



# **Detaillierte Altlastenuntersuchung**

## **gem. § 2 Nr. 4 BBodSchV**

### **Nördliche Wallhalbinsel**

Gutachten Nr.: 19020

Auftraggeber: PIH EuE GmbH  
c/o Conplan GmbH  
Hansestr. 24  
23558 Lübeck

Auftragnehmer: LANDPLUS GmbH  
Schmiedestraße 10-18  
23552 Lübeck

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Armin Müggenburg, Sachverständiger nach § 18  
BBodSchG, Sachgebiet 5, Sanierung

Lübeck, den 30.01.2020

(Müggenburg)

LANDPLUS GMBH  
ESSEN – BERLIN – LÜBECK  
Sitz der Gesellschaft:  
Hedwigstraße 62, 45131 Essen  
Amtsgericht Essen HRB 18688

Geschäftsführende Gesellschafter:  
Dr. Dirk Friebertshäuser  
Dr. Dietrich Mehrhoff  
St.Nr.: 112-5786-020  
USt.-IDNr.: DE814459295

Deutsche Bank Essen  
BLZ 360 700 50  
Kto.-Nr.: 1111525  
IBAN: DE19 3607 0050 0111 1525 00  
BIC (SWIFT-CODE): DEUTDEDEXXX

**Inhaltsverzeichnis** **Seite**

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>- 5 -</b>
1.1.	Auftrag .....	- 5 -
1.2.	Unterlagen .....	- 6 -
1.3.	Veranlassung .....	- 7 -
1.4.	Frühere Untersuchungen .....	- 7 -
1.5.	Untersuchungskonzept .....	- 7 -
<b>2.</b>	<b>Untersuchungsgebiet .....</b>	<b>- 11 -</b>
<b>3.</b>	<b>Durchgeführte Maßnahmen .....</b>	<b>- 13 -</b>
3.1.	Kleinrammbohrungen .....	- 13 -
3.2.	Bodenluftprobenahmen .....	- 13 -
3.3.	Einrichtung von Rammpegeln und Schichtwasserprobenahme .....	- 13 -
3.4.	Laboruntersuchungen .....	- 14 -
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>- 16 -</b>
4.1.	Geologie / Hydrogeologie .....	- 16 -
4.2.	Analysenergebnisse .....	- 17 -
4.3.	Sickerwasserprognose .....	- 23 -
<b>5.</b>	<b>Bewertung .....</b>	<b>- 26 -</b>
5.1.	Bewertungsgrundlagen .....	- 26 -
5.2.	Gefährdung von Oberflächengewässern .....	- 29 -
5.3.	Gefährdungsabschätzung .....	- 30 -
<b>6.</b>	<b>Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise .....</b>	<b>- 32 -</b>
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>- 32 -</b>

**Anlagenverzeichnis:**

- 1. Lageplan**
- 2. Schichtenverzeichnisse/Profilsäulen**
- 3. Probenahmeprotokolle Bodenluft**
- 4. Probenahmeprotokolle Grund-/Schichtwasser**
- 5. Laborberichte**
- 6. Fotodokumentation**
- 7. Ergebnisplan**
- 8. Stoffdatenblätter**

**Abkürzungsverzeichnis:**

A	anthropogene Auffüllung
As	Arsen
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung
BS	Kleinrammbohrung
BTEX	Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylool)
Cd	Cadmium
Cr ges.	Chrom gesamt
Cu	Kupfer
G/g/g'	Kies/kiesig/schwach kiesig
GOK	Geländeoberfläche
GW	Grundwasser
H/h/h'	Torf/humos/schwach humos
Hg	Quecksilber
k. S.	keine Summenbildung möglich (siehe Ergebnistabellen)
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
MKW/KW-Index	aliphatische Kohlenwasserstoffe
mNHN	Meter über Normalnull
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
Ni	Nickel
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
Pb	Blei
S/s/s'	Sand/sandig/schwach sandig
SM	Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom gesamt, Cu, Ni, Quecksilber und Zink, inkl. dem Halbmetall Arsen

T/t/t'	Ton/tonig/schwach tonig
TS	Trockensubstanz
U/u/u'	Schluff/schluffig/schwach schluffig
Zn	Zink
<	Stoffgehalt kleiner als Bestimmungsgrenze (siehe Ergebnistabellen)
-	nicht analysiert/kein Wert vorgegeben (siehe Ergebnistabellen)

## 1. EINLEITUNG

### 1.1. Auftrag

Die LANDPLUS GmbH erhielt am 24.06.2019 von der PIH EuE GmbH c/o Conplan GmbH, Hansestr. 24 in 23558 Lübeck, im Bereich der nördlichen Wallhalbinsel (Gemarkung Innere Stadt, Flur 93, Flurstücke 52, 56, 66, 68, 69, 70, 78, 80, 86, 87, 99, 100, 101 und 102; siehe Abb. 1), Willy-Brand-Allee, 23554 Lübeck, eine Altlasten-Detailuntersuchung nach § 2 Nr. 4 BBodSchV durchzuführen.

Eine Detaillierte Altlastenuntersuchung war erforderlich geworden, da die unteren Bodenschutzbeförde der Hansestadt Lübeck / 4 / im Zusammenhang mit der Bebauungsplanänderung zur nördlichen Wallhalbinsel Altlastenuntersuchungen zur abschließenden Gefährdungsabschätzung gefordert hatte.

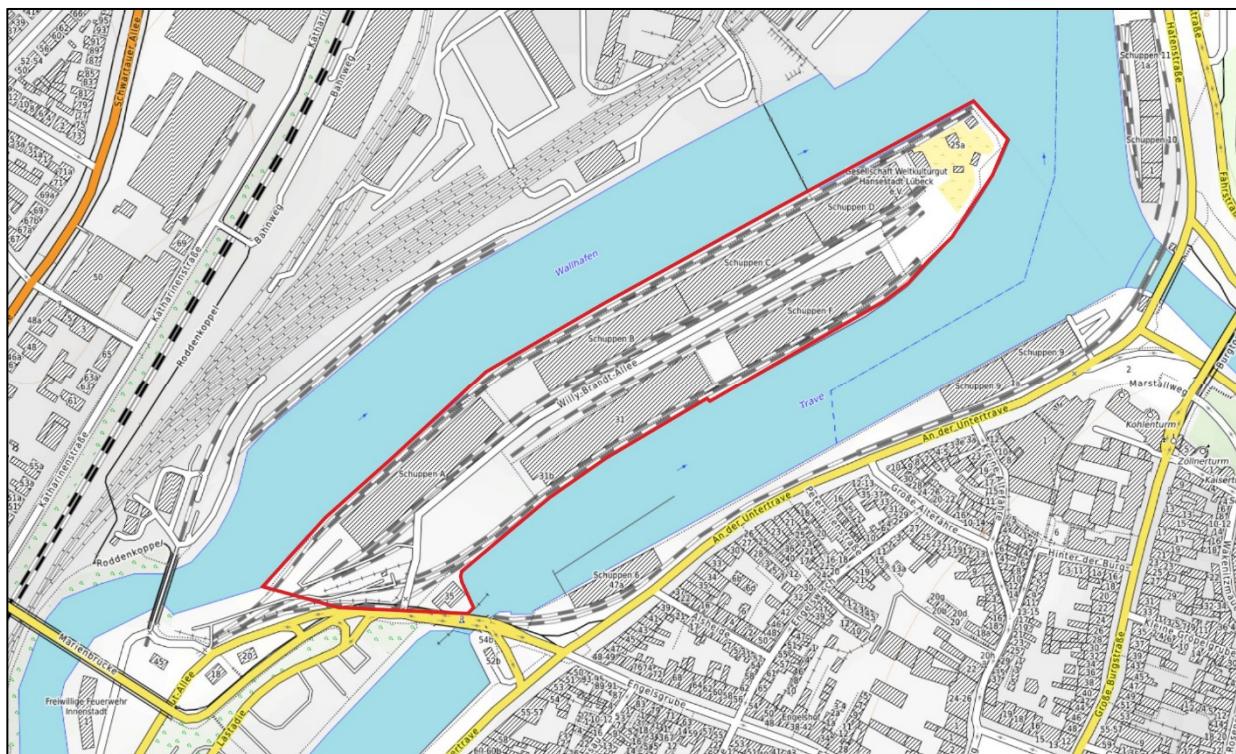


Abbildung 1: Übersichtslageplan (Quelle: OpenTopoMap), Lage des Standortes ist rot markiert

## 1.2. Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden die im Folgenden dargestellten Daten, Informationsquellen und Unterlagen verwendet:

- / 1 / Preußische Geologische Landesamt: Geologische Karte von Preußen und benachbarten Deutschen Ländern, Blatt 2130 Lübeck, 1939
- / 2 / Steinfeld+Partner Umwelttechnik GmbH: Altstandort „Nördliche Wallhalbinsel“ Lübeck-Mitte, Schleswig-Holstein, Erfassung und Erstbewertung, 07.06.1994
- / 3 / Steinfeld+Partner Umwelttechnik GmbH: Altstandort „Nördliche Wallhalbinsel“ Lübeck-Mitte, Schleswig-Holstein, Schadstofferkundung zur Gefährdungsabschätzung, 06.03.1995
- / 4 / Hansestadt Lübeck, Bereich Umwelt-, Natur- und Verbraucherschutz, untere Bodenschutzbehörde: Stellungnahme, 11.02.2019
- / 5 / LANDPLUS GmbH: Gesprächsprotokoll, 12.03.2019
- / 6 / LANDPLUS GmbH: Konzept für eine Detailuntersuchungen gem. § 2 Nr. 4 BBodSchV, Neuaufstellung des B-Plans 01.77.00 - Nördliche Wallhalbinsel, 31.05.2019
- / 7 / Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume (09.2019): Landwirtschafts- und Umweltatlas ([www.umweltdaten.landsh.de](http://www.umweltdaten.landsh.de))

Zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse wurden folgende Gesetze, Vorschriften und Unterlagen herangezogen:

- / 8 / Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17. März 1998, Bundes-Boden- schutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999.
- / 9 / BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) – ALTLASTENAUSSCHUSS (ALA) (2002): Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung.
- /10/ LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (LAGA) (2003): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen (LAGA, M20).
- /11/ Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) (21.03.2006): Bewertungs- grundlage für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug
- /12/ Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (10.10.2007): Hinweise zur Anwendung der Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei orientierenden Unter- suchungen des Altlastenausschusses (ALA) der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bo- denschutz (LABO)
- /13/ BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (12.2008): Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen.
- /14/ BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO, 09.2008): Bewertungsgrundlage für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug.
- /15/ BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (12.2008): Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen.

- /16/ VERORDNUNG ÜBER DEPONIEN UND LANGZEITLAGER (DEPONIEVERORDNUNG - DEPV), 27.04.2009
- /17/ Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31.07.2009; Stand: zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 6.10.2011 I 1986.
- /18/ LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) (2016): Ableitung von Geringfügigkeits-schwellenwerten für das Grundwasser.
- /19/ Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume (28.11.2017): Bewertungs-hilfe für den Eintrag von Schadstoffen aus Altlasten in Oberflächengewässer
- /20/ Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung: GESTIS-Stoffdatenbank (<http://gestis.itrust.de/>)
- /21/ Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur, und Digitalisierung (20.01.2020): Hochwassergefahrenkarte, ZEBIS Schleswig-Holstein (<http://zebis.landsh.de/webauswertung/pages/map/default/index.xhtml>)

### **1.3. Veranlassung**

### **1.4. Frühere Untersuchungen**

Im Jahre 1994 wurde im Auftrag der Hansestadt Lübeck der Standort im Rahmen einer Erfas-sung und Erstbewertung / 2 / durch das Ingenieurbüro Steinfeld und Partner untersucht und insgesamt 12 Verdachtsflächen erfasst, von denen eine Altlastenverdacht anlässlich der histo-rischen Nutzungen abzuleiten war.

Aufgrund der vorliegenden Hinweise auf potentielle Untergrundverunreinigungen wurde nach-folgend Altlastenuntersuchungen zur Gefährdungsabschätzung / 3 / im Bereich der Verdachts-flächen durchgeführt. Im Zuge der im Herbst 1994 ausgeführten Altlastenuntersuchungen wur-den bereichsweise geringfügige Untergrundverunreinigungen durch aliphatische Kohlenwas-serstoffe und Schwermetalle festgestellt. Im Bereich der Verdachtsfläche des ehemaligen Theerhofes wurden Verunreinigungen im Boden und Grundwasser an Polycyclischen Aromati-schen Kohlenwasserstoffen, Phenolen und aliphatischen Kohlenwasserstoffen detektiert. Dabei wurden 1994 / 3 / PAK-Belastungen im Grundwasser von 2,57 µg/l (BS/GWM 7) festgestellt. Im Bodenfeststoff der Auffüllungen wurden in diesem ehemaligen Nutzungsbereich Verunreinigun-gen durch Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (12 mg/kg TS (BS 11, 0,55-1,0 m)-39 mg/kg TS (BS 6, 0,5-4,4 m)) und untergeordnet Phenole (3 mg/kg TS (BS 11, 0,55-1,0 m)-4 mg/kg TS (BS 23, 0,6-2,0 m)) detektiert. Die Lage der o. g. Aufschlusspunkte (BS) ist in der Anlage 1 zu entnehmen.

### **1.5. Untersuchungskonzept**

Zur Ausarbeitung eines Untersuchungskonzeptes wurde eine Ortsbesichtigung durchgeführt und vorhandene Unterlagen / 2 / 3 / eingesehen und ausgewertet / 6 /. Der Untersuchungsum-fang wurde mit der Unteren Bodenschutzbehörde der Hansestadt Lübeck abgestimmt / 5 /.

Im Zuge der Standortbesichtigung und der Unterlagenrecherche wurden auf dem Standort Bereiche detektiert in denen ein Altlastenverdacht vorliegt. Zur abschließenden Gefährdungsabschätzung wurde empfohlen detaillierte Altlastenuntersuchungen im Bereich des ehem. Theerhofs auszuführen. Die Kontaminationsverdachtsflächen (KVF) und Kontaminationsbereiche (KF) und der jeweilige Untersuchungsumfang (siehe Tabelle 1 und 2) werden im Folgenden erläutert:

**KVF 1 - Heizöltank, 8.000 l, in dem Keller des Schuppens F:** Ein ungenutzter Heizöltank befindet sich in einem Kellerraum. Es wurden dort im Rahmen einer Begehung am 26.03.2019 durch einen Mitarbeiter der LANDPLUS keine verunreinigten Bodenbeleg im Tanklagerraum festgestellt. Es war seitens der Behörde eine Prüfung des Tanks durch einen Sachverständigen nach AwSV gefordert. Aufgrund der Tankgröße von <10.000 l ist jedoch **keine** Prüfung erforderlich.

**KF 1 – ehemaliger Theerhof:** Im Bereich des Teerhofes wurden 1994 / 2 / PAK- und Phenol-Belastungen des Untergrundes detektiert. Behördlicherseits wurde daher im Rahmend der B-Plan-Änderung eine räumliche Eingrenzung der PAK-Verunreinigungen im Boden- und Grundwasser gefordert / 4 /.

**Methan in der Bodenluft/Gesamtgelände:** Aufgrund der im Jahre 1994 / 3 / festgestellten geringfügigen Methanbelastungen in der Bodenluft sollen zur Verdachtsentkräftigung bzw. -Bestätigung die aktuellen Methanbelastungen der Bodenluft erkundet werden / 4 /.

**Oberboden/Gesamtgelände:** Es liegen auf dem Standort Bodenverunreinigungen durch PAK (s. o.) vor, die eine potentielle Gefährdung von Schutzgütern besorgen lassen. Oberbodenprobenahmen sind jedoch nicht erforderlich, da der Wirkungspfad durch die bestehende flächigen Oberflächensiegelung unterbunden wird. Im Rahmen der geplanten detaillierten Altlastenerkundungen sollen die Böden im Teufenbereich 0,0-0,35 m mittels Kleinrammbohrungen beprobt und orientierend auf den Parameterumfang gem. BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Mensch untersucht werden / 4 /. In der Begutachtung erfolgt eine Bewertung der Kontaminationslage hinsichtlich einer potentiellen Gefährdung entlang des Wirkungspfades Boden-Mensch.

Zur Prüfung der Altlasten- bzw. Belastungssituation in den o. g. Bereiche wurde ein Untersuchungsumfang ausgearbeitet / 6 /. Der Untersuchungsumfang wird im Folgenden dargestellt (Mengenangaben zu Anzahl der Bodenproben sind geschätzt und sollen hier zur Übersicht des Untersuchungsaufwandes dienen. Die Bodenprobenahme erfolgen gem. den Anforderungen der BBodSchV).

#### **KF 1 – ehemaliger Theerhof**

- Zur räumlichen Eingrenzung der PAK- und Phenol-Bodenverunreinigungen Durchführung von sieben Kleinrammbohrung bis 9 m unter GOK, Entnahme von Bodenproben
- Untersuchung der Bodenproben auf die Parameter PAK (EPA) im Feststoff und Eluat, Phenole (als Phenolindex im Eluat) und MKW, ggf. BTEX
- Werden relevante Bodenverunreinigungen festgestellt, so sollen ergänzend Erkundungsschürfe zur Erkundung der Auffüllungen ausgeführt werden.

- Zur Prüfung der Kontaminationssituation im Grundwasser/Schichtwasser Ausbau von fünf Kleinrammbohrungen zu Rammpegeln und Probenahme des Grund-/Schichtwassers
- Untersuchung der Grundwasserproben auf die Parameter PAK (EPA), Phenole (als Phenolindex) und MKW (als KW-Index). Werden sensorische Auffälligkeiten im Zuge der Aufschlussarbeiten festgestellt, erfolgt eine entsprechende Erweiterung des Untersuchungsparameterspektrums (BTEX)

### **Methan in der Bodenluft/Gesamtgelände**

- Durchführung von fünf Bodenluftprobenahmen in der ungesättigten Bodenzone (1-2 m u. GOK)
- Untersuchung der Methangehalte in der Bodenluft (Vor-Ort-Analytik)
- Es werden dabei Kleinrammbohrungen temporär zu Bodenluftmessstellen ausgebaut. Dies erfolgt im Zusammenhang mit der Untersuchung des Bereiches KF 1. Im südlichen Teil der nördlichen Wallhalbinsel (Bereich der projektierten Neubauten) werden zwei separate Kleinrammbohrungen dazu ausgeführt.

### **Oberboden/Gesamtgelände**

- Zur Prüfung der Kontaminationssituation in der obersten Bodenzone Untersuchung des Bodenhorizonts 0-0,35 m im Bereich der KVF 1 und KF 1 auf die Parameter Schwermetalle inkl. Arsen, PAK (EPA), Cyanide und PCB, weiter Parameter bei sensorischer Auffälligkeit

Der Untersuchungsumfang wird zusätzlich in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. Die Lage der empfohlenen Aufschlusspunkte ist der Anlage 1, Lageplan, zu entnehmen.

Tabelle 01: Umfang der empfohlenen Bodenuntersuchungen

Untersuchungs- bereich	Bodenprobenahme/Kleinrammbohrung			
	Anzahl	Teufe [m]	Bohr- meter [lfdm]	Parameter
<b>KF 1 - hem. Teerhof</b>	7	9	63	PAK (EPA), Phenolindex, MKW, ggf. BTEX
<b>Methan</b> - potentielle Methanbelastung der Bodenluft	-	-	-	-
<b>Oberboden</b> - Bodenbereich von 0,0 - 0,35 m	3	2	6	Schwermetalle Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Hg, Zn inkl. Arsen, PAK (EPA), Cyanide ges., PCB 6, MKW
<b>Gesamt</b>	10		69	

Tabelle 02: Umfang der empfohlenen Grundwasser- und Bodenluftuntersuchungen

Untersuchungs- bereich	Grundwasserprobenahme/Rammpegel				Bodenluftprobenahme		
	Anzahl	Teufe [m]	Probenan- zahl für Analytik	Parameter	Anzahl	Teufe [m]	Parame- ter
<b>KF 1 - hem. Teerhof</b>	5	5	5	PAK (EPA), Phenolin- dex, MKW	-	-	-
<b>Methan</b> - potenti- elle Methanbe- lastung der Bo- denluft	-	-	-	-	5	2	Methan
<b>Oberboden</b> – Bodenbereich von 0,0 - 0,35 m	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gesamt</b>	5		5		5		

Das vorliegende Gutachten stellt die Ergebnisse der Detailuntersuchungen für das Untersuchungsgelände vor.

## 2. Untersuchungsgebiet

Das zu untersuchende Gelände ist ca. 72.000 m<sup>2</sup> groß und liegt im Stadtteil Lübeck-Mitte. Die nördliche Wallhalbinsel grenzt nördlich an den Wallhafen und südlich an die Vorflut Trave an. Die Zufahrt erfolgt von Süden über die Willy-Brand Allee.

Das Untersuchungsgelände ist eben mit einer mittleren Höhe von 2 m NHN. Der Flächenmittelpunkt hat die UTM-Koordinaten (32N) Rechts 610743, Hoch 5970878. Das Untersuchungsgelände ist eben.

Der Standort liegt nicht innerhalb von Natur-, Landschaftsschutz- oder Wasserschutzgebieten. Das nächstgelegene Landschaftsschutzgebiet Wakenitz und Falkenhagen liegt in einer Entfernung von 500 m Richtung Osten. Das nächstgelegene Trinkwassergewinnungsgebiet WGG Vorwerk liegt ca. 2.000 m Richtung Nordwest. Das Grundstück liegt nicht in einem Überschwemmungsbereich / 7 /, jedoch besteht für ein 100-jähriges (HW100) Sturmflutereignis eine mittlere und für ein 20-jähriges (HW20) Sturmflutereignis eine hohe Wahrscheinlichkeit für ein Küstehochwasser /21/.

Entsprechend / 2 / stehen im Untersuchungsbereich als oberste Bodenschicht bis zu 12 m mächtige anthropogene Auffüllungsböden an, die aus Feinsand, Schluff und Ton sowie umgelagerte Torfböden aufgebaut sind. Bereichsweise enthalten die Böden größere organische Anteile sowie Beimengungen an Ziegel, Beton- und Holzresten. Gemäß der geologischen Karte, Blatt 2130 Lübeck (1:20.000) / 1 /, stehen im Untersuchungsbereich als oberste geologische Schicht im südlichen Untersuchungsbereich weichseleiszeitliche Tonmergel und im nördlichen Teilbereich holozäne Flachmoortorfböden an.

Gemäß geologischen Daten aus / 2 / werden die Auffüllungen durch bis zu 5 m mächtige holozäne organische Weichböden (Mudden und Torfe) unterlagert. Im Liegenden dieser schließen sich im Untersuchungsbereich Bereichsweise geringmächtige weichseleiszeitliche/pleistozäne Sande und Kiese an, die von Ton- und Beckenschluff- sowie Geschiebemergellagen unterlagert werden. Dieser Schichtenkomplex aus bindigen Böden erreicht innerhalb der nördlichen Wallhalbinsel eine Mächtigkeit von 8 m (siehe Abbildung 2).

Gemäß Angaben aus / 1 / schließen sich im Liegenden des Geschiebemergels pleistozäne Sande an, die die unterste quartäre Schicht bildet. Ab ca. 35 m u. GOK stehen tertiäre Sande und Tone des Miozäns an.

Entsprechend / 3 / liegt innerhalb der Auffüllungsböden, mit einem Flurabstand von < 3 m, Schichtwasser vor. Grundwasser steht in einem gespannten Zustand innerhalb der pleistozänen Sande bzw. der Glimmersande des Miozäns an. Auf Grundlage von vorliegenden Grundwasserstandsmessungen im Umfeld (Grundwassermessstelle F2, Alexanderstraße, 500 m östlich / 7 /) ist aktuell von einer Grundwasserdruckhöhe von ca. 3 m NHN auszugehen.

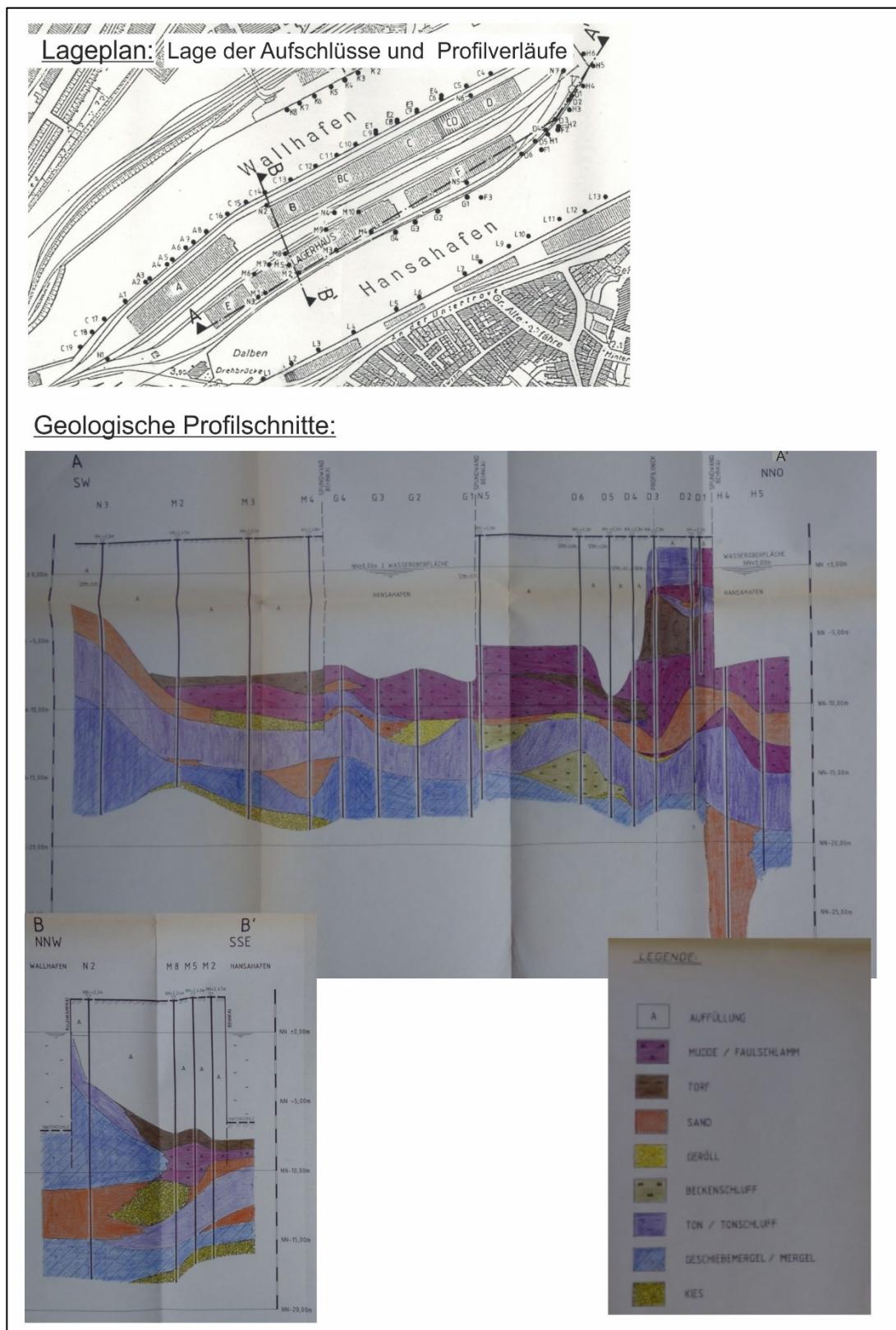


Abbildung 2: Geologische Profilschnitte aus / 2 /

### **3. Durchgeführte Maßnahmen**

Die Sondieransatzpunkte wurden am 08.07.2019 durch einen Mitarbeiter (Sachverständiger gemäß §18 BBodSchG) der LANDPLUS begutachtet und festgelegt.

Die Feldarbeiten wurden durch die probenehmende Untersuchungsstelle TerraV, Hamburg, am 08.07. und 10.07.2019 unter Begleitung eines Sachverständigen gemäß §18 BBodSchG der LANDPLUS GmbH durchgeführt. Eine Fotodokumentation der Feldarbeiten ist in der Anlage 6 beigefügt.

#### **3.1. Kleinrammbohrungen**

Die Kleinrammbohrungen wurden gemäß DIN 4021 maximal bis in eine Tiefe von 9,0 m unter GOK ausgeführt. Die aufgeschlossenen Bodenschichten wurden vor Ort nach DIN 4022 angesprochen. Die ermittelte Petrographie und Stratigraphie wurde als Profilsäule gemäß DIN 4023/DIN EN ISO 14688 dargestellt (Anlage 2). Die Bohrtransatzpunkte wurden nach ihrer Lage im Gelände eingemessen sowie die geodätische Höhe eingemessen (Anlage 1). Aus dem Entnahmerohr der Kleinrammbohrungen BS 01 bis BS 10 wurden bei Schichtenwechsel, meiterweise oder bei sensorischen Auffälligkeiten Bodenproben entnommen. Die Entnahme der Bodenproben erfolgte direkt nach dem Ziehen des Entnahmerohrs. Die Bodenproben wurden in 500 ml Braungläser mit teflongedichtetem Schraubverschluss eingefüllt.

Die Kleinrammbohrungen BS 1 wurden bei 0,7 m und BS 7/7A bei 0,50 m /bzw. 0,60 m u. GOK wegen eines Bohrhindernisses abgebrochen und mussten umgesetzt werden. Die BS 7 wurde erst beim dritten Umsetzpunkt bis 8,2 m abgeteuft. In dieser Teufe wurde keine Bohrfortschritt mehr festgestellt. Ebenso die BS 2 (8,2 m) und BS 6 (8,4 m) konnten nicht bis zur Zieltiefe von 9 m u. GOK niedergebracht werden. Die beprobten Bodenbereiche wurden in den Profilsäulen der Anlage 2 dokumentiert. Alle Bohrungen wurden nach der Probenahme mit Tonpellets verfüllt.

#### **3.2. Bodenluftprobenahmen**

In die Kleinrammbohrungen BS 1, BS 5, BS 7, BS 8 und BS 10 wurde eine temporäre Bodenluftsonde (Packer) eingestellt. Mittels einer an die Messsonde angeschlossenen tragbaren Pumpe wurde die Luft abgepumpt und unter Verwendung eines tragbaren Gasanalysators die Parameter Kohlendioxid-, Sauerstoff-, Schwefelwasserstoff- und Methangehalt gemessen. Die Messungen/Beprobungen begleitend wurden die meteorologischen Randbedingungen erfasst. Die Bodenluftprobenahmen wurden protokolliert (vgl. Anlage 3).

#### **3.3. Einrichtung von Rammpegeln und Schichtwasserprobenahme**

Die Bohrlöcher der Kleinrammbohrungen BS 1 und BS 2 wurden zu Pegeln mittels 2-Zoll-PVC-Verrohrung ausgebaut. Aufgrund der geringen Ergiebigkeit der wasserführenden Bodenschichten konnte dort eine Grundwasserprobenahme nicht durchgeführt werden.

Zur Beprobung des Schichtwassers wurde anstatt der BS 1 die BS 3 als sog. Rammpegel zur temporären Messstelle mittels 2-Zoll-PVC-Verrohrung ausgebaut. Anstatt der BS 2 wurde die schon bestehende Messstelle BS7 zur Probenahme (Grundwasserprobe BS 2) herangezogen.

Gem. /3/ wurde der Ausbau mit 2-Zoll-PVC-Verrohrung durchgeführt (Filterstrecke von 2,0 bis 4,0 m u. GOK). Die Lotung im Rahmen der Probenahme ergab eine Messstellensohltiefe von 2,60 m. Es ist davon auszugehen, dass sich durch das Eindringen von Schlamm der Filterraum zugesetzt hat.

Die Kleinrammbohrungen BS 4, BS 5 und BS 7 (neu) wurden ebenfalls für eine Grundwasserprobenahme ausgebaut.

Die Filterstrecken der genannten Messstellen wurden in dem Tiefenintervall zwischen 1,20 m und 4,50 m eingerichtet und nach der Probennahme wieder zurückgebaut.

Die Beprobung des Schichtwassers erfolgte am 10.07.2019 gemäß den Regeln des DVWK (DK 556.32.001.5 Grundwasseruntersuchung und DK 543.3.053 Probenahme) sowie unter Anwendung der DIN 38402 Teil 13 (Probennahme aus Grundwasserleitern). Die Bestimmung der Vor-Ort-Parameter und Handhabung der Proben erfolgte nach den o. a. Vorschriften. Das Protokoll zur Schichtwasserprobenahme ist in der Anlage 4 beigefügt.

### 3.4. Laboruntersuchungen

Die entnommenen Boden- und Schichtwasserproben wurden unter Kühlung und Lichtabschluss per Kurier dem Laboratorium UCL Umwelt Control Labor GmbH zugestellt. In der Tabelle 3 sind die Untersuchungsparameter für die Boden- und in der Tabelle 4 für die Schichtwasserprobe dargestellt. Die Analysenverfahren sind in den beigefügten Laborberichten dokumentiert (vgl. Anlage 5).

Tabelle 3: Analysierte Bodenproben

Proben-bezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Boden-art	Nebengemengteile/Sensorik	PAK	KW-Index	CN ges.	Phe-nol-Index	SM	PCB	PAK im Säulen-Eluat	BTEX	LCKW
BS 1/1	0,2-0,9	A (S, g)	vereinzelt Ziegelbruch, Schlackenreste	X	X	X		X	X			
BS 1/3	1,7-2,7	A (S, u', g', t')	Ziegelbruch, Holz, muffiger Geruch	X	X		X					
BS 1/4	2,7-3,8	A (S, u', g', t')	Ziegelbruch, Holz, muffiger Geruch	X	X		X					
BS 1/6	4,8-6,2	H	-	X	X		X					
BS 2/1	0,2-0,7	A (S, g)	-	X	X	X		X	X			
BS 2/2	0,7-1,5	A (S, g, u')	Ziegelbruch, Holz	X	X		X					
BS 2/4	2,9-3,9	A (H, s')	Vereinzelt Ziegelbruch	X	X		X					
BS 2/7	5,7-7,0	H	-	X	X		X					
BS 2/8	7,0-8,2	H	-	X	X		X					
BS 3/3	1,8-2,8	A (S, g', u')	vereinzelt Ziegelbruch, schwacher aromatischer Geruch	X	X		X					
BS 3/5	3,9-4,7	A (S, u, g', h-Lagen)	vereinzelt Ziegelbruch, muffiger Geruch	X	X		X					
BS 4/1	0,1-0,9	A (S, u')	Lösungsmittelgeruch	X	X	X	X	X	X		X	X**
BS 4/2	0,9-2,0	A (S, u, g')	vereinzelt Ziegelbruch	X	X		X				X	

Proben-bezeichnung	Entnahmehöhe [m u. GOK]	Bodenart	Nebengemengteile/Sensorik	PAK	KW-Index	CN ges.	Phenol-Index	SM	PCB	PAK im Säulen-Eluat	BTEX	LCKW
BS 4/3	2,0-3,0	A (S, u, g')	vereinzelt Ziegelbruch	X	X		X					
BS 4/4	3,0-4,1	A (S, u', g', h-Lagen)	Ziegelbruch, Kohle	X	X		X					
BS 4/5	4,1-5,0	A (S, u, g', h-Lagen)	Ziegel- und Betonbruch	X	X		X					
BS 4/9	8,0-9,0	H		X	X		X					
BS 5/1	0,2-0,5	A (S, u', g')	Vereinzelt Ziegelbruch, schwacher aromatischer Geruch	X	X	X		X				
BS 5/3	1,5-2,6	A (S, g', u'-u)	Vereinzelt Ziegelbruch, muffiger Geruch	X	X		X					
BS 5/4	2,6-3,6	A (U, s, g', o)	Vereinzelt Ziegelbruch	X	X		X					
BS 5/7	5,9-6,9	H	-	X	X		X					
BS 6/3	2,0-3,0	A (S, u, g', h')	Vereinzelt Ziegelbruch	X	X		X					
BS 6/4	3,0-3,6	A (S, u, g', h')	Vereinzelt Ziegelbruch	X	X		X					
BS 6/5	3,6-5,0	A (U, t, s')	Vereinzelt Ziegelbruch	X	X		X					
BS 6/7	6,4-7,5	A (H, s')	Vereinzelt Ziegel- und Betonbruch, Kohle, Holz	X	X		X					
BS 7/1	0,2-1,0	A (S, g)	vereinzelt Ziegel- und Betonbruch, vereinzelt Schlacke	X	X	X		X	X			
BS 7/3	1,7-2,7	A (U, s, g')	Ziegelbruch, Holz schwacher aromatischer Geruch	X	X		X					
BS 7/4	2,7-3,8	A (U, s, g')	Ziegelbruch, Holz schwacher aromatischer Geruch	X	X		X					
BS 7/6	4,7-5,7	A (H, s')	vereinzelt Ziegelbruch, Holz, muffiger Geruch	X	X							
BS 8/1	0,2-0,6	A(S)	-	X	X	X		X	X			
BS 8/2	0,6-2,0	A(S, u, t)		X**								
BS 1/1 +BS 1/2 +BS 1/3 *	0,2-2,7	s. o.	s. o.							X		
BS 4/1+ BS 4/2 *	0,1-2,0	s. o.	s. o.							X		

\* : Aufgrund der geringen Probenmengen wurden die Eluatuntersuchungen an Mischproben durchgeführt.

\*\* : Nachanalytik

Tabelle 4: Analysierte Schichtwasserproben

Probenbezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	PAK	KW-Index	Phenol-Index
BS 2 (BS 7 alt)	0,6-2,3	X	X	X
BS 3	1,5-4,5	X	X	X
BS 4	1,6-3,6	X	X	X
BS 5	1,2-4,2	X	X	X
BS 7	1,7-3,7	X	X	X

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Geologie / Hydrogeologie

Als oberste Bodenschicht wurden im Untersuchungsgebiet unterhalb der Oberflächenversiegelung bis zu 8,10 m mächtige anthropogene Auffüllungen aufgeschlossen. Die Auffüllungen setzen sich überwiegend aus schluffig Sanden bzw. sandigen Schluffen mit unterschiedlichen Anteilen an Ziegel- und Holz- und Schlackeresten zusammen. Die tieferen Auffüllungen wurden lagenweise durch umgelagerte anmoorige Böden, wie Schluff- und Torfböden aufgebaut (Bereich BS 1, BS 6 und BS 7). Die zwischenlagerten organischen Schluffböden enthielten z. T. Muschelschalen. Unterhalb der anthropogenen Auffüllungsböden wurden Torfböden bis zur Endteufe aufgeschlossen.

Die Bohrhindernisse im Bereich der Kleinrammbohrungen BS 1 und 7 in Tiefenlagen zwischen 0,5 und 0,7 m sind wahrscheinlich auf alte Betonfundamente zurückzuführen. Aufgrund des geringen Bohrfortschritt in den Sondierungen BS 2, BS 6 und BS 7 innerhalb der geogenen Torfböden ab 8,2 m wurden die Sondierarbeiten dort nicht bis zur Zielteufe fortgesetzt.

Sensorisch auffällige Bodenschichten wurden mittels der Kleinrammbohrung BS 1 (Proben BS 1/2-1/5) BS 2 (Proben BS 2/2-2/5), BS 3 (Proben BS 3/2 bis BS 3/4), BS 4 (Probe BS 4/1), BS 5 (Proben BS 5/1 und BS 5/2) und BS 7 (Proben BS7/3 und BS 7/4 sowie BS 7/6 und BS 7/7) angeschnitten. In einer Tiefenzone von 0,2 bis 6,7 m u. GOK wurden dort schwach aromatisch bis aromatisch oder muffig riechende Bodenschichten festgestellt.

Im Rahmen der Erkundung wurde Grundwasser als Schichtwasser innerhalb der Auffüllungsböden angetroffen. Es lagen dort Schichtwasserstände zwischen 2,14 m und 2,48 m u. GOK bzw. zwischen -0,39 mNHN und +1,02 mNHN vor. Die ermittelten Wasserstände zeigten, dass das Schichtwasser nur bereichsweise hydraulisch zusammenhängt.

Der Travewasserstand wurde an der Kaikante an der BS 7 bei 0,24 mNHN gelotet. Die Schichtwasserstände liegen damit zum größten Teil unterhalb des Travewasserstandes. Insgesamt ist die Abdichtung durch die Kaimauern anhand der geloteten Wasserstände zu erkennen.

In der Tabelle 5 ist der mit den durchgeföhrten Kleinrammbohrungen aufgeschlossene Untergrundaufbau dargestellt. In der Anlage 07 ist ein geologischer Profilschnitt eines Teilbereiches dargestellt.

Tabelle 5: Geologischer Aufbau

Schicht	Petrographie	Genese	Mächtigkeit [m]	Tiefenbereich [m u. GOK]
1A	Sand, schluffig, kiesig bis Schluff, sandig, kiesig, Ziegel-, Holz-, Kohle- und Schlackenreste	Auffüllung	5,7-8,1	0,2-8,3
1B	Organischer Schluff, sandig, kiesig und Torf, schwach sandig, bereichsweise Ziegelreste, Kohle und Holz sowie Kalkschalen	Auffüllungen/umgela-gerte Anmoorschichten		3,6-7,5
2	Torf	Anmoor	>2,5	>5,7

#### 4.2. Analysenergebnisse

In den Tabellen 8 bis 10 sind die ermittelten Schadstoffgehalte des Bodens dargestellt. In der Tabellen 11 sind die Ergebnisse der Eluatuntersuchungen zusammengestellt. In der Tabelle 12 sind die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen zu entnehmen. In der Tabelle 13 und 14 sind die Ergebnisse der Schichtwasseranalysen zu entnehmen. Die dargestellten Schadstoffgehalte werden den Beurteilungswerten gemäß BBodSchV / 8 /, LAWA / 18 /, LANU / 12 / sowie /20/ (siehe auch Kapitel 5.1) gegenübergestellt.

##### Ergebnisse Bodenanalytik

Es wurden insgesamt 31 Bodeneinzelproben auf Gehalte an PAK analysiert. In zwölf Bodeneinzelproben wurden Gehalte an PAK nachgewiesen, in vier Proben (BS 1/1, BS 1/3, BS 4/1, BS 8/1) wurden auffällig bis erhöhte PAK-Gesamtgehalte detektiert. Der höchste PAK-Gehalt von 83,49 mg/kg TS wurde in der Probe BS 1/1 festgestellt. Die Gehalte an dem bewertungsrelevanten Benzo[a]pyren in den o. g. Bodeneinzelproben sind ebenfalls als auffällig bis erhöht einzustufen. Gehalte an Naphthalin wurden lediglich in zwei Proben nachgewiesen. Diese sind als gering einzustufen. Es wurden in den Proben erhöhte Anteile (72-90 %) an höher kondensierten PAK (>3 Phenol-Ringe) detektiert.

In vier der 30 auf den KW-Index analysierten Bodeneinzelproben wurden MKW nachgewiesen. Lediglich in der Probe BS 4/1 wurden stark erhöhte MKW-Gehalte ( $C_{10}-C_{40}$ ) von 7.000 mg/kg TS festgestellt. Der mobile Kohlenwasserstoffanteil ( $C_{10}-C_{22}$ ) von 6.500 mg/kg TS überwiegt hierbei.

Die Analyse von Bodenproben auf die Parameter BTEX, LCKW, PCB und Cyanide ergab keine nachweisbaren Gehalte. In den untersuchten Oberbodenproben wurden insgesamt unauffällige Schwermetall- und Arsengehalte detektiert.

Es wurden zwei Mischproben auf die Konzentrationen an PAK im Säulen-Eluat untersucht. Dabei wurden in beiden Mischproben erhöhte PAK-Gesamtkonzentrationen von 0,29 µg/l bis 1,17 µg/l gemessen. Es wurden ebenso erhöhte Konzentrationen an PAK-Einzelstoffen festgestellt.

Es wurden auf Phenole als Phenol-Index im Eluat (nach DEV S4) an 25 Einzelproben analysiert, jedoch in keiner Probe Konzentrationen an Phenolen nachgewiesen.

Tabelle 8: Analysenergebnisse, PAK und MKW/KW-Index, alle Gehalte in mg/kg TS

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Bodenart	PAK ges.	Benzo-[a]pyren	Naphthalin	KW-Index	KW-Index mobil
BS 1/1	0,2-0,9	A (S, g)	83,49	7,6	0,08	<50	<50
BS 1/3	1,7-2,7	A (S, u', g', t')	15,90	0,77	0,05	<50	<50
BS 1/4	2,7-3,8	A (S, u', g', t')	4,56	0,23	<0,05	<50	<50
BS 1/6	4,8-6,2	H	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 2/1	0,2-0,7	A (S, g)	1,17	0,09	<0,05	130	<50
BS 2/2	0,7-1,5	A (S, g, u')	1,26	0,09	<0,05	70	<50
BS 2/4	2,9-3,9	A (H, s')	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 2/7	5,7-7,0	H	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 2/8	7,0-8,2	H	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 3/3	1,8-2,8	A (S, g', u')	0,05	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 3/5	3,9-4,7	A (S, u, g', h-Lagen)	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 4/1	0,1-0,9	A (S, u')	17,99	1,7	<0,05	7.000	6.500
BS 4/2	0,9-2,0	A (S, u, g')	1,61	0,17	<0,05	550	490
BS 4/3	2,0-3,0	A (S, u, g')	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 4/4	3,0-4,1	A (S, u', g', h-Lagen)	0,19	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 4/5	4,1-5,0	A (S, u, g', h-Lagen)	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 4/9	8,0-9,0	H	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 5/1	0,2-0,5	A (S, u', g')	2,4	0,24	<0,05	<50	<50
BS 5/3	1,5-2,6	A (S, g', u'-u)	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 5/4	2,6-3,6	A (U, s, g', o)	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 5/7	5,9-6,9	H	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 6/3	2,0-3,0	A (S, u, g', h')	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 6/4	3,0-3,6	A (S, u, g', h')	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 6/5	3,6-5,0	A (U, t, s')	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 6/7	6,4-7,5	A (H, s')	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 7/1	0,2-1,0	A (S, g)	3,62	0,29	<0,05	50	<50
BS 7/3	1,7-2,7	A (U, <u>s</u> , g')	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 7/4	2,7-3,8	A (U, <u>s</u> , g')	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 7/6	4,7-5,7	A (H, s')	k. S.	<0,05	<0,05	<50	<50
BS 8/1	0,2-0,6	A (S)	20,22	2,0	<0,05	<50	<50
BS 8/2	0,6-2,0	A (S, u, t)	0,91	0,13	<0,05	-	-
<hr/>							
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Kinderspielflächen			-	0,5	-	-	-
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete			-	1	-	-	-
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Park- und Freizeitanlagen			-	1	-	-	-
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Industrie- und Gewerbegrundstücke*			-	5-10	-	-	-
Beurteilungswert auf Basis des Vorsorgewerte gem.- BBodSchV in Verbindung mit LANU 2007/12/			10	-	5	1.000-5.000	-

Überschreitungen des Prüfwertes der BBodSchV und Beurteilungswert nach LANU 2007 werden farblich gekennzeichnet.

\* Erlass vom 5.Jan. 2017; Spanne bei kanzerogenen Stoffen nach FoBiG 2004 für 40 Jahre, bzw. 20 Jahre Arbeitszeit auf der Fläche.

Tabelle 9: Analysenergebnisse, BTEX, PCB und Cyanide, alle Gehalte in mg/kg TS

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Bodenart	BTEX ges.	Benzol	LCKW ges.	PCB	Cyanide ges.
BS 1/1	0,2-0,9	A (S, g)	-	-	-	k. S.	<0,5
BS 2/1	0,2-0,7	A (S, g)	-	-	-	k. S.	<0,5
BS 4/1	0,1-0,9	A (S, u')	k. S.	<0,05	k. S.	k. S.	<0,5
BS 4/2	0,9-2,0	A (S, u, g')	k. S.	<0,05	-	-	-
BS 5/1	0,2-0,5	A (S, u', g')	-	-	-	-	<0,5
BS 7/1	0,2-1,0	A (S, g)	-	--	-	k. S.	<0,5
BS 8/1	0,2-0,5	A (S)	-	-	-	k. S.	<0,5
<hr/>							
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Kinderspielflächen		-	-		0,4	50	
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete		-	-		0,8	50	
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Park- und Freizeitanlagen		-	-		2	50	
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Industrie- und Gewerbegrundstücke*		-	-		40	100	
Beurteilungswert auf Basis des Vorsorgewerte gem.- BBodSchV in Verbindung mit LANU 2007 /1/		25	2,5		0,5	-	

Überschreitungen des Prüfwertes der BBodSchV und Beurteilungswert nach LANU 2007 werden farblich gekennzeichnet. \*: Bei 40 Jahren, bzw. 20 Jahren Arbeitszeit auf der Fläche.

Tabelle 10: Analysenergebnisse Boden, Schwermetalle inkl. Arsen, Königswasseraufschluss, alle Gehalte in mg/kg TS

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Bodenart	As	Pb	Cd	Cr ges.	Cu	Ni	Hg	Tl	Zn
BS 1/1	0,2-0,9	A (S, g)	6,4	40	0,20	16	31	10	<0,1	<0,1	100
BS 2/1	0,2-0,7	A (S, g)	3,5	13	<0,1	8,0	10	7,3	<0,1	<0,1	57
BS 4/1	0,1-0,9	A (S, u')	3,9	43	<0,1	11	16	7,4	<0,1	<0,1	98
BS 5/1	0,2-0,5	A (S, u', g')	4,4	21	<0,1	11	16	11	<0,1	0,21	83
BS 7/1	0,2-1,0	A (S, g)	4,0	23	<0,1	10	13	7,1	<0,1	<0,1	49
BS 8/1	0,2-0,5	A (S)	7,5	75	0,12	6,2	22	6,6	<0,1	<0,1	170
<hr/>											
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Kinderspielflächen			25	200	10 <sup>1)</sup>	200	-	70	10	-	-
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete			50	400	20 <sup>1)</sup>	400	-	140	20	-	-
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Park- und Freizeitanlagen			125	1.000	50		-	350	50	-	-
BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch, Industrie- und Gewerbegrundstücke*			140	2.000	60-120*	1000	-	900	80	-	-
Beurteilungswert auf Basis des Vorsorgewerte gem.- BBodSchV in Verbindung mit LANU 2007 /3/			-	350	5	300	200	250	2,5	-	750

Überschreitungen des Prüfwertes der BBodSchV und Beurteilungswert nach LANU 2007 werden farblich gekennzeichnet. \* Erlass vom 5.Jan. 2017; Spanne bei kanzerogenen Stoffen nach FoBiG 2004 für 40 Jahre, bzw. 20 Jahre Arbeitszeit auf der Fläche. \*: Bei 40 Jahren, bzw. 20 Jahren Arbeitszeit auf der Fläche. 1): In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungsplanten

genutzt werden, ist für Cadmium der Wert von 2,0 mg/kg TS als Prüfwert anzuwenden.

Tabelle 11: Analysenergebnisse Eluate, PAK und Phenol-Index, alle Konzentrationen in µg/l

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	PAK ges.	PAK ges. ohne Naphthalin	Naphthalin	Anthracen	Benzo[a]pyren	Summe Benzo[a]-pyren und Benzo[k]-fluoranthen	Summe Benzo[ghi]perylene und Indeno[123cd]pyren	Di-benz[a,h]-anthracen	Fluoranthen	Phenol-Index
BS 1/3	0,2-0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 1/3	1,7-2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 1/4	2,7-3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 1/6	4,8-6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 2/2	0,7-1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 2/4	2,9-3,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 2/7	5,7-7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 2/8	7,0-8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 3/3	1,8-2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 3/5	3,9-4,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 4/1	0,1-0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 4/2	0,9-2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 4/3	2,0-3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 4/4	3,0-4,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 4/5	4,1-5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 4/9	8,0-9,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 5/3	1,5-2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 5/4	2,6-3,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 5/7	5,9-6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 6/3	2,0-3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 6/4	3,0-3,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 6/5	3,6-5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 6/7	6,4-7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 7/3	1,7-2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 7/4	2,7-3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10
BS 1/1 +BS 1/2 +BS 1/3	0,2-2,7	0,31	0,29	0,02	0,01	<0,01	k. S.	k. S.	<0,01	0,15	-
BS 4/1+ BS 4/2	0,1-2,0	1,19	1,17	0,02	0,01	0,03	0,05	0,02	<0,05	0,06	-
<b>Prüfwert BBodSchV Wirkungspfad Boden – Grundwasser</b>	-	0,2	1	-	-	-	-	-	-	-	20

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	PAK ges.	PAK ges. ohne Naphthalin	Naphthalin	Anthracen	Benzo[a]pyren	Summe Benzo[a]pyren und Benzo[k]fluoranthen	Summe Benzo[ghi]perylene und Indeno[123cd]pyren	Dibenz[a,h]-anthracen	Fluoranthen	Phe-nol-Index
LAWA Geringfügigkeitsschwellenwert	-	0,2	2	0,1	0,01	0,03	0,002	0,01	0,1	8	

Überschreitungen der Prüfwerte der BBodSchV werden **fett** geschrieben. **Farbig** werden die Überschreitung der GFS gem. LAWA dargestellt.

### Ergebnisse Bodenluft

Es wurden an sechs temporären Bodenluftmessstellen die Vor-Ort-Parameter (siehe Tabelle 7) gemessen. In der Bodenluft aller Messstellen wurden leicht erhöhte bis erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen gemessen.

In vier von sechs Messstellen wurden Konzentrationen an Methan detektiert. Deutliche Methan-Konzentrationen wurden lediglich in der Bodenluft der Messstelle BS 8 festgestellt. Hierbei wurde die Konzentration der oberen Explosionsschutzwand mit 20,10 Vol. % CH<sub>4</sub> überschritten.

Schwefeldioxid wurde lediglich in der Messstelle BS 8 mit 22,80 Vol. % detektiert. Diese Konzentration liegt im Explosionsbereich für H<sub>2</sub>S.

Die gemessenen Sauerstoffgehalte in der Bodenluft waren bereichsweise (BS 5, BS 8) deutlich reduziert. Eine technische Dichtheit wurde im Rahmen der Probenahmetechnik nicht erreicht, jedoch ist aufgrund der Empfindlichkeit der Messmimik davon auszugehen, dass bei entsprechend relevanten Methan- oder Schwefelwasserstoffgehalten diese deutlich als Messwert aufgetreten wären.

Tabelle 12: Ergebnisse Vor-Ort-Parameter Bodenluft in Vol. %

Messstelle	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> bei Messende / CH <sub>4</sub> max.	H <sub>2</sub> S	O <sub>2</sub>
BS 1	0,09	0,74 / 1,26	0,00	20,3
BS 5	3,55	1,30 / 2,50	0,00	3,55
BS 7	0,43	0,92 / 1,01	0,00	20,5
BS 8	1,40	<b>20,10 / 20,10</b>	<b>22,80</b>	2,6
BS 9	0,07	0,00 / 0,41	0,00	20,7
BS 10	0,43	0,00	0,00	19,6
Untere Explosionsgrenze /20/	-	4,4	3,9	-
Obere Explosionsgrenze /20/	-	17,0	50,2	-

Liegt der Messwert zwischen der unteren und oberen Explosionsgrenze, wird er **fett** dargestellt. Bei Übersteigern der oberen Explosionsgrenze erfolgt eine farbige Kennzeichnung

### Ergebnisse Schichtwasser

Es wurden fünf Schichtwasserproben aus den Auffüllungen auf die organischen Parameter PAK, MWK und Phenol-Index untersucht.

Es wurden in allen Wasserproben PAK-Konzentrationen nachgewiesen. Die Gesamtkonzentrationen an PAK betrugen dabei 0,20 µg/l bis 0,82 µg/l (siehe Tabelle 13). Lediglich in der Probe BS 2 wurde eine erhöhte Gesamtkonzentration an PAK ohne Naphthalin festgestellt. Die für eine Bewertung relevanten PAK-Teilparameter lagen in den untersuchten Wasserproben in un-auffälligen Konzentrationen oder unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenzen vor.

Drei der analysierten Schichtwasserproben enthielten nachweisbare Konzentrationen and MKW von 140 µg/l bis 240 µg/l in den Proben BS 2, BS 4 und BS 7. Diese Konzentrationen sind als leicht erhöht zu beurteilen. Phenole wurden in zwei Grundwasserproben (BS 4 und BS 7) mit 11 µg/l bzw. 17 µg/l festgestellt. Die gemessene Phenol-Konzentrationen sind als auffällig bis schwach erhöht einzustufen.

Es wurden aufgrund der geringen Ergiebigkeit der Rammpegel mit geringen Wasseranfall keine Vor-Ort-Parameter im Rahmen der Stauwasserprobennahme entnommen.

Die Wasserprobe hatte nach 30 min. Pumpdauer eine graue bis graubraune Trübung, waren milchig und wiesen keinen auffälligen Geruch auf.

Tabelle 13: Analysenergebnisse Schichtwasser, organische Schadstoffe, PAK, alle Konzentrationen in µg/l

Probe	Entnahmehöhe [m u. GOK]	PAK ges.	PAK ges. ohne Naphthalin	Naphthalin	Anthracen	Benzo[a]pyren	Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]-fluoranthen, Benzo[ghi]perlylen, Fluoranthen, Indeno(123-cd)-perlylen	Di-benz[a,h]anthracen	Fluoranthen
BS 2 (BS 7 alt)	0,6-2,3	0,822	<b>0,602</b>	0,22	0,026	<0,005	k. S.	<0,005	0,033
BS 3	1,5-4,5	0,197	0,007	0,19	0,007	<0,005	k. S.	<0,008	<0,01
BS 4	1,6-3,6	0,278	0,128	0,15	<0,008	<0,005	k. S.	<0,007	0,01
BS 5	1,2-4,2	0,311	0,041	0,27	0,007	<0,005	k. S.	<0,008	<0,01
BS 7	1,7-3,7	0,424	0,094	0,33	<0,01	<0,005	k. S.	<0,005	<0,01
Prüfwert BBodSchV Wirkungspfad Boden – Grundwasser	-	0,2	1	-	-	-	-	-	-
LAWA Geringfügigkeitsschwellenwert	-	0,2	2	1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,1
BW-1 Wert, Bewertungshilfe Oberflächengewässer	-	2	20	10	0,1	1	0,1	1	1

Überschreitungen der Prüfwerte der BBodSchV werden **fett** geschrieben. **Farbig** werden die Überschreitung der GFS der LAWA dargestellt.

Tabelle 14: Analysenergebnisse Schichtwasser, organische Schadstoffe, KW-Index und Phenol-Index, alle Konzentrationen in µg/l

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	KW-Index	Phenol-Index
BS 2 (BS 7 alt)	0,6-2,3	<b>240</b>	<10
BS 3	1,5-4,5	<100	<10
BS 4	1,6-3,6	140	11
BS 5	1,2-4,2	<100	<10
BS 7	1,7-3,7	200	17
Prüfwert BBodSchV Wirkungspfad Boden – Grundwasser		200	20
LAWA Geringfügigkeitsschwellenwert		100	8
BW-1 Wert, Bewertungshilfe Oberflächengewässer	(2000)	80	

Überschreitungen der Prüfwerte der BBodSchV werden **fett** geschrieben. **Farbig** werden die Überschreitung der GFS der LAWA dargestellt.

## 4.3. Sickerwasserprognose

### 4.3.1. Allgemeines

Gemäß BBodSchV ist zur Bewertung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser eine Sickerwasserprognose durchzuführen. Mittels der Sickerwasserprognose sind die Gefahren für das Grundwasser abzuschätzen und zu bewerten, die von bestehenden Altlasten und Kontaminationsverdachtsflächen bzw. von dem kontaminierten Untergrund ausgehen können. Dazu gehört die Ermittlung bzw. Abschätzung der realen oder potentiellen Emission aus dem Bereich der ungesättigten Zone (Quellstärke) und der Konzentration und Frachten im Sickerwasser am Übergang von der ungesättigten zur gesättigten Zone (Ort der Beurteilung).

Bei einem freien Grundwasserspiegel ist der Ort der Beurteilung innerhalb des Grundwasserleiters im Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Zone beim höchsten bekannten Grundwasserstand als Bemessungswasserstand in einer Tiefe anzusetzen.

Die Sickerwasserprognose soll gemäß BBodSchV anhand praxiserprobter Verfahren durchgeführt werden. Hierbei bieten sich bei dem derzeitigen Stand der Technik vier Verfahrensweisen an:

- Bodenuntersuchungen
- Sickerwasserbeprobungen
- in-situ-Untersuchungen
- Grundwasseruntersuchungen

Unabhängig vom gewählten Verfahren erfolgt die Sickerwasserprognose im Rahmen der Detailuntersuchung zur Abschätzung des Schadstoffeintrages in das Grundwasser in der Regel verbal-argumentativ. Hierbei sind folgende Überlegungen anzustellen:

- Beschreibung des Schadstoffinventars
- Ermittlung des Freisetzungsvorverhaltens
- Transportprognose (Abbau/Rückhalt von Schadstoffen, Schutzfunktion der ungesättigten Zone)
- Abschätzung der Prüfwertüberschreitung zum aktuellen Zeitpunkt
- Abschätzung einer Prüfwertüberschreitung für die überschaubare Zukunft

Ergänzend erfolgt in der vorliegenden Untersuchung die Bewertung des Sickerwassers bzw. Schichtwassers in Bezug auf eine Beeinflussung des angrenzenden Oberflächengewässers.

#### **4.3.2. Abschätzung der Schadstoffsituation am Ort der Beurteilung**

In der vorliegenden Detailuntersuchung basiert die Sickerwasserprognose / 13 / auf der Beurteilung der Sickerwasserkonzentration aus den Ergebnissen der Boden- und Schichtwasseruntersuchungen.

Im gesamten Untersuchungsbereich wurde innerhalb der Auffüllungen Schichtwasser angetroffen. Es wurden dort Wasserstände zwischen 2,14 m und 2,48 m u. GOK bzw. zwischen -0,39 mNHN und +1,02 mNHN gelotet. Auf Basis der geloteten Wasserstände war beim Schichtwasser innerhalb der Auffüllungen nicht von einem zusammenhängenden Grundwasserkörper auszugehen. Zudem liegt dort aufgrund der geringen Durchlässigkeit ein geringes Wasserdangebot vor. Eine Nutzung dieser wasserführenden Auffüllungsschichten ist nicht bekannt.

Der tiefere Untergrund ist durch pleistozänen Geschiebemergel und nachfolgend durch pleistozäne und miozäne Sande gekennzeichnet. Der hier bewertungsrelevante oberste grundwasserführende Horizont befindet sich entsprechend der vorliegenden Daten /1/ im Liegenden des Geschiebemergels in einer Tiefe von >20 m unter GOK. Somit befindet sich der Ort der Beurteilung an der Basis der Geschiebemergelablagerungen in unbekannter Tiefe von >20 m unter GOK.

##### Abschätzung der Schadstoffsituation am Ort der Beurteilung

- Schadstoffinventar: Die Bodenfeststoffuntersuchungen belegen in den Auffüllungen zwischen 0,1 und 2,7 m u. GOK Bereichsweise auffällige bis erhöhte PAK-Gehalte. Die mobilen, d. h. niedrig kondensierten PAK (u. a. Naphthalin) sind insgesamt mit geringen Gehalten vertreten. In einem Bereich (BS 2, BS 4 und BS7) wurden in den Auffüllungen leicht erhöhte MKW-Verunreinigungen festgestellt.

Die Ergebnisse der Eluat-Untersuchungen geben Hinweise auf ein kleinräumig vorhandenes Schadstoffquellpotential für PAK im Bereich der BS 4.

Die festgestellten PAK-Gesamt- (ohne Naphthalin), Phenol- und MKW-Konzentrationen in der Schichtwasserprobe liegen örtlich leicht erhöht bis erhöht vor, sind insgesamt als gering einzustufen.

- Transportprognose: Die Schadstoffe wurden durch die historische Nutzung (Theerhof: Umgang mit Teer/PAK) in den Untergrund eingebracht. Es liegen verunreinigte Bodenschichten hauptsächlich im wasserungesättigten Bodenhorizont vor. Die Ergebnisse der Schichtwasseranalytik veranschaulichen, dass es zu einer Anlösung von PAK, untergeordnet Phenole und MKW kam. Die gemessenen PAK-Feststoffgehalte und Eluatkonzentrationen belegen kleinräumig ein erhöhtes Schadstoffquellpotential. Im Bereich der erhöhten MKW-Bodenfeststoffkonzentrationen (BS) konnte eine Mobilisierung dieser im Schichtwasser anhand der Grundwasseruntersuchungen nicht nachvollzogen werden.

Es wird auf Grundlage der vorliegenden Daten / 2 / ausgegangen, dass unterhalb der geringmächtigen Torfe Beckenschluffe-, Tone und Geschiebemergel ca. 8 m Mächtigkeit im Untersuchungsgebiet erreichen. Ein weiterer vertikaler Transport von Schadstoffen durch den damit stark wasserstauende Bodenschichten (Durchlässigkeitsbeiwert kf <10<sup>-7</sup> m/s) im Liegenden der Auffüllungen mit dem Sickerwasser bis zum Ort der Beurteilung (>20 m u. GOK) ist daher auszuschließen. Zusätzlich ist davon auszugehen, dass die Auffüllungen unterlagernden Torfe aufgrund der hohen organischen Anteile ein Rückhaltepotsial für organische Schadstoffe aufweisen.

Ein horizontaler Schadstofftransport mit dem Schichtwasser innerhalb der Auffüllungen (Durchlässigkeitsbeiwert kf von 10<sup>-5</sup> – 10<sup>-7</sup> m/s), insbesondere bei dessen Bildung nach niederschlagsreichen Wetterperioden und einer potentiellen ggf. temporären Entlastung des Schichtwassers an in die Vorflut Trave und ein Abstrom in südliche Richtung (mittlere Wallhalbinsel), ist nicht auszuschließen. Auf Grundlage der gemessenen Konzentrationen und der hydraulisch unzusammenhängenden und gering durchlässigen Schichtwasserkörper ist dabei jedoch nicht mit erhöhten Schadstofffrachten davon ausgehend zu rechnen.

Bei stark steigenden Schichtwasserständen kann es zu einem Kontakt des Wassers mit kontaminierten Bodenschichten kommen und eine Mobilisierung von Schadstofffrachten bewirken. Ebenso ist bei extremen Hochwasserereignissen ein Eindringen von Trave-Wasser in die Auffüllungen bzw. belasteten Bodenhorizonte und damit eine zusätzliche Mobilisierung von Schadstoffen anzunehmen. Die mobilisierten (gelösten) Schadstoffe würden dann bei sinkenden Wasserständen in die Vorflut abfließen. In diesem Szenario kommt es nur kurzzeitig und sehr unregelmäßig zu erhöhten Schadstoffemissionen.

Es wird jedoch aufgrund der gemessenen Schichtwasserstände davon ausgegangen, dass die Kaimauern weitergehend einen Austausch zwischen Schicht- und Trave-Wasser unterbinden.

- Abschätzung der Prüfwertüberschreitung/Prüfwertgrößenordnung zum aktuellen Zeitpunkt: Es ist eine Beeinträchtigung der Schichtwasserqualität innerhalb der Auffüllungen im Bereich des ehem. Theerhofs durch die Anlösung von Schadstoffen gekommen. Unter Zuhilfenahme der o. g. Verfahrensweisen ist eine Prüfwertüberschreitung durch die untersuchten Schadstoffe am Ort der Beurteilung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser nicht wahrscheinlich.

Entsprechend den im Schichtwasser der Altablagerung detektierten Schadstoffkonzentrationen ist eine Überschreitung von Beurteilungswerten am Übergang zum Oberflächengewässer (Vorflut Trave) für die Parameter PAK ges., Phenole und MKW (keine Überschreitung der BW-1-Werte) nicht zu erwarten.

- Abschätzung der Prüfwertüberschreitung/Prüfwertgrößenordnung für die überschaubare Zukunft: Es liegt in den untersuchten Bereichen der Bodenverunreinigungen durch PAK und MKW vor. Die Untersuchungsergebnisse belegen ein bereichsweise vorhandenes, insgesamt

leicht erhöhtes Schadstoffquellpotential in Bezug auf die PAK- und MKW-Bodenverunreinigungen.

Unter Zuhilfenahme der o. g. Verfahrensweisen ist eine Prüfwertüberschreitung am Ort der Beurteilung (Wirkungspfad Boden-Grundwasser) durch die untersuchten Schadstoffe für die überschaubare Zukunft nicht wahrscheinlich, da im Liegenden der schichtwasserführenden Auffüllungen durch die gering durchlässigen Geschiebeböden ein vertikaler Transport von Schadstoffen in den Grundwasserleiter unterbunden wird.

Eine Überschreitung des Prüfwertes (BW 1-Wert) für die untersuchten Parameter am Ort der Beurteilung (Wirkungspfad Schichtwasser-Oberflächengewässer) ist nicht zu besorgen.

Die Eigenschaften der untersuchten Schadstoffe werden in den Datenblättern der Anlage 8 erläutert.

## 5. Bewertung

### 5.1. Bewertungsgrundlagen

Bezüglich einer potentiellen Gefährdung der Schutzgüter Mensch, Nutzpflanze und Grundwasser wird das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) sowie die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) / 8 / als Bewertungsgrundlage herangezogen.

Im Rahmen der vorliegenden Detailuntersuchung sind bei einer Gefährdungsabschätzung die Wirkungspfade Boden – Mensch und Boden – Grundwasser gemäß BBodSchV zu berücksichtigen.

Die BBodSchV definiert für die Beurteilung der verschiedenen Wirkungspfade Prüfwerte bezüglich einiger ausgewählter Parameter. Laut BBodSchG besteht bei Überschreitung eines Prüfwertes die Besorgnis, dass eine schädliche Bodenveränderung vorliegen könnte. Bei einer Besorgnis ist im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung einzelfallbezogen zu prüfen, ob eine schädliche Bodenveränderung besteht, bei der eine Gefährdung der Wirkungspfade nachweisbar ist. Bei Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung sind Maßnahmen zur Gefahrenabwehr (Sanierungserfordernis) zu ergreifen.

### 5.1.1. Wirkungspfad Boden – Mensch

Bei einer Gefährdungsabschätzung des Wirkungspfades Boden – Mensch hinsichtlich eines Direktkontaktes für den relevanten oberflächennahen Bodenhorizont (0 cm – max. 35 cm, je nach Nutzung gemäß BBodSchV / 8 /; Anhang 1, Tabelle 1) sind in der vorliegenden Untersuchung die ermittelten Stoffkonzentrationen heranzuziehen.

Die BBodSchV / 8 / gibt bei der Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Mensch nicht für alle Parameter im Feststoff des Bodens Prüfwerte vor. Prüfwerte für die Parameter PAK, Naphthalin und Phenole werden hierbei nicht benannt.

Aktuell ist der Wirkungspfad Boden-Mensch durch die im Untersuchungsbereich vorhandene Oberflächenversiegelungen unterbrochen. Jedoch erfolgt zur Bewertung der Feststellungen in Bezug auf die geplante gewerbliche Nutzung und eine bereichsweise geplante Entsiegelung des Baubereiches eine Bewertung des Wirkungspfades Boden - Mensch gem. BBodSchV / 8 /. Aufgrund der bei der vorliegenden Untersuchung abweichenden Probenahmetiefen werden die Prüfwerte (vgl. Tabelle 15) für den Wirkungspfad Boden-Mensch aushilfsweise eingesetzt.

Tab. 15: Prüfwerte der BBodSchV / 8 / zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Mensch (alle Angaben in mg/kg TS)

Parameter	Prüfwerte			
	Kinderspiel- flächen	Wohngebiete	Park-/ Freizeitanlagen	Industrie-/ Gewerbegrund- stücke
Arsen	25	50	125	140
Blei	200	400	1.000	2.000
Cadmium	10 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	50	60
Chrom	200	400	1.000	1.000
Nickel	70	140	350	900
Quecksilber	10	20	50	80
Cyanide	50	50	50	100
Benzo-[a]-pyren	0,5 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>	5 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> In Haus- und Kleingärten und Aufenthaltsbereiche für Kinder sowie bei Anbau von Nahrungsmitteln 2,0 mg/kg TS

<sup>2)</sup> empfohlene Prüfwerte gem. Altlastenausschuss (ALA) der LABO

In der vorliegenden Untersuchung erfolgt lediglich eine orientierende Untersuchung des Oberbodens, da aufgrund der durchgehend vorliegenden Oberflächenversiegelung der Wirkungspfad Boden-Mensch unterbrochen wird.

### 5.1.2. Wirkungspfad Boden – Grundwasser

Bei der Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser werden die Prüfwerte der BBodSchV / 8 / und die aktualisierten Geringfügigkeitsschwellenwerte der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser / 18 / herangezogen (vgl. Tabelle 16). Die Geringfügigkeitsschwelle ist die

Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden.

Zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser auf Grundlage der festgestellten Bodenfeststoffgehalte werden hilfsweise die Beurteilungswerte auf Basis des Vorsorgewerte gem.- BBodSchV in Verbindung mit LANU 2007 / 12 / herangezogen (siehe Tabelle 17).

Tabelle 16: Prüfwerte und Maßnahmenschwellenwerte nach BBodSchV / 8 / und LAWA / 18 /

Parameter	Prüfwert BBodSchV [µg/l]	LAWA Geringfügigkeits- schwellenwert (2016, unter Berücksichtigung von Kap. 3.3, Punkt 5*) [µg/l]
Σ PAK	0,2	0,2**
Naphthalin	2	---
Σ Naphthalin, Methylnaphthaline	---	2
Anthracen	---	1***
Benzo[a]pyren, Dibenz(a,h)anthracen	---	Jeweils 0,01
Summe „4“: Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]-fluoranthen, Benzo[ghi]perylene, Fluoranthen, Indeno(123-cd)pyren	---	0,1
MKW	---	100
Phenole	20	8

--- = kein Wert angegeben

\* Schwellen der gesundheitlichen/sensorischen Wirkung

\*\* Bei PAK ist bei Überschreiten des Prüfwertes/ der GFS gemäß der Empfehlung des LLUR vom 17.04.2018 die Überschreitung von Schwellen der gesundheitlichen Wirkung von Einzelstoffen zu prüfen. Die in dieser Tabelle nicht aufgeführten PAK-Einzelstoffe mit drei kondensierten Ringen sind nach Empfehlung des LLUR nur dann als gesundheitlich bedenklich einzustufen, wenn ihre Konzentration 10 µg/l übersteigt. Für weitere PAK-Einzelstoffe gelten folgende Schwellen: Benzo(a)anthracen: 0,1 µg/l, Chrysene: 1 µg/l und Pyren: 10 µg/l.

\*\*\* Gemäß den Ausführungen des GFS-Datenblattes zu Anthracen und dessen humantoxikologischer Bewertung unter Annahme einer möglichen krebsfördernden Wirkung (TEF von 0,01) und einem Langzeit-Zusatzrisikos für Krebs von  $10^{-6}$

Tabelle 17: Beurteilungswerte gem. LANU 2007 /12/

Parameter	Beurteilungswerte gem. LANU 2007 [mg/kg TS]
Σ PAK	10
Naphthalin	5
MKW	1.000-5.000
BTEX	25
Benzol	2,5
Blei	350
Cadmium	5
Chrom ges.	300
Kupfer	200
Nickel	250
Quecksilber	2,5
Zink	750

### 5.1.3. Wirkungspfad Boden – Bodenluft – Mensch

Zur Bewertung eines potentiell explosiven Gasgemisches in der Bodenluft wurden die gemessenen Methan und Schwefelwasserstoffkonzentrationen den in der GESTIS-Stoffdatenbank des Institutes für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung /20/ vorgegebenen unteren und oberen Explosionsgrenzen (siehe Tabelle 18) gegenübergestellt.

Tabelle 18: Explosionsgrenzen, Angaben in Vol.-%

	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S
<b>Untere Explosions-grenze</b>	4,4	3,9
<b>Obere Explosions-grenze</b>	17,0	50,2

### 5.2. Gefährdung von Oberflächengewässern

Zur Bewertung einer möglichen Gefährdung von Oberflächengewässern durch Grundwasser-verunreinigungen bzw. Altlasten liegt die Bewertungshilfe für den Eintrag von Schadstoffen aus Altlasten in Oberflächengewässern im Entwurf / 19 / vor.

Für die Bewertung von Untersuchungsergebnissen werden Beurteilungswerte (siehe Tabelle 19) vorgeben. Für eine Bewertung von direkten Schadstoffeinträgen in ein Oberflächengewässer kommen die Beurteilungswerte BW-1 zur Anwendung. Unterschreiten die

Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser die BW-1-Werte, kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass keine erhebliche Beeinflussung des Oberflächengewässers auftritt. Überschreiten die Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser die BW-1-Werte, kann ggf. das Kriterium der ‚geringen Frachten‘ herangezogen werden. Liegt eine geringe Fracht vor, wird ebenfalls davon ausgegangen, dass keine erhebliche Beeinflussung des Oberflächengewässers auftritt. Weder eine Überschreitung der BW-1-Werte, noch die Überschreitung der ‚geringen Frachten‘ begründen eine Gefährdung ausreichend.

Tabelle 19: Beurteilungswerte zur Bewertung einer Gefährdung von Oberflächengewässern

Parameter	BW -0 [µg/l]	Geringe Fracht [g/Tag]	BW -1 [µg/l]	BW -2 [µg/l]	BW -3 [µg/l]
MKW (C10-C40)	200	80	(2.000)	10.000	40.000
PAK ges. o. Naphthalin	0,2	0,08	2	10	40
Naphthalin	2	0,8	20	200	800
Fluoranthen	0,1	0,04	1	5	20
Anthracen	0,1	0,04	1	5	20
Phenole	8	3,2	80	400	1.600

### 5.3. Gefährdungsabschätzung

Sensorisch auffällige Bodenschichten wurden in einer Tiefenzone von 0,2 m bis 6,70 m u. GOK im ganzen Bereich des ehemaliger Theerhofs (KF 1), festgestellt. Die dort aufgeschlossenen z. T. schwarz gefärbten Auffüllungsschichten wiesen einen muffigen bis aromatischen Geruch auf.

Die Ursache dieser geruchlichen Auffälligkeit waren die im Feststoff vorliegende Kontaminationen durch PAK und bereichsweise MKW. Die Gehalte an PAK und MKW im Feststoff lagen lokal oberhalb der jeweiligen der Beurteilungswerte nach LANU 2007 / 12 /.

Es liegen flächig geringfügige Verunreinigungen des Schichtwassers in den Auffüllungen durch Konzentrationen an PAK, MKW und Phenole vor. Die Konzentrationen von PAK, MKW und Phenole im Schichtwasser lagen z. T. im Bereich bzw. oberhalb der entsprechenden Prüfwerte der BBodSchV / 8 / bzw. LAWA-Geringfügigkeitsschwellenwerte / 18 /. Die festgestellten Schadstoffkonzentration im Schichtwasser lagen unterhalb des BW-1 Wertes zur Beurteilung der Gefährdung von Oberflächengewässern / 19 /. Erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Schichtwasser lagen nur bereichsweise im Bereich des ehem. Theerhofs (KF 1) vor.

Insgesamt konnten im Rahmen der Detailuntersuchung damit die Ergebnisse der 1994 durchgeführten Altlastenuntersuchung / 3 / bestätigt werden.

Die Gehalte an Benzo[a]pyren in den oberflächennahen Auffüllungshorizont liegen bereichsweise oberhalb der Prüfwerte für Gewerbe- und Industrieflächen. Aufgrund der flächenhaft vorliegenden Versiegelung durch Großpflaster, ist ein direkter Kontakt zu den verunreinigten Bodenschichten auszuschließen. Im Falle einer Entseiegelung ist eine Neubewertung der Kontamination erforderlich.

Die PAK-Verunreinigungen im Bodenfeststoff konnten im Bereich des ehemaligen Theerhofs (BS 4, BS 11) vertikal eingegrenzt werden. Aufgrund der Tiefenverteilung der MKW-Bodenverunreinigung im Bereich der BS 4 wird nicht von einer zusammenhängenden großräumigen Verunreinigung ausgegangen. Auf Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse liegen die verunreinigten Bodenschichten lediglich im ungesättigten Auffüllungshorizont vor. Eine Schadstoffverschleppung in die unterlagernden geogenen Torfe wurde nicht festgestellt. Entsprechend der vorliegenden Untersuchungsergebnisse und der bekannten Nutzungshistorie ist von einer heterogenen Verteilung der Kontaminationen im Feststoff innerhalb des obersten Auffüllungshorizontes auszugehen. Die in der BS 8 festgestellten PAK-Bodenfeststoff-Verunreinigungen bestätigen eine anthropogene Hintergrundbelastung der oberflächennahen Auffüllungen durch PAK.

Die Schadstoffe im Feststoff lagen in Konzentrationen vor, die nicht auf ein erhöhtes Schadstoffquellpotential hinweisen. Vor dem Hintergrund des historischen Theerhof-Betriebs, bei dem mit Teer als Betriebsstoff (u. a. zum Imprägnieren von Seilen) umgegangen worden war, sind die festgestellten PAK-Gehalte und -Konzentrationen als sehr moderat einzustufen und lassen sich als anthropogene Hintergrundbelastungen in einem industriell geprägten Umfeld verstehen.

Es liegt, wie schon oben beschrieben eine Verunreinigung des Schichtwassers innerhalb der Auffüllung durch PAK, MKW und Phenolen vor, jedoch ist für den Untersuchungsbereich auf Basis der Untersuchungsergebnisse im Rahmen der Sickerwasserprognose keine Prüfwertüberschreitung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser aktuell und in naher Zukunft anzunehmen. Ein Eintrag von langfristig relevanten Schadstofffrachten mit dem abfließenden Schichtwasser in die südlich gelegenen Areale und in die Vorflut Trave ist nicht zu befürchten.

Mittels der durchgeföhrten Bodenluftuntersuchungen wurden im Bereich der BS 8 (südlich von Schuppen C) hohe Methan- und Schwefelwasserstoffkonzentrationen in der Bodenluft gemessen. Alle anderen Messpunkte zeigten unauffällige Bodenluftgehalte bzgl. dieser Parameter. Aufgrund der dabei angewendeten geringen Untersuchungsdichte ist nicht auszuschließen, dass im Bereich der nördlichen Wallhalbinsel ebenfalls in anderen Teilbereichen erhöhte Methan- und Schwefelwasserstoffkonzentrationen vorliegen. Gemessen an den in der BS 8 detektierten Bodenluftkonzentrationen ist die Bildung von explosionsgefährlichen Luftgemischen in angrenzenden Hohlräumen (i. W. Kanäle und Schächte) nicht auszuschließen. Grundsätzlich ist im Standortbereich durch das Vorliegen von organischen Weichschichten ein Potential für die Bildung von Methan und Schwefelwasserstoff vorhanden. Jedoch ist aufgrund der fehlenden Unterkellerung (bis auf einen kleinen Kellerraum von wenigen qm im Schuppen F) nicht mit einer Gasanreicherung in den Gebäuden auszugehen.

Zusammenfassend ist auf Basis der Untersuchungsergebnisse festzustellen, dass für die **Wirkungspfade Boden-Mensch im Rahmen der derzeitigen Nutzung und bei Beibehaltung der Oberflächenversiegelung (Unterbrechung des Wirkungspfades)** in dem untersuchten Bereich **keine Gefährdung vorliegt**.

Ausgehend von den im Bodenfeststoff und Grundwasser festgestellten PAK, MKW- und Phenol-(Phenole nur im Grundwasser) Verunreinigungen ist eine **Gefährdung entlang dem Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Raumluft-Mensch aufgrund der Eigenschaft der Stoffe, der detektierten Konzentrationen und der Unterbrechung des Wirkungspfades durch die verbauten Bodenplatten nicht auszugehen**.

**Insgesamt liegt keine Gefährdung entlang dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser vor. Eine Gefährdung des Oberflächenwassers durch das verunreinigte Schichtwasser in den Auffüllungen kann unter Beibehaltung der örtlichen Situation ebenfalls ausgeschlossen werden.**

Bezüglich der festgestellten erhöhten Methan- und Schwefelwasserstoffkonzentrationen in der Bodenluft im Bereich der BS 8 ist eine abschließende Bewertung nicht möglich. Eine Gefährdung auf dem **Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch durch Methan- und Schwefelwasserstoff kann jedoch aktuell nicht ausgeschlossen werden.**

## **6. Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise**

Aufgrund der oben dargestellten Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen sollten u. a. im Bereich des Schuppens C/BS 8 weitere Untersuchungen hinsichtlich einer Bewertung einer potentiellen Gefährdung der angrenzenden Nutzungen (Gewerbe) ausgeführt werden.

Es wird empfohlen an vier Messpunkten ergänzende Bodenluftuntersuchungen zur Erkundung der Methan- und Schwefelwasserstoffkonzentrationen im Bereich des Schuppens C auszuführen.

Im Zusammenhang mit den festgestellten PAK- und MKW-Belastungen der Auffüllungen sowie der Methan- und Schwefelwasserstoff-Belastungen in der Bodenluft sind bei zukünftigen Tiefbaurbeiten Maßnahmen zum Sicherheits- und Gesundheitsschutz einzuplanen. Mit dem Anfall von abfallrechtlich relevantem Aushub ist zu rechnen. Daher wird empfohlen zukünftige Tiefbaurbeiten zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes sowie für einen ordnungsgemäßen Umgang mit mineralischen Abfällen fachgutachterlich begleiten zu lassen.

## **7. Zusammenfassung**

Die LANDPLUS GmbH wurde von der PIH EuE GmbH c/o Conplan GmbH, Lübeck, im Bereich der nördlichen Wallhalbinsel, Willy-Brand-Allee, 23554 Lübeck, beauftragt eine Detailuntersuchung nach § 2 Nr. 4 BBodSchV durchzuführen.

Dies war erforderlich geworden, da die unteren Bodenschutzbehörde der Hansestadt Lübeck / 4 / im Zusammenhang mit der B-Planänderung zur nördlichen Wallhalbinsel Altlastenuntersuchungen zur abschließenden Gefährdungsabschätzung gefordert hatte.

Ein Untersuchungsumfang wurde auf Grundlage von früheren Altlastenuntersuchungen und unter Abstimmung mit der Fachbehörde ausgearbeitet. Ein Untersuchungsschwerpunkt (Kontaminationsfläche) lag im Bereich des ehemaligen Theerhofs im nordöstlichen Teilbereich der Wallhalbinsel.

Es wurden vom 08.07. bis 10.07.2019 im Bereich der Untersuchungsfläche insgesamt zehn Kleinrammbohrung bis max. 9 m unter GOK niedergebracht und Boden beprobt. Sechs Kleinrammbohrungen wurden zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut und die Bodenluft auf explosive Gaskonzentrationen geprüft. Es wurden vier Kleinrammbohrungen zu temporären Rammpegl

ausgebaut und das dort aufgeschlossene Schichtwasser innerhalb der anthropogenen Auffüllungen beprobt. Die entnommenen Bodenproben wurden auf die standortrelevanten Parameter PAK, MKW, Phenol-Index, PCB, Cyanide und Schwermetalle inkl. Arsen untersucht. Die Grundwasserproben waren auf die Parameter PAK, MKW, Phenol-Index zu analysieren.

Entsprechend den Ergebnissen der Bodenansprache, wurden in einer Tiefenzone von 0,2 m bis 6,70 m u. GOK sensorisch auffällige Bodenschichten im Bereich des ehem. Theerhofs festgestellt. Die Ursache dieser geruchlichen Auffälligkeit waren die im Feststoff vorliegende Kontaminationen durch PAK und bereichsweise MKW, die in einem Bodenhorizont zwischen 0,2 m und 2,7 m festgestellt wurden. Zusätzlich wurden Verunreinigungen des Schichtwassers in den Auffüllungen durch PAK und untergeordnet MKW und Phenole festgestellt. Die Schadstoffe im Feststoff lagen nicht in Konzentrationen vor, die auf ein erhöhtes Schadstoffquellpotential hinweisen. Vor dem Hintergrund des historischen Theerhof-Betriebs, bei dem mit Teer als Betriebsstoff umgegangen worden war, sind die festgestellten PAK-Konzentrationen als sehr moderat zu bezeichnen.

Insgesamt konnten damit die Ergebnisse der 1994 durchgeföhrten Altlastenuntersuchung / 3 / bestätigt werden. Die Bodenverunreinigungen beziehen sich auf den ungesättigten Auffüllungshorizont. Eine Schadstoffverschleppung in die unterlagernden geogenen Torfboden wurde nicht festgestellt. Entsprechend der Untersuchungsergebnisse und der bekannten Nutzungshistorie ist von einer heterogenen Verteilung der Kontaminationen im Feststoff auszugehen.

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse ist für den Untersuchungsbereich im Rahmen der Sickerwasserprognose keine Prüfwertüberschreitung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser aktuell und in naher Zukunft anzunehmen. Ein Eintrag von relevanten Schadstofffrachten mit dem abfließenden Schichtwasser in die südlich gelegenen Areale und in die Vorflut Trave ist nicht zu besorgen.

Zusammenfassend ist auf Basis der Untersuchungsergebnisse festzustellen, dass für die **Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Grundwasser keine Anhaltspunkte für eine Gefährdung gemäß BBodSchG/BBodSchV in dem untersuchten Bereich vorliegt. Eine Gefährdung des Oberflächenwassers durch das verunreinigte Schichtwasser in den Auffüllungen kann ausgeschlossen werden.**

Mittels der durchgeföhrten Bodenluftuntersuchungen wurden im Bereich des Schuppens C **hohe Methan- und Schwefelwasserstoffkonzentrationen in der Bodenluft gemessen. Die Bildung von explosionsgefährlichen Luftgemischen in angrenzenden Hohlräumen ist dort nicht auszuschließen.** Zur Prüfung der Gefährdungssituation wird empfohlen in diesem Bereich weitere Untersuchungen auszuführen.

Es wird empfohlen zukünftige Tiefbauarbeiten zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes sowie für eine ordnungsgemäßen Umgang mit mineralischen Abfällen fachgutachterlich begleiten zu lassen und entsprechende Maßnahmen durchzuführen.

## Anlagen

## **Anlage 1**

### **Lageplan**



## **Anlage 2**

### **Schichtenverzeichnisse/Profilsäulen**

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

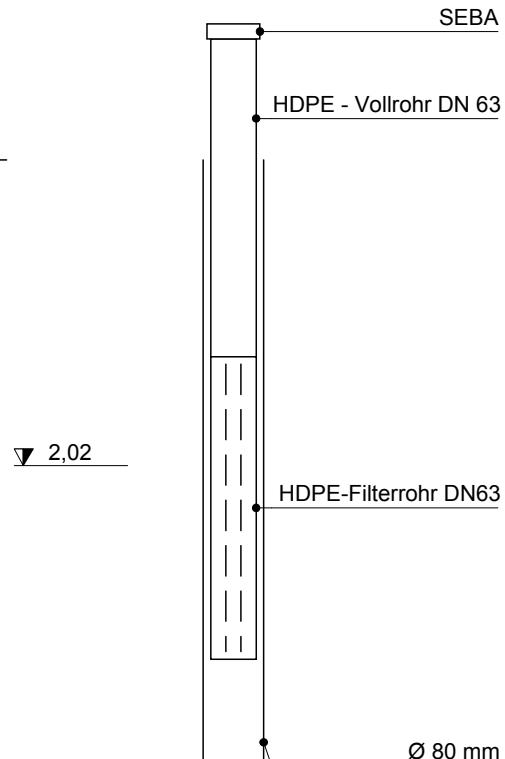
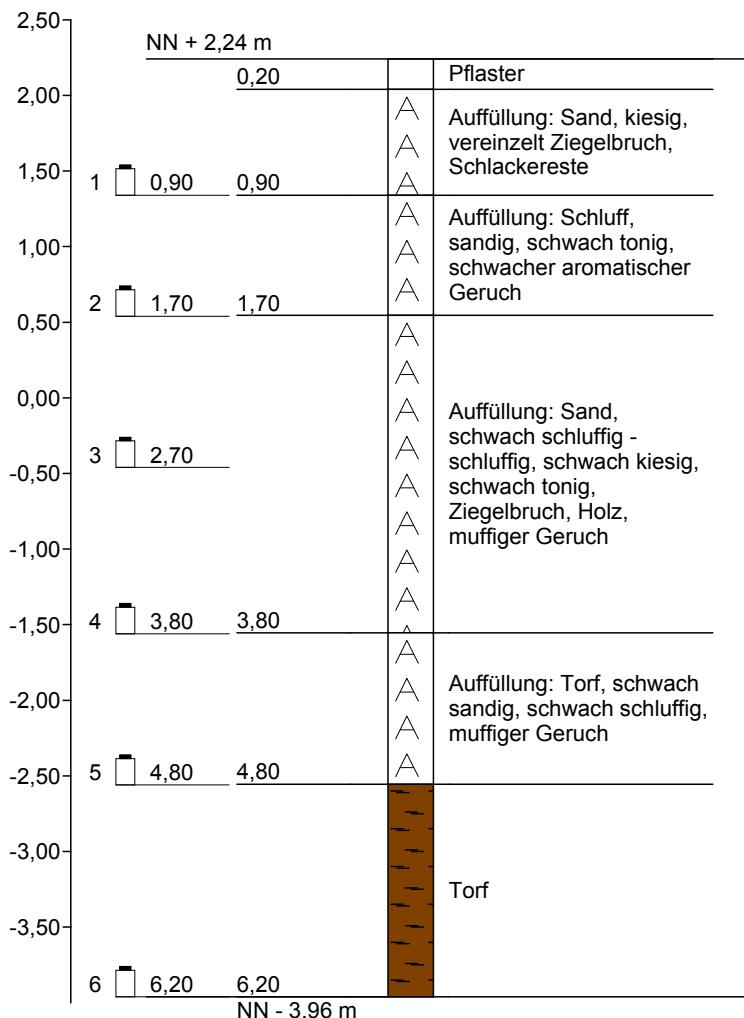
Auftraggeber: Landplus

Bearb.: Vater

Datum: 08.07.2019

POK = NN + 3,10 m

BS1 GWM



Höhenmaßstab 1:50

KBF

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Anlage Bericht: Az.:			
		Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel								
Bohrung Nr BS1 GWM /Blatt 1							Datum: 08.07.2019			
1	2						3	4	5	6
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen  b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>						Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut  d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  e) Farbe	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt			Art	Nr.	
0,20	a) Pflaster  b)  c)	d)	e)							
0,90	a) Auffüllung: Sand, kiesig, vereinzelt Ziegelbruch, Schlackereste  b)  c)	d)	e) braun - braungrau			Handschachtung erdfeucht	1	0,90		
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0						
1,70	a) Auffüllung: Schluff, sandig, schwach tonig, schwacher aromatischer Geruch  b)  c) steif	d) leicht zu bohren	e) dunkelgrau - schwarz			erdfeucht	2	1,70		
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0						
3,80	a) Auffüllung: Sand, schwach schluffig - schluffig, schwach kiesig, schwach tonig, Ziegelbruch, Holz, muffiger Geruch  b) Schlufflagen, Torflagen  c) steif - weich	d) leicht - mittel zu bohren	e) dunkelgrau			feucht, ab 2,20 m klopfnass, Wasser eingemessen bei 2,02 m u GOF	3	2,70 3,80		
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0						
4,80	a) Auffüllung: Torf, schwach sandig, schwach schluffig, muffiger Geruch  b) Schlufflagen, Sandlagen  c) weich	d) mittel - schwer zu bohren	e) dunkelgrau - schwarz			feucht	5	4,80		
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0						

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 08.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt								
6,20	a) Torf				erdfeucht - feucht	6	6,20					
	b)											
	c) stark zersetzt	d) schwer zu bohren	e) schwarzbraun									
	f) Torf	g) Quartär	h) HN	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

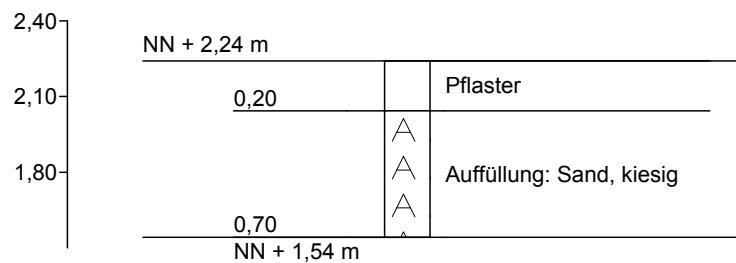
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

Auftraggeber: Landplus

Bearb.: Vater

Datum: 08.07.2019

BS1 A



Höhenmaßstab 1:30

KBF Beton?

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 08.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
0,20	a) Pflaster				Handschachtung erdfeucht							
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
0,70	a) Auffüllung: Sand, kiesig											
	b)											
	c)	d)	e) braungrau									
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

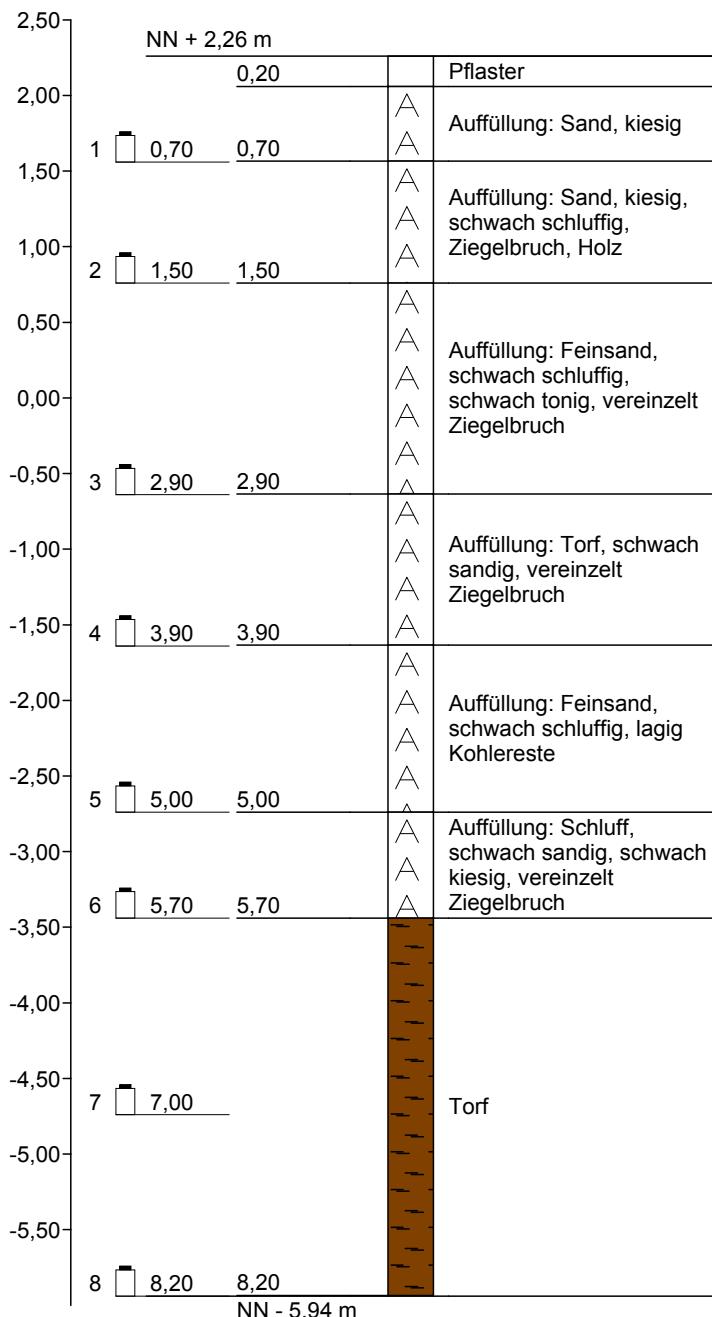
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

Auftraggeber: Landplus

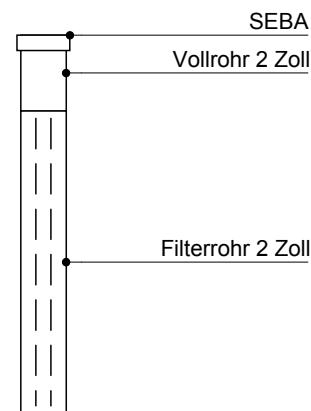
Bearb.: Vater Datum: 09.07.2019

BS2 GWM

POK = NN + 2,20 m



▼ 1,24



Höhenmaßstab 1:50

KBF

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Anlage Bericht: Az.:			
		Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel								
Bohrung Nr BS2 GWM /Blatt 1							Datum: 09.07.2019			
1	2						3	4	5	6
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen  b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>						Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut  d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  e) Farbe	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt			Art	Nr.	
0,20	a) Pflaster  b)  c)	d)	e)							
0,70	a) Auffüllung: Sand, kiesig  b)  c)	d)	e) graubraun			Handschachtung erdfeucht	1	0,70		
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0						
1,50	a) Auffüllung: Sand, kiesig, schwach schluffig, Ziegelbruch, Holz  b)  c)	d) leicht zu bohren	e) graubraun - schwarzbraun			erdfeucht, lagig klopfnass, Wasser eingemessen bei 1,24 m u GOF	2	1,50		
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0						
2,90	a) Auffüllung: Feinsand, schwach schluffig, schwach tonig, vereinzelt Ziegelbruch  b) Schlufflagen	d)	e) hellgrau			feucht - klopfnass	3	2,90		
	c)	mittel zu bohren								
3,90	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0		feucht	4	3,90		
	a) Auffüllung: Torf, schwach sandig, vereinzelt Ziegelbruch  b) Sandlagen	d) mittel zu bohren	e) dunkelbraun							
	c) weich									
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0						

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 09.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
5,00	a) Auffüllung: Feinsand, schwach schluffig, lagig Kohlereste				klopfnass	5	5,00					
	b) Schlufflagen, Torflagen											
	c)	d) mittel zu bohren	e) grau - graubraun									
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0								
5,70	a) Auffüllung: Schluff, schwach sandig, schwach kiesig, vereinzelt Ziegelbruch				feucht	6	5,70					
	b) Torflagen											
	c) steif	d) mittel - schwer zu bohren	e) grau									
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0								
8,20	a) Torf				feucht	7 8	7,00 8,20					
	b)											
	c) stark zersetzt	d) schwer zu bohren	e) schwarzbraun									
	f) Torf	g) Quartär	h) HN	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

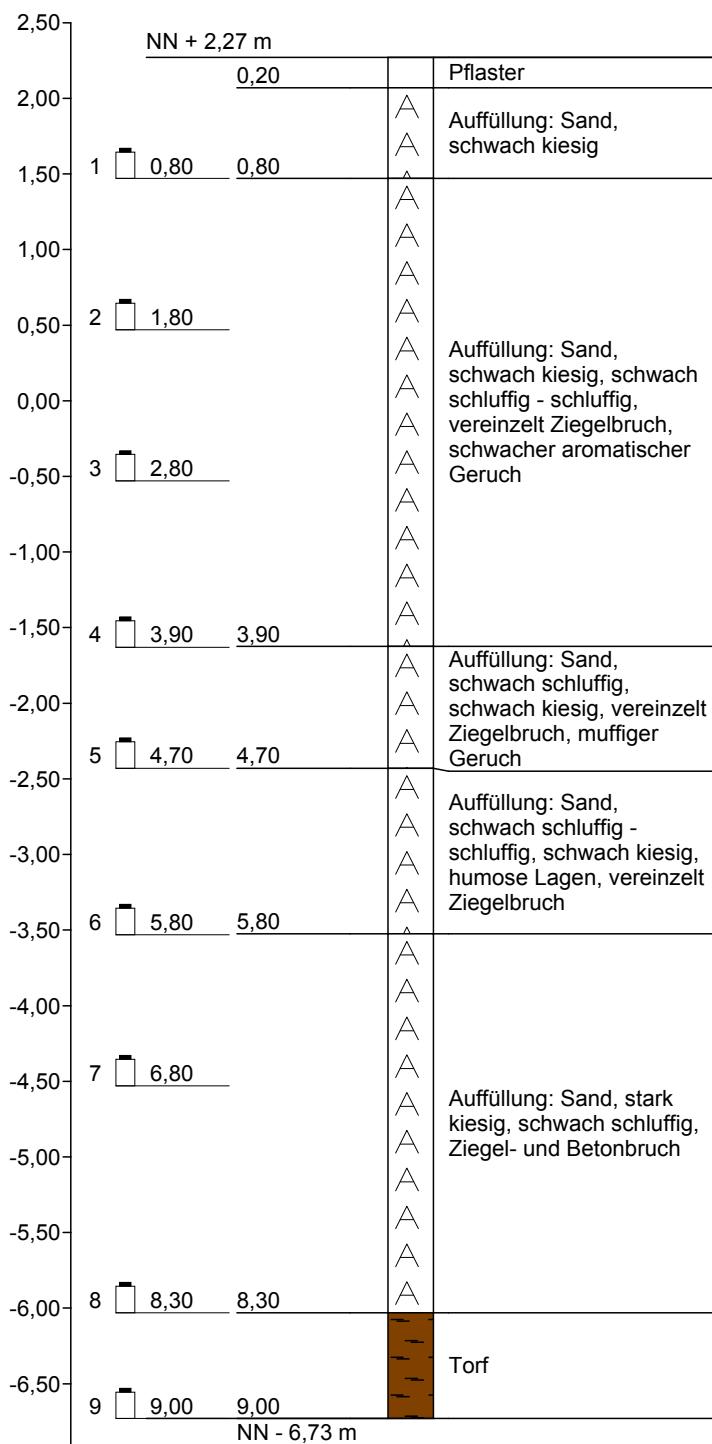
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

Auftraggeber: Landplus

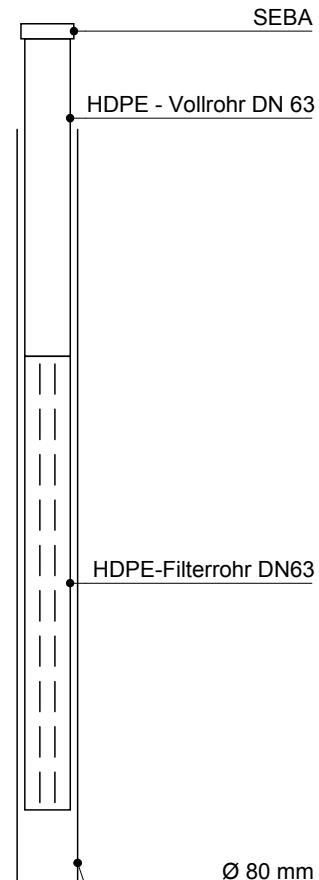
Bearb.: Vater Datum: 08.07.2019

POK = NN + 2,83 m

BS3 GWM



▼ 2,21



Höhenmaßstab 1:50

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Anlage Bericht: Az.:						
		Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel											
Bohrung Nr BS3 GWM /Blatt 1							Datum: 08.07.2019						
1	2						3	4	5	6			
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen  b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>						Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut  d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  e) Farbe							Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)			
	f) Übliche Benennung  g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt										
0,20	a) Pflaster  b)  c)  d)  e)												
0,80	a) Auffüllung: Sand, schwach kiesig  b)  c)  d)  e) braun  f) Auffüllung g) Auffüllung h) A i) 0						Handschachtung erdfeucht	1	0,80				
3,90	a) Auffüllung: Sand, schwach kiesig, schwach schluffig - schluffig, vereinzelt Ziegelbruch, schwacher aromatischer  b) Geruch Schlufflagen  c)  d) mittel zu bohren  e) graubraun  f) Auffüllung g) Auffüllung h) A i) 0												
4,70	a) Auffüllung: Sand, schwach schluffig, schwach kiesig, vereinzelt Ziegelbruch, muffiger Geruch  b) Schlufflagen  c)  d) mittel zu bohren  e) braungrau  f) Auffüllung g) Auffüllung h) A i) 0						feucht, ab 2,10 m klopfnass, Wasser eingemessen bei 2,21 m u GOF	2 3 4	1,80 2,80 3,90				
5,80	a) Auffüllung: Sand, schwach schluffig - schluffig, schwach kiesig, humose Lagen, vereinzelt Ziegelbruch  b)  c)  d) mittel zu bohren  e) dunkelgrau - schwarz  f) Auffüllung g) Auffüllung h) A i) 0												

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 08.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
8,30	a) Auffüllung: Sand, stark kiesig, schwach schluffig, Ziegel- und Betonbruch				klopfnass	7 8	6,80 8,30					
	b) Schlufflagen, Sandlagen											
	c)	d) mittel zu bohren	e) dunkelgrau									
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0								
9,00	a) Torf				feucht	9	9,00					
	b) Sandlagen, Schlufflagen, Kalkschalen											
	c) stark zersetzt	d) mittel - schwer zu bohren	e) dunkelbraun									
	f) Torf	g) Quartär	h) HN	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

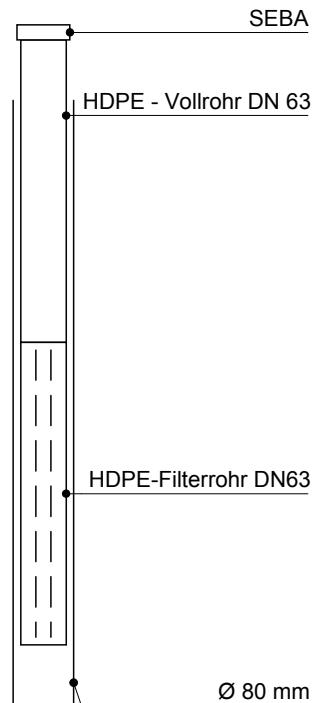
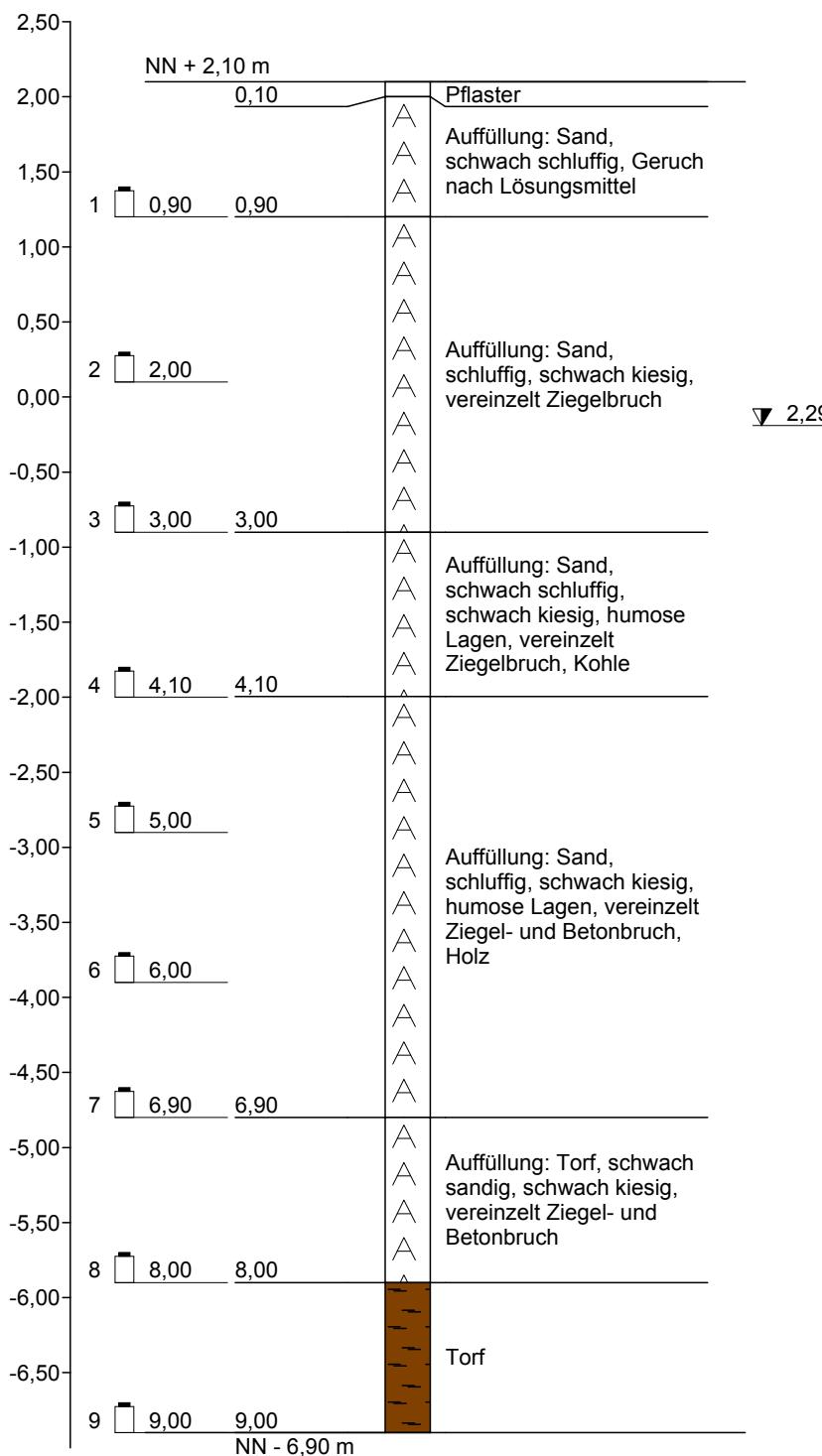
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

Auftraggeber: Landplus

Bearb.: Vater Datum: 09.07.2019

POK = NN + 2,56 m

BS4 GWM



Höhenmaßstab 1:50

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Anlage Bericht: Az.:			
		Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel								
Bohrung Nr BS4 GWM /Blatt 1							Datum: 09.07.2019			
1	2						3	4	5	6
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen  b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>						Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut  d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  e) Farbe	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt			Art	Nr.	
0,10	a) Pflaster  b)  c)	d)	e)							
0,90	a) Auffüllung: Sand, schwach schluffig, Geruch nach Lösungsmittel  b)  c)	d)	e) graubraun - braun			Handschachtung erdfeucht - feucht	1	0,90		
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0						
3,00	a) Auffüllung: Sand, schluffig, schwach kiesig, vereinzelt Ziegelbruch  b) Torflagen	c)	d) mittel zu bohren	e) grau - dunkelgrau		feucht, ab 2,20 m klopfnass, Wasser eingemessen bei 2,29 m u GOF	2	2,00		
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0			3	3,00		
4,10	a) Auffüllung: Sand, schwach schluffig, schwach kiesig, humose Lagen, vereinzelt Ziegelbruch, Kohle  b)	c)	d) mittel zu bohren	e) grau		klopfnass	4	4,10		
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0						
6,90	a) Auffüllung: Sand, schluffig, schwach kiesig, humose Lagen, vereinzelt Ziegel- und Betonbruch, Holz  b)	c)	d) mittel zu bohren	e) grau		feucht - klopfnass	5	5,00		
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0			6	6,00		
							7	6,90		

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 09.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
8,00	a) Auffüllung: Torf, schwach sandig, schwach kiesig, vereinzelt Ziegel- und Betonbruch				feucht	8	8,00					
	b) Sandlagen											
	c) weich	d) mittel - schwer zu bohren	e) schwarzbraun									
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0								
9,00	a) Torf				feucht	9	9,00					
	b) Sandlagen, Schlufflagen, Kalkschalen											
	c) stark zersetzt	d) mittel - schwer zu bohren	e) dunkelbraun									
	f) Torf	g) Quartär	h) HN	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

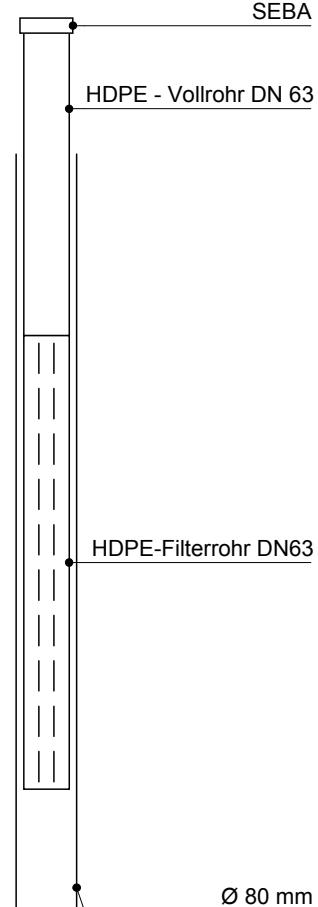
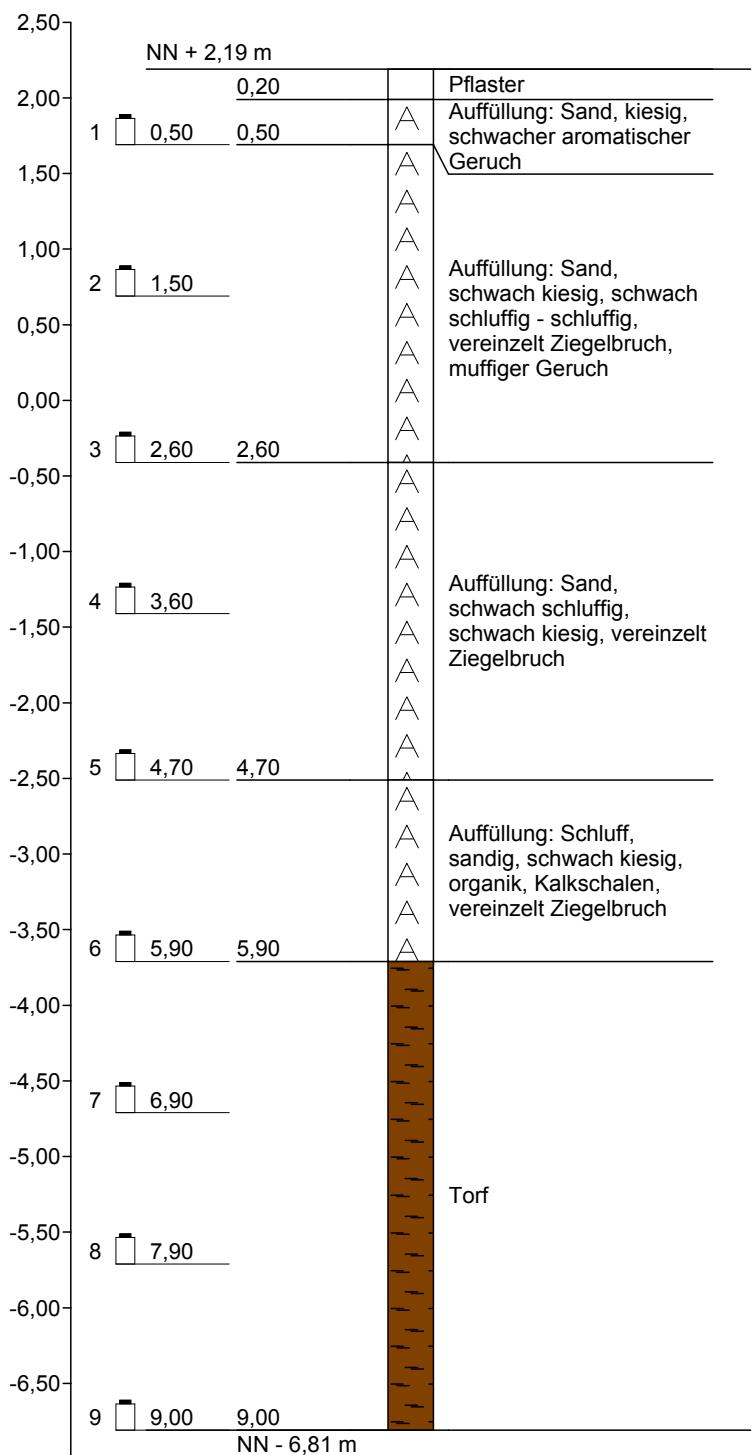
Auftraggeber: Landplus

Bearb.: Vater

Datum: 08.07.2019

POK = NN + 3,07 m

BS5 GWM



Höhenmaßstab 1:50

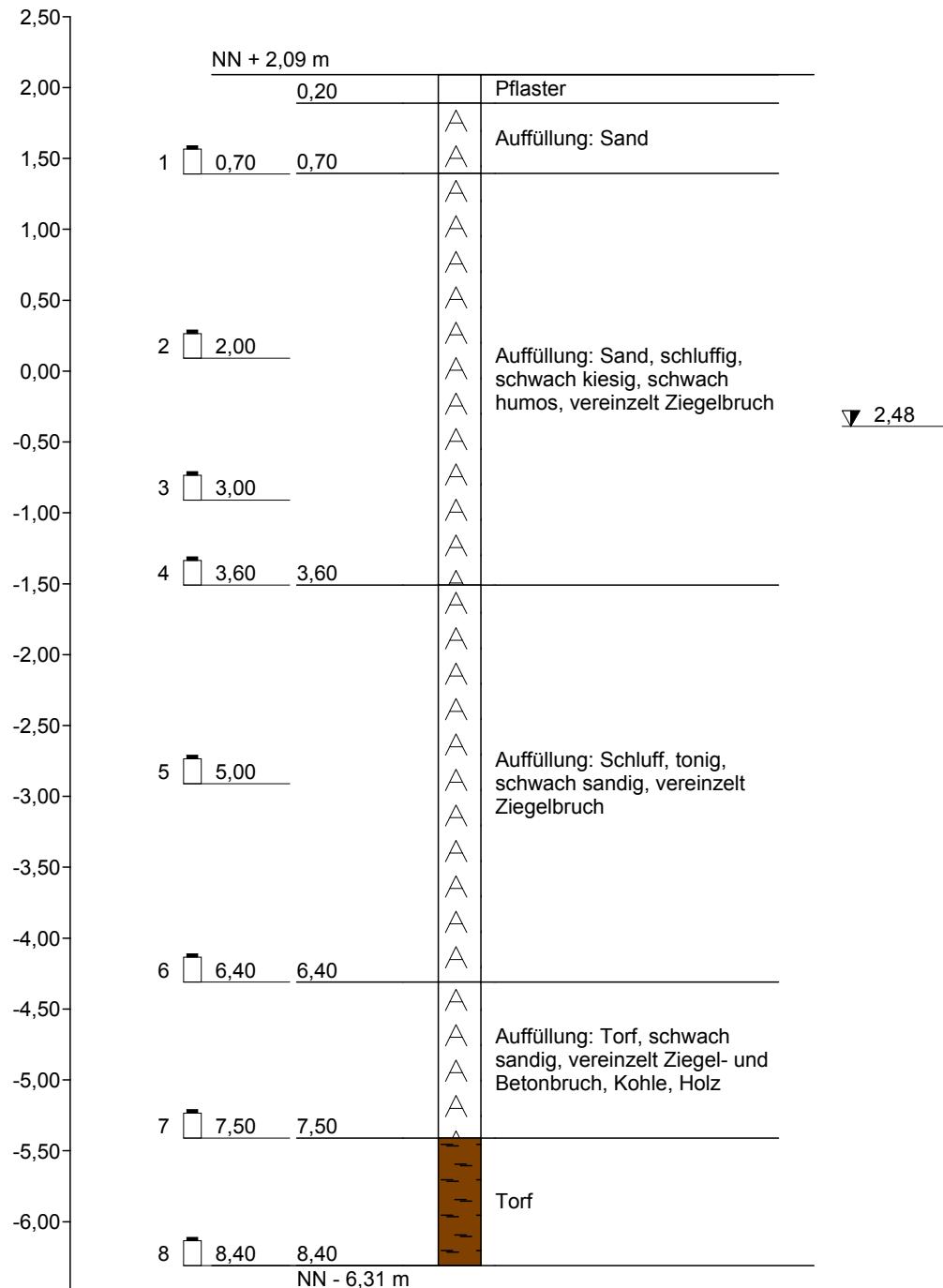
		Schichtenverzeichnis					Anlage						
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 08.07.2019						
1	2	3			4	5	6						
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>						Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe										
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt									
0,20	a) Pflaster					Handschachtung erdfeucht	1	0,50					
	b)												
	c)	d)	e)										
	f)	g)	h)	i)									
0,50	a) Auffüllung: Sand, kiesig, schwacher aromatischer Geruch					feucht, ab 2,20 m klopfnass, Wasser eingemessen bei 2,24 m u GOF	2 3	1,50 2,60					
	b)												
	c)	d)	e) braungrau										
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0									
2,60	a) Auffüllung: Sand, schwach kiesig, schwach schluffig - schluffig, vereinzelt Ziegelbruch, muffiger Geruch					feucht, ab 2,20 m klopfnass, Wasser eingemessen bei 2,24 m u GOF	2 3	1,50 2,60					
	b)												
	c)	d) mittel zu bohren	e) grau										
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0									
4,70	a) Auffüllung: Sand, schwach schluffig, schwach kiesig, vereinzelt Ziegelbruch					klopfnass	4 5	3,60 4,70					
	b) Schlufflagen												
	c)	d) leicht - mittel zu bohren	e) hellgrau										
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0									
5,90	a) Auffüllung: Schluff, sandig, schwach kiesig, organik, Kalkschalen, vereinzelt Ziegelbruch					feucht	6	5,90					
	b)												
	c) steif	d) mittel zu bohren	e) grau - dunkelgrau										
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0									

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 08.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt								
9,00	a) Torf				feucht	7	6,90					
	b) Sandlagen, Schlufflagen, Kalkschalen					8	7,90					
	c) stark zersetzt	d) mittel - schwer zu bohren	e) dunkelbraun			9	9,00					
	f) Torf	g) Quartär	h) HN	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

## BS6



KBF

Höhenmaßstab 1:50

		Schichtenverzeichnis					Anlage						
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 09.07.2019						
1	2	3			4	5	6						
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>						Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe										
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt									
0,20	a) Pflaster					Handschachtung erdfeucht	1	0,70					
	b)												
	c)	d)	e)										
	f)	g)	h)	i)									
0,70	a) Auffüllung: Sand					feucht, ab 2,50 m klopfnass, Wasser eingemessen bei 2,48 m u GOF	2 3 4	0,70					
	b)												
	c)	d)	e) beigebraun										
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0									
3,60	a) Auffüllung: Sand, schluffig, schwach kiesig, schwach humos, vereinzelt Ziegelbruch					feucht, ab 2,50 m klopfnass, Wasser eingemessen bei 2,48 m u GOF	2 3 4	2,00 3,00 3,60					
	b)												
	c)	d) mittel zu bohren	e) grau										
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0									
6,40	a) Auffüllung: Schluff, tonig, schwach sandig, vereinzelt Ziegelbruch					feucht	5 6	5,00 6,40					
	b) Torflagen												
	c) steif	d) mittel zu bohren	e) grau - hellgrau										
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0									
7,50	a) Auffüllung: Torf, schwach sandig, vereinzelt Ziegel- und Betonbruch, Kohle, Holz					feucht	7	7,50					
	b)												
	c) weich	d) mittel - schwer zu bohren	e) dunkelbraun										
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0									

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 09.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt								
8,40	a) Torf				feucht	8	8,40					
	b)											
	c) stark zersetzt	d) schwer zu bohren	e) schwarzbraun									
	f) Torf	g) Quartär	h) HN	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

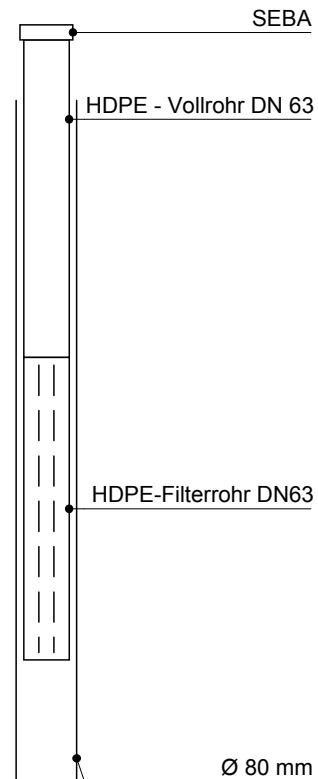
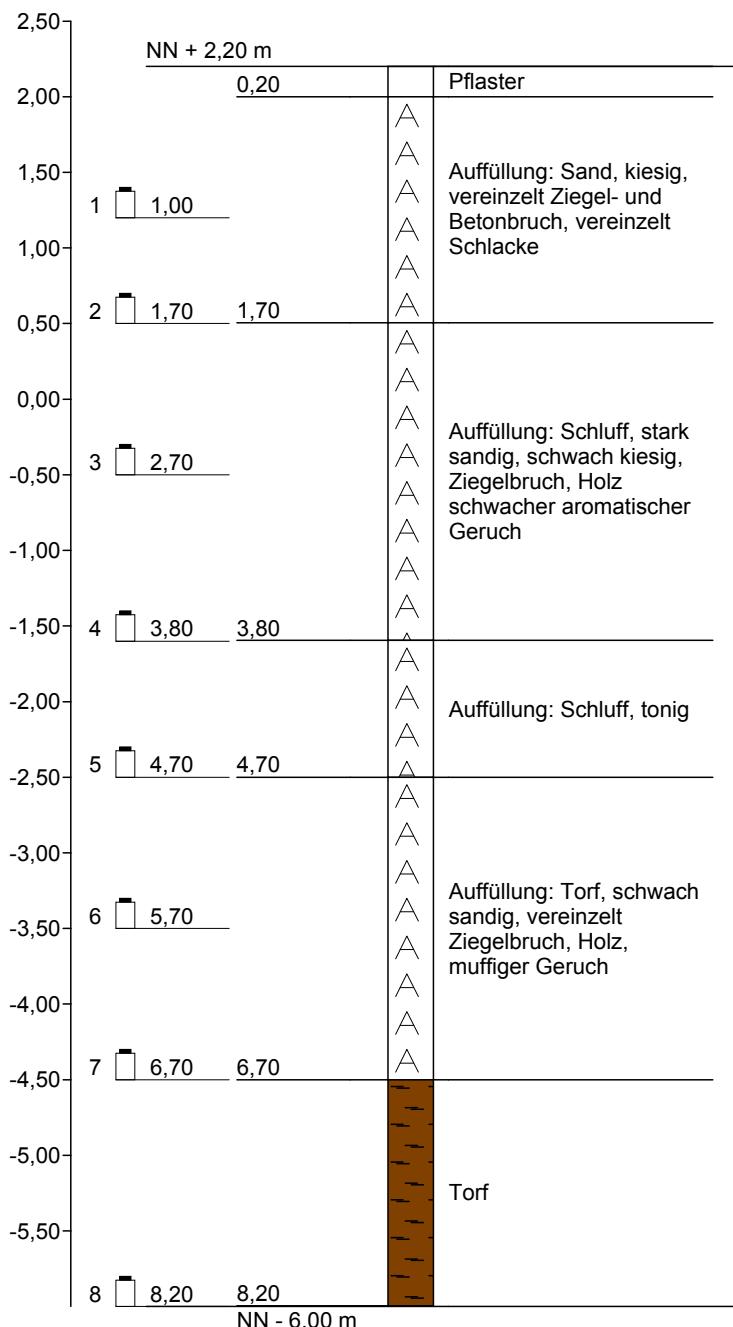
Auftraggeber: Landplus

Bearb.: Vater

Datum: 08.07.2019

POK = NN + 2,69 m

BS7 GWM



Höhenmaßstab 1:50

KBF

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Anlage Bericht: Az.:			
		Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel								
Bohrung Nr BS7 GWM /Blatt 1							Datum: 08.07.2019			
1	2						3	4	5	6
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen  b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>						Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut  d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang  e) Farbe	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt			Art	Nr.	
0,20	a) Pflaster  b)  c)	d)	e)							
1,70	a) Auffüllung: Sand, kiesig, vereinzelt Ziegel- und Betonbruch, vereinzelt Schlacke  b) Schlufflagen  c)	d) mittel zu bohren	e) braun - braungrau			Handschachtung erdfeucht	1	1,00		
	f) Auffüllung  g) Auffüllung	h) A	i) 0				2	1,70		
3,80	a) Auffüllung: Schluff, stark sandig, schwach kiesig, Ziegelbruch, Holz schwacher aromatischer Geruch  b) Sandlagen  c) steif	d) mittel zu bohren	e) graubraun			feucht, ab 2,0 m klopfnass, Wasser eingemessen bei 2,14 m u GOF	3	2,70		
	f) Auffüllung  g) Auffüllung	h) A	i) 0				4	3,80		
4,70	a) Auffüllung: Schluff, tonig  b)  c) steif	d) mittel zu bohren	e) grau			feucht			5	4,70
	f) Auffüllung  g) Auffüllung	h) A	i) 0							
6,70	a) Auffüllung: Torf, schwach sandig, vereinzelt Ziegelbruch, Holz, muffiger Geruch  b) Schlufflagen, Sandlagen  c) weich	d) mittel zu bohren	e) dunkelbraun			feucht	6	5,70		
	f) Auffüllung  g) Auffüllung	h) A	i) 0				7	6,70		

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 08.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt								
8,20	a) Torf				feucht	8	8,20					
	b)											
	c) stark zersetzt	d) mittel - schwer zu bohren	e) dunkelbraun									
	f) Torf	g) Quartär	h) HN	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

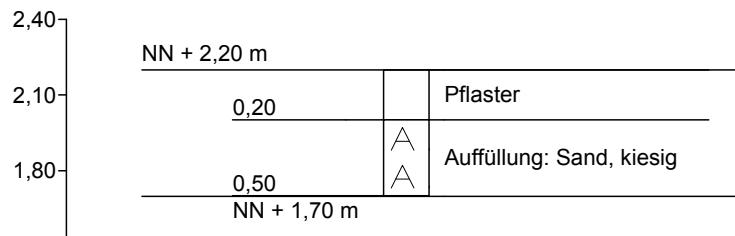
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

Auftraggeber: Landplus

Bearb.: Vater

Datum: 08.07.2019

BS7 A



Höhenmaßstab 1:30

KBF Beton?

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 08.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
0,20	a) Pflaster				Handschachtung erdfeucht							
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
0,50	a) Auffüllung: Sand, kiesig											
	b)											
	c)	d)	e) braun									
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

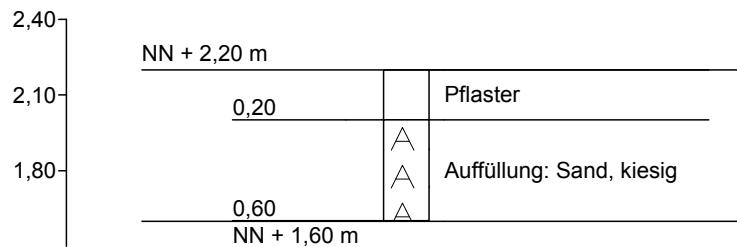
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

Auftraggeber: Landplus

Bearb.: Vater

Datum: 08.07.2019

BS7 B



Höhenmaßstab 1:30

KBF Beton?

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 08.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
0,20	a) Pflaster				Handschachtung erdfeucht							
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
0,60	a) Auffüllung: Sand, kiesig											
	b)											
	c)	d)	e) braun									
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

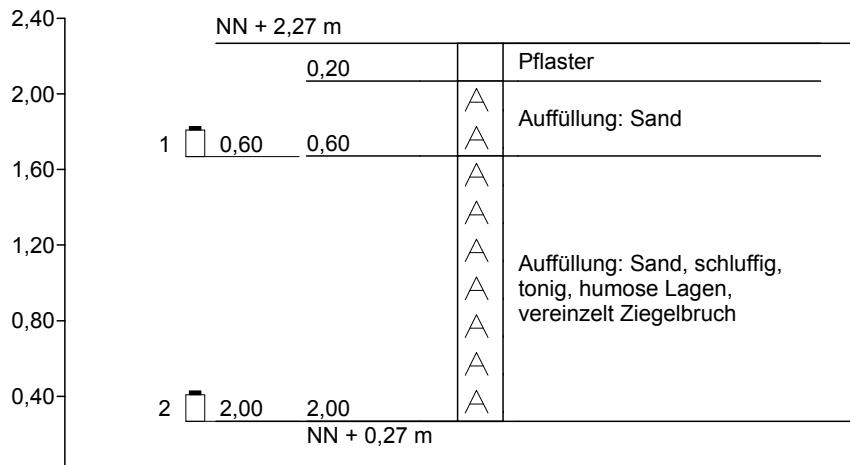
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

Auftraggeber: Landplus

Bearb.: Vater

Datum: 09.07.2019

BS8



Höhenmaßstab 1:40

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:												
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 09.07.2019											
Bohrung Nr BS8 /Blatt 1		2				3	4	5	6									
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)									
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>																	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe															
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt														
0,20	a) Pflaster																	
	b)																	
	c)	d)	e)															
	f)	g)	h)	i)														
0,60	a) Auffüllung: Sand				Handschachtung erdfeucht	1	0,60											
	b) schwach humos																	
	c)	d)	e) braun															
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0														
2,00	a) Auffüllung: Sand, schluffig, tonig, humose Lagen, vereinzelt Ziegelbruch				erdfeucht - feucht	2	2,00											
	b) Schlufflagen, Torflagen																	
	c)	d) mittel zu bohren	e) grau - graubraun															
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0														
	a)																	
	b)																	
	c)	d)	e)															
	f)	g)	h)	i)														
	a)																	
	b)																	
	c)	d)	e)															
	f)	g)	h)	i)														

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Terra V

Zeichnerische Darstellung von  
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

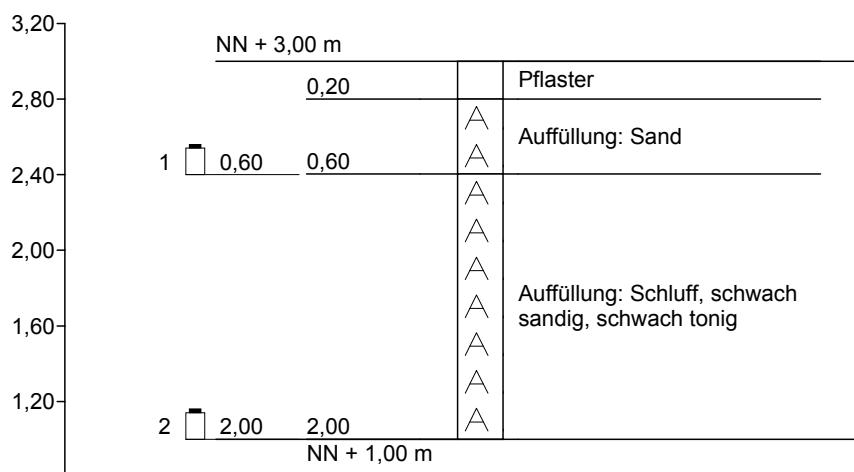
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel

Auftraggeber: Landplus

Bearb.: Vater

Datum: 09.07.2019

BS9

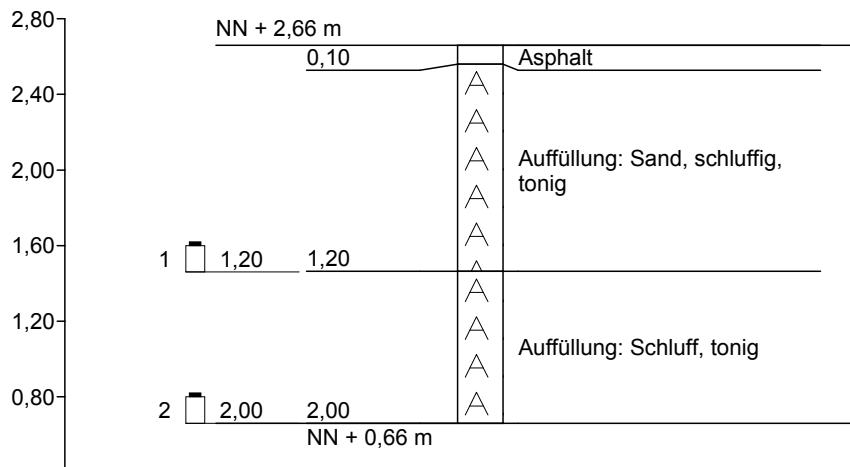


Höhenmaßstab 1:40

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:												
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 09.07.2019											
Bohrung Nr BS9 /Blatt 1		2				3	4	5	6									
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben	Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)									
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>																	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe															
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt														
0,20	a) Pflaster																	
	b)																	
	c)	d)	e)															
	f)	g)	h)	i)														
0,60	a) Auffüllung: Sand				Handschachtung erdfeucht	1	0,60											
	b)																	
	c)	d)	e) braun															
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0														
2,00	a) Auffüllung: Schluff, schwach sandig, schwach tonig				erdfeucht - feucht	2	2,00											
	b) Schlufflagen, Torflagen																	
	c) steif	d) mittel zu bohren	e) grau															
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0														
	a)																	
	b)																	
	c)	d)	e)															
	f)	g)	h)	i)														
	a)																	
	b)																	
	c)	d)	e)															
	f)	g)	h)	i)														

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

## BS10



Höhenmaßstab 1:40

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage Bericht: Az.:						
Bauvorhaben: Nördliche Wallhalbinsel							Datum: 09.07.2019					
1	2				3	4	5	6				
Bis .... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
0,10	a) Asphalt				Handschachtung erdfeucht	1	1,20					
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
1,20	a) Auffüllung: Sand, schluffig, tonig				Handschachtung erdfeucht	1	1,20					
	b) Sandlagen											
	c)	d)	e) graubraun									
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0								
2,00	a) Auffüllung: Schluff, tonig				erdfeucht - feucht	2	2,00					
	b) Schlufflagen											
	c) steif	d) mittel zu bohren	e) hellgrau									
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

## **Anlage 3**

### **Probenahmeprotokoll Bodenluft**

# **Probenahmeprotokoll Bodenluft und Deponiegas**

Auftraggeber: Landplus	Datum: 08.07.2019
Ort: Lübeck	Dichtigkeit überprüft am: 08.07.2019
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel	Protokollführer: von Borstel
Projektbearbeiter: Vater	Wetter: sonnig - bewölkt

## Bodenluftmessstelle

Messpunktbezeichnung:	BS1		
Art der Messstelle:	Bodenluftpackersonde	Durchmesser:	60 mm
Messstellentiefe	6,20 m	Volumenstrom:	1l/min.
Wasserstand:	2,02 m	Packertiefe:	1,0 m

## Probenahmegeräte

## Meteorologische Daten

BSL 10	Lufttemperatur:	16°C
G460 Microtector II	Luftdruck:	1015 chPa
	relative Feuchte:	47%

## **Beobachtungen und Messungen**

## Probenahme

Probenahme ab:		nach Abpumpen von:	
Adsorptionsröhrrchen:			
	Uhrzeit	Zähler	Bemerkungen
Beginn der Probenahme:			
Ende der Probenahme:			
Entnommene Gasmenge:			
Volumenstrom:			
Probenbezeichnung:			
Datum:	8.7.19	Probennehmer:	von Borstel

# **Probenahmeprotokoll Bodenluft und Deponiegas**

Auftraggeber: Landplus	Datum: 08.07.2019
Ort: Lübeck	Dichtigkeit überprüft am: 08.07.2019
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel	Protokollführer: von Borstel
Projektbearbeiter: Vater	Wetter: bewölkt

## Bodenluftmessstelle

Messpunktbezeichnung:	BS5		
Art der Messstelle:	Bodenluftpackersonde	Durchmesser:	60 mm
Messstellentiefe	9,0 m	Volumenstrom:	1l/min.
Wasserstand:	2,24 m	Packertiefe:	1,0 m

## Probenahmegeräte

## Meteorologische Daten

BSL 10	Lufttemperatur:	16°C
G460 Microtector II	Luftdruck:	1014 chPa
	relative Feuchte:	48%

## **Beobachtungen und Messungen**

## Probenahme

Probenahme ab:		nach Abpumpen von:	
Adsorptionsröhren:			
	Uhrzeit	Zähler	Bemerkungen
Beginn der Probenahme:			
Ende der Probenahme:			
Entnommene Gasmenge:			
Volumenstrom:			
Probenbezeichnung:			
Datum:	8.7.19	Probennehmer:	von Borstel

Probenahmeprotokoll Bodenluft und Deponiegas							
Auftraggeber: Landplus			Datum: 08.07.2019				
Ort: Lübeck			Dichtigkeit überprüft am: 08.07.2019				
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel			Protokollführer: von Borstel				
Projektbearbeiter: Vater			Wetter: sonnig - bewölkt				
Bodenluftmessstelle							
Messpunktbezeichnung:	BS7						
Art der Messstelle:	Bodenluftpackersonde	Durchmesser:	60 mm				
Messstellentiefe	8,20 m	Volumenstrom:	1l/min.				
Wasserstand:	2,14 m	Packertiefe:	1,0 m				
Probenahmegeräte		Meteorologische Daten					
BSL 10		Lufttemperatur:	17°C				
G460 Microtector II		Luftdruck:	1012 chPa				
		relative Feuchte:	46%				
Beobachtungen und Messungen							
Uhrzeit	Messwerte [Vol. %]				Bemerkung		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	O <sub>2</sub>			
12:18	0,08	0,27	0,00	20,7	<b>Entnommene Menge: 20 Liter</b>		
12:20	0,12	0,66	0,00	20,5			
12:22	0,18	0,91	0,00	20,3			
12:24	0,24	1,01	0,00	20,3			
12:26	0,27	0,98	0,00	20,3			
12:28	0,31	0,97	0,00	20,3			
12:30	0,35	0,85	0,00	20,5			
12:32	0,36	0,82	0,00	20,5			
12:34	0,39	0,85	0,00	20,5			
12:36	0,41	0,91	0,00	20,5			
12:38	0,43	0,92	0,00	20,5			
Probenahme							
Probenahme ab:				nach Abpumpen von:			
Adsorptionsröhrrchen:							
	Uhrzeit	Zähler	<b>Bemerkungen</b>				
Beginn der Probenahme:							
Ende der Probenahme:							
Entnommene Gasmenge:							
Volumenstrom:							
Probenbezeichnung:							
Datum:	8.7.19	Probennehmer:	von Borstel				

# **Probenahmeprotokoll Bodenluft und Deponiegas**

Auftraggeber: Landplus	Datum: 09.07.2019
Ort: Lübeck	Dichtigkeit überprüft am: 09.07.2019
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel	Protokollführer: von Borstel
Projektbearbeiter: Vater	Wetter: bewölkt

## Bodenluftmessstelle

Messpunktbezeichnung:	BS8		
Art der Messstelle:	Bodenluftpackersonde	Durchmesser:	60 mm
Messstellentiefe	2,0 m	Volumenstrom:	1l/min.
Wasserstand:		Packertiefe:	1,0 m

## Probenahmegeräte

BSL 10	Lufttemperatur:	15°C
G460 Microtector II	Luftdruck:	1015 chPa
	relative Feuchte:	48%

## **Beobachtungen und Messungen**

## Probenahme

Probenahme ab:		nach Abpumpen von:	
Adsorptionsröhrrchen:			
	Uhrzeit	Zähler	Bemerkungen
Beginn der Probenahme:			
Ende der Probenahme:			
Entnommene Gasmenge:			
Volumenstrom:			
Probenbezeichnung:			
Datum:	9.7.19	Probennehmer:	von Borstel

# **Probenahmeprotokoll Bodenluft und Deponiegas**

Auftraggeber: Landplus	Datum: 10.07.2019
Ort: Lübeck	Dichtigkeit überprüft am: 10.07.2019
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel	Protokollführer: von Borstel
Projektbearbeiter: Vater	Wetter: sonnig - bewölkt

## Bodenluftmessstelle

Messpunktbezeichnung:	BS9		
Art der Messstelle:	Bodenluftpackersonde	Durchmesser:	60 mm
Messstellentiefe	2,0 m	Volumenstrom:	1l/min.
Wasserstand:		Packertiefe:	1,0 m

## Probenahmegeräte

## Meteorologische Daten

BSL 10	Lufttemperatur:	17°C
G460 Microtector II	Luftdruck:	1012 chPa
	relative Feuchte:	53%

## **Beobachtungen und Messungen**

## Probenahme

Probenahme ab:		nach Abpumpen von:	
Adsorptionsröhren:			
	Uhrzeit	Zähler	Bemerkungen
Beginn der Probenahme:			
Ende der Probenahme:			
Entnommene Gasmenge:			
Volumenstrom:			
Probenbezeichnung:			
Datum:	10.7.19	Probennehmer:	von Borstel

# **Probenahmeprotokoll Bodenluft und Deponiegas**

Auftraggeber: Landplus	Datum: 09.07.2019
Ort: Lübeck	Dichtigkeit überprüft am: 09.07.2019
Projekt: Nördliche Wallhalbinsel	Protokollführer: von Borstel
Projektbearbeiter: Vater	Wetter: bewölkt

## Bodenluftmessstelle

Messpunktbezeichnung:	BS10		
Art der Messstelle:	Bodenluftpackersonde	Durchmesser:	60 mm
Messstellentiefe	2,0 m	Volumenstrom:	1l/min.
Wasserstand:		Packertiefe:	1,0 m

## Probenahmegeräte

## Meteorologische Daten

BSL 10	Lufttemperatur:	19°C
G460 Microtector II	Luftdruck:	1014 chPa
	relative Feuchte:	48%

## **Beobachtungen und Messungen**

## Probenahme

Probenahme ab:		nach Abpumpen von:	
Adsorptionsröhrrchen:			
	Uhrzeit	Zähler	Bemerkungen
Beginn der Probenahme:			
Ende der Probenahme:			
Entnommene Gasmenge:			
Volumenstrom:			
Probenbezeichnung:			
Datum:	9.7.19	Probennehmer:	von Borstel

## Anlage 4

### Probenahmeprotokoll Grund-/Schichtwasser

# **Probenahmeprotokoll - Grundwasser**

## Projekt/Ort: Nördliche Wallhalbinsel, Lübeck

Projektnummer: 0870719

Probenehmer: Jan-Malte Wolfsdorf

Datum: 10.07.2019

Auftraggeber: Landplus

### Messstelle:

Bezeichnung: BS2/GWM unter Flur

GW-Spiegel vor Probenahme: 1,10 m nach Probenahme: 1,44 m

GWM-Tiefe: 2,60 m

Art der Messstelle:

## Einfach-Pegel

Dimension: **DN 63**

Filterlage:

**0,60 – 2,60 m**

## Probenahme:

Bezeichnung der Probe: BS2 Pumpbeginn: 11:55 Uhr

#### Art der Probenahme:

Pumpe: Unterwasser-Tauchpumpe

**Förderleistung: kein kontinuierlicher Grundwasserfluss**

Bemerkungen (Trübung, Geruch, etc.): graubraune Trübung, nach 30 min milchig, kein Geruch,

Vorhandene GWM, Vor-Ort-Parameter Messung nicht möglich – Förderrate zu gering

#### Vor Ort Parameter:

# **Probenahmeprotokoll - Grundwasser**

Projekt/Ort: Nördliche Wallhalbinsel, Lübeck

Projektnummer: 0870719

Probenehmer: Jan-Malte Wolfsdorf

Datum: 10.07.2019

Auftraggeber: Landplus

### Messstelle:

Bezeichnung: BS3/GWM über Flur

GW-Spiegel vor Probenahme: 2,09 m nach Probenahme: 2,38 m

GWM-Tiefe: 4,50 m

Art der Messstelle:

## Einfach-Pegel

Dimension: **DN 63**

Filterlage: 4,50 – 1,50 m

### **Probenahme:**

Bezeichnung der Probe: BS3 Pumpbeginn: 10:10 Uhr

#### **Art der Probenahme:**

Pumpe: Unterwasser-Tauchpumpe

**Förderleistung: kein kontinuierlicher Grundwasserfluss**

Bemerkungen (Trübung, Geruch, etc.): graubraune Trübung, nach 30 min milchig, kein Geruch,

Vor-Ort-Parameter Messung nicht möglich – Förderrate zu gering

#### Vor Ort Parameter:

# **Probenahmeprotokoll - Grundwasser**

## Projekt/Ort: Nördliche Wallhalbinsel, Lübeck

Projektnummer: 0870719

Probenehmer: Jan-Malte Wolfsdorf

Datum: 10.07.2019

Auftraggeber: Landplus

### Messstelle:

Bezeichnung: BS4/GWM über Flur

GW-Spiegel vor Probenahme: 1,81 m nach Probenahme: 2,07 m

GWM-Tiefe: 3,60 m

Art der Messstelle:

## Einfach-Pegel

Dimension: **DN 63**

Filterlage:

3,60 – 1,60 m

## Probenahme:

Bezeichnung der Probe: BS4 Pumpbeginn: 12:35 Uhr

#### **Art der Probenahme:**

Pumpe: Unterwasser-Tauchpumpe

Förderleistung: **kein kontinuierlicher Grundwasserfluss**

Bemerkungen (Trübung, Geruch, etc.): graue Trübung, nach 30 min milchig, kein Geruch,

Vor-Ort-Parameter Messung nicht möglich – Förderrate zu gering

#### Vor Ort Parameter:

# **Probenahmeprotokoll - Grundwasser**

## Projekt/Ort: Nördliche Wallhalbinsel, Lübeck

Projektnummer: 0870719

Probenehmer: Jan-Malte Wolfsdorf

Datum: 10.07.2019

Auftraggeber: Landplus

### Messstelle:

Bezeichnung: BS5/GWM über Flur

GW-Spiegel vor Probenahme: 2,01 m nach Probenahme: 2,48 m

GWM-Tiefe: 4,20 m

Art der Messstelle:

## Einfach-Pegel

Dimension: **DN 63**

Filterlage: 4,20 – 1,20 m

## Probenahme:

Bezeichnung der Probe: BS5 Pumpbeginn: 11:00 Uhr

#### **Art der Probenahme:**

## Pumpe: Unterwasser-Tauchpumpe

**Förderleistung: kein kontinuierlicher Grundwasserfluss**

Bemerkungen (Trübung, Geruch, etc.): graubraune Trübung, nach 30 min milchig, kein Geruch,

Vor-Ort-Parameter Messung nicht möglich – Förderrate zu gering

#### Vor Ort Parameter:

# **Probenahmeprotokoll - Grundwasser**

## Projekt/Ort: Nördliche Wallhalbinsel, Lübeck

Projektnummer: 0870719

Probenehmer: Jan-Malte Wolfsdorf

Datum: 10.07.2019

Auftraggeber: Landplus

### Messstelle:

Bezeichnung: BS7/GWM über Flur

GW-Spiegel vor Probenahme: 1,37 m nach Probenahme: 1,72 m

GWM-Tiefe: 3,70 m

Art der Messstelle:

Einfach-Pegel

Dimension: **DN 63**

Filterlage:

**3.70 – 1.70 m**

### **Probenahme:**

Bezeichnung der Probe: BS7 Pumpbeginn: 9:15 Uhr

#### **Art der Probenahme:**

Pumpe: Unterwasser-Tauchpumpe

Förderleistung: **kein kontinuierlicher Grundwasserfluss**

Bemerkungen (Trübung, Geruch, etc.): graue Trübung, nach 30 min milchig, kein Geruch,

Vor-Ort-Parameter Messung nicht möglich – Förderrate zu gering

#### Vor Ort Parameter:

## **Anlage 5**

### **Laborberichte**

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Köpenicker Str. 59 // 24111 Kiel // Deutschland

**LANDPLUS GmbH**

- Herr Dipl.-Geol. Armin Müggenburg -  
Schmiedestraße 10-18  
23552 Lübeck

Holger Petersen  
T 04078915511  
F 04078915555  
holger.petersen@ucl-labor.de

## Prüfbericht - Nr.:

**19-34140/1**

<b>Prüfgegenstand:</b>	<b>30 x Boden, 5 x Grundwasser</b>				
<b>Auftraggeber / KD-Nr.:</b>	<b>LANDPLUS GmbH, Schmiedestraße 10-18, 23552 Lübeck / 72041</b>				
<b>Projektbezeichnung:</b>	<b>Projekt 19020</b>				
<b>Probenahme am / durch:</b>	<b>- / Auftraggeber</b>				
<b>Probeneingang am / durch:</b>	<b>10.07.2019 / Auftraggeber</b>				
<b>Prüfzeitraum:</b>	<b>11.07.2019 - 22.07.2019</b>				

Parameter	Probenbezeichnung	BS 1/1	BS 1/3	BS 1/4	BS 1/6	Methode
	Probe-Nr.	19-34140-001	19-34140-002	19-34140-003	19-34140-004	
	Einheit					
<b>Analyse der Originalprobe</b>						
Trockenrückstand 105°C	% OS	90,2	84,2	74,5	36,7	DIN EN 12880: 2001-02;L
<b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C</b>						
Cyanid gesamt	mg/kg TS	<0,5				DIN ISO 11262: 2012-04;L
Arsen	mg/kg TS	6,4				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Blei	mg/kg TS	40				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Cadmium	mg/kg TS	0,20				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Chrom gesamt	mg/kg TS	16				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Kupfer	mg/kg TS	31				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Nickel	mg/kg TS	10				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Quecksilber	mg/kg TS	<0,1				DIN EN 1483: 2007-07;L
Thallium	mg/kg TS	<0,1				DIN EN ISO 17294-2: 2017-01;L
Zink	mg/kg TS	100				DIN ISO 22036: 2009-06;L
KW-Index, mobil	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 1/1 19-34140-001	BS 1/3 19-34140-002	BS 1/4 19-34140-003	BS 1/6 19-34140-004	Methode
<b>PAK</b>						
Naphthalin	mg/kg TS	0,08	0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	4,1	0,18	0,07	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthen	mg/kg TS	0,23	0,14	0,08	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoren	mg/kg TS	0,38	0,41	0,21	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Phenanthren	mg/kg TS	1,7	3,3	0,86	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Anthracen	mg/kg TS	4,4	0,40	0,16	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoranthen	mg/kg TS	13	3,7	0,96	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Pyren	mg/kg TS	11	2,9	0,77	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	9,0	0,71	0,25	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Chrysen	mg/kg TS	6,7	0,77	0,21	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[b]fluoranthen	mg/kg TS	11	1,1	0,34	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[k]fluoranthen	mg/kg TS	3,7	0,35	0,11	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	7,6	0,77	0,23	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	1,3	0,07	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	4,6	0,55	0,16	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	4,7	0,50	0,15	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	83,49	15,90	4,56	0,00	DIN EN 15527: 2008-09;L
<b>PCB</b>						
PCB-028	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-052	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-101	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-138	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-153	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-180	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
Summe best. PCB-6	mg/kg TS	0,000				DIN ISO 10382: 2003-05;L
bestimmbare PCB ges.	mg/kg TS	0,000				DIN ISO 10382: 2003-05;L
<b>Analyse aus dem Eluat</b>						
Phenol-Index	mg/l		<0,01	<0,01	<0,01	DIN EN ISO 14402: 1999-12;L
<b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>						
Säureaufschluss		+				DIN EN 13346: 2001-04;L
Elution nach DEV S4			+	+	+	DIN 38414-4: 1984-10;L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

**Kommentare**

001: Der Säureaufschluss erfolgte mit dem digi-prep-System.

**KW-Index, mobil** (LAGA KW04:2009-12)

004: Die Bestimmungsgrenze ist aufgrund des geringen Trockenrückstand um den Faktor 2 höher als oben angegeben.

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 2/1 19-34140-005	BS 2/2 19-34140-006	BS 2/4 19-34140-007	BS 2/7 19-34140-008	Methode
<b>Analyse der Originalprobe</b>						
Trockenrückstand 105°C	% OS	97,8	90,2	54,4	60,7	DIN EN 12880: 2001-02;L
<b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C</b>						
Cyanid gesamt	mg/kg TS	<0,5				DIN ISO 11262: 2012-04;L
Arsen	mg/kg TS	3,5				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Blei	mg/kg TS	13				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Cadmium	mg/kg TS	<0,1				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Chrom gesamt	mg/kg TS	8,0				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Kupfer	mg/kg TS	10				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Nickel	mg/kg TS	7,3				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Quecksilber	mg/kg TS	<0,1				DIN EN 1483: 2007-07;L
Thallium	mg/kg TS	<0,1				DIN EN ISO 17294-2: 2017-01;L
Zink	mg/kg TS	57				DIN ISO 22036: 2009-06;L
KW-Index, mobil	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	130	70	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
KW-Typ		keine Zuordnung	keine Zuordnung			LAGA KW04: 2009-12;L
<b>PAK</b>						
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Phenanthren	mg/kg TS	0,11	0,15	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoranthen	mg/kg TS	0,21	0,24	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Pyren	mg/kg TS	0,16	0,19	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	0,09	0,09	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Chrysen	mg/kg TS	0,09	0,09	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg TS	0,19	0,17	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg TS	0,06	0,06	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,09	0,09	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,09	0,10	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,08	0,08	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	1,17	1,26	0,00	0,00	DIN EN 15527: 2008-09;L

Seite 5 von 18 zum Prüfbericht Nr. 19-34140/1

20190725-17489246

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 2/1 19-34140-005	BS 2/2 19-34140-006	BS 2/4 19-34140-007	BS 2/7 19-34140-008	Methode
<b>PCB</b>						
PCB-028	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-052	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-101	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-138	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-153	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-180	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
Summe best. PCB-6	mg/kg TS	0,000				DIN ISO 10382: 2003-05;L
bestimmbare PCB ges.	mg/kg TS	0,000				DIN ISO 10382: 2003-05;L
<b>Analyse aus dem Eluat</b>						
Phenol-Index	mg/l		<0,01	<0,01	<0,01	DIN EN ISO 14402: 1999-12;L
<b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>						
Säureaufschluss		+				DIN EN 13346: 2001-04;L
Elution nach DEV S4			+	+	+	DIN 38414-4: 1984-10;L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

#### Kommentare

005: Der Säureaufschluss erfolgte mit dem digi-prep-System.

**KW-Index, mobil** (LAGA KW04:2009-12)

007: Die Bestimmungsgrenze ist aufgrund des geringen Trockenrückstands um den Faktor 2 höher als oben angegeben.

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 2/8 19-34140-009	BS 3/3 19-34140-010	BS 3/5 19-34140-011	BS 4/1 19-34140-012	Methode
<b>Analyse der Originalprobe</b>						
Trockenrückstand 105°C	% OS	31,2	83,7	84,6	94,2	DIN EN 12880: 2001-02;L
<b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C</b>						
Cyanid gesamt	mg/kg TS				<0,5	DIN ISO 11262: 2012-04;L
Arsen	mg/kg TS				3,9	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Blei	mg/kg TS				43	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Cadmium	mg/kg TS				<0,1	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Chrom gesamt	mg/kg TS				11	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Kupfer	mg/kg TS				16	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Nickel	mg/kg TS				7,4	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Quecksilber	mg/kg TS				<0,1	DIN EN 1483: 2007-07;L
Thallium	mg/kg TS				<0,1	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01;L
Zink	mg/kg TS				98	DIN ISO 22036: 2009-06;L
KW-Index, mobil	mg/kg TS	<50	<50	<50	6500	LAGA KW04: 2009-12;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	<50	<50	<50	7000	LAGA KW04: 2009-12;L
KW-Typ					MD	LAGA KW04: 2009-12;L
<b>BTX</b>						
Benzol	mg/kg TS				<0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Toluol	mg/kg TS				<0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Ethylbenzol	mg/kg TS				<0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
m- und p-Xylol	mg/kg TS				<0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
o-Xylol	mg/kg TS				<0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Summe bestimmbarer BTEX	mg/kg TS				0	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
<b>PAK</b>						
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,27	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,12	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	DIN EN 15527: 2008-09;L
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,67	DIN EN 15527: 2008-09;L
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,33	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	<0,05	2,9	DIN EN 15527: 2008-09;L
Pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	2,9	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	1,4	DIN EN 15527: 2008-09;L
Chrysene	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	1,3	DIN EN 15527: 2008-09;L

<b>Parameter</b>	<b>Probenbezeichnung</b>	<b>BS 2/8</b>	<b>BS 3/3</b>	<b>BS 3/5</b>	<b>BS 4/1</b>	<i>Methode</i>
	Probe-Nr. Einheit	19-34140-009	19-34140-010	19-34140-011	19-34140-012	
Benzo[b]fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	2,5	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[k]fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,80	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	1,7	DIN EN 15527: 2008-09;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,21	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[ghi]perlen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	1,5	DIN EN 15527: 2008-09;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	1,3	DIN EN 15527: 2008-09;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	0,00	0,05	0,00	17,99	DIN EN 15527: 2008-09;L
<b>PCB</b>						
PCB-028	mg/kg TS				<0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-052	mg/kg TS				<0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-101	mg/kg TS				<0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-138	mg/kg TS				<0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-153	mg/kg TS				<0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-180	mg/kg TS				<0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
Summe best. PCB-6	mg/kg TS				0,000	DIN ISO 10382: 2003-05;L
bestimmbare PCB ges.	mg/kg TS				0,000	DIN ISO 10382: 2003-05;L
<b>Analyse aus dem Eluat</b>						
Phenol-Index	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	DIN EN ISO 14402: 1999-12;L
<b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>						
Säureaufschluss					+	DIN EN 13346: 2001-04;L
Elution nach DEV S4		+	+	+	+	DIN 38414-4: 1984-10;L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

#### Kommentare

012: Der Säureaufschluss erfolgte mit dem digi-prep-System.

#### KW-Typ (LAGA KW04:2009-12)

009: Die Bestimmungsgrenze ist aufgrund des geringen Trockenrückstand um den Faktor 3 höher als oben angegeben.

012: Mitteldestillat (Heizöl EL/Diesel)

Parameter	Probenbezeichnung	BS 4/2	BS 4/3	BS 4/5	BS 4/9	Methode
	Probe-Nr.	19-34140-013	19-34140-014	19-34140-015	19-34140-016	
	Einheit					
<b>Analyse der Originalprobe</b>						
Trockenrückstand 105°C	% OS	79,7	78,0	81,0	26,5	DIN EN 12880: 2001-02;L
<b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C</b>						
KW-Index, mobil	mg/kg TS	490	<50	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	550	<50	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
KW-Typ		MD				LAGA KW04: 2009-12;L
<b>BTX</b>						
Benzol	mg/kg TS	<0,05				DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Toluol	mg/kg TS	<0,05				DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05				DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
m- und p-Xylool	mg/kg TS	<0,05				DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
o-Xylool	mg/kg TS	<0,05				DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Summe bestimmbarer BTEX	mg/kg TS	0				DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
<b>PAK</b>						
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Phenanthren	mg/kg TS	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoranthen	mg/kg TS	0,22	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Pyren	mg/kg TS	0,29	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	0,12	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Chrysen	mg/kg TS	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[b]fluoranthen	mg/kg TS	0,26	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[k]fluoranthen	mg/kg TS	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,17	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[ghi]perlylen	mg/kg TS	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,13	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	1,61	0,00	0,00	0,00	DIN EN 15527: 2008-09;L
<b>Analyse aus dem Eluat</b>						
Phenol-Index	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	DIN EN ISO 14402: 1999-12;L

Seite 9 von 18 zum Prüfbericht Nr. 19-34140/1

20190725-17489246

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 4/2 19-34140-013	BS 4/3 19-34140-014	BS 4/5 19-34140-015	BS 4/9 19-34140-016	Methode
<b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>						
Elution nach DEV S4		+	+	+	+	DIN 38414-4: 1984-10;L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

#### Kommentare

##### Kohlenwasserstoffindex (LAGA KW04:2009-12)

016: Die Bestimmungsgrenze ist aufgrund des geringen Trockenrückstands um den Faktor 3 höher als oben angegeben.

##### KW-Typ (LAGA KW04:2009-12)

013: Mitteldestillat (Heizöl EL/Diesel)

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 5/1 19-34140-017	BS 5/4 19-34140-018	BS 5/7 19-34140-019	BS 6/3 19-34140-020	Methode
<b>Analyse der Originalprobe</b>						
Trockenrückstand 105°C	% OS	93,4	79,7	49,4	80,9	DIN EN 12880: 2001-02;L
<b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C</b>						
Cyanid gesamt	mg/kg TS	<0,5				DIN ISO 11262: 2012-04;L
Arsen	mg/kg TS	4,4				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Blei	mg/kg TS	21				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Cadmium	mg/kg TS	<0,1				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Chrom gesamt	mg/kg TS	11				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Kupfer	mg/kg TS	16				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Nickel	mg/kg TS	11				DIN ISO 22036: 2009-06;L
Quecksilber	mg/kg TS	<0,1				DIN EN 1483: 2007-07;L
Thallium	mg/kg TS	0,21				DIN EN ISO 17294-2: 2017-01;L
Zink	mg/kg TS	83				DIN ISO 22036: 2009-06;L
KW-Index, mobil	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
<b>PAK</b>						
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Phenanthren	mg/kg TS	0,16	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Anthracen	mg/kg TS	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoranthen	mg/kg TS	0,42	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Pyren	mg/kg TS	0,34	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	0,22	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Chrysen	mg/kg TS	0,20	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[b]fluoranthan	mg/kg TS	0,39	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[k]fluoranthan	mg/kg TS	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,24	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[ghi]perlylen	mg/kg TS	0,18	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,16	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	2,49	0,00	0,00	0,00	DIN EN 15527: 2008-09;L

Seite 11 von 18 zum Prüfbericht Nr. 19-34140/1

20190725-17489246

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 5/1 19-34140-017	BS 5/4 19-34140-018	BS 5/7 19-34140-019	BS 6/3 19-34140-020	Methode
<b>PCB</b>						
PCB-028	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-052	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-101	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-138	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-153	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-180	mg/kg TS	<0,01				DIN ISO 10382: 2003-05;L
Summe best. PCB-6	mg/kg TS	0,000				DIN ISO 10382: 2003-05;L
bestimmbare PCB ges.	mg/kg TS	0,000				DIN ISO 10382: 2003-05;L
<b>Analyse aus dem Eluat</b>						
Phenol-Index	mg/l		<0,01	<0,01	<0,01	DIN EN ISO 14402: 1999-12;L
<b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>						
Säureaufschluss		+				DIN EN 13346: 2001-04;L
Elution nach DEV S4			+	+	+	DIN 38414-4: 1984-10;L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

#### Kommentare

017: Der Säureaufschluss erfolgte mit dem digi-prep-System.

**KW-Index, mobil** (LAGA KW04:2009-12)

019: Die Bestimmungsgrenze ist aufgrund des geringen Trockenrückstands um den Faktor 2 höher als oben angegeben.

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 6/4 19-34140-021	BS 6/7 19-34140-022	BS 7/1 19-34140-023	BS 7/3 19-34140-024	Methode
<b>Analyse der Originalprobe</b>						
Trockenrückstand 105°C	% OS	82,0	61,8	92,4	83,9	DIN EN 12880: 2001-02;L
<b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C</b>						
Cyanid gesamt	mg/kg TS			<0,5		DIN ISO 11262: 2012-04;L
Arsen	mg/kg TS			4,0		DIN ISO 22036: 2009-06;L
Blei	mg/kg TS			23		DIN ISO 22036: 2009-06;L
Cadmium	mg/kg TS			<0,1		DIN ISO 22036: 2009-06;L
Chrom gesamt	mg/kg TS			10		DIN ISO 22036: 2009-06;L
Kupfer	mg/kg TS			13		DIN ISO 22036: 2009-06;L
Nickel	mg/kg TS			7,1		DIN ISO 22036: 2009-06;L
Quecksilber	mg/kg TS			<0,1		DIN EN 1483: 2007-07;L
Thallium	mg/kg TS			<0,1		DIN EN ISO 17294-2: 2017-01;L
Zink	mg/kg TS			49		DIN ISO 22036: 2009-06;L
KW-Index, mobil	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	<50	<50	50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
KW-Typ				keine Zuordnung		LAGA KW04: 2009-12;L
<b>PAK</b>						
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,32	0,08	DIN EN 15527: 2008-09;L
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,66	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,59	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,30	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,29	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,48	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,15	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,29	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,19	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	0,17	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	0,00	0,00	3,62	0,08	DIN EN 15527: 2008-09;L

Seite 13 von 18 zum Prüfbericht Nr. 19-34140/1

20190725-17489246

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 6/4 19-34140-021	BS 6/7 19-34140-022	BS 7/1 19-34140-023	BS 7/3 19-34140-024	Methode
<b>PCB</b>						
PCB-028	mg/kg TS			<0,01		DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-052	mg/kg TS			<0,01		DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-101	mg/kg TS			<0,01		DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-138	mg/kg TS			<0,01		DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-153	mg/kg TS			<0,01		DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-180	mg/kg TS			<0,01		DIN ISO 10382: 2003-05;L
Summe best. PCB-6	mg/kg TS			0,000		DIN ISO 10382: 2003-05;L
bestimmbare PCB ges.	mg/kg TS			0,000		DIN ISO 10382: 2003-05;L
<b>Analyse aus dem Eluat</b>						
Phenol-Index	mg/l	<0,01	<0,01		<0,01	DIN EN ISO 14402: 1999-12;L
<b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>						
Säureaufschluss				+		DIN EN 13346: 2001-04;L
Elution nach DEV S4		+	+		+	DIN 38414-4: 1984-10;L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

#### Kommentare

023: Der Säureaufschluss erfolgte mit dem digi-prep-System.

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 7/6 19-34140-025	BS 8/1 19-34140-026	BS 4/4 19-34140-027	BS 5/3 19-34140-028	Methode
<b>Analyse der Originalprobe</b>						
Trockenrückstand 105°C	% OS	49,9	94,8	79,6	83,3	DIN EN 12880: 2001-02;L
<b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C</b>						
Cyanid gesamt	mg/kg TS		<0,5			DIN ISO 11262: 2012-04;L
Arsen	mg/kg TS		7,5			DIN ISO 22036: 2009-06;L
Blei	mg/kg TS		75			DIN ISO 22036: 2009-06;L
Cadmium	mg/kg TS		0,12			DIN ISO 22036: 2009-06;L
Chrom gesamt	mg/kg TS		6,2			DIN ISO 22036: 2009-06;L
Kupfer	mg/kg TS		22			DIN ISO 22036: 2009-06;L
Nickel	mg/kg TS		6,6			DIN ISO 22036: 2009-06;L
Quecksilber	mg/kg TS		<0,1			DIN EN 1483: 2007-07;L
Thallium	mg/kg TS		<0,1			DIN EN ISO 17294-2: 2017-01;L
Zink	mg/kg TS		170			DIN ISO 22036: 2009-06;L
KW-Index, mobil	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50	LAGA KW04: 2009-12;L
<b>PAK</b>						
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	1,1	0,06	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,31	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	3,3	0,07	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Pyren	mg/kg TS	<0,05	2,9	0,06	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	<0,05	1,7	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Chrysene	mg/kg TS	<0,05	1,6	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg TS	<0,05	3,0	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg TS	<0,05	0,90	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	<0,05	2,0	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,28	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[ghi]perylene	mg/kg TS	<0,05	1,5	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	<0,05	1,4	<0,05	<0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	0,00	20,22	0,19	0,00	DIN EN 15527: 2008-09;L

Seite 15 von 18 zum Prüfbericht Nr. 19-34140/1

20190725-17489246

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 7/6 19-34140-025	BS 8/1 19-34140-026	BS 4/4 19-34140-027	BS 5/3 19-34140-028	Methode
<b>PCB</b>						
PCB-028	mg/kg TS		<0,01			DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-052	mg/kg TS		<0,01			DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-101	mg/kg TS		<0,01			DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-138	mg/kg TS		<0,01			DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-153	mg/kg TS		<0,01			DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-180	mg/kg TS		<0,01			DIN ISO 10382: 2003-05;L
Summe best. PCB-6	mg/kg TS		0,000			DIN ISO 10382: 2003-05;L
bestimmbare PCB ges.	mg/kg TS		0,000			DIN ISO 10382: 2003-05;L
<b>Analyse aus dem Eluat</b>						
Phenol-Index	mg/l	<0,01		<0,01	<0,01	DIN EN ISO 14402: 1999-12;L
<b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>						
Säureaufschluss			+			DIN EN 13346: 2001-04;L
Elution nach DEV S4		+		+	+	DIN 38414-4: 1984-10;L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

#### Kommentare

026: Der Säureaufschluss erfolgte mit dem digi-prep-System.

**KW-Index, mobil** (LAGA KW04:2009-12)

025: Die Bestimmungsgrenze ist aufgrund des geringen Trockenrückstands um den Faktor 2 höher als oben angegeben.

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 6/5 19-34140-029	BS 7/4 19-34140-030			Methode
<b>Analyse der Originalprobe</b>						
Trockenrückstand 105°C	% OS	79,7	79,8			DIN EN 12880: 2001-02;L
<b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C</b>						
KW-Index, mobil	mg/kg TS	<50	<50			LAGA KW04: 2009-12;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	<50	<50			LAGA KW04: 2009-12;L
<b>PAK</b>						
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05			DIN EN 15527: 2008-09;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	0,00	0,00			DIN EN 15527: 2008-09;L
<b>Analyse aus dem Eluat</b>						
Phenol-Index	mg/l	<0,01	<0,01			DIN EN ISO 14402: 1999-12;L
<b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>						
Elution nach DEV S4		+	+			DIN 38414-4: 1984-10;L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

Parameter	Probenbezeichnung	BS 4	BS 2	BS 3	BS 5	Methode
	Probe-Nr.	19-34140-031	19-34140-032	19-34140-033	19-34140-034	
	Einheit					
<b>Analyse der Originalprobe</b>						
Kohlenwasserstoffindex	mg/l	0,14	0,24	<0,1	<0,1	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07;L
Phenol-Index	mg/l	0,011	<0,01	<0,01	<0,01	DIN EN ISO 14402: 1999-12;KI
<b>PAK</b>						
Naphthalin	µg/l	0,15	0,22	0,19	0,27	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Acenaphthylen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Acenaphthen	µg/l	0,061	0,22	<0,01	0,014	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Fluoren	µg/l	<0,06	0,10	<0,01	<0,02	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Phenanthren	µg/l	0,05	0,20	<0,005	0,02	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Anthracen	µg/l	<0,008	0,026	0,007	0,007	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Fluoranthen	µg/l	0,01	0,033	<0,01	<0,01	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Pyren	µg/l	0,007	0,023	<0,005	<0,005	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Benzo[a]anthracen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Chrysen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Benzo[b]fluoranthren	µg/l	<0,003	<0,003	<0,004	<0,004	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Benzo[k]fluoranthren	µg/l	<0,002	<0,002	<0,003	<0,002	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Dibenz[ah]anthracen	µg/l	<0,007	<0,005	<0,008	<0,008	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Benzo[ghi]perlylen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	DIN 38407-39: 2011-09;KI
Summe best. PAK (EPA)	µg/l	0,278	0,822	0,197	0,311	DIN 38407-39: 2011-09;KI

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

Parameter	Probenbezeichnung	BS 7			Methode
	Probe-Nr.	19-34140-035			
	Einheit				
<b>Analyse der Originalprobe</b>					
Kohlenwasserstoffindex	mg/l	0,20			DIN EN ISO 9377-2: 2001-07;L
Phenol-Index	mg/l	0,017			DIN EN ISO 14402: 1999-12;KI
<b>PAK</b>					
Naphthalin	µg/l	0,33			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Acenaphthylen	µg/l	<0,02			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Acenaphthen	µg/l	0,049			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Fluoren	µg/l	<0,06			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Phenanthren	µg/l	0,045			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Anthracen	µg/l	<0,01			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Fluoranthen	µg/l	<0,01			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Pyren	µg/l	<0,005			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Benzo[a]anthracen	µg/l	<0,01			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Chrysen	µg/l	<0,006			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Benzo[b]fluoranthren	µg/l	<0,006			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Benzo[k]fluoranthren	µg/l	<0,002			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,005			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Dibenz[ah]anthracen	µg/l	<0,005			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Benzo[ghi]perylen	µg/l	<0,01			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	<0,005			DIN 38407-39: 2011-09;KI
Summe best. PAK (EPA)	µg/l	0,424			DIN 38407-39: 2011-09;KI

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

25.07.2019

i.V. Holger Petersen (Kundenbetreuer)

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Köpenicker Str. 59 // 24111 Kiel // Deutschland

LANDPLUS GmbH  
- Herr Dipl.-Geol. Armin Müggenburg -  
Schmiedestraße 10-18  
23552 Lübeck

Holger Petersen  
T 04078915511  
F 04078915555  
holger.petersen@ucl-labor.de

## Prüfbericht - Nr.: 19-34140-012/2

<b>Prüfgegenstand:</b>	Boden
<b>Auftraggeber / KD-Nr.:</b>	LANDPLUS GmbH, Schmiedestraße 10-18, 23552 Lübeck / 72041
<b>Projektbezeichnung:</b>	Projekt 19020
<b>Probenahme am / durch:</b>	- / Auftraggeber
<b>Probeneingang am / durch:</b>	10.07.2019 / Auftraggeber
<b>Prüfzeitraum:</b>	11.07.2019 - 21.01.2020

Parameter	Probenbezeichnung	BS 4/1	Methode
	Probe-Nr.	19-34140-012	
	Einheit		
<b>Analyse der Originalprobe</b>			
Trockenrückstand 105°C	% OS	94,2	DIN EN 12880: 2001-02;L
<b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C</b>			
Cyanid gesamt	mg/kg TS	< 0,5	DIN ISO 11262: 2012-04;L
Arsen	mg/kg TS	3,9	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Blei	mg/kg TS	43	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Cadmium	mg/kg TS	< 0,1	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Chrom gesamt	mg/kg TS	11	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Kupfer	mg/kg TS	16	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Nickel	mg/kg TS	7,4	DIN ISO 22036: 2009-06;L
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,1	DIN EN 1483: 2007-07;L
Thallium	mg/kg TS	< 0,1	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02;L
Zink	mg/kg TS	98	DIN ISO 22036: 2009-06;L
KW-Index, mobil	mg/kg TS	6500	LAGA KW04: 2009-12;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	7000	LAGA KW04: 2009-12;L
KW-Typ		MD	LAGA KW04: 2009-12;L

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Josef-Rethmann-Str. 5 // 44536 Lünen // Deutschland // T +49 2306 2409-0 // F +49 2306 2409-10 // info@ucl-labor.de  
ucl-labor.de // Amtsgericht Dortmund, HRB 17247 // Geschäftsführer: Oliver Koenen, Dr. André Nientiedt



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium und bekanntgegebene Messstelle nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.  
Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen- auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.

<b>Parameter</b>	<b>Probenbezeichnung</b>	<b>BS 4/1</b>	<i>Methode</i>
	Probe-Nr.	19-34140-012	
	Einheit		
<b>BTEX</b>			
Benzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Toluol	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
m- und p-Xylool	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
o-Xylool	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Summe bestimmbarer BTEX	mg/kg TS	0	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
<b>LHKW</b>			
Dichlormethan	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Tetrachlormethan	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Trichlorethen	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Tetrachlorethen	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
Summe best. LHKW	mg/kg TS	0	DIN EN ISO 22155: 2016-07;L
<b>PAK</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,27	DIN EN 15527: 2008-09;L
Acenaphthen	mg/kg TS	0,12	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoren	mg/kg TS	0,09	DIN EN 15527: 2008-09;L
Phenanthren	mg/kg TS	0,67	DIN EN 15527: 2008-09;L
Anthracen	mg/kg TS	0,33	DIN EN 15527: 2008-09;L
Fluoranthen	mg/kg TS	2,9	DIN EN 15527: 2008-09;L
Pyren	mg/kg TS	2,9	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	1,4	DIN EN 15527: 2008-09;L
Chrysen	mg/kg TS	1,3	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg TS	2,5	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg TS	0,80	DIN EN 15527: 2008-09;L

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	BS 4/1	Methode
		19-34140-012	
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	1,7	DIN EN 15527: 2008-09;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	0,21	DIN EN 15527: 2008-09;L
Benzo[ghi]perlen	mg/kg TS	1,5	DIN EN 15527: 2008-09;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	1,3	DIN EN 15527: 2008-09;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	17,99	DIN EN 15527: 2008-09;L
<b>PCB</b>			
PCB-028	mg/kg TS	< 0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-052	mg/kg TS	< 0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-101	mg/kg TS	< 0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-138	mg/kg TS	< 0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-153	mg/kg TS	< 0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
PCB-180	mg/kg TS	< 0,01	DIN ISO 10382: 2003-05;L
Summe best. PCB-6	mg/kg TS	0,000	DIN ISO 10382: 2003-05;L
bestimmbare PCB ges.	mg/kg TS	0,000	DIN ISO 10382: 2003-05;L
<b>Analyse aus dem Eluat</b>			
Phenol-Index	mg/l	< 0,01	DIN EN ISO 14402: 1999-12;L
<b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>			
Säureaufschluss		+	DIN EN 13346: 2001-04;L
Elution nach DEV S4		+	DIN 38414-4: 1984-10;L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

#### Probenkommentare

Der Säureaufschluss erfolgte mit dem digi-prep-System.

**KW-Typ** LAGA KW04:2009-12

Mitteldestillat (Heizöl EL/Diesel)

21.01.2020

i.A. Dirk Leisner (Kundenbetreuer)

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Köpenicker Str. 59 // 24111 Kiel // Deutschland

**LANDPLUS GmbH**  
 - Herr Dipl.-Geol. Armin Müggenburg -  
 Schmiedestraße 10-18  
 23552 Lübeck

Holger Petersen  
 T 04078915511  
 F 04078915555  
 holger.petersen@ucl-labor.de

## Prüfbericht - Nr.: **19-40292-001/1**

**Prüfgegenstand:** Boden  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** LANDPLUS GmbH, Schmiedestraße 10-18, 23552 Lübeck / 72041  
**Projektbezeichnung:** 19020  
**Probeneingang am / durch:** 14.08.2019 / Lieferant  
**Prüfzeitraum:** 14.08.2019 - 06.09.2019

Parameter	Probenbezeichnung		BS 1/1+1/2+1/3 19-40292-001	<i>Methode</i>
	Probe-Nr.	Einheit		

### Analyse der Originalprobe

#### PAK

Naphthalin	µg/l	0,020	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Acenaphthylen	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Acenaphthen	µg/l	0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Fluoren	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Phenanthren	µg/l	0,030	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Anthracen	µg/l	0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Fluoranthen	µg/l	0,150	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Pyren	µg/l	0,050	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Benzo[a]anthracen	µg/l	0,020	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Chrysene	µg/l	0,020	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Benzo[b]fluoranthen	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Benzo[k]fluoranthen	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Benzo[a]pyren	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Dibenz[ah]anthracen	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Benzo[ghi]perlylen	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Summe best. PAK (EPA)	µg/l	0,310	DIN 38407-39: 2011-09;UA

### Hinweise zur Probenvorbereitung

Perkolat C0-Faktion	l/kg	2,0	DIN 19528: 2009-01;UA
---------------------	------	-----	--------------------------

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Josef-Rethmann-Str. 5 // 44536 Lünen // Deutschland // T +49 2306 2409-0 // F +49 2306 2409-10 // info@ucl-labor.de  
 ucl-labor.de // Amtsgericht Dortmund, HRB 17247 // Geschäftsführer: Oliver Koenen, Dr. André Nientiedt

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.  
 Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen- auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.

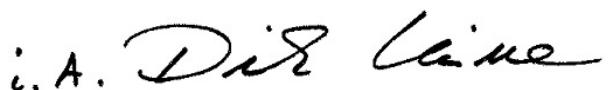
Seite 2 von 2 zum Prüfbericht Nr. 19-40292-001/1

20190906-17714377

Parameter	Probenbezeichnung	BS 1/1+1/2+1/3	Methode
	Probe-Nr.	19-40292-001	
	Einheit		

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

06.09.2019



i.A. Dirk Leisner (Kundenbetreuer)

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Köpenicker Str. 59 // 24111 Kiel // Deutschland

**LANDPLUS GmbH**  
 - Herr Dipl.-Geol. Armin Müggenburg -  
 Schmiedestraße 10-18  
 23552 Lübeck

Holger Petersen  
 T 04078915511  
 F 04078915555  
 holger.petersen@ucl-labor.de

## Prüfbericht - Nr.: **19-40292-002/1**

**Prüfgegenstand:** Boden  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** LANDPLUS GmbH, Schmiedestraße 10-18, 23552 Lübeck / 72041  
**Projektbezeichnung:** 19020  
**Probeneingang am / durch:** 14.08.2019 / Lieferant  
**Prüfzeitraum:** 14.08.2019 - 06.09.2019

Parameter	Probenbezeichnung	BS 4/1+4/2	Methode
	Probe-Nr.	19-40292-002	
	Einheit		

### Analyse der Originalprobe

#### PAK

Naphthalin	µg/l	0,020	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Acenaphthylen	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Acenaphthen	µg/l	0,030	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Fluoren	µg/l	0,030	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Phenanthren	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Anthracen	µg/l	0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Fluoranthen	µg/l	0,060	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Pyren	µg/l	0,910	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Benzo[a]anthracen	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Chrysene	µg/l	< 0,010	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Benzo[b]fluoranthen	µg/l	0,060	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Benzo[k]fluoranthen	µg/l	0,020	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Benzo[a]pyren	µg/l	0,030	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Dibenz[ah]anthracen	µg/l	< 0,050	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Benzo[ghi]perlylen	µg/l	< 0,050	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	0,020	DIN 38407-39: 2011-09;UA
Summe best. PAK (EPA)	µg/l	1,190	DIN 38407-39: 2011-09;UA

### Hinweise zur Probenvorbereitung

Perkolat C0-Faktion	l/kg	2,1	DIN 19528: 2009-01;UA
---------------------	------	-----	--------------------------

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Josef-Rethmann-Str. 5 // 44536 Lünen // Deutschland // T +49 2306 2409-0 // F +49 2306 2409-10 // info@ucl-labor.de  
 ucl-labor.de // Amtsgericht Dortmund, HRB 17247 // Geschäftsführer: Oliver Koenen, Dr. André Nientiedt

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.  
 Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen- auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.

Seite 2 von 2 zum Prüfbericht Nr. 19-40292-002/1

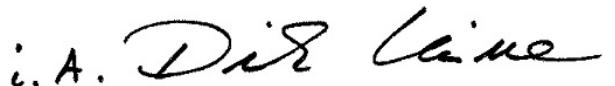
20190906-17714377

Parameter	Probenbezeichnung	BS 4/1+4/2	Methode
	Probe-Nr.	19-40292-002	
	Einheit		

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

06.09.2019

i.A. Dirk Leisner (Kundenbetreuer)



UCL Umwelt Control Labor GmbH // Köpenicker Str. 59 // 24111 Kiel // Deutschland

LANDPLUS GmbH

- Herr Dipl.-Geol. Armin Müggenburg -  
Schmiedestraße 10-18  
23552 Lübeck

Holger Petersen  
T 04078915511  
F 04078915555  
holger.petersen@ucl-labor.de

## Prüfbericht - Nr.: 20-03739-001/1

**Prüfgegenstand:** Boden  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** LANDPLUS GmbH, Schmiedestraße 10-18, 23552 Lübeck / 72041  
**Projektbezeichnung:** 19020  
**Probeneingang am / durch:** 24.01.2020 / Paketdienst  
**Prüfzeitraum:** 24.01.2020 - 29.01.2020

Parameter	Probenbezeichnung	BS 8/2 (0,6-2,0m)	Methode
	Probe-Nr.	20-03739-001	
	Einheit		
<b>Analyse der Originalprobe</b>			
Trockenrückstand 105°C	% OS	86,4	DIN EN 12880: 2001-02;L
<b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C</b>			
<b>PAK</b>			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,5	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Phenanthren	mg/kg TS	0,07	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Fluoranthen	mg/kg TS	0,15	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Pyren	mg/kg TS	0,14	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	0,06	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Chrysene	mg/kg TS	0,05	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Benzo[b]fluoranthen	mg/kg TS	0,13	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Benzo[k]fluoranthen	mg/kg TS	< 0,05	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,13	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	< 0,05	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,10	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,08	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	0,91	LUA-Merkbl. Nr.1: 1994-01;L

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Josef-Rethmann-Str. 5 // 44536 Lünen // Deutschland // T +49 2306 2409-0 // F +49 2306 2409-10 // info@ucl-labor.de  
 ucl-labor.de // Amtsgericht Dortmund, HRB 17247 // Geschäftsführer: Oliver Koenen, Dr. André Nientiedt



2020129-18404231  
 Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium und bekanntgegebene Messstelle nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz.  
 Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.  
 Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.

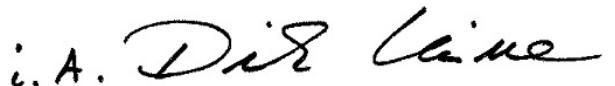
Seite 2 von 2 zum Prüfbericht Nr. 20-03739-001/1

20200129-18404231

Parameter	Probenbezeichnung	BS 8/2 (0,6-2,0m)	Methode
	Probe-Nr.	20-03739-001	
	Einheit		

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

29.01.2020



i.A. Dirk Leisner (Kundenbetreuer)

## **Anlage 6**

### **Fotodokumentation**



Abb. 01: Ansatzpunkt BS 1



Abb. 02: Ansatzpunkt BS 2



Abb. 03: Ansatzpunkt BS 3



Abb. 04: Ansatzpunkt BS 4

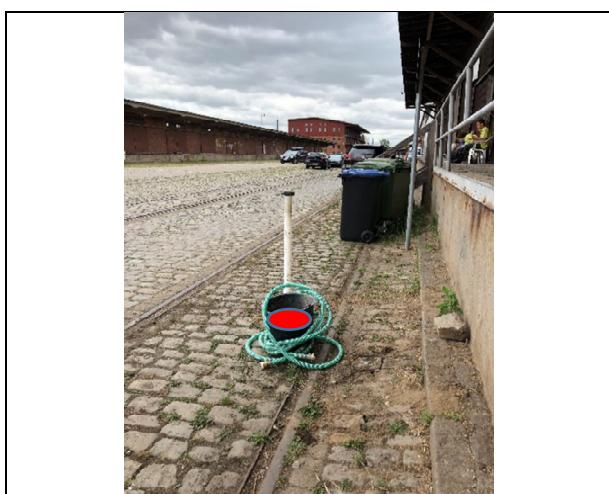


Abb. 05: Ansatzpunkt BS 5

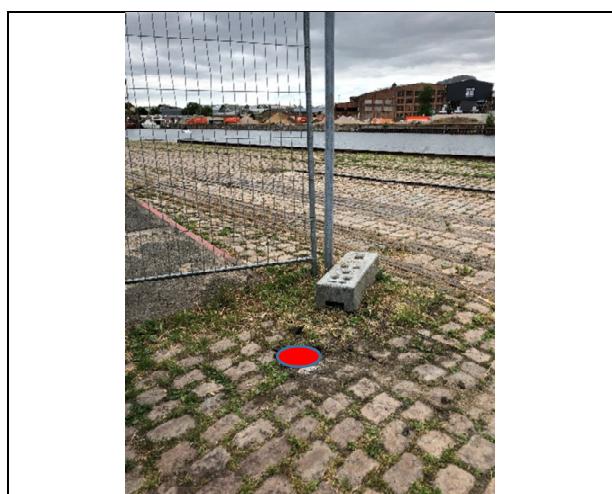


Abb. 06: Ansatzpunkt BS 6



Abb. 07: Ansatzpunkt BS 7



Abb. 08: Ansatzpunkt BS 8



Abb. 09: Ansatzpunkt BS 9



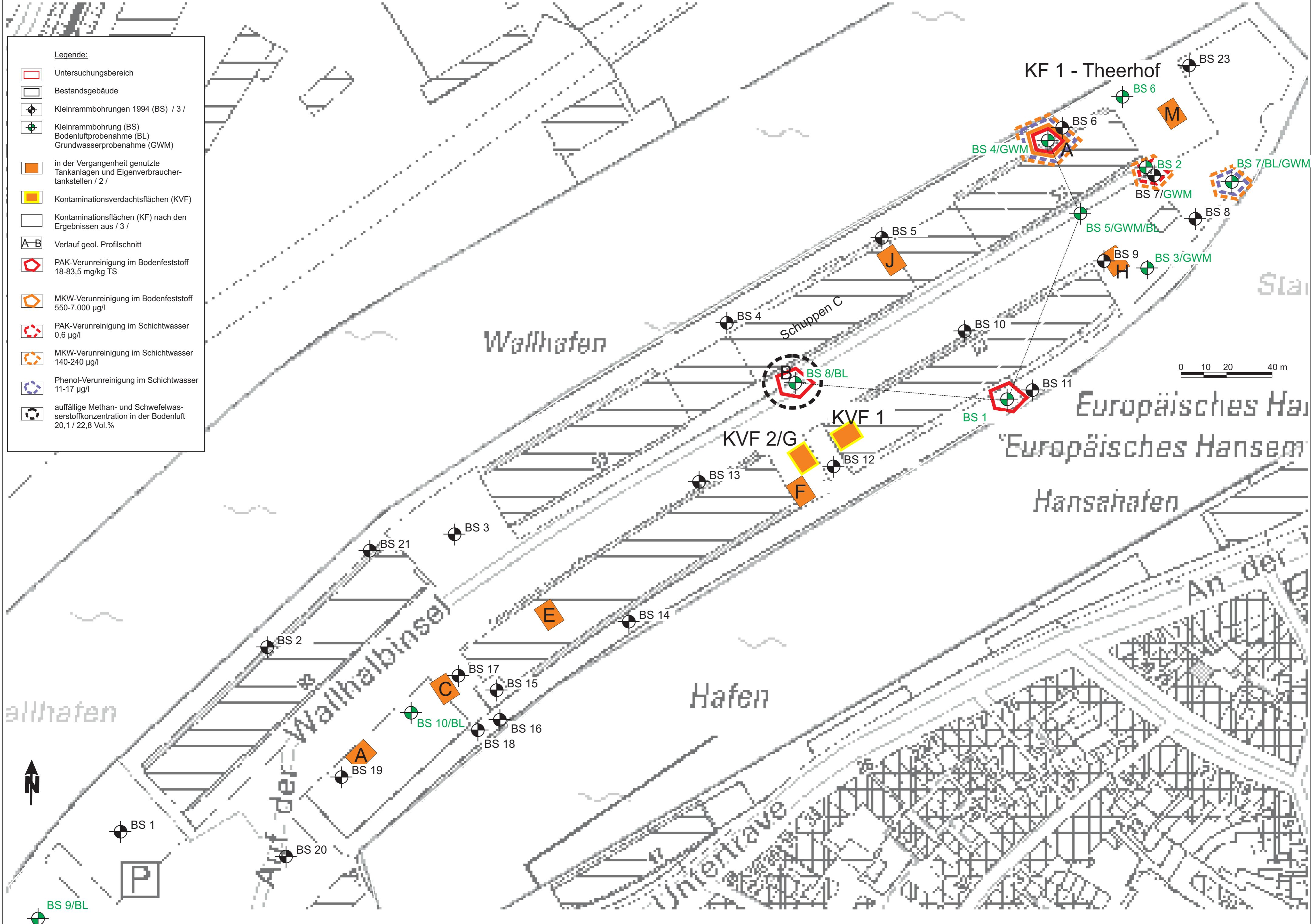
Abb. 10: Ansatzpunkt BS 10

## **Anlage 7**

### **Ergebnisplan**

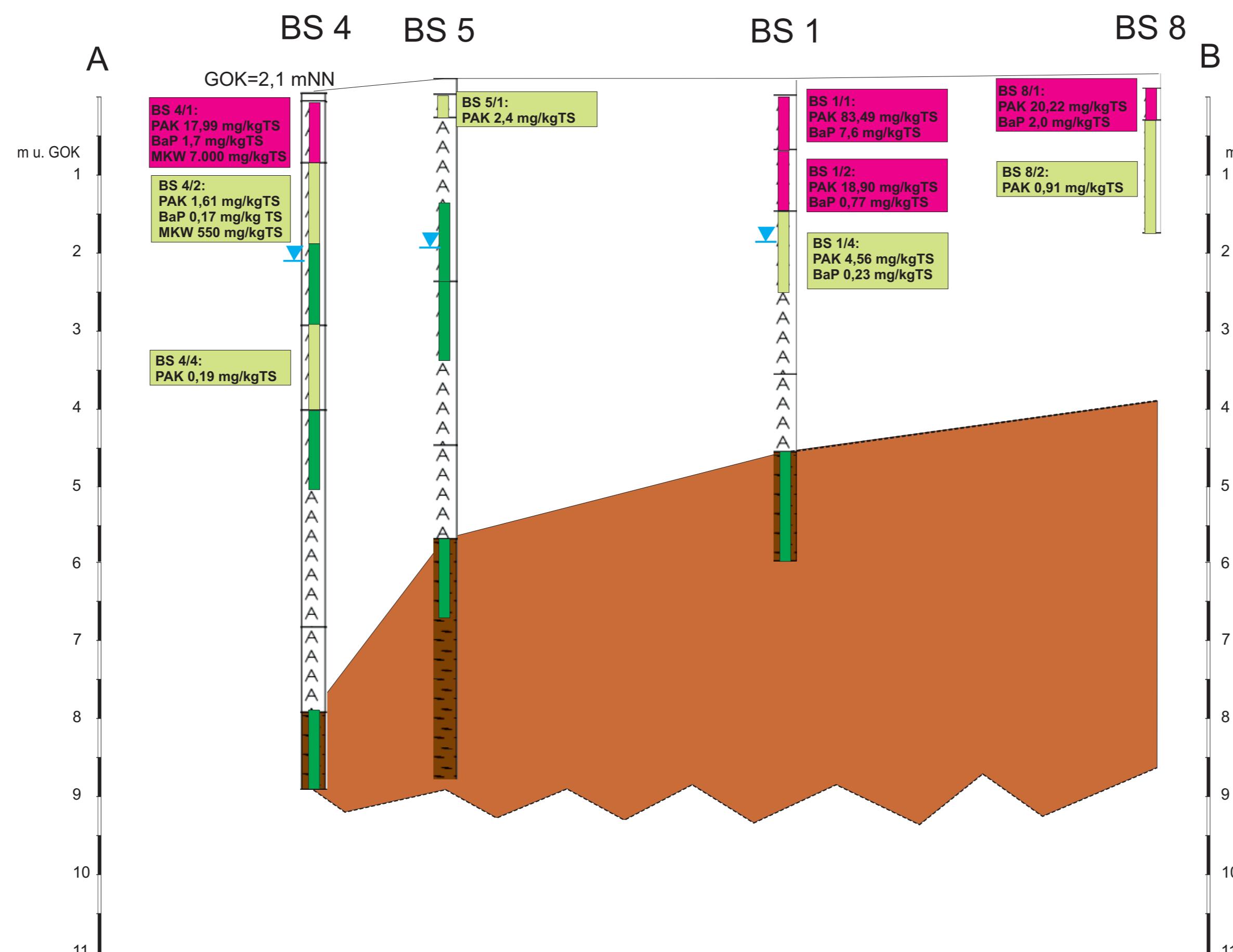
Lageplan:  
Maßstab: 1:1.000

mit  
Darstellung der Lage von Boden-, Bodenluft und Grundwasserverunreinigungen



Geologischer Profilschnitt:  
Maßstab horizontal: 1:1.000  
Maßstab vertikal: 1: 50

und  
Darstellung der Feststoff-  
verunreinigungen



Datum: 30.01.2020 Maßstab: s. o. Gutachten: 19020 Anlage: 07  
**LANDPLUS**  
Lokalität/Vorhaben: Nördliche Wallhalbinsel, Detail-Altlastenuntersuchungen  
Ergebnisplan  
Bearbeiter: Dipl.-Geol. A. Müggenburg

## **Anlage 8**

### **Stoffdatenblätter**

**QUELLE:**

BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (07.2003): Arbeitshilfe  
Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen – Anhang 2

## PAK - Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

### Chemisch-physikalische Daten:

	Naphthalin 2er-Ring	Anthracen 3er-Ring	Pyren 4er-Ring	Benzo[a]pyren 5er-Ring
Wasserlöslichkeit [mg/l]	32	0,07	0,14	0,001
Siedepunkt [°C]	218	314	393	496
Dichte bei 20 °C [g/cm³]	1,15	1,24	1,27	1,3
dyn. Viskosität [mPa*s]	bei Raum-temperatur fest	bei Raum-temperatur fest	bei Raum-temperatur fest	bei Raum-temperatur fest
Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient	ca. 2.300	ca. 35.000	ca. 130.000	ca. 3.000.000
Adsorbierbarkeit an C <sub>org</sub> (Koc)	ca. 1.300	ca. 25.000	ca. 45.000	ca. 4.500.000
Wassergefährdungsklasse	2			3 <sup>12</sup>

Der Parameter PAK<sub>gesamt</sub> umfasst laut BBodSchV die Summe von 15 Einzelsubstanzen, die in einer Liste der US-EPA aufgeführt sind (jedoch ohne Naphthalin und Methylnaphthaline. Diese werden gesondert angegeben!).

3er-Ringe: Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen.

4er-Ringe: Fluoranthen, Pyren, Benzo[a]anthracen, Chrysen.

Sonstige: Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]fluoranthen, Benzo[a]pyren, o-Phenylen, Dibenzo[a,h]anthracen, Benzo[ghi]perylene

### Verhalten im Untergrund:

Naphthalin nimmt unter den PAK eine Sonderstellung ein, da es wesentlich wasserlöslicher als andere PAK ist. Die Mobilität von Naphthalin ist jedoch wesentlich geringer als die von aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) und entspricht etwa der von Heizöl.

PAK weisen lipophile bzw. hydrophobe Eigenschaften auf. Sie adsorbieren leicht an Bodenpartikeln. Die Wasserlöslichkeit und Flüchtigkeit der PAK ist gering. Die Mobilität der PAK nimmt mit steigender Ringzahl ab. PAK können in das Grundwasser gelangen, wenn sie – adsorbiert an Kolloiden – mit dem Sickerwasser verfrachtet werden oder wenn Tenside bzw. Lösungsvermittler im Boden vorliegen. Dann können auch 4er- und 5er-Ringe im Grundwasser nachgewiesen werden. Die Grundwassergefährdung ist jedoch i.d.R. gering.

### Abbaubarkeit:

Naphthalin ist unter aeroben Bedingungen mäßig abbaubar. 3er- und 4er-Ringe sind nur sehr eingeschränkt abbaubar. Die Abbaubarkeit der höher kondensierten Ringe kann i.d.R. vernachlässigt werden. Der PAK-Abbau erfolgt über eine Transformation zu Phenolen wie z.B. Brenzkatechin, dann Ringöffnung, dann Mineralisierung.

**Bewertung der Mobilität:** mittlere Mobilität: Naphthalin (2er-Ring),  
Acenaphthen, Acenaphthylen,  
Anthracen, Fluoren, Phenanthren  
(3er-Ringe)  
geringe Mobilität: sonstige PAK

<sup>12</sup> WGK 3 wegen der Kanzerogenität von Benzo[a]pyren.

**QUELLE:**

BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (07.2003): Arbeitshilfe  
Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen – Anhang 2

## MKW - Mineralölkohlenwasserstoffe

Ottokraftstoff, Diesel, Heizöl, Kerosin, Schmieröl

### Chemisch-physikalische Daten:

	Ottokraftstoff ca. C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	Kerosin ca. C <sub>8</sub> - C <sub>17</sub>	Diesel, Heizöl EL ca. C <sub>9</sub> - C <sub>24</sub>	Schmieröl ca. C <sub>17</sub> - C <sub>39</sub>
Wasserlöslichkeit [mg/l]	ca. 100	5 - 100	5 - 20	sehr gering
Siedebereich [°C]	ca. 36 - 175	ca. 150 - 280	ca. 160 - 390	ca. 300 - 525
Dampfdruck bei 20 °C [Pa]	ca. 5000	ca. 300	-/-	-/-
Dichte bei 20 °C [g/cm <sup>3</sup> ]	ca. 0,7	ca. 0,8	ca. 0,8	ca. 0,9
dyn. Viskosität [mPa*s]	ca. 0,6	ca. 1	ca. 3	zähflüssig
Wassergefährdungsklasse	3 <sup>10</sup>	2 <sup>11</sup>	2	1 - 2

### Verhalten im Untergrund:

Die Mobilität der MKW hängt stark von der Kettenlänge der Komponenten ab. Mit zunehmender Kettenlänge nehmen die Wasserlöslichkeit und Flüchtigkeit ab, die Viskosität zu. Die Ausbreitung der MKW im Untergrund erfolgt i.d.R. als Ölphase. Wenn der Druck der Ölphase groß genug ist, können MKW in das Grundwasser eindringen. Wegen der geringen Dichte reichern sich die MKW i.d.R. im Kapillarraum an („aufschwimmende Phase“).

Ottokraftstoffe sind Gemische aus kurzkettenigen aliphatischen MKW (C<sub>5</sub> - C<sub>9</sub>) und aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX). Beide Stoffgruppen weisen ähnliche Stoffeigenschaften auf und sind sehr mobil. Insbesondere in Superbenzin ist seit ca. 1985 die sehr mobile Verbindung Methyl-tertiär-Butylether (MTBE) enthalten (MTBE zählt nicht zu den MKW).

Diesel (ca. C<sub>10</sub> - C<sub>22</sub>) und Heizöl EL (ca. C<sub>9</sub> - C<sub>24</sub>) sind wenig flüchtig und relativ viskos. Die Wasserlöslichkeit ist relativ gering, so dass der MKW-Austrag über das Sickerwasser ebenfalls gering ist. Insgesamt ist die Mobilität im Untergrund nur mäßig. Kerosin (ca. C<sub>8</sub> - C<sub>17</sub>) hat einen höheren Anteil an Alkyaromaten und einen niedrigeren Siedebereich, so dass die Mobilität etwas höher ist. Einige Sorten enthalten auch BTEX.

MKW mit Kettenlängen über C<sub>17</sub>, z.B. Schmieröle und Heizöl S, sind bei Raumtemperatur zähflüssig bis fest. Die Mobilität im Untergrund ist gering.

### Abbaubarkeit:

Alkane und Alkene sind aerob gut bis mäßig abbaubar. Am besten abbaubar sind n-Alkane C<sub>10</sub>-C<sub>17</sub>, dann C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>. Bereits deutlich weniger abbaubar sind Isoalkane und Cycloalkane. Unter aeroben Bedingungen werden Alkane und Alkene zu gut abbaubaren Fettsäuren oxidiert. Der Abbaugrad von MKW kann mittels GC-Chromatogrammen beurteilt werden.

Die Länge von Schadstofffahnen im Grundwasser ist bei Diesel- und Heizölschäden i.d.R. kleiner als 100 m, da sich rasch ein Gleichgewicht zwischen Nachlieferung und biologischem Abbau durch Mikroorganismen einstellt.

<b>Bewertung der Mobilität:</b>	hohe Mobilität:	Ottokraftstoffe
	mittlere bis hohe Mobilität:	Kerosin
	mittlere Mobilität:	Diesel, Heizöl EL
	geringe Mobilität:	Schmieröl, Heizöl S

<sup>10</sup> WGK 3 wegen des Anteils von Benzol im Ottokraftstoff. Die Alkane haben WGK 1.

<sup>11</sup> Benzolgehalt unter 0,1 Gew. %, sonst WGK 3

**QUELLE:**

BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (07.2003): Arbeitshilfe  
Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen – Anhang 2

## BTEX - Aromatische Kohlenwasserstoffe<sup>9</sup>

### Chemisch-physikalische Daten:

	Benzol	Toluol	Xylole	Ethylbenzol	Styrol
Wasserlöslichkeit [mg/l]	1700	550	175 - 198	170	250
Siedepunkt [°C]	80	111	138 - 144	136	145
Dampfdruck bei 20 °C [Pa]	10.000	2900	670 - 870	940	720
Dichte bei 20 °C [g/cm³]	0,88	0,87	0,86 - 0,88	0,87	0,91
dyn. Viskosität [mPa*s]	0,7	0,6	0,6 - 0,8	0,7	0,8
Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient	ca. 135	ca. 490	ca. 1600	ca. 1600	ca. 1000
Adsorbierbarkeit an C <sub>org</sub> (Koc)	ca. 80	ca. 100	ca. 210	ca. 200	ca. 400
Wassergefährdungsklasse	3	2	2	1	2

### Verhalten im Untergrund:

Die Mobilität von leichtflüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) im Boden ist hoch. Aufgrund des hohen Dampfdruckes können sie sich über die Bodenluft weiträumig verteilen. Liegen BTEX in Phase vor, begünstigt die geringe Viskosität die Versickerung. Aufgrund der relativ guten Wasserlöslichkeit können BTEX mit dem Sicker- und Grundwasser transportiert werden.

Die Adsorption an organischen Bodenbestandteilen und an Tonmineralien ist mäßig. Haben die BTEX die ungesättigte Bodenzone durchdrungen, können sie sich aufgrund der geringen Dichte im Kapillarraum anreichern („aufschwimmende Phase“).

Unter den BTEX weist Benzol die weitaus höchste Mobilität auf, gefolgt von Toluol. Die Mobilität der C<sub>2</sub>-Aromaten (Xylole, Ethylbenzol) und C<sub>3</sub>-Aromaten (z.B. Trimethylbenzol) ist wesentlich geringer.

### Abbaubarkeit:

BTEX sind unter günstigen Randbedingungen relativ gut mikrobiell abbaubar. Unter aeroben Bedingungen erfolgt eine Transformation zu Phenolen wie z.B. Brenzkatechin, dann Ringöffnung und rasche Mineralisierung. Toluol/Benzol sind leichter abbaubar als z.B. Xyol.

### Bewertung der Mobilität: hohe bis mittlere Mobilität

Liegen überwiegend Benzol und Toluol vor, dann gilt die hohe Mobilität. Ansonsten gilt die mittlere Mobilität

<sup>9</sup> Leichtflüchtige Aromaten: Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Styrol, Xyole (o,m,p).

**QUELLE:**

BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (07.2003): Arbeitshilfe  
Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen – Anhang 2

## Umweltrelevante Schwer- und Halbmetalle

(Arsen, Antimon, Blei, Cadmium, Cobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Selen, Zink)

### Allgemeines:

Schwermetalle sind definiert als Metalle mit einer Dichte größer etwa 4,5 g/cm<sup>3</sup>. Als Halbmetalle werden solche Elemente bezeichnet, die sowohl metallische als auch nichtmetallische Eigenschaften aufweisen. Zu den Halbmetallen zählen Arsen, Antimon und Selen.

Die Mobilität und Verfügbarkeit von Schwer- und Halbmetallen in Böden hängt von zahlreichen Faktoren ab: chemische Bindungsform, pH-Wert, Redoxpotenzial, Gehalt von organischen Kohlenstoffverbindungen und Tonmineralien in Böden, Anwesenheit von Komplexbildern usw. Allerdings sind viele dieser Faktoren im konkreten Fall meist nicht bekannt, oder deren Einfluss ist nicht exakt vorhersehbar. Für die Einschätzung der tatsächlichen Mobilität sind daher i.d.R. Elutions- und Extraktionsuntersuchungen erforderlich (siehe Anhang 3 dieser Arbeitshilfe).

### Spezies, chemische Formen (Beispiele):

#### Kationisch gebundene Schwer- und Halbmetalle, Wasserlöslichkeit<sup>15</sup>

Chloride:	gut wasserlöslich außer Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , CuCl
Nitrate:	gut wasserlöslich
Sulfate:	gut wasserlöslich außer PbSO <sub>4</sub>
Sulfide:	wasserunlöslich
Hydroxide:	Wasserlöslichkeit stark pH-abhängig
Oxide:	wasserunlöslich außer ZnO
Carbonate:	wasserunlöslich, jedoch durch Säuren zersetzbare
Cyanide:	Wasserlöslichkeit von der Bindungsform abhängig
Silikate:	wasserunlöslich

#### Anionisch gebundene, amphotere Schwer- und Halbmetalle, Wasserlöslichkeit

Antimonat (z.B. [Sb(OH) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> ):	z.T. gut wasserlöslich, hängt vom Kation ab
Arsenat (AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ):	Wasserlöslichkeit hängt vom Kation ab
Chromat (CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ):	gut wasserlöslich
Selenat (SeO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ):	gut wasserlöslich
Zinkat (z.B. [Zn(OH) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> ):	gut wasserlöslich

### Metallorganische Verbindungen

Quecksilber-organische Verbindungen (z.B. Methylquecksilber), cadmium-organische Verbindungen, blei-organische Verbindungen (z.B. Bleitetraethyl).

### Königswasserextrakt nach DIN ISO 11466:

Als Methode für die Bestimmung des Gesamtgehaltes anorganischer Schadstoffe wird in Anhang 1 Nr. 3.1.2 der BBodSchV der Königswasserextrakt nach DIN ISO 11466 genannt. Mit dem Königswasserextrakt können allerdings nicht alle Mineralien vollständig in Lösung gebracht werden. Insbesondere Blei- und Chrommineralien werden häufig nur teilweise aufgeschlossen. Elementares und organisch gebundenes Quecksilber kann sich verflüchten. Mineralien, die durch die Königswasserextraktion nicht in Lösung gebracht werden können, stellen i.d.R. auch keine Umweltgefährdung dar.

<sup>15</sup> Vereinfacht. Das Löslichkeitsverhalten kann in Böden und im Untergrund wesentlich anders sein als angegeben.

**QUELLE:**

BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (07.2003): Arbeitshilfe  
Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen – Anhang 2

## Schwer- und Halbmetalle (Fortsetzung)

### Einfluss des pH-Wertes:

Allgemein besteht bei niedrigen pH-Werten die höchste Löslichkeit (Ausnahme Selen). Amphotere Metalle wie z.B. Chrom und Zink sind bei höherem pH-Wert ebenfalls gut löslich.

### Mobilisierbarkeit in Böden:

Cadmium	kleiner pH 6,5
Zink	kleiner pH 6
Nickel	kleiner pH 5,5
Arsen, Chrom, Kupfer	kleiner pH 4,5
Blei, Quecksilber	kleiner pH 4

Das pH<sub>star</sub>-Verfahren [22] ist ein geeignetes Elutionsverfahren zur Beurteilung des Langzeitverhaltens bei bestimmten pH-Werten, z.B. pH 4.

### Einfluss des Redoxpotenzials:

Das Redoxpotenzial im Wasser und Boden wirkt sich auf die Oxidationsstufe von Schwer- und Halbmetallen aus und damit auch auf deren Mobilität und Toxizität (siehe Chrom(III) und Chrom(VI)). Die Mobilität kann sich bei einem Wechsel des Redoxpotenzials erhöhen oder erniedrigen. Daher können keine pauschalen Aussagen über die Mobilität von Schwer- und Halbmetallen bei einer Änderung des Redoxpotenzials getroffen werden. Beispiele:

*Oxide* von Schwermetallen sind unter oxidierenden Bedingungen i.d.R. stabil. Bei einem Wechsel zu reduzierenden Bedingungen werden diese gelöst und die Schwermetalle daher mobiler.

*Sulfate* von Schwer- und Halbmetallen werden unter reduzierenden Bedingungen zu Sulfiden reduziert. Sulfide von Schwer- und Halbmetallen sind i.d.R. schwerlöslich und daher weniger mobil.

In der BBodSchV ist für Böden kein Verfahren zur Bestimmung des Redoxpotenzials angegeben. Falls in Böden eine Änderung des Redoxpotenzials zu erwarten ist, sollen laut Anhang 1 Nr. 3.3 der BBodSchV weitere Extraktionsverfahren angewendet werden.

### Adsorptionsfähigkeit an Tonmineralien und Oxiden:

An Tonpartikeln findet meist eine schwache *unspezifische* Adsorption statt. An hydroxylierten Oberflächen von Eisen-, Mangan- und Aluminiumoxiden findet eine stärkere *spezifische* Adsorption statt. Die Adsorptionsneigung nimmt in folgender Reihenfolge ab: Quecksilber > Blei > Kupfer >> Zink > Nickel > Cadmium.

### Einfluss von Komplexbildnern

Komplexbildner im Boden sind z.B. Huminstoffe, aber auch Anionen wie Phosphate und Chloride (z.B. Chlorokomplexe mit Cadmium). Schwermetall-Humus-Komplexe können mobil oder immobil sein, je nach der Löslichkeit der Huminstoffe. Sind die Komplexbildner selbst löslich, können ausgefällte Schwermetallverbindungen wieder in Lösung gehen.

**QUELLE:**

BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (07.2003): Arbeitshilfe  
Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen – Anhang 2

## Schwer- und Halbmetalle (Fortsetzung)

### Einzelne Schwer- und Halbmetalle:

- Antimon (Sb): Halbmetall. Liegt im Boden meist als 3- oder 5-wertige Verbindung vor. Die Sb-Verbindungen, insbesondere Sb(III), wirken fast ebenso giftig wie die verwandten Arsen-Verbindungen. Trotzdem kommen Sb-Vergiftungen viel seltener vor, da die Sb-Salze die Magen- u. Darmwände wesentlich schwerer durchwandern als die Arsen-Salze.
- Arsen (As): Halbmetall. Liegt im Oberboden meist als 5-wertiges Arsenat vor. Die 3-wertige Form ist toxischer und mobiler als die 5-wertige. Aufgrund des relativ leichten Übergangs der 5-wertigen in die 3-wertige Form (und umgekehrt) ist jedoch eine analytische Bestimmung der Bindungsform i.d.R. nicht sinnvoll. Methylierte Arsenverbindungen sind weniger toxisch als anorganische Verbindungen.
- Blei (Pb): Blei liegt meist als 2-wertige Verbindung vor. Metallisches Blei wird im Boden zu Blei(hydroxy)carbonat und Bleisulfat oxidiert. Blei ist eher als die meisten anderen Spurenmetalle in der Lage, an Huminstoffe, Mangan- und Eisenoxide zu adsorbieren. Geringe Pflanzenverfügbarkeit. Die Löslichkeit von Blei(hydroxy)carbonat und Bleisulfat ist im pH-Bereich 6,5 bis 8,5 am geringsten. Erst bei pH-Werten unterhalb ca. 4 nimmt die Löslichkeit zu.
- Cadmium (Cd): Cadmium liegt meist als 2-wertige Verbindung vor. Cadmium ist im Boden relativ mobil und biologisch leicht verfügbar. Die Löslichkeit nimmt mit sinkendem pH-Wert zu. Cd kann durch Alkali- und Erdalkaliionen von Tonpartikeln und Huminstoffen verdrängt (desorbiert) werden. Daher bewirkt das Aufbringen von Kalidünger und Streusalz eine Mobilisierung von Cd.
- Chrom (Cr): Chrom liegt im Boden entweder in 3-wertiger, kationischer Form vor, d.h. als Chrom(III), oder es liegt als Chrom(VI) in anionischer Form vor (Chromat oder Dichromat). In Böden wird Chrom(VI) zu Chrom(III) reduziert, wobei die Umwandlung bei niedrigen pH-Werten und unter reduzierenden Verhältnissen rascher abläuft. Der Anteil von Chrom(VI) an Cr-Gesamt liegt i.d.R. deutlich unter 10%.  
Chrom(VI) ist wesentlich besser wasserlöslich als Chrom(III) und damit im Boden deutlich mobiler. Chrom (VI) ist zudem wesentlich toxischer (kanzerogen bei inhalativer Aufnahme). Chrom ist ein essentielles Spurenelement.  
Beim Nachweis von Chromverunreinigungen im Boden oder Gewässern (Analyse auf Chrom<sub>gesamt</sub>) sind zusätzliche Analysen auf Cr(VI) sinnvoll.
- Cobalt (Co): Cobalt liegt meist als 2-wertige Verbindung vor. Mit abnehmendem pH-Wert nimmt die Löslichkeit und Verfügbarkeit zu. Cobalt ist ein essentielles Spurenelement. Die Humantoxizität ist relativ gering.

**QUELLE:**

BUND-/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (07.2003): Arbeitshilfe  
Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen – Anhang 2

**Schwer- und Halbmetalle (Fortsetzung)**

- Kupfer (Cu): Kupfer liegt im Boden meist als 2-wertiges, seltener als 1-wertiges Kupfersalz vor. Die Löslichkeit und Pflanzenverfügbarkeit von Kupfer in Böden ist relativ gering, steigt jedoch bei pH-Werten kleiner 5 deutlich an. Kupfer kann stabile Komplexe bilden. Kupfer wirkt in erster Linie toxisch auf Bakterien, Pflanzen, Fische und Wiederkäuer. Für Säuglinge besteht eine erhöhte Toxizität. Aufgrund der relativ geringen Humantoxizität ist in der BBodSchV für den Pfad Boden→Mensch kein Prüfwert abgeleitet.
- Nickel (Ni): Nickel liegt meist als 2-wertige Verbindung vor. Das in Böden eingetragene Nickel kann zum Teil an Oxiden und Tonpartikeln immobilisiert werden. Eine Nickel-Mobilisierung kann durch pH-Werte unter 5,5 sowie durch lösliche organische Komplexbildner bewirkt werden. Nickel ist im Boden relativ mobil.
- Quecksilber (Hg): Quecksilber kann in Böden elementar auftreten. Weiterhin tritt Quecksilber in (1- und) 2-wertiger ionischer Form auf sowie (in geringem Umfang) organisch gebunden, z.B. als Methylquecksilber. Die Umwandlungsrate von ionisch gebundenem in organisch gebundenes Quecksilber ist in Böden allerdings gering. Die Mobilität von Quecksilber und Quecksilberverbindungen im Boden ist gering. Die Toxizität von elementarem Quecksilber ist bei oraler Aufnahme wesentlich geringer als die von ionisch vorliegendem Quecksilber. Quecksilberorganische Verbindungen wirken i.d.R. noch toxischer und sind sehr gut resorbierbar. Sofern Hinweise vorliegen, dass quecksilberorganische Verbindungen im Boden oder in Gewässern freigesetzt wurden, sind u.U. spezielle Analysen auf quecksilberorganische Verbindungen empfehlenswert.
- Selen (Se): Halbmetall. In durchlüfteten Böden liegt Selen in 4-wertiger oder 6-wertiger Form vor, unter reduzierenden Bedingungen in 2-wertiger oder elementarer Form. Die Mobilität der Selenverbindungen ist stark von der Bindungsform und vom pH-Wert abhängig. Im Gegensatz zu den meisten anderen Metallen nimmt die Löslichkeit oberhalb eines pH-Wertes von 5 zu! Selen und seine Verbindungen wirken stark toxisch.
- Zink (Zn): Zink liegt im Boden als 2-wertige Verbindung vor. Die Wasserlöslichkeit von Zink nimmt bei pH-Werten kleiner 6 zu, aufgrund des amphoteren Charakters ebenfalls bei hohen pH-Werten. Zink ist im Boden relativ mobil. Zink ist ein Spurenelement. Auf Tiere und Menschen wirkt Zink relativ wenig toxisch. In erster Linie wirkt es phytotoxisch. Daher ist in der BBodSchV für den Pfad Boden→Mensch kein Prüfwert abgeleitet.