 01/14- mittel	GWMS 01/14- tief
Entnahmetiefe unter Gelände in m	23	33	45	24	35	48	23	32	42	18	25	30
Entnahmetiefe m ü NN	-2,835	-12,89	-24,939	-4,13	-15,147	-28,132	-3,362	-12,379	-22,428	-7,111	-14,08	-19,138
Datum												
Probenahme												
02.06.- 11.06.2014	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,82
15.06.- 24.06.2015	n.n.	n.n.	0,01	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,01	0,03	0,01	0,04
25.05.- 04.07.2016	0,03	0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
12.06.- 21.06.2017	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01

n.n. = nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze

Hinsichtlich der analysierten Einzelsubstanzen im Spektrum der PAK ist mit einem Anteil von > 99% fast ausschließlich Naphthalin nachweisbar.

### 3.1.4 MKW

Um für die MKW (Mineralölkohlenwasserstoffe) ebenfalls ein Bild über die räumliche Ausdehnung zu ermitteln, wurde im Zuge der Monitoringuntersuchungen das Grundwasser aller Monitoringmessstellen auch mehrmals auf MKW analysiert. Ein Erfordernis für eine eng gestaffelte Monitoringuntersuchung auf MKW besteht aufgrund der bisher ermittelten Ergebnisse nicht. Daher sind Kontrolluntersuchungen im Abstand von ca. 5 Jahren vorgesehen. Im aktuellen Untersuchungszeitraum wurden die Grundwasserproben der Messstellen auf MKW untersucht (nächste Untersuchung: Mitte 2022). Die Ergebnisse stellen sich bisher wie folgt dar:

**Tabelle 11.1: Befunde für MKW in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2**

Messstelle	Werkstatt	FK 1	D 3-2	B11	GWMS 5	Gleis 6	Block 16	GWMS 207
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	18	17	16	16	23	20	
Entnahmetiefe m ü NN	0,582	1,777	2,389	3,770	2,004	-2,658	1,168	
Datum Probenahme	MKW (mg/l)							
20.10. - 22.10.2009	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
31.01. - 02.02.2011								
18.05. - 20.05.2011								
07.01. - 29.01.2013	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
04.12. - 18.12.2014								
24.11. - 06.12.2016								n.n.
12.06. - 21.06.2017		n.n.					n.n.	n.n.

Messstelle	GWMS 01/06 (flach)	GWMS 01/06 (tief)	GWMS 01/07	GWMS 02/07	GWMS 03-07 (flach)	GWMS 03/07 (tief)	GWMS 04/07 (flach)	GWMS 04/07 (tief)
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	34	18	18	18	38	18	38
Entnahmetiefe m ü NN	0,241	-15,793	1,707	-0,387	-0,480	-20,526	0,105	-19,912
Datum Probenahme	MKW (mg/l)							
20.10. - 22.10.2009	0,4	0,1	n.n.	0,3	n.n.	2,4	n.n.	n.n.
31.01. - 2.2.2011	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
18.05. - 20.05.2011	0,28	n.n.		0,27	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
07.01. - 29.01.2013	0,40	n.n.	n.n.	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
12.06. - 21.06.2017	0,30	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,10	n.n.

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze



**Tabelle 11.2: Befunde für MKW in Monitoringmessstellen - Verladebahnhof 2**

Messstelle	GWMS 06/09	GWMS 04/09	GWMS 05/09	GWMS 221	GWMS 07/09 (flach)	GWMS 07/09 (tief)	GWMS 08/09 (flach)	GWMS 08/09 (tief)
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	26	34	16	18	28	18	28
Entnahmetiefe m ü NN	0,324	-8,059	-15,494	1,886	-0,431	-10,431	0,264	-9,736
Datum Probenahme	MKW (mg/l)							
20.10. - 22.10.2009	0,3	0,5	n.n.	n.n.	0,2	n.n.	n.n.	n.n.
31.01. - 02.02.2011	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,42	0,1	n.n.	n.n.
18.05. - 20.05.2011	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
07.01. - 29.01.2013	n.n.	in die Sanierung integriert	1,40	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
12.06. - 21.06.2017	n.n.		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Messstelle	GWMS 09/09 (flach)	GWMS 09/09 (tief)	GWMS 01/10 flach	GWMS 01/10 tief	GWMS 02/10 flach	GWMS 02/10 tief	GWMS 03/10 flach	GWMS 03/10 tief	GWMS 13/12	GWM 2717/32/0391
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	28	18	25	18	25	18	25	25	20
Entnahmetiefe m ü NN	-2,871	-12,871	-2,474	-9,528	-0,871	-7,965	2,186	-4,831	-6,105	-1,19
Datum Probenahme	MKW (mg/l)									
20.10. - 22.10.2009	n.n.	n.n.								
31.01. - 02.02.2011	0,14	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.				
18.05. - 20.05.2011	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,12			
07.01. - 29.01.2013	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	nicht mehr vorhanden		n.n.	n.n.
12.06. - 21.06.2017	n.n.	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.			n.n.	n.n.

Messstelle	GWMS 01/13	GWMS 02/13	GWMS 03/13	GWMS 04/13	GWMS 05/13	GWMS 06/13
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	18	18	18	18	18
Entnahmetiefe m ü NN	0,461	0,516	0,392	0,467	0,458	0,565
Datum Probenahme	MKW (mg/l)	MKW (mg/l)	MKW (mg/l)	MKW (mg/l)	MKW (mg/l)	MKW (mg/l)
25.07.2013	0,60	0,30	0,80	0,40	1,30	0,80
12.06. - 21.06.2017	ab Februar 2015 in die Sanierung integriert				ab Februar 2015 in die Sanierung integriert	

Messstelle	GWMS 07/13- flach	GWMS 07/13- mittel	GWMS 07/13- tief	GWMS 08/13- flach	GWMS 08/13- mittel	GWMS 08/13- tief	GWMS 09/13- flach	GWMS 09/13- mittel	GWMS 09/13- tief
Entnahmetiefe unter Gelände in m	18	25	32	18	25	30	25	32	37
Entnahmetiefe m ü NN	-0,144	-7,141	-14,162	-5,382	-12,313	-17,367	-5,79	-12,734	-17,797
Datum Probenahme	MKW (mg/l)								
12.12.2013 - 15.01.2014	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
12.06. - 21.06.2017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze

### 3.1.5 Grundwasserstände, Grundwasserfließrichtung

Die Messung der Grundwasserstände in den Förderbrunnen und Beobachtungsmessstellen erfolgt seit Beginn der Sanierung monatlich.

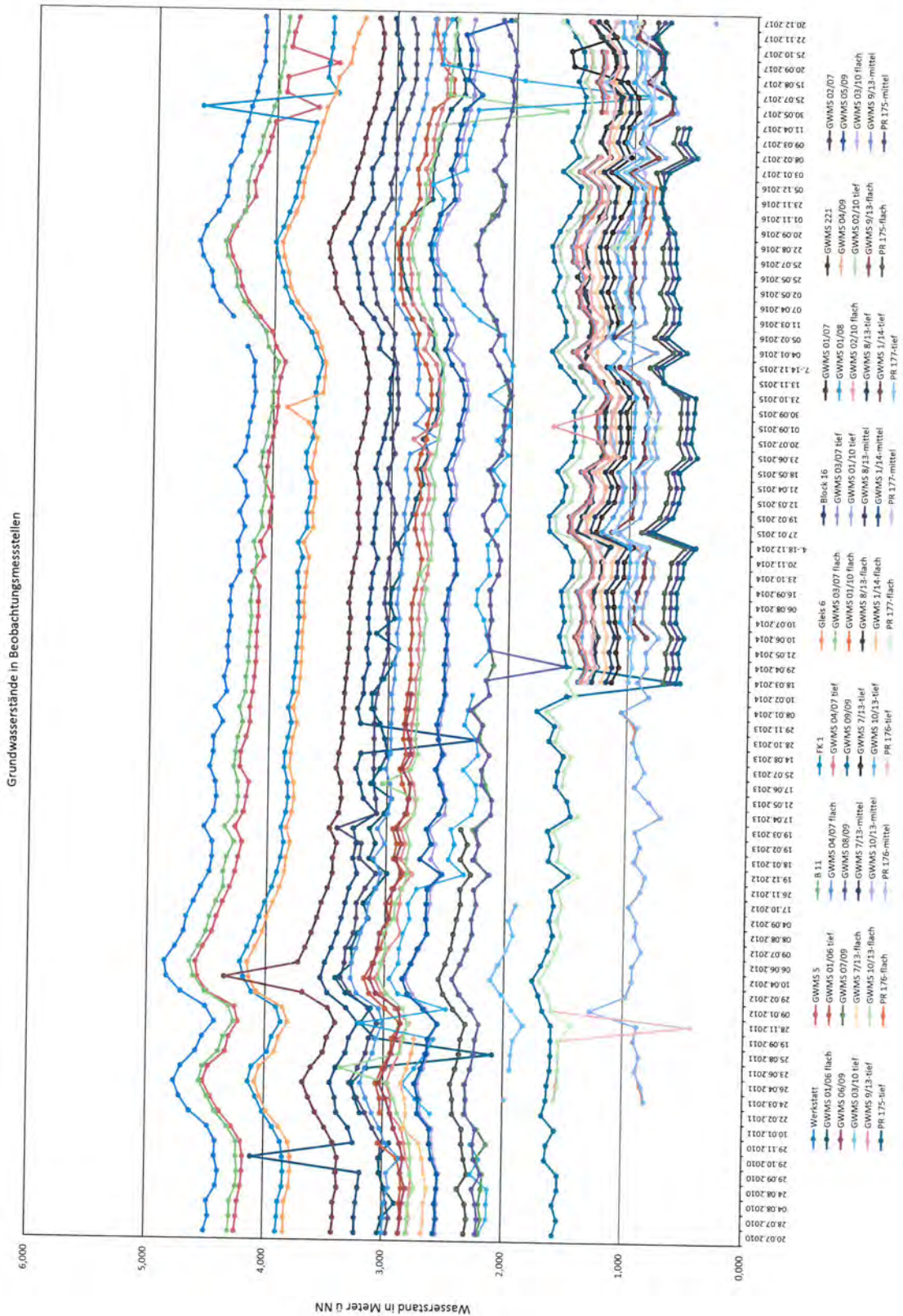
Die Messwerte sind detailliert in der Anlage 18.1 ersichtlich.

Nachfolgend wird die Entwicklung der Grundwasserstände grafisch für die Beobachtungsmessstellen im Umfeld und im Grundwasserabstrom des Verladebahnhofs 2 dargestellt.

Die Wasserstandsmessungen erfolgten im Zuge des Monitorings jeweils vor der Beprobung des Grundwassers in den einzelnen Messstellen.



**Grafik 13: Grundwasserstände in Beobachtungsmessstellen - Verladebahnhof 2**





In der Anlage 1 ist die Grundwasserfließrichtung für den Stichtag 30.05.2017 für den Bereich/Abstrom Verladebahnhof 2 dargestellt. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Süden bis Südsüdwesten orientiert. Im Bereich der Förderbrunnen ist der Einfluss der Wasserentnahme an dem um die Brunnen ausgebildeten Absenkttrichter zu erkennen (siehe Anlage 1).

Die in der Grafik 13 dargestellten Ganglinien zeigen weitgehend gleichartige Veränderungen des Wasserspiegels in den dargestellten Messstellen, die auf natürliche Schwankungen des Grundwasserspiegels zurückgehen.

### 3.1.6 Bewertung Monitoring/Abstrom Verladebahnhof 2

Einzelne Befunde werden nur dann detailliert bewertet, wenn sich auffällige Abweichungen und/oder Veränderungen im Konzentrationsniveau und/oder bei der Schadstoffzusammensetzung zeigen. Im Übrigen sind die ermittelten Werte in tabellarischer Form im Kap. 3.1 dargestellt.

#### 1. Bereich Verladebahnhof 2 und südliche Liegenschaftsgrenze:

Die im Grundwasseranstrom des Verladebahnhofs 2 vorhandenen Messstellen (Werkstatt, FK1, D 3-2, B11, GWMS 5, Gleis 6, Block 16) werden gemäß der zeitlichen Vorgaben im Kapitel 2.5 untersucht. Im Juni 2017 wurden die Messstellen FK1 und Block 16, im Dezember 2017 die Messstellen D 3-2 und Gleis 16 untersucht. Die ermittelten Werte liegen in der bisherigen Schwankungsbreite.

In der Messstelle GWMS 03/07-tief (Entnahmetiefe 38 m unter GOK) wurde im Dezember 2015 für BTEX (331 µg/l) gegenüber dem bisherigen Konzentrationsniveau (im Juni 2015: 52 µg/l) ein deutlicher Anstieg festgestellt. Die Werte seit Juli 2016 (12 µg/l) lagen wieder auf dem ursprünglichen Konzentrationsniveau (aktuell: 27 µg/l im Dezember 2017). Im Beobachtungsbrunnen GWMS 03/07-flach, dessen Entnahmetiefe bei 18 m unter GOK liegt, sind die BTEX-Konzentrationen im Untersuchungszeitraum des Jahres 2017 (Juli 2017: 718 µg/l; Dezember 2017: 792 µg/l) gegenüber den Werten des Vorjahres (Juli 2016: 294 µg/l; Dezember 2016: 267 µg/l) deutlich erhöht.

In der Beobachtungsmessstelle GWMS 05/09 an der südlichen Liegenschaftsgrenze wird durch die aktuellen Ergebnisse aus Juni 2017 und Dezember 2017 das dort bisher ermittelte, niedrige Konzentrationsniveau für BTEX bestätigt, das auf die laufende Sanierung in GWMS 04/09 und GWMS 06/09 zurückgeht.

#### 2. Grundwasserabstrom

In der Fortsetzung des Grundwasserabstromes nach Süden zeichnet sich keine Tendenz für abnehmende bzw. auffällig ansteigende BTEX-, MTBE- und PAK-Gehalte im Grundwasser ab. Die Werte liegen innerhalb des bisher bekannten Varianzbereiches.



Auffällig war der Befund für BTEX (52 µg/l) in der GWMS 01/10-tief vom Dezember 2015. In den vorhergehenden Kampagnen aus dem Jahr 2014 sowie vom Juni 2015 waren BTEX nicht nachweisbar. Die aktuellen Werte vom Juni 2017 (13 µg/l) und Dezember 2017 (< 1 µg/l) sind wieder deutlich niedriger als im Jahr 2015, so dass eine Tendenz in Richtung dauerhaft erhöhter BTEX-Konzentrationen nicht besteht.

In der Messstelle GWMS 07/09-tief waren in den Kampagnen vom Mai/Juni 2016 und November/Dezember 2016 BTEX nicht nachweisbar. In den vorhergehenden Untersuchungen wurden noch deutliche Befunde für BTEX festgestellt (58 µg/l im Juni 2015, 88 µg/l im Dezember 2015). Im jetzigen Untersuchungszeitraum wurden erneut BTEX nachgewiesen. Die Größenordnung der BTEX-Konzentrationen im Juni 2017 (5 µg/l) und Dezember 2017 (103 µg/l) entspricht den Befunden vor 2016.

In der Messstelle GWMS 07/09-flach wurde mit 1.108 µg/l im Dezember 2017 wieder ein höherer Wert als in den vorangegangenen Kampagnen (Dezember 2016: 572 µg/l; Juni 2017: 550 µg/l) nachgewiesen.

In den Messstellen GWMS 08/09-flach und 08/09-tief ist während der letzten Jahre ein abnehmendes Konzentrationsniveau für den Schadstoff BTEX festzustellen. Die aktuellen Werte für Dezember 2017 (08/09-flach: 73 µg/l; 08/09-tief: 12 µg/l) bestätigen die kontinuierliche Abnahme der Grundwasserbelastung in diesen Messstellen.

In der Messstelle GWMS 09/09-flach waren im Dezember 2016 BTEX erstmals nicht nachweisbar. Hier lagen bisher schwankende Konzentrationen für BTEX mit Werten von zuletzt 186 µg/l (Dezember 2015) und 292 µg/l (Juni 2016) vor. Im Jahr 2017 blieben die Konzentrationen von BTEX in dieser Messstelle unterhalb der laborbedingten Nachweisgrenze.

In der Messstellengruppe GWMS 07/13 waren in allen drei Tiefenabschnitten in der Kampagne vom November/Dezember 2016 erstmals BTEX nachweisbar. Die Konzentrationen für BTEX lagen hier zwischen 3 – 8 µg/l. Im aktuellen Untersuchungszeitraum (Juni und Dezember 2017) wurden keine BTEX nachgewiesen.

In den Messstellen GWMS 10/13-flach und GWMS 10/13-tief wurden im Juni 2017 erstmals keine BTEX nachgewiesen. Im Zuge des Monitorings im Dezember 2017 waren BTEX erneut nachweisbar und lagen auf einem ähnlichen Konzentrationsniveau wie in den Jahren zuvor.

Die Untersuchung der Monitoringmessstellen auf den Parameter MTBE bestätigt den Schwerpunkt der Belastung auf der Linie der GWMS 04/09 an der Liegenschaftsgrenze, über GWMS 07/09-flach, 08/09-flach, 09/09-tief, und 13/12 bis zur GWMS 02/10-tief.

In der Messstellengruppe 03/07 wurde im Juni 2017 erstmalig kein MTBE mehr nachgewiesen. Im Dezember 2017 wurde ein für diese Messstelle übli-



ches Konzentrationsniveau (4,40 µg/l in GWMS 03/07-tief; 0,7 µg/l in GWMS 03/07-flach) ermittelt.

In den Messtellen GWMS 07/09-flach und GWMS 07/09-tief sind die Werte für MTBE nach einem Rückgang im Jahr 2016 und in der ersten Jahreshälfte 2017 (auf ein Konzentrationsniveau unterhalb von 100 µg/l bzw. unterhalb der Nachweisgrenze im Dezember 2017) wieder auf das Konzentrationsniveau der Jahre 2013-2015 angestiegen. Die aktuellen Werte betragen 220 µg/l (07/09-flach) bzw. 64 µg/l (07/09-tief).

Das Konzentrationsniveau in der Messtelle 08/09-flach ist abnehmend. Aktuell wurde im Dezember 2017 mit 35 µg/l die an diesem Standort bis jetzt niedrigste Konzentration von MTBE ermittelt.

Bei der Beprobung der GWMS 09/09-flach (18 m unter GOK) ergaben sich seit der zweiten Jahreshälfte 2016 MTBE-Konzentrationen unterhalb 10 µg/l (gegenüber 75 µg/l im Dezember 2015 bzw. 100 µg/l im Juli 2016). Die MTBE-Konzentration ist also rückläufig. Im gleichen Zeitraum wurden in der GWMS 09/09-tief (28 m unter GOK) zunehmende Werte für MTBE festgestellt. Die Konzentration stieg von 200 µg/l (Juli 2016) auf den bisher höchsten Wert von 690 µg/l (Juni 2017).

Die Messstelle GWMS 08/09-tief zeigt seit Juli 2016 (65 µg/l) bis Dezember 2017 (44 µg/l) ein etwa gleichbleibendes Konzentrationsniveau hinsichtlich MTBE. In der GWMS 08/09-flach ist das Konzentrationsniveau seit Dezember 2016 (120 µg/l) rückläufig. Aktuell wurden dort 35 µg/l (Dezember 2017) nachgewiesen.

Die südliche Abgrenzung der MTBE-Verunreinigung wird mit der Messstellengruppe GWMS 01/10 gekennzeichnet. In der GWMS 01/10-flach bestätigen sich im Jahr 2017 die nur geringen Werte (Juni 2017: 5,6 µg/l; Dezember 2017: 1,2 µg/l), die in dieser Größenordnung auch schon 2016 (Juli 2016: nicht nachweisbar; Dezember 2016: 1,6 µg/l), ermittelt wurden. In der Messstelle GWMS 01/10-tief lag für MTBE im Jahr 2015 ein Werteanstieg vor (Dezember 2014: 16 µg/l; Juni 2015: 42 µg/l; Dezember 2015: 44 µg/l), der bei der Kontrolle im Juli 2016 (29 µg/l) und Dezember 2016 (48 µg/l) bestätigt wurde. Das Konzentrationsniveau ist im aktuellen Untersuchungszeitraum weiter angestiegen (Juni 2017: 62 µg/l; Dezember 2017: 110 µg/l). Zur Abgrenzung der Verunreinigung Richtung Süden wird derzeit eine neue Grundwassermessstellengruppe am Weserufer erstellt.

In der Messstellengruppe GWMS 01/14 waren BTEX aktuell im Dezember 2017 in allen drei Tiefenabschnitten nicht mehr nachweisbar (letzter Befund vom Dezember 2016: 8 bzw. 7 µg/l). MTBE war ebenfalls in keinem aufgeschlossenen Tiefenabschnitt (flach, mittel, tief) nachzuweisen. Diese Messstellengruppe stellt die südwestliche Abgrenzung der BTEX- und MTBE-Grundwasserverunreinigung dar (siehe Anlagen 3 und 4).



In den Messstellengruppen PR 175, PR 176 und PR 177 waren bisher weder BTEX noch MTBE nachweisbar. Es wurden im Juni 2017 für PAK Werte zwischen 0,02 µg/l und 0,04 µg/l ermittelt.

### 3.1.7 Weiteres Vorgehen

- 1 Die Kontrolle der Grundwasserqualität in den Monitoringmessstellen ist wie folgt beizubehalten.
  - Die Kontrolle der Grundwasserqualität in den Monitoringmessstellen auf BTEX und MTBE erfolgt im ½-jährlichen Abstand, wobei die Beprobung jahreszeitlich wechseln soll (nächste Untersuchungen: März 2018, Herbst 2018)
  - PAK werden einmal jährlich im Zuge des Monitorings analysiert (nächste Untersuchung: März 2018). Für die Messstellen D3-2 und Gleis 6 ist eine Untersuchung auf PAK alle 5 Jahre ausreichend (nächste Untersuchung: Mitte 2019)
  - Eine Untersuchung des Grundwassers auf MKW erfolgt alle 5 Jahre (nächste Untersuchung: Mitte 2022)
  - Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen Werkstatt, B11, GWMS 5 erfolgt alle 5 Jahre auf BTEX (nächste Untersuchung: Herbst 2018)
  - Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen FK1 und Block 16 erfolgt alle 2 Jahre auf BTEX (nächste Untersuchung: Mitte 2019)
  - Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen D3-2, und Gleis 6 erfolgt jährlich auf BTEX (nächste Untersuchung: Herbst 2018).
- 2 Hinsichtlich des Abstromes ist die bekannte Schadstofffahne derzeit als weitgehend stationär zu bewerten. Die Möglichkeiten einer Fahnensanierung werden derzeit mittels eines Feldversuchs (in Vorbereitung) geprüft um festzustellen, ob unter realistischen Ansätzen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden können. Ein Konzept wurde der zuständigen Fachbehörde des SUBV vorgestellt (Besprechung Tanklager Bremen Farge, Verladebahnhof 2, 23.06.2016). Die favorisierte Variante ist eine in-situ-Maßnahme innerhalb der Schadstofffahne.
- 3 Es wurde eine neue Grundwassermessstellengruppe im Abstrom des Verladebahnhofs 2 eingerichtet. Diese befindet sich in der Neurönnenecker Straße (auf Höhe der Hausnummern 5-7, GWMS 11/17-flach, -mittel und -tief). Ebenso wurden neue Förderbrunnen am Südrand der Liegenschaft erstellt sowie im weiteren südlichen Abstrom am Weserufer (GWMS 12/17-flach, -mittel und -tief). Die Ergebnisse der Beprobungen (vorraussichtlich im März 2018) werden im nächsten Sachstandsbericht aufgeführt.



## 3.2 Bereich Hafen

Seit August 2014 wird der Bereich des Hafens der Liegenschaft ebenfalls in das regelmäßige Monitoring eingeschlossen. Das Monitoring umfasst auch hier die monatliche Messung der Grundwasserstände sowie die halbjährliche Beprobung und Analyse des Grundwassers aus den vorhandenen Grundwassermessstellen.

Die Messstellen GWMS 06/12 bis GWMS 10/12 wurden im Jahr 2012 erstellt und erstmals am 17.12.2012 untersucht. Die übrigen Messstellen wurden Ende des Jahres 2013 eingerichtet und im November und Dezember 2013 erstmals beprobt.

Für den Hafen war zusätzlich zu den halbjährlichen Beprobungen im Jahr 2015 eine vierteljährliche Zwischenkontrolle durchzuführen. Das erste Zwischenmonitoring erfolgte im April 2015. Es umfasste die Beprobung und Analyse des Grundwassers aus allen vorhandenen Grundwassermessstellen im Bereich des Hafens sowie die Analyse des Wassers auf die Parameter BTEX, MKW, PAK und MTBE. Die Ergebnisse wurden in folgendem Bericht dokumentiert:

- Tanklager Bremen-Farge; LKNr. 220 038; *Monitoringuntersuchungen im Bereich Verladebahnhof 1 und Hafen (April 2015-Entwurf)*; HPC AG, 12.06.2015.

Das zweite Zwischenmonitoring erfolgte im September 2015. Die Ergebnisse wurden im 11. Sachstandsbericht zur Sanierung aufgeführt:

- Tanklager Bremen-Farge; LKNr. 220 038; 11. *Sachstandsbericht zur Sanierung des Grundwassers im Bereich Verladebahnhof 2 (Zeitraum Januar 2015 – Dezember 2015)*

- *Monitoringuntersuchungen im Bereich Verladebahnhof 2, Verladebahnhof 1 und Hafen (Zeitraum Januar 2015 – Dezember 2015)*; HPC AG, 20.06.2016.

Eine Detailbetrachtung und Beurteilung der Schadstoffsituation im Bereich Hafen, auch unter Berücksichtigung einer Frachtbetrachtung und geplanter Folge-nutzungen, wurde in folgende Berichten durchgeführt:

- Tanklager Bremen-Farge; LKNr. 220 038; *Bereich Hafen: Wasserstandsmessungen und Grundwasseruntersuchungen, 2. Bericht (Zeitraum April 2015 – September 2015)*; HPC AG, 30.09.2015

- Tanklager Bremen-Farge; LKNr. 220 038; 12. *Sachstandsbericht zur Sanierung des Grundwassers im Bereich Verladebahnhof 2 (Zeitraum Januar 2016 – Dezember 2016)*

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen sind in den folgenden Tabellen aufgeführt. Die Laborberichte der aktuellen Analysen befinden sich in der Anlage 16.2, die Probenahmeprotokolle in der Anlage 17.3.

Für das Monitoring im Bereich Hafen auf der Liegenschaft ist in Abstimmung mit der Behörde derzeit folgender Untersuchungsumfang festgelegt:



- Die Kontrolle der Grundwasserqualität in den Monitoringmessstellen auf BTEX, MTBE, PAK und MKW erfolgt im ½-jährlichen Abstand (aktuell: Juni 2017 und Dezember 2017; im vorliegenden Bericht dokumentiert). Die nächste Kontrolle erfolgt im März 2018.

### 3.2.1 BTEX

Die im vorliegenden Berichtszeitraum in das Monitoring eingebundenen Messstellen im Bereich Hafen werden nachfolgend mit den Ergebnissen der bisher durchgeführten Grundwasseranalysen dargestellt. Zusätzlich befindet sich eine grafische Darstellung der Befunde für die Parameter BTEX, MTBE, PAK und MKW in den Lageplänen der Anlagen 7 - 10. Die Ergebnisse für die Schadstoffgruppe der BTEX stellen sich wie folgt dar.

**Tabelle 12: Befunde für BTEX der Grundwasseruntersuchung in Monitoringmessstellen - Bereich Hafen**

Messstelle	GWMS 06/12	GWMS 07/12	GWMS 08/12	GWMS 09/12	GWMS 10/12	GWMS 12/12	GWMS 22/13 flach	GWMS 22/13 mittel
Entnahmetiefe unter Pegeloberkante (POK) in m	5	13	5	13	5,3	13	5,9	14
Entnahmetiefe in m NN	0,110	-7,770	0,050	-7,930	0,176	-7,840	-0,450	-8,750
Datum Probenahme	BTEX (µg/l)							
17.12.2012	68,00	1.378,00	1.073,00	12,00	98,00	54,00		
08.11.2013 04.12.2014	21,00	652,00	479,00	n.n.	48,00	15,00	46,00*	1.069,00*
4.12.-18.12.2014	31,00	1.725,00	400,00	62,00	54,00	5,00	146,00	1.359,00
27.04.-28.04.2015	100,00	2.138,00	752,00	78,00	36,00	4,00	228,00	982,00
24.06.2015	118,00	611,00	856,00	24,00	3,00	n.n.	48,00	439,00
9.9.-10.9.2015	67,00	1.519,00	617,00	57,00	52,00	4,00	112,00	401,00
11.12.2015	62,00	1.122,00	1.358,00	236,00	95,00	2,00	132,00	4.033,00
29.06.-01.07.2016	70,00	298,00	3,00	42,00	12,00	n.n.	37,00	331,00
24.11.-06.12.2016	42,00	1.079,00	628,00	62,00	40,00	27,00	274,00	1.585,00
12.06.-21.06.2017	14,00	595,00	37,00	108,00	43,00	13,00	418,00	213,00
07.12.-18.12.2017	29,00	479,00	362,00	95,00	21,00	3,00	546,00	773,00

Messstelle	GWMS 21/13 flach	GWMS 21/13 mittel	GWMS 23/13 flach	GWMS 23/13 mittel	GWMS 24/13 flach	GWMS 24/13 mittel	GWMS 25/13 flach	GWMS 25/13 mittel
Entnahmetiefe unter Pegeloberkante (POK) in m	5,4	14	5,2	14	6	14	5,5	12
Entnahmetiefe in m NN	-0,130	-8,940	0,870	-8,110	0,800	-7,450	0,630	-6,080
Datum Probenahme	BTEX (µg/l)							
21.11.2013	17.786,00	n.n.	30.555,00	325,00	40.946,00	n.n.	n.n.	n.n.
4.12.-18.12.2014	5.319,00	1,00	12.489,00	6,00	24.033,00	5,00	2,00	61,00
27.04.-28.04.2015	8.694,00	n.n.	12.518,00	n.n.	3.720,00	121,00	n.n.	9,00
24.06.2015	15.051,00	2,00	21.812,00	8,00	8.310,00	n.n.	n.n.	n.n.
9.9.-10.9.2015	18.621,00	16,00	21.147,00	n.n.	17.971,00	n.n.	127,00	65,00
11.12.2015	22.698,00	n.n.	48.661,00	138,00	57.504,00	33,00	601,00	48,00
29.06.-01.07.2016	14.125,00	38,00	110,00	n.n.	18.744,00	2,00	107,00	n.n.
24.11.-06.12.2016	14.430,00	67,00	11.248,00	11,00	26.499,00	22,00	82,00	28,00
12.06.-21.06.2017	15.145,00	32,00	4383,00*	n.n.	3.450,00	Proben im Labor zerstört		
07.12.-18.12.2017	12.084,00	46,00	4.440,00	10,00	4.406,00	65,00	127,00	3,00

\* überlagert: es sind im Chromatogramm Peaks ohne genaue Zuordnung erkennbar

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze



### 3.2.2 MTBE

Lokal wurde bei den bisherigen Untersuchungen des Grundwassers im Bereich Hafen MTBE im Grundwasser verschiedener Messstellen ermittelt. Im Zuge des Monitorings wird das Grundwasser aller Messstellen halbjährlich auf MTBE analysiert, um ein Bild über die ungefähre Ausbreitung zu erhalten und die Konzentrationsentwicklung zu beobachten. Eine Darstellung der Befunde für den Parameter MTBE befindet sich im Lageplan der Anlage 8. Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar:

**Tabelle 13: Befunde für MTBE der Grundwasseruntersuchung in Monitoringmessstellen - Bereich Hafen**

Messstelle	GWMS 06/12	GWMS 07/12	GWMS 08/12	GWMS 09/12	GWMS 10/12	GWMS 12/12	GWMS 22/13 flach	GWMS 22/13 mittel
Entnahmetiefe unter Pegeloberkante (POK) in m	5	13	5	13	5,3	13	5,9	14
Entnahmetiefe in m ü NN	0,110	-7,770	0,050	-7,930	0,176	-7,840	-0,450	-8,750
Datum Probenahme	MTBE (µg/l)							
17.12.2012	n.n.	1,40	n.n.	n.n.	1,30	n.n.		
08.11.2013 (*04.12.2014)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.*	2,00*
4.12.-18.12.2014	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1,50	n.n.	1,60	1,70
27.04.-28.04.2015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1,50	0,70	n.n.	1,20
24.06.2015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,80	n.n.	1,10	1,00
9.9.-10.9.2015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2,10	n.n.	n.n.	n.n.
11.12.2015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,60	n.n.	n.n.	n.n.
29.06.-01.07.2016	n.n.	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,90	n.n.
24.11.-06.12.2016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,80	n.n.	0,90	n.n.
12.06.-21.06.2017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
07.12.-18.12.2017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Messstelle	GWMS 21/13 flach	GWMS 21/13 mittel	GWMS 23/13 flach	GWMS 23/13 mittel	GWMS 24/13 flach	GWMS 24/13 mittel	GWMS 25/13 flach	GWMS 25/13 mittel
Entnahmetiefe unter Pegeloberkante (POK) in m	5,4	14	5,2	14	6	14	5,5	12
Entnahmetiefe in m ü NN	-0,130	-8,940	0,870	-8,110	0,800	-7,450	0,630	-6,080
Datum Probenahme	MTBE (µg/l)							
21.11.2013	1,90	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2,50	n.n.
4.12.-18.12.2014	1,00	n.n.	n.n.	n.n.	1,00	n.n.	3,60	n.n.
27.04.-28.04.2015	1,00	n.n.	n.n.	0,60	0,60	1,50	1,20	0,60
24.06.2015	0,80	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,50	n.n.
9.9.-10.9.2015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,60	1,00
11.12.2015	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
29.06.-01.07.2016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
24.11.-06.12.2016	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
12.06.-21.06.2017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
07.12.-18.12.2017	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze

### 3.2.3 PAK

Lokal wurden bei den bisherigen Untersuchungen des Grundwassers im Bereich Hafen PAK im Grundwasser verschiedener Messstellen ermittelt. Im Zuge des Monitorings wurde das Grundwasser aller Messstellen zunächst halbjährlich, seit 2017 jährlich auf PAK analysiert, um ein Bild über die ungefähre Ausbreitung zu erhalten und die Konzentrationsentwicklung zu beobachten. Eine grafische Darstellung der Befunde für den Parameter PAK befindet sich im Lageplan der Anlage 9. Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar.

**Tabelle 14: Befunde für PAK der Grundwasseruntersuchung in Monitoringmessstellen - Bereich Hafen**

Messstelle	GWMS 06/12	GWMS 07/12	GWMS 08/12	GWMS 09/12	GWMS 10/12	GWMS 12/12	GWMS 22/13 flach	GWMS 22/13 mittel
Entnahmetiefe unter Pegeloberkante (POK) in m	5	13	5	13	5,3	13	5,9	14
Entnahmetiefe in m ü NN	0,110	-7,770	0,050	-7,930	0,176	-7,840	-0,450	-8,750
Datum Probenahme	PAK (µg/l)							
17.12.2012	n.n.	4,49	1,04	n.n.	n.n.	n.n.		
08.11.2013 (*04.12.2014)	n.n.	12,68	2,38	2,65	1,89	1,18	0,45*	36,74*
4.12.- 18.12.2014	n.n.	26,04	15,30	n.n.	0,04	0,32	2,80	33,25
27.04. - 28.04.2015	3,09	31,10	n.b.	3,62	2,99	n.n.	8,17	42,35
24.06.2015	1,98	70,77	2,05	0,38	0,23	0,02	n.n.	30,74
9.9. - 10.9.2015	0,28	30,77	3,12	0,40	0,28	0,09	2,57	18,82
11.12.2015	0,43	26,80	3,20	11,11	0,69	0,03	2,90	51,19
29.06. - 01.07.2016	7,25	12,66	7,51	1,34	1,04	0,06	4,35	25,72
24.11. - 06.12.2016	1,10	26,00	1,80	1,60	0,59	0,16	0,90	53,28
12.06. - 21.06.2017	0,48*	36,83	4,92	8,05	0,44*	0,16	3,05	3,04

Messstelle	GWMS 21/13 flach	GWMS 21/13 mittel	GWMS 23/13 flach	GWMS 23/13 mittel	GWMS 24/13 flach	GWMS 24/13 mittel	GWMS 25/13 flach	GWMS 25/13 mittel
Entnahmetiefe unter Pegeloberkante (POK) in m	5,4	14	5,2	14	6	14	5,5	12
Entnahmetiefe in m ü NN	-0,130	-8,940	0,870	-8,110	0,800	-7,450	0,630	-6,080
Datum Probenahme	PAK (µg/l)							
21.11.2013	25,84	n.n.	374,51	n.n.	308,74	n.n.	12,17	n.n.
4.12. - 18.12.2014	107,56	0,41	533,07	n.n.	116,02	n.n.	n.n.	n.n.
27.04. - 28.04.2015	50,68	n.n.	131,38	n.n.	49,30	4,47	n.n.	n.n.
24.06.2015	100,15	0,04	61,06	n.n.	84,37	0,11	0,40	0,11
9.9. - 10.9.2015	40,51	0,10	160,54	0,03	93,43	0,08	0,88	1,76
11.12.2015	110,20	0,03	481,40	0,12	270,56	0,43	6,60	0,67
29.06. - 01.07.2016	130,43	0,60	220,62	0,03	110,25	0,24	0,89	0,02
24.11. - 06.12.2016	160,00	0,58	120,22	0,19	51,24	0,26	0,38	0,43
12.06. - 21.06.2017	200,50	0,35	1,64	n.n.	69,15	Proben im Labor zerstört		

\* überlagert: es sind im Chromatogramm Peaks ohne genaue Zuordnung erkennbar

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze



### 3.2.4 MKW

Bei den bisherigen Untersuchungen des Grundwassers im Bereich Hafen wurden lokal MKW im Grundwasser verschiedener Messstellen ermittelt. Im Zuge des Monitorings wurde das Grundwasser aller Messstellen zunächst halbjährlich, seit 2017 jährlich auf MKW analysiert, um ein Bild über die ungefähre Ausbreitung zu erhalten und die Konzentrationsentwicklung zu beobachten. Eine grafische Darstellung der Befunde für den Parameter MKW befindet sich im Lageplan der Anlage 10. Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar:

**Tabelle 15: Befunde für MKW der Grundwasseruntersuchung in Monitoringmessstellen - Bereich Hafen**

Messstelle	GWMS 06/12	GWMS 07/12	GWMS 08/12	GWMS 09/12	GWMS 10/12	GWMS 12/12	GWMS 22/13 flach	GWMS 22/13 mittel
Entnahmetiefe unter Pegeloberkante (POK) in m	5	13	5	13	5,3	13	5,9	14
Entnahmetiefe in m ü NN	0,110	-7,770	0,050	-7,930	0,176	-7,840	-0,450	-8,750
Datum Probenahme	MKW (mg/l)							
17.12.2012	n.n.	0,90	0,40	n.n.	0,20	n.n.		
08.11.2013 (*04.12.2013)	0,20	0,30	0,40	n.n.	n.n.	n.n.	0,20*	0,40*
4.12.-18.12.2014	0,10	0,80	0,20	0,20	0,20	n.n.	0,20	0,50
27.04.-28.04.2015	0,20	0,50	0,30	n.n.	n.n.	n.n.	0,30	1,30
24.06.2015	0,20	0,60	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	0,20	0,50
9.9.-10.9.2015	0,30	0,30	n.n.	n.n.	0,20	n.n.	0,10	1,00
11.12.2015	0,20	0,50	0,10	n.n.	n.n.	1,20	0,10	0,70
29.06.-01.07.2016	0,50	0,30	0,40	0,20	0,10	n.n.	0,40	1,20
24.11.-06.12.2016	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,10	0,80
12.06.-21.06.2017	0,30	0,30	0,40	0,10	0,30	n.n.	0,70	0,60

Messstelle	GWMS 21/13 flach	GWMS 21/13 mittel	GWMS 23/13 flach	GWMS 23/13 mittel	GWMS 24/13 flach	GWMS 24/13 mittel	GWMS 25/13 flach	GWMS 25/13 mittel
Entnahmetiefe unter Pegeloberkante (POK) in m	5,4	14	5,2	14	6	14	5,5	12
Entnahmetiefe in m ü NN	-0,130	-8,940	0,870	-8,110	0,800	-7,450	0,630	-6,080
Datum Probenahme	MKW (mg/l)							
21.11.2013	0,90	n.n.	3,30	0,10	2,20	n.n.	n.n.	n.n.
4.12.-18.12.2014	1,80	n.n.	0,70	n.n.	0,40	n.n.	n.n.	n.n.
27.04.-28.04.2015	0,70	n.n.	1,00	n.n.	0,90	n.n.	n.n.	n.n.
24.06.2015	0,50	n.n.	1,30	n.n.	0,70	n.n.	n.n.	n.n.
9.9.-10.9.2015	1,60	n.n.	0,40	n.n.	0,80	n.n.	n.n.	n.n.
11.12.2015	0,60	n.n.	2,40	n.n.	1,60	n.n.	n.n.	n.n.
29.06.2016	2,00	n.n.	2,10	n.n.	0,70	n.n.	n.n.	n.n.
24.11.-06.12.2016	0,90	n.n.	3,30	n.n.	1,00	n.n.	n.n.	n.n.
12.06.-21.06.2017	1,20	n.n.	1,00	n.n.	n.n.	Proben im Labor zerstört		

n.n.= nicht nachweisbar; Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze

### 3.2.5 Phasenmessungen

Bisher wurden im Bereich Hafen im Zuge der monatlichen Wasserstandsmessungen im vorhandenen Messstellennetz keine Leichtphasenkörper festgestellt.

### 3.2.6 Grundwasserstände, Grundwasserfließrichtung

Die Messung der Grundwasserstände in den Beobachtungsmessstellen im Bereich Hafen erfolgt monatlich.

Die Messwerte liegen detailliert in der Anlage 18.2 vor.

Um die zeitliche Entwicklung und Beeinflussung der tideabhängigen Grundwasserstände, auch in unterschiedlichen Tiefen, zu ermitteln, wurden im Zeitraum Oktober 2014 bis September 2015 in den Messstellen GWMS 07/12, GWMS 08/12 und GWMS 22/13 automatisch aufzeichnende Datenlogger installiert, die regelmäßig ausgelesen wurden, um festzustellen wie sich die hydraulischen Verhältnisse sowie die Kontamination im Bereich des Weserufers, auch unter Berücksichtigung des Tideneinflusses, ändern bzw. entwickeln. Ergänzt wurden diese Aufzeichnungen durch die oben genannten monatlichen Handmessungen der Wasserstände in allen Beobachtungsmessstellen im Bereich Hafen.

Die detaillierten Ergebnisse wurden in separaten Berichten dokumentiert, zuletzt im Bericht:

- *Tanklager Bremen-Farge; LKNr. 220 038; Bereich Hafen: Wasserstandsmessungen und Grundwasseruntersuchungen, 2. Bericht (Zeitraum April 2015 – September 2015); HPC AG, 30.09.2015.*



In Abhängigkeit der Wasserstände in der Weser reagieren die tieferen, im eigentlichen Grundwasserleiter ausgebauten Messstellen (z.B. GWMS 07/12 und GWMS 22/13-mittel) mit Wasserspiegelschwankungen von in der Regel ca. 2,0 m zwischen Tidehochwasser und Tideniedrigwasser.

Die im oberflächennahen Abschnitt ausgebauten Messstellen (z.B. GWMS 08/12) zeigen ebenfalls einen tidewasserabhängigen Verlauf des Wasserspiegels. Die Differenz in der Schwankungsbreite zwischen Thw und Tnw liegt jedoch bei nur ca. 0,1 – 0,5 m. Der hydraulische Zusammenhang zwischen Vorfluter Weser und der oberflächennahen, bisher als Stauwasserkörper angesprochenen, wasserführenden Schicht ist eindeutig erkennbar.

In der Anlage 6 ist die Grundwasserfließrichtung am Stichtag 09.03.2017 im Zeitraum 12:30 bis 13:00 für den Bereich Hafen dargestellt. Die Grundwasserfließrichtung ist zu diesem Zeitpunkt tideabhängig nach Ost-Nordost landeinwärts gerichtet. Hohe Wasserstände in der Weser führen zu einer landeinwärts gerichteten Fließbewegung, die darauf zurückzuführen ist, dass die Entwässerung aus dem Grundwasserleiter durch das Ansteigen des Wasserspiegels aufgrund eines temporären Druckanstiegs reduziert wird.

Bei niedrigem Wasserstand in der Weser ist die Fließrichtung zum Vorfluter, der Weser orientiert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ein verstärkter Zustrom aus dem Grundwasserleiter Richtung Weser begünstigt wird.

### 3.2.7 Bewertung Hafen

Einzelne Befunde werden nur dann detailliert bewertet, wenn sich auffällige Abweichungen und/oder Veränderungen im Konzentrationsniveau und/oder bei der Schadstoffzusammensetzung zeigen. Im Übrigen sind die ermittelten Werte in tabellarischer Form im Kap. 3.2 dargestellt.

1. Bei den bisher vorliegenden Befunden sind hinsichtlich der Konzentrationsentwicklung insbesondere die BTEX auffällig. Die bisher seit 2012 ermittelten Werte zeigen zum Teil deutliche Schwankungen und liegen innerhalb eines vergleichsweise großen Varianzbereiches. Einzelne Messstellen weisen zeitweise eine Halbierung, teilweise aber auch eine Verdoppelung der Konzentrationen auf.

Dies zeigt sich insbesondere in den als Belastungsquellen ausgewiesenen Abschnitten mit den Messstellen GWMS 21/13-flach, GWMS 23/13-flach und GWMS 24/13-flach sowie in den abstromig hierzu liegenden Messstellen GWMS 07/12 und GWMS 08/12.

2. Konzentrationsschwankungen innerhalb eines bestimmten Varianzbereiches liegen auch für die PAK und MKW vor, wobei sich auch für diese Stoffgruppen der Schwerpunkt innerhalb der Kontaminationsquellen im Bereich der GWMS 21/13-flach, GWMS 23/13-flach und GWMS 24/13-flach, sowie in den im Abstrom hierzu liegenden Messstellen GWMS 07/12 und GWMS 08/12 lokalisieren lässt.



3. Für die GWMS 23/13-flach und GWMS 24/13-flach wurden gegenüber den Vorjahren deutlich geringere BTEX-Konzentrationen im aktuellen Untersuchungszeitraum des Jahres 2017 nachgewiesen. Die Analysenergebnisse aus den anderen GWMS im Bereich des Hafens zeigen bei keinem der untersuchten Parameter (BTEX, PAK, MKW, MTBE) eine Tendenz in Richtung einer dauerhaften Abnahme der Schadstoffkonzentrationen.

Es handelt sich insbesondere für BTEX und PAK weitestgehend um dauerhaft hohe Konzentrationsniveaus, die durch die Tide beeinflusst werden, so dass es sich bei den ermittelten Schwankungen vermutlich um periodische Konzentrationsveränderungen handelt.

4. Die bisher überschlägig ermittelten Frachten (siehe: *Tanklager Bremen-Farge; LKNr. 220 038; Bereich Hafen; Wasserstandsmessungen und Grundwasseruntersuchungen, 2. Bericht Zeitraum April 2015 – September 2015; HPC AG, 30.09.2015*) an der Liegenschaftsgrenze sind im Vergleich zu den Quellbelastungen deutlich geringer, was auf weitgehend stationäre Verhältnisse hinsichtlich der Schadstoffsituation bzw. Schadstoffausbreitung schließen lässt.

Es ist von einem Übertritt der betroffenen Schadstoffe an der Liegenschaftsgrenze in den Vorfluter Weser auszugehen. Die Tendenz des Eintrittes großer Schadstoffmengen in den Vorfluter ist aber derzeit auf Basis der Frachtbetrachtung als gering einzustufen.

Bis zum Vorfluter verbleibt, ausgehend von der Position der derzeitigen Messstellen, zusätzlich noch ein Abschnitt von ca. 30 m Breite, der für den weiteren Schadstoffrückhalt zur Verfügung steht. Über das genaue Ausmaß der Konzentrationsabnahme in diesem Abschnitt kann derzeit aber keine Aussage getroffen werden. Im Übergang zur Weser ist außerdem mit einer starken Verdünnung der Schadstoffkonzentrationen zu rechnen.

5. Da für BTEX und PAK dauerhaft große Mengen als gelöste Schadstoffe und Frachten vorhanden sind und anhaltend aus den Quellen mobilisiert werden sind Maßnahmen zur Quellenbeseitigung durchzuführen.
6. Für die bestehende Grundwasserkontamination im Bereich des Hafens sind Maßnahmen zur Sanierung erforderlich. Entsprechende Schritte sind derzeit in Zusammenhang mit dem Gesamtrückbau der Hafenanlage in Planung. Favorisiert wird ein Bodenausbau im Schutze einer begrenzten Wasserhaltung.

### 3.2.8 Weiteres Vorgehen

1. Um nachzuweisen, dass sich die ermittelte Kontamination weitgehend stationär verhält und sich nicht über das bisher bekannte Maß hinaus weiter ausbreitet, ist das Monitoring halbjährlich in Verbindung mit dem Gesamtmonitoring für das Tanklager Bremen Farge weiterzuführen.



2. Die Kontrolle der Grundwasserqualität in den Monitoringmessstellen sollte wie folgt durchgeführt werden, wobei jahreszeitliche Wechsel bei den Be-  
probungsterminen zu berücksichtigen sind:

- Analytik auf BTEX und MTBE im ½-jährlichen Abstand (nächste Untersuchungen: März 2018, Herbst 2018)
- PAK werden einmal jährlich im Zuge des Monitorings analysiert (nächste Untersuchung: März 2018)
- Untersuchung des Grundwassers auf MKW erfolgt einmal jährlich (nächste Untersuchung: März 2018)

### 3.3 Verladebahnhof 1

Die Grundwassersanierung im Bereich Verladebahnhof 1 wurde im November 2016 begonnen. Der Sanierungsverlauf bis zum Dezember 2017 wird in einem eigenständigen Bericht (1. Sachstandsbericht) dokumentiert. In diesem Bericht werden auch die Ergebnisse des Monitorings im Bereich des Verladebahnhofs 1 sowie dessen Grundwasserabstrom dokumentiert.



Dipl. Geol. O. Böcker



MSc Geow. N. Schroth

Sachverständiger für Bodenschutz und Altlasten nach  
§ 18 Bundes-Bodenschutzgesetz  
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für Kontaminationen von Boden, Bodenluft und  
Grundwasser