

BERICHT

Projekt-Nr. **2080303** Ausfertigungs-Nr. **digital**

Datum **08.05.2025**

Tanklager Bremen-Farge

LKNr. 220 038

**20. Sachstandsbericht zur Sanierung des Grundwassers
im Bereich Verladebahnhof 2 (Zeitraum: Januar 2024 – Dezember 2024)
sowie**

**Monitoringuntersuchungen im Bereich
Verladebahnhof 2 (Januar 2024 - Dezember 2024)**

Auftraggeber

**Freie Hansestadt Bremen
Performa Nord
Eigenbetrieb des Landes Bremen
Geschäftsbereich Bundesbau
Langenstraße 10-12
28195 Bremen**

Inhaltsverzeichnis

Text	Seite
1. Anlass und Aufgabenstellung	6
2. Umfang der Wasserentnahme und Wasserableitung im Rahmen der Sanierung Verladebahnhof 2	8
2.1 Beschreibung der Maßnahme und Sanierungstechnik	8
2.2 Anforderung an die Wasserableitung	10
2.3 Probenahme	10
2.4 Ergebnisse der laufenden Sanierung	12
2.5 Bewertung Sanierung Verladebahnhof 2	27
3. Grundwassermonitoring	32
3.1 Bereich Verladebahnhof 2	32
3.2 Tiefenorientierte Abgrenzung der Grundwasserverunreinigung und Monitoring im Abstrom der ehem. Kanisterabstellfläche	45

Anlagen

- 1 Lageplan: Darstellung der Grundwasserfließrichtung im Dezember 2024
Bereich Verladebahnhof 2 und Abstrom
- 2 Lageplan: Darstellung Standort der Sanierungsanlage Verladebahnhof 2 und
Verlauf von Förderleitungen sowie BTEX-Gehalte im geförderten Grundwasser
- 3 Lagepläne: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für BTEX in Grund-
wassermessstellen - Verladebahnhof 2 und Abstrom nach Teufenbereich ge-
gliedert
 - 3.1 Flach
 - 3.2 Mittel
 - 3.3 Tief
- 4 Lageplan: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für MTBE in Grund-
wassermessstellen - Verladebahnhof 2 und Abstrom nach Teufenbereich ge-
gliedert
 - 4.1 Flach
 - 4.2 Mittel
 - 4.3 Tief
- 5 Lageplan: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für PAK in Grundwas-
sermessstellen - Verladebahnhof 2 und Abstrom nach Teufenbereich gegliedert
 - 5.1 Flach
 - 5.2 Mittel
 - 5.3 Tief
- 6 Lageplan: Grafische Darstellung der BTEX-Schadstofffahne
- 7 Lageplan: Grafische Darstellung der MTBE-Schadstofffahne
- 8 Tabelle: Entwicklung der Schadstoffgehalte und Frachten - Sanierung Verlade-
bahnhof 2
- 9 Tabelle: Befunde im gereinigten Ablaufwasser und der Abluft - Sanierung Verla-
debahnhof 2
- 10 Tabellarische Aufstellung der Veränderungen/ Anpassungen der laufenden Sa-
nierung sowie Übersicht Betriebsstunden
- 11 Laborberichte Sanierung - Verladebahnhof 2 Sanierungsanlage
- 12 Laborberichte Monitoring - Verladebahnhof 2 und Abstrom
 - 12.1 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom- März 2024
 - 12.2 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom- September 2024
 - 12.3 Ergebnisse Tiefenerkundung
- 13 Probenahmeprotokolle
 - 13.1 Sanierung Verladebahnhof 2 - Sanierungsanlage

- 13.2 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom
- 13.2.1 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom – März 2024
- 13.2.2 Monitoring Verladebahnhof 2 und Abstrom – September 2024
- 13.3 Tiefenerkundung
- 14 Protokolle der Wasserstandsmessungen - Verladebahnhof 2 und Abstrom
- 15 Schematisches Fließbild der Sanierungsanlage- Sanierung Verladebahnhof 2
- 16 Tabellarische Aufstellung über ausgeführte Grundwasseruntersuchungen 2024

Abbildungsverzeichnis

- **Grafik 1: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Förderbrunnen**
- **Grafik 2: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Förderbrunnen des Gleisbereichs**
- **Grafik 3: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Beobachtungsmessstellen**
- **Grafik 4: Entwicklung der Wasserstände in den Sanierungsbrunnen**
- **Grafik 5: Grundwasserstände in Beobachtungsmessstellen - Verladebahnhof 2**

Tabellenverzeichnis

- **Tabelle 1: Aufstellung über erbrachte Leistungen**
- **Tabelle 2: Stammdaten Förderbrunnen Verladebahnhof 2**
- **Tabelle 3 : Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser)**
- **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: BTEX-Gehalte in den Förderbrunnen im aktuellen Untersuchungszeitraum**

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 (jetzt: SUKW – Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft) 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 ³
------	---	-------------------------

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 Performa Nord, Geschäftsbereich Bundesbau 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
13. Sachstandsbericht, 14.09.2018: Zeitraum Januar 2017 - Dezember 2017
14. Sachstandsbericht, 25.06.2019: Zeitraum Januar 2018 - Dezember 2018
15. Sachstandsbericht, 23.03.2020: Zeitraum Januar 2019 - Dezember 2019
16. Sachstandsbericht, 21.04.2021: Zeitraum Januar 2020 – Dezember 2020
17. Sachstandsbericht, 11.07.2022: Zeitraum Januar 2021 – Dezember 2021
18. Sachstandsbericht, 13.02.2023: Zeitraum Januar 2022 – Dezember 2022
19. Sachstandsbericht, 17.06.2024: Zeitraum Januar 2023 – Dezember 2023.

Im vorliegenden 20. Sachstandsbericht wird der Sanierungszeitraum von Januar 2024 bis Dezember 2024 dokumentiert. In den jeweiligen Sachstandsberichten werden außerdem die Ergebnisse der Monitoringuntersuchungen im Bereich Verladebahnhof 2 und dessen Grundwasserabstrom dargestellt. Die Dokumentation für den Verladebahnhof 1 und den Bereich des Hafens erfolgte bis zum 13. Sachstandsbericht in einem gemeinsamen Bericht. Beginnend mit dem 14. Sachstandsbericht werden diese Bereiche getrennt dokumentiert.

Zwecks Übersichtlichkeit und zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse in den unterschiedlichen Teufenabschnitten des Grundwassers, werden nachfolgend alle Analysenergebnisse im Hinblick auf ihre laterale und vertikale Position gegenüber der Schadstoffquelle bewertet. Für die tiefenbezogene Einteilung der Grundwassermessstellen in flache, mittlere und tiefe Messstellen ist die Entnahmetiefe über NN ausschlaggebend.

Die in den Übersichtsplänen eingefügten Analysenergebnisse aus den einzelnen Messstellen werden zwecks Übersichtlichkeit als Minimal-, Maximal-, Median und aktuellem Wert in komprimierter Form dargestellt. Damit bleibt ein Vergleich mit früheren Schadstoffbelastungen möglich. Aufgrund der angefallenen Datenmenge seit Beginn der Sanierung im Tanklager Farge, sind die Ergebnisse aller Stichtagsmessungen sowie die Analysenergebnisse aller gewonnenen Grundwasserproben in einem in Zusammenarbeit mit dem Geologischen Dienst für Bremen erarbeiteten Messstellenkataster zusammengeführt.

Einzelanalysen und Trendverläufe sind somit digital verfügbar. Das Kataster steht seit Mitte 2020 unter folgender Adresse zur Verfügung:

https://gdfbmapserver.marum.de/mapbender3/application/Messstellenkataster_Farge

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 wurde im Kontaminationszentrum bis November 2022 aus 12 Brunnen, im Zeitraum von Dezember 2022 – Januar 2024 baubedingt aus 8 Brunnen und seit Februar 2024 aus 11 Brunnen Grundwasser gefördert, um ein weiteres Abströmen von Schadstoffen mit dem Grundwasser zu unterbinden. Ein Brunnen ist dauerhaft außer Betrieb genommen. Es werden die Fördermengen, Förderraten sowie die Wasserstände der Förderbrunnen in der Anlage automatisch erfasst und im monatlichen Abstand von der HPC AG ausgelesen und dokumentiert. Die Ablesung ermöglicht in Verbindung mit der vom Labor 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 mittels 2-Phasen-Lot eine Phasenmessung an folgenden GWMS durch: GWMS 04/13, GWMS 01/06-flach und GWMS 01/08. Die Firma Züblin führt ca. vierteljährlich Phasenmessungen an den Förderbrunnen durch. 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 Enteisung, 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 ein akkreditiertes Labor (aktuell: Institut SGS Fresenius). Die Überprüfung der Reinigungsziele erfolgt im Auftrag von Performa Nord durch die HPC AG. Eine Übersicht der Analyseergebnisse, erfolgter Filterwechsel und Instandsetzungsarbeiten ist Anlage 9 zu entnehmen.

Ein schematisches Fließbild der Sanierungsanlage befindet sich in der Anlage 15. 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. Seit August 2019 wurde der Förderbetrieb um zwei weitere Brunnen (01/17 und 02/17) ergänzt. Hierdurch konnte die Entfrachtung des Grundwasserleiters intensiviert werden.

Im Jahr 2023 konnten die Brunnen GWMS 01/09, GWMS 02/09, GWMS 03/13 und GWMS 06/13 nicht betrieben werden, da sie sich im Baufeld der in diesem Zeitraum laufenden Rückbaumaßnahme am Verladebahnhof befanden. Die stillgelegten Förderbrunnen wurden gegen Beschädigung gesichert und die Vorlagebehälter seitlich gelagert, so dass nach Freimachung der Fläche die Brunnen wieder in Betrieb genommen werden konnten. Ausgenommen davon ist der Brunnen GWMS 02/09, welcher dauerhaft beschädigt wurde.

Zwei der Phasenabschöpfsysteme der stillgelegten Brunnen wurden an anderer Stelle eingesetzt (GWMS 04/09 und GWMS 06/09) und die Förderraten der GWMS 01/17 und GWMS 02/17 erhöht. Die Abschöpfung bei der GWMS 04/09 wurde nach Reaktivierung der Brunnen wieder entfernt, da hier keine Phase abgeschöpft werden konnte. Der letzte Nachweis eines Phasenkörpers ist hier aus dem Jahr 2018 (siehe Tab. 5).

Im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) konnte die Sanierungsanlage im Zeitraum vom Juni 2024 bis einschließlich des Novembers 2024 nicht betrieben werden. Es wurde wiederholt im Tanklager eingebrochen und unter anderem auch die neu verlegte Stromleitung zur Sanierungsanlage entwendet. Die Stromversorgung durch einen Anschluss an das Stromnetz außerhalb des Tanklagers verzögerte sich mehrfach. Seit Dezember 2024 wird die Sanierungsanlage am Verladebahnhof 2 wieder betrieben.

Im Zeitraum vom 24.04.-11.06.2024 wurden innerhalb und unmittelbar außerhalb der bekannten MTBE-Schadstofffahne Direct-Push-Sondierungen abgeteuft, um die vermutete Konzentrationsverteilung und Fahnenausdehnung detaillierter zu verifizieren (siehe Kapitel 3.1.2 und 3.2.3). Im Umfeld des Brunnens

GWMS 11/17-flach ist im Zeitraum von September 2024 bis November 2024 ein Immissionspumpversuch erfolgt, mit dem Ziel das Schadenszentrum der MTBE-Fahne zu lokalisieren (siehe Kapitel 3.2.3).

Im August 2024 sind südlich des Verladebahnhofs Direct-Push-Sondierungen zur Abgrenzung des vorhandenen Leichtphasenkörpers erfolgt. Hier wurden anschließend insgesamt vier Beobachtungspegel (P01/24-P04/24) gesetzt (siehe Kapitel 2.4.2 und 2.5.1).

Die hier genannten Untersuchungen sind in separaten Berichten dokumentiert:

Erkundung der BTEX-Schadstofffahne im Abstrom des ehem. Verladebahnhofs, Tanklager Bremen-Farge (HPC AG), 17.02.2025,

Erkundung der MTBE-Schadstofffahne im Abstrom des ehem. Verladebahnhofs 2, Tanklager Bremen-Farge (HPC AG), 07.03.2025.

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 das gefilterte Ablaufwasser nach den Wasseraktivkohlefiltern sowie die gereinigte Abluft nach den Luftaktivkohlefiltern beprobt.

Die Kontrollen und die Protokollierung der Ergebnisse erfolgt durch die HPC AG. Die Protokolle der Probenahmen befinden sich in der Anlage 13 (die abgereinigte Luft ist dabei als AK 2 + 3 vermerkt), die Messungen der Wasserstände in der Anlage 14 des vorliegenden Berichtes. Eine Übersicht der durchgeführten Arbeiten und der jeweils ausführenden Firma ist folgender Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 1: Aufstellung über erbrachte Überwachungsleistungen:

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

2.4 Ergebnisse der laufenden Sanierung

Die Wasserförderung erfolgte bis November 2022 aus insgesamt 12 Förderbrunnen. 4 Brunnen (GWMS 01/09, GWMS 02/09, GWMS 03/13 und GWMS 06/13) waren bis Ende 2023 baubedingt außer Betrieb. Aktuell sind 11 Förderbrunnen in Betrieb (s.o.). Die Förderbrunnen wurden mit Beginn der Sanierung im Jahr 2010 sukzessive eingerichtet. Eine Übersicht der Förderbrunnen inkl. der Filterlage und Beginn der Nutzung als Förderbrunnen ist Tabelle 2 zu entnehmen. Da am Förderbrunnen GWMS 04/09 nur kurzzeitig eine Phasenabschöpfung installiert wurde, ist diese nicht in Tabelle 2 aufgeführt.

Es ist zu beachten, dass die Datengrundlage aufgrund der zwischenzeitlichen Abschaltung der Förderbrunnen sowie wiederholter baubedingt aufgetretener technischer Störungen lückenhaft ist. Eine Zusammenfassung der Historie bezüglich Einrichtung/ Nutzung der Förderbrunnen sowie Veränderungen/ Anpassungen der laufenden Sanierung liegt in Form der Anlage 10 vor. Hier sind auch die Betriebsstunden der Sanierungsanlage im aktuellen Untersuchungszeitraum dokumentiert.

Um größeren Ablagerungen in der Strippanlage vorzubeugen, wird das System im 2-3 monatigen Abstand gereinigt. So kann dauerhaft eine hohe Reinigungsleistung erzielt werden.

Während des aktuellen Untersuchungszeitraums gab es einige technische Ausfälle, welche jedoch im Rahmen von Wartungsarbeiten jeweils zeitnah behoben werden konnten (siehe Anlage 10) sowie Einbrüche auf dem Gelände. Vom 09.06-05.12.2024 bestand aufgrund eines Kabeldiebstahls keine Stromversorgung zur Sanierungsanlage. Die Herstellung eines Stromanschlusses aus der

Umgebung der Liegenschaft war nicht unmittelbar herstellbar, Termine wurden mehrfach verschoben. Seit dem 05.12.2024 ist die Anlage wieder mit 10 Förderbrunnen in Betrieb. Der Brunnen 01/09 wird im Januar 2025 wieder in Betrieb gehen.

Tabelle 2: Stammdaten Förderbrunnen Verladebahnhof 2**Stand 2024**

Brunnen	02/08	01/09	02/09	03/09	04/09	06/09	01/13
Filterlage [m u GOK]	14-25	13-21 24-30	13-22 24-28 30-35	13-22 24-30	21,8-28,8	12,7-21,63	12,5-19,5
Ausbauddurchmesser [mm]	125	125	125	125	125	125	150
Beginn der Grundwasserförderung	07/2010	07/2010	07/2010	07/2010	12/2011	09/2014	01/2015
Beginn der Phasenabschöpfung	07/2010	07/2010	07/2010	07/2010		04/2023	01/2015
Durchschnittliche Fördermenge Grundwasser [m³/h]	0,190	0,360	0,400	0,370	0,160	0,650	0,050
Aktuelle Fördermenge Grundwasser [m³/h]	0,410	0,510	seit 11/2022 außer Betrieb	seit 12/2013 außer Betrieb	0,160	0,920	0,010
Durchschnittliche Förderung BTEX (Fracht) [kg/Monat]	1,090	0,000	0,500	0,700	0,110	0,790	0,110
Aktuelle Förderung BTEX (Fracht) [kg/Monat] Stand: 20.12.2023	0,690	erst ab 2025 wieder in Betrieb	seit 11/2022 außer Betrieb	seit 12/2013 außer Betrieb	0,100	0,360	0,060

Brunnen	02/13	03/13	05/13	06/13	01/17	02/17
Filterlage [m u GOK]	12,5-19,5	12,5-19,5	12,5-19,5	12,5-19,5	12-24	12-24
Ausbauddurchmesser [mm]	150	150	150	150	200	200
Beginn der Grundwasserförderung	01/2015	01/2015	01/2015	01/2015	08/2019	08/2019
Beginn der Phasenabschöpfung	01/2015	01/2015	01/2015	01/2015		
Durchschnittliche Fördermenge Grundwasser [m³/h]	0,270	0,240	0,160	0,530	0,590	0,310
Aktuelle Fördermenge Grundwasser [m³/h]	0,470	0,240	0,150	0,750	0,580	0,240
Durchschnittliche Förderung BTEX (Fracht) [kg/Monat]	0,390	0,860	0,120	1,010	1,530	0,650
Aktuelle Förderung BTEX (Fracht) [kg/Monat] Stand: 20.12.2023	0,390	1,080	0,100	1,590	1,130	0,430

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 8 und 9 detailliert ersichtlich. Die Frachtenberechnung in Anlage 8 ergibt sich aus den monatlich abgelesenen Zählerständen und den durchschnittlichen Schadstoffkonzentrationen. Die BTEX-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 11. Nachfolgend werden die Analysenbefunde in einer Übersicht dargestellt.

Das Konzentrationsniveau in den Förderbrunnen im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) hat sich im Vergleich zu den Vorjahren an einigen Brunnen verändert.

Die ursprünglich rückläufigen, seit Ende 2020 fast durchgängig unter 10.000 µg/l liegenden BTEX-Konzentrationen in der GWMS 05/13 liegen seit Ende des Jahres 2023 stark schwankend bei durchschnittlich ca. 6.000 µg/l. Auch in der GWMS 06/13 lagen die Konzentrationen seit Mitte 2021 deutlich unter 10.000 µg/l. Nach Wiederaufnahme des Betriebs dieses Förderbrunnens ab Dezember 2023 liegen die BTEX-Konzentrationen bei 8.890 µg/l – 16.780 µg/l und damit auf einem höheren Niveau als vor der Außerbetriebnahme (2022: max. 3.387 µg/l).

Einige Förderbrunnen zeigen bezüglich der BTEX-Konzentrationen einen großen Schwankungsbereich. Dies betrifft im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) z.B. den Brunnen GWMS 02/13 (ca. 3464 µg/l – 10.554 µg/l). Hier wurde erstmalig eine Konzentration > 10.000 µg/l ermittelt.

Der Großteil der Förderbrunnen weist schwankende BTEX-Konzentrationen auf einem Niveau von ca. 1.000 µg/l – ca. 5.000 µg/l auf.

Die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen sowie der Wasserstände in den einzelnen Förderbrunnen ist zusätzlich detailliert im Messstellenkataster nachvollziehbar.

Tabelle 3: Befunde der Laboranalysen der Grundwasserproben der Sanierungsanlage (ungefiltertes Rohwasser)

Gehalte für BTEX in µg/l im ungefilterten Rohwasser der Förderbrunnen (einschl. Trimethylbenzole, Cumol, Styrol)																	
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	GWMS 01/17	GWMS 02/17	Bemerkungen			
15.01.2020	19.082,00	2.436,00		außer Betrieb	1.265,00		2.980,00	13.906,00	18.243,00	19.182,00		8.905,00	5.630,00	Störung Pumpe 06/09 und 06/13			
13.02.2020	7.750,00	1.166,00	910,00		546,00	10.550,00	1.402,00	5.987,00	10.240,00	8.630,00	14.110,00	4.550,00	3.078,00				
23.03.2020	13.588,00	2.244,00	2.131,00		604,00	12.900,00	1.713,00	8.016,00	9.968,00	15.003,00	15.900,00	12.310,00	3.102,00				
27.04.2020	9.880,00	1.479,00	2.359,00		188,00	13.270,00	1.763,00	6.305,00	12.180,00	12.150,00	9.910,00	8.030,00	3.571,00				
11.05.2020	13.497,00	1.650,00	1.880,00		489,00	57.940,00	1.530,00	4.814,00	18.124,00	16.630,00		6.962,00	2.913,00	Störung Pumpe 06/13			
09.06.2020	10.478,00		2.165,00		437,00	14.388,00	3.352,00	498,00	15.992,00	13.986,00		8.079,00	3.236,00	Störung Pumpe 01/09 06/13			
09.07.2020	19.465,00	2.721,00	5.453,00		990,00	23.540,00	12.042,00	11.491,00	22.703,00	19.973,00	11.152,00	4.358,00	5.050,00				
17.08.2020	12.107,00	2.564,00	5.048,00		1.485,00	17.516,00	6.706,00	8.937,00	20.046,00	13.943,00	10.452,00	11.076,00	4.140,00				
24.09.2020	9.754,00	1.542,00	2.280,00		146,00	17.082,00	6.238,00	6.563,00	21.720,00	11.118,00	11.306,00	7.598,00	3.797,00				
19.10.2020	11.569,00	4.325,00	5.972,00		1.622,00	16.397,00	6.886,00	6.843,00		11.620,00		10.724,00	4.560,00	Störung Pumpe 03/13 und 06/13			
26.11.2020	7.775,00	2.449,00	4.610,00		478,00	11.815,00	3.850,00	4.271,00		8.832,00		3.980,00	3.182,00	Störung Pumpe 03/13 und 06/13			
15.12.2020	7.773,00	1.779,00	4.231,00		212,00	29.190,00	2.670,00	4.156,00	9.230,00	7.550,00		3.206,00	5.096,00	Störung Pumpe 06/13			
07.01.2021	8.713,00	3.046,00	3.158,00		814,00	9.020,00	1.249,00	3.392,00		7.660,00		5.000,00	3.006,00	Störung Pumpe 03/13 und 06/13			
09.02.2021	8.857,00	2.575,00	1.580,00		163,00	11.360,00	1.453,00	3.622,00	14.230,00	8.652,00	12.786,00	6.045,00	3.315,00				
15.03.2021	20.940,00	2.993,00	6.932,00		1.679,00	20.656,00	3.186,00	7.703,00	22.612,00	11.512,00	21.383,00	16.142,00	4.859,00				
20.04.2021	6.718,00	2.739,00	3.023,00		148,00	8.357,00	345,00	3.837,00	3.013,00	4.797,00		4.134,00	2.634,00	Störung Pumpe 06/13			
17.05.2021	9.500,00	1.661,00	2.553,00		600,00	15.833,00	1.353,00	3.354,00	9.884,00	4.200,00	11.241,00	8.194,00	3.281,00				
17.06.2021		1.113,00	1.518,00		134,00	12.269,00	763,00	2.919,00	9.202,00	4.060,00	5.733,00	5.244,00	3.308,00	Störung Pumpe 02/08			
15.07.2021		887,00	865,00		100,00	9.361,00	359,00	1.869,00	17.920,00	3.021,00		6.101,00	2.776,00	Störung Pumpe 02/08 und 06/13			
12.08.2021		1.289,00	1.494,00		863,00	10.693,00	1.142,00	3.326,00	4.770,00	4.491,00		5.371,00	3.474,00	Störung Pumpe 02/08 und 06/13			
16.09.2021		982,00	2.074,00		403,00	8.600,00	487,00	1.883,00	2.847,00	2.518,00		3.350,00	2.514,00	Störung Pumpe 02/08 und 06/13			
08.11.2021	4.820,00	1.546,00	2.316,00		989,00	6.700,00		4.047,00		3.105,00		4.860,00	2.855,00	Störung Pumpe 01/13, 03/13 und 06/13			
02.12.2021	10.489,00	2.882,00	3.687,00		286,00	31.717,00	1.700,00	5.206,00	11.642,00	3.780,00	4.772,00	7.358,00	2.338,00				
15.12.2021	3.948,00	1.295,00	1.420,00		614,00	8.240,00		3.276,00				3.950,00	2.494,00	Störung Pumpe 01/13, 03/13, 05/13 und 06/13			
27.01.2022	10.676,00	1.201,00	2.382,00		1.275,00	13.964,00		4.338,00				9.602,00	3.862,00	Störung Pumpe 01/13, 03/13, 05/13 und 06/13			
10.03.2022	7.960,00	941,00	1.772,00		378,00	9.957,00		3.777,00				6.302,00	3.047,00	Störung Pumpe 01/13, 03/13, 05/13 und 06/13			
30.03.2022	8.035,00	1.521,00	2.408,00		1.160,00	10.620,00	542,00	2.851,00	4.611,00			5.390,00	3.589,00	Störung Pumpe 05/13 und 06/13			
20.04.2022	13.799,00	1.905,00	1.691,00		2.384,00	18.020,00	365,00	2.578,00	2.152,00	1.962,00		3.558,00	1.404,00	Störung Pumpe 06/13			
05.05.2022	11.072,00	4.024,00	3.243,00		5.539,00	15.380,00	650,00	4.551,00				6.948,00	4.104,00	Störung Pumpe 03/13, 05/13 und 06/13			
01.07.2022	13.381,00	1.371,00	1.992,00		2.643,00	10.888,00	378,00	2.999,00	8.601,00	4.165,00	3.387,00	4.707,00	1.929,00				
29.07.2022	11.640,00	1.951,00	2.712,00		2.020,00	19.996,00	888,00	3.070,00	13.194,00	3.970,00		4.433,00	2.695,00	Störung Pumpe 06/13			
31.08.2022	10.258,00	1.662,00	3.250,00		305,00	36.500,00	1.279,00	4.417,00	1.279,00		2.589,00	7.974,00	4.651,00	Störung Pumpe 05/13			
28.09.2022	4.480,00	790,00	1.556,00		1.412,00	3.355,00	1.167,00	1.935,00		3.048,00	1.609,00	1.503,00	2.076,00	Störung Pumpe 03/13			
31.10.2022	7.095,00	551,00	1.326,00		100,00	12.860,00	478,00	1.249,00	3.988,00	644,00	1.387,00	5.691,00	1.736,00				
30.11.2022	6.964,00	außer Betrieb	beschädigt		479,00	15.190,00		3.440,00	außer Betrieb	4.172,00	außer Betrieb	5.099,00	3.069,00	03/13, 01/09, 02/09 und 06/13 derzeit außer Betrieb. Störung Pumpe 01/13			
23.01.2023	5.518,00				1.487,00	18.110,00	n.b.	2.617,00		4.733,00		5.325,00	2.528,00	01/09, 02/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb. Störung Pumpe 02/08, 01/13 und 02/13			
02.03.2023	2.397,00				126,00	n.b.	n.b.	1.344,00		1.818,00		1.920,00	1.270,00	01/09, 02/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb. Störung Pumpe 02/08, 01/13 und 02/13			
29.03.2023	14.270,00				843,00	23.093,00	n.b.	2.948,00		3.603,00		4.098,00	3.019,00	01/09, 02/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb. Störung Pumpe 02/08, 01/13 und 02/13			
27.04.2023	13.722,00				251,00	23.670,00	n.b.	556,00		2.637,00		n.b.	1.065,00	01/09, 02/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb. Störung Pumpe 01/13 und 01/17. Störung Überfüllung			
11.05.2023	3.721,00				139,00	n.b.	n.b.	1.741,00		2.687,00		2.651,00	1.716,00	01/09, 02/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb. Störung Pumpe 01/13 und 06/09 (sehr wenig/quasi reines Öl)			
13.05.2023					64,00												
01.06.2023	16.802,00				64,00		633,00	2.005,00		außer Betrieb		12.661,00	außer Betrieb	2.957,00	3.783,00	01/09, 02/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb.	
30.06.2023	23.168,00				653,00	n.b.	789,00	3.752,00				8.941,00		4.914,00	2.794,00	01/09, 02/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb.	
11.08.2023	13.016,00				1.605,00	17.877,00	623,00	1.992,00				2.940,00		2.755,00	1.854,00	01/09, 02/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb.	
04.09.2023	11.971,00				396,00	16.040,00	241,00	3.820,00				4.195,00		8.185,00	1.583,00	01/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb.	
29.09.2023	4.675,00			131,00	12.357,00	1.862,00	457,00	3.310,00				2.451,00		2.177,00	01/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb.		
08.11.2023	9.671,00			875,00	10.014,00	1.838,00	3.296,00	3.886,00				6.820,00		4.453,00	01/09, 03/13 und 06/13 derzeit außer Betrieb. Störung Pumpe 06/09		
06.12.2023	5.438,00			237,00	8.010,00	1.860,00	2.881,00	3.877,00				11.690,00		3.282,00	2.022,00	01/09 und 03/13 derzeit außer Betrieb.	
20.12.2023	15.043,00			3.673,00	16.536,00	3.179,00	6.690,00	9.380,00				8.890,00		5.781,00	4.161,00	01/09 und 03/13 derzeit außer Betrieb.	
18.01.2024	11.263,00			588,00	14.684,00	1.962,00	4.716,00					14.117,00		4.572,00	3.453,00	01/09 und 03/13 derzeit außer Betrieb.	
26.02.2024	10.546,00			242,00	12.913,00	1.549,00	3.466,00	9.090,00				9.103,00		4.174,00	2.628,00	01/09 derzeit außer Betrieb	
13.03.2024	11.470,00			2.553,00	15.725,00	989,00	5.792,00	14.692,00				6.295,00		16.780,00	4.982,00	3.138,00	01/09 derzeit außer Betrieb
16.04.2024	11.422,00			1.557,00	15.158,00	1.357,00	5.077,00	11.196,00				4.362,00		16.692,00	4.011,00	2.448,00	01/09 derzeit außer Betrieb
29.05.2024	8.960,00			305,00	10.029,00	1.122,00	10.554,00	9.195,00						11.272,00	4.345,00	2.156,00	01/09 derzeit außer Betrieb
14.12.2024	8.168,00	3.192,00		964,00	3.790,00	7.665,00	5.688,00	8.303,00	3.788,00		2.023,00	01/09 derzeit außer Betrieb					

Die BTEX-Gehalte im gefördertem Grundwasser unter Angabe von Minimal-/Maximalwert, Median und aktuellem Befund des jeweiligen Förderbrunnens sind zusätzlich im Lageplan in der Anlage 2 aufgeführt.

Ergänzend zu der bekannten Hauptschadstoffgruppe der BTEX wurden bei allen Sanierungsbrunnen zu Beginn der jeweiligen Förderung die Parameter PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), LHKW (leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe) und Blei sowie bis 2015 stichprobenartig gemäß der unter Kapitel 2.2 genannten Anordnung zur Sanierung MTBE (Methyltertiärbutylether, ca. 2-4 Mal jährlich), analysiert. Die Ergebnisse sind dem Messstellenkataster zu entnehmen. Im vorherigen Untersuchungszeitraum (2023) sind diesbezüglich einmalig im Mai Analysen vorgenommen worden. MTBE wurde nicht bzw. nur in geringen Mengen (max. 5 µg/l) nachgewiesen. Seit Wiederinbetriebnahme der zwischenzeitlich abgeschalteten Förderbrunnen werden MTBE monatlich untersucht.

Die 2023 ermittelten MKW-Gehalte entsprachen jeweils dem bekannten Niveau aus den Erstbeprobungen der Förderbrunnen (n.n. bis max. 1,3 mg/l in der GWMS 05/13).

Hinsichtlich der PAK konnten 2023 in allen Förderbrunnen gegenüber der ersten Untersuchung erhöhte Konzentrationen festgestellt werden. Die hohen PAK-Konzentrationen resultieren nicht aus einer Schadstoffmobilisierung aufgrund der Bautätigkeit. Seit 2020 wurde auch in den Beobachtungsbrunnen (GWMS 01/06-flach; GWMS 02/07) eine Zunahme der PAK-Konzentrationen im Schadenszentrum festgestellt. Es ist anzunehmen, dass der langjährige Förderbetrieb zu einer Konzentration von PAK in diesem Bereich geführt hat.

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 in den Brunnen zurückzuführen. Seit 2023 wird die Phasenentsorgung nach Verladebahnhof getrennt dokumentiert. Tabelle 4 zeigt die Summe beider Bahnhöfe. Es entfallen ca. 50-70% auf Verladebahnhof 2. Wobei jedoch im aktuellen Untersuchungszeitraum, bedingt durch die längere Abschaltung der Anlage an Verladebahnhof 2 der Anteil bei ca. 30% liegt.

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
27.02.2018	4,00	10	3,600	4.500,0
18.04.2018	4,00	10	3,600	4.500,0
26.06.2018	5,00	10	4,500	5.625,0
20.11.2018	4,00	10	3,600	4.500,0
14.05.2019	5,00	10	4,500	5.625,0
13.11.2019	4,00	10	3,600	4.500,0
02.04.2020	4,00	10	3,600	4.500,0
03.06.2020	2,00	10	1,800	2.250,0
02.09.2020	3,50	10	3,150	3.937,5
16.12.2020	5,00	10	4,500	5.625,0
25.11.2021	4,00	10	3,600	4.500,0
08.06.2022	10,48	10	9,432	11.790,0
11.11.2022	3,88	10	3,492	4.365,0
21.06.2023	3,50	10	3,150	3.937,5
06.07.2023	7,74	10	6,966	8.707,5
28.07.2023	3,14	10	2,826	3.532,5
21.11.2023	3,38	10	3,042	3.802,5
25.07.2024	4,76	10	4,284	5.355,0
22.08.2024	9,34	10	8,406	10.507,5
11.10.2024	1,96	10	1,764	2.205,0
Summen	165,67		147,789	184.736,3

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.

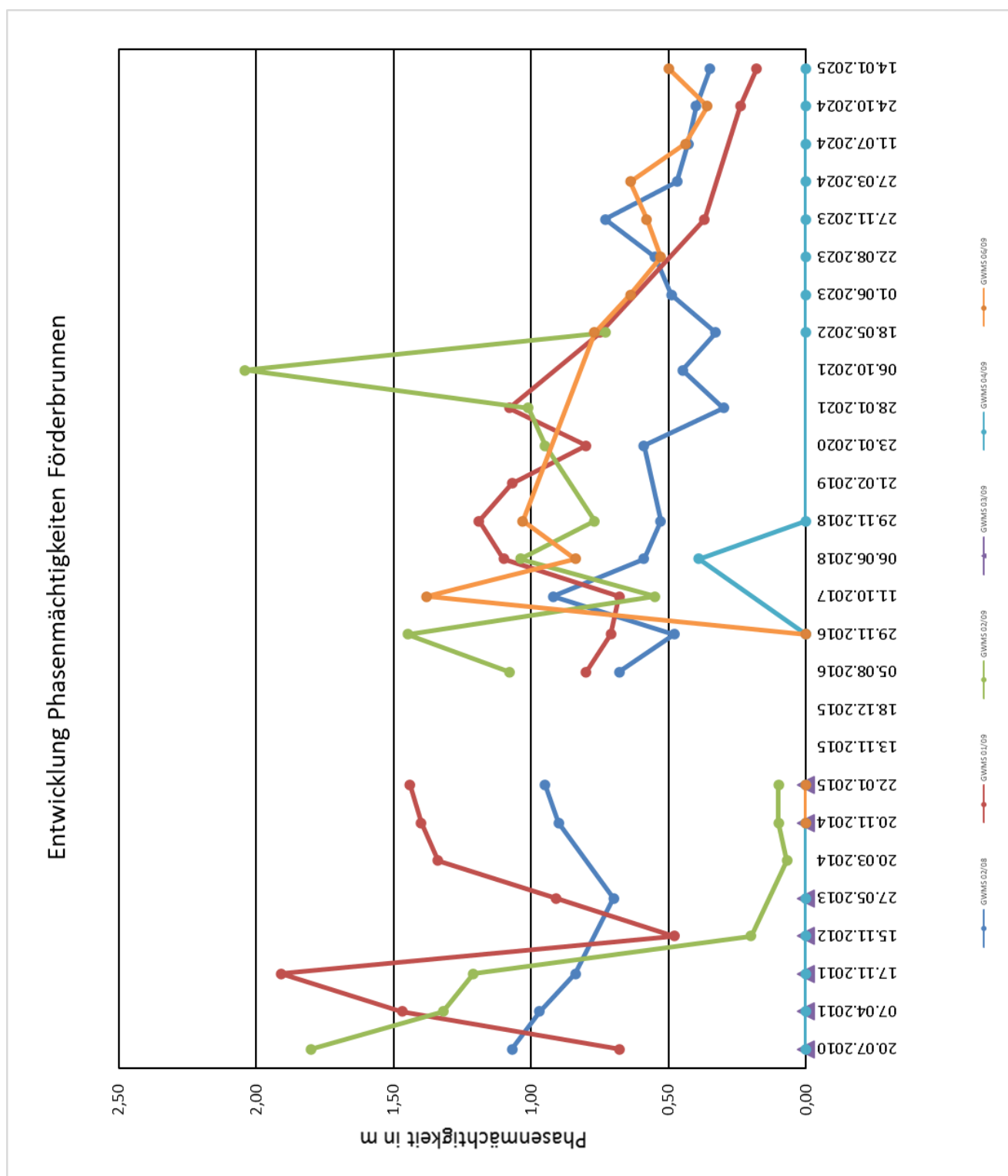
Zusätzliche Systeme zur Bestimmung der vertikalen Ausdehnung des Phasenkörpers lassen sich in den Förderbrunnen aufgrund ihres Ausbaudurchmessers nicht unterbringen. Es ist geplant bei der Neueinrichtung der Abstomsicherung (vor Beginn der Bodensanierung im Bereich Verladebahnhof 2) alle Förderbrunnen mit ausreichendem Ausbaudurchmesser für eine automatische Erfassung des Phasenkörpers herzustellen. Es sind zudem südlich der geplanten Baugrube zusätzliche Beobachtungspegel auf der Liegenschaft vorgesehen, die eine Überwachung der räumlichen Ausdehnung des verbleibenden Phasenkörpers gewährleisten sollen. Südlich des Verladebahnhof 2, außerhalb der Liegenschaft, wurden im Jahr 2024 vier Beobachtungsbrunnen zur ergänzenden Phasenüberwachung eingerichtet (GWMS P01/24-P04/24; siehe Tabelle 7 sowie Anlage 14).

Einige der Förderbrunnen waren baubedingt nicht zugänglich bzw. stillgelegt. Am Brunnen GWMS 01/09 waren Phasenmessungen daher nicht immer möglich. Der Brunnen GWMS 02/09 wurde bei der Baumaßnahme beschädigt und dauerhaft außer Betrieb genommen. Die Ergebnisse der bisherigen Messungen der Phasenmächtigkeiten 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	
20.11.2014	0,90	1,40	0,10		0,00	0,00
22.01.2015	0,95	1,44	0,10		0,00	0,00
13.11.2015	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
05.08.2016	0,68	0,80	1,08		nicht bestimmt	nicht bestimmt
29.11.2016	0,48	0,71	1,45		0,00	0,00
11.10.2017	0,92	0,68	0,55		nicht bestimmt	1,38
06.06.2018	0,59	1,1	1,04		0,39	0,84
29.11.2018	0,53	1,19	0,77	außer Betrieb	0,00	1,03
21.02.2019	nicht bestimmt	1,07	nicht bestimmt		nicht bestimmt	nicht bestimmt
23.01.2020	0,59	0,8	0,95		nicht bestimmt	nicht bestimmt
28.01.2021	0,3	1,08	1,01		nicht bestimmt	nicht bestimmt
06.10.2021	0,45	nicht bestimmt	2,04		nicht bestimmt	nicht bestimmt
18.05.2022	0,33	0,75	0,73		0,00	0,77
01.06.2023	0,49	nicht bestimmt	nicht bestimmt		0,00	0,64
22.08.2023	0,55	nicht bestimmt	nicht bestimmt		0,00	0,53
27.11.2023	0,73	0,37	nicht bestimmt		0,00	0,58
27.03.2024	0,47	nicht bestimmt			0,00	0,64
11.07.2024	0,43	nicht bestimmt		außer Betrieb	0,00	0,44
24.10.2024	0,4	0,24			0,00	0,36
14.01.2025	0,35	0,18			0,00	0,50

Grafik 1: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Förderbrunnen



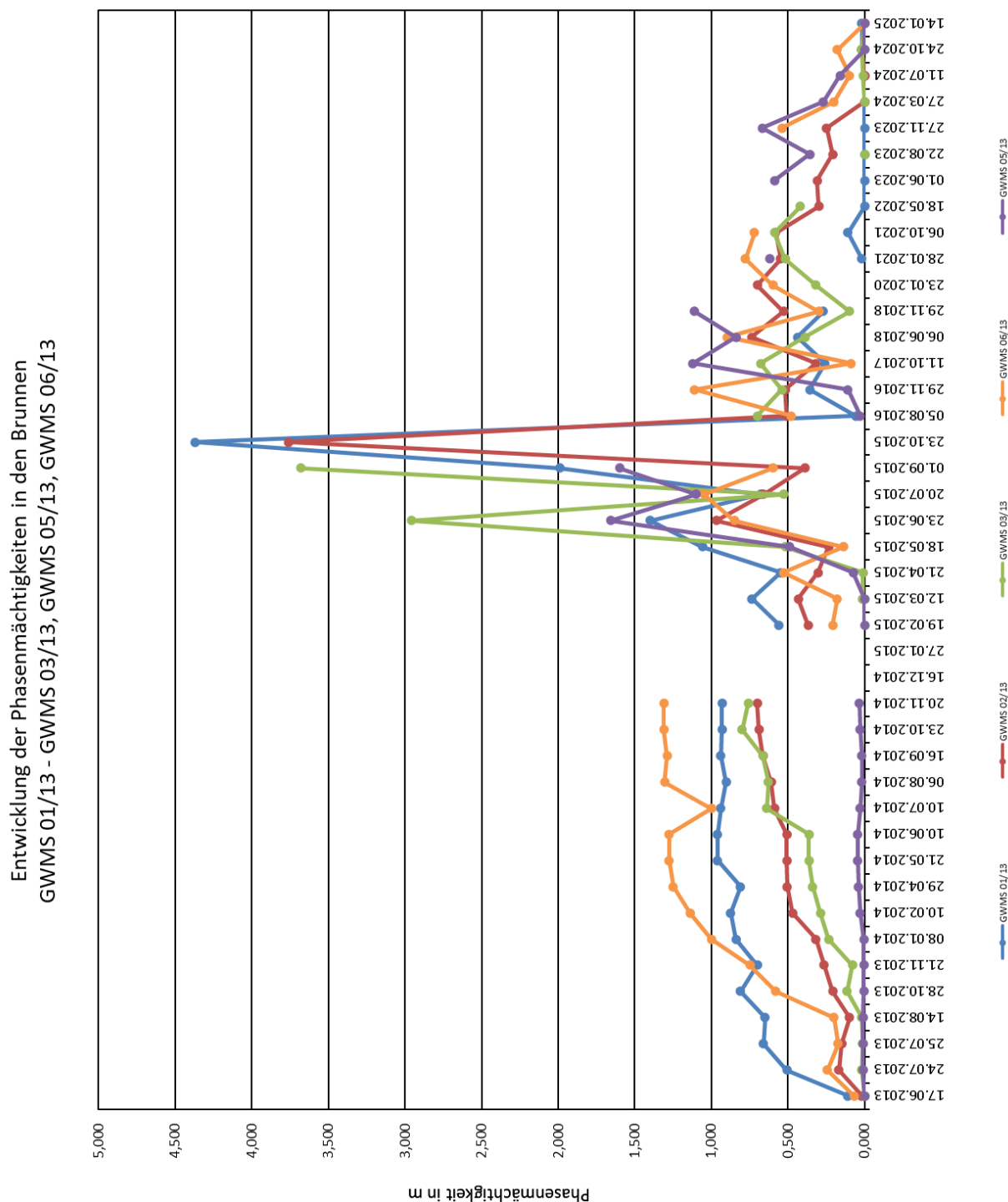
Die Messungen der Phasenmächtigkeiten in den seit Januar 2015 als Förderbrunnen genutzten Messstellen GWMS 01/13 bis GWMS 03/13, GWMS 05/13 und GWMS 06/13 sowie GWMS 01/17 und GWMS 02/17 zeigten bisher folgende Ergebnisse:

Tabelle 6: Phasenmächtigkeiten GWMS 1/13 bis GWMS 6/13 sowie GWMS 01/17 und GWMS 02/17

Mächtigkeit Phasenkörper in Meter							
Datum	GWMS 01/13	GWMS 02/13	GWMS 03/13	GWMS 05/13	GWMS 06/13	GWMS 01/17	GWMS 02/17
17.06.2013	0,110	0,020	0,000	0,000	0,070	Messstellen wurden erst ab August 2019 als Förderbrunnen genutzt	
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						
27.01.2015							
19.02.2015	0,560	0,370		0,000	0,210		
12.03.2015	0,735	0,435	0,015	0,000	0,180		
21.04.2015	0,550	0,305	0,010	0,075	0,530		
18.05.2015	1,060	0,235	0,520	0,490	0,140		
23.06.2015	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				
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		
06.06.2018	0,440	0,740	0,390	0,840	0,900		
29.11.2018	0,270	0,530	0,100	1,110	0,300		
23.01.2020	nicht bestimmt	0,700	0,320	nicht bestimmt	0,600	0,000	0,000
28.01.2021	0,020	0,550	0,520	0,620	0,780	0,000	0,000
06.10.2021	0,110	0,580	0,590	nicht bestimmt	0,720	0,000	0,000
18.05.2022	0,000	0,300	0,420	nicht bestimmt	nicht bestimmt	0,000	0,000
01.06.2023	0,000	0,310	nicht bestimmt	0,590	nicht bestimmt	0,000	0,000
22.08.2023	0,000	0,210	0,000	0,360	nicht bestimmt	0,000	0,000
27.11.2023	0,000	0,250	nicht bestimmt	0,670	0,540	0,000	0,000
27.03.2024	0,000	0,000	nicht bestimmt	0,270	0,200	0,000	0,000
11.07.2024	0,000	0,000	0,010	0,160	0,100	0,000	0,000
24.10.2024	0,020	0,020	0,020	0,000	0,180	0,000	0,000
14.01.2025	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

In den seit August 2019 als Förderbrunnen betriebenen GWMS 01/17 und GWMS 02/17 wurde bis jetzt kein Phasenkörper nachgewiesen.

Grafik 2: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Förderbrunnen des Gleisbereichs



Die Förderbrunnen 02/08, 01/09 und 02/09, welche 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. Seit Oktober 2017 werden hier regelmäßig Phasenmessungen durchgeführt. Die Phasenmächtigkeit betrug seitdem zwischen 0,36 und 1,38 m. Im aktuellen Beobachtungszeitraum (2024) beträgt die Phasenmächtigkeit ca. 0,5 m. Am Brunnen GWMS 06/09 sowie am Nachbarbrunnen GWMS 04/09 (nur temporär, siehe Kap. 2.1) wurden 2023 Phasenabschöpfsysteme der baubedingt außer Betrieb genommenen Förderbrunnen installiert.

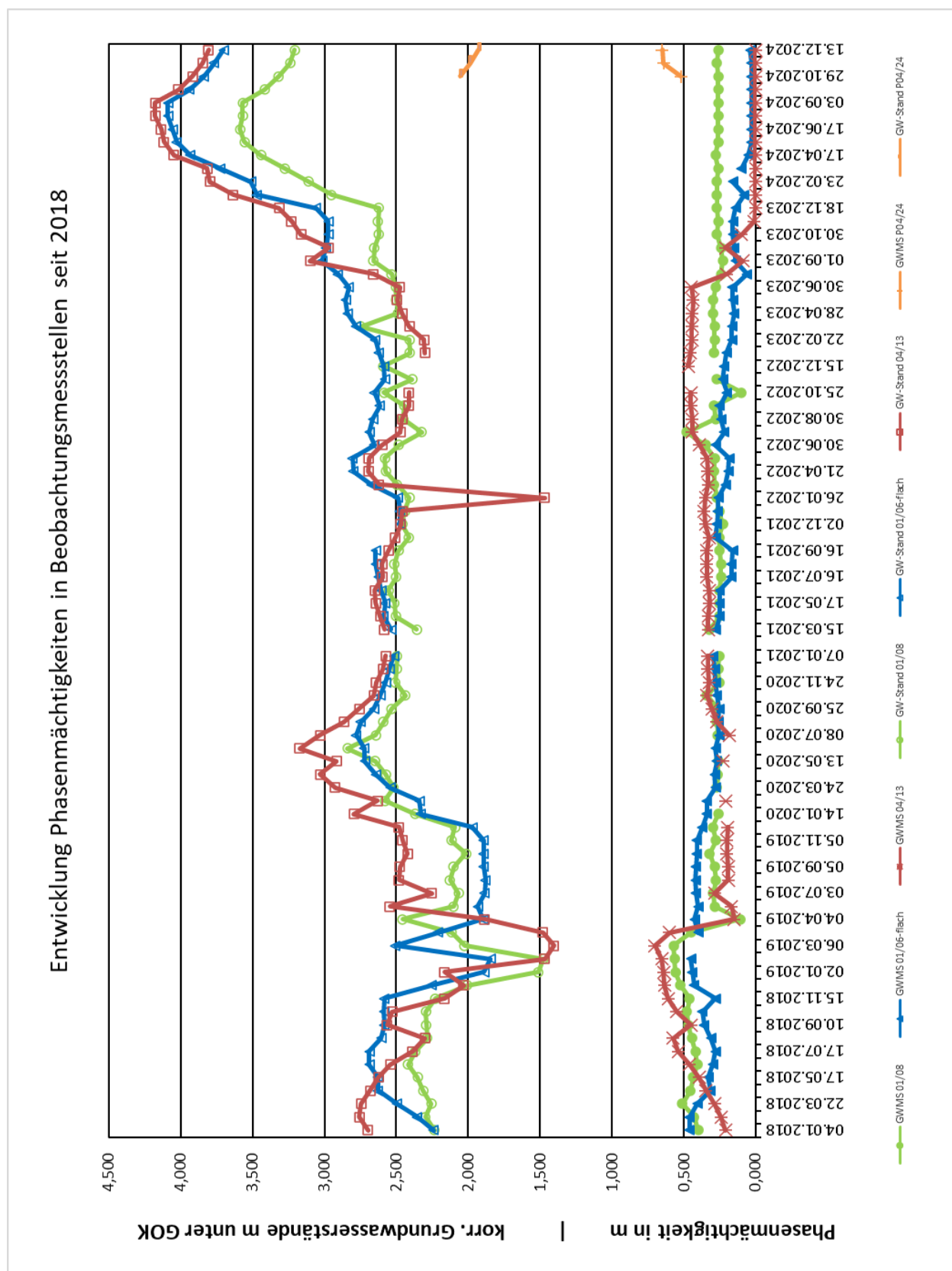
Im Zuge der monatlichen Wasserstandsmessungen im vorhandenen Messstellennetz der Beobachtungsbrunnen werden ebenfalls Phasenmessungen durchgeführt. Die zusätzlich eingerichteten GWMS P01/24-P04/24 werden seit Oktober 2024 in die Stichtagsmessungen einbezogen. Es zeigten sich bisher nur in den Messstellen GWMS 01/08, GWMS 01/06-flach und GWMS 01/06-tief sowie in der seit Juni 2013 vorhandenen Messstelle GWMS 04/13 und der seit Oktober eingerichteten Messstelle GWMS 04/24 Phasenanteile.

Die Ergebnisse der gemessenen Phasenmächtigkeiten in den Beobachtungsmessstellen werden nachfolgend für das Jahr 2024 tabellarisch und für den Untersuchungszeitraum seit 2018 grafisch dargestellt. Der Übersicht halber sind die nicht Phase führenden neuen GWMS P01/24-P03/24 nicht aufgeführt.

Tabelle 7: Phasenmächtigkeiten in den Beobachtungsmessstellen

Mächtigkeit Phasenkörper in Meter				
Datum	GWMS 01/08	GWMS 01/06-flach	GWMS 04/13	GWMS P04/24
17.01.2024	0,270	0,080	0,000	
23.02.2024	0,270	0,160	0,000	
14.03.2024	0,260	0,100	0,000	
17.04.2024	0,280	0,050	0,000	
28.05.2024	0,260	0,030	0,000	
17.06.2024	0,260	0,030	0,000	
17.07.2024	0,260	0,030	0,000	
03.09.2024	0,260	0,030	0,000	
19.09.2024	0,260	0,030	0,000	
29.10.2024	0,260	0,030	0,000	0,520
29.11.2024	0,270	0,030	0,000	0,640
13.12.2024	0,260	0,040	0,000	0,650

Grafik 3: Entwicklung Phasenmächtigkeiten in den Beobachtungsmessstellen



Die Phasenmächtigkeiten in der Beobachtungsmessstelle GWMS 01/06-flach lagen bisher auf einem relativ gleichbleibenden Niveau. Während des Ausfalls der Sanierungsanlage (06/2024-11/2024) hat die Phasenmächtigkeit in dieser Messstelle deutlich abgenommen. Bis Dezember 2024 lagen hier dauerhaft ca. 0,03 m Leichtphase vor.

In der GWMS 01/08 werden seit September 2017 dauerhaft Phasenmächtigkeiten $\leq 0,5$ m gemessen (gegenüber ca. 1 m Mächtigkeit in den Jahren 2010-2016) und im Beobachtungszeitraum des Jahres 2019 ist die Mächtigkeit erneut um ca. 0,2 m auf ein Niveau von $< 0,3$ m gesunken. Seit 2020 bleibt die Phasenmächtigkeit auf einem Niveau von 0,2-0,3 m. Eine Veränderung aufgrund des Stillstands der Sanierungsanlage zwischen Juni und Dezember 2024 war nicht zu beobachten.

In der GWMS 04/13 (zwischen 0,00 – 0,46 m) wurde im Verlauf des Jahres 2023 ein deutlicher Rückgang der Phasenmächtigkeit beobachtet. Seit Dezember 2023 ist hier kein Phasenkörper mehr nachweisbar.

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. Die Mächtigkeit des Phasenkörpers (zwischenzeitlich > 1 m; 2017/18) liegt derzeit bei 0,36-0,77 m. In dem im Abstrom des Verladebahnhofs befindlichen, 2024 neu eingerichteten Pegel P04/24 ist eine Phasenmächtigkeit von 0,5-0,6 m nachweisbar. Die benachbarten neuen Pegel P01/24-P03/24 sind phasenfrei. Zur weiteren Abgrenzung sind ergänzende Pegel im weiteren Abstrom des P 04/24 vorgesehen.

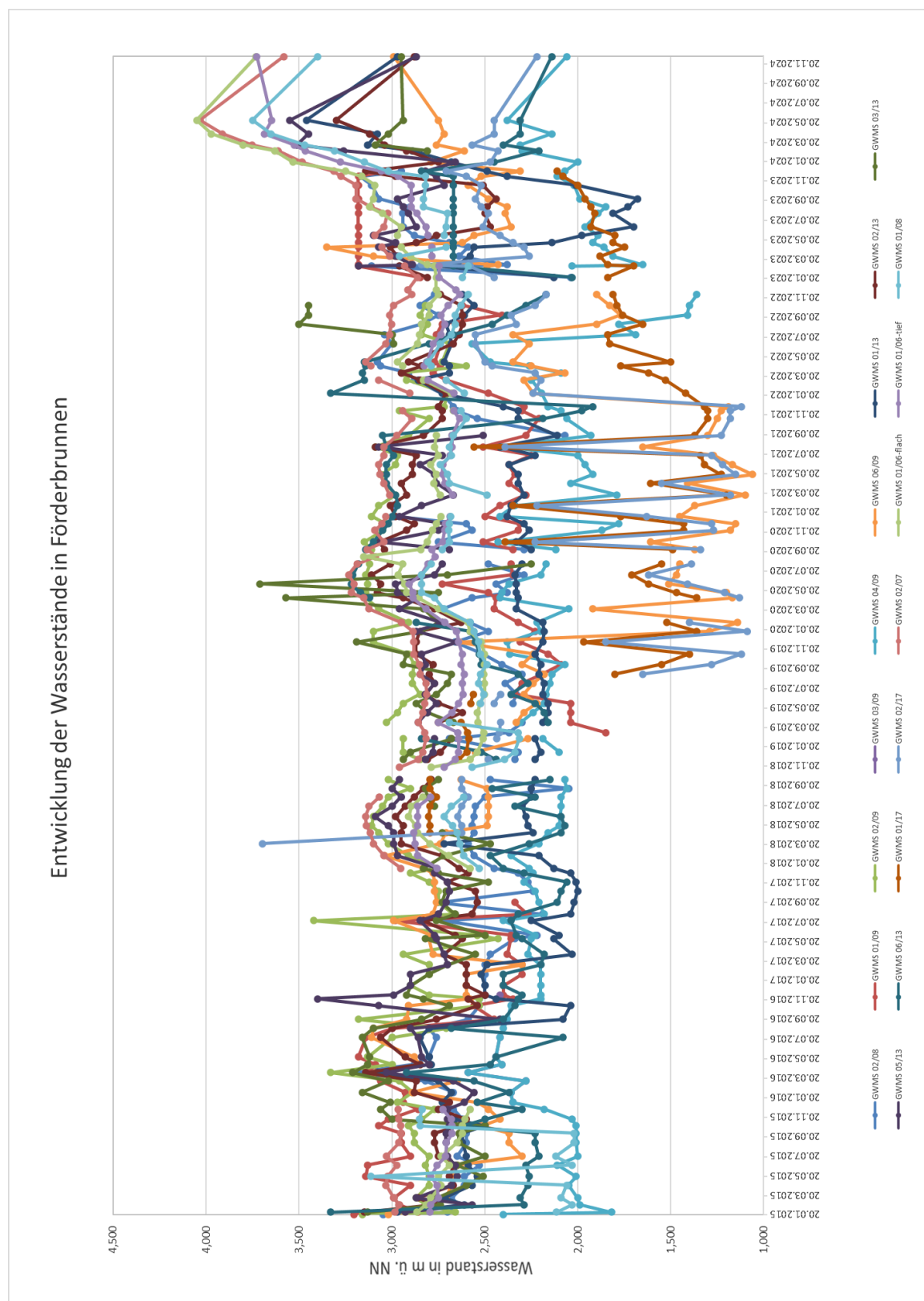
Die Phasenmächtigkeiten sind weiterhin zu beobachten, um den Effekt der Wiederinbetriebnahme der Wasserförderung beurteilen zu können.

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. Die so gewonnenen Informationen dienen der Prüfung der Wirksamkeit der hydraulischen Verhältnisse im Bereich der Grundwasserkontamination. In der Anlage 1 ist der Grundwassergleichenplan einer Stichtagsmessung (Dezember 2024) exemplarisch dargestellt, um die Einwirkung des Förderbetriebes auf die hydraulische Situation zu dokumentieren.

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 4: Entwicklung der Wasserstände in den Sanierungsbrunnen



Die in der Grafik 4 dargestellten Ganglinien des Grundwasserspiegels zeigen für alle Förderbrunnen mit Beginn der Wasserförderung eine Absenkung des Wasserspiegels. Die Grundwasserstände betragen im aktuellen Berichtszeitraum (Jahr 2024) zwischen 3,92 mNHN (GWMS 02/08) und 1,93 mNHN (GWMS 01/17). Die Ganglinien der Förderbrunnen verlaufen parallel zueinander und liegen insgesamt im Vergleich zum Vorjahr 2023 auf einem höheren Niveau.

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. Die Abweichungen der Messwerte für den Sanierungsbrunnen 01/09 (um ca. 5 m, beginnend Oktober 2017) waren auf eine Fehlfunktion des Datenloggers zurückzuführen und wurden im März 2019 behoben. Deutliche Schwankungen im aktuellen Beobachtungszeitraum (2024) stehen, wie im Vorjahr, im Zusammenhang mit dem Abschalten der Förderbrunnen (aktuell Juni-November 2024 aufgrund eines Kabeldiebstahls) am ehem. Verladebahnhof 2 bzw. sind auf Veränderungen der Förderraten und Ausfallzeiten zurückzuführen.

2.5 Bewertung Sanierung Verladebahnhof 2

1. Durch die Grundwasserförderung über insgesamt 11 Förderbrunnen besteht, wie aus Anlage 1 ersichtlich, am Standort Verladebahnhof 2 ein Absenkbereich, der bis an die Liegenschaftsgrenze heranreicht. Aufgrund eines Kabeldiebstahls war die gesamte Anlage im Zeitraum von Juni-November 2024 außer Betrieb. Seit Dezember 2024 werden wieder 11 Förderbrunnen betrieben. Die hydraulische Wirksamkeit der Sanierungsmaßnahme im Bereich der Quellbelastung des Grundwasserschadens ist somit aktuell wieder gewährleistet.
2. 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 2024 nach wie vor hohe Werte, was auf die noch vorhandene Leichtphase im Sanierungsbereich zurückzuführen ist.

Im Förderbrunnen GWMS 01/13 wurden seit Beginn des Jahres 2019 zunächst dauerhaft Konzentrationen < 5.000 µg/l nachgewiesen. Im Zeitraum vom Juli 2020 bis Oktober 2020 war mit 6.000-12.000 µg/l kurzzeitig erneut ein höheres Konzentrationsniveau erreicht. Seit November 2020 sind die BTEX-Konzentrationen rückläufig und liegen derzeit bei 1.000-2.000 µg/l.

Im Förderbrunnen GWMS 02/08 zeichnete sich zunächst eine Verringerung der durchschnittlichen BTEX-Gehalte seit dem Jahr 2017 ab. So wurden im Jahr 2016 noch BTEX-Konzentrationen von durchschnittlich ca. 23.000 µg/l festgestellt. Dies verringerte sich im Jahr 2017 auf ca. 17.000 µg/l. In den Folgejahren ergaben die Analysen einen weiteren Rückgang bis Ende 2021. Seitdem liegen hier mittlere BTEX-Konzentrationen von ca. 10.000 µg/l vor. Im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) wurden zwischen 8.168 µg/l (Dezember 2024) und 11.470 µg/l (März 2024) nachgewiesen.

Für den Brunnen GWMS 01/09 liegen im aktuellen Beobachtungszeitraum wieder Werte vor (der Brunnen musste aufgrund des Rückbaus des Verladebahnhofs 2 außer Betrieb genommen werden). 2022 schwankten die Werte zwischen ca. 500 µg/l und ca. 4.000 µg/l. Diese Schwankungen sind auch im Jahr 2024 erkennbar, so dass kein verlässlicher Trend für eine dauerhafte Abnahme der BTEX-Gehalte zu erkennen ist. Das Konzentrationsniveau liegt aktuell (2024) bei 2.000-4.000 µg/l.

In dem seit September 2014 an die Sanierung angeschlossenen Förderbrunnen GWMS 06/09 lag bis Ende 2023 ein nahezu gleichbleibend hohes Niveau der BTEX-Konzentrationen vor, das sich auch im Jahr 2024 fortsetzt. Vermutlich wird durch den Betrieb der Förderbrunnen GWMS 01/17 und GWMS 02/17 hier vorhandene Produktphase im südlichen Bereich des Verladebahnhofs 2 weiter konzentriert. In den Brunnen GWMS 01/17 und GWMS 02/17 liegt derzeit keine Produktphase vor.

Da die Sanierungsanlage nach zwischenzeitlicher Abschaltung erst seit Dezember 2024 wieder in Betrieb genommen wurde, kann noch keine Aussage über Veränderungen gegenüber den Konzentrationsniveaus vor Juni 2024 getroffen werden.

Die zeitliche Entwicklung der BTEX-Gehalte im aktuellen Untersuchungszeitraum in den Förderbrunnen ist im Detail der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 8) zu entnehmen. Für eine grafische Darstellung sowie den langfristigen Konzentrationsverlauf wird auf das Messstellenkataster des Standortes Tanklager Farge bzw. die Anlage 2 verwiesen.

Tabelle 8: BTEX-Gehalte [µg/l] in den Förderbrunnen im aktuellen Untersuchungszeitraum

Datum	GWMS 02/08	GWMS 01/09	GWMS 02/09	GWMS 04/09	GWMS 06/09	GWMS 01/13
18.01.2024	11.263,00	3.069,00	außer Betrieb	588,00	14.684,00	1.962,00
26.02.2024	10.546,00	2.581,00		242,00	12.913,00	1.549,00
13.03.2024	11.470,00	4.279,00		2.553,00	15.725,00	989,00
16.04.2024	11.422,00	4.408,00		1.557,00	15.158,00	1.357,00
29.05.2024	8.960,00	3.241,00		305,00	10.029,00	1.122,00
14.12.2024	8.168,00	2.099,00		3.192,00		964,00

Datum	GWMS 02/13	GWMS 03/13	GWMS 05/13	GWMS 06/13	GWMS 01/17	GWMS 02/17
18.01.2024	4.716,00	außer Betrieb		14.117,00	4.572,00	3.453,00
26.02.2024	3.466,00		9.103,00	9.130,00	4.174,00	2.628,00
13.03.2024	5.792,00		6.295,00	16.780,00	4.982,00	3.138,00
16.04.2024	5.077,00		4.362,00	16.692,00	4.011,00	2.448,00
29.05.2024	10.554,00			11.272,00	4.345,00	2.156,00
14.12.2024	3.790,00		5.688,00	8.303,00	3.788,00	2.023,00

3. An der südlichen Liegenschaftsgrenze liegt ein weiterer Belastungsschwerpunkt im Bereich der GWMS 04/09 und GWMS 06/09 vor, der bereits im Zuge der Erkundungsphase in den Jahren 2008 und 2009 ermittelt wurde und mittels der Wasserförderung aus den beiden Förderbrunnen in die Sanierungsmaßnahme einbezogen wird. Die Höhe der Belastung im Grundwasser, insbesondere der hier vorhandene Phasenkörper, ist seit Oktober 2015 bekannt. Eine anhaltende Verminderung der Belastung konnte bis jetzt nicht erzielt werden. Starke Schwankungen bei den Ergebnissen aus der GWMS 04/09 sind auf eine episodische Emulsionsbildung durch Zuströmen von Leichtphase in die Kreiselpumpe zurückzuführen.
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. Eine manuelle Phasenabschöpfung ist am 31.08.2017 erfolgt. Dabei wurde die Leichtphase vollständig abgeschöpft (ca. 20 l). Zeitgleich wurde auch an der Messstelle GWMS 04/13 eine manuelle Abschöpfung vorgenommen. Dort war jedoch die Leichtphase bereits nach 2 l Entnahme vollständig entfernt. Bei den monatlichen Phasenmessungen in den Beobachtungsmessstellen wurde in der GWMS 04/13 kein Leichtphasenkörper mehr ermittelt.
5. Insgesamt sind in 10 Förderbrunnen (GWMS 02/08, 01/09, 02/09, 04/09, 06/09, 01/13, 02/13, 03/13, 05/13, 06/13) und 4 Beobachtungsmessstellen (GWMS 01/08, 01/06-flach, 04/13, P04/24) regelmäßig Phasen gemessen worden. In der GWMS 01/06-tief wurde nur zeitweise ein Phasenkörper festgestellt (Juli/August 2017). Die GWMS P04/24 wurde im Oktober 2024 erstmalig in die Phasenmessungen einbezogen. Damit er-

folgte der Nachweis, dass sich der Leichtphasenkörper über die Liegenschaftsgrenze südlich des Verladebahnhof 2 ausdehnt.

6. Die Sanierungsanlage konnte im Zeitraum zwischen Juni und November 2024 nicht beprobt werden, da die Stromzufuhr zur Anlage unterbrochen war. Insgesamt ist die Förderleistung der Brunnen gegenüber dem Vorjahr (2023) auf einem z.T. deutlich höheren Niveau. Die gesamte durchschnittliche Förderrate ist durch die zwischenzeitliche Abschaltung der Sanierungsanlage von 2,91 m³/h (2023) auf 1,76 m³/h gesunken.

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 04/09, GWMS 06/09, GWMS 01/13, GWMS 02/13, GWMS 03/13, GWMS 05/13, GWMS 06/13, GWMS 01/17 und GWMS 02/17 samt Leichtphasenförderung weiter zu betreiben.
2. Im Jahr 2023 wurde eine automatische Phasenabschöpfung im Förderbrunnen GWMS 06/09 einschließlich Sammelsystem eingerichtet, da baubedingt Sammelsysteme anderer Förderbrunnen bereitstanden. Damit wird nur in den phasenfreien Brunnen GWMS 04/09, GWMS 01/17 und GWMS 02/17 keine automatisierte Phasenabschöpfung betrieben.
3. Im 11. Sachstandsbericht wurde vorgeschlagen, die Messstelle 04/13 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 war 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.

Im aktuellen Beobachtungszeitraum (Jahr 2024) lag in der Messstelle GWMS 04/13 kein Phasenkörper vor. Im Förderbrunnen GWMS 03/13 wurde seit Juli 2024 eine durchschnittliche Phasenmächtigkeit von 0,015 m ermittelt.

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 Brunnen GWMS 01/17 und GWMS 02/17 sind seit August 2019 als Förderbrunnen an die Sanierungsanlage angeschlossen.

Die beiden Brunnen wurden im Jahr 2018 bereits mit in die monatliche Stichtagsmessung sowie in die halbjährliche Beprobung im Zuge des Monitorings einbezogen und sind seit Beginn der Integrierung als För-

derbrunnen Bestandteil der monatlichen Beprobung und Analytik der Sanierungsanlage.

5. Vor Beginn der Bodensanierungsmaßnahme im Bereich des ehem. Verladebahnhof 2 werden die Sanierungsanlage sowie ein Teil der Förderbrunnen aus dem Bereich der Baugrube in Abstromrichtung verlegt. Die Ausgestaltung der Abstomsicherung, d.h. Lage und Anzahl von Förderbrunnen wird derzeit festgelegt. Eine Untersuchung zur Ausdehnung des Leichtphasenkörpers über die Liegenschaftsgrenze hinaus ist im Jahr 2024 erfolgt. Hierbei wurde festgestellt, dass südlich des Förderbrunnens GWMS 06/09 ca. 0,5-0,6 m Leichtphase vorliegt. Weitere Erkundungen zur Abgrenzung sollen im Jahr 2025 folgen.

Für die laufende Phasenabschöpfung auf der Liegenschaft bestehen prinzipiell Möglichkeiten die Phasenförderung zu verbessern (zusätzliche Entnahmebrunnen, Brunnen im größeren Durchmesser). Tatsächlich ließen sich aber bis jetzt aufgrund der schlechten Zugänglichkeit (Bebauung, Gleiskörper) keine wesentlichen Optimierungsmöglichkeiten realisieren. Die Optimierung der Phasenüberwachung (automatisierte Phasemessung) und -abschöpfung ist eines der Ziele der zukünftigen Schadenssanierung und Abstomsicherung.

Derzeitiger Planungsstand ist die Installation neuer Förderbrunnen südlich des für die Bodensanierung vorgesehenen Geländeabschnitts (Höhe GWMS 01/08). Diese sollen zusammen mit weiteren Brunnen an der Liegenschaftsgrenze sowie bestehenden Brunnen (z.B. GWMS 01/17 und GWMS 02/17) die Sanierung des nach der Bodensanierung verbleibenden Leichtphasenkörpers sicherstellen bzw. der Abstomsicherung dienen. In Ergänzung und auf Grundlage der bisher bekannten Informationen unmittelbar außerhalb der Liegenschaft sollen zusätzliche Maßnahmen zur Abstomsicherung südlich des Förderbrunnens GWMS 06/09 getroffen werden. Die Entfernung von der Liegenschaftsgrenze und Ausgestaltung dieser Abstomsicherung wird derzeit geplant.

6. Insgesamt ist eine Abnahme der Förderraten der Sanierungsbrunnen über den Zeitraum ihres Betriebs festzustellen. Regenerationsmaßnahmen wurden aufgrund der meist geringen Wirksamkeit dieser Maßnahmen und des bevorstehenden Rückbaus der Messstellen im Sanierungsbereich nicht durchgeführt. Die außerhalb des Sanierungsbereiches befindlichen Förderbrunnen sind bei der Neuanlage der Abstomsicherung zu ersetzen. Ausgenommen davon sind die Brunnen 01/17 und 02/17.

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 in den Zeiträumen vom 07.03-19.03.2024 und 22.08.-18.09.2024 durchgeführt. Die Probenahme des Grundwassers im Rahmen des Monitorings erfolgt durch die HPC AG.

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: März 2024 und September 2024; im vorliegenden 20. Bericht dokumentiert); nächste Untersuchungen Mai und November 2025,
- PAK werden einmal jährlich im Zuge des Monitorings analysiert (letzte Untersuchung: Mai 2023; im 19. Sachstandsbericht dokumentiert; aktuell: März 2024, im vorliegenden 20. Bericht dokumentiert); nächste Untersuchung: Mai 2025,
- Eine Untersuchung des Grundwassers auf MKW erfolgt alle 5 Jahre (letzte Untersuchung: Mai 2023; im 19. Sachstandsbericht dokumentiert). Nächste Untersuchung: März 2028,
- Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen Werkstatt, B11, GWMS 5 erfolgt alle 5 Jahre auf BTEX (letzte Untersuchung Mai 2023; im 19. Sachstandsbericht dokumentiert). Nächste Untersuchung: März 2028,
- Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen FK1 und Block 16 erfolgt alle 2 Jahre auf BTEX (letzte Untersuchung: Mai 2023; im 19. Sachstandsbericht dokumentiert). Nächste Untersuchung: Mai 2025,
- Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen D3-2 und Gleis 6 erfolgt jährlich auf BTEX (zuletzt: Mai 2023; im 19. Sachstandsbericht dokumentiert). Aktuelle Untersuchung: März 2024, die nächste Untersuchung erfolgt im Mai 2025. PAK werden aufgrund der dauerhaft niedrigen Gehalte alle 5 Jahre untersucht (zuletzt Mai 2024; im vorliegenden 20. Sachstandsbericht dokumentiert). Nächste Untersuchung: März 2029.

- Ergänzend zu den regelmäßigen Untersuchungen auf die Schadstoffe BTEX, MTBE, MKW und PAK wurde das Grundwasser im Jahr 2018 einmalig und an ausgewählten Grundwassermessstellen am Verladebahnhof 2 auf PFC untersucht. Dies betraf die Messstellen GWMS 01/06-flach (Schadenszentrum, flach), GWMS 08/09-flach (mittlerer Abstrom, flach) und GWMS 09/09-flach (weiterer Abstrom, flach). Aufgrund der negativen Befunde ist zurzeit keine Wiederholungsbeprobung vorgesehen.

Die Auswertung der Ergebnisse aus dem aktuellen Monitoring erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln. Dabei werden die Befunde aus den Grundwassermessstellen (GWMS) bezüglich ihrer Lage im An-, Abstrom und Schadenszentrum sowie nach Entnahmetiefen (flach, mittel, tief) gestaffelt bewertet und den Ergebnissen der vorhergehenden Beprobungen gegenübergestellt. Eine tabellarische Aufstellung aller bisherigen Ergebnisse ist dem in Zusammenarbeit mit dem Geologischen Dienst für Bremen erarbeiteten Messstellenkataster zu entnehmen. Eine Darstellung der Befunde für die Parameter BTEX, MTBE und PAK befindet sich in den Lageplänen der Anlagen 3 bis 5. Für die BTEX-Gehalte und die MTBE-Gehalte im Grundwasser sind zusätzlich Verteilungspläne in den Anlagen 6 und 7 ersichtlich. Die Befunde zur einmalig erfolgten Untersuchung auf PFC werden ausschließlich schriftlich dokumentiert (Kapitel 3.1.5 ff.).

Die Laborberichte der Analysen aus dem aktuellen Untersuchungszeitraum (BTEX, MTBE, MKW und PAK) befinden sich in der Anlage 12, die Probenahmeprotokolle in der Anlage 13.2.

3.1.1 BTEX

3.1.1.1 Anstrom

(Messstellen: Werkstatt, GWMS 5, B11, D 3-2, Gleis 6, FK1)

Die im Anstrom befindlichen Grundwassermessstellen Werkstatt, GWMS 5, B11, D 3-2, FK1 und Gleis 6 erfassen jeweils den flachen Teufenbereich. Die Messstelle B11 wurde im Zuge der Baumaßnahme beschädigt und steht nicht mehr zur Verfügung. Da die Fläche bis zur Fertigstellung der Bodensanierung im Verladebahnhof als Bereitstellungsfläche Verwendung findet und im Anschluss der Rückbau der gesamten versiegelten Fläche erfolgt, sollte im Anschluss an die Bodensanierungsmaßnahme ein Ersatz der Beobachtungsmessstelle geprüft werden. Im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) war eine Beprobung der Messstellen Gleis 6 und D 3-2 vorgesehen. In beiden Messstellen wurden BTEX nachgewiesen. Die Befunde für BTEX haben sich gegenüber den Vorjahren bis 2023 in der Messstelle D 3-2 nicht wesentlich verändert (D 3-2: 226,00 µg/l, Median: 137 µg/l). In der Messstelle Gleis 6 wurden die bisher höchsten Konzentrationen seit Beginn der Probenahmen im Jahr 2009 festgestellt (aktuell Gleis 6: 100 µg/l, Median: 3 µg/l).

3.1.1.2 Schadenszentrum

(Messstellen: GWMS 01/06-flach/tief, GWMS 01/07, GWMS 02/07, GWMS 04-07-flach/tief)

Der flache Teufenbereich innerhalb des Schadenszentrums wird im Wesentlichen durch die zu Förderbrunnen umgebauten Grundwassermessstellen abgedeckt.

Die verbliebenen und zu beprobenden Beobachtungsmessstellen in diesem Bereich sind: GWMS 01/06-flach, GWMS 01/07, GWMS 02/07 und GWMS 04-07-flach. Die BTEX-Konzentrationen in der Messstelle GWMS 01/06-flach, lagen im Jahr 2018 gegenüber den Vorjahren und dem Zeitraum seit Mai 2019 deutlich niedriger. Aktuell, im März 2024 wurden hier 10.600 µg/l (Median: 11.137 µg/l) nachgewiesen. Somit liegt hier keine langfristige Veränderung vor.

Die BTEX-Befunde (aktuell, Sep. 2024) der Messstellen GWMS 02/07 (3.831 µg/l; Median: 3.668 µg/l), GWMS 04/07-flach (4.379 µg/l; Median: 4.704 µg/l) und GWMS 01/07 (BTEX 1 µg/l; Median: 3 µg/l) entsprechen in der Größenordnung den bisherigen Analyseergebnissen.

Die Messstelle GWMS 01/06-tief deckt den mittleren, die Messstelle GWMS 04/07-tief den tiefen Aquiferabschnitt im Verladebahnhof 2 ab. In der Grundwasserprobe der Messstelle GWMS 01/06-tief wurde keine wesentliche Veränderung der BTEX-Konzentrationen gegenüber den Vorjahren festgestellt (aktuell im Sep. 2024: 38 µg/l, Median: 93,5 µg/l). In der GWMS 04/07-tief wurden im März 2024 die bisher höchsten BTEX-Gehalte nachgewiesen: 2.924 µg/l (Median: 225 µg/l). Die darauffolgende Probenahme im September 2024 ergab wieder niedrigere Konzentrationen (203 µg/l).

3.1.1.3 Naher Abstrom (Messstellen : GWMS 03/07-flach/tief, GWMS 05/09)

Der flache, mittlere und tiefe Abschnitt des Grundwasserleiters im direkten Abstrom des Verladebahnhofs 2, an der Liegenschaftsgrenze des Tanklagers Farge, wird durch die Messstellengruppe GWMS 03/07-flach/ -tief, GWMS 05/09 sowie bis August 2019 durch die Messstellen GWMS 01/17 und GWMS 02/17 (seit 08/2018 Förderbrunnen) erschlossen. Die BTEX-Belastung in GWMS 03/07-flach hatte seit Juni 2014 zugenommen. Gegenüber den Vorjahren lag die Konzentration der BTEX zunächst oberhalb von 100 µg/l, seit Juni 2017 oberhalb von 700 µg/l. Seit 2019 sind die BTEX-Gehalte zurückgegangen, seit März 2022 < 100 µg/l (aktuell im Sep. 2024: 31 µg/l; Median: 141 µg/l). Der Rückgang korreliert mit der Inbetriebnahme der Förderbrunnen GWMS 01/17 und GWMS 02/17.

Das Grundwasser in den Messstellen GWMS 05/09 und GWMS 03/07-tief weist im aktuellen Untersuchungszeitraum keine auffälligen Veränderungen auf (aktuell im Sep. 2024: GWMS 05/09: BTEX 104 µg/l, Median: 25 µg/l;

GWMS 03-07-tief: 38 µg/l, Median: 29 µg/l). Die Werte schwanken im jeweils üblichen Konzentrationsbereich.

3.1.1.4 Mittlerer Abstrom

(Messstellen: GWMS 07/09 flach/tief, GWMS 08/09-flach/tief, GWMS 13/12)

Das Grundwasser im flachen Teufenbereich zeigt bezüglich der BTEX-Konzentrationen gegenüber den Vorjahren wenige Veränderungen. Seit Beginn der Sanierung sind in der GWMS 07/09-flach große Schwankungen der BTEX-Gehalte festgestellt worden. Die Untersuchung im Mai 2019 ergab eine BTEX-Konzentration von 3.028 µg/l (Median: 1.108 µg/l). In 2020 fanden aufgrund der Untersuchungen im Zusammenhang mit einem Feldversuch zur In-Situ Sanierung in dieser Messstelle keine Beprobungen statt. Seit Mai 2021 wird die Messstelle wieder beprobt. Aktuell (Sep 2024) wurden 764 µg/l nachgewiesen. Der Schwankungsbereich seit März 2021 war in dieser Messstelle auch schon früher feststellbar. Es ist kein eindeutiger Trend erkennbar.

Die seit dem Jahr 2016 nachgewiesenen BTEX-Konzentrationen in der Größenordnung von bis zu 200 µg/l in der GWMS 08/09-flach wurden 2021 und 2022 leicht überschritten. Seit Juni 2023 liegen sie zwischen 100 und 150 µg/l und damit im für diese Messstelle bekannten Schwankungsbereich. Die aktuellen BTEX-Gehalte des Grundwassers in der GWMS 13/12 entsprechen den Befunden vorheriger Untersuchungen. Aktuell wurden weder im März noch im September 2024 BTEX nachgewiesen (Median: 12 µg/l).

Im mittleren Teufenbereich spiegeln sich die Ergebnisse aus dem flachen Teufenbereich wider. Aktuell (Sep. 2024) konnten in der GWMS 08/09-tief keine BTEX nachgewiesen werden (Median: 85 µg/l). In der GWMS 07/09-tief lagen die BTEX-Konzentrationen ebenfalls unterhalb der Bestimmungsgrenze (Median: 31 µg/l).

3.1.1.5 Weiterer Abstrom

(Messstellen: GWMS 09/09-flach/-tief, GWMS 01/10-flach/tief, GWMS 02/10-flach/tief, 2717/32/0391, GWMS 07/13-flach/ mittel/tief, GWMS 08/13-flach/mittel/tief, GWMS 09/13-flach/mittel/tief, GWMS 10/13-flach/mittel/tief PR 175-flach, PR 176-flach, PR 177-flach, GWMS 1/14-flach/mittel/tief, GWMS 11/17 flach/mittel/tief, PR 181 flach/mittel/tief, GWMS 12/17 flach/mittel/tief)

Die Analysenergebnisse der Grundwasserproben aus dem flachen Teufenbereich des weiteren Abstroms entsprechen den Befunden der letzten Jahre. In zwölf der bereits in früheren Monitoringkampagnen untersuchten GWMS

liegen aktuell im September 2024 die BTEX-Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze (GWMS 01/10-flach, 2717/32/0391, GWMS 07/13-flach, GWMS 08/13-flach, GWMS 09/13-flach, PR 175-flach, PR 176-flach, PR 177-flach, GWMS 10/13-flach, GWMS 1/14-flach, 11/17-flach, 12/17-flach). Das niedrige Konzentrationsniveau aus dem letzten Untersuchungszeitraum im Jahr 2023 bestätigt sich.

In den GWMS 01/10-flach, 08/13-flach, 09/13-flach, PR 176-flach und 1/14-flach wurden jeweils im Mai 2023 niedrige BTEX-Konzentrationen ermittelt (max. 13 µg/l in der 176-flach). In den Messstellen GWMS 12/17-flach (Mai 2023: 15 µg/l) und PR 177-flach (Mai 2023: 9 µg/L) wurden im Mai 2023 erstmalig BTEX nachgewiesen. Seit November 2023 lagen die Konzentrationen in den hier genannten Messstellen erneut unterhalb der Nachweisgrenze. Hinweise auf eine Schadstoffverschleppung bei der Probenahme oder Unregelmäßigkeiten im Labor bei der Kampagne im Mai 2023 gab es nicht.

Die aktuelle Grundwasserprobe (Sep. 2024) aus der Messstelle 09/09-flach zeigt nachweisbare Konzentrationen von BTEX (aktuell: 8 µg/l; Median: 37 µg/l). In der Messstelle GWMS 02/10-flach wurden erneut BTEX in niedrigen Konzentrationen nachgewiesen (aktuell im Sep. 2024: 34 µg/l, Median: n.n.).

In der seit November 2023 neu in das Monitoring einbezogenen Messstelle PR 181-flach wurden aktuell (Sep. 2024) keine BTEX nachgewiesen.

In den Grundwassermessstellen, welche den mittleren Teufenbereich des weiteren Abstoms abdecken, liegen die Analysenergebnisse bis auf wenige Ausnahmen im langjährigen Mittel. In elf Messstellen können aktuell im Sep. 2024 keine BTEX nachgewiesen werden (u.a. 01/10-tief, GWMS 07/13-mittel, GWMS 09/13-mittel, PR 176-mittel, PR 177-mittel, GWMS 1/14-mittel). Positive Befunde liegen in diesen Messstellen bereits bis zu sechs Jahre zurück. In den GWMS PR 175-mittel, GWMS 11/17-mittel und GWMS 12/17-mittel wurden seit Mai 2023 wiederholt geringe BTEX-Konzentrationen < GFS ermittelt. Ob hier dauerhaft BTEX nachgewiesen werden können ist bei den kommenden Monitoringkampagnen zu prüfen.

Die höchsten BTEX-Konzentrationen im mittleren Teufenbereich des weiteren Abstoms wurden in der Beobachtungsmessstelle GWMS 09/09-tief nachgewiesen (März 2024: 196 µg/l, Median: 560 µg/l). Somit sind die geringen BTEX-Gehalte (n.n.) im September 2024 in der Messstelle GWMS 09/09-tief auffällig niedrig. Wie bereits im 19. Sachstandsbericht festgestellt, sind die Konzentrationen in dieser Messstelle seit Mai 2021 rückläufig. Dieser Trend bestätigt sich im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024).

In der GWMS 10/13-mittel sind seit Mai 2019 kontinuierlich abnehmende BTEX-Gehalte festzustellen. Aktuell (Sep. 2024) waren keine BTEX nachweisbar (Median: 43 µg/l).

Langjährige, fast gleichbleibende bzw. innerhalb des bekannten Schwankungsbereiches liegende Werte (aktuell Sep. 2024) können für die Messstelle GWMS 02/10-tief (33 µg/l; Median: 46 µg/l) bestätigt werden.

In der neu in das Monitoring einbezogenen Messstelle PR 181-mittel wurden im September 2024 keine BTEX nachgewiesen.

Insgesamt können bezüglich der BTEX-Konzentrationen im tiefen Teufenbereich des weiteren Abstroms keine auffälligen Abweichungen gegenüber den Befunden der letzten Jahre festgestellt werden. In keiner Messstelle werden aktuell im September 2024 BTEX nachgewiesen (GWMS 07/13-tief, GWMS 08/13-tief, GWMS 09/13-tief, PR 175-tief, PR 176-tief, PR 177-tief, 10/13-tief, GWMS 1/14-tief, GWMS 11/17-tief, GWMS 12/17-tief). Die aktuellen Analyseergebnisse der Proben GWMS 10/13-tief spiegeln den Trend des mittleren Teufenbereichs wider (März 2024: 15 µg/l, aktuell im Sep. 2024: n.n., Median: 86 µg/l). In den GWMS 09/13-tief, PR 175-tief, PR 176-tief, PR 177-tief und GWMS 11/17-tief wurden im Mai 2023 erstmalig geringe Mengen BTEX nachgewiesen (< 10 µg/l). Seit November 2023 lagen die BTEX-Konzentrationen wieder unterhalb der Nachweisgrenze. Die Ergebnisse der nächsten Monitoringkampagnen sind hier abzuwarten.

In der neu in das Monitoring einbezogenen Messstelle PR 181-tief wurden keine BTEX nachgewiesen.

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 wird sowohl die ungefähre Ausbreitung als auch die Konzentrationsentwicklung beobachtet. Eine grafische Darstellung der Befunde für den Parameter MTBE befindet sich in den Lageplänen der Anlage 4, ein Verteilungsplan der MTBE-Gehalte in der Anlage 7. Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar.

3.1.2.1 Anstrom (Messstellen: s.o.)

Seit Beginn der Sanierung konnte in keiner der im Anstrom befindlichen Grundwassermessstellen MTBE nachgewiesen werden.

3.1.2.2 Schadenszentrum (Messstellen: s.o.)

Im flachen Teufenbereich des Schadenszentrums lagen die Analyseergebnisse bezüglich des Schadstoffes MTBE im Untersuchungszeitraum 2022 erstmalig seit Mai 2019 nicht an allen Grundwassermessstellen unterhalb der Nachweisgrenze.

Im Oktober 2022 lag in der Messstelle GWMS 01/06 die bisher höchste MTBE-Konzentration seit Beginn der Untersuchungen vor (aktuell: 2.300 µg/l; Median: 17 µg/l). Die hier nachgewiesene Konzentration entsprach nicht dem hier zu erwartenden Konzentrationsniveau. Nach Aussage des Labors waren bei der Analytik keine Unregelmäßigkeiten aufgefallen. Die GWMS

01/06 ist die einzige Messstelle in diesem Bereich, bei der eine auffällige MTBE-Konzentration festgestellt wurde. Die Ursache für den Befund ist nicht bekannt. Es war zu prüfen, ob sich der Befund an dieser Stelle wiederholt. Im Zuge der Untersuchungen im Jahr 2023 sowie im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) wurde weder in der GWMS 01/06-flach, noch in den anderen Messstellen des flachen Teufenbereichs MTBE nachgewiesen. Somit handelt es sich um einen Einzelbefund.

Die im mittleren Teufenbereich befindliche Grundwassermessstelle GWMS 01/06-tief zeigt im Jahr 2024 gegenüber den Vorjahresbefunden (Mai 2023: 0,8 µg/l, Nov. 2023: 4 µg/l) erneut geringe Werte (März 2024: 1,8 µg/l, Sep. 2024: n.n.).

Für die Messstelle GWMS 04/07 im tiefen Teufenbereich wurde im aktuellen Untersuchungszeitraum (2023) kein MTBE nachgewiesen.

3.1.2.3 Naher Abstrom (Messstellen: s.o.)

In den den flachen Teufenbereich betreffenden Messstellen GWMS 03/07-flach, GWMS 05/09, GWMS 03/07-tief wurde im Jahr 2024 kein MTBE nachgewiesen.

3.1.2.4 Mittlerer Abstrom (Messstellen: s.o.)

Bezüglich der MTBE-Belastung zeigen die Messstellen im mittleren Abstrom deutliche Schwankungen. Insbesondere die Analysenergebnisse der Messstelle GWMS 07/09-flach weisen eine hohe Varianz auf. Die Messstellen GWMS 07/09-flach und -tief wurden aufgrund der Untersuchungen im Zusammenhang mit einem Feldversuch zur In-Situ Sanierung Ende 2019 und in 2020 nicht beprobt. Die Befunde seit Mai 2021 (3,9 µg/l) zeigen deutlich geringere Werte als noch im Jahr 2018 (Oktober 2018: 520 µg/l). Auch im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) liegt die Konzentration < 100 µg/l (aktuell Sep. 2024 07/09-flach: 63 µg/l; Median 100 µg/l; 07/09-tief: 1,5 µg/l, Median 10 µg/l).

Die Konzentrationen in GWMS 13/12 liegen wie in den Vorjahren 2021-2023 im aktuellen Untersuchungszeitraum (März 2024: 110 µg/l; Sep. 2024: 92 µg/l) auf einem deutlich geringeren Niveau als in 2020 (1.600 - 1.700 µg/l) und sind weiterhin rückläufig.

Seit 2017 wurden in den Messstellen GWMS 08/09-flach (aktuell Sep. 2024: MTBE 7 µg/l, Median: 61 µg/l) und GWMS 08/09-tief (mittlerer Teufenbereich, aktuell im Sep. 2024: MTBE nicht nachweisbar, Median: 32 µg/l) dauerhaft Werte < 100 µg/l bzw. 50 µg/l festgestellt.

3.1.2.5 Weiterer Abstrom (Messstellen s.o.)

Bis auf die Messstelle GWMS 12/17-flach liegen die Untersuchungsergebnisse für den Schadstoff MTBE im flachen Teufenbereich innerhalb der jeweils bisher in den Messstellen bekannten Schwankungsbreite (aktuell Sep. 2024: GWMS 02/10-flach 12 µg/l, Median: 22 µg/l; GWMS 09/09-flach 24 µg/l, Median: 49 µg/l; GWMS 01/10-flach n.n., Median: 6 µg/l; GWMS 08/13-flach n.n., Median: n.n.; GWMS 10/13-flach 53 µg/l, Median: 10 µg/l;).

In den GWMS 2717/32/0391, 09/13-flach, PR 176-flach, PR 177-flach und GWMS 1/14-flach lagen die MTBE-Gehalte im März und September 2024, wie schon in den Vorjahren, unterhalb der Nachweisgrenze. In der im November 2023 neu in das Monitoring einbezogenen Messstelle PR 181-flach wurde kein MTBE nachgewiesen.

In PR 175-flach wurde im März 2020 erstmalig MTBE in geringer Konzentration ermittelt (0,7 µg/l). Seitdem (Stand 2024) waren MTBE nicht nachweisbar.

Die Analysenergebnisse der Beprobung der Messstelle GWMS 07/13-flach ergab im Oktober 2022 einmalig einen Nachweis für MTBE (640 µg/l; Median: n.n.). Es bestanden keine Hinweise auf einen Laborfehler oder eine fehlerhafte Probenzuordnung. Im Jahr 2024 wurde, wie bereits im Vorjahr, in beiden Monitoringkampagnen kein MTBE nachgewiesen.

In der Messstelle GWMS 11/17-flach wurde nach dem Anstieg der MTBE-Konzentration bis Okt. 2022 (1.200 µg/l) ein Rückgang beobachtet. Aktuell (Sep. 2024) liegen hier 220 µg/l MTBE vor (Median: 620 µg/l). Diese Konzentration entspricht dem Niveau der Jahre 2018-2020.

In der an der Weser gelegenen Messstelle GWMS 12/17-flach wurde mit 100 µg/l im September 2024 der bisher höchste MTBE-Gehalt ermittelt. Insgesamt nimmt die Konzentration in diesem Bereich zu (Median 31 µg/l).

Bezüglich der MTBE-Gehalte im mittleren Teufenbereich gab es gegenüber den bisherigen Analysenergebnissen im aktuellen Untersuchungszeitraum 2024 keine auffälligen Veränderungen (GWMS 09/09-tief aktuell: 120 µg/l, Median: 325 µg/l; GWMS 02/10-tief aktuell: 450 µg/l, Median: 730 µg/l; GWMS 08/13-mittel aktuell: 14 µg/l, Median: 10 µg/l; GWMS 11/17-mittel aktuell: 190 µg/l, Median: 770 µg/l). Insgesamt erscheinen die Konzentrationen leicht rückläufig. Aufgrund der z.T. erheblichen Schwankungsbreite der MTBE-Gehalte ist jedoch noch kein eindeutiger Trend zu verzeichnen.

In den Messstellen GWMS 09/13-mittel, PR 175-mittel, PR 176-mittel, PR 177-mittel, GWMS 07/13-mittel, GWMS 1/14 und PR 181-mittel konnte kein MTBE nachgewiesen werden.

Seit September 2018 liegt die Konzentration von MTBE in der GWMS 10/13-mittel bei ca. 200 µg/l gegenüber < 100 µg/l in den Vorjahren. Das Konzentrationsniveau war seitdem etwa gleichbleibend und zeigte keine Tendenz zu

weiter ansteigenden Werten. Im März 2022 wurde einmalig ein höherer MTBE-Gehalt ermittelt (450 µg/l) und im Oktober 2022 die bisher niedrigste (6,4 µg/l) MTBE-Konzentration nachgewiesen. Im aktuellen Untersuchungszeitraum wurden 270 µg/l (März 2024) bzw. 160 µg/l (Sep. 2024) festgestellt.

In der Messstelle GWMS 01/10-tief ist das Konzentrationsniveau seit März 2020 leicht rückläufig. Waren zwischen 2017 und 2019 noch Werte im Bereich von 110 – 140 µg/l ermittelt worden, liegt das Konzentrationsniveau aktuell deutlich niedriger (März 2024: 51 µg/l; Sep. 2024: 60 µg/l).

In der an der Weser gelegenen Messstelle GWMS 12/17-mittel ist analog zum flachen Teufenbereich ein leichter Anstieg der MTBE-Gehalte (aktuell Sep. 2024: 19 µg/l) gegenüber der ersten Probenahme im März 2018 (2 µg/l) erkennbar.

Der tiefe Abschnitt des weiteren Abstroms zeigt hinsichtlich der MTBE-Konzentrationen nur wenige Auffälligkeiten. Die Messstellen, GWMS 09/13-tief, PR 175-tief, PR 176-tief, PR 177-tief und GWMS 12/17-tief sind weiterhin MTBE-frei. In der GWMS 1/14-tief wurde im November 2021 erstmals MTBE mit einem Wert von 0,8 µg/l festgestellt. Seitdem (Stand 2024) wurde kein MTBE mehr nachgewiesen.

Im November 2023 wurde in der GWMS 07/13-tief erstmalig eine MTBE-Konzentration > 50 µg/l ermittelt. Der Befund hat sich im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) bestätigt (aktuell Sep. 2024: 48 µg/l; Median 0,8 µg/l).

Der MTBE-Gehalt in der Messstelle GWMS 08/13-tief liegt im Sep. 2024 bei 24 µg/l. Dies entspricht dem langjährigen Konzentrationsniveau. In der Messstelle GWMS 10/13-tief wurden im aktuellen Untersuchungszeitraum erneut MTBE-Konzentrationen von > 100 µg/l nachgewiesen (Sep. 2024: 150,00 µg/l). Ein Trend zu ansteigenden Werten liegt jedoch nicht vor.

In der Messstelle GWMS 11/17-tief konnte im März 2020 erstmals MTBE in geringen Mengen nachgewiesen werden (März 2020: 0,8 µg/l). Seitdem ist MTBE nicht oder nur in geringen Mengen nachweisbar (aktuell Sep. 2024: n.n., Median: n.n.).

In der im November 2023 neu in das Monitoring einbezogenen Messstelle PR 181-tief wurde kein MTBE nachgewiesen.

Im Jahr 2024 wurde eine Probenahmekampagne mit Direct-Push-Sondierungen gezielt am vermuteten Fahnenrand sowie innerhalb der bekannten Fahne (u.a. in der Nähe der GWMS 2717/32/0391) durchgeführt, um die Ergebnisse aus dem Monitoring zu verifizieren (Bericht vom 07.03.2025, siehe Kapitel 2.1). Der Schwerpunkt der MTBE-Fahne wurde im Bereich zwischen den Messstellengruppen GWMS 11/17 und GWMS 07/13 ermittelt. Die im aktuellen Untersuchungszeitraum nachgewiesenen MTBE-Gehalte im Rahmen des Monitorings zeigen einen Konzentrationsanstieg in der Messstelle GWMS 07/13-mittel sowie in den Messstellen GWMS 12/17. Die MTBE-Gehalte in den vormals als Schadenszentrum gewerteten GWMS

11/17-flach und -mittel hingegen sind rückläufig. Eine weserwärts gerichtete Verlagerung der MTBE-Fahne, wie sie die Direct-Push-Untersuchungen aus dem Jahr 2024 annehmen lassen, wird durch die mit diesem Bericht dokumentierte Monitoringuntersuchung bestätigt.

3.1.3 PAK

Aufgrund der gegenüber BTEX und MTBE nur untergeordneten Grundwasserunreinigung durch PAK erfolgt die Untersuchung auf PAK im Zuge des regulären Monitorings nur noch einmal jährlich. Eine grafische Darstellung der Befunde für den Parameter PAK ist im Lageplan der Anlage 5 ersichtlich. Die Ergebnisse bis einschließlich 2024 stellen sich wie folgt dar.

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

3.1.3.1 Anstrom (Messstellen s.o.)

PAK waren in den Messstellen Werkstatt, GWM 5 und FK1 im aktuellen Untersuchungszeitraum 2024 nicht Bestandteil des Untersuchungsprogramms. In der Messstelle Gleis 6 wurden PAK nachgewiesen (2,19 µg/l; Median: 0,61 µg/l). Die PAK-Gehalte in der Messstelle D 3-2 sind gegenüber den Befunden der vorherigen Untersuchungen seit 2009 im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) auffällig hoch (18,21 µg/l; Median: 4,97).

3.1.3.2 Schadenszentrum (Messstellen s.o.)

Hinsichtlich der Schadstoffgruppe der PAK ist im flachen Teufenbereich im aktuellen Untersuchungszeitraum keine Veränderung gegenüber den Vorjahren festzustellen. Die Ergebnisse der Untersuchung der Messstellen GWMS 01/06-flach (aktuell März 2024: 60 µg/l; Median: 71 µg/l) und der GWMS 02/07 (aktuell März 2024: 50 µg/l; Median: 28 µg/l) sowie GWMS 04/07 (aktuell März 2024: 32; Median 60 µg/l) zeigen eine hohe Schwankungsbreite. Der Geringfügigkeitsschwellenwert (LAWA) für Naphthalin wird in den Messstellen GWMS 01/06-flach und GWMS 02/07 überschritten.

Die Ergebnisse der GWMS 01/07 sind als nahezu unverändert einzustufen (aktuell März 2024: 0,6 µg/l, Median: 0,1 µg/l).

Die Analytik der Grundwasserproben aus dem mittleren und tiefen Bereich hat keine wesentlichen Veränderungen gegenüber den Vorjahren ergeben. Für die Messstelle GWMS 01/06-tief liegt die aktuelle Konzentration der PAK im März 2024 bei 1 µg/l (Median: 0,9 µg/l). Der PAK-Gehalt in der Messstelle GWMS 04/07-tief entspricht den Befunden seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 2009 (5,72 µg/l; Median 5,1 µg/l)

3.1.3.3 Naher Abstrom (Messstellen s.o.)

Im flachen Teufenbereich liegt aktuell im März 2024 in der Messstelle GWMS 03/07-flach erneut ein vergleichsweise niedriges Konzentrationsniveau vor (0,3 µg/l, Median: 3,6 µg/l). Hier war seit 2016 bis zum März 2020 (56 µg/l) ein Anstieg der PAK-Gehalte zu verzeichnen gewesen. Der Geringfügigkeits-schwellenwert für Naphthalin (LAWA) wird somit nicht mehr überschritten. Die aktuellen (2024) Analysenergebnisse des mittleren (GWMS 05/09: 2,2 µg/l, Median: 0,2 µg/l) und tiefen (GWMS 03/07-tief: n.n., Median: 1,6 µg/l) Teufenbereichs bestätigen die Befunde der Vorjahre.

3.1.3.4 Mittlerer Abstrom (Messstellen s.o.)

Im mittleren Abstrom wurden im Monitoring im März 2024 keine wesentlichen Veränderungen gegenüber den Vorjahren festgestellt (GWMS 07/09-flach: 0,3 µg/l, Median: 5,3 µg/l; GWMS 07/09-tief: n.n. µg/l, Median: 0,3 µg/l; GWMS 08/09-flach: 6,9 µg/l, Median: 4,1 µg/l; GWMS 08/09-tief: 10 µg/l, Median: 5,8 µg/l; GWMS 13/12: 0,04 µg/l, Median: 3,2 µg/l). In den GWMS 08/09-flach und -tief wird der Geringfügigkeitsschwellenwert (LAWA) für Naphthalin überschritten.

3.1.3.5 Weiterer Abstrom (Messstellen s.o.)

Die Befunde der im flachen Teufenbereich entnommenen Grundwasserproben des weiteren Abstoms entsprechen den Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen. In der im November 2023 neu in das Monitoring einbezogenen Messstelle PR 181-flach wurden geringfügige Mengen PAK nachgewiesen (0,03 µg/l).

Im mittleren Teufenbereich wurden gegenüber den Vorjahresergebnissen ebenfalls keine wesentlichen Veränderungen der PAK-Gehalte festgestellt. Die Konzentrationen dieser Schadstoffgruppe bleiben auch im aktuellen Untersuchungszeitraum (2023) in der Messstelle GWMS 02/10-tief weiterhin rückläufig (seit 2015 < 10 µg/l, seit 2017 <= 1 µg/l). Die PAK-Gehalte liegen nur knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze für diesen Parameter. In der PR 181-mittel wurden geringfügige Mengen PAK nachgewiesen (0,03 µg/l).

Die Ergebnisse des tiefen Bereiches entsprechen in der Größenordnung denen der bisherigen Untersuchungen. Die höchsten PAK-Konzentrationen liegen in den Messstellen GWMS 09/09-flach (1,1 µg/l) und GWMS 02/10-flach (1,3 µg/l) vor. In der im November 2023 neu in das Monitoring einbezogenen Messstelle PR 181-tief wurden geringfügige Mengen PAK nachgewiesen (0,01 µg/l).

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 (aktueller Untersuchungsumfang siehe Anlage 16). Im aktuellen Untersuchungszeitraum für das Jahr 2024 war keine MKW-Analytik vorgesehen. Eine Übersicht der bisher ermittelten Befunde in den einzelnen Messstellen ist im Messstellenkataster ersichtlich.

3.1.5 PFC

Die Schadstoffgruppe der PFC ist auf anderen (ehem.) Liegenschaften der Bundeswehr z.T. bereits in größeren Mengen im Grundwasser nachgewiesen worden. Zwecks Klärung einer eventuell bestehenden Belastung des Grundwassers am Standort Tanklager Bremen-Farge wurde eine Auswahl von Wasserproben aus dem Monitoring einmalig zusätzlich auf PFC untersucht und die Ergebnisse im Bericht zum Jahr 2019 sowie im Messstellenkataster dokumentiert.

Die hierfür ausgewählten Grundwassermessstellen befinden sich sowohl im Schadenszentrum (01/06-flach) als auch im mittleren (08/09-flach) und weiteren (09/09-flach) Abstrom des Verladebahnhofs 2. Es konnten in keiner der untersuchten Grundwasserproben PFC nachgewiesen werden. Im aktuellen Untersuchungszeitraum 2024 wurde keine Untersuchung auf PFC durchgeführt.

3.1.6 Grundwasserstände, Grundwasserfließrichtung

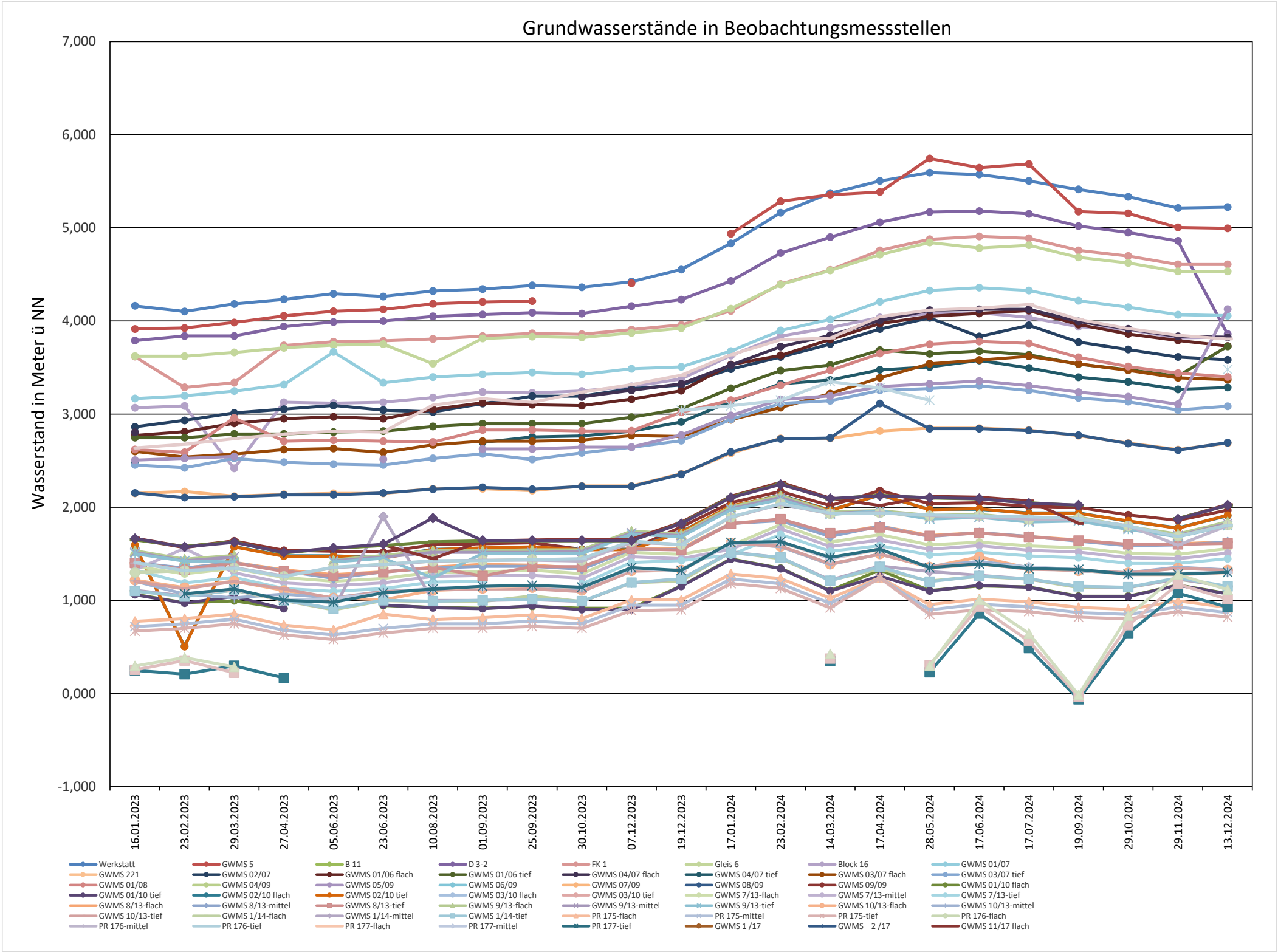
Die Messung der Grundwasserstände in den Förderbrunnen und Beobachtungsmessstellen erfolgt seit Beginn der Sanierung monatlich.

Die Messwerte sind im Detail dem Messstellenkataster zu entnehmen.

Nachfolgend wird die Entwicklung der Grundwasserstände grafisch für die Beobachtungsmessstellen im Umfeld und im Grundwasserabstrom des Verladebahnhofs 2 zusammengefasst dargestellt. Der Übersichtlichkeit halber sind hier nur die Wasserstände der letzten beiden Untersuchungszeiträume enthalten (2023-2024).

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

Grafik 5: Grundwasserstände in Beobachtungsmessstellen - Verladebahnhof 2 (seit 2023)



In der Anlage 1 ist die Grundwasserfließrichtung im Bereich Verladebahnhof 2 für den Stichtag 13.12.2024 dargestellt. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Süden bis Südsüdwesten orientiert. Im Bereich der Förderbrunnen ist der Einfluss der Wasserentnahme an der, um die Brunnen ausgebildeten Absenkung zu erkennen. Der Einfluss der Absenkung reicht bis an die Liegenschaftsgrenze und erfasst damit den Schwerpunkt der Belastung des Grundwassers durch BTEX.

Die in der Grafik 5 dargestellten Ganglinien zeigen weitgehend gleichartige Veränderungen des Wasserspiegels in den dargestellten Messstellen, die auf natürliche Schwankungen des Grundwasserspiegels zurückgehen. Eine wesentliche Änderung der hydrologischen Bedingungen außerhalb der Liegenschaft wurde seit Beginn der Sanierung nicht festgestellt. Veränderungen innerhalb der Liegenschaft sind auf schwankende Fördermengen der Brunnen zurückzuführen. Veränderungen in den Leichtphase-führenden Messstellen (u.a. 01/08, 01/06-flach und 04/13) sind auf Schwankungen der jeweiligen Phasenmächtigkeiten zurückzuführen. Die Ganglinien der Messstellengruppe 12/17 spiegeln den tideabhängigen Grundwasserspiegel wider.

3.2 Tiefenorientierte Abgrenzung der Grundwasserverunreinigung und Monitoring im Abstrom der ehem. Kanisterabstellfläche

Es besteht der Verdacht, dass die Wasserförderung durch die von der SWB betriebenen Brunnen des Wasserwerkes Blumenthal möglicherweise zu einer Verlagerung der Schadstofffahne im Abstrom des Tanklagers Farge führen könnte. Ebenso bestand das Erfordernis im Abstrom der ehemaligen Kanisterabstellfläche des Tanklagers (Schadenszentrum bei der GWMS D3-2) eine Abgrenzung in südliche Richtung vorzunehmen. Insgesamt wurden zur Klärung beider Sachverhalte im Jahr 2021 vier Messstellengruppen eingerichtet, welche bis in eine maximale Tiefe von ca. 60 m (GWMS 1/21-3/21) bzw. 30 m (GWMS 4/21) u. GOK reichen.

Details zum Messstellenausbau, dem lokalen Bodenaufbau und den ersten Ergebnissen inklusive einer Bewertung sind dem 17. Sachstandsbericht (Monitoringuntersuchungen im Verladebahnhof 2, Untersuchungszeitraum des Jahres 2021) zu entnehmen.

Der Untersuchungsumfang an den seit November 2021 in das Monitoring eingegliederten Messstellengruppen umfasst die Schadstoffgruppen BTEX, PAK, MKW und MTBE.

Die Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2024 werden mit dem vorliegenden 20. Sachstandsbericht dokumentiert und Veränderungen gegenüber dem Vorjahr bewertet. Eine grafische Darstellung erfolgt über das Messstellenkataster des GDfB.

3.2.1 Neue Grundwassermessstellen zur Tiefenerkundung (GWMS 01/21 F, GWMS 01/21 T, GWMS 02/21 F, GWMS 02/21 T, GWMS 03/21 F, GWMS 03/21 M und GWMS 03/21 T)

Für die MTBE-Verunreinigung im Bereich der GWMS 13/12 wurde mit den neuen Messstellen GWMS 01/21 F und GWMS 01/21 T eine deutliche vertikale Abnahme in der MTBE Konzentration festgestellt. 2021 lagen in der Tiefe 50 – 54 m unter GOK noch MTBE in Höhe von 23 µg/l vor. Aktuell (Sep. 2024) wurden dort 9 µg/l nachgewiesen. Gegenüber dem hohen Befund in der Tiefe 23 – 28 m unter GOK (GWMS 13/12: 92 µg/l) und der deutlichen Abnahme bis in 50 – 54 m, ist mit einer vollständigen vertikalen Abgrenzung im Tiefenabschnitt 50 – 60 m zu rechnen.

Für die BTEX-Belastung in der Messstellengruppe GWMS 03/07-flach (Sep. 2024: 31 µg/l) und GWMS 03/07-tief (Sep. 2024: 38 µg/l) besteht mit den neuen Messstellen GWMS 02/21 F und GWMS 02/21 T eine vertikale Abgrenzung der bekannten Kontamination. Bei der ersten Untersuchung (Nov. 2021) waren in den Tiefen 44 – 48 m unter GOK (GWMS 02/21 F) und 52 – 56 m unter GOK (GWMS 02/21 T) keine BTEX nachweisbar. Im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) waren in beiden Messstellen BTEX nachweisbar. Die Gehalte lagen im September 2024 bei 8 µg/l (GWMS 02/21-flach) bzw. 18 µg/l (GWMS 02/21-tief).

An der südöstlichen Liegenschaftsgrenze wurden in der neu hergestellten Messstellengruppe GWMS 03/21 im aktuellen Untersuchungszeitraum (2024) geringe Werte für BTEX, MTBE und PAK bis in die Tiefe von 36 – 40 m unter GOK festgestellt. Vertikal ist die Verunreinigung im Grundwasser in der Tiefe von 46 – 50 m unter GOK für MTBE und PAK abgegrenzt. Es wurden 9 µg/l BTEX in der GWMS 03/21 ermittelt.

3.2.2 Neue Grundwassermessstellen Abstrom KF3, ehem. Kanisterabfüllfläche (GWMS 04/21 F und GWMS 04/21 T)

Die zur weiteren Eingrenzung der Grundwasserkontamination im Abstrom der KF 3 (ehemalige Kanisterabfüllfläche) eingerichtete Messstellengruppe GWMW 04/21 bestätigt das hier bekannte Bild der Schadstoffverteilung. Es ist auf Grundlage der bisherigen Untersuchungsergebnisse davon auszugehen, dass die Messstellen etwa zentral in der hier bekannten Schadstofffahne liegen. Die Messstellen GWMS 04/21 F und GWMS 04/21 T weisen aktuell im Tiefenbereich bis ca. 19 m für BTEX nur geringe Konzentrationen auf (März 2024: 2 µg/l; Sep. 2024: n.n.). In der Tiefe 26 – 30 m unter GOK sind BTEX nicht nachweisbar, so dass eine vertikale Abgrenzung vorliegt. Die PAK-Konzentrationen sind in beiden Entnahmetiefen rückläufig (aktuell Sep. 2024 GWMS 04/21-flach: 0,1 µg/l PAK; GWMS 04/21-tief: 0,84 µg/l).

3.2.3 Bewertung Monitoring/Abstrom Verladebahnhof 2

1. Im Grundwasseranstrom des Verladebahnhofs 2 wurden bis 2023 gleichbleibend niedrige BTEX-Gehalte festgestellt. Im aktuellen Untersuchungszeitraum gibt es einen auffälligen Befund für die GWMS Gleis 6. MTBE waren bisher nicht nachweisbar.
2. Im Bereich des Schadenszentrums zeigt insbesondere die GWMS 01/06-flach für BTEX aktuell erneut hohe Werte. Seit Ende 2017 (11.900 µg/l im Dezember 2017) war hier zwischenzeitig eine deutliche Abnahme der BTEX-Gehalte mit Konzentrationen < 5.000 µg/l festgestellt worden. Seit September 2020 liegt das Konzentrationsniveau wiederholt bei > 10.000 µg/l.

Die BTEX-Konzentrationen in der Messstelle GWMS 01/07, welche im März 2018 (9.968 µg/l) und Dezember 2023 (5.781 µg/l) als auffällig zu bewerten waren, haben in den jeweiligen Folgejahren (Stand 2024) wieder ein für diese Messstelle übliches Niveau erreicht. Aktuell wurden 42 µg/l (März 2024) bzw. 1 µg/l BTEX (Sep. 2024) ermittelt. Hinweise auf die Ursache der zwischenzeitlich hohen Befunde liegen nicht vor. Der mittlere Bereich zeigt keine relevanten Abweichungen gegenüber den Vorjahren. Im tiefen Teufenbereich (GWMS 04/07-tief) sind die BTEX-Konzentrationen gegenüber den Vorjahren erneut deutlich erhöht. Der flache Teufenbereich (GWMS 04/07-flach) ist davon nicht betroffen. Die Messstellen GWMS 04/07-flach/ -tief waren im Zuge der Baumaßnahme (Juli 2023) instandzusetzen, da sie zuvor durch Fahrzeuge beschädigt worden waren.

3. Im nahen Abstrom lag für BTEX in der Messstelle 03/07-flach bis 2019 eine tendenzielle Zunahme der Konzentration vor. Die Konzentrationen sind seit 2019 wieder rückläufig. Die Schadstofffahne, welche entlang der Messstellen GWMS 07/09-flach/ -tief, GWMS 08/09-flach/ -tief, GWMS 09/09-flach/ -tief und GWMS 10/13-flach/ -mittel/ -tief ausgebildet ist, zeigt im aktuellen Beobachtungszeitraum keine auffälligen Konzentrationszunahmen. Zwar liegen die BTEX-Konzentrationen im flachen (GWMS 08/09-flach) und mittleren (GWMS 08/09-tief, GWMS 09/09-tief) Teufenbereich des mittleren und weiteren Abstroms weiterhin auf einem hohen Niveau, die Varianz der Messwerte, wie sie auch schon in den Vorjahren festgestellt wurde, hat sich nicht wesentlich verändert. Die BTEX-Konzentrationen in der GWMS 09/09-tief sind leicht rückläufig.

Die weitgehend in allen Tiefenabschnitten der Messstellengruppe GWMS 10/13 rückläufigen BTEX-Konzentrationen lassen zum jetzigen Zeitpunkt an dieser Stelle nicht auf eine weitere Zunahme der Verlagerung der Schadstoffe in Richtung des Abstroms schließen. Hinweise auf eine weitere laterale Ausdehnung der Schadstofffahne für BTEX bestehen nicht.

Der erstmalige Nachweis von BTEX in den Messstellen GWMS 09/13-flach/ -tief, GWMS 11/17-tief, PR 175-tief, PR 176-tief und PR 177-flach/ -tief im Mai 2023 hat sich in den Untersuchungen seit Nov. 2023 nicht

wiederholt, d.h. es bestehen keine Hinweise auf eine Verlagerung der Schadstofffahne.

4. Bezüglich der Entwicklung der MTBE-Gehalte gibt es nur wenige Veränderungen im aktuellen Untersuchungszeitraum.

Im Schadenszentrum sind die MTBE-Befunde weiterhin rückläufig. Bei der hohen MTBE-Konzentration in der Messstelle 01/06-flach im Jahr 2022 (2.300 µg/l) handelt es sich um einen einmaligen Befund. Kontrolluntersuchungen (2023) in den Förderbrunnen ergaben keine bzw. sehr geringe MTBE-Konzentrationen im Rohwasser. Auch in benachbarten Beobachtungsmessstellen wurde seit Beginn der Untersuchungen kein vergleichbares Konzentrationsniveau festgestellt.

Die MTBE-Fahne ist gekennzeichnet durch hohe Konzentrationen im mittleren und tiefen Aquiferbereich. Südlich der Liegenschaft, im mittleren Abstrom, liegen nach wie vor hohe, jedoch seit 2020 rückläufige Befunde in der GWMS 13/12 vor. In der Messstellengruppe GWMS 11/17 (insbesondere -flach und -tief) lagen 2022 für MTBE noch ansteigende Konzentrationen vor. Seit 2023 sind die MTBE-Gehalte deutlich rückläufig. Innerhalb der Messstellengruppe 07/13 hat sich im Untersuchungszeitraum 2022 einmalig ein MTBE-Befund > 500 µg/l ergeben. Aktuell (2024) ist MTBE im flachen und mittleren Teufenbereich nicht nachweisbar. In der GWMS 07/13-tief wurde MTBE erneut in Konzentrationen > 50 µg/l nachgewiesen, deutlich höher als für diese Messstelle üblich (Median: 0,8 µg/l). In der weiter östlich liegenden Messstellengruppe GWMS 09/13 sowie PR 176 sind MTBE nicht nachweisbar.

Eine fortschreitende Verlagerung der MTBE-Schadstofffahne nach Osten ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht erkennbar. Eine Abgrenzung der Verunreinigung in östlicher Richtung liegt vor. Diese wurde im Rahmen einer Direct-Push-Probenahmekampagne (Entnahmetiefen bis 30 m u. GOK) im Jahr 2024 geprüft. Die gewonnenen Daten aus der Grundwasserprobenahme und dem im Anschluss durchgeführten Pumpversuch an der GWMS 11/17-flach haben ergeben, dass der Schwerpunkt der MTBE-Fahne aktuell nicht (mehr) im Bereich der Messstellengruppe GWMS 11/17 liegt, sondern südwestlich davon in Richtung der Messstellengruppe GWMS 07/13.

In den Messstellen GWMS 08/13-mittel und GWMS 08/13-tief ist das Konzentrationsniveau stabil. In der weiter im Abstrom gelegenen Messstellengruppe GWMS 10/13 wurden seit Okt. 2018 MTBE-Gehalte > 100 µg/l ermittelt. In der weiter westlich gelegenen Messstellengruppe GWMS 01/14 war kein MTBE nachweisbar.

Die ansteigenden Konzentrationen in der GWMS 07/13-tief, der GWMS 12/17-flach und der GWMS 01/10 und gleichzeitig rückläufige MTBE-Gehalte in den GWMS 11/17-flach und -mittel weisen auf eine Verlagerung der MTBE-Fahne in Richtung Weser hin, die im kommenden Monitoring 2025 weiter beobachtet werden sollte.

5. Die PAK-Gehalte im Schadenszentrum haben sich gegenüber den Vorjahren nicht wesentlich verändert. Eine flächendeckende Zunahme der PAK-Gehalte im nahen, mittleren und weiteren Abstrom liegt aktuell nicht vor.

3.2.4 Weiteres Vorgehen

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: Mai 2025, November 2025),
- PAK werden einmal jährlich im Zuge des Monitorings analysiert (nächste Untersuchung: Mai 2025). Für die Messstelle Gleis 6 ist eine Untersuchung auf PAK alle 5 Jahre ausreichend (nächste Untersuchung: Frühjahr 2029), für D3-2 wird abweichend hiervon eine Untersuchung auf PAK im Jahr 2025 vorgesehen, da hier ein auffälliger Befund vorliegt
- Eine Untersuchung des Grundwassers auf MKW erfolgt alle 5 Jahre (nächste Untersuchung: Frühjahr 2028),
- Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen Werkstatt, B11, GWMS 5 erfolgt alle 5 Jahre auf BTEX (nächste Untersuchung: Frühjahr 2028),
- Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen FK1 und Block 16 erfolgt alle 2 Jahre auf BTEX (nächste Untersuchung: Mai 2025),
- Die Untersuchung der zum Verladebahnhof 2 anstromigen Messstellen D3-2, und Gleis 6 erfolgt jährlich auf BTEX (nächste Untersuchung: Mai 2025),
- ½-jährliche Untersuchung der Messstellengruppen GWMS 01/21 bis GWMS 04/21. Die Analyse des Grundwassers ist auf die relevanten Parameter der BTEX, MTBE und PAK vorzunehmen (nächste Untersuchung: Mai 2025, November 2025),
- weitere Untersuchungen zum Phasenkörper an der südlichen Liegenschaftsgrenze (geplant 2025).



Dipl. Geol. O. Böcker



M.Sc. Geow. N. Schroth

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