



Büro für Geologie und Umwelt

Ingenieurgesellschaft Kruse & Co. mbH

Kollastraße 11-13 · D-22529 Hamburg · Tel. 040/54 76 16-0 · Fax 040/54 76 16-16

**Pella Sietas GmbH,**

**Neuenfelder Fährdeich 88, 21129 Hamburg**

**Detailerkundung**

Auftraggeber: Pella Sietas GmbH

Auftragsnummer: 2015-1695 – 03.08.2017 / Wö

## I. Inhaltsverzeichnis

<b>I. Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>II. Anlagenverzeichnis.....</b>	<b>II</b>
<b>1. Veranlassung.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Vorliegende Unterlagen .....</b>	<b>1</b>
<b>3. Eigentumsverhältnisse, ehemalige, aktuelle und geplante Nutzung, vorliegende Untersuchungsergebnisse .....</b>	<b>2</b>
3.1 Eigentumsverhältnisse, ehemalige, aktuelle und geplante Nutzung.....	2
3.2 Vorliegende Untersuchungsergebnisse .....	4
<b>4. Realisiertes Untersuchungsprogramm (Detailuntersuchung) .....</b>	<b>5</b>
4.1 Rammkernsondierungen .....	9
4.2 Bodenluftmessungen .....	10
4.3 Grundwassermessstellen (Rammfilterpegel).....	11
4.4 Probenauswahl und Analysenumfänge.....	11
4.4.1 Bodenproben .....	11
4.4.2 Bodenluftproben (Schadstoffanalytik).....	12
4.4.3 Grundwasser .....	12
4.4.3.1 Oberflächennahes Grundwasser (Stauwasser).....	12
4.4.3.2 Grundwasser (1. Hauptgrundwasserleiter).....	12
<b>5. Kriterien zur Beurteilung der Untersuchungsergebnisse Gefährdungspfade, Entsorgungsrelevanz .....</b>	<b>13</b>
5.1 Gefährdungspfade Boden – Bodenluft – Mensch bzw. Boden – Bodenluft – Grundwasser .....	13
5.1.1 Boden, Grundwasser .....	13
5.1.2 Bodenluft (Schadgase).....	14
5.2 Kriterien zur Beurteilung der Entsorgungsrelevanz .....	14
<b>6. Untersuchungsergebnisse .....</b>	<b>15</b>
6.1 Geologie / Untergrundaufbau.....	15
6.1.1 Auffüllung.....	15
6.1.2 Geogene Sedimente .....	16
6.2 Hydrogeologie .....	17
6.2.1 Oberflächennahes Grundwasser (Stau- / Schichtenwasser) .....	17
6.2.2 Grundwasser (1. Hauptgrundwasserleiter).....	18
6.3 Sensorische Auffälligkeiten.....	19
6.3.1 Sensorische Auffälligkeiten (Boden).....	19
6.3.2 Sensorische Auffälligkeiten (Wasser).....	19
6.4 Ergebnisse und Bewertung der Laboruntersuchungen .....	20
6.4.1 Bodenanalytik .....	20
6.4.2 Bodenanalytik (Entsorgungsanalytik).....	26

6.4.3	Bodenluftanalytik (inkl. Vor-Ort-Analytik).....	27
6.4.3.1	Messergebnisse der Vor-Ort-Analytik.....	27
6.4.3.2	Laboruntersuchungen Bodenluft (Schadgase) .....	28
6.4.4	Wasseranalytik (inkl. Vor-Ort-Untersuchungen) .....	29
6.4.4.1	Oberflächennahes Grundwasser (Stauwasser).....	29
6.4.4.1.1	Vor-Ort-Untersuchungen (chemisch-physikalische Parameter).....	29
6.4.4.1.2	Laboruntersuchungen.....	29
6.4.4.2	Grundwasser (1. Hauptgrundwasserleiter).....	34
6.4.4.2.1	Vor-Ort-Untersuchungen (chemisch-physikalische Parameter).....	34
6.4.4.2.2	Laboruntersuchungen.....	34
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung der Untersuchungsergebnisse, Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise .....</b>	<b>36</b>
7.1	Gefährdungspfade Boden-Bodenluft und Boden-Grundwasser unter Berücksichtigung der vorliegenden Daten aus der OU (2012, [2]) .....	36
7.1.1	Neuenfelder Maschinenfabrik (RKS / BL 44 – RKS / BL 50, RF 48A).....	36
7.1.2	Zwischen der Neuenfelder Maschinenfabrik und den ehemaligen Slipanlagen A / B (RKS / BL / RF 51, RKS / BL 52) .....	37
7.1.2.1	Bereich der RKS 8c (ehemaliges Esteufer), RKS / BL / RF 51 .....	37
7.1.2.2	Südlicher Teil Halle 1 (ehemaliger 15 m <sup>3</sup> Heizöltank / Maschinenraum), RKS / BL 52.....	38
7.1.3	Im zentralen Werftgelände (RKS 53 – RKS 63, RF 55, RF 57, RF 60).....	38
7.1.3.1	Bereich der Slipanlagen C / D (RKS 53 – RKS 56 / 56A, RF 55).....	38
7.1.3.2	Halle 23 (RKS 57 – RKS 63, RF 57, RF 60).....	39
7.1.4	Auf dem Werftgelände östlich des Hafenbeckens 1 (RKS 64 – RKS 67, RF 66) ...	39
7.2	Teilflächenübergreifende Bewertung, u. a. mit Hinblick auf die weitere Nutzung etc., Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise .....	40
<b>8.</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>41</b>

## II. Anlagenverzeichnis

<b>Lagepläne .....</b>	<b>2015-1695 / 1</b>
Übersichtslageplan, M 1:10.000 .....	2015-1695 / 1.1
Werkplan Pella Sietas GmbH, Stand 02.09.2015, M 1:2.500.....	2015-1695 / 1.2
Aufschlussplan Rammkernsondierungen, Bodenluftmesspunkte, Rammfilterpegel (Oktober 2015), M 1:1.000.....	2015-1695 / 1.3
Zuschnitte der Detaillagepläne West, Mitte, Ost, M 1:2.000 .....	2015-1695 / 1.4.1
Darstellung der Analysenergebnisse Boden, Detailpläne West, Mitte und Ost, M 1:1.000 .....	2015-1695 / 1.4.2 - 1.4.4

## **Beprobungsprotokolle ..... 2015-1695 / 2**

Bohrprofile (Rammkernsondierungen RKS 44 - RKS 67) .....	2015-1695 / 2.1.1 - 2.1.29
Schichtenverzeichnisse (Rammkernsondierungen RKS 44 - RKS 67) .....	2015-1695 / 2.2.1 - 2.2.29
Bodenluftmessprotokolle (BL 44 - BL 52) .....	2015-1695 / 2.3.1 - 2.3.9
Wasserprobenentnahmeprotokolle Stauwasserpegel (RF 48A, RF 51, RF 55, RF 57, RF 60, RF 66) .....	2015-1695 / 2.4.1 - 2.4.6
Wasserprobenentnahmeprotokolle Grundwassermessstellen (GWM 9986 bis GWM 9989) .....	2015-1695 / 2.5.1 - 2.5.4

## **Analysenzertifikate ..... 2015-1695 / 3**

### Analysenbefunde GBA (Boden):

Nr. 2015P516963/2 vom 24.11.2015 .....	2015-1695 / 3.1.1, S. 1 - S. 23
Nr. 2015P517473/1 vom 16.11.2015 .....	2015-1695 / 3.1.2, S. 1 + S. 2
Chromatogramme .....	2015-1695 / 3.1.3, S. 1 - S. 7

### Analysenbefund GBA (Bodenluft):

Nr. 2015P516636/1 vom 30.10.2015 .....	2015-1695 / 3.2, S. 1 - S. 5
--	------------------------------

### Analysenbefund GBA (Wasser):

Nr. 2015P518002/1 vom 24.11.2015 .....	2015-1695 / 3.3.1, S. 1 - S. 9
Chromatogramme .....	2015-1695 / 3.3.2, S. 1 - S. 3

## **Sonstiges ..... 2015-1695 / 4 ff**

Fotodokumentation Rammkernsondierungen, Bodenluft- messungen, Rammfilterpegel vom 19.10. bis 23.10.2015 .....	2015-1695 / 4, S. 1 - S. 11
Lageplan GWM 9986 bis GWM 9989 .....	2015-1695 / 5.1
Ausbauzeichnungen GWM 9986 bis GWM 9989 .....	2015-1695 / 5.2, S. 1 - S. 4
GWM 9986 bis GWM 9989, Grundwasseranalytik 2011 .....	2015-1695 / 5.3

## **1. Veranlassung**

Auf dem ca. 16 ha großen Werftgelände der damaligen Sietas KG Schiffswerft GmbH & Co. am Neuenfelder Fährdeich (einschließlich der ehemaligen Neuenfelder Maschinenfabrik) in Hamburg-Neuenfelde wurden 2012 eine Historische Erkundung sowie eine Orientierende Untergrunderkundung ausgeführt. Bei den Untersuchungen wurden an mehreren Ansatzpunkten erhöhte Gehalte an Schwermetallen und Arsen, Kohlenwasserstoffen (MKW), polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Methylnaphthalinen im Boden festgestellt. Im Stauwasser wurden mit einer Ausnahme an allen Proben erhöhte Gehalte an PAK nachgewiesen. Des Weiteren wies das Stauwasser lokal erhöhte MKW- bzw. Schwermetall-Gehalte sowie in einem Fall auch erhöhte Konzentrationen an zinnorganischen Verbindungen auf. In der Bodenluft wurden lokal erhöhte Gehalte an leichtflüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) ermittelt.

Aufgrund der o. g. Ergebnisse wurde seitens der FHH, BUE (ehemals BSU, Schreiben BSU, U23, vom 18.06.2014) gemäß BBodSchG / BBodSchV weiterer Untersuchungsbedarf im Hinblick auf die Wirkungspfade Boden – Grundwasser und Boden – Bodenluft gesehen.

Unser Büro wurde am 20.10.2015 von der Pella Sietas GmbH beauftragt (Bestellung Nr. 513748/SJO), ein Untersuchungskonzept zu erstellen sowie ergänzende Untergrunderkundungen (Detailerkundung) entsprechend den Forderungen der BUE durchzuführen.

Im vorliegenden Bericht werden die Daten und Ergebnisse der durchgeführten Detailerkundung dargestellt, beurteilt und der sich daraus ergebende Handlungsbedarf genannt.

## **2. Vorliegende Unterlagen**

Folgende Unterlagen wurden uns von der Auftraggeberin bzw. der Freien und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie, U2308, übergeben:

- [1] Altlastenerkundung und Gefährdungsabschätzung für das Gelände der Sietas-Werft in Hamburg, - Historische Erkundung -, BWS, 18.04.2012
- [2] Altlastenerkundung und Gefährdungsabschätzung für das Gelände der Sietas-Werft in Hamburg, - Orientierende Erkundung mit vertieften Untersuchungen -, BWS, 07.05.2012
- [2a] Altlastenerkundung und Gefährdungsabschätzung für das Gelände der Sietas-Werft in Hamburg, - Orientierende Erkundung mit vertieften Untersuchungen -, Kurzfassung, BWS, 10.05.2012
- [3] Neuenfelder Fährdeich, Flächen 5232-001/01+02, Probenahmeakte der Freien und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, - Gewässer- und Bodenschutz -, Geoconsult Hamburg GbR, 4. Fortschreibung: Juli 2013

- [4] Grundwasserüberwachung 2011, GWM 9986, GWM 9987, GWM 9988 und GWM 9989, Analysenergebnisse (tabellarisch, Auszug Neuenfelder Fährdeich 2011, Seite 5)
- [5] Stellungnahme der FHH, BUE, U23 (ehemals BSU, U23) vom 18.06.2014 zu o. g. Untersuchungsergebnissen [2]

Das Untersuchungskonzept ist folgender Unterlage zu entnehmen:

- [6] Betriebsgelände Pella Sietas GmbH, Neuenfelder Fährdeich 88, 21129 Hamburg, Altlastverdachtsfläche 5232-001/01, BGU GmbH, Auftragsnummer 2015-1695 vom 12.10.2015, einschließlich den Ergebnissen der Ortsbesichtigung vom 02.09.2015  
[6a]

Zudem standen über

- [7] das Geoportal Hamburg ([www.geoportal-hamburg.de](http://www.geoportal-hamburg.de)) bzw. die Geologische Karte, Blatt 2425 Hamburg, M 1:25.000
- [8] die Stadtkarte von Hamburg, Empfindlichkeitskarte Grundwasser, M 1:20.000, Hrsg. FHH, Baubehörde, Ausgabe 1996

allgemeine geologische und hydrogeologische Daten zur Verfügung.

Soweit im nachfolgenden Text ein Verweis auf die o. g. Unterlagen erforderlich wird, erfolgt dieser mittels Nennung der in eckige Klammern gesetzten Ziffern.

### **3. Eigentumsverhältnisse, ehemalige, aktuelle und geplante Nutzung, vorliegende Untersuchungsergebnisse**

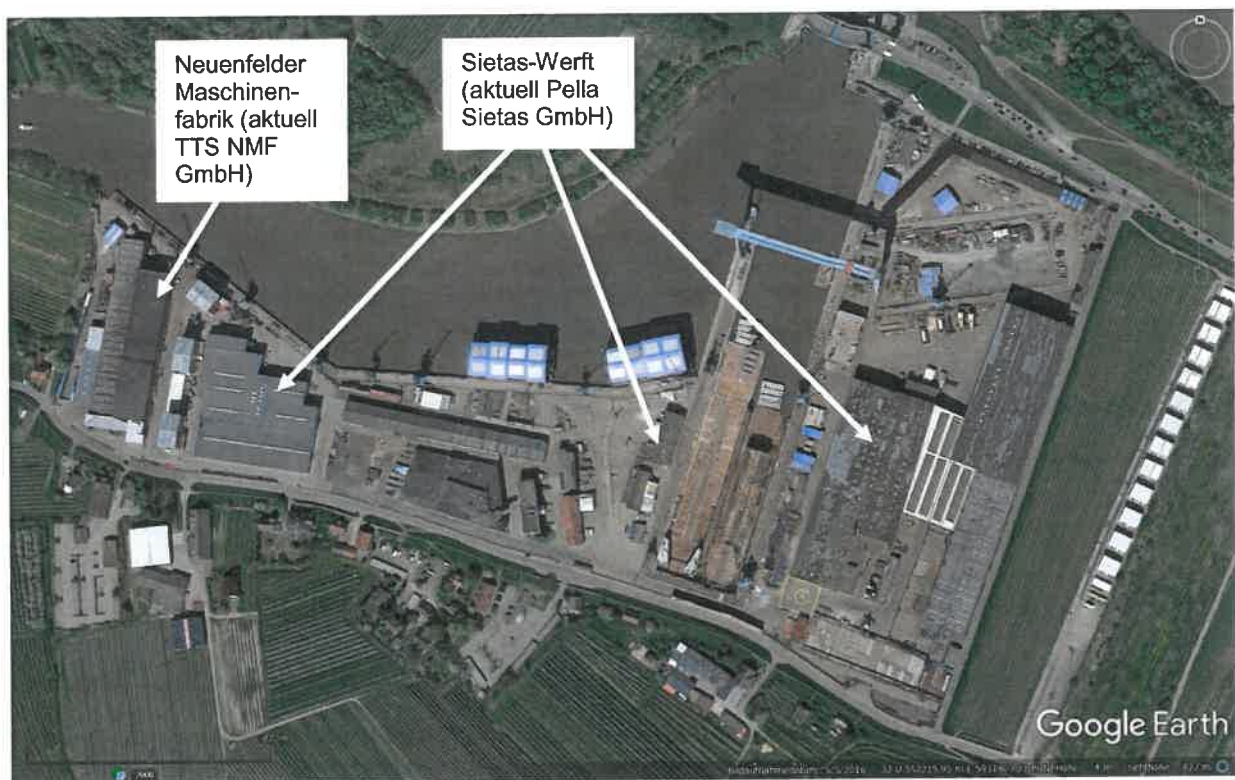
#### **3.1 Eigentumsverhältnisse, ehemalige, aktuelle und geplante Nutzung**

Das ca. 160.000 m<sup>2</sup> große Grundstück Neuenfelder Fährdeich 88 liegt in dem Hamburger Stadtteil Neuenfelde. Es wird begrenzt im Süden vom Neuenfelder Fährdeich, im Norden von der Este und im Osten vom Neuen Fährweg. Östlich des Neuen Fährwegs und westlich des Grundstücks schließen sich landwirtschaftlich genutzte Flächen (Obstplantagen) an (Lage s. Anlage 1.1).

Gemäß [2] wurde der Grundstein der **Sietas-Werft** bereits 1635 gelegt. Die Werft wurde über viele Jahrhunderte von der Familie Sietas betrieben. Der Übergang vom Holzschiffbau zum Stahlschiffbau erfolgte ab dem Ende des 19. Jahrhunderts. Die von direkten Kriegseinwirkungen verschonte Werft vergrößerte sich in den 1950er und 1960er Jahren durch den Kauf der unmittelbar östlich und westlich angrenzenden Werftgelände (Holst-Werft, Rancke-Werft). Auf der Sietas-Werft wurden neben Containerschiffen auch Spezialschiffe wie Eisbrecher, Schwergutschiffe, Chemikalien- und Öltanker etc. entwickelt und hergestellt.

Ende der 1960er Jahre wurden westlich des Werftgeländes Werkshallen für das 1970 gegründete Tochterunternehmen, die **Neuenfelder Maschinenfabrik (NMF)**, errichtet. Die Neuenfelder Maschinenfabrik stellt Schiffsausrüstungen wie Winden, Hubvorrichtungen, Schiffskräne, Spezialkrananlagen etc. her. Im Zuge der Insolvenz der Sietas-Werft im Jahr 2011 wurde die NMF 2012 von der norwegischen TTS Group ASA übernommen und firmiert nun als **TTS NMF GmbH**.

Im April 2014 erfolgte die Übernahme der Sietas Werft durch die russische Open JSC Pella Gruppe aus St. Petersburg. Durch den Zusammenschluss beider Werften entstand die **Pella Sietas GmbH**.



**Abb. 1:** Auszug aus Google-Earth (bearbeitet)

Details zur Historie der Sietas-Werft sind der Historischen Erkundung in [1] zu entnehmen.

Das Werft-Gelände der Pella Sietas GmbH wird gemäß [1] im Altlasthinweiskataster der FHH, BUE, unter der AHKF-Nr. 5232-001/01, das Gelände der TTS NMF GmbH unter der AHKF-Nr. 5232-001/02 geführt (s. a. Anlage 5.1). Darüber hinaus liegt die Fläche der Pella Sietas GmbH auf der Altablagerung (Spülfeld) AHKF-Nr. 5232-001/03.

### **3.2 Vorliegende Untersuchungsergebnisse**

2012 wurden für das ca. 16 ha große Werftgelände der damaligen Sietas KG Schiffswerft GmbH & Co. sowie der westlich gelegenen Neuenfelder Maschinenfabrik am Neuenfelder Fährdeich in Hamburg-Neuenfelde eine Historische Erkundung [1] sowie eine Orientierende Untergrunderkundung [2] ausgeführt. Abgeteuft wurden insgesamt 43 Kleinrammbohrungen. Des Weiteren wurden 17 Bodenluftmessungen ausgeführt und an 7 Ansatzpunkten horizontalisierte Stauwasserproben gewonnen. Dabei wurden im Boden an mehreren Ansatzpunkten erhöhte Gehalte an Schwermetallen und Arsen, Kohlenwasserstoffen (MKW), polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Methylnaphthalinen festgestellt. Im Stauwasser wurden mit einer Ausnahme an allen Proben erhöhte Gehalte an PAK nachgewiesen. Des Weiteren wies das Stauwasser lokal erhöhte MKW- bzw. Schwermetall-Gehalte sowie in einem Fall auch erhöhte Konzentrationen an zinnorganischen Verbindungen auf. In der Bodenluft wurden lokal erhöhte Gehalte an leichtflüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) ermittelt.

Dabei wurden aus Sicht der BUE [5] in den folgenden Bereichen auffällige Schadstoffbefunde im Boden, in der Bodenluft bzw. im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) angetroffen, die einen weiteren Untersuchungsbedarf erforderten:

#### **1. Neuenfelder Maschinenfabrik**

- **RKS 3 / RKS 4:** erhöhte BTEX-Gehalte in der Bodenluft (max. 82,1 mg/m<sup>3</sup>, davon 77 mg/m<sup>3</sup> Benzol), erhöhte MKW-Gehalte im Boden (max. 1.130 mg/kg TS)

#### **2. zwischen der Neuenfelder Maschinenfabrik und den ehemaligen Slipanlagen A / B**

- **RKS 8c / SHW 8:** erhöhte PAK- (1,54 µg/l) und BTEX-Gehalte (10,5 µg/l) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser)

#### **3. im zentralen Werftgelände**

- **RKS 24 / SHW 24** (Slipanlagen): erhöhte MKW- (1,7 mg/l) bzw. geringfügig erhöhte PAK-Gehalte (0,69 µg/l) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser)
- **RKS 30 / RKS 41 / RKS 43** (Halle 23): erhöhte MKW-Gehalte im Boden (max. 4.660 mg/kg TS)

#### **4. auf dem Werftgelände östlich des Hafenbeckens 1**

- **RKS 37 / SHW 37:** erhöhte MKW- (1 mg/l) und PAK-Gehalte (73,7 µg/l) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser).

#### **4. Realisiertes Untersuchungsprogramm (Detailuntersuchung)**

Aufgrund der in Kapitel 3.2 zusammengefassten Ergebnisse der Orientierenden Untersuchung [2] wurde seitens der FHH, BSU/BUE im Schreiben vom 18.06.2014 [5] gemäß BBodSchG / BBodSchV weiterer Untersuchungsbedarf im Hinblick auf die Wirkungspfade Boden – Grundwasser und Boden – Bodenluft gesehen. Hierbei sollten im Bereich der 2012 angetroffenen Verunreinigungen bzw. der 2012 nicht untersuchten umweltrelevant genutzten Betriebsabschnitte weitere Untergrunderkundungen ausgeführt werden. Diese wurde im Untersuchungsprogramm vom 12.10.2015 [6], in das auch die Ergebnisse der Ortsbesichtigung vom 02.09.2015 einfließen, festgelegt und mit allen Beteiligten abgestimmt.

Der folgenden Tabelle 1 kann der realisierte Untersuchungsumfang entnommen werden.

**Tabelle 1: Realisierter Untersuchungsumfang**

<b>1. Neuenfelder Maschinenfabrik</b>				
<b>Altaufschlüsse</b>	<b>Ausgeführte Aufschlüsse</b>	<b>Standort bezogen auf die ehemalige bzw. aktuelle Nutzung</b>	<b>Untersuchungsumfang</b>	<b>Chemische Analytik</b>
RKS 3 / RKS 4	RKS 44 bis RKS 50	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maschinenbauhalle seit 1982, Entfettung (RKS 3) [2] bzw. ehemals Lackierarbeiten an Einzelteilen von Schiffskränen [6a]</li> <li>Maschinenbauhalle seit 1969 (RKS 4) [2]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8 Rammkernsondierungen bis max. 4 m u. GOK (Abbruch einer Rammkernsondierung wegen Hindernis)</li> <li>7 Bodenluftmessungen</li> <li>1 stationärer Stauwasserpegel (RF 48A) bis 2,5 m u. GOK</li> </ul>	<u>Boden:</u> MKW, LCKW, BTEX  <u>Bodenluft:</u> LCKW, BTEX  <u>Stauwasser:</u> MKW, PAK, BTEX, zinnorgan. Verbindungen, Schwermetalle und Arsen
<b>2. Bereich zwischen Neuenfelder Maschinenfabrik und den ehemaligen Slipanlagen A / B</b>				
<b>Altaufschlüsse</b>	<b>Ausgeführte Aufschlüsse</b>	<b>Standort bezogen auf die ehemalige bzw. aktuelle Nutzung</b>	<b>Untersuchungsumfang</b>	<b>Chemische Analytik</b>
RKS 8c	RKS 51	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ehemaliges Esteufer, verfüllt, Hinweise auf Ablagerung von Sandstrahlgut [2] bzw. ehemals Lackierarbeiten an Einzelteilen von Schiffskränen [6a]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Rammkernsondierung bis 3 m u. GOK</li> <li>1 Bodenluftmessung</li> <li>1 stationärer Stauwasserpegel (RF 51) bis ca. 1,5 m u. GOK</li> </ul>	<u>Boden:</u> PAK, BTEX  <u>Bodenluft:</u> BTEX  <u>Stauwasser:</u> MKW, PAK, BTEX, zinnorgan. Verbindungen, Schwermetalle und Arsen
	RKS 52	<ul style="list-style-type: none"> <li>im südlichen Teil der Halle 1 zwischen dem Bereich eines ehemaligen 15 m³ Heizöltanks und dem nördlich davon liegenden Maschinenraum [6a]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Rammkernsondierung bis ca. 0,72 m u. GOK (Abbruch wegen massiver Hindernisse)</li> <li>1 Bodenluftmessung</li> </ul>	<u>Bodenluft:</u> LCKW, BTEX

Legende s. Seite 8

**Tabelle 1 (Fortsetzung): Realisierter Untersuchungsumfang**

<b>3. Zentrales Werftgelände</b>				
<b>Altaufschlüsse</b>	<b>Ausgeführte Aufschlüsse</b>	<b>Standort bezogen auf die ehemalige bzw. aktuelle Nutzung</b>	<b>Untersuchungsumfang</b>	<b>Chemische Analytik</b>
RKS 24	RKS 53 bis RKS 56 / RKS 56A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rohrwaschplatz, Säurebecken zur Rohrreinigung [2], ehemaliger Waschplatz mit stillgelegtem Benzinabscheider [6a]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 Rammkernsondierungen bis max. 4,4 m u. GOK (Abbruch aller RKS wegen Hindernissen im Bereich der ehemaligen Slipanlagen C / D)</li> <li>1 stationärer Stauwasserpegel (RF 55) bis 3,2 m u. GOK</li> </ul>	<u>Boden:</u> MKW, PAK <u>Stauwasser:</u> MKW, PAK, BTEX, zinnorgan. Verbindungen, Schwermetalle und Arsen
RKS 30, RKS 41, RKS 43	RKS 57 bis RKS 63	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ehemalige Holzbearbeitungshalle abgerissen und verfüllt bzw. 15 m³ Erdtank Heizöl ausgebaut [2]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10 Rammkernsondierungen bis max. 5 m u. GOK (Abbruch einiger RKS wegen Hindernissen)</li> <li>2 stationäre Stauwasserpegel (RF 57, RF 60) bis max. 3,5 m u. GOK</li> </ul>	<u>Boden:</u> MKW, PAK, LCKW, BTEX <u>Stauwasser:</u> MKW, PAK, BTEX, zinnorgan. Verbindungen, Schwermetalle und Arsen
<b>4. Werftgelände östlich des Hafenbeckens 1</b>				
<b>Altaufschlüsse</b>	<b>Ausgeführte Aufschlüsse</b>	<b>Standort bezogen auf die ehemalige bzw. aktuelle Nutzung</b>	<b>Untersuchungsumfang</b>	<b>Chemische Analytik</b>
RKS 37	RKS 64 bis RKS 67	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montageplatz [2]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 Rammkernsondierungen bis max. 7 m u. GOK</li> <li>1 stationärer Stauwasserpegel (RF 66) bis 2,3 m u. GOK</li> </ul>	<u>Boden:</u> MKW, PAK <u>Stauwasser:</u> MKW, PAK, BTEX, zinnorgan. Verbindungen, Schwermetalle und Arsen

Legende s. Seite 8

**Tabelle 1 (Fortsetzung): Realisierter Untersuchungsumfang**

5. Abstrom des Werftgeländes			
Vorhandene Grund- Wassermessstellen	Standort bezogen auf die ehemalige bzw. aktuelle Nutzung	Untersuchungsumfang	Chemische Analytik
GWM 9986 bis GWM 9989	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abstrom Werftgelände</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beprobung in 2015</li> </ul>	Grundwasser: MKW, PAK, BTEX, zinnorgan. Verbindungen, Schwermetalle und Arsen

[2] Orientierende Erkundung, BWS 07.05.2012

[6a] Ortsbesichtigung BGU GmbH vom 02.09.2015

#### **4.1 Rammkernsondierungen**

Die insgesamt 29 Rammkernsondierbohrungen (RKS 44 bis RKS 67, einschließlich 5 RKS, die versetzt wurden) wurden im Zeitraum vom 19.10. bis 23.10.2015 von der Fa. Ruider, Fütterer Baugrunderkundungsgesellschaft mbH (Reinbek) ausgeführt.

Die RKS 48, RKS 56, RKS 59, RKS 61 und RKS 62 wurden nach dem Antreffen von Hindernissen im Untergrund versetzt und konnten mit Ausnahme der RKS 56 und RKS 59 bis in den gewachsenen Boden abgeteuft werden.

Die im Bereich der Slipanlagen C/D abgeteuchten Aufschlüsse (RKS 53, RKS 54, RKS 55) mussten ebenfalls wie die RKS 56 / RKS 56A aufgrund von Hindernissen im Untergrund abgebrochen werden.

Die in der Halle 1 geplante RKS 52 konnte aufgrund massiver Hindernisse (Ziegel- / Beton- / Sandlage) ebenfalls nicht wie geplant abgeteuft werden. Da die 60 cm mächtige Betonsohle nur mit einem erheblichen Zeitaufwand durchkernt werden konnte und die Halle nach Angaben von Mitarbeitern der Pella Sietas GmbH in diesem Bereich auf zahlreichen Pfählen gegründet sein soll (Pläne dafür lagen nicht vor), wurde, entsprechend der Abstimmung mit der FHH, BUE, von einem Versetzen des Aufschlusspunktes in diesem Bereich abgesehen.

Vor dem Abteufen der Rammkernsondierungen wurde die Bohrstrecke in der Regel bis in eine Tiefe von mindestens 1,5 m unter Gelände zum Auffinden ggf. vorhandener Versorgungsleitungen mittels Geologenbohrer / Doppelspaten vorgeschachtet.

Soweit erforderlich, wurden die Sondierarbeiten von der Kampfmittelräumfirma HKB GmbH (Hamburg) im Hinblick auf mögliche Bombenblindgänger sicherheitstechnisch begleitet.

Das Bohrgut wurde durch eine Mitarbeiterin unseres Hauses kornanalytisch eingestuft, sensorisch bewertet (Geruch, Aussehen, Beurteilung der anthropogenen Beimengungen) und beprobt. Insgesamt wurden aus den Rammkernsondierungen 151 gestörte Bodenproben sowie 69 Headspace-Proben entnommen. Die Entnahmebereiche der Bodenproben wurden aufgrund kornanalytischer Merkmale und sensorischer Befunde festgelegt. Die gestörten Bodenproben wurden umgehend in luftdicht verschließbare Gläser bzw. Headspace-Violen gefüllt und bis zur Übergabe an das Labor GBA mbH (Pinneberg) gekühlt aufbewahrt.

Die Ergebnisse der Bodenansprache sind den als Anlagen 2.1 und 2.2 beigefügten Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen der Rammkernsondierungen zu entnehmen.

Die Ansatzpunkte der Sondierungen wurden vom Bohrunternehmen nach Abschluss der Sondierarbeiten nach Lage und Höhe eingemessen (Rechts- und Hochwerte s. Bohrprofile in Anlage 2.1).

#### **4.2 Bodenluftmessungen**

In 9 Rammkernsondierungen (RKS 44 bis RKS 52) wurden zusätzlich Bodenluftmessungen ausgeführt. Im Vorwege einer jeden Bodenluftmessung wurde mittels der Rammkernsondierung der Untergrund auf die petrographische Zusammensetzung, die sensorischen Auffälligkeiten, die Gasdurchlässigkeit und die Wasserverhältnisse untersucht sowie die Bodenproben (s. o.) für die chemischen Untersuchungen entnommen.

Im Anschluss an die Sondierung wurde in das mit einem 2"-Standrohr ausgestattete Bohrloch (Abdichtung des Standrohrs zur Geländeoberfläche mittels Tonplombe) eine Gasmesssonde (Typ Honold) in den Pegel eingeführt.

Um das Ansaugen von Nebenluft zu verhindern, wurde der Sondenschaft im Aufsatzrohr des Pegels zur Oberfläche mit Hilfe von einem Dichtkonus abgedichtet.

Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Messanordnung wurden parallel zu den schadstoffspezifischen Bodenluftmessungen (Pumpsystem Honold G110) die Anteile an Sauerstoff ( $O_2$ ), Kohlendioxid ( $CO_2$ ) und Methan ( $CH_4$ ) an der Bodengaszusammensetzung gemessen. Die Messung vorgenannter Permanentgase erfolgte mittels POLYTECTOR II (Hersteller GfG). Das Messgerät arbeitet im Bereich von 0 bis 100 % UEG nach dem Prinzip der katalytischen Verbrennung bzw. alternativ von 0 bis 100 Vol.-% nach dem Prinzip der Wärmeleitfähigkeit. Der Sauerstoffgehalt (Messbereich 0 bis 25 Vol.-%) wird in einer Brennstoffzelle analysiert. Der Kohlendioxidgehalt wird mit Hilfe eines Infrarot-Sensors gemessen (Messbereich 0 bis 70 Vol.-%).

Für eine erste Einschätzung des Schadstoffpotentials am Messpunkt bzw. zur Bestimmung der Beladungsmodalitäten für die Adsorberbeprobung (Anreicherung auf Aktivkohle) wurden bei den Bodenluftmessungen (Schadgase), nachdem die Messanordnung auf ihre ordnungsgemäße Funktion geprüft wurde, halbquantitative Messungen mittels PID (Photoionisationsdetektor) ausgeführt.

Die Protokolle der Bodenluftmessungen sind als Anlage 2.3 beigelegt.

### 4.3 Grundwassermessstellen (Rammfilterpegel)

Zur Klärung der Verunreinigungssituation des oberflächennahen Grundwassers (Stauwasser) wurden insgesamt sechs 2"-Rammfilterpegel ausgebaut.

**Tabelle 2: Ausbaudaten der Rammfilterpegel**

Rammfilter- pegel (RF)	Lage Filter m u. GOK / NN m	Ausbau	Wasserhorizont	Anlage
48A	0,5 -2,5 / 2,67 – 0,67	unter Flur, vollkommen	auf den holozänen Weich- schichten auftretendes Stau- wasser	2.1.6, S. 2
51	0,5 – 1,5 / 2,8 – 1,8	unter Flur, vollkommen	in den holozänen Weichschich- ten auftretendes Schichtenwas- ser	2.1.9, S. 2
55	1,2 – 3,2 / 3,04 – 1,04	unter Flur, hängend	auf aufgefüllten bindigen Böden auftretendes Stauwasser	2.1.13, S. 2
57	1,0 – 3,0 / 2,71 – 0,71	unter Flur, vollkommen	auf den holozänen Weich- schichten auftretendes Stau- wasser	2.1.16, S. 2
60	1,50 – 3,5 / 2,32 – 0,32	unter Flur, hängend	in den holozänen Weichschich- ten auftretendes Schichtenwas- ser	2.1.20, S. 2
66	1,3 -2,3 / 2,65 – 1,65	unter Flur, vollkommen	auf den holozänen Weich- schichten auftretendes Stau- wasser	2.1.28, S. 2

Die NN-Höhen der GOK sowie der Messpunkte (geöffnete Sebakappe) wurden nach Abschluss der Ausbaurbeiten vom Bohrunternehmen einnivelliert (Höhenbezugspunkt: Messpunkt der GWM 9988, NN +3,54 m).

### 4.4 Probenauswahl und Analysenumfänge

#### 4.4.1 Bodenproben

Die Auswahl der **Bodenproben** sowie die Parameterauswahl für die chemische Analytik erfolgte unter Berücksichtigung des aus der Vornutzung zu vermutenden bzw. aus vorliegenden Untersuchungen bekannten Schadstoffinventars sowie in Abhängigkeit von den vor Ort gewonnenen Erkenntnissen (sensorische Probenbewertung). Die insgesamt 57 untersuchten Einzelproben sowie die analysierten Schadstoffparameter sind zusammen mit den Untersuchungsergebnissen der Tabelle 4 in Kapitel 6.4.1 zu entnehmen.

Die ausgewählten Bodenproben wurden zur chemischen Analytik an das Labor GBA mbH (Pinneberg) übergeben.

Die Analysenzertifikate, einschließlich Angabe der Analysenmethoden und Nachweisgrenzen, sind diesem Bericht als Anlagen 3.1.1 bis 3.1.3 beigelegt.

#### 4.4.2 Bodenluftproben (Schadstoffanalytik)

Im Anschluss an die in Kapitel 4.2 erläuterten qualitativen Vor-Ort-Messungen wurde die Bodenluft für die qualitative und quantitative Laboranalytik auf Aktivkohle aufgezogen. Die Beladung der Aktivkohle erfolgte mit durchschnittlichen Volumenströmen von 0,5 l/min (Ausnahme BL 52: Volumenstrom 0,7 l/min).

Um ggf. prüfen zu können, ob ein Durchbruch der Aktivkohle vorliegt, wurden Aktivkohleröhrchen mit Nachschaltschicht (DRÄGER Aktivkohle Typ Niosh) verwendet.

Die an den 9 Messpunkten gewonnenen Bodenluftproben wurden ebenfalls an das Labor GBA mbH zur Analytik auf leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW inkl. VC) sowie auf leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) übergeben (Ausnahme BL 51, nur BTEX). Die Untersuchungsergebnisse sind in der Tabelle 5 in Kapitel 6.4.3.2 aufgetragen.

Die Analysenzertifikate, einschließlich Angabe der Analysenmethoden und Nachweisgrenzen, sind dem Bericht als Anlage 3.2 beigelegt.

#### 4.4.3 Grundwasser

##### 4.4.3.1 Oberflächennahes Grundwasser (Stauwasser)

Die 6 Rammfilterpegel RF 48A, RF 51, RF 55, RF 57, RF 60 sowie RF 66 wurden am 13.11.2015 durch Mitarbeiter der GBA mbH (Pinneberg) beprobt. Die Entnahme der **Pumpproben** aus den o.g. stationären Rammfilterpegeln erfolgte mit Hilfe von Unterwasser-Tauchpumpen (Eijkelkamp 12 VDC bzw. Comet 12 V). Aus den Pegeln RF 48A, RF 51 und RF 57 konnten aufgrund des geringen Wasserzuflusses nur Schöpfproben gewonnen werden. Die Beprobungsmodalitäten der Wasserprobenentnahme sowie die ermittelten chemisch-physikalischen Parameter (elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Redox-Spannung) sind den Probenentnahmeprotokollen in der Anlage 2.4 zu entnehmen.

Die Wasserproben wurden ebenfalls von dem Labor GBA mbH untersucht. Die analysierten Schadstoffparameter sind zusammen mit den Untersuchungsergebnissen der Tabelle 6 in Kapitel 6.4.4.1.2 zu entnehmen.

Die Analysenzertifikate, einschließlich Angabe der Analysenmethoden und Nachweisgrenzen, sind dem Bericht als Anlagen 3.3.1 und 3.3.2 beigelegt.

##### 4.4.3.2 Grundwasser (1. Hauptgrundwasserleiter)

Neben den auf den Betriebsgeländen der Pella Sietas GmbH bzw. der TTS NMF GmbH ausgebauten 6 Rammfilterpegeln (s. Kapitel 4.4.3.1) wurden ebenfalls am 13.11.2015 die 4 Grund-

wassermessstellen GWM 9986 bis GWM 9989 der FHH, die im Abstrom der o. g. Betriebsge-  
lände liegen, durch Mitarbeiter der GBA mbH beprobt. Die Lage der 4 FHH-Grundwasser-  
messstellen ist den Lageplänen in Anlage 1.3 bzw. Anlage 5.1, die Ausbaudaten sind der Anla-  
ge 5.2 zu entnehmen.

Die Entnahme der **Pumpproben** aus den Grundwassermessstellen erfolgte mit Hilfe einer  
Unterwasser-Tauchpumpe (MPI bzw. SQ3). Die Beprobungsmodalitäten der Wasserprobenent-  
nahme sowie die ermittelten chemisch-physikalischen Parameter (elektrische Leitfähigkeit,  
Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Redox-Spannung) sind den Probenentnahme-  
protokollen in der Anlage 2.5 zu entnehmen.

Auch die Wasserproben wurden von dem Labor GBA mbH untersucht. Die analysierten Schad-  
stoffparameter sind zusammen mit den Untersuchungsbefunden der Tabelle 7 in Kapitel  
6.4.4.2.2 zu entnehmen.

Die Analysenzertifikate, einschließlich Angabe der Analysemethoden und Nachweisgrenzen,  
sind dem Bericht als Anlage 3.3.1 beigelegt.

## **5. Kriterien zur Beurteilung der Untersuchungsergebnisse Gefährdungspfade, Entsor- gungsrelevanz**

### **5.1 Gefährdungspfade Boden – Bodenluft – Mensch bzw. Boden – Bodenluft – Grund- wasser**

#### **5.1.1 Boden, Grundwasser**

Für die Bewertung der laboranalytisch bestimmten Schadstoffgehalte werden im Hinblick  
auf eine mögliche **Gefährdung von sich auf der Fläche aufhaltenden Personen** bzw. mögli-  
che **Nutzungseinschränkungen** sowie eine **Gefährdung des Grundwassers** durch Boden-  
verunreinigungen nachfolgende Prüf- bzw. Richtwerte herangezogen:

- „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - **BBodSchG**)“ vom 17.03.1998 (BGBl. I S. 502), das durch Artikel 14 des Gesetzes vom 27. Juni 2017 (BGBl. I, S. 1966) geändert worden ist
- „Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung - (**BBodSchV**)“ vom 12.07.1999 (BGBl. I, S. 1554), die zuletzt durch Artikel 102 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I, S. 1474) geändert worden ist  
hier: Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt)  
Wirkungspfad Boden-Grundwasser
- Broschüre "**Trinkwasserschutz in Hamburg**" (Hrsg.: FHH, BSU, Stand Juni 2001);  
hier: Stauwasserbereich „dichte“ Kleischicht, Austrag in das Stauwasser

- **LAWA-Geringfügigkeitsschwellen 2016 (GFS)**, „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser“, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), veröffentlicht Januar 2017

Die für die analysierten Schadstoffparameter herangezogenen jeweiligen Prüf- / Beurteilungswerte sind in den Tabellen 4 (Boden) und 6 bzw. 7 (Wasser) aufgeführt.

### **5.1.2 Bodenluft (Schadgase)**

Für die Beurteilung von **Verunreinigungen in der Bodenluft** im Hinblick auf den Grundwasserschutz werden in der BBodSchV (Zitat s. Kap. 5.1.1) keine Beurteilungswerte genannt. Hilfsweise werden deshalb nachfolgend der **Prüfwert** (Prüfwertbereich, bei dessen Überschreitung eine weitere Sachverhaltsermittlung geboten erscheint:  $\Sigma$  LHKW bzw.  $\Sigma$  BTEX jeweils **5 – 10 mg/m<sup>3</sup>**) bzw. der **Maßnahmenschwellenwert** (Schwellenwert, bei dem weitere Maßnahmen hinsichtlich einer Sanierung / Sicherung empfohlen werden:  $\Sigma$  LHKW bzw.  $\Sigma$  BTEX jeweils **50 mg/m<sup>3</sup>**) der **Länderarbeitsgemeinschaft Wasser** für die Beurteilung herangezogen (LAWA, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 1994, „Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden“).

Darüber hinaus werden für den **Wirkungspfad Bodenluft-Innenraumluf**t die Orientierungsbereiche Bodenluft gem. „Eckdaten zu Prüfwerten und weiteren stoffbezogenen Berechnungen für den Direktpfad Boden–Mensch (inkl. flüchtige Stoffe)“, Landesamt für Natur und Umwelt (LANU) Schleswig-Holstein, Juni 2005, herangezogen.

Die für die analysierten Schadstoffparameter herangezogenen jeweiligen Prüf- / Beurteilungswerte sind in der Tabelle 5 (Bodenluft) aufgeführt.

### **5.2 Kriterien zur Beurteilung der Entsorgungsrelevanz**

Für die Beurteilung der Entsorgungsrelevanz wurden die

- „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln – Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)“, Stand 06.11.2003 bzw. 05.11.2004

herangezogen.

## **6. Untersuchungsergebnisse**

Nachfolgend werden die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen genannt.

### **6.1 Geologie / Untergrundaufbau**

Gemäß der Geologischen Karte (Geoportal Hamburg, [7]) stehen im Bereich des in der Hamburger Elbmarsch liegenden Untersuchungsgebietes oberflächennah holozäne Weichschichten (Klei) an.

Gemäß [1] wurde der Standort zur Herstellung der Hochwassersicherheit im Laufe der Zeit u.a. mit Spülsedimenten auf Höhen von ca. NN +3,3 m bis NN +4,7 m aufgehöhrt. Die ehemalige natürliche Geländeoberfläche lag demgegenüber etwa bei ca. NN +0,5 m bis NN +2,0 m. Die Aufhöhung wird von geringdurchlässigen Weichschichten (Klei und Torf) mit Mächtigkeiten um ca. 3,5 m bis 5,5 m unterlagert. Die Mächtigkeiten der holozänen Weichschichten in den Aufschlüssen der GWM 9986 bis GWM 9989, die im Abstrom des Untersuchungsgebietes ausgebaut sind, liegen zwischen 2,1 m und 4,2 m.

Die im Rahmen der Untergrundaufschlüsse vor Ort im Oktober 2015 vorgenommene Bohrgutbewertung (s. Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile in Anlagen 2.1 und 2.2) vermittelt das folgende Bild über den geologischen Aufbau des Untergrundes, ausgehend von der Geländeoberkante bis zur Endteufe der Sondierbohrungen von max. 7,0 m u. GOK:

- überwiegend sandige, nur lokal schluffige Auffüllungen, die lagenweise anthropogene Beimengungen führen
- holozäne Weichschichten (Schluff, Klei)
- wasserführende Feinsande.

#### **6.1.1 Auffüllung**

In allen Aufschlüssen wurde unter der überwiegend mittels Betonsteinpflaster bzw. lokal mit Asphalt versiegelten Geländeoberfläche eine mindestens 0,5 m (RKS 58, fragliche Auffüllung von 0,5 m bis 1,5 m u. GOK) bis zu  $\geq 4,4$  m mächtige Auffüllung (RKS 53) erbohrt. In den 4 Untersuchungsbereichen wurden folgende Auffüllungsmächtigkeiten und -zusammensetzungen angetroffen (Details s. Anlagen 2.1 und 2.2):

##### **1. Neuenfelder Maschinenfabrik (RKS 44 bis RKS 50)**

- Auffüllungsmächtigkeit i. d. R. um ca. 1 m
- Auffüllungszusammensetzung: sandig, i. d. R. nur untergeordnet anthropogene Beimengungen wie Beton- und Ziegelreste, nur lokal Kunststoffreste, Metall

## **2. zwischen der Neuenfelder Maschinenfabrik und den ehemaligen Slipanlagen A / B (RKS 51, RKS 52)**

- Auffüllungsmächtigkeit ebenfalls ca. 1 m (RKS 51), im Bereich der RKS 52 wurde die Auffüllung nicht durchteuft
- Auffüllungszusammensetzung: sandig, hohe Anteile an anthropogenen Beimengungen wie Beton- und Ziegelreste, Asphalt sowie lokal Kunststoff- und Keramikresten

## **3. im zentralen Werftgelände (RKS 53 bis RKS 63)**

### **Slipanlagen C / D (RKS 53 bis RKS 56A)**

- Auffüllungsmächtigkeiten von bis  $\geq 4,4$  m; im Bereich der ehemaligen Slipanlagen konnte aufgrund von Hindernissen kein Aufschluss bis in die gewachsenen holozänen Weichschichten abgeteuft werden
- Auffüllungszusammensetzung überwiegend sandig, nur lokal schluffig oder steinig, i. d. R. deutliche Anteile an anthropogenen Beimengungen wie Beton- und Ziegelreste, Asphalt sowie hohe Anteile an Schlacke bzw. Schlackelagen, Metallgrus und Kohle

### **Halle 23 (RKS 57 bis RKS 63)**

- schwankende Auffüllungsmächtigkeiten von 1,4 m bis  $\geq 2,9$  m
- Auffüllungszusammensetzung überwiegend sandig, lokal schluffig, mit anthropogenen Beimengungen wie Beton- und Ziegelresten, Asphalt sowie lokal Schlacke, Holz und / oder Plastikfolie

## **4. auf dem Werftgelände östlich des Hafenbeckens 1 (RKS 64 bis RKS 67)**

- Auffüllungsmächtigkeit i. d. R. um ca. 2 m
- Auffüllungszusammensetzung überwiegend sandig, lokal schluffig, überwiegend deutliche bis hohe Anteile an anthropogenen Beimengungen wie Beton- und Ziegelresten, Asphalt, Schlacke sowie lokal Metallreste, Glas, Keramik und / oder Plastik

Details zur Zusammensetzung, Mächtigkeit der Auffüllung etc. sind den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in den Anlagen 2.1 und 2.2 zu entnehmen.

### **6.1.2 Geogene Sedimente**

Sofern die Auffüllung durchteuft werden konnte, wurden in allen Aufschlüssen im Liegenden der Auffüllung gewachsene, humose Schluffe (Klei) der holozänen Weichschichten erbohrt. Diese wurden nur in dem bis 7 m u. GOK abgeteften Aufschluss RKS 65 durchteuft. Hier wurde unter einer 2,1 m mächtigen sandigen Auffüllung Klei mit einer Mächtigkeit von 3,9 m erbohrt. Ab 6 m u. GOK folgen bis zur Endteufe von 7 m sehr feuchte bis nasse Feinsande, die Schlufflagen führen (Details zum angetroffenen Untergrundaufbau s. Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse in den Anlagen 2.1 und 2.2).

## **6.2 Hydrogeologie**

Gemäß der Empfindlichkeitskarte Grundwasser, 1:20.000 [8], liegt der Standort in einem Bereich mittlerer Grundwassergefährdung (Empfindlichkeitsgrad 3). Demnach ist Marschenklei nicht vorhanden und es besteht kein Schutz für den 1. Hauptgrundwasserleiter. Dies widerspricht jedoch den vor Ort gewonnenen Erkenntnissen (s. Kapitel 6.1.2). Gemäß [8] bestehen durch vorhandene Trennschichten keine hydraulischen Verbindungen zu den tieferen Grundwasserstockwerken der Elsterkaltzeit sowie den tertiären Kaolinsanden bzw. den tertiären Oberen und Unteren Braunkohlensanden.

Der Standort liegt weder in einem ausgewiesenen noch in einem geplanten Trinkwasserschutzgebiet [7].

Gemäß [3] ist die Fließrichtung des Grundwassers (entspannter Grundwasserstand) im 1. Hauptgrundwasserleiter (wasserführende Sande im Liegenden der holozänen Weichschichten) nach Südosten gerichtet (s. a. Anlage 5.1 und [1]). Die Grundwasserstände der FHH-Messstellen GMW 9986 bis GWM 9989 schwanken tideabhängig zwischen NN -0,2 m und NN +0,8 m [1]. Die Basis des 1. Hauptgrundwasserleiters liegt bei ca. NN -30 m [1].

Gemäß den Untersuchungen aus 2012 [2] wurde im Auffüllungshorizont bereichsweise oberflächennahes Grundwasser (Stauwasser) in der Regel in Tiefen zwischen 1,0 m und 1,5 m unter GOK (ca. NN +3 m bis NN +2,5 m) angetroffen. In einigen Bohrungen wurde trotz größerer Mächtigkeit des Auffüllungshorizontes kein Stauwasser erbohrt. Aufgrund dessen ist gemäß [2] davon auszugehen, dass das Stauwasser keinen großflächig zusammenhängenden Horizont bildet.

Die im Rahmen der Sondierarbeiten angetroffenen Wasserverhältnisse werden nachfolgend beschrieben. Die hierbei ermittelten Wasserstände nach Bohrende sind in den Bohrprofilen in Anlage 2.1 aufgetragen.

### **6.2.1 Oberflächennahes Grundwasser (Stau- / Schichtenwasser)**

Bei den im Oktober 2015 durchgeführten Untergrunderkundungen wurde in einigen Aufschlüssen oberflächennahes Grundwasser (Stau- und / oder Schichtenwasser) angetroffen. Während in der Auffüllung oberflächennahes Grundwasser (Stauwasser auf den holozänen Weichschichten) nur in 8 von insgesamt 29 Aufschlüssen erbohrt wurde, wurde nach Bohrende häufig in den Bohrlöchern zusammenlaufendes Stauwasser bzw. Schichtenwasser aus den gewachsenen Schluffen (Klei) angetroffen.

Die angebohrten Wasserstände lagen zwischen 1,1 m u. GOK bis 2,0 m u. GOK (NN +2,94 m bis NN +2,1 m). Die Wasserstände nach Bohrende schwankten zwischen 1,2 m u. GOK und 3,37 m u. GOK (NN +2,93 m und NN -0,04 m)

In den sechs ausgebauten Rammfilterpegeln (Angaben zum Ausbau s. Kapitel 4.3) wurden nach Bohrende (vor dem Ausbau) bzw. im Vorwege der Wasserprobenentnahme folgende Wasserstände ermittelt:

**Tabelle 3: Wasserstandsdaten (Rammfilterpegel)**

Rammfilter- pegel (RF)	Wasserstand nach Bohrende (Anfang Oktober 2015) m u. GOK / NN m	Wasserstand vor der Wasserprobenentnahme am 13.11.2015 m u. GOK / NN m	Wasserhorizont
48A	1,26 / 2,05	1,21 / 2,10	auf den holozänen Weich- schichten auftretendes Stau- wasser
51	2,6 / 0,87	0,82 / 2,65	in den holozänen Weich- schichten auftretendes Schichtenwasser
55	2,2 / 2,24	2,26 / 2,18	auf aufgefüllten bindigen Bö- den auftretendes Stauwasser
57	1,32 / 2,53	1,23 / 2,62	auf den holozänen Weich- schichten auftretendes Stau- wasser
60	2,15 / 1,84	1,67 / 2,32	in den holozänen Weich- schichten auftretendes Schichtenwasser
66	1,8 / 2,35	1,80 / 2,35	auf den holozänen Weich- schichten auftretendes Stau- wasser

Bei allen o. g. Wasserständen handelt es sich um Stau- / Schichtenwasserstände, die, abhängig von Jahreszeiten und Niederschlagsmengen, starken Schwankungen unterliegen können.

### **6.2.2 Grundwasser (1. Hauptgrundwasserleiter)**

Grundwasser des 1. Hauptgrundwasserleiters wurde nur mit dem Aufschluss RKS 65 erbohrt. Hier wurden im Liegenden des Kleis sehr feuchte bis nasse Feinsande mit Schlufflagen erbohrt.

Bei der Beprobung der FHH-Grundwassermessstellen GWM 9986 bis GWM 9989, die alle im 1. Hauptgrundwasserleiter verfiltert sind, wurden entspannte Wasserstände zwischen 3,11 m u. GOK (GWM 9987) und 4,51 m u. GOK (GWM 9986) bzw. zwischen NN +0,15 m (GWM 9989) und NN +0,46 m (GWM 9987) gemessen.

### **6.3 Sensorische Auffälligkeiten**

#### **6.3.1 Sensorische Auffälligkeiten (Boden)**

Das Bohrgut von 12 Sondierungen wies geruchssensorische Auffälligkeiten auf. Die Ergebnisse der geruchssensorischen Bodenansprache vor Ort kann wie folgt zusammengefasst werden (Details s. Bohrprofile in Anlage 2.1):

##### **1. Neuenfelder Maschinenfabrik (RKS 44 bis RKS 50)**

- schwache bis deutliche Gerüche nach Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) bzw. ggf. nach Benzinkohlenwasserstoffen (?) am Bohrgut (gewachsener Klei) der RKS 44 und der RKS 47
- schwacher fauliger Geruch am Auffüllungsmaterial der RKS 48

##### **2. zwischen der Neuenfelder Maschinenfabrik und den ehemaligen Slipanlagen A / B (RKS 51, RKS 52)**

- vermutlich schwacher Lösungsmittelgeruch am Auffüllungsmaterial der RKS 51

##### **3. im zentralen Werftgelände (RKS 53 bis RKS 63)**

###### **Slipanlagen C / D (RKS 53 bis RKS 56A)**

- nur lokal schwacher Geruch vermutlich nach Mineralölkohlenwasserstoffen und ggf. polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Auffüllungsmaterial an der Basis der RKS 55

###### **Halle 23 (RKS 57 bis RKS 63)**

- sehr schwache bis deutliche Gerüche nach Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und / oder chemischer Geruch am Bohrgut (überwiegend im gewachsenen Boden) der RKS 57, RKS 58, RKS 60, RKS 61A und RKS 63
- vermutlich schwacher chemischer Lösungsmittelgeruch am Auffüllungsmaterial der RKS 63
- schwacher Geruch nach polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) am Auffüllungsmaterial der RKS 62A

##### **4. auf dem Werftgeländes östlich des Hafenbeckens 1 (RKS 64 bis RKS 67)**

- schwacher süßlicher Geruch, vermutlich nach gealterten Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW), am Auffüllungsmaterial der RKS 66

#### **6.3.2 Sensorische Auffälligkeiten (Wasser)**

Die am 13.11.2015 aus den vier Rammfilterpegeln RF 48A, RF 55, RF 60 und RF 66 gewonnenen Wasserproben (oberflächennahes Grundwasser, Stauwasser, z. T. Schöpfproben / z. T. Pumpproben) wiesen i. d. R. eine schwache gelbbraune Färbung, eine leichte Trübung sowie einen schwachen bis starken aromatischen Geruch auf (Ausnahme RF 48A ohne Geruch, Details s. Anlage 2.4). Für die beiden aufgrund des geringen Wasserzuflusses aus den RF 51 und

RF 57 gewonnenen Schöpfproben wurden bei der Probenentnahme keine sensorischen Merkmale aufgenommen.

Die ebenfalls am 13.11.2015 aus den Grundwassermessstellen GWM 9986 bis GWM 9989 gewonnenen Wasserproben wiesen keine Trübung auf und waren schwach bis stark gelb gefärbt. Ausnahme hiervon bildete nur die farblose Wasserprobe aus der GWM 9986. Des Weiteren wiesen alle Wasserproben einen schwach fauligen bzw. modrigen Geruch auf (Details s. Anlage 2.5).

## **6.4 Ergebnisse und Bewertung der Laboruntersuchungen**

### **6.4.1 Bodenanalytik**

Die Ergebnisse der chemischen Analytik (Bodeneinzelproben) aus der Auffüllung und den gewachsenen Böden sind als Anlage 3.1 beigefügt. Die Ergebnisse der Analytik sind zudem zusammen mit den Altdaten [2] der Anlage 1.4.2ff zu entnehmen.

Darüber hinaus wurden alle aktuellen Analysenergebnisse zusammen mit den Altdaten [2] aus 2012 in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengestellt. Die Schadstoffgehalte, die die zur Bewertung herangezogenen Prüf- / Sanierungsleitwerte bzw. LAGA-Zuordnungswerte überschreiten, sind farbig angelegt.

Tabelle 4: Ergebnisse Bodenanalytik (Feststoff), Beprobung BWS 2012, BGU 2015

Probenbezeichnung	Bereich 1 Neuenfelder Maschinenfabrik																		Bereich 2 zwischen Neuenfelder Maschinenfabrik und ehem. Slipanlagen A / B						
	BWS (2012)						BGU (2015)												BWS (2012)		BGU (2015)				
	EP03/2	EP03/4	MP04.1	MP04.2	EP04/4	EP04/5	44/3	44/4	44/5	45/5	46/3	47/3	47/4	47/5	47/6	48A/5	49/4	50/6	MP08	MP08c	51/1	51/3			
Entnahmetiefe (m u. GOK)	0,3-1,2	1,2-1,3	0,1-1,2	1,2-2,5	1,2-1,3	1,5-1,6	1,0-1,5	1,5-2,6	2,6-3,5	1,5-2,6	1,5-3,0	1,1-1,6	1,6-1,8	1,8-2,7	2,7-3,0	2,0-3,0	1,5-3,0	1,5-2,5	0,2-2,3	1,4-2,4	0,1-0,5	0,9-1,5			
Hauptbodenart	A (mS)	U	A (fS-mS)	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	A (S, U)	A (G)	A (mS)	U			
Geruchssensorik	---	---	---	---	---	BKW	MKW 1	MKW 2	---	---	---	---	MKW (BKW?) 2	MKW (BKW?) 2	---	---	---	---	---	---	Lösungs- mittel? 1	---			
Trockenrückstand (%)	95,1	75,7	94,9	77,1	71,9	76,6	68,3	77,0	70,1	77,1	75,2	80,5	79,2	73,3	72,2	72,9	76,6	74,8	88,8	81,5	89,9	77,8			
Schadstoffparameter in mg/kg TS																							Prüf-/ Sanie- rungsleit- werte	LAGA- Zuordnungswerte – Feststoff	
																						Z1		Z2	
Summe PAK (EPA) + MN	n.n.		n.n.	1,03															6,79	8,95	6,5		100		
Summe PAK (EPA)	n.n.		n.n.	0,86															6,79	8,95	6,5			3 (9) <sup>1)</sup>	30
Benzo(a)pyren	n.n.		n.n.	n.n.															0,51	0,7	0,63		5 / 5	0,9	3
Summe BTEX	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,11		n.n.					n.n.						n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	30	1	1
Benzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.					n.n.						n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2		
Summe LCKW	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.					n.n.						n.n.	n.n.			30	1	1
MKW-Index (H53)	n.n.		n.n.	1.130			n.n.	1.450	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	410	360	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.				600	2.000
MKW (mobiler Anteil, C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> )	n.n.		n.n.	1.080			n.n.	1.350	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	400	350	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.			2.000	300	1.000
KW-Typ				MD				MD					MD	MD											

1) Boden >3 mg/kg und ≤9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden

LEGENDE

Abkürzungen

A:	Auffüllung	---	kein Geruch
U:	Schluff	0+	sehr schwacher Geruch
fS:	Feinsand	1	schwacher Geruch
mS:	Mittelsand	2	deutlicher Geruch
gS:	Grobsand	3	starker Geruch
S:	Sand		
G:	Kies	n.n.	nicht nachgewiesen
X:	Steine		
Sch:	Schlacke		
SÖ	Schmieröl		
MD	Mitteldestillat (Heizöl EL/Diesel)		
bit	bituminöse Bestandteile		
MKW	Mineralölkohlenwasser- stoffe		
BKW	Benzinkohlenwasser- stoffe		
PAK	polycyclische aromati- sche Kohlenwasserstoffe		

	Messwert <b>überschreitet</b> Prüfwert (Wirkungspfad-Boden-Mensch) für Industrie- und Gewerbegrundstücke (BBodSchV vom 12.07.1999 bzw. FHH, BUE, U23, 27.04.2017)
	Messwert <b>überschreitet</b> Leitwerte FHH, BSU, Stauwasserbereich „dichte Kleischicht“, Austrag ins Stauwasser (Broschüre „Trinkwasserschutz in Hamburg“, Hrsg.: FHH, Umweltbehörde, Stand 2001)

	Messwert <b>hält</b> LAGA-Zuordnungswert <b>Z1 ein</b> (unter Berücksichtigung der jeweiligen Z0-Werte für Sand bzw. Lehm/Schluff)
	Messwert <b>hält</b> LAGA-Zuordnungswert <b>Z2 ein</b>
	Messwert <b>überschreitet</b> LAGA-Zuordnungswert <b>Z2</b>

**Tabelle 4 (Fortsetzung): Ergebnisse Bodenanalytik (Feststoff), Beprobung BWS 2012, BGU 2015**

	Bereich 3 Zentrales Werftgelände, Slipanlagen C / D														
	BWS (2012)	BGU (2015)													
Probenbezeichnung	MP24	53/1	53/5	54/1	54/4	55/1	55/6	55/7	56/1	56/3	56A/3	56A/4			
Entnahmetiefe (m u. GOK)	0,0-3,5	0,12-0,25	1,5-3,0	0,25-0,8	1,5-2,2	0,12-0,3	2,6-3,0	3,0-3,4	0,2-0,6	1,0-1,15	1,0-1,35	1,35-1,9			
Hauptbodenart	A (S)	A (mS)	A (fS)	A (mS)	A (S, U)	A (mS)	A (fS)	A (U)	A (mS)	A (Sch)	A (mS)	A (X)			
Geruchssensorik	BKW 1	---	---	---	---	---	---	MKW?, PAK? 1	---	---	---	---			
Trockenrückstand (%)	92,2	92,8	87,0	91,0	85,4	94,0	87,1	73,6	93,3	87,8	89,0	92,6			
Schadstoffparameter in mg/kg TS													Prüf-/ Sanierungsleit- werte	LAGA- Zuordnungswerte – Feststoff	
														Z1	Z2
Summe PAK (EPA) + MN	0,73	38,7	n. n.	5,54	20,2	1,35	n. n.	96,85	7,87	9,61	20,49	5,14	100		
Summe PAK (EPA)	0,73	38,7	n.n.	5,54	20,2	1,35	n.n.	96,8	7,87	9,55	20,3	5,14		3 (9) <sup>1)</sup>	30
Benzo(a)pyren	0,08	3,9	n.n.	0,51	1,9	0,16	n.n.	4,8	0,74	0,88	1,8	0,52	5 / 5	0,9	3
Summe BTEX	n.n.												30	1	1
Benzol	n.n.												2		
Summe LCKW	n.n.												30	1	1
MKW-Index (H53)	n.n.		n.n.		n.n.		n.n.	n.n.						600	2.000
MKW (mobiler Anteil, C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> )	n.n.		n.n.		n.n.		n.n.	n.n.					2.000	300	1.000
KW-Typ															

1) Boden >3 mg/kg und ≤9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden


## LEGENDE

### Abkürzungen


A:	Auffüllung	---	kein Geruch
U:	Schluff	0+	sehr schwacher Geruch
fS:	Feinsand	1	schwacher Geruch
mS:	Mittelsand	2	deutlicher Geruch
gS:	Grobsand	3	starker Geruch
S:	Sand		
G:	Kies		
X:	Steine	n.n.	nicht nachgewiesen
Sch:	Schlacke		

SÖ	Schmieröl
MD	Mitteldestillat (Heizöl EL/Diesel)
bit	bituminöse Bestandteile

MKW	Mineralölkohlenwasser- stoffe
BKW	Benzinkohlenwasser- stoffe
PAK	polycyclische aromati- sche Kohlenwasserstoffe

 Messwert **überschreitet** Prüfwert (Wirkungspfad-Boden-Mensch) für Industrie- und Gewerbegrundstücke (BBodSchV vom 12.07.1999 bzw. FHH, BUE, U23, 27.04.2017)

 Messwert **überschreitet** Leitwerte FHH, BSU, Stauwasserbereich „dichte Kleischicht“, Austrag ins Stauwasser (Broschüre „Trinkwasserschutz in Hamburg“, Hrsg.: FHH, Umweltbehörde, Stand 2001)

 Messwert **hält** LAGA-Zuordnungswert **Z1 ein** (unter Berücksichtigung der jeweiligen Z0-Werte für Sand bzw. Lehm/Schluff)

 Messwert **hält** LAGA-Zuordnungswert **Z2 ein**


 Messwert **überschreitet** LAGA-Zuordnungswert **Z2**

Tabelle 4 (Fortsetzung): Ergebnisse Bodenanalytik (Feststoff), Beprobung BWS 2012, BGU 2015

Probenbezeichnung	Bereich 3 Zentrales Werftgelände, Halle 23																			
	BWS (2012)								BGU (2015)											
	MP30	EP30/7	MP41	EP41/6	EP41/7	EP41/8	MP43	EP43/6	57/4	57/5	57/6	58/3	58/4	58/5	58/6	59A/3	59A/4			
Entnahmetiefe (m u. GOK)	0,25-1,2	1,8-2,0 / 1,8-2,7	1,1-3,5	1,5-1,6	2,5-2,6	3,4-3,5	1,1-1,9	1,9-2,0	1,4-1,9	1,9-3,0	3,0-4,0	1,5-1,7	1,7-3,0	3,0-4,0	4,0-5,0	1,5-1,7	1,7-3,0			
Hauptbodenart	A (fS, mS)	U	U	U	U	U	A (gS)	U	A (mS)	U	U	U	U	U	U	A (U)	A (U)			
Geruchssensorik	---	BKW	BKW	BKW	BKW	---	MKW	BKW 1	MKW? 1	chemisch, MKW 2	---	---	MKW 1-2	MKW 0+	---	---	---			
Trockenrückstand (%)	90,4	76,3	80,8	77,5	75,3	73,4	87,4	75,4	84,9	77,0	74,5	81,3	76,9	70,4	66,1	73,8	77,3			
Schadstoffparameter in mg/kg TS																		Prüf-/ Sanierungsleit- werte	LAGA- Zuordnungswerte – Feststoff	
																			Z1	Z2
Summe PAK (EPA) + MN	9,83		7,12				3,23									4,59	100			
Summe PAK (EPA)	9,83	1,86	6,9				3,23									4,38		3 (9) <sup>1)</sup>	30	
Benzo(a)pyren	0,98	n.n.	0,45				0,21									0,28	5 / 5	0,9	3	
Summe BTEX	n.n.	n.n.	n.n.	0,63	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.							30	1	1	
Benzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.							2			
Summe LCKW	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.								30	1	1	
MKW-Index (H53)	n.n.	4.660	1.160				2.520		110	110	120	n.n.	600	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	600	2.000	
MKW (mobiler Anteil, C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> )	n.n.	4.1 50	1.030				2.2 90		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	540	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2.000	300	
KW-Typ		MD	MD				MD						MD							

1) Boden >3 mg/kg und ≤9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden

LEGENDE

Abkürzungen

A: Auffüllung

U: Schluff

fS: Feinsand

mS: Mittelsand

gS: Grobsand

S: Sand

G: Kies

X: Steine

Sch: Schlacke

SÖ: Schmieröl

MD: Mitteldestillat (Heizöl EL/Diesel)

bit: bituminöse Bestandteile

MKW: Mineralölkohlenwasserstoffe

BKW: Benzinkohlenwasserstoffe

PAK: polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

---

0+

1

2

3

n.n.

kein Geruch

sehr schwacher Geruch

schwacher Geruch

deutlicher Geruch

starker Geruch

nicht nachgewiesen

Messwert überschreitet Prüfwert (Wirkungspfad-Boden-Mensch) für Industrie- und Gewerbegrundstücke (BBodSchV vom 12.07.1999 bzw. FHH, BUE, U23, 27.04.2017)

Messwert überschreitet Leitwerte FHH, BSU, Stauwasserbereich „dichte Kleischicht“, Austrag ins Stauwasser (Broschüre „Trinkwasserschutz in Hamburg“, Hrsg.: FHH, Umweltbehörde, Stand 2001)

Messwert hält LAGA-Zuordnungswert Z1 ein (unter Berücksichtigung der jeweiligen Z0-Werte für Sand bzw. Lehm/Schluff)

Messwert hält LAGA-Zuordnungswert Z2 ein

Messwert überschreitet LAGA-Zuordnungswert Z2

**Tabelle 4 (Fortsetzung): Ergebnisse Bodenanalytik (Feststoff), Beprobung BWS 2012, BGU 2015**

	Bereich 3 Zentrales Werftgelände, Halle 23																	
	BGU (2015)																	
	60/5	60/6	60/8	61A/4	61A/6	61A/7	61A/8	62A/1	62A/2	62A/4	62A/6	63/1	63/5	63/6	63/7			
Probenbezeichnung																		
Entnahmetiefe (m u. GOK)	1,6-2,0	2,0-3,0	3,5-5,0	1,8-2,0	2,2-3,1	3,1-4,0	4,2-5,0	0,15-0,3	0,3-0,6	1,2-1,4	2,5-3,0	0,2-0,4	2,0-2,2	2,4-3,0	3,2-4,0			
Hauptbodenart	U	U	U	A (gS)	U	U	U	A (mS)	A (mS)	A (mS)	U	A (mS)	A (S, U)	U	U			
Geruchssensorik	---	MKW 2	---	---	MKW 2	MKW 0+	---	PAK 1-2	---	---	---	che- misch?, Lösungs- mittel? 1	---	MKW 2	---			
Trockenrückstand (%)	81,8	77,3	70,3	88,7	79,5	69,0	69,3	93,1	96,0	89,9	72,6	93,3	84,1	77,2	69,7			
Schadstoffparameter in mg/kg TS																Prüf-/ Sanie- rungsleit- werte	LAGA- Zuordnungswerte – Feststoff	
																	Z1	Z2
Summe PAK (EPA) + MN								22,64	30,13			16,3				100		
Summe PAK (EPA)								22,5	30,0	1,69		16,3					3 (9) <sup>1)</sup>	30
Benzo(a)pyren								1,6	0,40	0,12		1,9				5 / 5	0,9	3
Summe BTEX		n.n.										5,60				30	1	1
Benzol		n.n.										n.n.				2		
Summe LCKW												n.n.				30	1	1
MKW-Index (H53)	n.n.	1.390	n.n.	n.n.	110	180	n.n.				n.n.	150	2.700	2.770	n.n.		600	2.000
MKW (mobiler Anteil, C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> )	n.n.	1.230	n.n.	n.n.	n.n.	160	n.n.				n.n.	n.n.	680	2.4 30	n.n.	2.000	300	1.000
KW-Typ		MD											SÖ, bit	MD				

1) Boden >3 mg/kg und ≤9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden

## LEGENDE

### Abkürzungen

A: Auffüllung  
U: Schluff  
fS: Feinsand  
mS: Mittelsand  
gS: Grobsand  
S: Sand  
G: Kies  
X: Steine  
Sch: Schlacke  
  
SÖ: Schmieröl  
MD: Mitteldestillat  
(Heizöl EL/Diesel)  
bit: bituminöse Bestandteile  
  
MKW: Mineralölkohlenwasser-  
stoffe  
BKW: Benzinkohlenwasser-  
stoffe  
PAK: polycyclische aromati-  
sche Kohlenwasserstoffe

--- kein Geruch  
0+ sehr schwacher Geruch  
1 schwacher Geruch  
2 deutlicher Geruch  
3 starker Geruch

n.n. nicht nachgewiesen

Messwert **überschreitet** Prüfwert (Wirkungspfad-Boden-Mensch) für Industrie- und Gewerbegrundstücke (BBodSchV vom 12.07.1999 bzw. FHH, BUE, U23, 27.04.2017)

Messwert **überschreitet** Leitwerte FHH, BSU, Stauwasserbereich „dichte Kleischicht“, Austrag ins Stauwasser (Brochure „Trinkwasserschutz in Hamburg“, Hrsg.: FHH, Umweltbehörde, Stand 2001)

Messwert **hält** LAGA-Zuordnungswert **Z1 ein** (unter Berücksichtigung der jeweiligen Z0-Werte für Sand bzw. Lehm/Schluff)

Messwert **hält** LAGA-Zuordnungswert **Z2 ein**

Messwert **überschreitet** LAGA-Zuordnungswert **Z2**

Tabelle 4 (Fortsetzung): Ergebnisse Bodenanalytik (Feststoff), Beprobung BWS 2012, BGU 2015

Probenbezeichnung	Bereich 4 Werftgelände östlich des Hafenbeckens 1														
	BWS (2012)		BGU (2015)												
	MP37.1	MP37.2	64/1	64/4	65/1	65/5	66/1	66/2	66/3	66/5	67/3	67/5			
Entnahmetiefe (m u. GOK)	0,1-3,7	3,7-5,5	0,2-0,5	1,5-3,0	0,2-0,35	2,1-3,0	0,2-0,55	0,55-1,05	1,2-2,0	2,2-2,7	0,7-1,0	1,9-3,0			
Hauptbodenart	A (U, S)	A (U, fS)	A (S)	U	A (S)	U	A (S)	A (mS)	A (S)	U	A (mS)	U			
Geruchssensorik	---	---	---	---	---	---	---	süßlich, (MKW al- teriert?) 1	---	---	---	---			
Trockenrückstand (%)	82,8	73,1	90,4	77,4	90,9	77,9	90,5	89,0	77,8	76,6	91,1	79,4			
Schadstoffparameter in mg/kg TS													Prüf-/ Sanierungsleit- werte	LAGA- Zuordnungswerte – Feststoff	
														Z1	Z2
Summe PAK (EPA) + MN	6,79	n.n.	3,47		14,1		2,11		5,70		2,01		100		
Summe PAK (EPA)	6,79	n.n.	3,47		14,1		2,11		5,70		2,01			3 (9) <sup>1)</sup>	30
Benzo(a)pyren	0,57	n.n.	0,15		1,9		0,20		0,53		0,18		5 / 5	0,9	3
Summe BTEX	0,86	n.n.											30	1	1
Benzol	n.n.	n.n.											2		
Summe LCKW	n.n.	n.n.											30	1	1
MKW-Index (H53)	145	n.n.		n.n.		n.n.		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		600	2.000
MKW (mobiler Anteil, C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> )	n.n.	n.n.		n.n.		n.n.		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2.000	300	1.000
KW-Typ															

1) Boden >3 mg/kg und ≤9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden

LEGENDE

Abkürzungen

A:	Auffüllung	---	kein Geruch
U:	Schluff	0+	sehr schwacher Geruch
fS:	Feinsand	1	schwacher Geruch
mS:	Mittelsand	2	deutlicher Geruch
gS:	Grobsand	3	starker Geruch
S:	Sand		
G:	Kies	n.n.	nicht nachgewiesen
X:	Steine		
Sch:	Schlacke		
SÖ	Schmieröl		
MD	Mitteldestillat (Heizöl EL/Diesel)		
bit	bituminöse Bestandteile		
MKW	Mineralölkohlenwasser- stoffe		
BKW	Benzinkohlenwasser- stoffe		
PAK	polycyclische aromati- sche Kohlenwasserstoffe		

	Messwert <b>überschreitet</b> Prüfwert (Wirkungspfad-Boden-Mensch) für Industrie- und Gewerbegrundstücke (BBodSchV vom 12.07.1999 bzw. FHH, BUE, U23, 27.04.2017)
	Messwert <b>überschreitet</b> Leitwerte FHH, BSU, Stauwasserbereich „dichte Kleischicht“, Austrag ins Stauwasser (Broschüre „Trinkwasserschutz in Hamburg“, Hrsg.: FHH, Umweltbehörde, Stand 2001)

	Messwert <b>hält</b> LAGA-Zuordnungswert <b>Z1</b> ein (unter Berücksichtigung der jeweiligen Z0-Werte für Sand bzw. Lehm/Schluff)
	Messwert <b>hält</b> LAGA-Zuordnungswert <b>Z2</b> ein
	Messwert <b>überschreitet</b> LAGA-Zuordnungswert <b>Z2</b>

Im Folgenden werden nur die relevanten Ergebnisse, bezogen auf die einzelnen Untersuchungsteilbereiche, zusammenfassend genannt. Details sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

### 1. Neuenfelder Maschinenfabrik

- Neben dem bei der OU 2012 [2] in der RKS 4 ermittelten **geringfügig erhöhten Gehalt an Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW)** im gewachsenen Klei wurden im Rahmen der DU 2015 lediglich in der RKS 44 und der RKS 47 geringfügig erhöhte MKW-Gehalte ermittelt, die die herangezogenen Prüfwerte für MKW noch deutlich unterschreiten. Bei den analysierten MKW handelt es sich um Mitteldestillate (Heizöl / Diesel). Die geringfügig erhöhten MKW-Gehalte wurden sowohl in der OU als auch der DU bis max. 2,6 m u. GOK nachgewiesen.

### 2. zwischen der Neuenfelder Maschinenfabrik und den ehemaligen Slipanlagen A / B

- Im Boden wurden weder im Rahmen der OU 2012 [2] noch bei der DU 2015 relevante Prüfwertüberschreitungen der in Tabelle 4 aufgeführten Schadstoffe im Boden festgestellt.

### 3. im zentralen Werftgelände

- Im Auffüllungsmaterial aus dem Bereich der ehemaligen **Slipanlagen C / D** wurden nahezu flächig geringfügig erhöhte Gehalte an **polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)** ermittelt, die jedoch den herangezogenen Prüfwert von 100 mg/kg TS in der Regel deutlich unterschreiten.
- Im Bereich der **Halle 23** wurden bei der OU 2012 [2] am Bohrgut aus der Auffüllung bzw. aus dem gewachsenen Klei der RKS 30, RKS 41 und RKS 43 **erhöhte Gehalte an Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW)** ermittelt (**mobiler Anteil max. 4.150 mg/kg TS, RKS 30**). Bei den im Zuge der DU 2015 ausgeführten Rammkernsondierungen wurden auch am Bohrgut (Auffüllung und gewachsener Klei) der RKS 60 und RKS 63 geringfügig erhöhte MKW-Gehalte ermittelt (**mobiler Anteil max. 2.430 mg/kg TS, RKS 63**). Bei den festgestellten MKW handelt es sich im Wesentlichen um Mitteldestillate (Heizöl / Diesel) und nur in einem Fall um Schmieröl (RKS 63/5). Die erhöhten MKW-Gehalte wurden entsprechend den Ergebnissen der OU als auch der DU bis ca. 3,5 m u. GOK nachgewiesen.

### 4. auf dem Werftgeländes östlich des Hafenbeckens 1

- Im Boden wurden weder im Rahmen der OU 2012 [2] noch bei der DU relevante Prüfwertüberschreitungen der in Tabelle 4 aufgeführten Schadstoffe im Boden festgestellt.

#### 6.4.2 Bodenanalytik (Entsorgungsanalytik)

Im Rahmen der Detailuntersuchung wurden auftragsgemäß keine Bodenmischproben hinsichtlich der Entsorgungsrelevanz von Aushubböden untersucht. Um aber zusätzlich zu den Ergebnissen aus der OU 2012 [2] einen Eindruck zur Entsorgungsrelevanz ggf. bei Baumaßnahmen anfallender Aushubböden zu gewinnen, wurden in der Tabelle 4 die ermittelten Einzelparameter zusätzlich zu den herangezogenen Prüfwerten auch den entsprechenden LAGA-Zuordnungswerten gegenübergestellt.

Der Tabelle 4 ist zu entnehmen, dass bei zukünftigen Baumaßnahmen insbesondere in den Auffüllungsböden mit erhöhten Gehalten an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) zu rechnen ist, die die LAGA-Zuordnungswerte Z2 erreichen bzw. überschreiten. Auch im Bereich der ermittelten lokalen MKW-Schäden (Neuenfelder Maschinenfabrik, Zentrales Werftgelände / Halle 23) ist aufgrund der Überschreitungen des LAGA-Z1- bzw. Z2-Zuordnungswertes für Mineralölkohlenwasserstoffe mit erhöhten Entsorgungskosten zu rechnen. Weitere Ausführungen zu schadstoffbedingten Entsorgungsmehrkosten etc. sind der OU 2012 [2] zu entnehmen.

### 6.4.3 Bodenluftanalytik (inkl. Vor-Ort-Analytik)

#### 6.4.3.1 Messergebnisse der Vor-Ort-Analytik

Die vor Ort ermittelten Messergebnisse sind den Bodenluft-Messprotokollen (s. Anlage 2.3) zu entnehmen.

Die Überprüfung der Bodenluftzusammensetzung hinsichtlich der Permanentgase Methan ( $\text{CH}_4$ ), Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) mittels POLYTECTOR ergab:

- An 5 von 9 Messpunkten wurde **Methan** in Gehalten zwischen 0,5 Vol.-% (BL 51) und max. 7 Vol.-% (BL 52) ermittelt. In der Bodenluftmessungen BL 45, BL 47 und BL 52 wurden kontinuierlich bis zur Beendigung der Messungen Methangehalte zwischen 1,5 Vol.-% (BL 47) und 5,5 Vol.-% (BL 52) nachgewiesen.
- **Kohlendioxid** wurde mit Gehalten von 0,04 Vol.-% (BL 51, BL 52) bis max. 1,9 Vol.-% (BL 49) ermittelt.
- Reduzierte **Sauerstoffgehalte** (< 19 Vol.-%) wurden zeitweise in den Messungen BL 45, BL 47 und BL 51 (min. 17,4 Vol.-%  $\text{O}_2$ ) gemessen. Einhergehend mit erhöhten Methangehalten (s. o.) wurden in der BL 52 sehr niedrige Sauerstoffgehalte von min. 0,5 Vol.-% ermittelt.

Unter Berücksichtigung der angetroffenen Substratzusammensetzungen liegen die Gehalte für o. g. Permanentgase in einer für Bodenluft nicht ungewöhnlichen Größenordnung. Die gering erhöhten Methan- und / oder Kohlendioxid-Gehalte, verbunden mit den gleichzeitig gering reduzierten Sauerstoff-Gehalten in den Bodenluftmessungen sind hier auf natürliche Gasbildungen bei der Zersetzung organogener gewachsener Böden (hier überbaute gewachsene Weichschichten: Klei) zurückzuführen.

Die semiquantitativen Messungen mit dem Photoionisationsdetektor auf leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe (hier berechnet als Benzol) zeigten nur an dem Messpunkt BL 47 Schadstoffgehalte von max.  $3,5 \text{ ppm}^1$  (= ca.  $11,5 \text{ mg/m}^3$ ) an.

---

<sup>1</sup> Umrechnungsfaktor von ppm in  $\text{mg/m}^3$  für Benzol: 3,25

### 6.4.3.2 Laboruntersuchungen Bodenluft (Schadgase)

Die Ergebnisse der chemischen Analytik von Bodenluftproben auf LCKW und BTEX sind der Anlage 3.2 zu entnehmen bzw. in nachfolgender Tabelle 5 aufgelistet.

**Tabelle 5: Bodenluftanalytik, Schadstoffgehalte in mg/m<sup>3</sup>**

Tabelle 9: Bodenkontaminant, Schadstoffgehalte in mg/m³						Wirkungspfad Bodenluft – Grundwasser		Wirkungspfad Boden- luft – Innenraumluft	
Probenbezeichnung	BL 44	BL 45	BL 46	BL 47	BL 48A	LAWA Prüfwert / Maßnahmen- schwellenwert *1)		Orientierungs- bereich Bodenluft *2)	
Schadstoffparameter (mg/m³)								TF BR 100 *3)	TF BR 1000 *4)
Summe BTEX	n. n.	n. n.	n. n.	0,07	n. n.	5-10	50	---	---
Benzol	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.			1	10
Toluol	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.			250	2500
Xylol	n. n.	n. n.	n. n.	0,07	n. n.			250	2500
Summe LCKW	0,051	0,11	n. n.	0,053	0,085	5-10	50	---	---
Trichlorethen	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.			2	20
Tetrachlorethen	0,051	n. n.	n. n.	0,053	0,085			7	70
Vinylchlorid	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.			0,4	4

					Wirkungspfad Bodenluft – Grundwasser		Wirkungspfad Boden- luft – Innenraumluft	
Probenbezeichnung	BL 49	BL 50	BL 51	BL 52	LAWA Prüfwert / Maßnahmen- schwellenwert *1)		Orientierungs- bereich Bodenluft *2)	
Schadstoffparameter (mg/m³)							TF BR 100 *3)	TF BR 1000 *4)
Summe BTEX	n. n.	0,057	n. n.	6,42	5-10	50	---	---
Benzol	n. n.	n. n.	n. n.	0,29			1	10
Toluol	n. n.	n. n.	n. n.	0,65			250	2500
Xylol	n. n.	0,057	n. n.	4,8			250	2500
Summe LCKW	0,051	n. n.	n. a.	n. n.	5-10	50	---	---
Trichlorethen	n. n.	n. n.	n. a.	n. n.			2	20
Tetrachlorethen	0,051	n. n.	n. a.	n. n.			7	70
Vinylchlorid	n. n.	n. n.	n. a.	n. n.			0,4	4



LAWA-Prüfwert


Orientierungsbereich bei Ansatz Transferfaktor  
(„Verdünnungsfaktor“) Bodenluft : Raumluft  
von 1:100


LAWA-Maßnahmenswellenwert


Orientierungsbereich bei Ansatz Transferfaktor  
(„Verdünnungsfaktor“) Bodenluft : Raumluft  
von 1: 1000

\*1): LAWA, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 1994: „Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden“

\*2): gem. „Eckdaten zu Prüfwerten und weiteren stoffbezogenen Berechnungen für den Direktpfad Boden – Mensch (inkl. flüchtige Stoffe)“, Landesamt für Natur und Umwelt (LANU) Schleswig-Holstein, Juni 2005

\*3): bei Ansatz Transferfaktor („Verdünnungsfaktor“) Bodenluft / (Keller)Raumluft: 1:100

\*4): bei Ansatz Transferfaktor („Verdünnungsfaktor“) Bodenluft / (Keller)Raumluft: 1:1000

n. n. nicht nachgewiesen

n. a. nicht analysiert

Der Tabelle 5 ist zu entnehmen, dass in 3 der 9 untersuchten Bodenluftproben Spuren bzw. in einer Probe geringfügig erhöhte Gehalte an **leichtflüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen** ( $\Sigma$  BTEX: min. 0,07 mg/m<sup>3</sup> bis **max. 6,42 mg/m<sup>3</sup> [BL 52]**) angetroffen wurden. Nur der BTEX-Gehalt der Probe BL 52 (Hauptkontaminanten Xylole) liegt im Bereich des zur Bewertung herangezogenen LAWA-Prüfwerts von 5 mg/m<sup>3</sup> bis 10 mg/m<sup>3</sup>, unterschreitet den LAWA-Maßnahmschwellenwert von 50 mg/m<sup>3</sup> jedoch deutlich. Der gemessene Benzol-Gehalt von 0,29 mg/m<sup>3</sup> (BL 52) unterschreitet den Orientierungswert (Wirkungspfad Boden - Innenraumluft) bei einem Ansatz des Transferfaktors von 1:100 ebenfalls noch deutlich (Transferfaktor 1:100 ist nur für schlecht belüftete Kellerräume anzusetzen).

Darüber hinaus wurden in 5 der 7 Bodenluftproben Spuren von **leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen** (max.  $\Sigma$  LCKW: 0,11 mg/m<sup>3</sup> [BL 45]) angetroffen. Es wurde mit Ausnahme in der BL 45 (hier wurde 1,1,1-Trichlorethan nachgewiesen) nur **Tetrachlorethen** detektiert.

Mit Ausnahme des an dem Messpunkt BL 52 detektierten BTEX-Gehaltes liegen alle ermittelten Schadstoffgehalte (BTEX, LCKW) in der Bodenluft deutlich unterhalb der zur Bewertung herangezogenen LAWA-Prüfwerte.

#### **6.4.4 Wasseranalytik (inkl. Vor-Ort-Untersuchungen)**

##### **6.4.4.1 Oberflächennahes Grundwasser (Stauwasser)**

###### **6.4.4.1.1 Vor-Ort-Untersuchungen (chemisch-physikalische Parameter)**

Die im Rahmen der Wasserprobenahme vom 13.11.2015 (Rammfilterpegel RF 48A, RF 51, RF 55, RF 57, RF 60, RF 66) ermittelten chemisch-physikalischen Parameter sind den Wasserprobenentnahmeprotokollen in Anlage 2.4 zu entnehmen.

Die ermittelten Messwerte liegen in einer normalen, nicht auffälligen Größenordnung.

###### **6.4.4.1.2 Laboruntersuchungen**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Laboruntersuchungen der sechs, im Oktober 2015 aus o. g. Rammfilterpegeln gewonnenen Wasserproben (Stau- / Schichtenwasser) dargestellt und bewertet (Analysenbefunde s. Anlagen 3.3.1 und 3.3.2).

In der folgenden Tabelle 6 wurden alle Untersuchungsergebnisse der o. g. 6 Wasserproben aufgetragen und mit Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Grundwasser den Prüfwerten der BBodSchV bzw. LAWA-Geringfügigkeitsschwellenwerten, die nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit anzeigen, gegenübergestellt.

**Tabelle 6: Ergebnisse Wasseranalytik (Stauwasser), November 2015**

Probenbezeichnung	RF48A-WP 13.11.2015	RF51-WP 13.11.2015	RF55-WP 13.11.2015	RF57-WP 13.11.2015	RF60-WP 13.11.2015	RF66-WP 13.11.2015	Prüfwerte BBodSchV Wirkungspfad Boden-Grundwasser	GFS-Werte 2016
Entnahmetiefe (m u. GOK)	1,21 - 2,5	0,82 - 1,5	2,26 - 3,20	1,23 - 3,0	1,67 - 3,5	1,8 - 2,3		
Geruchssensorik	ohne Geruch		schwach aromatisch		stark aromatisch	schwach aromatisch		
pH-Wert	7,5	8,2	7,1	8,3	7,2	7,2		
Schadstoffparameter (µg/l)								
Arsen (As)	59	110	6,1	19	600	40	10	3,2
Blei (Pb)	3,6	95	n. n.	110	27	n. n.	25	1,2
Cadmium (Cd)	n. n.	0,68	n. n.	0,34	n. n.	n. n.	5	0,3
Chrom (Cr), gesamt	1,1	12	n. n.	5,1	3,5	n. n.	50	3,4
Kupfer (Cu)	7,6	86	4,1	82	11	n. n.	50	5,4
Nickel (Ni)	4,6	24	1,7	11	9,2	n. n.	50	7
Quecksilber (Hg)	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	1	0,1
Zink (Zn)	34	230	16	490	87	31	500	60
1-Methylnaphthalin	n. n.	0,014	0,021	0,012	97	n. n.		
2-Methylnaphthalin	n. n.	0,01	0,016	n. n.	6,7	0,018		
Naphthalin	0,029	0,15	0,043	n. n.	2,6	0,03		
<b>Summe Naphthalin +Methylnaphthaline</b>	<b>0,029</b>	<b>0,174</b>	<b>0,08</b>	<b>0,012</b>	<b>106,3</b>	<b>0,048</b>		<b>2</b>
Acenaphthylen	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	0,84	0,03		
Acenaphthen	0,015	0,03	1,2	n. n.	3,7	1,1		
Fluoren	0,01	0,018	0,067	n. n.	5,6	1,3		
Phenanthren	n. n.	0,024	0,11	0,032	6,6	1,1		
Anthracen	n. n.	0,015	0,022	0,013	n. n.	0,18		0,1
Fluoranthren	n. n.	0,067	0,037	0,1	0,31	0,22		0,1
Pyren	n. n.	0,11	0,025	0,15	0,48	0,12		
Benz(a)anthracen	n. n.	0,043	n. n.	0,052	0,11	n. n.		
Chrysen	n. n.	0,031	n. n.	0,036	0,11	n. n.		
Benzo(b)fluoranthren	n. n.	0,032	n. n.	0,047	0,036	n. n.		
Benzo(k)fluoranthren	n. n.	0,021	n. n.	0,028	0,021	n. n.		
<b>Summe aus Benzo(b)fluoranthren + Benzo(k)fluoranthren</b>	<b>n. n.</b>	<b>0,053</b>	<b>n. n.</b>	<b>0,075</b>	<b>0,057</b>	<b>n. n.</b>		<b>0,03</b>
Benzo(a)pyren	n. n.	0,038	n. n.	0,05	0,035	n. n.		0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	n. n.	0,037	n. n.	0,042	0,028	n. n.		
Benzo(ghi)perylene	n. n.	0,029	n. n.	0,028	0,016	n. n.		
<b>Summe aus Indeno(1,2,3-cd)pyren + Benzo(ghi)perylene</b>	<b>n. n.</b>	<b>0,066</b>	<b>n. n.</b>	<b>0,07</b>	<b>0,044</b>	<b>n. n.</b>		<b>0,002</b>
Dibenz(ah)anthracen	n. n.	0,01	n. n.	0,011	n. n.	n. n.		0,01
<b>PAK Summe nach EPA ohne Naphthalin + Methylnaphthalinen</b>	<b>0,025</b>	<b>0,505</b>	<b>1,457</b>	<b>0,589</b>	<b>17,9</b>	<b>4,05</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
Summe PAK (EPA + MN)	0,054	0,679	1,537	0,601	124,2	4,098		
<b>Kohlenwasserstoffe C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub></b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>110</b>	<b>320</b>	<b>6.600</b>	<b>n. n.</b>	<b>200</b>	<b>100</b>
Kohlenwasserstoff-Art			MD	MD	HEL			
<b>Summe BTEX</b>	<b>5</b>	<b>n. n.</b>	<b>7,6</b>	<b>n. n.</b>	<b>1,3</b>	<b>n. n.</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
Benzol	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	1	1

LEGENDE: s. nachfolgende Seite

**Tabelle 6 (Fortsetzung): Ergebnisse Wasseranalytik (Stauwasser), November 2015**

Probenbezeichnung	RF48A-WP 13.11.2015	RF51-WP 13.11.2015	RF55-WP 13.11.2015	RF57-WP 13.11.2015	RF60-WP 13.11.2015	RF66-WP 13.11.2015	Prüfwerte BBodSchV Wirkungspfad Boden-Grundwasser	GFS-Werte 2016
Entnahmetiefe (m u. GOK)	1,21 - 2,5	0,82 - 1,5	2,26 - 3,20	1,23 - 3,0	1,67 - 3,5	1,8 - 2,3		
Geruchssensorik	ohne Geruch		schwach aromatisch		stark aromatisch	schwach aromatisch		
pH-Wert	7,5	8,2	7,1	8,3	7,2	7,2		
Schadstoffparameter (ng/l)								
Summe Zinnorgan. Verbindungen	52,5	42,4	70,1	46,9	37	n. n.		
Monobutylzinn-Kation	3,5	11	2,1	11	n. n.	n. n.		
Dibutylzinn-Kation	49	5,2	68	22	n. n.	n. n.		10
Tributylzinn-Kation	n. n.	1,7	n. n.	7,8	n. n.	n. n.		0,2
Triphenylzinn-Kation	n. n.	1,9	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		0,5



Wert überschreitet Prüfwert zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser gemäß "Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung - (BBodSchV)" vom 12.07.1999



Wert überschreitet LAWA-Geringfügigkeitsschwellen („Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwert für das Grundwasser“, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [(LAWA)], 2016, veröffentlicht 01/2017)

MD: Mitteldestillat  
HEL: Diesel- / Heizöl gealtert

Im Folgenden werden die relevanten Ergebnisse bezogen auf die einzelnen Teilbereiche zusammenfassend genannt, Details sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

### 1. Neuenfelder Maschinenfabrik (RF 48A)

- In dem Stauwasser aus dem Rammfilterpegel RF 48A wurden **erhöhte Schwermetallgehalte** (Blei, Kupfer) sowie ein erhöhter **Arsengehalt** ermittelt, die die jeweiligen GFS-Werte der LAWA überschreiten. Darüber hinaus überschreitet der Arsen-Gehalt mit 59 µg/l auch den Prüfwert der BBodSchV (für Sickerwasser am Ort der Gefahrenbeurteilung) deutlich.
- Des Weiteren wurden **erhöhte Gehalte an zinnorganischen Verbindungen** nachgewiesen. Der Gehalt des Dibutylzinn-Kations von 49 ng/l überschreitet den herangezogenen GFS-Wert von 10 ng/l um das 5fache.
- Mineralölkohlenwasserstoffe (**MKW**) wurden nicht, leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (**BTEX**) in geringen Konzentrationen und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (**PAK**) nur in Spuren nachgewiesen.

### 2. zwischen der Neuenfelder Maschinenfabrik und den ehemaligen Slipanlagen A / B (RF 51)

- In dem Stauwasser aus dem Rammfilterpegel RF 51 wurden **erhöhte Schwermetallgehalte** (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink) sowie ein erhöhter **Arsengehalt** ermittelt, die die jeweiligen GFS-Werte der LAWA z. T. deutlich überschreiten. Darüber hinaus überschreiten der Arsen- (110 µg/l), der Blei- (95 µg/l) und der Kupfer-Gehalt (86 µg/l) auch die entsprechenden Prüfwerte der BBodSchV deutlich.
- Der **Gehalt der Summe** polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (**PAK**) **überschreitet** den GFS-Wert sowie den Prüfwert der BBodSchV um ca. das 2,5fache. Auch die Gehalte einiger Einzelparameter bzw. deren Summen überschreiten die herangezogenen GFS-Werte.
- Des Weiteren wurden **erhöhte Gehalte an zinnorganischen Verbindungen** nachgewiesen. Der Gehalt des Tributylzinn-Kations von 1,7 ng/l überschreitet den herangezogenen GFS-Wert von 0,2 ng/l um das 8,5fache, der des Triphenylzinn-Kations von 1,9 ng/l den herangezogenen GFS-Wert von 0,5 ng/l um knapp das 4fache.
- Mineralölkohlenwasserstoffe (**MKW**) und leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (**BTEX**) wurden nicht nachgewiesen.

### 3. im zentralen Werftgelände (RF 55, RF 57, RF 60)

#### Slipanlagen C / D (RF 55)

- In dem Stauwasser aus dem Rammfilter RF 55 wurde nur ein geringfügig erhöhter **Arsengehalt** ermittelt, der den GFS-Wert der LAWA nur knapp 2fach überschreitet. Der Prüfwert der BBodSchV wird noch deutlich unterschritten.
- Der **Gehalt der Summe** polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (**PAK**) **überschreitet** den GFS-Wert sowie den Prüfwert der BBodSchV um ca. das 7fache.
- Des Weiteren wurden **erhöhte Gehalte an zinnorganischen Verbindungen** nachgewiesen. Der Gehalt des Dibutylzinn-Kations von 68 ng/l überschreitet den herangezogenen GFS-Wert von 10 ng/l um knapp das 7fache.

- Der analysierte Mineralölkohlenwasserstoff- (**MKW**-) Gehalt überschreitet den GFS-Wert nur geringfügig. Der **Prüfwert der BBodSchV** wird **deutlich unterschritten**.
- Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (**BTEX**) wurden **nur in Spuren** nachgewiesen.

#### Halle 23 (RF 57, RF 60)

- In dem Stauwasser aus den Rammfilterpegeln RF 57 und RF 60 wurden **erhöhte Schwermetallgehalte** (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und / oder Zink) sowie erhöhte **Arsengehalte** ermittelt, die die jeweiligen GFS-Werte der LAWA z. T. deutlich überschreiten. Darüber hinaus überschreiten auch die Arsen- (max. 600 µg/l, RF 60) und die Bleigealte (max. 110 µg/l, RF 57) sowie ein Kupfer-Gehalt (82 µg/l, RF 57) die jeweiligen Prüfwerte der BBodSchV deutlich (z. B. RF 60, Arsen 60fache Überschreitung).
- Insbesondere im Pegel RF 60 **überschreitet der Gehalt der Summe** polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (**PAK**) den GFS-Wert sowie den Prüfwert der BBodSchV sehr deutlich um knapp das 90fache. Auch die Gehalte einiger Einzelparame-ter bzw. deren Summen überschreiten die herangezogenen GFS-Werte. Besonders deutlich erhöht ist der Gehalt an 1-Methylnaphthalin. Die Summe aus Naphthalin und den Methylnaphthalinen von 106,3 µg/l überschreitet den herangezogenen GFS-Wert um ca. das 53fache.
- Des Weiteren wurden sowohl im RF 57 als auch im RF 60 **erhöhte Gehalte an zinnor-ganischen Verbindungen** nachgewiesen. Der Gehalt des nur im RF 57 nachgewiese-nen Dibutylzinn-Kations von 22 ng/l überschreitet den herangezogenen GFS-Wert von 10 ng/l um gut das 2fache sowie der des ebenfalls nur im RF 57 nachgewiesenen Tributylzinn-Kations von 7,8 ng/l den GFS-Wert von 0,2 ng/l um das 39fache.
- Mineralölkohlenwasserstoffe (**MKW**) wurden insbesondere im RF 60 in **deutlich erhöh-ter Konzentration** von 6.600 µg/l nachgewiesen (66fache Überschreitung des GFS-Wertes bzw. 33fache Überschreitung des BBodSchV-Prüfwertes). Hierbei kann nicht ausgeschlossen werden, dass aufgrund des geringen Wasserzuflusses auch MKW-Phase analysiert wurde.
- Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (**BTEX**) wurden **nur in Spuren** im RF 60 nachgewiesen.

#### 4. auf dem Werftgelände östlich des Hafenbeckens 1 (RF 66)

- In dem Stauwasser aus dem Rammfilterpegel RF 66 wurde nur ein **erhöhter Arsen-gehalt** ermittelt, der den GFS-Wert der LAWA um das 12,5fache überschreitet. Der Prüfwert der BBodSchV wird um das 4fache überschritten.
- Der **Gehalt der Summe** polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (**PAK**) **über-schreitet** den GFS-Wert sowie den Prüfwert der BBodSchV um ca. das 20fache. Auch die Gehalte einiger Einzelparame-ter überschreiten die herangezogenen GFS-Werte.
- Mineralölkohlenwasserstoffe (**MKW**), leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (**BTEX**) sowie zinnorganische Verbindungen wurden nicht nachgewiesen.

#### **6.4.4.2 Grundwasser (1. Hauptgrundwasserleiter)**

##### **6.4.4.2.1 Vor-Ort-Untersuchungen (chemisch-physikalische Parameter)**

Die im Rahmen der Wasserprobenahme vom 13.11.2015 (FHH-Grundwassermessstellen GWM 9986, GWM 9987, GWM 9988, GWM 9989) ermittelten chemisch-physikalischen Parameter sind den Wasserprobenentnahmeprotokollen in Anlage 2.5 zu entnehmen.

Die ermittelten Messwerte liegen in einer normalen, nicht auffälligen Größenordnung.

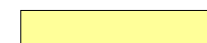
##### **6.4.4.2.2 Laboruntersuchungen**


Im Folgenden werden die Ergebnisse der Laboruntersuchungen der vier, im Oktober 2015 aus Grundwassermessstellen im Abstrom des Werksgeländes gewonnenen Wasserproben (1. Hauptgrundwasserleiter) dargestellt und bewertet (Analysenbefunde s. Anlage 3.3.1).

In der folgenden Tabelle 7 wurden alle Untersuchungsergebnisse der o. g. 4 Grundwasserproben aufgetragen und mit Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Grundwasser den Prüfwerten der BBodSchV bzw. LAWA-Geringfügigkeitsschwellenwerten, die nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit anzeigen, gegenübergestellt.

**Tabelle 7: Ergebnisse Wasseranalytik (Grundwasser, 1. Hauptgrundwasserleiter), November 2015**

Probenbezeichnung	GWM 9986	GWM 9987	GWM 9988	GWM 9989	Prüfwerte BBodSchV Wirkungspfad Boden-Grundwasser	GFS-Werte
Entnahmetiefe (m u. GOK)	9,5 - 14,5	5,4 - 10,4	7,08 - 11,08	7,52 - 12,52		
Geruchssensorik	schwach faulig	schwach modrig	schwach modrig	schwach modrig		
pH-Wert	6,57	5,33	6,63	6,43		
<b>Schadstoffparameter (µg/l)</b>						
Arsen (As)	0,58	0,95	n. n.	n. n.	10	3,2
Blei (Pb)	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	25	1,2
Cadmium (Cd)	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	5	0,3
Chrom (Cr), gesamt	n. n.	1	n. n.	n. n.	50	3,4
Kupfer (Cu)	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	50	5,4
Nickel (Ni)	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	50	7
Quecksilber (Hg)	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	1	0,1
Zink (Zn)	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	500	60
Summe Naphthalin + Methylnaphthaline	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		
<b>Summe PAK (EPA) ohne Naphthalin + Methylnaphthaline</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
Benzo(a)pyren	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		0,01
<b>Kohlenwasserstoffe C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub></b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>200</b>	<b>100</b>
Kohlenwasserstoff-Art						
<b>Summe BTEX</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
Benzol	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	1	1
<b>Schadstoffparameter (ng/l)</b>						
<b>Summe zinnorgan. Verbindungen</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>	<b>n. n.</b>		
Monobutylzinn-Kation	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		
Dibutylzinn-Kation	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		10
Tributylzinn-Kation	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		0,2
Triphenylzinn-Kation	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		0,5

 Wert überschreitet Prüfwert zur Beurteilung des Wirkungspfad des Boden-Grundwasser gemäß "Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung - (BBodSchV)" vom 12.07.1999

 Wert überschreitet LAWA-Geringfügigkeitsschwellenwert („Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwert für das Grundwasser“, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [(LAWA)], 2016, veröffentlicht 01/2017

Aus der Tabelle 7 geht hervor, dass mit Ausnahme in den Grundwasserproben aus den GWM 9986 und GWM 9987, in denen geringe, nicht relevante Arsen- und / oder Chromgehalte ermittelt wurden, keine der untersuchten, und z. T. in den Stauwasserproben vom Werksgelände auffälligen, Schadstoffe nachgewiesen wurden. 2015 wurden somit, anders als bei der Be-  
probung im Jahr 2011, keine PAK ermittelt. 2011 wurden im 1. Hauptgrundwasserleiter (GWM 9987) erstmals PAK (0,264 µg/l  $\Sigma$  PAK, ohne Naphthalin; s. a. Anlage 5.3) nachgewiesen.

## **7. Zusammenfassende Bewertung der Untersuchungsergebnisse, Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise**

### **7.1 Gefährdungspfade Boden-Bodenluft und Boden-Grundwasser unter Berücksichtigung der vorliegenden Daten aus der OU (2012, [2])**

In den folgenden Kapiteln werden die Untersuchungsergebnisse der DU, unter Berücksichtigung der bekannten Untersuchungsergebnisse aus der OU 2012 [2] und der Tatsache, dass

- **flächig holozäne Weichschichten (Klei)** als Deckschicht angetroffen wurden
- **oberflächennahes Grundwasser (Stauwasser)** nur lokal in geringer Mächtigkeit vorhanden ist und
- das **Untersuchungsgebiet vollständig mittels** Betonsteinpflaster, Asphalt etc. versiegelt ist,

für die im Rahmen der DU zu untersuchenden Teilbereiche zusammengefasst.

#### **7.1.1 Neuenfelder Maschinenfabrik (RKS / BL 44 – RKS / BL 50, RF 48A)**

##### **Ergebnisse der OU 2012 [2]**

- **RKS 3 / RKS 4:** erhöhte BTEX-Gehalte in der Bodenluft (max. 82,1 mg/m<sup>3</sup> davon 77 mg/m<sup>3</sup> Benzol, RKS 3), erhöhte MKW-Gehalte im Boden (nur RKS 4, mobiler Anteil 1.080 mg/kg TS, Mitteldestillat)
- **Klärungsbedarf:** Ermittlung der Quelle der BTEX-Verunreinigung, Eingrenzen des MKW-Schadens

##### **Ergebnisse der DU 2015**

- nur lokal erhöhte MKW-Gehalte im Boden (mobiler Anteil max. 1.350 mg/kg TS, Mitteldestillat) bis max. 2,6 m u. GOK nachweisbar
- nur Spuren von BTEX in der Bodenluft (max. 0,07 mg/m<sup>3</sup>)
- keine MKW- bzw. keine relevanten BTEX-Gehalte im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) ermittelt
- erhöhte Arsen- und Schwermetallgehalte (Blei, Kupfer) sowie zinnorganische Verbindungen ( $\Sigma$  zinnorg. Verbind.: 52,5 ng/l) im Stauwasser nachgewiesen

### Bewertung:

- Bei den im Bereich der RKS 4 und RKS 44 ermittelten MKW-Verunreinigungen handelt es sich um lokale Schäden mit MKW-Gehalten, die den herangezogenen Prüfwert für mobile MKW noch deutlich unterschreiten.
- Im Rahmen der DU ergaben sich keine Hinweise auf eine relevante Verunreinigung der Bodenluft durch BTEX.
- Bei Beibehaltung der derzeit gewerblichen / industriellen Nutzung besteht **kein Handlungsbedarf** für den Gefährdungspfad Boden – Bodenluft.
- Mit Hinblick auf den Gefährdungspfad Boden – Grundwasser sollten die erhöhten Gehalte an Arsen und Schwermetallen sowie an zinnorganischen Verbindungen im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) beobachtet werden (Monitoring).

### 7.1.2 Zwischen der Neuenfelder Maschinenfabrik und den ehemaligen Slipanlagen A / B (RKS / BL / RF 51, RKS / BL 52)

#### 7.1.2.1 Bereich der RKS 8c (ehemaliges Esteufer), RKS / BL / RF 51

##### Ergebnisse der OU 2012 [2]

- **RKS 8c / SHW 8:** erhöhte PAK- ( $1,54 \mu\text{g/l} \sum \text{PAK}$ , ohne Naphthalin) und BTEX-Gehalte ( $10,5 \mu\text{g/l}$ ) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser)
- **Klärungsbedarf:** Überprüfung der erhöhten PAK- und BTEX-Gehalte im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser)

##### Ergebnisse der DU 2015

- im Boden nur geringe PAK-Gehalte (max.  $6,5 \text{ mg/kg TS} \sum \text{PAK}$ ) nachweisbar
- in der Bodenluft BTEX-Gehalte < Nachweisgrenze
- keine MKW- bzw. BTEX-Gehalte im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) nachweisbar
- erhöhte Arsen- und Schwermetallgehalte (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink), erhöhte PAK-Gehalte ( $0,505 \mu\text{l} \sum \text{PAK}$ , ohne Naphthalin) sowie zinnorganische Verbindungen ( $\sum \text{zinnorg. Verbind.: } 42,4 \text{ ng/l}$ ) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser)

### Bewertung:

- Weder im Boden noch in der Bodenluft wurden für die untersuchten Schadstoffparameter auffällige Konzentrationen ermittelt,
- demzufolge besteht **kein Handlungsbedarf** für den Gefährdungspfad Boden – Bodenluft.
- Mit Hinblick auf den Gefährdungspfad Boden – Grundwasser sollten die erhöhten Gehalte an Arsen und Schwermetallen, an PAK sowie an zinnorganischen Verbindungen im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) beobachtet werden (Monitoring).

### **7.1.2.2 Südlicher Teil Halle 1 (ehemaliger 15 m<sup>3</sup> Heizöltank / Maschinenraum), RKS / BL 52**

#### **Ergebnisse der OU 2012 [2]**

- Keine Untersuchungen durchgeführt
- **Klärungsbedarf:** Überprüfung der Schadstoffgehalte in Boden, Bodenluft und oberflächennahem Grundwasser (Stauwasser)

#### **Ergebnisse der DU 2015**

- Boden- und Wasserproben konnten nicht gewonnen werden, Abbruch der RKS aufgrund massiver Hindernisse (s. a. Anmerkungen in Kap. 4.1)
- in der Bodenluft geringfügig erhöhte BTEX-Gehalte (6,42 mg/m<sup>3</sup>)

#### **Bewertung:**

- Eine endgültige Bewertung ist aufgrund der fehlenden Datenbasis (Boden, Stauwasser) nicht möglich. Mit Hinblick auf die ermittelten BTEX-Gehalte in der Bodenluft ergibt sich bei der derzeitigen Nutzung kein akuter Handlungsbedarf.

### **7.1.3 Im zentralen Werftgelände (RKS 53 – RKS 63, RF 55, RF 57, RF 60)**

#### **7.1.3.1 Bereich der Slipanlagen C / D (RKS 53 – RKS 56 / 56A, RF 55)**

#### **Ergebnisse der OU 2012 [2]**

- **RKS 24 / SHW 24:** erhöhte MKW- (1,7 mg/l) bzw. geringfügig erhöhte PAK-Gehalte (0,69 µg/l  $\Sigma$  PAK, ohne Naphthalin) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser)
- **Klärungsbedarf:** Ermittlung der Quelle der erhöhten MKW- und PAK-Gehalte im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser)

#### **Ergebnisse der DU 2015**

- im Boden flächig erhöhte PAK-Gehalte (max. 96,85 mg/kg TS) nachgewiesen
- nur geringfügig erhöhte MKW-Gehalte (110 µg/l) bzw. geringfügig erhöhte Arsengehalte im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) ermittelt
- erhöhte PAK-Gehalte (1,457 µg/l  $\Sigma$  PAK, ohne Naphthalin) sowie zinnorganische Verbindungen ( $\Sigma$  zinnorg. Verbind.: 70,1 ng/l) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) nachweisbar

#### **Bewertung:**

- Im aufgefüllten Boden wurden flächig mit einer Ausnahme i. d. R. geringfügig erhöhte PAK-Gehalte ermittelt, die als Ursache für die erhöhten Gehalte an PAK im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) in Frage kommen könnten. Relevant erhöhte MKW-Gehalte wurden weder im Boden noch im Stauwasser nachgewiesen.
- Mit Hinblick auf den Gefährdungspfad Boden – Grundwasser sollten die erhöhten Gehalte an PAK sowie an zinnorganischen Verbindungen im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) beobachtet werden (Monitoring).

### **7.1.3.2 Halle 23 (RKS 57 – RKS 63, RF 57, RF 60)**

#### **Ergebnisse der OU 2012 [2]**

- **RKS 30 / RKS 41 / RKS 43** (Halle 23): erhöhte MKW-Gehalte im Boden (max. 4.660 mg/kg TS, mobiler Anteil 4.150 mg/kg TS); es handelt sich im Wesentlichen um Mitteldestillate
- **Klärungsbedarf:** Eingrenzen der MKW-Verunreinigung

#### **Ergebnisse der DU 2015**

- in zwei weiteren Aufschlüssen im Boden erhöhte MKW-Gehalte (max. 2.770 mg/kg TS, mobiler Anteil max. 2.430 mg/kg TS) bis ca. 3,5 m u. GOK nachgewiesen; es handelt sich im Wesentlichen um Mitteldestillate
- deutlich erhöhte MKW-Gehalte (max. 6.600 µg/l) sowie deutlich erhöhte PAK-Gehalte (max. 17,9 µg/l  $\Sigma$  PAK, ohne Naphthalin) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) ermittelt
- erhöhte Arsen- und Schwermetallgehalte (Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Zink und/oder Kupfer) sowie zinnorganische Verbindungen ( $\Sigma$  zinnorg. Verbind.: max. 46,9 ng/l) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) nachgewiesen

#### **Bewertung:**

- Die MKW-Verunreinigung im Boden konnte mit Ausnahme des Bereichs östlich der RKS 63 eingegrenzt werden.
- Für die aus Sicht des Wirkungspfades Boden-Grundwasser relevante Bodenverunreinigung durch MKW im Bereich der Halle 23 besteht u. E. derzeit kein akuter Handlungsbedarf. Bei einer Umnutzung des Grundstücks bzw. einer Entsiegelung der Oberfläche (z. B. Rückbau der Halle 23 / 24) wird jedoch empfohlen, den lokalen bis ca. 3,5 m u. GOK reichenden MKW-Schaden mittels Bodenaustausch zu sanieren.
- Des Weiteren sollten mit Hinblick auf den Gefährdungspfad Boden – Grundwasser die erhöhten Gehalte an Arsen und Schwermetallen, MKW, PAK sowie an zinnorganischen Verbindungen im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) beobachtet werden (Monitoring).

### **7.1.4 Auf dem Werftgelände östlich des Hafenbeckens 1 (RKS 64 – RKS 67, RF 66)**

#### **Ergebnisse der OU 2012 [2]**

- **RKS 37 / SHW 37:** erhöhte MKW- (1 mg/l) und PAK-Gehalte (73,7 µg/l  $\Sigma$  PAK, ohne Naphthalin) sowie erhöhte zinnorganische Verbindungen ( $\Sigma$  zinnorg. Verbind.: 310 ng/l) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser)
- **Klärungsbedarf:** Ermittlung der Quelle der erhöhten MKW- und PAK-Gehalte im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser)

## Ergebnisse der DU 2015

- im Boden keine MKW- bzw. keine signifikant erhöhten PAK-Gehalte (max. 14,1 mg/kg TS) nachweisbar
- keine MKW bzw. keine zinnorganischen Verbindungen im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) nachgewiesen
- erhöhte Arsengehalte sowie erhöhte PAK-Gehalte (4,05 µg/l  $\Sigma$  PAK, ohne Naphthalin) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) ermittelt

## Bewertung:

- Im Boden wurden weder erhöhte MKW- noch PAK-Gehalte nachgewiesen, die die 2012 / 2015 ermittelten erhöhten MKW- (nur 2012) bzw. PAK-Gehalte (2012, 2015) im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) verursachen würden.
- Mit Hinblick auf den Gefährdungspfad Boden – Grundwasser sollten die erhöhten Gehalte an Arsen sowie PAK im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) beobachtet werden (Monitoring).

## 7.2 Teilflächenübergreifende Bewertung, u. a. mit Hinblick auf die weitere Nutzung etc., Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise

Zusammenfassend kann, u. a. mit Hinblick auf die weitere Nutzung bzw. in Zukunft geplante Baumaßnahmen, festgehalten werden, dass

- für die aus Sicht des Wirkungspfades Boden-Grundwasser relevante **Bodenverunreinigung durch MKW im Bereich der Halle 23** derzeit aufgrund der vorhandenen vollständigen Versiegelung des Schadensbereiches sowie der flächig vorhandenen holozänen Weichschichten (Klei) **kein akuter Handlungsbedarf** besteht. Bei einer Umnutzung des Grundstücks bzw. einer Entsiegelung der Oberfläche (z. B. Rückbau der Halle 23 / 24) wird jedoch empfohlen, den lokalen bis ca. 3,5 m u. GOK reichenden MKW-Schaden mittels Bodenaustausch zu sanieren.
- die im Untersuchungsgebiet nutzungsbedingt eingetragene, geringe **Verunreinigung (Boden, Bodenluft) durch leichtflüchtige Schadstoffe nicht als handlungsrelevant** einzustufen ist.
- die Verunreinigung des lokal auftretenden **oberflächennahen Grundwassers (Stauwasser)** durch Arsen- und Schwermetalle, PAK und zinnorganische Verbindungen in nahezu allen untersuchten Teilflächen auftritt und vermutlich auf mit der Auffüllung aufgebraachte erhöhte Arsen- und Schwermetall- sowie PAK-Gehalte zurückzuführen sind bzw. durch die Verwendung zinnorganischer Verbindungen beim Schiffsbau etc. (Einsatz als Biozid bei der Herstellung von Unterwasser-Schiffsanstrichen) verursacht werden und  
die Entwicklung der Schadstoffbelastung im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) mittels regelmäßiger Beprobung der 6 ausgebauten Stauwasserpegel und Grundwasseranalytik (Umfang entsprechend DU 2015) beobachtet werden (**Monitoring**) sollte.
- im **Grundwasserabstrom (1. Hauptgrundwasserleiter)** bei der Beprobung im Herbst 2015 keine relevanten Schadstoffgehalte ermittelt wurden; die Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit sollte aber aufgrund der bekannten Schadstoffbelastung im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) in jedem Fall weiter fortgeführt werden.

- aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse bei zukünftigen Baumaßnahmen, für Aushubmaterial sowie ggf. anfallendes Stauwasser, mit **erhöhten Entsorgungskosten** sowie **zusätzlichen Kosten für den Arbeitsschutz und die ggf. erforderliche Wasserhaltung** zu rechnen ist.
- vor der Aufnahme von Erdarbeiten mit Hinblick auf den **Arbeitsschutz** eine Gefährdungsbeurteilung sowie ein Arbeits- und Sicherheitsplan gemäß TRGS 524 („Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen“) zu erstellen ist.
- aufgrund der flächig verbreiteten holozänen Weichschichten und auf Basis der vorliegenden Bodenluftmessungen mit natürlichen **Gasbildungen** (z. B. Methan, Kohlendioxid) zu rechnen ist. Aufgrund dessen sind vor dem Betreten von Schächten und von in den Untergrund einbindenden Bauwerken **Gasfreimessungen** durchzuführen. Im Zuge von Neubaumaßnahmen ist die Erfordernis von **Gassicherungsmaßnahmen** zu prüfen.

## 8. Zusammenfassung

Auf dem ca. 16 ha großen Werftgelände der damaligen Sietas KG Schiffswerft GmbH & Co. (aktuell Pella Sietas GmbH) sowie dem Gelände der ehemaligen Neuenfelder Maschinenfabrik (aktuell TTS NMF GmbH) am Neuenfelder Fährdeich in Hamburg-Neuenfelde wurden 2012 eine Historische Erkundung sowie eine Orientierende Untergrunderkundung (Boden, Bodenluft, oberflächennahes Grundwasser) ausgeführt. Bei den Untersuchungen wurden an mehreren Ansatzpunkten erhöhte Gehalte an Schwermetallen und Arsen, Kohlenwasserstoffen (MKW), polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Methylnaphthalinen im Boden festgestellt. Im Stauwasser wurden mit einer Ausnahme an allen Proben erhöhte Gehalte an PAK nachgewiesen. Des Weiteren wies das Stauwasser lokal erhöhte MKW- bzw. Schwermetall-Gehalte sowie in einem Fall auch erhöhte Konzentrationen an zinnorganischen Verbindungen auf. In der Bodenluft wurden lokal erhöhte Gehalte an leichtflüchtigen, aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) ermittelt.

Aufgrund dessen wurden im Rahmen einer Detailuntersuchung 2015 in Teilbereichen des Untersuchungsgebietes weitere 29 Rammkernsondierungen abgeteuft, 9 Bodenluftmessungen ausgeführt sowie 6 Rammfilterpegel im oberflächennahen Grundwasser (Stauwasser) ausgebaut und weitere Boden-, Bodenluft- und Stauwasserproben untersucht. Des Weiteren wurden 4 von der FHH im Abstrom des Untersuchungsgebietes ausgebaute Grundwassermessstellen beprobt und die Wasserproben aus dem 1. Hauptgrundwasserleiter untersucht.

Eine Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse für die untersuchten Teilbereiche sowie der sich daraus ergebende Handlungsbedarf sind dem Kapitel 7 zu entnehmen.

Abschließend kann festgehalten werden, dass sich die Gesamteinschätzung entsprechend der OU 2012 [2], wonach der Standort im Verhältnis zu der Nutzungsgeschichte überwiegend geringe Belastungen des Bodens und Stauwassers aufweist, auch bei den ergänzenden **Detailuntersuchungen 2015** in den untersuchten Arealen bestätigt hat. Auch im Rahmen der 2015

durchgeführten Grundwasseruntersuchungen im unmittelbaren Grundwasserabstrom des Werftgeländes wurden keine erhöhten Schadstoffgehalte nachgewiesen.

BGU - Büro für Geologie und Umwelt  
Ingenieurgesellschaft Kruse & Co. mbH *W*

*Ulrike Wößner*  
Ulrike Wößner

- Pella Sietas GmbH,  
Herr Rudolph 1fach
- FHH, Behörde für Umwelt und Energie,  
Bodenschutz / Altlasten, U23  
Frau Reich 1fach