
Projekt-Nr.	2141072	Ausfertigungs-Nr.	Datum	20.07.2015
-------------	----------------	-------------------	-------	-------------------

Tanklager Bremen-Farge

LKNr. 220 038

**Sanierungsuntersuchungen anhand von Pumpversuchen im Bereich
Verladebahnhof 1**

Auftraggeber

Bundesbau bei Immobilien Bremen AÖR
Bundesbau
Theodor-Heuss-Allee 14
22815 Bremen

Bearbeiter: Dipl. Geol. O. Böcker, M.Sc. Geow. F. Pfeifer

HPC AG
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen

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

Inhaltsverzeichnis

Text	Seite
1. Anlass und Aufgabenstellung	3
2. Kenntnisstand vor Untersuchungsbeginn	3
2.1 Vorhandene Unterlagen und Berichte	3
2.2 Sachstand und Untersuchungsschwerpunkte	4
2.3 Liegenschaftsbeschreibung	5
2.4 Standortsituation	6
3. Untersuchungskonzept	7
3.1 Untersuchungen zur Bestimmung hydraulischer Parameter (Pumpversuch)	7
4. Bewertung	28
5. Konzept für eine hydraulische Maßnahme im Bereich KF4, Verladebahnhof 1	31
5.1 Technische Anforderungen und Umfang der geplanten Sanierung	31
5.2 Sanierungsüberwachung	35
5.3 Sanierungsziel	37
5.4 Erforderliche Zulassungen	37
6. Zusammenfassung	38
6. Literaturverzeichnis	39

Anlagen

- 1 Übersichtslageplan
- 2 Lageplan mit Darstellung der Position von Grundwassermessstellen und Grundwasserfließrichtung am 16.09.2014
- 3 Lageplan mit Darstellung der Lage geplanter Förderbrunnen
- 4 Protokolle der Wasserbeprobung aus Grundwassermessstellen (Pumpversuch)
- 5 Protokolle der Wasserstandmessungen
- 6 Pumpversuchsprotokolle
- 7 Laborberichte der Grundwasseranalysen (Pumpversuch)
- 8 Analysereports des Pumpversuches

1. Anlass und Aufgabenstellung

Die HPC AG wurde von Bundesbau bei Immobilien Bremen AÖR mit der Sanierungsuntersuchung für die Grundwasserkontamination im Bereich Verladebahnhof 1 auf der Liegenschaft des Tanklagers Bremen Farge beauftragt.

Grundlagen der Beauftragung sind

- Angebot Nr. 1141072 der HPC AG vom 29.07.2014,
- Vertrag zwischen der Freien Hansestadt Bremen, Senatorin für Finanzen, Geschäftsbereich Bundesbau bei Immobilien Bremen AÖR und der HPC AG Nr. 10F 0063 00 vom 31.07.2014.

Ziel der durchzuführenden Untersuchungen war es, mittels eines Pumpversuches, durchgeführt in mehreren Messstellen, hydraulische Parameter für den Aquifer zu ermitteln sowie zu prüfen, ob bzw. welche Maßnahmen für eine hydraulische Sanierung in diesem Bereich erforderlich sind.

Inhalt der Beauftragung an HPC war die Erbringung von Ingenieurleistungen und Laboruntersuchungen für die Durchführung der Sanierungsuntersuchung. In Abstimmung mit dem Projektmanagement erbrachten folgende Nachauftragnehmer der HPC Teilleistungen:

Laboranalytik:	SGS Institut Fresenius GmbH Am Technologiepark 10 45699 Herten
----------------	--

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen dargestellt und bewertet.

2. Kenntnisstand vor Untersuchungsbeginn

2.1 Vorhandene Unterlagen und Berichte

Zu der Liegenschaft Tanklager Farge wurden im Hinblick auf die Ausführung der Phase IIb folgende Berichte und Stellungnahmen zugrunde gelegt:

- [1] Bericht der HPC AG vom 26.01.2009: *Tanklager Bremen-Farge LKNr. 220 038, Detailerkundung der Grundwasserkontamination (Phase IIb) im Bereich Verladebahnhof 2*
- [2] Bericht der HPC AG vom 21.12.2009: *Tanklager Bremen-Farge LKNr. 220 038, Detailerkundung der Grundwasserkontamination (Phase IIb) im Bereich Verladebahnhof 2 – Bericht zum 2. Erkundungsschritt*

- [3] Bericht der HPC AG vom 30.07.2010: *Tanklager Bremen-Farge LKNr. 220 038, Erfassung von kontaminationsverdächtigen Flächen KVF im Rahmen der Phase I*
- [4] Bericht der HPC AG vom 20.10.2011: *Orientierende Erkundung von Kontaminationsverdachtsflächen (Phase IIa) im Bereich Tanklager Bremen-Farge.*
- [5] Stellungnahme Oberfinanzdirektion Niedersachsen, Hannover, 17.02.2012: *Stellungnahme zur Orientierenden Erkundung von Kontaminationsverdachtsflächen (Phase IIa) im Bereich Tanklager Bremen Farge*
- [6] Zwischenbericht HPC AG vom 18.09.2012: *Tanklager Farge; Untersuchung von KVF Phase IIb; Ergebnisse bisheriger DP-Sondierungen; Einrichten von Grundwassermessstellen*
- [7] Oberfinanzdirektion Niedersachsen, Hannover, 22.10.2012: *Stellungnahme zum Zwischenbericht HPC AG vom 18.09.2012*
- [8] Bericht der HPC AG vom 08.03.2013: *Tanklager Bremen Farge LKNr. 220 038, Erkundung von Kontaminationsverdachtsflächen (Phase IIb) im Bereich Tanklager Bremen Farge*
- [9] Stellungnahme der OFD vom 02.04.2013 zu Vorschlägen des SUBV-Bremen hinsichtlich Lage von Ansatzpunkten für DP-Sondierungen vom 28.03.2013
- [10] Bericht der HPC AG vom 27.02.2014: *Tanklager Bremen Farge LKNr. 220 038, Detailuntersuchungen von Kontaminationsverdachtsflächen (Phase IIb-2) im Bereich Tanklager Bremen Farge*
- [11] Bericht (Entwurf) der HPC AG vom 25.07.2014: *Tanklager Bremen Farge LKNr. 220 038, Detailuntersuchungen von kontaminierten Flächen (Phase IIb-3) im Bereich Tanklager Bremen Farge, Kurzbericht: Errichtung von Grundwassermessstellen im Abstrom Verladebahnhof 1.*

2.2 Sachstand und Untersuchungsschwerpunkte

Im Bereich der Kontaminationsfläche KF 4 liegen Belastungen von Boden- und Grundwasser durch BTEX und MKW sowie untergeordnet im Grundwasser durch PAK und MTBE vor, wobei der Schwerpunkt der Kontamination bei den BTEX und MKW liegt. Es wurden mehrere Kontaminationsschwerpunkte im Bereich Verladegleis 1 und der Pumpstationen 1 und 2 ermittelt.

Von den Belastungsschwerpunkten ausgehend haben sich die BTEX und MTBE sowie lokal auch MKW mit dem Grundwasser flächenhaft vorwiegend in südliche Richtung bis in Tiefen > 15 m ausgebreitet.

Es hat sich eine Schadstofffahne über die Liegenschaftsgrenze hinaus nach Süden entwickelt. Auf der Grundlage der Befunde aus der Phase IIa, der Phase IIb sowie der Phase IIb-2 lässt sich eine zusammenhängende Grundwasserkontamination auskartieren. Die Kontamination durch BTEX hat sich innerhalb des Grundwasserabstromes weiter in die Tiefe verlagert und erreicht am Sondierungspunkt KVF 4-DP-39 Tiefen von 30 m.

Mit der Messstellengruppe GWMS 20/13 (siehe [11]) wurde die Grundwasser-
verunreinigung analytisch in südöstliche Richtung abgegrenzt. BTEX waren in
allen drei Tiefenabschnitten der GWMS 20/13 nicht nachweisbar. Ein schwacher
kraftstoffartiger Geruch war in den Wasserproben dennoch wahrnehmbar.
Für MTBE wurde nur in der GWMS 20/13-tief ein Wert von 9,5 µg/l fest-
gestellt, der damit noch unter der Geringfügigkeitsschwelle liegt. Mit der
GWMS 19/13 (siehe [11]) wurde der zentrale Bereich der abstromigen Konta-
mination erfasst. BTEX wurden hier bis in 38 m Tiefe mit einem Wert von 107
µg/l festgestellt. Eine vollständige Abgrenzung in südliche Richtung ist mit der
Messstellengruppe GWMS 19/13 aber noch nicht erfolgt.

Für die KF 4 ist das Erfordernis einer Sanierungsmaßnahme gegeben, um den
Abstrom von belastetem Grundwasser zu unterbinden.

Hierfür waren im Vorfeld der endgültigen technischen Planung tiefenorientiert
Pumpversuche in ausgewählten Messstellen durchzuführen, um die hydraulischen
Bedingungen und Auswirkungen auf das betroffene Gelände und das
nahe Umfeld im Falle einer Sanierung mittels Grundwasserentnahme zu be-
urteilen.

2.3 Liegenschaftsbeschreibung

Die Liegenschaft (Tanklager Bremen Farge, Liegenschafts-Kenn-Nr.
[LgKeNr.] 220 038) befindet sich in Bremen-Nord im Stadtteil Farge (siehe
Übersichtsplan in Anlage 1). Die Zufahrt zur Liegenschaft erfolgt über die Be-
tonstr., die im Südwesten der Liegenschaft verläuft.

Die an die Liegenschaft angrenzenden Flächen werden wie folgt genutzt:

Norden:	Bewaldete Forstflächen und Bundeswehr-Kasernenstandort Schwanewede.
Westen:	Wohn- und Gewerbegebiet Bremen Farge .
Osten:	Forst- und landwirtschaftliche Flächen, Wohngebiet
Süden:	Wohngebiet.

2.4 Standortsituation

Sensible Einrichtungen

Unmittelbar westlich und südlich an das Tanklager schließen Wohngebiete an. Östlich an die Liegenschaft schließt das Wasserschutzgebiet Blumenthal mit der Zone III A an.

Klima

Die Liegenschaft befindet sich klimatisch in der gemäßigten Zone mit ca. 700 – 800 mm Niederschlag/Jahr und mittleren Jahrestemperaturen von ca. 10 °C. Die vorherrschende Windrichtung ist Nordwest.

Morphologie

Die Liegenschaft hat im nördlichen Bereich eine Geländehöhe von ca. 20,0 m ü. NN und fällt nach Süden auf eine Geländehöhe von ca. 17,0 m ü. NN ab.

Geologie

Geologisch betrachtet liegt die Liegenschaft am Rande der niedersächsischen Geest, die im Quartär glazial geprägt wurde.

Der geologischen Übersichtskarte, Blatt CC 3110 Bremerhaven (Maßstab 1:200.000), ist zu entnehmen, dass sich die Liegenschaft im Bereich weichselkaltzeitlicher Sedimente (Pleistozän) befindet.

Es stehen oberflächennah sandige Sedimente (Flugsande) in fein- bis mittelkörniger Ausbildung sowie fluviatile Ablagerungen aus vorwiegend Fein-, Mittel- und Grobsanden sowie vorwiegend schluffig bis tonig ausgebildete Grundmoränen in Form von Geschiebelehmen und Geschiebe-mergeln an. In Niederungen mit hohen Grundwasserständen können jüngere holozäne Bildungen mit anmoorigen oder moorigen Faziesbereichen auftreten.

Hydrogeologie

Der Hauptgrundwasserleiter ist innerhalb der holozänen/glazifluviatilen Sande ausgebildet. Das Grundwasser steht je nach Geländehöhe in Tiefen von ca. 4 – 5 m (Bereich Verladebahnhof 1 des Tanklagers) und 13 m – 18 m (Bereich Verladebahnhof 1 des Tanklagers) unter Geländeoberkante an. Aus diesem Horizont entnimmt das Wasserwerk Blumenthal Wasser zur Trinkwasserversorgung.

Die Grundwasserfließrichtung ist im Bereich des Verladebahnhofs 1 im Tanklager nach Südwesten in Richtung Weser orientiert.

Hydrologie

Den nächstgelegenen Vorfluter bildet die Weser, die im Kontakt mit dem Hauptgrundwasserleiter steht.

3. Untersuchungskonzept

Die durchzuführende Untersuchung hatte folgende Ziele:

- Ausführung eines Pumpversuches an ausgewählten Grundwassermessstellen, um hydraulische Parameter für den Aquifer zu ermitteln sowie zu prüfen, ob bzw. welche Maßnahmen für eine hydraulische Sanierung erforderlich und möglich sind.

Die Arbeiten wurden wie folgt ausgeführt:

- Ausführen vier aufeinander folgender Kurzpumpversuche in den ausgewählten Messstellen.

Ziel war es, die Höhe der Schadstoffbelastung innerhalb des Grundwassers zu ermitteln und die zeitliche Konzentrationsentwicklung im Verlauf einer Pumpmaßnahme im Hinblick auf die erforderliche Wasseraufbereitung im Zuge einer Sanierung zu bestimmen sowie hydraulische Parameter für den Aquifer zu ermitteln.

Anhand der Ergebnisse war zu prüfen, in welchem Umfang Sanierungsmaßnahmen im Bereich des Verladebahnhofs 1 technisch umsetzbar sind.

3.1 Untersuchungen zur Bestimmung hydraulischer Parameter (Pumpversuch)

Der Pumpversuch wurde mit folgender Zielstellung durchgeführt:

- Darstellung der hydraulischen Bedingungen und Auswirkungen auf das betroffene Gelände und das Umfeld für die Planung einer Sanierung mittels entsprechender hydraulischer Maßnahmen (Grundwasserentnahmen).
- Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen durch regelmäßige Entnahme von Proben aus dem laufenden Pumpversuch
- Konzipierung der für den betroffenen Standort angepassten weiterführenden Maßnahmen

Der in vier Phasen aufgeteilte Pumpversuch zur Bestimmung der sanierungsrelevanten Aquifereigenschaften wurde im Zeitraum 16.09.2014 bis 28.09.2014 durchgeführt.

Als Förderbrunnen wurde folgende Messstellen genutzt:

- Messstellengruppe GWMS 01/12, GWMS 02/12, GWMS 03/12:
Über diese Messstellengruppe werden die unterschiedlichen, von der Kontamination betroffenen Tiefenabschnitte erfasst. Die Messstellengruppe befindet sich außerdem an der südlichen Liegenschaftsgrenze und somit in dem Geländeabschnitt, in dem voraussichtlich eine Wasserförderung im Zuge der Sanierung erfolgen wird, um den Abstrom von belastetem Grundwasser über die Liegenschaftsgrenze hinaus zu unterbinden. Insofern wurden alle drei Messstellen hinsichtlich der hydraulischen Auswirkungen und der zeitlichen Entwicklung der Schadstoffgehalte im Zuge des Pumpversuches berücksichtigt.
- Messstelle GWMS 15/13 flach:
Die Messstelle GWMS 15/13 befindet sich innerhalb des ermittelten Belastungsschwerpunktes im Gleisbereich. Zusätzlich wurde in der Messstelle eine auf dem Grundwasser aufschwimmende Leichtphase festgestellt. Insofern wurde diese Messstelle stellvertretend für eine mögliche Wasserförderung im Zuge der Sanierung innerhalb der Kontaminationsschwerpunkte genutzt.

Zur kontinuierlichen Erfassung der Grundwasserstände wurden Messstellen ausgewählt, die möglichst nah an den Förderbrunnen lagen, um so die Reichweite der Wasserspiegelabsenkung messen zu können. Neben den Beobachtungsmessstellen wurden auch die jeweiligen Förderbrunnen mit Datensammlern und Drucksonden (Typ Dipper-PT) versehen:

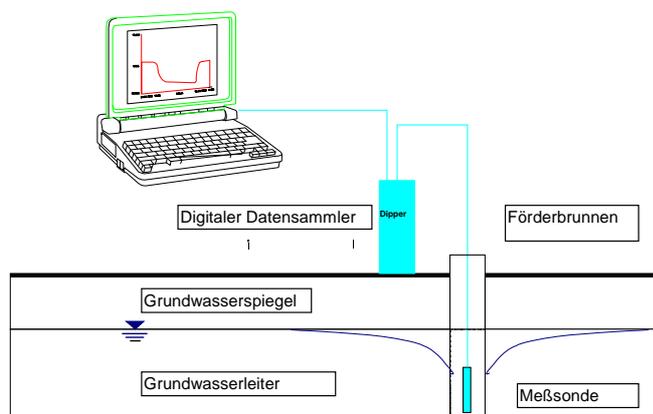
Pumpphase I – III:

GWMS 04/12, flach, GWMS 14/13 flach, GWMS 15/13 flach und GWMS 17/13

Pumpphase IV:

GWMS 12/13 flach, GWMS 14/13 flach, GWMS 15/13 flach und GWMS 17/13 flach.

Das Messprinzip ist in der folgenden Skizze dargestellt:



Installation und Betrieb der Tauchpumpe in den jeweiligen Förderbrunnen erfolgte gemäß den Angaben in Tabelle 1:

Tabelle 1: Einbaudaten der Tauchpumpe in den vier Förderbrunnen für die Pumpphasen I bis IV

Förderbrunnen	Zeitraum	Filterstrecke [m unter GOK]	Einbautiefe Pumpe [m unter POK]	Förderrate [m ³ /h]
Phase I: GWMS 01/12	16.09.- 18.09.2014	4,0 – 8,0	7	1,03
Phase II: GWMS 02/12	19.09.- 21.09.2014	10,0 – 15,0	14	1,6
Phase III: GWMS 03/12	22.09.- 24.09.2014	20,0 – 25,0	24	2,5
Phase IV: GWMS 15/13 flach	26.09.- 28.09.2014	4,0 – 10,0	8	1,5

Eine Steigerung der Förderraten erfolgte während der einzelnen Pumpphasen nicht. Die Förderleistungen wurden so gewählt, dass in den Förderbrunnen eine deutliche Wasserspiegelabsenkung erreicht wurde. Mit 2,5 m³/h war im Bereich des Verladebahnhofs 1 die maximale Förderleistung erreicht. Im Falle einer noch stärkeren Leistung wäre die Pumpe in den Messstellen GWMS 03/12 und 15/13 flach trocken gefallen.

Das geförderte Wasser wurde für die Zeit des Pumpversuches über die Liegenschaftseigene Wasseraufbereitung abgeleitet.

Die Bestimmung von Bodenkenngrößen des untersuchten Grundwasserleiters, insbesondere der Transmissivität, ist als Planungsgrundlage für hydraulische Maßnahmen notwendig.

Ziel der nachfolgend beschriebenen Berechnungen und Darstellungen ist es aufzuzeigen, welche hydraulischen Verhältnisse bestehen und wie sich diese auf weitere Maßnahmen auswirken.

Hierbei wurden folgende Einzelschritte berücksichtigt:

- Bestimmung der Grundwasserfließrichtung
- Auswertung der Pumpversuchsdaten, d.h. Berechnung der hydraulischen Kenndaten Transmissivität und Kf-Wert anhand der Absenkungs- und Wideranstiegsdaten des Grundwassers zu Beginn und nach der Pumpphase.
- Darstellung der Einzugsgebiete der für die Pumpversuche gewählten Förderbrunnen anhand von Strömungslinien.
- Darstellung der Konzentrationsentwicklung für Schadstoffe.

3.1.1 Grundwasserfließrichtung

Innerhalb der Messstellengruppen zeigen sich Differenzen bei den Wasserständen der einzelnen Messstellen von ca. 5 cm – 15 cm. Offenbar stellen sich je nach Tiefe der Filterstrecke und der dort vorhandenen Bodenzusammensetzung unterschiedliche Wasserstände ein. Der in den Bohrungen zur Einrichtung der Messstellen GWMS 11 bis GWMS 18 angetroffene Schichtaufbau zeigte einen Wechsel zwischen fein- und mittelkörnigen Sanden, in die zum Teil schluffige Lagen eingeschaltet sind. Bis in ca. 10 – 12 m Tiefe unter GOK ist der Boden überwiegend mittelsandig ausgebildet, ab der Tiefe von ca. 10 – 12 m unter GOK liegen hauptsächlich Feinsande vor. Zusätzlich wurden in den flachen Messstellen Hinweise auf Phasenkörper festgestellt, die zu einer Beeinflussung der Wasserstände führen können.

Für die Ermittlung der Grundwasserfließrichtung wurden die Wasserstände aus einem einheitlichen, hier dem mittleren, Tiefenniveau zu Grunde gelegt. Eventuelle Einflüsse durch Phasenkörper sind hier nicht mehr gegeben, zusätzlich sind alle Messstellengruppen mit einer im mittleren Tiefenniveau verfilterten Messstelle versehen. Tiefe Messstellen liegen nur an einzelnen Stellen vor.

Die Grundwasserfließrichtung wurde am Stichtag 16.09.2014 nach Südwesten ermittelt (siehe Anlage 2).

3.1.2 Ermittlung hydraulischer Kennwerte

Für die Bestimmung hydraulischer Kenndaten ist insbesondere die Ermittlung der Transmissivität erforderlich, mit der die Durchlässigkeit des Aquifers dargestellt wird.

Mittels der Transmissivität lässt sich die hydraulische Leitfähigkeit des Untergrundes beschreiben. Die Transmissivität ist das Produkt aus der Aquifermächtigkeit und der Gesteinsdurchlässigkeit K_f .

3.1.2.1 Darstellung der Ganglinien

Die mittels Datensammlern aufgezeichneten Wasserspiegelganglinien während des Pumpversuches für die Förderbrunnen GWMS 01/12, GWMS 02/12, GWMS 03/12 und GWMS 15/13 flach und die Beobachtungsmessstellen GWMS 04/12, GWMS 12/13 flach, GWMS 14/13 flach, GWMS 15/13 flach, GWMS 16/13 flach und GWMS 17/13 flach sind in den folgenden Graphiken je Pumpphase dargestellt und beschrieben.

Die Graphiken sind dafür so gewählt, dass sie in der Darstellung den Förderbrunnen sowie die per Datenlogger und Handmessung erfassten Beobachtungsbrunnen darstellen.

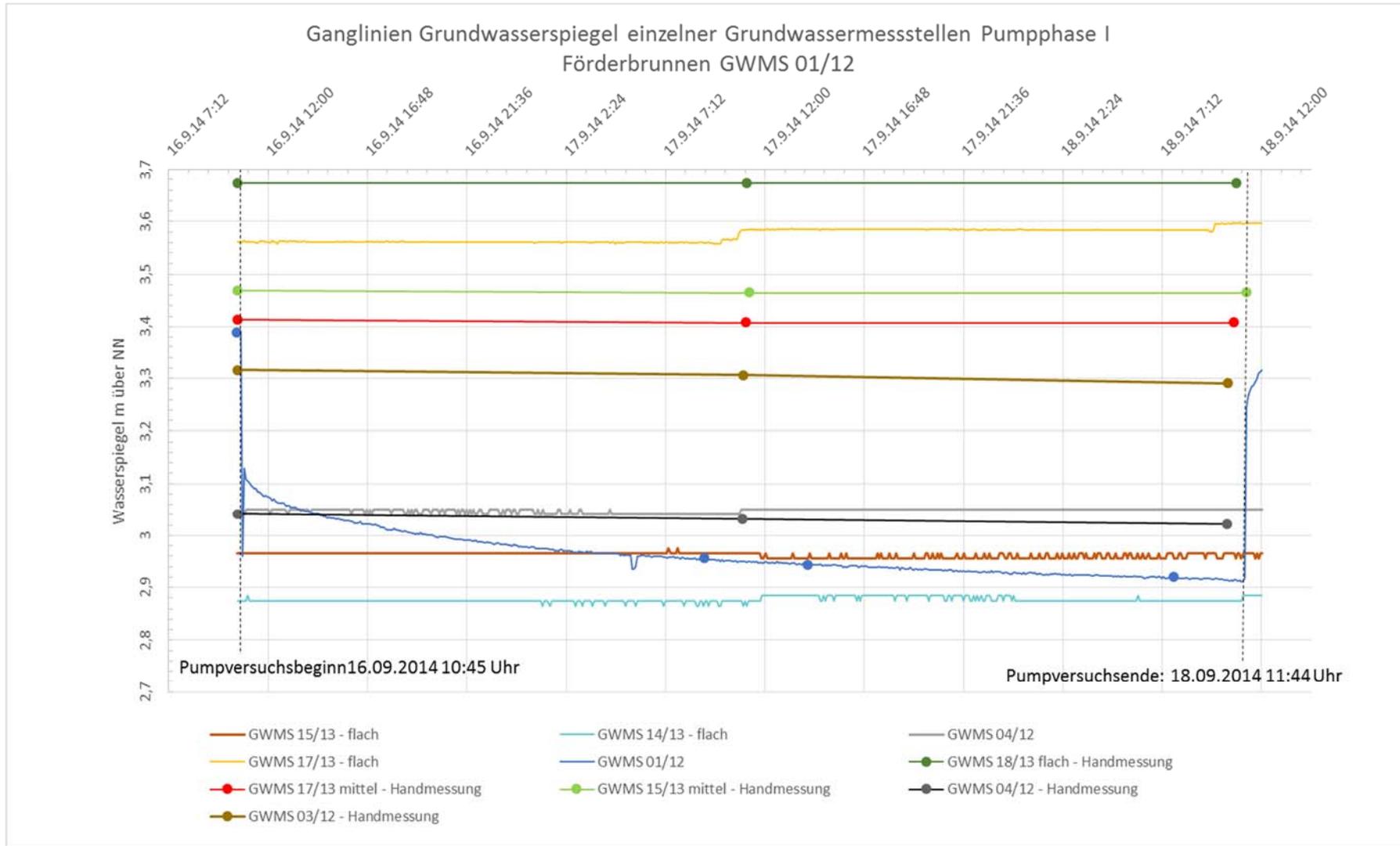
Die Werte sind mit zunehmender Absenkung des Wasserspiegels in m gegen die Zeit des Pumpversuches aufgetragen.

Phase I

Pumpbetrieb in GWMS 01/12 mit 1,03 m³/h

Zeitraum: 16.09.2014 – 18.09.2014

Graphik 1.1: Wasserspiegelganglinien während des Pumpversuches Phase I in GWMS 01/12 sowie in den Beobachtungsbrunnen



In der Graphik 1.1 sind die einzelnen Phasen des Pumpversuches an den Ganglinien wie folgt zu erkennen:

Pumpbetrieb in GWMS 01/12 mit 1,03 m³/h (Zeitraum: 16.09.2014 – 18.09.2014)

In der Messstelle GWMS 01/12 ist die Absenkung des Wasserspiegels durch den Pumpbetrieb deutlich anhand der Werte des Datenloggers festzustellen. In dem Förderbrunnen war zum Beginn des Pumpversuches eine geringe Ölphase von etwa 0,05 m vorhanden, durch die der Wert des Datenloggers für den Wasserstand vermutlich nicht korrekt wiedergegeben wurde. Daher wurde anhand von Handmessungen die Veränderung des Wasserstandes und der Ölphase zusätzlich aufgezeichnet (siehe Anlage 5). Die Handmessungen decken sich gut mit den digitalen Daten, in denen eine Maximalabsenkung des Grundwassers von etwa 0,49 m dokumentiert wurde. Die Ölphase wurde während des Pumpbetriebes bei nahezu gleichbleibender Mächtigkeit um etwa 0,47 m abgesenkt.

In den Beobachtungsbrunnen, die per Datenlogger und Handmessung dokumentiert wurden (s. Graphik 1.1) sind keine eindeutigen Auswirkungen des Pumpbetriebes in GWMS 03/12, GWMS 04/12 und GWMS 17/13-mittel festzustellen. Die Schwankungen liegen im Bereich von max. ca. 2 – 3 cm und spiegeln die natürlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels wieder.

Auch die Aufzeichnungen der Datenlogger für die Beobachtungsbrunnen GWMS 14/13-flach und GWMS 15/13-flach lassen in den aufgezeichneten Ganglinien keine eindeutigen Auswirkungen der Wasserspiegelabsenkung im Förderbrunnen erkennen. Die dargestellten Schwankungen dürften mit den ermittelten Leichtphasen zusammenhängen, die in den Messstellen GWMS 14/13-flach und GWMS 15/13-flach in Mächtigkeiten zwischen 0,475 m – 0,775 m gemessen wurden.

Der deutliche Anstieg des Wasserspiegels im Beobachtungsbrunnen GWMS 17/13-flach nach etwa 1 Tag und erneut nach etwa 2 Tagen ist vermutlich auf einen Versatz des Datenloggers beim Auslesen der Daten zurückzuführen, wodurch sich die Differenz zwischen Loggerhöhe und Wasserspiegel vergrößerte.

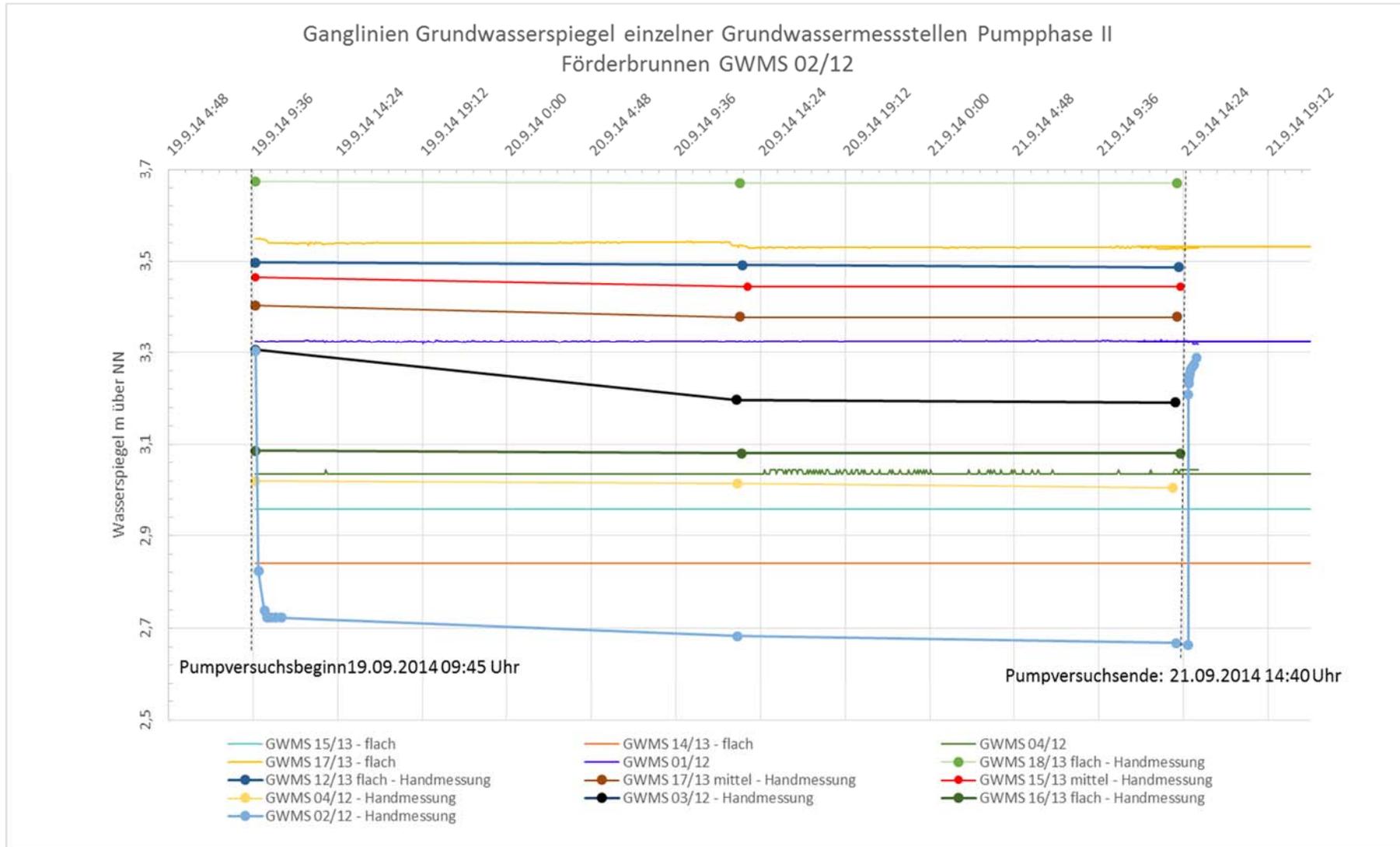
Wiederanstieg (Zeitraum: 28.09.2014)

Am 18.09.2014 ist in GWMS 01/12 nach Beendigung des Pumpvorganges der Wiederanstieg des Wasserspiegels zu erkennen (s. Graphik 1.1).

Phase II

Pumpbetrieb in GWMS 02/12 mit 1,6 m³/h
Zeitraum: 19.09.2014 – 21.09.2014

Graphik 2.1: Wasserspiegelganglinien während des Pumpversuches Phase II in GWMS 02/12 sowie in den Beobachtungsbrunnen



In der Graphik 2.1 sind die einzelnen Phasen des Pumpversuches an den Ganglinien wie folgt zu erkennen:

Pumpbetrieb in GWMS 02/12 mit 1,6 m³/h (Zeitraum: 19.09.2014 – 21.09.2014)

In der Messstelle GWMS 02/12 ist die Absenkung des Wasserspiegels durch den Pumpbetrieb eindeutig anhand der gemessenen Werte nachzuweisen. Die Absenkung in GWMS 02/12 beträgt gegenüber dem Ruhezustand im Maximum (21.09.2014, ca. 14:24) ca. 0,635 m.

Ein eindeutiger Einfluss der Wasserförderung auf Beobachtungsmessstellen zeigt sich nur in der GWMS 03/12 (Graphik 2.1). Die nur geringen Differenzen der Wasserspiegel zum Beginn und während der Pumpphase in den mittels Datenlogger kontrollierten und manuell überprüfen Beobachtungsbrunnen GWMS 04/12, GWMS 14/13 flach, GWMS 15/13 mittel, GWMS 17/13 flach und GWMS 17/13 mittel lassen sich nicht eindeutig auf den Pumpbetrieb zurückführen (Graphik 2.1). In den Messstellen GWMS 04/12 und GWMS 14/13 flach dürften die Schwankungen mit den ermittelten Leichtphasen zusammenhängen, die in diesen Messstellen ermittelt wurden und die eine eindeutige Messung des Wasserspiegels beeinträchtigt haben.

Die sprunghafte Veränderung des Wasserspiegels im Beobachtungsbrunnen GWMS 17/13-flach nach etwa 1 Tag ist vermutlich auf einen Versatz des Datenloggers beim Auslesen der Daten zurückzuführen, wodurch sich die Differenz zwischen Loggerhöhe und Wasserspiegel vergrößerte.

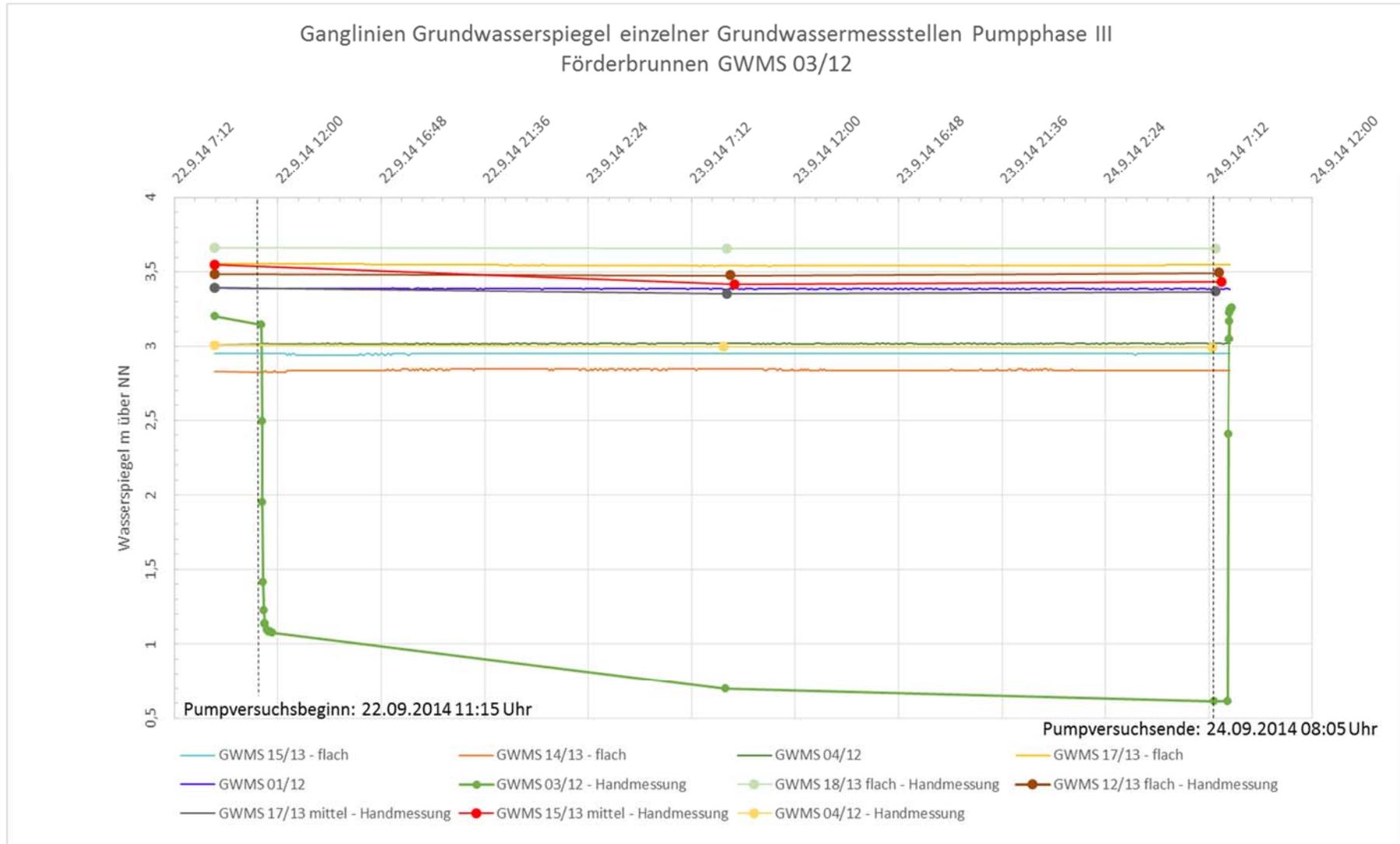
Wiederanstieg (Zeitraum: 21.09.2014)

Am 21.09.2014 ist in GWMS 02/12 nach Beendigung des Pumpvorganges der Wiederanstieg des Wasserspiegels zu erkennen (s. Graphik 2.1).

Phase III

Pumpbetrieb in GWMS 03/12 mit 2,5 m³/h
Zeitraum: 22.09.2014 – 24.09.2014

Graphik 3.1: Wasserspiegelganglinien während des Pumpversuches Phase III in GWMS 03/12 sowie in den Beobachtungsbrunnen



In der Graphik 3.1 sind die einzelnen Phasen des Pumpversuches an den Ganglinien wie folgt zu erkennen:

Pumpbetrieb in GWMS 03/12 mit 2,5 m³/h (Zeitraum: 22.09.2014 – 24.09.2014)

In der Messstelle GWMS 03/12 ist die Absenkung des Wasserspiegels durch den Pumpbetrieb eindeutig festzustellen. Zu Beginn der Absenkung am 22.09.2014 war der ursprüngliche, vor Beginn der Pumpversuche am 16.09.2014 gemessene Ruhewasserstand in GWMS 03/12 noch nicht erreicht und vermutlich noch durch den vorherigen Pumpbetrieb der Phase II beeinflusst. Die Absenkung in GWMS 03/12 beträgt gegenüber dem am 22.09.2014 gemessenen Ausgangswasserstand im Maximum (24.09.2014, ca. 07:12) 2,586 m.

In den Beobachtungsbrunnen, die per Handmessung sowie per Datenlogger dokumentiert wurden (s. Graphik 3.1), ist in keiner Beobachtungsmessstelle eine eindeutige Auswirkung des Pumpbetriebes festzustellen. Die Schwankungen liegen im Bereich von maximal 2 cm und spiegeln die natürlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels wieder. Die in GWMS 15/13 mittel dargestellte Differenz des Wasserspiegels von ca. 13 cm zwischen dem 22.09.2014 und dem 24.09.2014 dürfte auf einen Messfehler zurückgehen, da eine derart starke Beeinflussung des Wasserspiegels durch den Pumpbetrieb in GWMS 03/12 unwahrscheinlich ist.

Die mittels Datenlogger aufgenommenen Messwerte in den Beobachtungsbrunnen 14/13 flach und GWMS 15/13 flach sind aufgrund einer aufschwimmenden Leichtphase nicht eindeutig auswertbar.

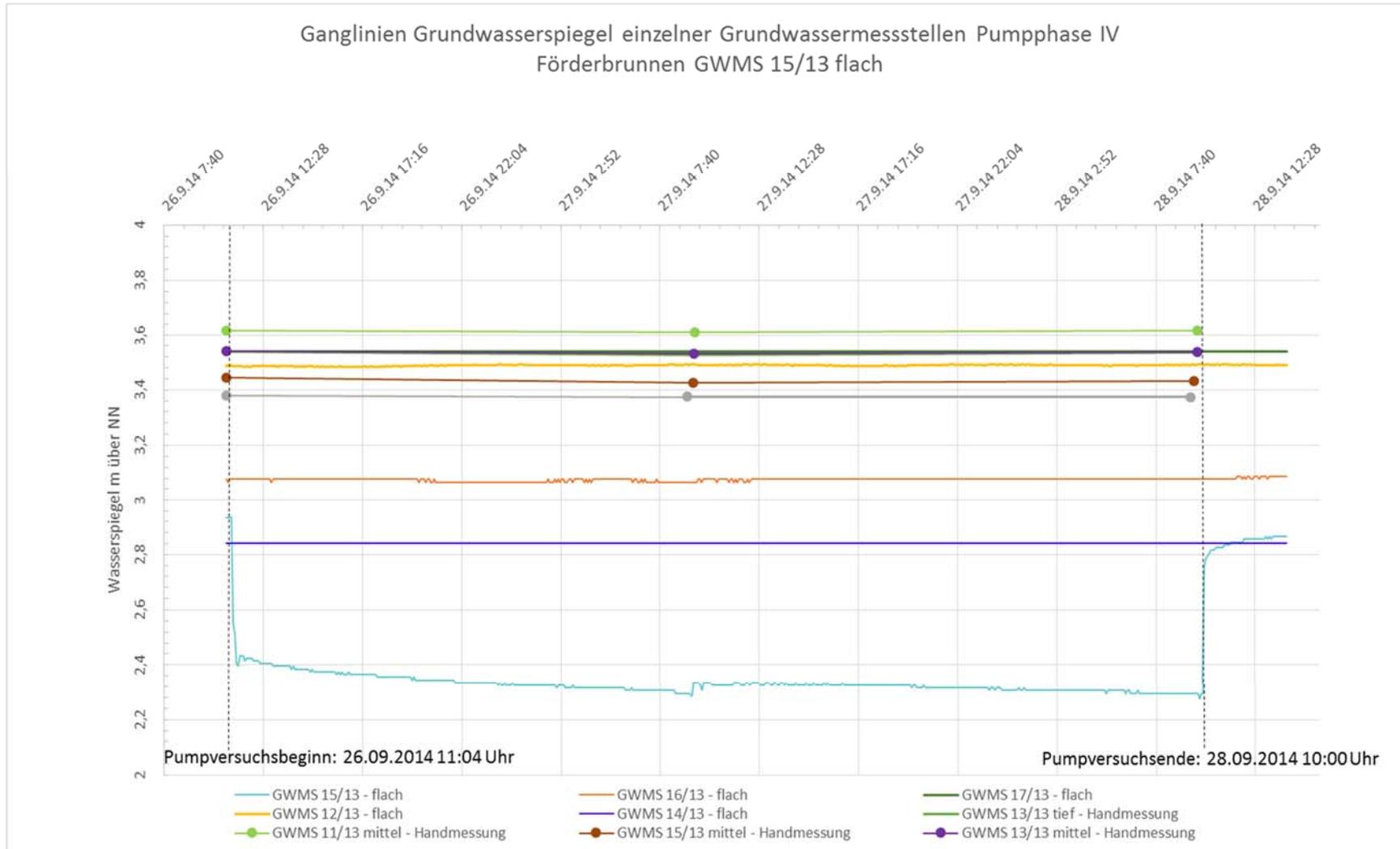
Wiederanstieg (Zeitraum: 24./25.09.2014)

Nach Abstellen des Pumpbetriebes am 24.09.2014 erfolgte ein schneller Wiederanstieg des Wasserspiegels in GWMS 03/12, der bereits am 24.09.2014 nach 20 Minuten über dem am 22.09.2014 gemessenen Ausgangswasserstand lag (siehe Graphik 3.1 und Anlage 6). Am 25.09.2014 wurde in GWMS 03/12 das ursprüngliche Ruhewasserniveau festgestellt, das auch schon vor Beginn der Pumpphasen am 16.09.2014 vorlag.

Phase IV

Pumpbetrieb in GWMS 15/13 flach mit 2,5 m³/h
Zeitraum: 26.09.2014 – 28.09.2014

Graphik 4.1: Wasserspiegelganglinien während des Pumpversuches Phase IV in GMWS 15/13 flach sowie in den Beobachtungsbrunnen



In der Graphik 4.1 sind die einzelnen Phasen des Pumpversuches an den Ganglinien wie folgt zu erkennen:

Pumpbetrieb in GWMS 15/13 flach mit 1,5 m³/h (Zeitraum: 26.09.2014 – 28.09.2014)

In der Messstelle GWMS 15/13 flach ist die Absenkung des Wasserspiegels durch den Pumpbetrieb eindeutig anhand der Werte des Datenloggers nachzuweisen.

In dem Förderbrunnen war zum Beginn des Pumpversuches eine Ölphase von etwa 0,795 m vorhanden, durch die der Wert des Datenloggers für den Wasserstand vermutlich nicht korrekt wiedergegeben wurde. Daher wurde anhand von Handmessungen die Veränderung des Wasserstandes und der Ölphase zusätzlich aufgezeichnet. Die Messung des Datenloggers zeigte eine maximale Absenkung von ca. 0,6 m (siehe Graphik 4.1). Die Handmessungen wiesen dagegen eine Absenkung von max. ca. 1,91 m aus (siehe Anlage 5).

Die Messwerte der Datenlogger aus den Beobachtungsbrunnen (siehe Graphik 4.1) sind hinsichtlich einer Aussage zum Einfluss der Absenkung während der Pumpphase auf Grund der vorhandenen Leichtphasen in den Messstellen GWMS 12/13 flach (ca. 0,15 m), GWMS 14/13 flach (ca. 0,725 m) und GWMS 16/13 flach (ca. 0,83 m) nicht eindeutig. Die ermittelten Schwankungen des Wasserspiegels liegen bei max. ca. 2 cm (GWMS 14/13 flach, GWMS 16/13 flach).

Die daher parallel zu den automatischen Aufzeichnungen zur Kontrolle durchgeführten Handmessungen in den Beobachtungsbrunnen (s. Graphik 4.1) zeigen allerdings ein vergleichbares Bild. Es sind nur minimale Wasserspiegelschwankungen festzustellen, die nicht eindeutig auf Auswirkungen des Pumpbetriebes zurückzuführen sind. Die Schwankungen von maximal 2 cm (GWMS 15/13 mittel) können auch auf natürlich bedingte Wasserspiegeländerungen zurückzuführen sein. Dies zeigen auch die Ganglinien der GWMS 16/13 flach und GWMS 17/13 flach. Der Ganglinienverlauf ist typisch für natürliche Wasserspiegelschwankungen innerhalb der dargestellten Schwankungsbreite.

Die Differenz des Wasserspiegels in der GWMS 03/12 von ca. 10 cm zwischen dem 26.09.2014 und dem 28.09.2014 dürfte vermutlich ebenfalls auf natürliche Wasserspiegelschwankungen zurückgehen, da eine derart starke Beeinflussung des Wasserspiegels durch den Pumpbetrieb in GWMS 15/13 flach unwahrscheinlich ist.

Wiederanstieg (Zeitraum: 28.09.2014)

Am 28.09.2014 ist in GWMS 15/13 flach nach Beendigung des Pumpvorganges der Wiederanstieg des Wasserspiegels zu erkennen (s. Graphik 4.1), wobei der ursprüngliche Ruhewasserstand nach den Messungen des Datenloggers (s. Graphik 4.1) näherungsweise am 28.09.2014 um ca. 12:30 erreicht wurde.

3.1.2.2 Auswertung

Die hydraulische Auswertung des Pumpversuches ist in der Anlage 8 dokumentiert. Zusätzlich sind die Ergebnisse in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 5: Auswertung der Pumpversuchsdaten

Förderbrunnen	Grundwasserleiter	Pumpbeginn	Pumpende	Pumprate [m ³ /h]	Absenkung [m]	Transmissivität [m ² /s]
Phase I: GWMS 01/12	Quartär	16.09.2014 10:45 Uhr	18.09.2014 11:20 Uhr	1,03	0,49	6,34 x 10 ⁻⁴
Phase II: GWMS 02/12		19.09.2014 09:45 Uhr	21.09.2014 14:00 Uhr	1,6	0,635	1,66 x 10 ⁻³
Phase III: GWMS 03/12		22.09.2014 11:15 Uhr	24.09.2014 08:05 Uhr	2,5	2,586	4,32 x 10 ⁻⁴
Phase IV: GWMS 15/13 flach		26.09.2014 11:04 Uhr	28.09.2014 10:00 Uhr	1,5	1,91	2,70 x 10 ⁻³



noch Tabelle 5: Auswertung der Pumpversuchsdaten

Beobachtungsbrunnen	Phase I: Pumpzeitraum: 16.09.-18.09.2014		Phase II: Pumpzeitraum 19.09.-21.09.2014		Phase III: Pumpzeitraum 22.09.-24.09.2014		Phase IV: Pumpzeitraum 26.09.-28.09.2014	
	Absenkung [m]	Transmissivität [m ² /s]	Absenkung [m]	Transmissivität [m ² /s]	Absenkung [m]	Transmissivität [m ² /s]	Absenkung [m]	Transmissivität [m ² /s]
GWMS 01/12	0,492	6,34 x 10 ⁻⁴	0,006	4,73 x 10 ⁻²			0,005	1,43 x 10 ⁻¹
GWMS 02/12			0,635	1,66 x 10 ⁻³				
GWMS 03/12	0,024	1,60 x 10 ⁻³	0,115	4,29 x 10 ⁻⁴	2,586	4,32 x 10 ⁻⁴	0,105	5,53 x 10 ⁻⁷
GWMS 04/12	0,01/0,016	1,0 x 10 ⁻³	0,015	2,75 x 10 ⁻³	0,0/0,01	1,00 x 10 ⁻¹ /1,00 x 10 ⁻¹	0,01/0,01	4,78 x 10 ⁻³
GWMS 11/13 flach							0,010	9,47 x 10 ⁻²
GWMS 11/13 mittel							0,005	3,16 x 10 ⁻¹
GWMS 12/13 flach			0,010	6,11 x 10 ⁻³	0,010	1,45 x 10 ⁻¹		
GWMS 13/13 flach							0,010	7,72 x 10 ⁻²
GWMS 13/13 mittel							0,010	1,06 x 10 ⁻¹
GWMS 13/13 tief							0,015	7,83 x 10 ⁻²
GWMS 14/13 flach	0,010	1,0 x 10 ⁻³	0,010	4,74 x 10 ⁻²	0,010	n.b.		2,34 x 10 ⁻²
GWMS 15/13 flach	0,010	1,0 x 10 ⁻³	0,0001	2,79 x 10 ⁰	0,005	9,14 x 10 ⁻²	0,66/1,91	2,70 x 10 ⁻³
GWMS 15/13 mittel	0,005	1,0 x 10 ⁻³	0,020	n.b.		2,89 x 10 ⁻³	0,020	4,74 x 10 ⁻³
GWMS 16/13 flach	0,005	1,0 x 10 ⁻³	0,010	6,11 x 10 ⁻³		n.b.		n.b.
GWMS 17/13 flach	0,003	1,0 x 10 ⁻³	0,025	7,56 x 10 ⁻³	0,011	3,53 x 10 ⁻²	0,003	4,69 x 10 ⁻⁶
GWMS 17/13 mittel	0,043	3,4 x 10 ⁻³	0,025	2,14 x 10 ⁻²	0,040	1,86 x 10 ⁻²	0,000	2,78 x 10 ⁻²
GWMS 18/13 flach	0,000	2,17 x 10 ⁻¹	0,010	6,11 x 10 ⁻³	0,005	1,97 x 10 ⁻¹	0,005	1,16 x 10 ⁻⁵
Mittelwert (Modell)		2,89 x 10 ⁻²		2,45 x 10 ⁻¹		2,28 x 10 ⁰		6,18 x 10 ⁻²

n.b. = nicht bestimmbar

Aus den o.g. Ergebnissen ergibt sich eine mittlere Transmissivität bzw. ein mittlerer k_f von:

Pumpphase I	Pumpphase II	Pumpphase III	Pumpphase IV
$T = 2,89 \times 10^{-2}$	$T = 2,45 \times 10^{-1}$	$T = 2,28 \times 10^0$	$T = 6,18 \times 10^{-2}$

Pumpphase I	Pumpphase II	Pumpphase III	Pumpphase IV
$k_f = 7,23 \times 10^{-4}$	$k_f = 6,13 \times 10^{-3}$	$k_f = 5,69 \times 10^{-2}$	$k_f = 1,55 \times 10^{-3}$

Der aus den Ergebnissen der Pumpphase III berechnete Durchlässigkeitsbeiwert zeigt einen für die im Untergrund anstehenden fein- bis mittelkörnigen Sande untypischen Wert und wird als nicht repräsentativ für den Untergrund angesehen. Aufgrund des fein- bis mittelsandigen Bodenaufbaus im Bereich des Verladebahnhofs I können die Durchlässigkeitsbeiwerte aus der Pumpphase I und Pumpphase IV als realitätsnaheste Werte angenommen werden.

Der Grundwasserleiter ist somit als durchlässig einzustufen. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind typisch für vorwiegend fein- und mittelkörnige Sande und bestätigen die Kenntnisse der geologischen Untergrundverhältnisse.

Die Abstandsgeschwindigkeit für das Grundwasser lässt sich mit

$$V_a = \frac{K_f [m/s] \times I}{p^*}$$

berechnen, wobei I den hydraulischen Gradienten (hier 0,0017, basierend auf den am 16.09.2014 ermittelten Höhen und Abständen der Grundwassergleichen) und p^* die effektive Nutzporosität (hier 0,15, bestimmt aus Literaturwerten) darstellen. Daraus ergeben sich für die oben genannten, als realitätsnaheste Werte angenommen Ergebnisse der Pumpphasen I und IV folgende Werte:

Pumpphase I	Pumpphase IV
0,70 m/d bzw. 258,4 m/a	1,51 m/d bzw. 553,9 m/a

Die Abstandsgeschwindigkeit bezieht sich bei dieser Berechnung ausschließlich auf Wasserpartikel und kann nicht auf die Abstandsgeschwindigkeit eines Schadstoffpartikels übertragen werden, da in diesem Fall weitere Einflüsse wie Retardation, Dispersion, Ab- und Adsorption eine deutliche Auswirkung auf die Geschwindigkeit haben.

Hierfür kann die Filtergeschwindigkeit v_f , welche die o.g. Faktoren berücksichtigt und somit eher das Bild der tatsächlichen Partikelbewegung wiedergibt, herangezogen werden.

Die Filtergeschwindigkeit für das Grundwasser lässt sich mit

$$v_f = k_f \times I$$

berechnen. Daraus ergeben sich folgende Werte:

Pumpphase I	Pumpphase IV
0,10 m/d bzw. 38,7 m/a	0,33 m/d bzw. 122,2 m/a

3.1.2.3 Brunneneinzugsgebiet/Entnahmebreiten

Die Berechnung der Einzugsgebiete bzw. der Entnahmebreiten erfolgte mit dem ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 7,23 \times 10^{-4}$ m/s für den südlichen Bereich und $k_f = 1,55 \times 10^{-3}$ m/s für den nördlichen Abschnitt des Bereiches Verladebahnhof 1. Für den hydraulischen Gradienten des Grundwasserruhepegels wird der Wert $I = 0,0017$ angesetzt, der sich aus den Grundwasserhöhen der Stichtagsmessung vom 16.09.2014 ergibt. Die Aquifermächtigkeit wurde mit 35 m auf Basis der bisher bis in dieses Tiefenniveau geführten Bohrungen angenommen.

Bereich südliche Grundstücksgrenze

Auf der Grundlage der hydraulischen Kennwerte und der ermittelten Grundwasserfließrichtung wurde der Entnahmebereich für den Brunnen GWMS 01/12 mit einer Förderrate von 1,5 m³/h bestimmt. Mittels der Gleichung nach Todd:

$$b = \frac{Q}{(2 \times k_f \times I \times M)}$$

mit b = halbe Entnahmebreite, Q = Förderleistung, k_f = Durchlässigkeitsbeiwert, I = hydraulisches Gefälle und M = angenommene Aquifermächtigkeit, wurden die Einzugsgebiete bzw. Entnahmebreiten der einzelnen angedachten Förderbrunnen berechnet.

Damit ergeben sich Entnahmebreiten im Bereich GWMS 1/12 (stellvertretend für den südlichen Liegenschaftsabschnitt) von etwa 5,5 m.

Bereich Verladegleise

Für die Förderbrunnen innerhalb der Gleisanlagen und den nördlichen Liegenschaftsabschnitt wird ein k_f -Wert von $1,55 \times 10^{-3}$ m/s angenommen. Für den Förderbrunnen GWMS 15/13 flach (stellvertretend für den nördlichen Liegenschaftsabschnitt) ergibt sich rechnerisch bei einer angenommenen Fördermenge von $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$ eine Entnahmebreite von etwa 1,7 m.

In der Anlage 3 sind die für die Sanierungsmaßnahme vorgesehenen Brunnen markiert.

Die Auswahl der Brunnen für die Grundwasserentnahme basiert auf folgender Zielsetzung

- Verhindern des weiteren Abstromes von kontaminiertem Grundwasser über die südliche Liegenschaftsgrenze im Bereich der Messstellengruppen GWMS 1/12, GWMS 2/12, GWMS 3/12 sowie GWMS 4/12, GWMS 5/12 und GWMS 11/12
- Entnahme von Grundwasser innerhalb von Belastungsschwerpunkten und vorhandenen Leichtphasenkörpern zur Verringerung des Schadstoffvorrates.

Auf der Basis der Berechnungen wurden folgende Brunnen und Fördermengen für die Wasserentnahme vorgesehen:

Tabelle 6: geplante Förderbrunnen und Entnahmemengen für Grundwasser

Brunnen	Entnahmerate (m^3/h)
GWMS 01/12	0,5
GWMS 02/12	1,0
GWMS 03/12	1,0
GWMS 04/12	0,5
GWMS 05/12	1,5
GWMS 11/13-flach	1,0
GWMS 12/13-flach	1,0
GWMS 14/13-flach	1,0
GWMS 15/13-flach	1,0
GWMS 16/13-flach	1,0

Bei den Fördermengen in GWMS 01/12 bis GWMS 05/12 sind wir davon ausgegangen, dass innerhalb einer Messstellengruppe bei zeitgleicher Wasserförderung aus zwei bis drei Tiefenabschnitten sich die Wasserspiegelabsenkung und die Absenkreichweite addieren. Insofern haben wir für den jeweils flachen Tiefenabschnitt zunächst eine geringe Förderrate (0,5 m³/h), in den tieferen Abschnitten eine höhere Fördermenge (1,5 m³/h) gewählt. Im tatsächlichen Betrieb ist dann zu prüfen, ob dies ausreicht oder ggf. Veränderungen der Fördermengen im Laufe der Zeit nötig sind.

Berücksichtigt wurde außerdem, dass der Brunnen GWMS 15/13-flach bereits im Zuge des Pumpversuches zwar eine deutliche Abnahme der BTEX-Konzentration zeigte, aufgrund der großen Leichtphasenmächtigkeit (ca. 0,8 m) ein Sanierungsbetrieb hier aber sinnvoll ist. Auch für den Brunnen GWMS 16/13-flach ist trotz nur geringer Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser allein aufgrund der Mächtigkeit der Leichtphase (ca. 0,8 m) die Integration in die Sanierungsmaßnahme zu empfehlen.

Zusätzlich ist zu empfehlen, die jeweils innerhalb eigenständiger Belastungsquellen liegenden Messstellen GWMS 11/13-flach (Bereich Pumpstation 1) und GWMS 12/13-flach (Bereich Pumpstation 2) als Förderbrunnen in die Sanierungsmaßnahme zu integrieren. Im Bereich GWMS 11/13 liegen die höchsten Belastungen im Grundwasser durch BTEX vor.

Durch diesen Umfang der Wasserförderung dürfte erreicht werden, dass die Sanierungsmaßnahme das Kontaminationszentrum im Bereich der Verladegleise, die Belastungsquellen im Bereich der Pumpstationen 1 und 2 sowie den Schwerpunkt im Abstrom erfasst. Über eventuelle Veränderungen der Mengen sowie das Einbeziehen weiterer Brunnen in die Maßnahme sollte im Zuge des Sanierungsbetriebes und der Schadstoffentwicklung entschieden werden.

Da die hydraulischen Kennwerte im Bereich Verladebahnhof 1 offenbar kleinräumig deutlich variieren und verlässliche Daten zur genauen Tiefenlage des Grundwasserspiegels im Zuge des Pumpversuches wegen der vorhandenen Leichtphasenkörper nur teilweise ermittelt werden konnten, wurde vorerst auf eine grafische Darstellung der Strömungsverhältnisse mittels Modellrechnung verzichtet. Eine entsprechende Berechnung samt grafischer Darstellung sollte im Verlauf des Sanierungsbetriebes anhand der dann über einen längeren Zeitraum ermittelten Daten zur Wasserspiegelabsenkung in den Förderbrunnen und den umliegenden Beobachtungspiegeln erfolgen.

Die Beschreibung der für die hydraulische Maßnahme erforderlichen technischen Einrichtungen zur Wasserförderung und Wasseraufbereitung erfolgt im Kapitel 5 (*Konzept für die hydraulische Sanierung*).

3.1.3 Entwicklung der Schadstoffgehalte im Pumpversuch

Im Verlauf des Pumpversuches wurde die Entwicklung der Schadstoffgehalte im geförderten Grundwasser der vier Förderbrunnen überwacht. Die Protokolle der Wasserbeprobungen befinden sich in der Anlage 4, die detaillierten Laborprotokolle der Wasseranalysen in der Anlage 7.

Die Ergebnisse der Konzentrationsentwicklung stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 7: Analysenbefunde während des Pumpversuches

Messstelle	Datum der Probenahme	Parameter				
		BTEX einschl. TMB [$\mu\text{g/l}$]	MTBE [$\mu\text{g/l}$]	MKW [mg/l]	PAK -EPA [$\mu\text{g/l}$]	Eisen [mg/l]
GWMS 01/12	16.09.2014	1.150,00	19,00	0,50	18,67	5,40
	17.09.2014	1.493,00	21,00	0,40	38,14	4,60
	18.09.2014	1.501,00	19,00	0,80	38,45	4,70
GWMS 02/12	19.09.2014	1.944,00	20,00	0,40	7,50	22,00
	20.09.2014	682,00	2,00	0,50	47,41	34,00
	21.09.2014	1.456,00	15,00	0,40	17,04	16,00
GWMS 03/12	22.09.2014	1.445,00	15,00	0,50	26,91	17,00
	23.09.2014	880,00	< 0,5	0,50	25,03	41,00
	24.09.2014	927,00	< 0,5	0,20	10,63	42,00
GWMS 15/13 flach	26.09.2014	3.178,00	67,00	3,50	97,33	1,50
	27.09.2014	1.818,00	38,00	4,40	64,48	2,10
	28.09.2014	221,00	1,50	10,00	119,99	2,40

Zusätzlich wurden die Mächtigkeiten der auf dem Wasserspiegel einzelner Messstellen aufschwimmender Leichtphasen gemessen.

In der folgenden Tabelle sind die Messstellen aufgeführt, in denen Leichtphase festgestellt wurde bzw. die flach ausgebaut sind und den Grundwasserschwankungsbereich erfassen, in dem die Ansammlung von Leichtphasen erfolgt:

Tabelle 8: Mächtigkeiten für Leichtphasen

Datum	Mächtigkeit Leichtphase [m]									
	GWMS 01/12	GWMS 04/12	GWMS 11/13 flach	GWMS 12/13 flach	GWMS 13/13 flach	GWMS 14/13 flach	GWMS 15/13 flach	GWMS 16/13 flach	GWMS 17/13 flach	GWMS 18/13 flach
16.09.2014	0,045	0,475	0,010	0,150	0	0,710	0,770	0,830	0	0
17.09.2014	0,355	0,530	0,010	0,150	0	0,720	0,780	0,835	0	0
18.09.2014	0,050	0,535	0,010	0,065	0	0,730	0,775	0,835	0	0
19.09.2014	0,005	0,535	0,005	0,155	0	0,595	0,775	0,835	0	0
20.09.2014	0,020	0,540	0,005	0,155	0	0,725	0,780	0,840	0	0
21.09.2014	0,025	0,545	0,005	0,155	0	0,730	0,780	0,835	0	0
22.09.2014	0,020	0,455	0,005	0,150	0	0,725	0,785	0,790	0	0
23.09.2014	0,030	0,555	0,005	0,160	0	0,730	0,785	0,795	0	0
24.09.2014	0,030	0,565	0,005	0,155	0	0,725	0,785	0,845	0	0
25.09.2014	0,035	0,565	0,005	0,155	0	0,725	0,785	0,845	0	0
26.09.2014	0,030	0,565	0,005	0,150	0	0,725	0,795	0,830	0	0
27.09.2014	0,035	0,570	0,005	0,160	0	0,730	1,995	0,835	0	0
28.09.2014	0,035	0,575	0,050	0,160	0	0,730	1,875	0,830	0	0

GWMS 1/12

In der GWMS 1/12 ist über die Dauer des Pumpversuches keine wesentliche Veränderung der BTEX-, MTBE- und MKW-Konzentrationen festzustellen. Es deutet sich für BTEX innerhalb von 3 Tagen ein leichter Anstieg von anfangs 1.150 µg/l bis auf 1.501 µg/l am Ende des Pumpversuches an. Auch für MKW liegt zum Ende des Pumpversuches mit 0,8 mg/l ein höherer Befund vor als zu Pumpversuchsbeginn (0,5 mg/l). Der PAK-Wert liegt am Ende des Pumpversuches bei 38,45 µg/l. MTBE zeigt während des Pumpversuches Werte von 19 – 21 µg/l.

GWMS 2/12

In GWMS 2/12 schwanken die Werte für BTEX von anfänglich 1.944 µg/l über 682 µg/l bis zu 1.456 µg/l am Ende des Pumpversuches. Auch für MTBE, MKW und PAK liegen schwankende Werte vor.

GWMS 3/12

Für BTEX, MTBE, MKW und PAK wurden im Zuge des Pumpversuches rückläufige Konzentrationen ermittelt. Für BTEX wurde gegenüber dem Anfangswert von 1.445 µg/l am Ende des Versuches ein Wert von 927 µg/l festgestellt. MTBE wurde zu Beginn des Pumpversuches mit 15 µg/l ermittelt, nach 2 Tagen war MTBE nicht mehr nachweisbar.

GWMS 15/13-flach

Für BTEX war im Verlauf des Pumpversuches eine deutliche Abnahme der Konzentrationen von anfänglich 3.178 µg/l bis auf 221 µg/l am Ende des Versuches nachzuweisen.

Auch MTBE zeigte rückläufige Werte (Anfang: 67 µg/l; Ende: 1,5 µg/l). Die Konzentrationen für MKW (Anfang: 3,5 mg/l; Ende: 10 mg/l) und PAK (Anfang: 97,33 µg/l; Ende: 119,99 µg/l) steigen dagegen an.

Eisen

Im Grundwasser aller abgepumpten Messstellen wurden hohe Eisen-Werte festgestellt, die im Zuge längerfristiger, dauerhafter Wasserentnahmen bei der Technik zur Wasseraufbereitung zu berücksichtigen sind.

Leichtphasen

Einige der flach ausgebauten Messstellen, die den Grundwasserschwankungsbereich erfassen, weisen Leichtphasenkörper auf. Die größten Mächtigkeiten wurden im Bereich der Verladegleise in den Messstellen GWMS 14/13 flach, GWMS 15/13 flach und GWMS 16/13 flach ermittelt. Die Mächtigkeiten schwanken im Zuge des Pumpversuches in GWMS 14/13 flach (max. 0,73 m) und GWMS 16/13 flach (max. 0,845 m) nur wenig. In der GWMS 15/13 flach nimmt die Phasenmächtigkeit von anfänglich 0,77 m bis auf 1,995 m zu.

Eine relativ große Phasenmächtigkeit liegt auch in der Messstelle GWMS 4/12 vor (0,575 m).

In GWMS 1/12 (max. 0,355 m), GWMS 11/13 (max. 0,01 m) und GWMS 12/13 (max. 0,16 m) liegen ebenfalls Leichtphasen, jedoch in deutlich geringerer Mächtigkeit vor. In GWMS 1/12 hat sich die Phasenmächtigkeit während des Pumpversuchs nicht wesentlich verändert.

4. Bewertung

Aus den vorliegenden Befunden lässt sich folgende Gesamtbewertung ableiten:

1. Unter Berücksichtigung der ermittelten BTEX-Gehalte sowie der vorhandenen Leichtphasen im Bereich der Verladegleise und an der südlichen Liegenschaftsgrenze ist ein Schadstoffvorrat ermittelt worden, der geeignet ist auch in Zukunft eine Verunreinigung des Grundwassers durch BTEX zu verursachen, so dass ein anhaltender Abstrom von belastetem Grundwasser über die Liegenschaftsgrenze hinaus nach Süden und Südwesten zu besorgen ist.
2. Das Erfordernis einer Sanierung ist aus unserer Sicht aufgrund folgender Kriterien gegeben:

- Die vorliegenden Schadstoffe (BTEX mit Schwerpunkt bei der Einzelsubstanz Benzol) sind aufgrund ihrer stoffspezifischen Eigenschaften (geringe Viskosität, Toxizität, Wassergefährdungsklasse 3) einer hohen Umweltbelastung zuzuordnen.
 - Es liegt eine Kontamination des Grundwassers vor. Die nachteilige Beeinflussung des Grundwassers durch BTEX ist zu unterbinden.
 - Die bestehende Grundwasserkontamination ist nicht lokal auf die Liegenschaft des Tanklagers Farge beschränkt, sondern hat bereits eine Ausdehnung in Richtung des Grundwasserabstroms erfahren.
 - Aus Sicht des Gewässerschutzes und unter dem Aspekt der Erhaltung des Grundwassers als Grundlage der Trink- und Nutzwassergewinnung ist daher eine Sanierung erforderlich, da eine Gefährdung für das Grundwasser vorhanden ist. Die Sanierung muss die Kontaminationsursachen (Schadensschwerpunkt) erfassen. Ziel der Abstromsicherung ist es, das Abströmen der Verunreinigungen von der Liegenschaft zu verhindern und damit eine Nachlieferung in die Schadstofffahne zu unterbinden sowie die Konzentrationen der Schadstoffe im Grundwasser zu verringern.
3. Durch die bisherigen Untersuchungen an der Messstellengruppe GWMS 01/12, GWMS 02/12 und GWMS 03/12 wurde festgestellt, dass die sanierungsrelevante Grundwasserverunreinigung durch BTEX, und PAK an der Liegenschaftsgrenze bis in Tiefen von ca. 25 m unter GOK reicht (GWMS 03/12). Die Stoffe MTBE und MKW sind in dieser Tiefe nur geringer Konzentration vorhanden und nicht sanierungsrelevant.

Für die verschiedenen Tiefenstufen im Aquifer, die mittels Messstellen erfasst werden (GWMS 01/12: ca. 4 – 8 m unter GOK; GWMS 02/12: ca. 10 – 15 m unter GOK; GWMS 03/12: ca. 20 – 25 m unter GOK) wurde nachgewiesen, dass mittels Pumpbetrieb ein deutlicher Schadstoffaustrag und damit eine Entfrachtung des wassergesättigten Bodens und eine wesentliche Verringerung der Schadstoffgehalte im Grundwasser erfolgen kann.

4. Für die Unterbindung des Schadstoffabstromes von der Liegenschaft mittels einer hydraulischen Maßnahme reicht nicht nur die oberflächennahe Wasserförderung aus den Brunnen GWMS 01/12 und GWMS 04/12 an der südlichen Liegenschaftsgrenze aus. Zusätzlich muss auch Grundwasser aus den tieferen Bereichen (GWMS 02/12, GWMS 03/12, GWMS 05/12) gefördert werden.

Daher ist unter Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse im Zuge einer hydraulischen Sanierungsmaßnahme die Wasserförderung aus den Brunnen GWMS 01/12 bis GWMS 05/12 vorzunehmen, wobei für die dann betriebene Wasserförderung in GWMS 01/12 und GWMS 04/12 ein Abschöpfen der Leichtphase zu berücksichtigen ist.

Die im Zuge des Pumpversuches in GWMS 01/12 festgestellten Mächtigkeiten der Leichtphase waren zwar nur gering (s. Tab. 8). Durch die im Pumpbetrieb während der Sanierung erzeugte dauerhafte Wasserspiegelabsenkung ist jedoch mit einer Zunahme der Phasenmächtigkeiten zu rechnen, ebenso in der Messstelle GWMS 04/12.

Bei der Wasserförderung aus GWMS 01/12 bis GWMS 05/12 ist zu erwarten, dass innerhalb einer Messstellengruppe bei zeitgleicher Wasserförderung aus zwei bis drei Tiefenabschnitten sich die Wasserspiegelabsenkung und die Absenkreichweite addieren. Insofern ist für den jeweils flachen Tiefenabschnitt zunächst eine geringe Förderrate (0,5 m³/h), in den tieferen Abschnitten eine höhere Fördermenge (1,0 m³/h) vorzusehen. Im tatsächlichen Betrieb ist dann zu prüfen, ob dies ausreicht oder ggf. Veränderungen der Fördermengen im Laufe der Zeit nötig sind.

5. Um den Schadstoffvorrat nachhaltig zu verringern und die vorhandenen Leichtphasen zu minimieren, ist im Bereich der Verladegleise auf der Basis der durchgeführten Berechnungen die Wasserförderung und eine Phasenabschöpfung aus drei Brunnen (GWMS 14/13 flach, GWMS 15/13 flach, GWMS 16/13 flach) mit Fördermengen von jeweils 1,0 m³/h vorzusehen.

Berücksichtigt wurde hierbei, dass der Brunnen GWMS 15/13-flach bereits im Zuge des Pumpversuches zwar eine deutliche Abnahme der BTEX-Konzentration zeigte, aufgrund der großen Leichtphasenmächtigkeit (ca. 0,8 m) ein Sanierungsbetrieb hier aber sinnvoll ist.

Auch für den Brunnen GWMS 16/13-flach ist trotz nur geringer Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser daher allein aufgrund der Mächtigkeit der Leichtphase (ca. 0,8 m) die Integration in die Sanierungsmaßnahme zu empfehlen. Bezüglich der Nutzung der GWMS 16/13-flach als Förderbrunnen trotz geringer Schadstoffgehalte ist anzumerken, dass zur Abschöpfung der hier vorhandenen Leichtphase eine Absenkung des Wasserspiegels und damit eine Wasserförderung erfolgen müssen.

6. Zusätzlich ist zu empfehlen, die jeweils innerhalb eigenständiger Belastungsquellen liegenden Messstellen GWMS 11/13-flach (Bereich Pumpstation 1) und GWMS 12/13-flach (Bereich Pumpstation 2) als Förderbrunnen in die Sanierungsmaßnahme zu integrieren. Im Bereich GWMS 11/13 liegen die höchsten Belastungen im Grundwasser durch BTEX vor.

5. Konzept für eine hydraulische Maßnahme im Bereich KF4, Verladebahnhof 1

Anhand der vorliegenden Ergebnisse aus dem Pumpversuch sowie der Erkenntnisse aus den bisherigen Erkundungsschritten (Literaturverzeichnis: [8], [9], [10]), wird nachfolgend der Umfang einer hydraulischen Maßnahme im Bereich Verladebahnhof 1(KF4) dargestellt, insbesondere über:

- technische Durchführung der hydraulischen Maßnahme
- Eckdaten der notwendigen Wasserreinigungsanlage
- Überwachungsmöglichkeiten und Überwachungsumfang bei der Sanierung (begleitende Probenahmen und Analytik).

5.1 Technische Anforderungen und Umfang der geplanten Sanierung

Die Sanierung des Grundwassers kann mittels einer hydraulischen Maßnahme an den Brunnen GWMS 01/12, GWMS 02/12, GWMS 03/12, GWMS 04/12, GWMS 05/12, GWMS 11/13-flach, GWMS 12/13-flach, GWMS 14/13-flach, GWMS 15/13-flach und GWMS 16/13-flach durchgeführt werden (Position der Brunnen vergl. Anlage 3).

Die zu erwartenden Grundwasserbelastungen in den für die Wasserförderung vorgesehenen Brunnen stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 9: Zu erwartende Schadstoffkonzentrationen in den Förderbrunnen bei Beginn einer Sanierung

Brunnen	BTEX einschl. TMB [µg/l]	MTBE [µg/l]	MKW [mg/l]	PAK-EPA [µg/l]	Eisen [mg/l]	Bemerkungen
GWMS 01/12	1.501,00	19,00	0,80	38,45	4,70	Befunde aus dem Pumpversuch; 09.2014
GWMS 02/12	1.456,00	15,00	0,40	17,04	16,00	
GWMS 03/12	927,00	< 0,5	0,20	10,63	42,00	
GWMS 04/12	123,00	< 0,5	< 0,1	1,33	nicht bestimmt	Befunde aus bisherigen Monitoringuntersuchungen; 12.2013
GWMS 05/12	547,00	36,00	0,20	9,63	nicht bestimmt	
GWMS 11/13-flach	8.801,00	< 0,5	0,60	105,46	nicht bestimmt	
GWMS 12/13-flach	937,00	< 0,5	0,60	21,40	nicht bestimmt	
GWMS 14/13-flach	751,00	120,00	0,70	17,98	nicht bestimmt	
GWMS 15/13-flach	221,00	1,50	10,00	119,99	2,40	Befunde aus dem Pumpversuch; 09.2014
GWMS 16/13-flach	nicht nachweisbar	< 0,5	< 0,1	29,74	nicht bestimmt	Befunde aus bisherigen Monitoringuntersuchungen; 12.2013

Aus dem zusätzlich zu den Hauptschadstoffen BTEX, MKW, MTBE und PAK untersuchten Parameter Eisen lässt sich ableiten, dass aufgrund der ermittelten Konzentrationen bei dem Betrieb technischer Einrichtungen wie Förderpumpen, Rohrleitungen und Filterelementen sowie innerhalb der Brunnen mit Verockerungen zu rechnen ist.

5.1.1 Entnahme des Grundwassers

Ziel der Sanierung ist es, das kontaminierte Grundwasser aus dem Aquifer abzupumpen sowie noch an Bodenpartikeln anhaftende Schadstoffe zu lösen und mit dem Grundwasser auszutragen.

Zur Optimierung dieser aufzubereitenden Wassermengen sind die Wasserströme räumlich zusammenzufassen. Hierfür werden die Wasserströme aus den 10 Brunnen zusammengeführt und der Sanierungsanlage zugeleitet.

Die Förderbrunnen werden zunächst mit folgenden Förderraten und Entnahmetiefen betrieben:

Tabelle 10: Geplante Fördermengen

Brunnen	Entnahmerate (m ³ /h)
GWMS 01/12	0,5
GWMS 02/12	1,0
GWMS 03/12	1,0
GWMS 04/12	0,5
GWMS 05/12	1,5
GWMS 11/13-flach	1,0
GWMS 12/13-flach	1,0
GWMS 14/13-flach	1,0
GWMS 15/13-flach	1,0
GWMS 16/13-flach	1,0
Summe	9,5

Somit wird das Grundwasser zunächst kontinuierlich mit einer Rate von insgesamt ca. 9,5 m³/h aus den Brunnen gepumpt. Die Anlagenkomponenten sollten für größere Fördermengen ausgelegt werden, um bei Bedarf den Förderbetrieb anpassen zu können.

Das verunreinigte Grundwasser wird aus den Brunnen unabhängig voneinander gefördert. In allen Brunnen ist eine Unterwasserpumpe einzusetzen, die das Wasser über eine Steigleitung aus der entsprechenden Tiefe fördert.

Die Förderleitungen werden unterflur in ca. 60 cm Tiefe unter GOK frostfrei von den Brunnen zum Standort der Wasseraufbereitung verlegt.

Die Pumpenleistungen werden so gewählt, dass die zu überbrückenden Entfernungen bis zur Aufbereitungsanlage bewältigt werden ohne dass die o.g. Förderraten beeinträchtigt werden.

Die Einstellung des Volumenstroms sowie die Messung der Wasserströme/Mengen erfolgt über entsprechende Mess- und Regeleinrichtungen. An allen erforderlichen Stellen (Rohwasserzulauf jedes einzelnen Förderbrunnens, Ablauf einzelner Komponenten/Stufen der Reinigungsanlage, gereinigtes Ablaufwasser und Abluft nach jedem Filterelement) werden Beprobungsmöglichkeiten eingerichtet.

5.1.2 **Aufbereitung des Grundwassers**

Für die Reinigung des geförderten kontaminierten Grundwassers ist unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus der laufenden Sanierungsmaßnahme im Bereich Verladebahnhof 2 geplant, dass unter Berücksichtigung der vorhandenen Schadstoffe eine kombinierte Aufbereitung mittels Strippanlage und Aktivkohlefiltration zum Einsatz kommt.

Um einen optimalen Reinigungseffekt zu erzielen, wird die Wasseraufbereitung als mindestens zweistufige Strippanlage mit nachgeschalteter zweistufiger Aktivkohlefiltration des Wassers sowie der Abluftreinigung aus der Strippanlage mittels mindestens dreistufiger Aktivkohlefiltration vorgesehen.

Stripptechnik

Das Funktionsprinzip der Gegenstrom-Desorptionsanlage (Strippanlage) basiert darauf, das geförderte Grundwasser über Füllkörper in einer Stripkolonne zu verrieseln. Im Gegenstrom wird Frischluft durch die Kolonne gedrückt oder gesaugt. Die leichtflüchtigen Schadstoffe treten durch die Belüftung in die Gasphase über und werden über den Luftpfad ausgetragen. Die ausgetragene Abluft wird über Aktivkohle gereinigt, das Auslaufwasser der Strippkolonne wird über zwei Wasseraktivkohlefilter geleitet, die die noch verbliebenen Restgehalte der Schadstoffe aus dem Wasser filtern.

Wasseraktivkohlereinigung

Das Funktionsprinzip der Wasserreinigung mittels Aktivkohle basiert darauf, dass das geförderte Grundwasser die Aktivkohlefilter von oben nach unten durchströmt. Die Schadstoffe werden dabei an der Oberfläche der grenzflächenaktiven Aktivkohle angelagert und aufgrund physikalischer Bindungskräfte (VAN-DER-WAALS-Kräfte) reversibel gebunden.

Durch zwei in Reihe geschaltete Filter (1 Arbeitsfilter, 1 Polizeifilter) ist gewährleistet, dass der erste Filter bis auf das Maximum der Beladepazität mit Schadstoffen beaufschlagt werden kann.

Bei einem Wechsel wird der zweite Filter, der in der Regel noch Restkapazitäten zur Aufnahme der Schadstoffe besitzt, an die erste Stelle gerückt. Ein neuer Filter wird als Polzeifilter nachgeschaltet, so dass auf jeden Fall immer gewährleistet ist, dass der zweite Filter unbeladen ist und nur als Polzeifilter fungiert. Das Wasser verlässt gereinigt die Adsorberkonstellation.

Die Größe der Aktivkohlefilter für die Reinigung des Wassers wird zunächst auf eine Fördermenge von ca. 9,5 m³/h ausgelegt. Die Anpassung der Filtergröße an ggf. im Zuge der Sanierung erforderliche, größere Wassermengen bzw. die Möglichkeit für einen problemlosen Austausch der Filterelemente ist vorzusehen.

Ableitung des gereinigten Grundwassers

Das anfallende, gereinigte Wasser wird über eine frostsicher verlegte Leitung zur Versickerung abgeführt.

Bei der Ableitung des Grundwassers werden unter Berücksichtigung der Auflagen der bereits vorhandenen wasserrechtlichen Erlaubnis für die Sanierung im Bereich Verladebahnhof 2 als Grenzwerte für die Einleitung als Versickerung folgende Konzentrationen vorgesehen:

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

Gereinigte Abluft der Luftaktivkohlefilter:

BTEX	= 20 mg/m ³
------	------------------------

Da im geförderten Grundwasser mit Eisen-Ausfällungen beim Pumpbetrieb zu rechnen ist, wird den Aktivkohlefiltern eine Enteisenung vorgeschaltet.

5.1.3 Phasenabschöpfung

Die Phasenabschöpfung soll in 7 Brunnen erfolgen, die im Zuge des Pumpversuches folgende Phasenmächtigkeiten aufwiesen:

Tabelle 11: Phasenmächtigkeiten

Brunnen	bisher ermittelte maximale Mächtigkeit Leichtphase [m]
GWMS 01/12	0,355
GWMS 04/12	0,575
GWMS 11/13-flach	0,010
GWMS 12/13-flach	0,160
GWMS 14/13-flach	0,730
GWMS 15/13-flach	1,995
GWMS 16/13-flach	0,845

Die abgeschöpfte Phase wird in einem geeigneten Vorlagebehälter direkt an dem jeweiligen Brunnen aufgefangen und gesammelt und ordnungsgemäß entsorgt.

Da es sich bei der geringviskosen Phase um kraftstoffartige Produkte handelt, wird das Phasenabschöpfsystem ex-geschützt konzipiert. Das Abschöpfsystem wird automatisch betrieben, d.h. es erfolgt eine automatische Nachjustierung der Absaug-/Abschöpfereinheiten, je nach Wasserstand bzw. Mächtigkeit der Phasenschicht, sowie ein Abschalten der Förderung bei Erreichen des maximalen Füllstandes der Vorlagebehälter.

5.1.4 Standort der Sanierungsanlage

Die Position der Sanierungsanlage ist in Abhängigkeit der örtlichen Verhältnisse und der weiteren Nutzungen festzulegen. Die betroffene Fläche ist für die Aufstellung der Anlage entsprechend standsicher und eben, z.B. durch eine verdichtete Schotterauflage, herzustellen. Insgesamt ist mit einem Platzbedarf von ca. 200 m² zu rechnen.

Für die Standorte der Vorlagebehälter und ggf. geplanter zusätzlicher Einrichtungen bei der Phasenabschöpfung, sind die Stellplätze ebenfalls standsicher und eben herzustellen. Je Abschöpfsystem/Auffangbehälter ist mit einem Platzbedarf von ca. 5 m² zu rechnen.

Bei der Wahl des Standortes der Sanierungsanlage sollten eine möglichst zentrale Lage zu den verschiedenen Brunnen und möglichst kurze Leitungswege vorgesehen werden. Nach derzeitigem Planungsstand und der aktuellen örtlichen Verhältnisse wäre als geeigneter Standort ein Bereich entlang der bereits vorhandenen Infrastruktur (befestigte Zuwegungen; Strom- und Wasserversorgung) zu empfehlen (siehe Anlage 3).

5.2 Sanierungsüberwachung

Die Kontrolle der Grundwassersanierung umfasst die monatliche Beprobung und Analyse des ungefilterten Rohwassers aus den jeweiligen Förderbrunnen, des gereinigten Ablaufwassers der Strippkolonnen und des gefilterten Ablaufwassers nach den Aktivkohlefiltern.

Zusätzlich wird die gereinigte Abluft der Luftaktivkohlefilter kontrolliert.

Zu Beginn der Maßnahme ist eine wöchentliche Kontrolle des Rohwassers sowie des gereinigten Ablaufwassers und der Abluft zum Nachweis der einwandfreien Funktion bzw. Reinigungsleistung der Anlage vorzusehen.

Eine Überprüfung der Phasenmächtigkeiten in den betroffenen Brunnen sowie der geförderten Phasenmengen ist parallel zu den Kontrolluntersuchungen der Reinigungsanlage durchzuführen.

Mittels eines Grundwassermonitorings an ausgewählten Messstellen wird die Entwicklung der Schadstoffgehalte im Grundwasser im Umfeld der Sanierungsbrunnen sowie im Grundwasserabstrom überprüft. Hierdurch soll dargestellt werden, ob und in welchem Umfang die hydraulische Maßnahme zu der geplanten Minimierung des Abstromes von belastetem Grundwasser führt. In das Monitoring sind folgende Messstellen einzubinden:

- GWMS 11/12
- GWMS 11/13 mittel
- GWMS 12/13 mittel
- GWMS 12/13 tief
- GWMS 13/13 flach
- GWMS 13/13 mittel
- GWMS 13/13 tief
- GWMS 14/13 mittel
- GWMS 14/13-tief
- GWMS 15/13 mittel
- GWMS 16/13 mittel
- GWMS 17/13 flach
- GWMS 17/13 mittel
- GWMS 18/13 flach
- GWMS 18/13 mittel
- GWMS 19/13 flach
- GWMS 19/13 mittel
- GWMS 19/13 tief
- GWMS 20/13 flach
- GWMS 20/13 mittel
- GWMS 20/13 tief
- 2 - 3 zusätzliche neue GWMS im Abstrom (Bereich der Straße Witteborg).

Die Untersuchung der Beobachtungspegel erfolgt im halbjährlichen Abstand (vgl. nachfolgende Tabelle).

Die Ergebnisse der Sanierung werden regelmäßig in Berichten dokumentiert.

Tab. 12: Geplante Kontrolle der Grundwassersanierung in den ersten 12 Monaten des Sanierungsbetriebes

Monat	Woche	Förderbrunnen	Beobachtungs- messstellen	Gereinigtes Ablauf- wasser und gereinigte Abluft
1	1	X		X
	2	X		X
	3	X		X
	4	X		X
2		X		X
3		X		X
4		X		X
5		X		X
6		X	X	X
7		X		X
8		X		X
9		X		X
10		X		X
11		X		X
12		X	X	X

Ob und über welchen Zeitraum der Sanierungs- und Überwachungsmodus in dem hier konzipierten Umfang aufrechterhalten wird, ist von den Ergebnissen abhängig zu machen, die im Zuge der Maßnahme selbst gewonnen werden. Bei Bedarf sind Veränderungen in der Anlagentechnik und bei den Kontrolluntersuchungen vorzunehmen, um die Sanierung so effizient wie möglich zu betreiben.

5.3 Sanierungsziel

Mit der Grundwassersanierung wird beabsichtigt, das vorhandene Schadstoffpotential in der wassergesättigten Zone und im Übergang wassergesättigte/wasserungesättigte Bodenzone soweit wie möglich mit verhältnismäßigem Aufwand zu verringern. Zusätzlich ist die geplante Maßnahme als vergleichsweise schnell umzusetzende Maßnahme insbesondere für die Abstromsicherung anzusehen.

5.4 Erforderliche Zulassungen

Für die Entnahme des Grundwassers und die Ableitung des gereinigten Wassers sind unter Vorlage der aktuellen Sanierungsplanung wasserrechtliche Anträge bei der zuständigen Behörde zu stellen.

6. Zusammenfassung

Die HPC AG wurde von Immobilien Bremen mit Sanierungsuntersuchungen (Pumpversuch) im Bereich Verladebahnhof 1 auf der Liegenschaft des Tanklagers Bremen Farge beauftragt. Die Arbeiten erfolgten im Zeitraum September – November 2014.

Anlass der durchzuführenden Untersuchungen auf der Liegenschaft waren die bisherigen Ergebnisse aus der Erkundung der kontaminierten Fläche KF4, die Eintragsquellen für die Grundwasserverunreinigung insbesondere durch BTEX im Bereich der Verladegleise des Verladebahnhofs 1 sowie im Bereich der Pumpstationen 1 und 2 zeigte.

Ausgehend von den Belastungsschwerpunkten wurde ein Abstrom der BTEX-Belastung, untergeordnet auch von MTBE, PAK und MKW im Grundwasser insbesondere nach Süden über die Grundstücksgrenze hinaus festgestellt.

Die Kontamination hat sich innerhalb des Grundwasserabstromes weiter bis in die Tiefe von ca. 38 m verlagert.

Durch die in einem Kontaminationsschwerpunkt (Bereich Verladegleise) und im Abstrom an der Liegenschaftsgrenze durchgeführten Pumpversuche wurden die hydraulischen Parameter des Aquifers bestimmt.

Unter Berücksichtigung der ermittelten Schadstoffgehalte sowie des vorhandenen Phasenkörpers im Bereich des Verladegleises 1 und unmittelbar an der südlichen Liegenschaftsgrenze ist ein Schadstoffvorrat ermittelt worden, der geeignet ist, auch in Zukunft eine anhaltende Verunreinigung des Grundwassers durch BTEX, MTBE, MKW und PAK zu verursachen, so dass ein anhaltender Abstrom von belastetem Grundwasser über die Liegenschaftsgrenze hinaus nach Süden zu besorgen ist.

Es besteht eine Gefährdung für bestehende bzw. künftige Grundwassernutzungen.

Das Erfordernis für Sanierungsmaßnahmen ist gegeben, wobei durch entsprechende Maßnahmen insbesondere der derzeit anhaltende Schadstoffabstrom von der Liegenschaft zu minimieren ist.

Es ist geplant, an einem zentralen Standort eine Sanierungsanlage, bestehend aus einer kombinierten Anlage zur Wasseraufbereitung mittels Strippanlage und Aktivkohlefiltration sowie einer Enteisenung, aufzustellen und über derzeit 10 Brunnen kontaminiertes Wasser (insgesamt zunächst ca. 9,5 m³/h) aus dem Untergrund zu entnehmen und in der Reinigungsanlage zu dekontaminieren. Die Ableitung des gereinigten Wassers kann in einen noch zu erstellenden Graben als Versickerung erfolgen. Alternativ sollte die Einleitung in den vorhandenen Überlaufteich der liegenschaftseigenen Kläranlage geprüft werden.

Die Anlage muss neben der Aufbereitung und Abreinigung des geförderten Grundwassers auch Komponenten zur Phasenabschöpfung und Phasensammlung beinhalten.

Neben der regelmäßigen Kontrolle der Reinigungsleistung der Anlage wird mittels eines Grundwassermonitorings an ausgewählten Messstellen die Entwicklung der Schadstoffgehalte im Umfeld der Förderbrunnen und im Grundwasserabstrom sowie der Sanierungserfolg überprüft. Hierdurch soll dargestellt werden, ob und in welchem Umfang die hydraulische Maßnahme zur Minimierung des Abstromes von belastetem Grundwasser führt.

7. Literaturverzeichnis

- [1] Bericht der HPC AG vom 26.01.2009: *Tanklager Bremen-Farge LKNr. 220 038, Detailerkundung der Grundwasserkontamination (Phase IIb) im Bereich Verladebahnhof 2*
- [2] Bericht der HPC AG vom 21.12.2009: *Tanklager Bremen-Farge LKNr. 220 038, Detailerkundung der Grundwasserkontamination (Phase IIb) im Bereich Verladebahnhof 2 – Bericht zum 2. Erkundungsschritt*
- [3] Bericht der HPC AG vom 30.07.2010: *Tanklager Bremen-Farge LKNr. 220 038, Erfassung von kontaminationsverdächtigen Flächen KVF im Rahmen der Phase I*
- [4] Bericht der HPC AG vom 20.10.2011: *Orientierende Erkundung von Kontaminationsverdachtsflächen (Phase IIa) im Bereich Tanklager Bremen-Farge.*
- [5] Stellungnahme Oberfinanzdirektion Niedersachsen, Hannover, 17.02.2012: *Stellungnahme zur Orientierenden Erkundung von Kontaminationsverdachtsflächen (Phase IIa) im Bereich Tanklager Bremen Farge*
- [6] Zwischenbericht HPC AG vom 18.09.2012: *Tanklager Farge; Untersuchung von KVF Phase IIb; Ergebnisse bisheriger DP-Sondierungen; Einrichten von Grundwassermessstellen*
- [7] Oberfinanzdirektion Niedersachsen, Hannover, 22.10.2012: *Stellungnahme zum Zwischenbericht HPC AG vom 18.09.2012*
- [8] Bericht der HPC AG vom 08.03.2013: *Tanklager Bremen Farge LKNr. 220 038, Erkundung von Kontaminationsverdachtsflächen (Phase IIb) im Bereich Tanklager Bremen Farge*
- [9] Stellungnahme der OFD vom 02.04.2013 zu Vorschlägen des SUBV-Bremen hinsichtlich Lage von Ansatzpunkten für DP-Sondierungen vom 28.03.2013
- [10] Bericht der HPC AG vom 27.02.2014: *Tanklager Bremen Farge LKNr. 220 038, Erkundung von Kontaminationsverdachtsflächen (Phase IIb-2) im Bereich Tanklager Bremen Farge*

- [11] Bericht (Entwurf) der HPC AG vom 25.07.2014: Tanklager Bremen Farge LKNr. 220 038, Detailuntersuchungen von kontaminierten Flächen (Phase IIb-3) im Bereich Tanklager Bremen Farge, Kurzbericht: Errichtung von Grundwassermessstellen im Abstrom Verladebahnhof 1.
- [12] Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserschadensfällen“, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Januar 1994.
- [13] Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Dezember 2004.
- [14] „Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)“, 17.03.1998, BGBl. I 1998.
- [15] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), 12.07.1999, BGBl. I 1999.

Dr. A. R. Behbehani

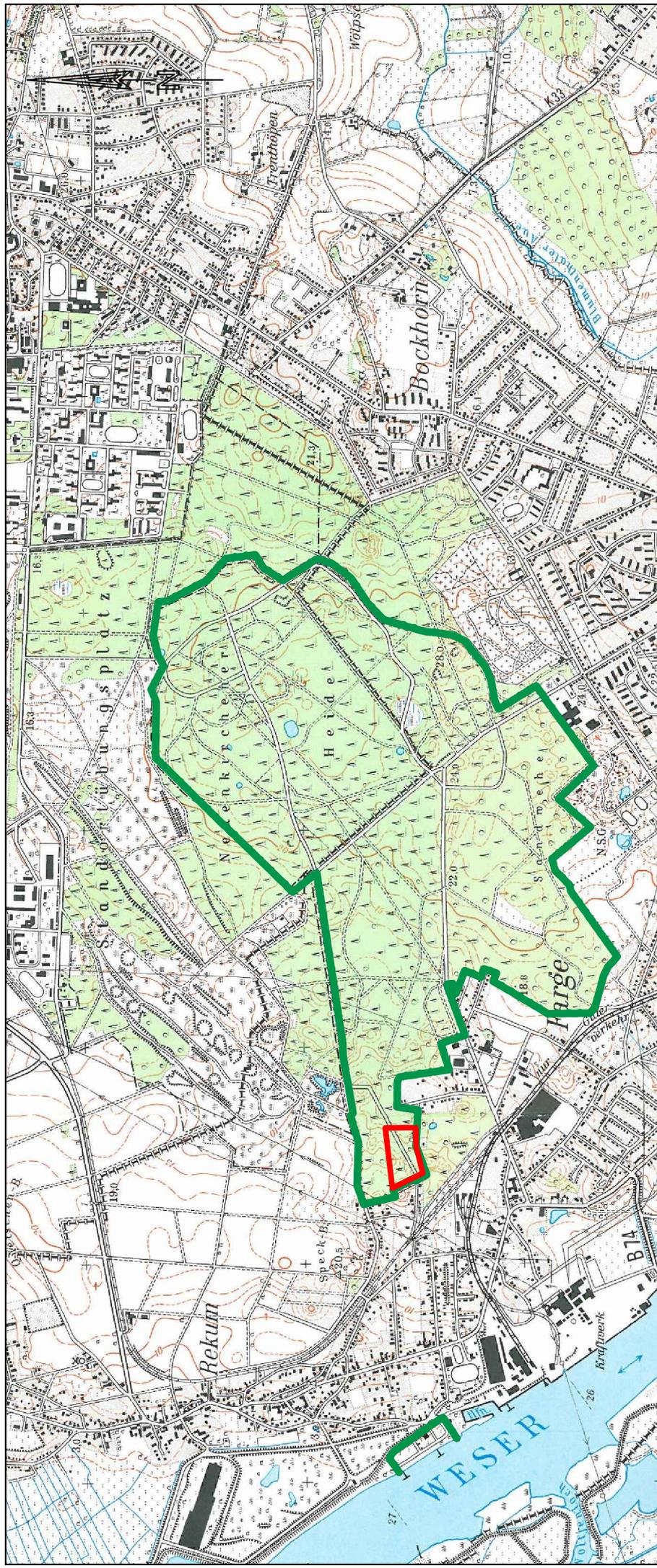
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Kontaminationen von Boden, Bodenluft und Grundwasser

Dipl. Geol. O. Böcker

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

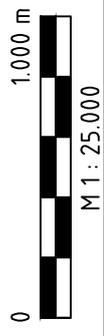
Anlagen

- 1 **Übersichtslageplan**



Legende:

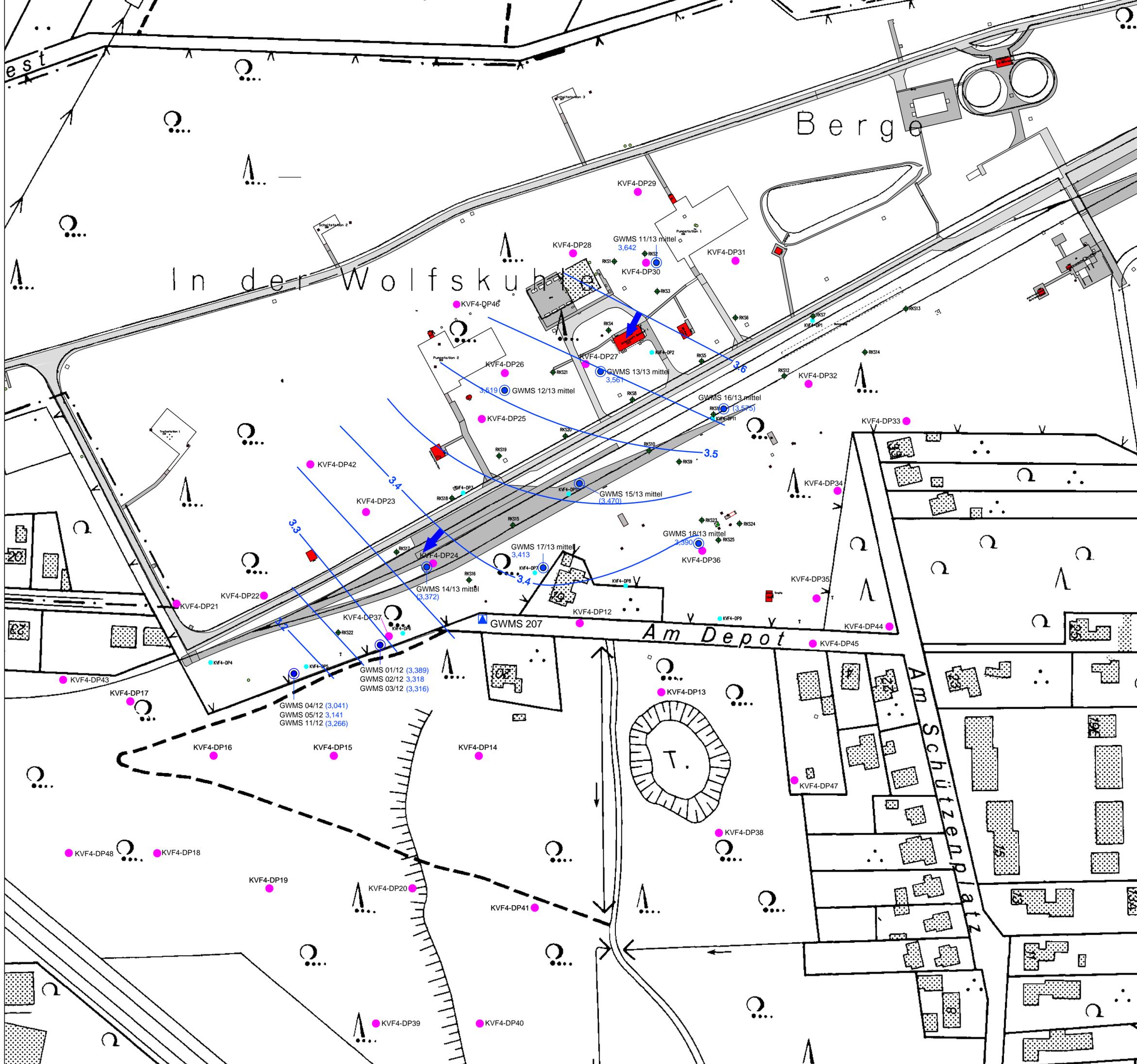
-  Grenze des Tanklagers
-  Lage Verladebahnhof I



Projekt:		Anlage: 1	
Pumpversuche im Bereich Verladebahnhof I Tanklager Farge, Bremen		Maßstab: 1 : 25.000	
Darstellung:		Projekt-Nr.: 2141072_D.dwg	
Übersichtslageplan (Quelle: TK 25, Blatt 2717 Schwanewede)		Name:	
Bauherr/Auftraggeber:		Datum:	
Freie und Hansestadt Bremen		26.11.2014	
Senatorin für Finanzen		gezeichnet: la	
Geschäftsbereich Bundesbau		geprüft:	
Hanseatenhof 5		DIN- / Plan- größe m²:	
28195 Bremen		Planverfasser:	
P:\Jahr 2014\2141072\Zeichnungen\2141072_D.dwg 08:52:01		HPC AG	
		Wilhelm-Herbst-Straße 5, 28359 Bremen	
		Telefon: 0421 / 202430-0, Fax: 0421 / 217010	

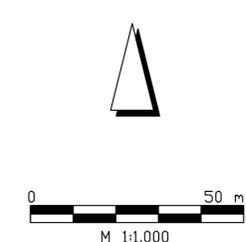


**- 2 Lageplan mit Darstellung der Position von
Grundwassermessstellen und Grundwasserfließrichtung
am 16.09.2014**



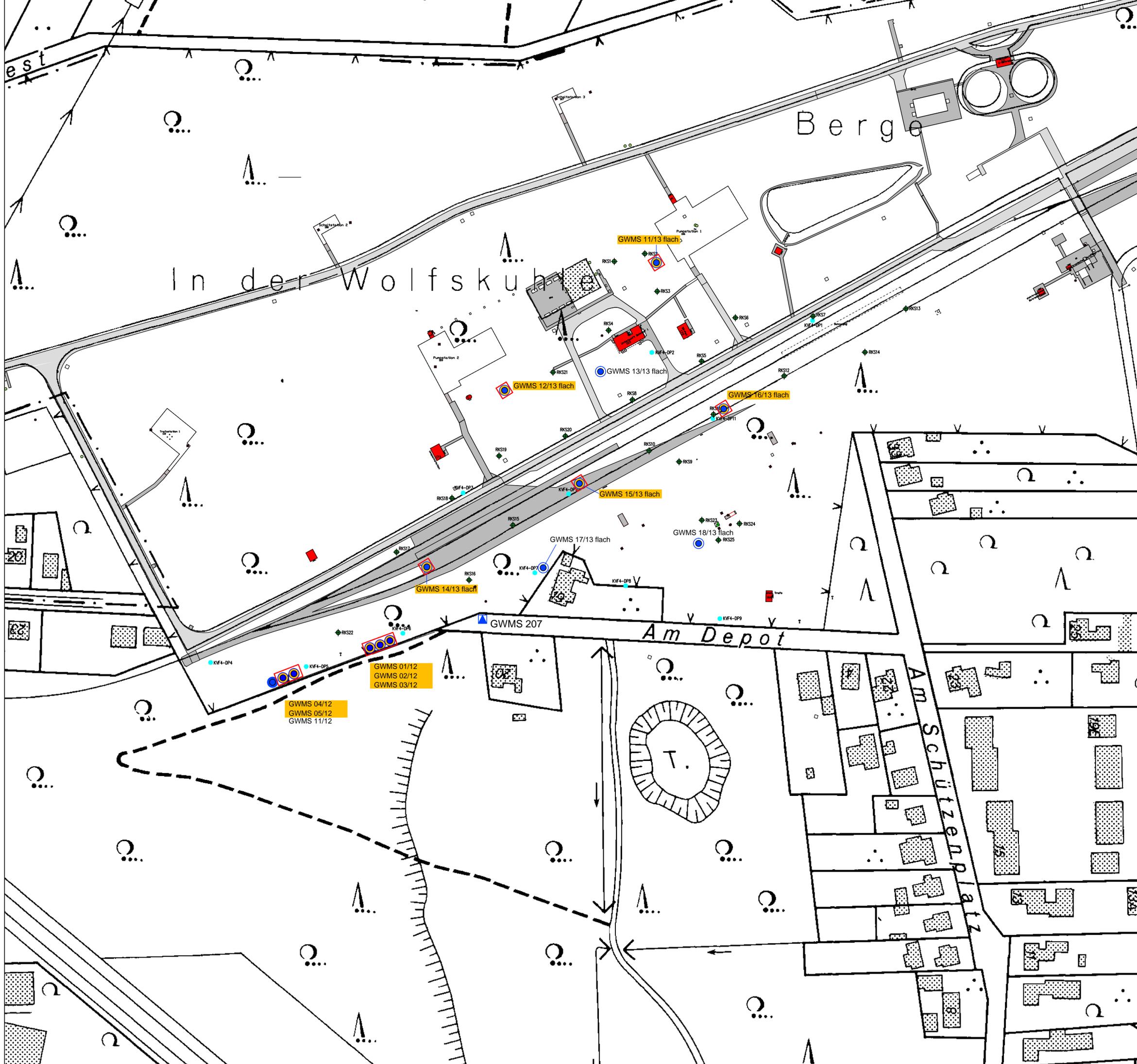
Legende:

- RKS16 Rammkernsondierung (Phase IIa)
- KVF2-DP2 Direct-Push-Sondierung (Phase IIa)
- ▲ GWMS 207 Grundwassermessstelle
- KVF4-DP16 Direct-Push-Sondierung (Phase IIb und IIb-2)
- GWMS 02/12 Grundwassermessstelle mit Angabe des Wasserstandes in m ü. NN
- Grundwassergleichenlinie mit Angabe des Wasserstandes in m ü. NN
- Grundwasserfließrichtung

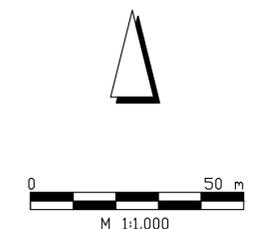


Projekt: Pumpversuche im Bereich Verladebahnhof I Tanklager Farge, Bremen		Anlage: 2								
Maßstab: 1:1.000		Projekt-Nr.: 2141072_A_3.dwg								
Darstellung: -Verladebahnhof I- Lageplan mit Darstellung der Grundwasserhöhen, Grundwassergleichen und Grundwasserfließ- richtung vom 16.09.2014		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Datum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gezeichnet</td> <td>25.02.2015</td> </tr> <tr> <td>geprüft</td> <td>25.02.2015</td> </tr> <tr> <td>DIN / Plan- größe m²:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Name	Datum	gezeichnet	25.02.2015	geprüft	25.02.2015	DIN / Plan- größe m²:	
Name	Datum									
gezeichnet	25.02.2015									
geprüft	25.02.2015									
DIN / Plan- größe m²:										
Bauherr/Auftraggeber: Bundesbau für Immobilien Bremen AöR Bundesbau Theodor Heuss Allee 14 22815 Bremen		Planverfasser: HPC AG Wilhelm-Herbst-Straße 5, 28359 Bremen Telefon: 0421 / 202430-0, Fax: 0421 / 217010								

**- 3 Lageplan mit Darstellung der Lage geplanter
Förderbrunnen**



- Legende:**
- RKS16 Rammkernsondierung (Phase IIa)
 - KVF2-DP2 Direct-Push-Sondierung (Phase IIa)
 - GWMS 207 Grundwassermessstelle
 - GWMS 11/12 Grundwassermessstelle
 - GWMS 11/13 flach Schacht mit Förderbrunnen



Projekt: Pumpversuche im Bereich Verladebahnhof I Tanklager Farge, Bremen		Anlage: 3										
Maßstab: 1:1.000		Projekt-Nr.: 2141072_F.dwg										
Darstellung: -Verladebahnhof I- Lageplan mit Darstellung der Lage geplanter Förderbrunnen		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Datum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearbeiter:</td> <td>17.08.2015</td> </tr> <tr> <td>gezeichnet:</td> <td>17.08.2015</td> </tr> <tr> <td>geprüft:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DIN / Plan größe m²:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Name	Datum	Bearbeiter:	17.08.2015	gezeichnet:	17.08.2015	geprüft:		DIN / Plan größe m²:	
Name	Datum											
Bearbeiter:	17.08.2015											
gezeichnet:	17.08.2015											
geprüft:												
DIN / Plan größe m²:												
Bauherr/Auftraggeber: Bundesbau bei Immobilien Bremen AöR Bundesbau Theodor Heuss Allee 14 22815 Bremen		Planverfasser: HPC DAS INGENIEURUNTERNEHMEN HPC AG Wilhelm-Herbst-Straße 5, 28359 Bremen Telefon: 0421 / 202430-0, Fax: 0421 / 217010										

**- 4 Protokolle der Wasserbeprobung aus
Grundwassermessstellen (Pumpversuch)**

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung: GWMS 15/13 flach										
Auftraggeber: Immob. HB		Datum: 28.09.2014										
Einsatzort: Tanklager Farge		Uhrzeit: 09:50										
Verladebahnhof 1		Witterung: sonnig										
Probenehmer: Frau Pfeifer		Temp.[°C]: 12										
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____		H: _____										
Art der Messstelle: _____		mm: 125										
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)												
Bez.-P. über/unter GOK [+-m]: +0,56		Bezugspunkt [mNN] ¹ : 9,01										
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: 7,875/6,000		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : 1,135/3,01										
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: 9,98		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : 10,0 m										
Phasendicke [cm]: 187,5		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : 4,0-10,0										
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____												
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____												
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: 8,00		Pumpentyp: Grundfos SP 2 A 6										
Förderleistung Pumpe [m³/h]: 1,5		Pumpdauer bis Probenahme [min]: s. PV-Protokolle										
Absenkung Wasserspiegel [m]: _____		Pumpmenge bis Probenahme [l]: s. PV-Protokolle										
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor												
Vor-Ort-Parameter												
Zeit	Zählerstand	Wasserstand	pH	elektr. LF	Sauerstoff		Temp.	Redoxpotenzial		Färbung	Trübung	Geruch
[min]	[m³]	[m u. Bez.-P.]		[µS/cm]	[mg/l]	[%]	[°C]	Abl. [mV]	Korr. [mV]			
09:50	605,889	7,875/6,000	6,06	693	2,25		12,4	-28		blassgelb	leicht	oelig
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i				LF: _____		O2: _____		Redoxpot.: _____				
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig												
Probenliste												
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze			Probentransp.	
		HS	Glas	PE	Glas	KS					Abd.	Kü.
PV GWMS 15/13 flach (3)	1.000		2			x					x	x
	20	3				x					x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]: SGS, 29.09.2014, 10:00 Uhr												
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung												
Bemerkungen												

28.09.2014 gez. Pfeifer
Datum / Unterschrift Probenehmer

28.09.2014
Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung: GWMS 15/13 flach										
Auftraggeber: Immob. HB		Datum: 27.09.2014										
Einsatzort: Tanklager Farge		Uhrzeit: 09:40										
Verladebahnhof 1		Witterung: sonnig										
Probenehmer: Frau Pfeifer		Temp.[°C]: 11										
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____		H: _____										
Art der Messstelle: _____		mm: 125										
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)												
Bez.-P. über/unter GOK [+-m]: +0,56		Bezugspunkt [mNN] ¹ : 9,01										
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: 7,990		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : 1,02/3,015										
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: 9,98		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : 10,0 m										
Phasendicke [cm]: 200,5		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : 4,0-10,0										
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____												
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____												
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: 8,00		Pumpentyp: Grundfos SP 2 A 6										
Förderleistung Pumpe [m³/h]: 1,5		Pumpdauer bis Probenahme [min]: s. PV-Protokolle										
Absenkung Wasserspiegel [m]: _____		Pumpmenge bis Probenahme [l]: s. PV-Protokolle										
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor												
Vor-Ort-Parameter												
Zeit	Zählerstand	Wasserstand	pH	elektr. LF	Sauerstoff		Temp.	Redoxpotenzial		Färbung	Trübung	Geruch
[min]	[m³]	[m u. Bez.-P.]		[µS/cm]	[mg/l]	[%]	[°C]	Abl. [mV]	Korr. [mV]			
09:40	571,613	7,990/5,995	6,10	597	2,79		12,4	-28		blassgelb	-	oelig
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i				LF: _____		O2: _____		Redoxpot.: _____				
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig												
Probenliste												
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze			Probentransp.	
		HS	Glas	PE	Glas	KS					Abd.	Kü.
PV GWMS 15/13 flach (2)	1.000		2			x					x	x
	20	3				x					x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]: SGS, 29.09.2014, 10:00 Uhr												
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung												
Bemerkungen												

27.09.2014 gez. Pfeifer
 Datum / Unterschrift Probenehmer

27.09.2014
 Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung: GWMS 15/13 flach									
Auftraggeber: Immob. HB		Datum: 26.09.2014									
Einsatzort: Tanklager Farge		Uhrzeit: 11:34									
Verladebahnhof 1		Witterung: bewölkt									
Probenehmer: Frau Pfeifer		Temp.[°C]: 14									
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____		H: _____									
Art der Messstelle: _____		mm: 125									
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK		<input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)									
Bez.-P. über/unter GOK [+-m]: +0,56		Bezugspunkt [mNN] ¹ : 9,01									
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: 5,835/7,780		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : 1,02/3,015									
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: 9,98		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : 10,0 m									
Phasendicke [cm]: ~200		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : 4,0-10,0									
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe		<input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____									
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC		<input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____									
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: 8,0 m u. POK		Pumpentyp: Grundfos SP 2 A 6									
Förderleistung Pumpe [m³/h]: 1,5		Pumpdauer bis Probenahme [min]: 30									
Absenkung Wasserspiegel [m]: _____		Pumpmenge bis Probenahme [l]: s. PV-Protokolle									
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor											
Vor-Ort-Parameter											
Zeit	Zählerstand	Wasserstand	pH	elektr. LF	Sauerstoff	Temp.	Redoxpotenzial	Färbung	Trübung	Geruch	
[min]	[m³]	[m u. Bez.-P.]		[µS/cm]	[mg/l] [%]	[°C]	Abl. [mV] Korrr. [mV]				
11:34	537,949	7,780/5,835	6,67	599	3,19	14,6	-98	blassgelb	-	oelig	
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i				LF: _____		O2: _____		Redoxpot.: _____			
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korrr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig											
Probenliste											
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze		Probentransp.	
		HS	Glas	PE	Glas	KS				Abd.	Kü.
PV GWMS 15/13 flach (1)	1.000		2			x				x	x
	20	3				x				x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]: SGS, 26.09.2014, 14:00 Uhr											
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung											
Bemerkungen											

26.09.2014 gez. Pfeifer
Datum / Unterschrift Probenehmer

26.09.2014
Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung:		GWMS 03/12							
Auftraggeber: Immob. HB		Datum: 24.09.2014									
Einsatzort: Tanklager Farge		Uhrzeit: 07:55									
Verladebahnhof 1		Witterung: bewölkt									
Probenehmer: Frau Pfeifer		Temp.[°C]: 12									
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____		H: _____									
Art der Messstelle:		mm: 125									
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)											
Bez.-P. über/unter GOK [+/-m]: +0,605		Bezugspunkt [mNN] ¹ :		8,571							
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: 7,955		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ :		0,616							
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: 25,00		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ :		25,50 m							
Phasendicke [cm]:		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ :		20,0-25,0							
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____											
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____											
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: 24,00		Pumpentyp: Grundfos SP2 A9									
Förderleistung Pumpe [m³/h]: s. PV-Protokolle		Pumpdauer bis Probenahme [min]:		s. PV-Protokolle							
Absenkung Wasserspiegel [m]: s. PV-Protokolle		Pumpmenge bis Probenahme [l]:		s. PV-Protokolle							
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor											
Vor-Ort-Parameter											
Zeit	Zählerstand	Wasserstand	pH	elektr. LF	Sauerstoff	Temp.	Redoxpotenzial	Färbung	Trübung	Geruch	
[min]	[m³]	[m u. Bez.-P.]		[µS/cm]	[mg/l] [%]	[°C]	Abl. [mV] Korr. [mV]				
	537,020	7,955	6,00	408	2,08	11,6	87	-	-	sehr schwach Ölgeruch	
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i		LF:		O2:		Redoxpot.:					
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig											
Probenliste											
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze		Probentransp.	
		HS	Glas	PE	Glas	KS				Abd.	Kü.
PV GWMS 03/12	1.000		2			x				x	x
	20	3				x				x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]:						SGS, 24.09.2014, 12:00 Uhr					
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung											
Bemerkungen											

24.09.2014 gez. Pfeifer
Datum / Unterschrift Probenehmer

24.09.2014
Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung:		GWMS 03/12						
Auftraggeber: Immob. HB		Datum: 23.09.2014								
Einsatzort: Tanklager Farge		Uhrzeit: 09:20								
Verladebahnhof 1		Witterung: sonnig								
Probenehmer: Frau Pfeifer		Temp.[°C]: 12								
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____		H: _____								
Art der Messstelle:		mm: 125								
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)										
Bez.-P. über/unter GOK [+/-m]: +0,605		Bezugspunkt [mNN] ¹ : 8,571								
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: 7,870		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : 0,701								
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: 25,00		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : 25,50 m								
Phasendicke [cm]:		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : 20,0-25,0								
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: 24,00		Pumpentyp: Grundfos SP2 A9								
Förderleistung Pumpe [m³/h]: 2,5		Pumpdauer bis Probenahme [min]: s. PV-Protokolle								
Absenkung Wasserspiegel [m]: s. PV-Protokolle		Pumpmenge bis Probenahme [l]: s. PV-Protokolle								
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor										
Vor-Ort-Parameter										
Zeit	Zählerstand	Wasserstand	pH	elektr. LF	Sauerstoff	Temp.	Redoxpotenzial	Färbung	Trübung	Geruch
[min]	[m³]	[m u. Bez.-P.]		[µS/cm]	[mg/l] [%]	[°C]	Abl. [mV] Korr. [mV]			
	489,547	7,870	5,97	427	2,01	10,8	71	-	-	-
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i		LF: _____		O2: Multi 197i		Redoxpot.: _____				
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig										
Probenliste										
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze	Probentransp.	
		HS	Glas	PE	Glas	KS			Abd.	Kü.
PV GWMS 03/12 (1)	1.000		2			x			x	x
	20	3				x			x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]:						SGS, 24.09.2014, 14:00 Uhr				
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung										
Bemerkungen										

23.09.2014 gez. Pfeifer
 Datum / Unterschrift Probenehmer

23.09.2014
 Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung:		GWMS 03/12						
Auftraggeber: <u>Immobil. HB</u>		Datum: <u>22.09.2014</u>								
Einsatzort: <u>Tanklager Farge</u>		Uhrzeit: <u>11:45</u>								
<u>Verladebahnhof 1</u>		Witterung: <u>Regen</u>								
Probenehmer: <u>Frau Pfeifer</u>		Temp.[°C]: <u>14</u>								
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____ H: _____										
Art der Messstelle:		mm: 125								
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)										
Bez.-P. über/unter GOK [+/-m]: <u>+0,605</u>		Bezugspunkt [mNN] ¹ : <u>8,571</u>								
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: <u>7,495</u>		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : <u>1,076</u>								
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: <u>25,00</u>		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : <u>25,50 m</u>								
Phasendicke [cm]: _____		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : <u>20,0-25,0</u>								
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: <u>24,00</u>		Pumpentyp: <u>Grundfos SP2 A9</u>								
Förderleistung Pumpe [m³/h]: <u>2,5</u>		Pumpdauer bis Probenahme [min]: <u>s. PV-Protokolle</u>								
Absenkung Wasserspiegel [m]: <u>s. PV-Protokolle</u>		Pumpmenge bis Probenahme [l]: <u>s. PV-Protokolle</u>								
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor										
Vor-Ort-Parameter										
Zeit	Zählerstand	Wasserstand	pH	elektr. LF	Sauerstoff	Temp.	Redoxpotenzial	Färbung	Trübung	Geruch
[min]	[m³]	[m u. Bez.-P.]		[µS/cm]	[mg/l] [%]	[°C]	Abl. [mV] Korr. [mV]			
	444,..	7,495	6,00	381	1,78	11,7	43	-	-	-
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i LF: O2: Multi 197i Redoxpot.: _____										
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig										
Probenliste										
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze	Probentransp.	
		HS	Glas	PE	Glas	KS			Abd.	Kü.
PV GWMS 03/12 (1)	1.000		2			x			x	x
	20	3				x			x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]: <u>SGS, 22.09.2014, 15:00 Uhr</u>										
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung										
Bemerkungen										

22.09.2014 gez. Pfeifer
Datum / Unterschrift Probenehmer

22.09.2014 _____
Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung:		GWMS 02/12						
Auftraggeber: <u>Immobil. HB</u>		Datum: <u>21.09.2014</u>								
Einsatzort: <u>Tanklager Farge</u>		Uhrzeit: <u>14:25</u>								
<u>Verladebahnhof 1</u>		Witterung: <u>sonnig</u>								
Probenehmer: <u>Frau Pfeifer</u>		Temp.[°C]: <u>20</u>								
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____ H: _____										
Art der Messstelle:		mm: 125								
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)										
Bez.-P. über/unter GOK [+/-m]: <u>+0,74</u>		Bezugspunkt [mNN] ¹ : <u>8,693</u>								
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: <u>6,025</u>		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : <u>2,668</u>								
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: <u>15,00</u>		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : <u>15,50 m</u>								
Phasendicke [cm]: <u>-</u>		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : <u>10,0-15,0</u>								
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: <u>14,00</u>		Pumpentyp: <u>Grundfos SP2 A6</u>								
Förderleistung Pumpe [m³/h]: <u>s. PV-Protokolle</u>		Pumpdauer bis Probenahme [min]: <u>s. PV-Protokolle</u>								
Absenkung Wasserspiegel [m]: _____		Pumpmenge bis Probenahme [l]: <u>s. PV-Protokolle</u>								
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor										
Vor-Ort-Parameter										
Zeit	Zählerstand	Wasserstand	pH	elektr. LF	Sauerstoff	Temp.	Redoxpotenzial	Färbung	Trübung	Geruch
[min]	[m³]	[m u. Bez.-P.]		[µS/cm]	[mg/l] [%]	[°C]	Abl. [mV] Korr. [mV]			
	443,218	6,025	5,70	414	1,56	14,3	-52	-	-	sehr schwach Ölgeruch
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i		LF: _____		O2: Multi 197i		Redoxpot.: _____				
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig										
Probenliste										
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze	Probentransp.	
		HS	Glas	PE	Glas	KS			Abd.	Kü.
PV GWMS 02/12 (3)	1.000		2			x			x	x
	20	3				x			x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]:						SGS, 22.09.2014, 15:00 Uhr				
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung										
Bemerkungen										

24.09.2014 gez. Pfeifer
Datum / Unterschrift Probenehmer

24.09.2014
Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung: GWMS 02/12										
Auftraggeber: Immob. HB		Datum: 20.09.2014										
Einsatzort: Tanklager Farge		Uhrzeit: 13:40										
Verladebahnhof 1		Witterung: sonnig										
Probenehmer: Frau Pfeifer		Temp.[°C]: 22										
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____ H: _____												
Art der Messstelle: _____		mm: 125										
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)												
Bez.-P. über/unter GOK [+/-m]: +0,74		Bezugspunkt [mNN] ¹ : 8,693										
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: 6,010		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : 2,683										
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: 15,00		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : 15,50 m										
Phasendicke [cm]: -		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : 10,0-15,0										
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____												
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____												
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: 14,00		Pumpentyp: Grundfos SP2 A6										
Förderleistung Pumpe [m³/h]: s. PV-Protokolle		Pumpdauer bis Probenahme [min]: s. PV-Protokolle										
Absenkung Wasserspiegel [m]: _____		Pumpmenge bis Probenahme [l]: -										
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor												
Vor-Ort-Parameter												
Zeit	Zählerstand	Wasserstand	pH	elektr. LF	Sauerstoff		Temp.	Redoxpotenzial		Färbung	Trübung	Geruch
[min]	[m³]	[m u. Bez.-P.]		[µS/cm]	[mg/l]	[%]	[°C]	Abl. [mV]	Korr. [mV]			
0	404,128	6,010	5,80	310	2,38		15,7	-50		-	-	sehr schwach Oelgeruch
5	404,316	-	5,79	312	2,03		15,9	-51		-	-	sehr schwach Oelgeruch
10	404,472	-	5,80	297	2,31		14,5	-51		-	-	sehr schwach Oelgeruch
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i LF: _____ O2: Multi 197i Redoxpot.: _____												
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig												
Probenliste												
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze		Probentransp.		
		HS	Glas	PE	Glas	KS				Abd.	Kü.	
PV GWMS 02/12 (2)	1.000		2			x				x	x	
	20	3				x				x	x	
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]: SGS, 22.09.2014, 15:00 Uhr												
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung												
Bemerkungen												

20.09.2014 gez. Pfeifer
Datum / Unterschrift Probenehmer

20.09.2014
Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung:		GWMS 02/12						
Auftraggeber: Immob. HB		Datum: 19.09.2014								
Einsatzort: Tanklager Farge		Uhrzeit: 10:00								
Verladebahnhof 1		Witterung: sonnig								
Probenehmer: Frau Pfeifer		Temp.[°C]: 18								
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____		H: _____								
Art der Messstelle:		mm: 125								
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)										
Bez.-P. über/unter GOK [+/-m]: +0,74		Bezugspunkt [mNN] ¹ : 8,693								
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: 5,970		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : 2,723								
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: 15,00		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : 15,50 m								
Phasendicke [cm]: -		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : 10,0-15,0								
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: 14,00		Pumpentyp: Grundfos SP2 A6								
Förderleistung Pumpe [m³/h]: s. PV-Protokolle		Pumpdauer bis Probenahme [min]: s. PV-Protokolle								
Absenkung Wasserspiegel [m]: s. PV-Protokolle		Pumpmenge bis Probenahme [l]: s. PV-Protokolle								
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor										
Vor-Ort-Parameter										
Zeit	Zählerstand	Wasserstand	pH	elektr. LF	Sauerstoff	Temp.	Redoxpotenzial	Färbung	Trübung	Geruch
[min]	[m³]	[m u. Bez.-P.]		[µS/cm]	[mg/l] [%]	[°C]	Abl. [mV] Korr. [mV]			
0	360,016	5,970	5,70	534	2,44	13,3	-10	-	-	sehr schwach Oelgeruch
5	361,410	5,970	5,67	309	2,79	14,0	-30	-	-	sehr schwach Oelgeruch
15	361,806	5,970	5,65	298	2,30	14,9	-149	-	-	sehr schwach Oelgeruch
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i LF: O2: Multi 197i Redoxpot.: _____										
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig										
Probenliste										
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze	Probentransp.	
		HS	Glas	PE	Glas	KS			Abd.	Kü.
PV GWMS 02/12 (1)	1.000		2			x			x	x
	20	3				x			x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]: SGS, 19.09.2014, 12:00 Uhr										
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung										
Bemerkungen										

19.09.2014 gez. Pfeifer
 Datum / Unterschrift Probenehmer

19.09.2014
 Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung:		GWMS 01/12						
Auftraggeber: Immob. HB		Datum: 18.09.2014								
Einsatzort: Tanklager Farge		Uhrzeit: 11:20								
Verladebahnhof 1		Witterung: sonnig								
Probenehmer: Frau Pfeifer		Temp.[°C]: 20								
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____		H: _____								
Art der Messstelle:		mm: 125								
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)										
Bez.-P. über/unter GOK [+-m]: +0,84		Bezugspunkt [mNN] ¹ : 8,789								
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: 5,915		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : 2,874								
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: 7,98		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : 8,50 m								
Phasendicke [cm]: 5,0		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : 4,0-8,0								
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: 7,00		Pumpentyp: Grundfos SP2 A6								
Förderleistung Pumpe [m³/h]: 17,25		Pumpdauer bis Probenahme [min]: s. PV-Protokolle								
Absenkung Wasserspiegel [m]: -		Pumpmenge bis Probenahme [l]: s. PV-Protokolle								
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor										
Vor-Ort-Parameter										
Zeit [min]	Zählerstand [m³]	Wasserstand [m u. Bez.-P.]	pH	elektr. LF [µS/cm]	Sauerstoff [mg/l] [%]	Temp. [°C]	Redoxpotenzial Abl. [mV] Korr. [mV]	Färbung	Trübung	Geruch
	360,121	5,915	5,98	407	5,60	15,3	-28	hellgelb	-	schwach Oelgeruch
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i		LF: _____		O2: Multi 197i		Redoxpot.: _____				
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig										
Probenliste										
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze	Probentransp.	
		HS	Glas	PE	Glas	KS			Abd.	Kü.
PV GWMS 01/12 (3)	1.000		2			x			x	x
	20	3				x			x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]:						SGS, 18.09.2014, 16:00 Uhr				
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung										
Bemerkungen										

18.09.2014 gez. Pfeifer
Datum / Unterschrift Probenehmer

18.09.2014
Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung:		GWMS 01/12						
Auftraggeber: Immob. HB		Datum: 17.09.2014								
Einsatzort: Tanklager Farge		Uhrzeit: 11:30								
Verladebahnhof 1		Witterung: sonnig								
Probenehmer: Frau Pfeifer		Temp.[°C]: 20								
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____		H: _____								
Art der Messstelle:		mm: 125								
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)										
Bez.-P. über/unter GOK [+/-m]: +0,84		Bezugspunkt [mNN] ¹ : 8,789								
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: 5,840		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : 2,949								
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: 7,98		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : 8,0 m								
Phasendicke [cm]: 35,5		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : 4,0-8,0								
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____										
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: 7,00		Pumpentyp: Grundfos SP2 A6								
Förderleistung Pumpe [m³/h]: s. PV-Protokolle		Pumpdauer bis Probenahme [min]: s. PV-Protokolle								
Absenkung Wasserspiegel [m]: s. PV-Protokolle		Pumpmenge bis Probenahme [l]: s. PV-Protokolle								
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor										
Vor-Ort-Parameter										
Zeit	Zählerstand	Wasserstand	pH	elektr. LF	Sauerstoff	Temp.	Redoxpotenzial	Färbung	Trübung	Geruch
[min]	[m³]	[m u. Bez.-P.]		[µS/cm]	[mg/l] [%]	[°C]	Abl. [mV] Korr. [mV]			
0	335,870	5,840	6,00	-	3,72 (11,5)	14,6	-10	blassgelb	-	Ölgeruch
5	336,059	5,840	6,03	-	3,06 (18,7)	13,9	-39	blassgelb	-	Ölgeruch
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i LF: O2: Multi 197i Redoxpot.: _____										
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig										
Probenliste										
Probenbezeichnung	Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze	Probentransp.	
		HS	Glas	PE	Glas	KS			Abd.	Kü.
PV GWMS 01/12 (2)	1.000		2			x			x	x
	20	3				x			x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]: SGS, 17.09.2014, 14:00 Uhr										
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung										
Bemerkungen										

17.09.2014 gez. Pfeifer
 Datum / Unterschrift Probenehmer

17.09.2014
 Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Probenahmeprotokoll

Wasser



Projekt-Nr.: 2141072		Messstellenbezeichnung: GWMS 01/12										
Auftraggeber: Immob. HB		Datum: 16.09.2014										
Einsatzort: Tanklager Farge		Uhrzeit: 10:45										
Verladebahnhof 1		Witterung: sonnig										
Probenehmer: Frau Pfeifer		Temp.[°C]: 20										
Gauß-Krüger-Koordinaten: R: _____		H: _____										
Art der Messstelle: _____		mm: 125										
Bezugspunkt (Bez.-P.): <input type="checkbox"/> GOK <input type="checkbox"/> OK Rohr <input checked="" type="checkbox"/> POK (geöffn. Kappe)												
Bez.-P. über/unter GOK [+/-m]: +0,84		Bezugspunkt [mNN] ¹ : 8,789										
Ruhewasserspiegel [m u. Bez.-P.]: 5,400		Ruhewasserspiegel [mNN] ¹ : 3,389										
gelotete Ausbautiefe [m u. Bez.-P.]: 7,98		Ausbautiefe gem. Ausbauplan ¹ : 8,0 m										
Phasendicke [cm]: 5,0		Filterstrecke von/bis [m u. GOK] ¹ : 4,0-8,0										
Art der Probenahme (PN): <input checked="" type="checkbox"/> Pumpprobe <input type="checkbox"/> Schöpfprobe <input type="checkbox"/> Andere: _____												
Förderleitungen aus: <input type="checkbox"/> PVC <input checked="" type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> Andere: _____												
Einbautiefe Pumpe [m u. Bez.-P.]: 7,00		Pumpentyp: Grundfos SP2 A6										
Förderleistung Pumpe [m³/h]: s. PV-Protokolle		Pumpdauer bis Probenahme [min]: 30										
Absenkung Wasserspiegel [m]: s. PV-Protokolle		Pumpmenge bis Probenahme [l]: s. PV-Protokolle										
GOK: Geländeoberkante, POK: Pegeloberkante, ¹ : Eintragung nimmt Projektbearbeiter vor												
Vor-Ort-Parameter												
Zeit [min]	Zählerstand [m³]	Wasserstand [m u. Bez.-P.]	pH	elektr. LF [µS/cm]	Sauerstoff [mg/l] [%]	Temp. [°C]	Redoxpotenzial Abl. [mV] Korr. [mV]	Färbung	Trübung	Geruch		
	311,216	5,810	5,97	428	1,13	15,9	31	blassgelb	-	oelig		
Interne Gerätebezeichnung: pH: Multi 197i				LF: _____	O2: Multi 197i		Redoxpot.: _____					
LF: Leitfähigkeit; Abl.: Ablesewert; Korr.: Korrekturwert; Geruch: ohne, faulig, modrig, aromatisch, lösemittelartig, teerartig, jauchig, tranig, würzig, erdig												
Probenliste												
Probenbezeichnung		Volumen [ml]	Behälter			Abdichtung		Filtr.	Konservierung/Zusätze		Probentransp.	
			HS	Glas	PE	Glas	KS				Abd.	Kü.
PV GWMS 01/12 (1)		1.000		2			x				x	x
		20	3				x				x	x
Übergabe an Labor/Kurierdienst [Datum/Uhrzeit]:						SGS, 16.09.2014, 14:00 Uhr						
HS: Headspace, KS: Kunststoff, Abd.: Abdunkelung, Filtr.: Filtriert (0,45 µm), Kü.: Kühlung												
Bemerkungen												

16.09.2014 gez. Pfeifer
Datum / Unterschrift Probenehmer

16.09.2014
Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

- 5 Protokolle der Wasserstandmessungen

Grundwasserstände Stichtagsmessung



Firma / Auftraggeber: Bundesbau bei Immob. Bremen Einsatzort: Tanklager Farge, Bremen Projektbearbeiter: Herr Böcker Truppführer / Techniker: Herr Holert / Fr. Pfeifer	Projekt: Projekt-Nr.: 2141072 Datum: 16.09.2014 Wetter: sonnig, 19°C
--	---

Datum	Uhrzeit	Mess- stelle GWMS	WSP in m unter Mess- punkt	Phasen- messung	Messpunkt				Ausbau- durch- messer (mm)	Diffe- renz* GOK/ POK in m	Mess- punkt (m ü. NN)	WSP (m ü. NN)
					OK Rohr	POK	GOK	Ölphase [m]				
16.09.14	10:20	01/12	5,400	5,355 - 5,400		x		0,045	125	+0,84	8,789	3,389
		02/12	5,375			x		0	125	+0,74	8,693	3,318
		03/12	5,255			x		0	125	+0,605	8,571	3,316
		04/12	5,525	5,05 - 5,525		x		0,475	125	+0,715	8,566	3,041
		05/12	5,300			x		0	125	+0,695	8,441	3,141
		10:22	11/12-tief	5,085			x		0	125	+0,80	8,351
	10:38	14/13-flach	6,145	5,435 - 6,145		x		0,710	150	+0,59	9,020	2,875
		14/13-mittel	5,580			x		0	150	+0,49	8,952	3,372
		14/13-tief	5,540			x		0	150	+0,44	8,906	3,366
	10:23	17/13-flach	3,865			x		0	150	+0,48	7,425	3,560
		17/13-mittel	3,930			x		0	150	+0,40	7,343	3,413
	10:35	15/13-flach	6,045	5,275 - 6,045		x		0,770	150	+0,56	9,010	2,965
		15/13-mittel	5,375			x		0	150	+0,45	8,845	3,470
		18/13-flach	4,390			x		0	150	+0,52	8,064	3,674
		18/13-mittel	4,515			x		0	150	+0,38	7,905	3,390

*) = Angabe mit Vorzeichen (+,-) WSP = Wasserspiegellage

AD = Außendienst

GOK = Geländeoberkante

POK = Pegeloberkante

Messmittel Ident.-Nr

Datum: 16.09.2014	Unterschrift AD:	Datum: 16.09.2014	Projektbearbeiter:
-------------------	------------------	-------------------	--------------------

Grundwasserstände Stichtagsmessung



Firma / Auftraggeber: Bundesbau bei Immob. Bremen	Projekt:
Einsatzort: Tanklager Farge, Bremen	Projekt-Nr.: 2141072
Projektbearbeiter: Herr Böcker	Datum: 23.09.2014
Truppführer / Techniker: Herr Holert / Fr. Pfeifer	Wetter: sonnig, 10°C

Datum	Uhrzeit	Mess- stelle	WSP in m unter Mess- punkt	Phasen- messung	Messpunkt				Ausbau- durch- messer (mm)	Diffe- renz* GOK/ POK in m	Mess- punkt (m ü. NN)	WSP (m ü. NN)
					OK Rohr	POK	GOK	Ölphase [m]				
23.09.14	08:46	01/12	5,405	5,375 - 5,405				0,030	125	+0,84	8,789	3,384
		02/12	5,555					0	125	+0,74	8,693	3,138
		03/12	7,870					0	125	+0,605	8,571	0,701
	08:43	04/12	5,570	5,015 - 5,570				0,555	125	+0,715	8,566	2,996
		05/12	5,370					0	125	+0,695	8,441	3,071
		11/12-tief	5,160					0	125	+0,80	8,351	3,191
	09:12	14/13-flach	6,195	5,465 - 6,195				0,730	150	+0,59	9,020	2,825
		14/13-mittel	5,665					0	150	+0,49	8,952	3,287
		14/13-tief	5,630					0	150	+0,44	8,906	3,276
	08:50	17/13-flach	3,875					0	150	+0,48	7,425	3,550
		17/13-mittel	3,990					0	150	+0,40	7,343	3,353
	09:08	15/13-flach	6,070	5,285 - 6,070				0,785	150	+0,56	9,010	2,940
		15/13-mittel	5,425					0	150	+0,45	8,845	3,420
	08:53	18/13-flach	4,405					0	150	+0,52	8,064	3,659
		18/13-mittel	4,465					0	150	+0,38	7,905	3,440

*) = Angabe mit Vorzeichen (+,-)		WSP = Wasserspiegellage		Messmittel Ident.-Nr	
AD = Außendienst					
GOK = Geländeoberkante					
POK = Pegeloberkante					
Datum: 23.09.2014	Unterschrift AD:	Datum: 23.09.2014	Projektbearbeiter:		

- 6 Pumpversuchsprotokolle

Pumpversuchsprotokoll



Projekt-Nr.:	<u>2141072</u>	Ausbaudurchmesser:	<u>125 mm</u>	Messstellenbezeichnung:	GWMS 03/12
Auftraggeber:	<u>Immobil. HB</u>	Bezugspunkt (MP):	<u>POK</u>	Datum:	<u>22.09.2014</u>
Einsatzort:	<u>Tanklager Farge</u>	MP über GOK:	<u>0,605 m</u>	Uhrzeit:	<u>11:15</u>
	<u>Verladebahnhof 1</u>	gelotete Tiefe:	<u>25,0 m u. POK</u>	Witterung:	<u>Regen</u>
		Einbautiefe Pumpe:	<u>24,0 m u. POK</u>	Temp.[°C]:	<u>14</u>
Truppführer / Techniker:	<u>Fr. Pfeifer</u>	Pumpentyp:	<u>Grundfos SP2A9</u>		

Vor-Ort-Parameter

Datum	Uhrzeit [min]	Zählerstand [m³]	Wasserstand [m u. Bez.-P.]	pH	elektr. LF [µS/cm]	Sauerstoff [mg/l]		Temp. [°C]	Redoxpotenzial Abl. [mV]	Korr. [mV]	Färbung	Trübung	Geruch	Bemerkungen
22.09.2014	11:15	443,557	5,425											
	1		6,075											
	2													
	3		6,620											
	4													
	5		7,160											
	6													
	7		7,345											
	8													
	9		7,430											
	10		7,440											
	15		7,480											
	20	444,292	7,490											
	25		7,490											
	30		7,495	6,00	381	1,78		11,7	43		-	-	-	Probenahme

22.09.2014 gez. Pfeifer

Messung ausgeführt: Datum / Unterschrift

P:\Jahr 2014\2141072\Außendienst\Pumpversuchsprotokoll_HPC_16.09.-28.09.2014.xls

22.09.2014 _____

Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Rev.: 0 / Stand: 01.2014

Pumpversuchsprotokoll



Projekt-Nr.:	<u>2141072</u>	Ausbaudurchmesser:	<u>125 mm</u>	Messstellenbezeichnung:	GWMS 15/13 flach
Auftraggeber:	<u>Immob. HB</u>	Bezugspunkt (MP):	<u>POK (geöffnet)</u>	Datum:	<u>26.09.2014</u>
Einsatzort:	<u>Tanklager Farge</u>	MP über GOK:	<u>0,56 m</u>	Uhrzeit:	<u>11:04</u>
	<u>Verladebahnhof 1</u>	gelotete Tiefe:	<u>9,98 m</u>	Witterung:	<u>bewölkt</u>
		Einbautiefe Pumpe:	<u>8,0 m</u>	Temp.[°C]:	<u>14</u>
Truppführer / Techniker:	<u>Fr. Pfeifer</u>	Pumpentyp:	<u>Grundfos SP2A6</u>		

Vor-Ort-Parameter

Datum	Uhrzeit [min]	Zählerstand [m³]	Wasserstand [m u. Bez.-P.]	pH	elektr. LF [µS/cm]	Sauerstoff [mg/l]	[%]	Temp. [°C]	Redoxpotenzial Abl. [mV]	Korr. [mV]	Färbung	Trübung	Geruch	Bemerkungen
26.09.2014	11:04	537,210	5,290/6,080											
	1	537,220	5,460/6,420											
	2	537,231	5,485/6,490											
	3	537,269	5,740/7,145											
	4													
	5		5,850/7,690											
	6	537,316												
	7													
	8	537,357	5,870/-											H2O-Stand nicht messbar
	9													
	10	537,444	5,865/7,800	6,70	714	2,72		14,5	-28		blassgelb	-	oelig	
	15	537,574	5,855/7,775											
	20	537,700	5,835/7,775	6,14	615	2,69		14	-90		blassgelb	-	oelig	
	25	537,780	5,835/7,775											
	30	537,949	5,835/7,780	6,67	599	3,19		14,6	-98		blassgelb	-	oelig	Probenahme
		Pumpleistung: 1,5 m³/h (0,025 m³/min)												

26.09.2014 gez. Pfeifer

Messung ausgeführt: Datum / Unterschrift

P:\Jahr 2014\2141072\Außendienst\Pumpversuchsprotokoll_HPC_16.09.-28.09.2014.xls

26.09.2014 _____

Datum / Unterschrift Projektbearbeiter

Rev.: 0 / Stand: 01.2014

- 7 Laborberichte der Grundwasseranalysen (Pumpversuch)

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Weidenbaumsweg 137 D-21035 Hamburg

HPC AG
Frau Pfeifer
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen

Prüfbericht 2324202
Auftrags Nr. 3133361
Kunden Nr. 1478100

Herr Dr. Falk Wolf
Telefon +49 40-88309-451
Fax +49 40-88309-250



Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Weidenbaumsweg 137
D-21035 Hamburg

Hamburg, den 20.10.2014

Ihr Auftrag/Projekt: Sanierungsuntersuchungen PV
Ihr Bestellzeichen: 2141072
Ihr Bestelldatum: 16.09.2014

Prüfzeitraum von 17.09.2014 bis 20.10.2014
erste laufende Probenummer 141014695
Probeneingang am 17.09.2014

Sehr geehrte Frau Pfeifer,

nachstehend erhalten Sie die Analysenergebnisse der uns zum o.g. Projekt übergebenen Proben.

Wir bitten Sie, die Ergebnisse auszuwerten und stehen Ihnen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS


Dr. Falk Wolf
Customer Service


i. A. Susan Hilgert
Customer Service

Seite 1 von 3

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324202
Auftrag Nr. 3133361

Seite 2 von 3
20.10.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt Matrix: Grundwasser

Probennummer 141014695
Bezeichnung PV GWMS 01/12

Eingangsdatum: 17.09.2014

Parameter	Einheit		Bestimmungs -grenze	Methode	Lab
Metalle :					
Eisen, ges.	mg/l	5,4	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	0,5	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
KW-Index C10-C22	mg/l	0,5	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
BTEX Headspace :					
Benzol	µg/l	350	1	DIN 38407-9-1	HE
Toluol	µg/l	5	1	DIN 38407-9-1	HE
Ethylbenzol	µg/l	9	1	DIN 38407-9-1	HE
o-Xylol	µg/l	10	1	DIN 38407-9-1	HE
m-,p-Xylol	µg/l	370	2	DIN 38407-9-1	HE
Summe Xylole	µg/l	380			HE
Summe BTEX	µg/l	744			HE
Styrol	µg/l	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
iso-Propylbenzol	µg/l	31	1	DIN 38407-9-1	HE
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	45	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,4 -Trimethylbenzol	µg/l	220	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	110	1	DIN 38407-9-1	HE
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	1150			HE
Methyl-tert.-butylether	µg/l	19	0,5	DIN 38407-9-1	HE

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324202
Auftrag Nr. 3133361

Seite 3 von 3
20.10.2014

Probennummer 141014695
Bezeichnung PV GWMS 01/12

PAK(EPA) :

Naphthalin	µg/l	13	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	2,4	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	1,5	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	0,71	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	0,55	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	0,03	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	0,30	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	0,18	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	18,67			HE
Summe PAK nach TVO	µg/l	-			HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Weidenbaumsweg 137 D-21035 Hamburg

HPC AG
Frau Pfeifer
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen

Prüfbericht 2324724
Auftrags Nr. 3134726
Kunden Nr. 1478100



Herr Dr. Falk Wolf
Telefon +49 40-88309-451
Fax +49 40-88309-250

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Weidenbaumsweg 137
D-21035 Hamburg

Hamburg, den 20.10.2014

Ihr Auftrag/Projekt: Sanierungsuntersuchungen PV
Ihr Bestellzeichen: 2141072
Ihr Bestelldatum: 17.09.2014

Prüfzeitraum von 18.09.2014 bis 20.10.2014
erste laufende Probenummer 141019146
Probeneingang am 18.09.2014

Sehr geehrte Frau Pfeifer,

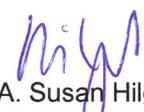
nachstehend erhalten Sie die Analysenergebnisse der uns zum o.g. Projekt übergebenen Proben.

Wir bitten Sie, die Ergebnisse auszuwerten und stehen Ihnen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS


Dr. Falk Wolf
Customer Service


i. A. Susan Hilgert
Customer Service

Seite 1 von 3

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324724
Auftrag Nr. 3134726

Seite 2 von 3
20.10.2014

Proben von Ihnen übersendet Matrix: Wasser

Probennummer 141019146
Bezeichnung PV GWMS 01/12
(2)

Eingangsdatum: 18.09.2014

Parameter	Einheit		Bestimmungs -grenze	Methode	Lab
Metalle :					
Eisen, ges.	mg/l	4,6	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	0,4	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
BTEX Headspace :					
Benzol	µg/l	560	1	DIN 38407-9-1	HE
Toluol	µg/l	5	1	DIN 38407-9-1	HE
Ethylbenzol	µg/l	10	1	DIN 38407-9-1	HE
o-Xylol	µg/l	7	1	DIN 38407-9-1	HE
m-,p-Xylol	µg/l	430	2	DIN 38407-9-1	HE
Summe Xylole	µg/l	437			HE
Summe BTEX	µg/l	1012			HE
Styrol	µg/l	< 10	1	DIN 38407-9-1	HE
iso-Propylbenzol	µg/l	32	1	DIN 38407-9-1	HE
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	59	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,4 -Trimethylbenzol	µg/l	270	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	120	1	DIN 38407-9-1	HE
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	1493			HE
Methyl-tert.-butylether	µg/l	21	0,5	DIN 38407-9-1	HE

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324724
Auftrag Nr. 3134726

Seite 3 von 3
20.10.2014

Probennummer 141019146
Bezeichnung PV GWMS 01/12
(2)

PAK(EPA) :

Naphthalin	µg/l	28	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	3,8	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	2,5	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	1,2	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	1,4	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	0,10	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	0,74	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	0,40	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	38,14			HE
Summe PAK nach TVO	µg/l	-			HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Weidenbaumsweg 137 D-21035 Hamburg

HPC AG
Frau Pfeifer
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen

Prüfbericht 2324151
Auftrags Nr. 3136791
Kunden Nr. 1478100

Herr Dr. Falk Wolf
Telefon +49 40-88309-451
Fax +49 40-88309-250



Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Weidenbaumsweg 137
D-21035 Hamburg

Hamburg, den 20.10.2014

Ihr Auftrag/Projekt: Sanierungsuntersuchungen PV
Ihr Bestellzeichen: 2141072
Ihr Bestelldatum: 18.09.2014

Prüfzeitraum von 19.09.2014 bis 20.10.2014
erste laufende Probenummer 141024574
Probeneingang am 19.09.2014

Sehr geehrte Frau Pfeifer,

nachstehend erhalten Sie die Analysenergebnisse der uns zum o.g. Projekt übergebenen Probe.

Wir bitten Sie, die Ergebnisse auszuwerten und stehen Ihnen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS


Dr. Falk Wolf
Customer Service


i. A. Susan Hilgert
Customer Service

Seite 1 von 3

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324151
Auftrag Nr. 3136791

Seite 2 von 3
20.10.2014

Proben von Ihnen übersendet Matrix: Grundwasser

Probennummer 141024574
Bezeichnung PV GWMS 01/12
(3)

Eingangsdatum: 19.09.2014

Parameter	Einheit		Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Metalle :				
Eisen, ges.	mg/l	4,7	0,01 DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	0,8	0,1 DIN EN ISO 9377-2	HE
BTEX Headspace :				
Benzol	µg/l	550	1 DIN 38407-9-1	HE
Toluol	µg/l	5	1 DIN 38407-9-1	HE
Ethylbenzol	µg/l	12	1 DIN 38407-9-1	HE
o-Xylol	µg/l	8	1 DIN 38407-9-1	HE
m-,p-Xylol	µg/l	440	2 DIN 38407-9-1	HE
Summe Xylole	µg/l	448		HE
Summe BTEX	µg/l	1015		HE
Styrol	µg/l	1	1 DIN 38407-9-1	HE
iso-Propylbenzol	µg/l	34	1 DIN 38407-9-1	HE
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	61	1 DIN 38407-9-1	HE
1,2,4 -Trimethylbenzol	µg/l	270	1 DIN 38407-9-1	HE
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	120	1 DIN 38407-9-1	HE
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	1501		HE
Methyl-tert.-butylether	µg/l	19	0,5 DIN 38407-9-1	HE

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324151
Auftrag Nr. 3136791

Seite 3 von 3
20.10.2014

Probennummer 141024574
Bezeichnung PV GWMS 01/12
(3)

PAK(EPA) :

Naphthalin	µg/l	27	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	4,0	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	2,5	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	1,1	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	1,9	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	0,08	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	1,2	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	0,58	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	0,09	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	38,45			HE
Summe PAK nach TVO	µg/l	-			HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Weidenbaumsweg 137 D-21035 Hamburg

HPC AG
Frau Pfeifer
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen

Prüfbericht 2324408
Auftrags Nr. 3138102
Kunden Nr. 1478100



Herr Dr. Falk Wolf
Telefon +49 40-88309-451
Fax +49 40-88309-250

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Weidenbaumsweg 137
D-21035 Hamburg

Hamburg, den 20.10.2014

Ihr Auftrag/Projekt: Sanierungsuntersuchungen PV
Ihr Bestellzeichen: 2141072
Ihr Bestelldatum: 19.09.2014

Prüfzeitraum von 22.09.2014 bis 20.10.2014
erste laufende Probenummer 141030489
Probeneingang am 22.09.2014

Sehr geehrte Frau Pfeifer,

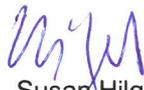
nachstehend erhalten Sie die Analysenergebnisse der uns zum o.g. Projekt übergebenen Probe.

Wir bitten Sie, die Ergebnisse auszuwerten und stehen Ihnen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS


Dr. Falk Wolf
Customer Service


i. A. Susan Hilgert
Customer Service

Seite 1 von 3

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324408
Auftrag Nr. 3138102

Seite 2 von 3
20.10.2014

Proben von Ihnen übersendet Matrix: Grundwasser

Probennummer 141030489
Bezeichnung PV GWMS 02/12
(1)

Eingangsdatum: 22.09.2014

Parameter	Einheit		Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Metalle :				
Eisen, ges.	mg/l	22	0,01 DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	0,4	0,1 DIN EN ISO 9377-2	HE
BTEX Headspace :				
Benzol	µg/l	610	1 DIN 38407-9-1	HE
Toluol	µg/l	34	1 DIN 38407-9-1	HE
Ethylbenzol	µg/l	85	1 DIN 38407-9-1	HE
o-Xylol	µg/l	22	1 DIN 38407-9-1	HE
m-,p-Xylol	µg/l	700	2 DIN 38407-9-1	HE
Summe Xylole	µg/l	722		HE
Summe BTEX	µg/l	1451		HE
Styrol	µg/l	2	1 DIN 38407-9-1	HE
iso-Propylbenzol	µg/l	39	1 DIN 38407-9-1	HE
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	53	1 DIN 38407-9-1	HE
1,2,4 -Trimethylbenzol	µg/l	300	1 DIN 38407-9-1	HE
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	99	1 DIN 38407-9-1	HE
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	1944		HE
Methyl-tert.-butylether	µg/l	20	0,5 DIN 38407-9-1	HE

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324408
Auftrag Nr. 3138102

Seite 3 von 3
20.10.2014

Probennummer 141030489
Bezeichnung PV GWMS 02/12
(1)

PAK(EPA) :

Naphthalin	µg/l	6,3	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	0,5	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	0,15	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	0,35	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	0,20	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	7,50			HE
Summe PAK nach TVO	µg/l	-			HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Weidenbaumsweg 137 D-21035 Hamburg

HPC AG
Frau Pfeifer
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen

Prüfbericht 2324723
Auftrags Nr. 3138830
Kunden Nr. 1478100



Herr Dr. Falk Wolf
Telefon +49 40-88309-451
Fax +49 40-88309-250

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Weidenbaumsweg 137
D-21035 Hamburg

Hamburg, den 20.10.2014

Ihr Auftrag/Projekt: Sanierungsuntersuchungen PV
Ihr Bestellzeichen: 2141072
Ihr Bestelldatum: 22.09.2014

Prüfzeitraum von 23.09.2014 bis 20.10.2014
erste laufende Probenummer 141033729
Probeneingang am 23.09.2014

Sehr geehrte Frau Pfeifer,

nachstehend erhalten Sie die Analysenergebnisse der uns zum o.g. Projekt übergebenen Proben.

Wir bitten Sie, die Ergebnisse auszuwerten und stehen Ihnen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS


Dr. Falk Wolf
Customer Service


i. A. Susan Hilgert
Customer Service

Seite 1 von 3

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324723
Auftrag Nr. 3138830

Seite 2 von 3
20.10.2014

Proben von Ihnen übersendet		Matrix: Grundwasser					
Probennummer		141033729	141033730	141033731			
Bezeichnung		PV GWMS 02/12 (2)	PV GWMS 02/12 (3)	PV GWMS 03/12 (1)			
Eingangsdatum:		23.09.2014	23.09.2014	23.09.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze		Lab
Metalle :							
Eisen, ges.	mg/l	34	16	17	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	0,5	0,4	0,5	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
BTEX Headspace :							
Benzol	µg/l	130	330	330	1	DIN 38407-9-1	HE
Toluol	µg/l	16	27	27	1	DIN 38407-9-1	HE
Ethylbenzol	µg/l	12	56	55	1	DIN 38407-9-1	HE
o-Xylol	µg/l	7	15	16	1	DIN 38407-9-1	HE
m-,p-Xylol	µg/l	200	610	600	2	DIN 38407-9-1	HE
Summe Xylole	µg/l	207	625	616			HE
Summe BTEX	µg/l	365	1038	1028			HE
Styrol	µg/l	< 1	1	1	1	DIN 38407-9-1	HE
iso-Propylbenzol	µg/l	39	37	37	1	DIN 38407-9-1	HE
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	6	54	54	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,4 -Trimethylbenzol	µg/l	220	240	240	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	52	86	85	1	DIN 38407-9-1	HE
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	682	1456	1445			HE
Methyl-tert.-butylether	µg/l	2,0	15	15	0,5	DIN 38407-9-1	HE

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324723
Auftrag Nr. 3138830

Seite 3 von 3
20.10.2014

Probennummer	141033729	141033730	141033731				
Bezeichnung	PV GWMS 02/12 (2)	PV GWMS 02/12 (3)	PV GWMS 03/12 (1)				
PAK(EPA) :							
Naphthalin	µg/l	27	14	22	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	9,9	1,7	2,3	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	6,9	0,26	0,63	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	2,9	0,73	1,3	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	0,69	0,35	0,68	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	47,41	17,04	26,91			HE
Summe PAK nach TVO	µg/l	-	-	-			HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Weidenbaumsweg 137 D-21035 Hamburg

HPC AG
Frau Pfeifer
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen

Prüfbericht 2324416
Auftrags Nr. 3144905
Kunden Nr. 1478100



Herr Dr. Falk Wolf
Telefon +49 40-88309-451
Fax +49 40-88309-250

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Weidenbaumsweg 137
D-21035 Hamburg

Hamburg, den 20.10.2014

Ihr Auftrag/Projekt: Sanierungsuntersuchungen PV
Ihr Bestellzeichen: 2141072
Ihr Bestelldatum: 24.09.2014

Prüfzeitraum von 26.09.2014 bis 20.10.2014
erste laufende Probenummer 141050615
Probeneingang am 26.09.2014

Sehr geehrte Frau Pfeifer,

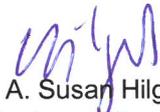
nachstehend erhalten Sie die Analysenergebnisse der uns zum o.g. Projekt übergebenen Proben.

Wir bitten Sie, die Ergebnisse auszuwerten und stehen Ihnen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS


Dr. Falk Wolf
Customer Service


i. A. Susan Hilgert
Customer Service

Seite 1 von 3

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324416
Auftrag Nr. 3144905

Seite 2 von 3
20.10.2014

Proben von Ihnen übersendet		Matrix: Grundwasser				
Probennummer		141050615	141050616			
Bezeichnung		PV GWMS 03/12 (2)	PV GWMS 03/12 (3)			
Eingangsdatum:		26.09.2014	26.09.2014			
Parameter	Einheit			Bestimmungs Methode -grenze		Lab
Metalle :						
Eisen, ges.	mg/l	41	42	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	0,5	0,2	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
BTEX Headspace :						
Benzol	µg/l	230	310	1	DIN 38407-9-1	HE
Toluol	µg/l	15	14	1	DIN 38407-9-1	HE
Ethylbenzol	µg/l	9	9	1	DIN 38407-9-1	HE
o-Xylol	µg/l	6	5	1	DIN 38407-9-1	HE
m-,p-Xylol	µg/l	250	260	2	DIN 38407-9-1	HE
Summe Xylole	µg/l	256	265			HE
Summe BTEX	µg/l	510	598			HE
Styrol	µg/l	1	1	1	DIN 38407-9-1	HE
iso-Propylbenzol	µg/l	39	39	1	DIN 38407-9-1	HE
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	8	15	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,4 -Trimethylbenzol	µg/l	250	210	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	72	64	1	DIN 38407-9-1	HE
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	880	927			HE
Methyl-tert.-butylether	µg/l	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN 38407-9-1	HE

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324416
Auftrag Nr. 3144905

Seite 3 von 3
20.10.2014

Probennummer	141050615	141050616
Bezeichnung	PV GWMS 03/12 (2)	PV GWMS 03/12 (3)

PAK(EPA) :

Substanz	Einheit	141050615	141050616	Limit	Norm	HE
Naphthalin	µg/l	15	5,9	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	5,0	2,9	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	3,0	0,59	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	1,5	1,1	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	0,53	0,12	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	0,02	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	25,03	10,63			HE
Summe PAK nach TVO	µg/l	-	-			HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Weidenbaumsweg 137 D-21035 Hamburg

HPC AG
Frau Pfeifer
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen

Prüfbericht 2324134
Auftrags Nr. 3145916
Kunden Nr. 1478100



Herr Dr. Falk Wolf
Telefon +49 40-88309-451
Fax +49 40-88309-250

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Weidenbaumsweg 137
D-21035 Hamburg

Hamburg, den 20.10.2014

Ihr Auftrag/Projekt: Sanierungsuntersuchungen PV
Ihr Bestellzeichen: 2141072
Ihr Bestelldatum: 26.09.2014

Prüfzeitraum von 29.09.2014 bis 20.10.2014
erste laufende Probenummer 141054462
Probeneingang am 29.09.2014

Sehr geehrte Frau Pfeifer,

nachstehend erhalten Sie die Analysenergebnisse der uns zum o.g. Projekt übergebenen Probe.

Wir bitten Sie, die Ergebnisse auszuwerten und stehen Ihnen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS


Dr. Falk Wolf
Customer Service


i. A. Susan Hilgert
Customer Service

Seite 1 von 3

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324134
Auftrag Nr. 3145916

Seite 2 von 3
20.10.2014

Proben von Ihnen übersendet Matrix: Grundwasser

Probennummer 141054462
Bezeichnung PV GWMS 15/13
flach (1)

Eingangsdatum: 29.09.2014

Parameter	Einheit		Bestimmungs -grenze	Methode	Lab
Metalle :					
Eisen, ges.	mg/l	1,5	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	3,5	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
BTEX Headspace :					
Benzol	µg/l	1400	1	DIN 38407-9-1	HE
Toluol	µg/l	10	1	DIN 38407-9-1	HE
Ethylbenzol	µg/l	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
o-Xylol	µg/l	28	1	DIN 38407-9-1	HE
m-,p-Xylol	µg/l	1200	2	DIN 38407-9-1	HE
Summe Xylole	µg/l	1228			HE
Summe BTEX	µg/l	2638			HE
Styrol	µg/l	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
iso-Propylbenzol	µg/l	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	170	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,4 -Trimethylbenzol	µg/l	120	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	250	1	DIN 38407-9-1	HE
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	3178			HE
Methyl-tert.-butylether	µg/l	67	0,5	DIN 38407-9-1	HE

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324134
Auftrag Nr. 3145916

Seite 3 von 3
20.10.2014

Probennummer 141054462
Bezeichnung PV GWMS 15/13
flach (1)

PAK(EPA) :

Naphthalin	µg/l	38	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	8,3	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	2,5	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	4,5	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	6,7	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	0,64	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthren	µg/l	17	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	16	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	2,4	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	0,90	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	0,12	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	0,09	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	0,18	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	97,33			HE
Summe PAK nach TVO	µg/l	0,21			HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Weidenbaumsweg 137 D-21035 Hamburg

HPC AG
Frau Pfeifer
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen

Prüfbericht 2324406
Auftrags Nr. 3147513
Kunden Nr. 1478100



Herr Dr. Falk Wolf
Telefon +49 40-88309-451
Fax +49 40-88309-250

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Weidenbaumsweg 137
D-21035 Hamburg

Hamburg, den 20.10.2014

Ihr Auftrag/Projekt: Sanierungsuntersuchungen PV
Ihr Bestellzeichen: 2141072
Ihr Bestelldatum: 29.09.2014

Prüfzeitraum von 30.09.2014 bis 20.10.2014
erste laufende Probenummer 141059472
Probeneingang am 30.09.2014

Sehr geehrte Frau Pfeifer,

nachstehend erhalten Sie die Analysenergebnisse der uns zum o.g. Projekt übergebenen Proben.

Wir bitten Sie, die Ergebnisse auszuwerten und stehen Ihnen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS


Dr. Falk Wolf
Customer Service


i. A. Susan Hilgert
Customer Service

Seite 1 von 3

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324406
Auftrag Nr. 3147513

Seite 2 von 3
20.10.2014

Proben von Ihnen übersendet

Matrix: Grundwasser

Probennummer	141059472	141059473
Bezeichnung	PV GWMS 15/13 flach (2)	PV GWMS 15/13 flach (3)

Eingangsdatum:	30.09.2014	30.09.2014
----------------	------------	------------

Parameter	Einheit			Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Metalle :					
Eisen, ges.	mg/l	2,1	2,4	0,01	DIN EN ISO 11885 HE
KW-Index C10-C40	mg/l	4,4	10	0,1	DIN EN ISO 9377-2 HE
BTEX Headspace :					
Benzol	µg/l	950	54	1	DIN 38407-9-1 HE
Toluol	µg/l	8	< 1	1	DIN 38407-9-1 HE
Ethylbenzol	µg/l	18	5	1	DIN 38407-9-1 HE
o-Xylol	µg/l	17	2	1	DIN 38407-9-1 HE
m-,p-Xylol	µg/l	330	40	2	DIN 38407-9-1 HE
Summe Xylole	µg/l	347	42		HE
Summe BTEX	µg/l	1323	101		HE
Styrol	µg/l	2	< 1	1	DIN 38407-9-1 HE
iso-Propylbenzol	µg/l	15	8	1	DIN 38407-9-1 HE
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	78	25	1	DIN 38407-9-1 HE
1,2,4 -Trimethylbenzol	µg/l	280	63	1	DIN 38407-9-1 HE
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	120	24	1	DIN 38407-9-1 HE
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	1818	221		HE
Methyl-tert.-butylether	µg/l	38	1,5	0,5	DIN 38407-9-1 HE

Sanierungsuntersuchungen PV
2141072

Prüfbericht Nr. 2324406
Auftrag Nr. 3147513

Seite 3 von 3
20.10.2014

Probennummer	141059472	141059473
Bezeichnung	PV GWMS 15/13 flach (2)	PV GWMS 15/13 flach (3)

PAK(EPA) :

Substanz	Einheit	141059472	141059473	Wert	Norm	HE
Naphthalin	µg/l	30	37	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	6,0	18	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	3,9	6,7	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	2,5	4,4	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	4,0	9,3	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	0,03	0,09	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthren	µg/l	8,6	22	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	8,6	20	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	0,29	0,63	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	0,28	1,1	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	0,09	0,24	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	0,05	0,13	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	0,14	0,40	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	64,48	119,99			HE
Summe PAK nach TVO	µg/l	0,14	0,37			HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

- 8 Analysereports des Pumpversuches

HPC AG
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen
Tel.: 0421 20 24 30 0
Fax: 0421 21 70 10

Pumping Test Analysis Report

Project: Sanierungsuntersuchungen PV

Number: 2141072

Client: Immobilien Bremen

Location: Bremen-Farge

Pumping Test: PV Phase I

Pumping Well: GWMS 1/12

Test Conducted by: F. Pfeifer

Test Date: 16.09.2014

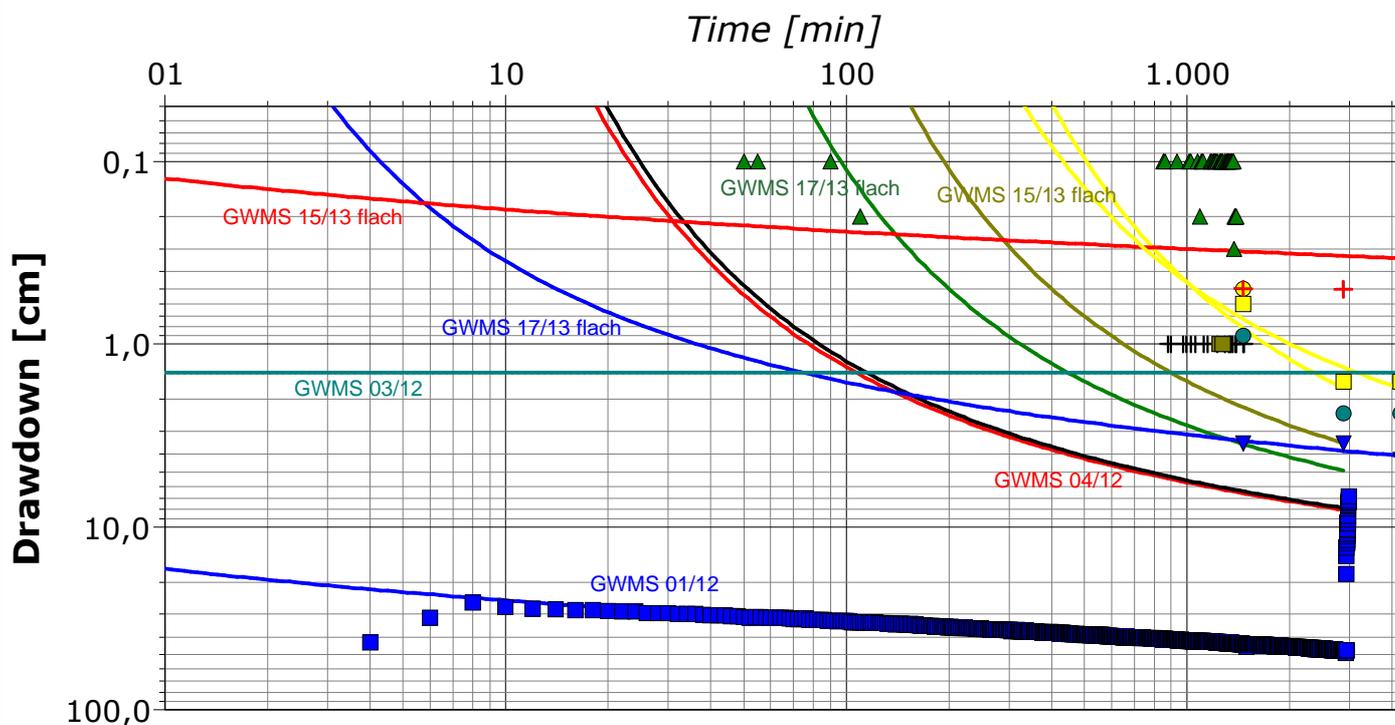
Analysis Performed by: F. Pfeifer

PV Phase I Theis-Analyse

Analysis Date: 13.10.2014

Aquifer Thickness: 4000,00 cm

Discharge Rate: 1,03 [m³/h]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m²/s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient		
GWMS 1/12	6,34 × 10 ⁻⁴	1,58 × 10 ⁻⁵	4,89 × 10 ⁻²		
GWMS 04/12	1,00 × 10 ⁻³	2,50 × 10 ⁻⁵	1,00 × 10 ⁻⁴		
GWMS 18/13 flach	2,17 × 10 ⁻¹	5,43 × 10 ⁻³	9,22 × 10 ⁻¹		
GWMS 14/13 flach	1,00 × 10 ⁻³	2,50 × 10 ⁻⁵	1,00 × 10 ⁻⁴		
GWMS 15/13 flach	1,00 × 10 ⁻³	2,50 × 10 ⁻⁵	1,00 × 10 ⁻⁴		
GWMS 16/13 flach	1,00 × 10 ⁻³	2,50 × 10 ⁻⁵	1,00 × 10 ⁻⁴		
GWMS 17/13 flach	1,00 × 10 ⁻³	2,50 × 10 ⁻⁵	1,00 × 10 ⁻⁴		
GWMS 17/13 mittel	3,40 × 10 ⁻³	8,50 × 10 ⁻⁵	8,99 × 10 ⁻⁶		
GWMS 15/13 mittel	8,86 × 10 ⁻²	2,22 × 10 ⁻³	1,00 × 10 ⁻⁷		
GWMS 04/12 Kontrollwert	1,77 × 10 ⁻³	4,41 × 10 ⁻⁵	2,67 × 10 ⁻³		
GMWS 03/12	1,60 × 10 ⁻³	3,99 × 10 ⁻⁵	4,03 × 10 ⁻⁵		
Average	2,89 × 10 ⁻²	7,23 × 10 ⁻⁴	8,85 × 10 ⁻²		

HPC AG Wilhelm-Herbst-Straße 5 28359 Bremen Tel.: 0421 20 24 30 0 Fax: 0421 21 70 10	Pumping Test Analysis Report	
	Project: Sanierungsuntersuchungen PV	
	Number: 2141072	
	Client: Immobilien Bremen	

Location: Bremen-Farge	Pumping Test: PV Phase I	Pumping Well: GWMS 1/12
------------------------	--------------------------	-------------------------

Test Conducted by: F. Pfeifer	Test Date: 16.09.2014
-------------------------------	-----------------------

Aquifer Thickness: 4000,00 cm	Discharge Rate: 1,03 [m³/h]
-------------------------------	-----------------------------

	Analysis Performed by	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
1	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GWMS 1/12	$6,34 \times 10^{-4}$	$1,58 \times 10^{-5}$	$4,89 \times 10^{-2}$
2	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GWMS 04/12	$1,00 \times 10^{-3}$	$2,50 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-4}$
3	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GWMS 18/13 flach	$2,17 \times 10^{-1}$	$5,43 \times 10^{-3}$	$9,22 \times 10^{-1}$
4	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GWMS 14/13 flach	$1,00 \times 10^{-3}$	$2,50 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-4}$
5	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GWMS 15/13 flach	$1,00 \times 10^{-3}$	$2,50 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-4}$
6	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GWMS 16/13 flach	$1,00 \times 10^{-3}$	$2,50 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-4}$
7	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GWMS 17/13 flach	$1,00 \times 10^{-3}$	$2,50 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-4}$
8	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GWMS 17/13 mittel	$3,40 \times 10^{-3}$	$8,50 \times 10^{-5}$	$8,99 \times 10^{-6}$
9	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GWMS 15/13 mittel	$8,86 \times 10^{-2}$	$2,22 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$
10	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GWMS 04/12 Kontrollwert	$1,77 \times 10^{-3}$	$4,41 \times 10^{-5}$	$2,67 \times 10^{-3}$
11	F. Pfeifer	13.10.2014	Theis	GMWS 03/12	$1,60 \times 10^{-3}$	$3,99 \times 10^{-5}$	$4,03 \times 10^{-5}$

HPC AG
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen
Tel.: 0421 20 24 30 0
Fax: 0421 21 70 10

Pumping Test Analysis Report

Project: Sanierungsguntersuchungen PV Phase II

Number: 2141072

Client: Immobilien Bremen

Location: Bremen-Farge

Pumping Test: PV Phase II

Pumping Well: GWMS 02/12

Test Conducted by: F. Pfeifer

Test Date: 19.09.2014

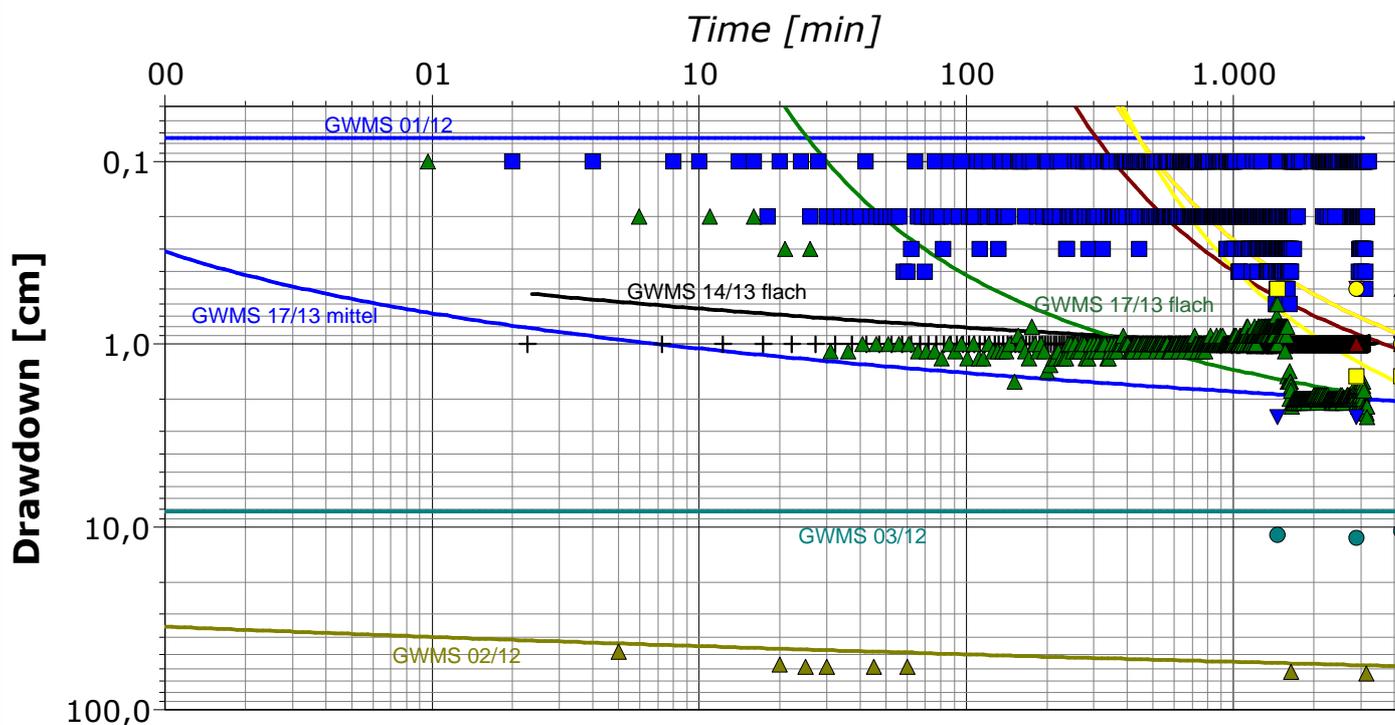
Analysis Performed by: F. Pfeifer

PV Phase I Theis-Analyse

Analysis Date: 14.10.2014

Aquifer Thickness: 4000,00 cm

Discharge Rate: 1,6 [m³/h]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m²/s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient		
GWMS 1/12	4,73 × 10 ⁻²	1,18 × 10 ⁻³	4,03 × 10 ⁻²		
GWMS 04/12	2,75 × 10 ⁻³	6,88 × 10 ⁻⁵	1,84 × 10 ⁻¹		
GWMS 18/13 flach	6,11 × 10 ⁻³	1,53 × 10 ⁻⁴	5,29 × 10 ⁻⁴		
GWMS 14/13 flach	4,74 × 10 ⁻²	1,18 × 10 ⁻³	1,00 × 10 ⁻⁷		
GWMS 15/13 flach	2,79 × 10 ⁰	6,99 × 10 ⁻²	2,63 × 10 ⁻⁴		
GWMS 16/13 flach	6,11 × 10 ⁻³	1,53 × 10 ⁻⁴	3,42 × 10 ⁻⁴		
GWMS 12/13 flach	6,11 × 10 ⁻³	1,53 × 10 ⁻⁴	5,10 × 10 ⁻⁴		
GWMS 17/13 flach	7,56 × 10 ⁻³	1,89 × 10 ⁻⁴	1,15 × 10 ⁻⁴		
GWMS 17/13 mittel	2,14 × 10 ⁻²	5,36 × 10 ⁻⁴	1,00 × 10 ⁻⁷		
GWMS 04/12 Kontrollwert	2,63 × 10 ⁻³	6,58 × 10 ⁻⁵	4,65 × 10 ⁻³		
GWMS 03/12	4,29 × 10 ⁻⁴	1,07 × 10 ⁻⁵	6,54 × 10 ⁻²		
GWMS 02/12	1,66 × 10 ⁻³	4,15 × 10 ⁻⁵	1,00 × 10 ⁻⁷		
Average	2,45 × 10 ⁻¹	6,13 × 10 ⁻³	2,47 × 10 ⁻²		

HPC AG Wilhelm-Herbst-Straße 5 28359 Bremen Tel.: 0421 20 24 30 0 Fax: 0421 21 70 10	Pumping Test Analysis Report	
	Project: Sanierungsguntersuchungen PV Phase II	
	Number: 2141072	
	Client: Immobilien Bremen	

Location: Bremen-Farge	Pumping Test: PV Phase II	Pumping Well: GMWS 02/12
------------------------	---------------------------	--------------------------

Test Conducted by: F. Pfeifer	Test Date: 19.09.2014
-------------------------------	-----------------------

Aquifer Thickness: 4000,00 cm	Discharge Rate: 1,6 [m³/h]
-------------------------------	----------------------------

	Analysis Performed by	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
1	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GWMS 1/12	$4,73 \times 10^{-2}$	$1,18 \times 10^{-3}$	$4,03 \times 10^{-2}$
2	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GWMS 04/12	$2,75 \times 10^{-3}$	$6,88 \times 10^{-5}$	$1,84 \times 10^{-1}$
3	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GWMS 18/13 flach	$6,11 \times 10^{-3}$	$1,53 \times 10^{-4}$	$5,29 \times 10^{-4}$
4	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GWMS 14/13 flach	$4,74 \times 10^{-2}$	$1,18 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$
5	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GWMS 15/13 flach	$2,79 \times 10^0$	$6,99 \times 10^{-2}$	$2,63 \times 10^{-4}$
6	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GWMS 16/13 flach	$6,11 \times 10^{-3}$	$1,53 \times 10^{-4}$	$3,42 \times 10^{-4}$
7	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GWMS 12/13 flach	$6,11 \times 10^{-3}$	$1,53 \times 10^{-4}$	$5,10 \times 10^{-4}$
8	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GWMS 17/13 flach	$7,56 \times 10^{-3}$	$1,89 \times 10^{-4}$	$1,15 \times 10^{-4}$
9	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GWMS 17/13 mittel	$2,14 \times 10^{-2}$	$5,36 \times 10^{-4}$	$1,00 \times 10^{-7}$
10	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GWMS 04/12 Kontrollwert	$2,63 \times 10^{-3}$	$6,58 \times 10^{-5}$	$4,65 \times 10^{-3}$
11	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GMWS 03/12	$4,29 \times 10^{-4}$	$1,07 \times 10^{-5}$	$6,54 \times 10^{-2}$
12	F. Pfeifer	14.10.2014	Theis	GMWS 02/12	$1,66 \times 10^{-3}$	$4,15 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-7}$

HPC AG
Wilhelm-Herbst-Straße 5
28359 Bremen
Tel.: 0421 20 24 30 0
Fax: 0421 21 70 10

Pumping Test Analysis Report

Project: Sanierungsuntersuchungen PV

Number: 2141072

Client: Immobilien Bremen

Location: Bremen-Farge

Pumping Test: PV Phase III

Pumping Well: GMWS 03/12

Test Conducted by: F. Pfeifer

Test Date: 22.09.2014

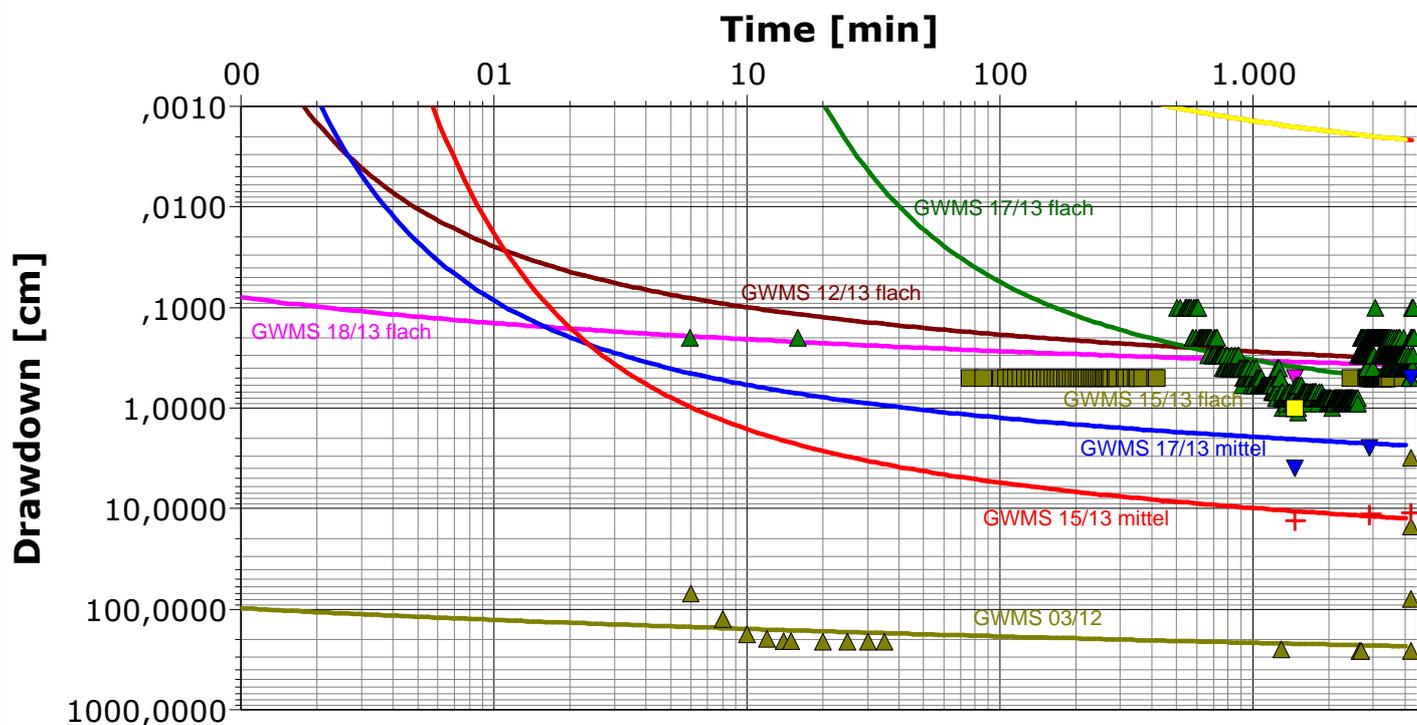
Analysis Performed by: F. Pfeifer

PV Phase I Theis-Analysis

Analysis Date: 15.10.2014

Aquifer Thickness: 4000,00 cm

Discharge Rate: 2,5 [m³/h]



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m²/s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient		
GWMS 04/12 Logger ●	$1,00 \times 10^1$	$2,50 \times 10^{-1}$	$9,90 \times 10^{-1}$		
GWMS 18/13 flach ▼	$1,97 \times 10^{-1}$	$4,93 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$		
GWMS 15/13 flach ■	$9,14 \times 10^{-2}$	$2,29 \times 10^{-3}$	$9,90 \times 10^{-1}$		
GWMS 12/13 flach ▲	$1,45 \times 10^{-1}$	$3,61 \times 10^{-3}$	$1,29 \times 10^{-5}$		
GWMS 17/13 flach ▲	$3,53 \times 10^{-2}$	$8,83 \times 10^{-4}$	$1,28 \times 10^{-3}$		
GWMS 17/13 mittel ▼	$1,86 \times 10^{-2}$	$4,64 \times 10^{-4}$	$7,85 \times 10^{-6}$		
GWMS 15/13 mittel +	$2,89 \times 10^{-3}$	$7,22 \times 10^{-5}$	$2,34 \times 10^{-6}$		
GWMS 04/12 ■	$1,00 \times 10^1$	$2,50 \times 10^{-1}$	$9,90 \times 10^{-1}$		
GMWS 03/12 ▲	$4,32 \times 10^{-4}$	$1,08 \times 10^{-5}$	$1,74 \times 10^{-4}$		
Average	$2,28 \times 10^0$	$5,69 \times 10^{-2}$	$3,30 \times 10^{-1}$		

HPC AG Wilhelm-Herbst-Straße 5 28359 Bremen Tel.: 0421 20 24 30 0 Fax: 0421 21 70 10	Pumping Test Analysis Report	
	Project: Sanierungsuntersuchungen PV	
	Number: 2141072	
	Client: Immobilien Bremen	

Location: Bremen-Farge	Pumping Test: PV Phase III	Pumping Well: GMWS 03/12
------------------------	----------------------------	--------------------------

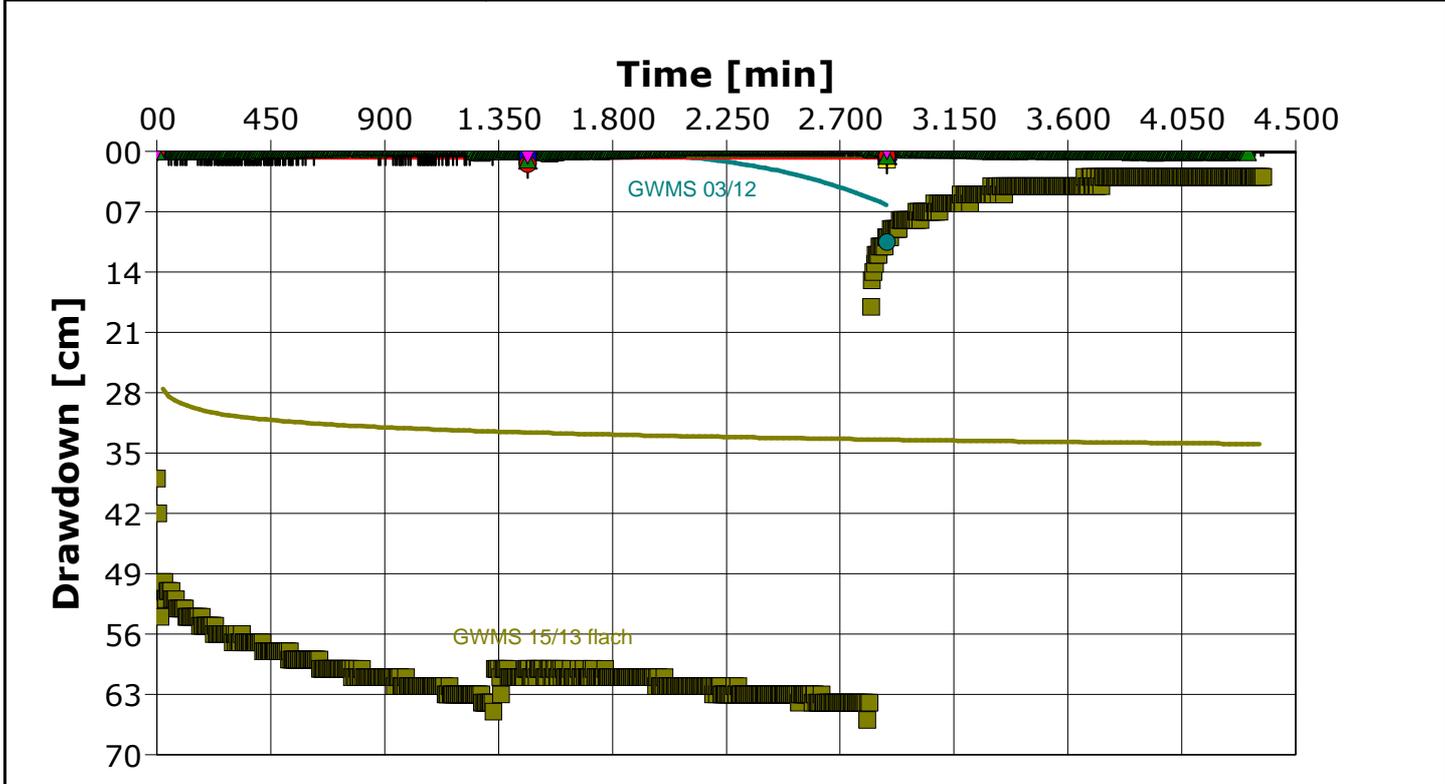
Test Conducted by: F. Pfeifer	Test Date: 22.09.2014
-------------------------------	-----------------------

Aquifer Thickness: 4000,00 cm	Discharge Rate: 2,5 [m³/h]
-------------------------------	----------------------------

	Analysis Performed by	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
1	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 04/12 Logger	$1,00 \times 10^1$	$2,50 \times 10^{-1}$	$9,90 \times 10^{-1}$
2	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 18/13 flach	$1,97 \times 10^{-1}$	$4,93 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$
3	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 15/13 flach	$9,14 \times 10^{-2}$	$2,29 \times 10^{-3}$	$9,90 \times 10^{-1}$
4	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 12/13 flach	$1,45 \times 10^{-1}$	$3,61 \times 10^{-3}$	$1,29 \times 10^{-5}$
5	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 17/13 flach	$3,53 \times 10^{-2}$	$8,83 \times 10^{-4}$	$1,28 \times 10^{-3}$
6	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 17/13 mittel	$1,86 \times 10^{-2}$	$4,64 \times 10^{-4}$	$7,85 \times 10^{-6}$
7	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 15/13 mittel	$2,89 \times 10^{-3}$	$7,22 \times 10^{-5}$	$2,34 \times 10^{-6}$
8	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 04/12	$1,00 \times 10^1$	$2,50 \times 10^{-1}$	$9,90 \times 10^{-1}$
9	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GMWS 03/12	$4,32 \times 10^{-4}$	$1,08 \times 10^{-5}$	$1,74 \times 10^{-4}$

HPC AG Wilhelm-Herbst-Straße 5 28359 Bremen Tel.: 0421 20 24 30 0 Fax: 0421 21 70 10	Pumping Test Analysis Report	
	Project: Sanierungsuntersuchungen PV Phase IV	
	Number: 2141072	
	Client: Immobilien Bremen	

Location: Bremen-Farge	Pumping Test: PV Phase IV	Pumping Well: GWMS 15/13 flach
Test Conducted by: F. Pfeifer		Test Date: 26.09.2014
Analysis Performed by: F. Pfeifer	PV Phase IV Theis-Analyse	Analysis Date: 15.10.2014
Aquifer Thickness: 4000,00 cm	Discharge Rate: 1,5 [m³/h]	



Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m²/s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Storage coefficient		
GWMS 1/12	1,43 × 10 ⁻¹	3,58 × 10 ⁻³	1,00 × 10 ⁻⁷		
GWMS 04/12	4,78 × 10 ⁻³	1,20 × 10 ⁻⁴	6,17 × 10 ⁻⁴		
GWMS 18/13 flach	1,16 × 10 ⁻⁵	2,90 × 10 ⁻⁷	1,58 × 10 ⁻⁴		
GWMS 14/13 flach	2,34 × 10 ⁻²	5,85 × 10 ⁻⁴	5,77 × 10 ⁻¹		
GWMS 15/13 flach	2,70 × 10 ⁻³	6,75 × 10 ⁻⁵	1,00 × 10 ⁻⁷		
GWMS 17/13 flach	4,69 × 10 ⁻⁶	1,17 × 10 ⁻⁷	3,62 × 10 ⁻⁴		
GWMS 17/13 mittel	2,78 × 10 ⁻²	6,95 × 10 ⁻⁴	9,90 × 10 ⁻¹		
GWMS 15/13 mittel	4,74 × 10 ⁻³	1,19 × 10 ⁻⁴	1,07 × 10 ⁻⁴		
GWMS 04/12 Hand	4,78 × 10 ⁻³	1,20 × 10 ⁻⁴	6,17 × 10 ⁻⁴		
GWMS 03/12 Hand	5,53 × 10 ⁻⁷	1,38 × 10 ⁻⁸	2,02 × 10 ⁻⁶		
GWMS 12/13 mittel	1,05 × 10 ⁻¹	2,63 × 10 ⁻³	1,00 × 10 ⁻⁷		
GWMS 13/13 flach	7,72 × 10 ⁻²	1,93 × 10 ⁻³	1,00 × 10 ⁻⁷		
GWMS 13/13 mittel	1,06 × 10 ⁻¹	2,65 × 10 ⁻³	1,00 × 10 ⁻⁷		
GWMS 13/13 tief	7,83 × 10 ⁻²	1,96 × 10 ⁻³	1,00 × 10 ⁻⁷		
GWMS 11/13 flach	9,47 × 10 ⁻²	2,37 × 10 ⁻³	1,00 × 10 ⁻⁷		
GWMS 11/13 mittel	3,16 × 10 ⁻¹	7,91 × 10 ⁻³	1,00 × 10 ⁻⁷		
Average	6,18 × 10 ⁻²	1,55 × 10 ⁻³	9,81 × 10 ⁻²		

HPC AG Wilhelm-Herbst-Straße 5 28359 Bremen Tel.: 0421 20 24 30 0 Fax: 0421 21 70 10	Pumping Test Analysis Report	
	Project: Sanierungsuntersuchungen PV Phase IV	
	Number: 2141072	
	Client: Immobilien Bremen	

Location: Bremen-Farge	Pumping Test: PV Phase IV	Pumping Well: GWMS 15/13 flach
------------------------	---------------------------	--------------------------------

Test Conducted by: F. Pfeifer	Test Date: 26.09.2014
-------------------------------	-----------------------

Aquifer Thickness: 4000,00 cm	Discharge Rate: 1,5 [m³/h]
-------------------------------	----------------------------

	Analysis Performed by	Analysis Date	Method name	Well	T [m²/s]	K [m/s]	S
1	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 1/12	$1,43 \times 10^{-1}$	$3,57 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$
2	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 04/12	$4,78 \times 10^{-3}$	$1,20 \times 10^{-4}$	$6,17 \times 10^{-4}$
3	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 18/13 flach	$1,16 \times 10^{-5}$	$2,90 \times 10^{-7}$	$1,58 \times 10^{-4}$
4	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 14/13 flach	$2,34 \times 10^{-2}$	$5,85 \times 10^{-4}$	$5,77 \times 10^{-1}$
5	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 15/13 flach	$2,70 \times 10^{-3}$	$6,75 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-7}$
6	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 17/13 flach	$4,69 \times 10^{-6}$	$1,17 \times 10^{-7}$	$3,62 \times 10^{-4}$
7	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 17/13 mittel	$2,78 \times 10^{-2}$	$6,95 \times 10^{-4}$	$9,90 \times 10^{-1}$
8	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 15/13 mittel	$4,74 \times 10^{-3}$	$1,19 \times 10^{-4}$	$1,07 \times 10^{-4}$
9	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 04/12 Hand	$4,78 \times 10^{-3}$	$1,20 \times 10^{-4}$	$6,17 \times 10^{-4}$
10	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GMWS 03/12 Hand	$5,53 \times 10^{-7}$	$1,38 \times 10^{-8}$	$2,02 \times 10^{-6}$
11	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 12/13 mittel	$1,05 \times 10^{-1}$	$2,63 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$
12	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 13/13 flach	$7,72 \times 10^{-2}$	$1,93 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$
13	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 13/13 mittel	$1,06 \times 10^{-1}$	$2,65 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$
14	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 13/13 tief	$7,83 \times 10^{-2}$	$1,96 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$
15	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 11/13 flach	$9,47 \times 10^{-2}$	$2,37 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$
16	F. Pfeifer	15.10.2014	Theis	GWMS 11/13 mittel	$3,16 \times 10^{-1}$	$7,91 \times 10^{-3}$	$1,00 \times 10^{-7}$