



B-Planverfahren zum Baugebiet „Erweiterung Bannholzgraben“ in Viernheim

Baugrundvorerkundung mit geotechnischer und abfalltechnischer
Beratung

Auftraggeber

Magistrat der Stadt Viernheim
Amt für Stadtentwicklung und Umweltplanung
Kettelerstraße 3
68519 Viernheim

Bearbeiter

Frau A. K. Gödde, M. Sc.
Tel. +49 (0) 621 67 19 61-26
goedde@igb-ingenieure.de

Herr Dipl.-Ing. B. Haas
Tel.: +49 (0)621/67 19 61-16
haas@igb-ingenieure.de

Projektnummer

18-5049

Datum

17.07.2018

Anschrift

Heinigstraße 26 – 67059 Ludwigshafen am Rhein
Tel.: (06 21) 67 19 61 – 0
eMail: ludwigshafen@igb-ingenieure.de

INHALTSVERZEICHNIS

1	VORGANG, AUFGABENSTELLUNG, UNTERLAGEN	3
1.1	Vorgang, Aufgabenstellung.....	3
1.2	Unterlagen	3
2	VORHANDENE SITUATION UND GEPLANTE MASSNAHMEN	6
3	DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN	7
4	BAUGRUND	8
4.1	Baugrundaufbau	8
4.2	Bodenkennwerte.....	10
5	GRUNDWASSER	12
6	VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER	14
6.1	Untersuchungen zur Durchlässigkeit der anstehenden Böden	14
6.2	Empfehlungen zur Versickerung von Oberflächenwasser	16
6.3	Einfluss der Versickerung auf die benachbarte Bestandsbebauung.....	17
7	ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG	18
7.1	Untersuchungsumfang	18
7.2	Abfalltechnische Bewertung.....	18
7.3	Bodenschutzrechtliche Bewertung	20
8	EMPFEHLUNG ZUM KANALBAU	21
8.1	Gründung.....	21
8.2	Baugruben und Wasserhaltung.....	22
8.3	Wiederverfüllung Kanalgraben.....	23
9	EMPFEHLUNGEN ZUM STRASSENBAU	25
10	ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN ZUR BEBAUUNG.....	27

10.1	Allgemeine geotechnische Empfehlungen für den Bau ohne Unterkellerung.....	27
10.2	Allgemeine geotechnische Empfehlungen für den Bau mit Unterkellerung.....	28
10.2.1	Hinweise zu Baugruben	29
10.2.2	Hinweise zur Wasserhaltung.....	29
11	WEITERE HINWEISE	31
	ANLAGENVERZEICHNIS	32

1 VORGANG, AUFGABENSTELLUNG, UNTERLAGEN

1.1 Vorgang, Aufgabenstellung

Die Stadt Viernheim (AG) plant die Erweiterung des Baugebietes „Bannholzgraben“ in Viernheim. Mit der Aufstellung des Bebauungsplans ist das Büro PISKE, Ludwigshafen (Planer) betraut.

Als Basis für die Aufstellung des Bebauungsplanes und zur Vordimensionierung der Entwässerung ist die Durchführung einer Baugrundvorerkundung mit geotechnischer und abfalltechnischer Beratung erforderlich. Des Weiteren soll die grundsätzliche Versickerungsfähigkeit der Böden im geplanten Neubaugebiet festgestellt werden und erste Aussagen über den Baugrund zur geplante Wohnbebauung erfolgen.

Die IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH (IGB Rhein-Neckar) wurde von der Stadt Viernheim am 19.04.2018 zur Durchführung einer Baugrundvorerkundung beauftragt. Neben der Ausarbeitung eines geotechnischen und abfalltechnischen Berichtes soll eine vorgezogene Ausarbeitung eines versickerungstechnischen Berichtes durchgeführt werden.

Der 1. Bericht über die grundsätzliche Versickerungsfähigkeit der im Projektgebiet anstehenden Böden wurde bereits am 06.06.2018 vorgelegt. Der vorliegende Bericht vervollständigt den 1. Bericht um die abfalltechnischen Empfehlungen, Empfehlungen zum Kanal- und Straßenbau sowie eine grundsätzliche Gründungsberatung für die geplante Wohnbebauung.

1.2 Unterlagen

Zur Berichtslegung wurden folgende Unterlagen verwendet:

- [U 1] Stadt Viernheim, Bebauung „Erweiterung Bannholzgraben“, Städtebauliches Konzept (Variante 3), Maßstab 1: 1.000, Stand Dezember 2017, PISKE, Ludwigshafen
- [U 2] Datenauszug Maßstab 1: 2.000, Varianten der Zuwegung / Anbindung (Nordwest / Südost), Stadt Viernheim, 12.03.2018

- [U 3] Frühzeitige Behördenbeteiligung gemäß §4 Abs.1 BauGB zum Änderungsplan 24 zum Flächennutzungsplan sowie Bebauungsplan Nr. 291 „Erweiterung Bannholzgraben“, Stellungnahme der Stadtwerke Viernheim vom 20.04.2018
- [U 4] Landesgrundwasserdienst, Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden
- [U 5] ATV-DVWK- Arbeitsblatt 138; Versickerung von Oberflächenwasser
- [U 6] Hinweise zur Versickerung von Niederschlagswasser im Straßenraum, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2002
- [U 7] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTV E-StB 17, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2017
- [U 8] ZTV SoB-StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- [U 9] Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, TL SoB-StB, Ausgabe 2004, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- [U 10] Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen (LAGA-TR), Technische Regel der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Teil II: Technische Regel für die Verwertung (TR-Boden), Teil II: Stand 05.11.2004
- [U 11] Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ Hessen (Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel). Stand 10.12.2015
- [U 12] LAGA PN 98, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 32, 2001
- [U 13] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV), Ausfertigungsdatum 27.04.2009, zuletzt geändert am 02.05.2013

- [U 14] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist
- [U 15] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2012
- [U 16] DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015
- [U 17] Arbeitsblatt DWA-A 139 (Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen); DWA Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.;
- [U 18] Arbeitsblatt ATV-DWVK-A 127: Statische Berechnung von Abwasserkanälen und Leitungen, 3. Auflage, korrigierter Nachdruck 4/2008
- [U 19] Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2004

2 VORHANDENE SITUATION UND GEPLANTE MASSNAHMEN

Das Projektgebiet liegt im Osten des Baugebietes „Bannholzgraben“ in Viernheim. Die geplante Erweiterung hat Abmessungen von ca. 200 x 350 m [U 3], ist unbebaut und unversiegelt. Das Grundstück wird derzeit landwirtschaftlich genutzt (s. **Anlage 1**).

Nach derzeitigem Planungstand sind der Neubau von ca. 850 m Erschließungsstraßen sowie der zugehörigen Straßenentwässerung und eine Wohnbebauung durch Einzel- und Reihenhäusern vorgesehen. Die verkehrstechnische Anbindung der Baugebietserweiterung soll entweder im Südosten oder im Nordwesten durch einen ca. 160 m langen Straßenneubau erfolgen.

Zum vorgesehenen Straßen- und Kanalbau sowie zur Wohnbebauung liegt noch keine Planung vor.

Die Versickerung von anfallendem Oberflächenwasser soll in Versickerungsflächen stattfinden. Die Lage und Höhenanordnung der Versickerungsflächen steht derzeit noch nicht fest. In Abstimmung mit dem AG wurden daher zunächst allgemeine Aussagen zur Versickerungsfähigkeit der im Projektgebiet anstehenden Böden getroffen.

3 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN

Am 09., 14. und 15.05.2018 wurden die Feldarbeiten im Auftrag der IGB Rhein-Neckar durch die WST GmbH, Eppelheim (WST) ausgeführt. Die Erkundungsarbeiten umfassten:

- 8 kampfmitteltechnische Freimessung der Ansatzpunkte mit geringen Endtiefen von 3 – 4 m unter Gelände von der Geländeoberfläche (RKS 2, RKS 4, RKS 5, RKS 6, RKS 8, RKS 10, RKS 11 und RKS 12)
- 5 kampfmitteltechnische Freimessung der Ansatzpunkte mit größeren Endtiefen von 8 m unter Gelände mit Schneckenbohrungen (RKS 1, RKS 3, RKS 7, RKS 9 und RKS 13)
- 13 Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 13) bis zu 8 m unter Gelände,
- 7 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1, DPH 3, DPH 5, DPH 7, DPH 9, DPH 10 und DPH 13 bis zu 8 m unter Gelände.
- 2 Versickerungsversuche als Open-End-Test in ungesättigter Bodenzone
- 2 Versuche mit dem Ringinfiltrometer in den oberen Bodenschichten

Die Lage und Höhe der Aufschlüsse wurden eingemessen. Die Lage ist in **Anlage 2** dargestellt. Die Lithologie ist mit den Bohrprofilen in **Anlage 3** dargestellt. Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde (DPH) sind in Sondierdiagrammen in **Anlage 4** aufgetragen. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind als **Anlage 5** beigefügt.

Für bodenmechanische Laborversuche, für chemische Analysen und als Rückstellproben wurden durchgehend insgesamt 65 gestörte Bodenproben entnommen.

An drei Proben wurden durch die SBB Baustoffprüfung GmbH, Höheinöd bodenmechanische Laborversuche (3 Sieb-Schlämmanalysen) durchgeführt. Die Ergebnisse sind als **Anlage 6** beigefügt.

An zwei Bodenmischproben wurden durch das Labor Eurofins Umwelt West GmbH, Speyer chemische Analysen auf die Parameter der LAGA TR Boden durchgeführt. Die Ergebnisse sind als **Anlage 7** beigefügt.

4 BAUGRUND

4.1 Baugrundaufbau

Der festgestellte Baugrundaufbau im Bereich der geplanten Maßnahme kann anhand der aktuellen Aufschlüsse wie folgt vereinfachend zusammengefasst werden:

1 a aufgefüllter Oberboden

Der stellenweise, d.h. in RKS 1, RKS 4, RKS 5 und RKS 8, mit Fremd Beimengungen erkundete durchwurzelte Oberboden wurde bis zu einer Mächtigkeit von 0,4 m bis 0,9 m als hell- bis dunkelbrauner Sand festgestellt. Die Zusammensetzung schwankt örtlich von schwach schluffigen bis zu schwach kiesigen Fein- bis Mittelsanden. Als anthropogene Beimengungen wurden geringe Mengen Ziegelbruch festgestellt. Das Material ist als Boden mit $\leq 10\%$ mineralischen Fremdbestandteilen einzustufen.

Die Böden können nach DIN 18196 den Bodengruppen [OH] und [SU] zugeordnet werden.

1 b Oberboden

Neben der Schicht 1 a stehen überwiegend, d.h. bei RKS 2, RKS 3, RKS 6, RKS 7 und RKS 9 bis RKS 13, dunkelbraune Oberböden an. Diese wurden bis in Tiefen zwischen 0,4 m und 0,8 m unter Gelände aufgefunden. Durch die landwirtschaftliche Nutzung sind die Oberböden flächig im oberen Schichtbereich umgelagert. Die Oberböden setzen sich meist aus schwach tonigen, schluffigen bis stark schluffigen Fein- und Mittelsanden zusammen, die stellenweise zudem schwach kiesig oder schwach humos sind.

Die bodenmechanischen Laborversuche ergaben für die Probe RKS 12 (0,0 - 0,4 m) aus dem Oberboden einen Schluffanteil von 30 M.-% und ein Tonanateil von 6%.

Die Böden können nach DIN 18196 den Bodengruppen OH, SU und SU* zugeordnet werden.

2 Schluffe und schluffige Sande

Unter den Oberböden (Schicht 1a und 1b) stehen überwiegend, d.h. mit Ausnahme von RKS 12+13, stark sandige Schluffe mit steifer bis halbfester Konsistenz oder schluffige

bis stark schluffige Sande an. Der bodenmechanische Laborversuch ergab für die Probe RKS 3 (0,5 – 1,2 m) einen Feinkornanteil ($d < 0,063$ mm) von 26 M.-%.

Untergeordnet d.h. in RKS 12 und RKS 9 liegt eine geringe Schluffbeimengung vor. An der entsprechenden Probe RKS 9 (1,2 – 2,3 m) ergab sich einen Feinkornanteil von 8 %.

Die Mächtigkeit der Schluffe und schluffigen Sande schwankt zwischen 0,3 m und 1,9 m. Die Schichtunterkante reicht in Tiefen bis zu 2,3 m unter der Geländeoberkante.

Vereinzelt, d.h. in RKS 1, lag in einer Tiefe von 0,8 m bis 1,1 m unter der Geländeoberkante ein aufgefüllter Schluff vor. Es handelt sich dabei um einen stark sandigen Schluff dem geringe Mengen Ziegelbruchstücke beigemischt sind.

Die Schlagzahlen n_{10} der DPH (s. **Anlage 4**) liegen im Bereich der Schluffe und der schluffigen Sande zwischen 2 und 6 und bestätigen die in Feldansprache festgestellte steife bis halbfeste Konsistenz der Schluffe bzw. zeigen eine locker bis mitteldichte Lagerung der schluffigen Sande.

Der Boden kann nach DIN 18196 den Bodengruppen UL, SU und SU* (vereinzelt [UL]) zugeordnet werden.

3 Sande

Bis zu den Endtiefen der bis zu 8 m tiefen Aufschlüsse folgen flächig Sande mit unterschiedlicher Kornzusammensetzung. Das Spektrum reicht von enggestuften Feinsanden bis hin zu weitgestuften, teilweise kiesigen, Sanden.

Die Schlagzahlen n_{10} der DPH (s. **Anlage 4**) lagen innerhalb der Sande uneinheitlich zwischen 0 und 14, was auf teils sehr lockere und teils mitteldichte Lagerungen schließen lässt. Besonders im östlichen Bereich des Baugebiets (vgl. DPH 7) muss der Boden mit Schlagzahlen von $n_{10} \leq 1$ in Tiefen von etwa 2,3 m bis 5,5 m als sehr locker gelagert eingestuft werden. Des Weiteren sind lockere Lagerungen vor allem im Westen (DPH 1) und im Norden (DPH 9) des Gebietes in Tiefen zwischen etwa 2,5 m und 5,5 m anzutreffen.

Die Böden können nach DIN 18196 den Bodengruppen SE, SI und SW zugeordnet werden.

4.2 Bodenkennwerte

Auf Grundlage der Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche sowie unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für erdstatische Berechnungen gemäß DIN 1054 die in **Tabelle 1** angegebenen charakteristischen Werte der Bodenkenngrößen in Ansatz gebracht werden.

Bodenart	Wichte		Scherfestigkeit	
	feucht γ_k kN/m ³	unter Auftrieb γ'_k kN/m ³	Reibungs- winkel φ'_k °	Kohäsion c'_k kN/m ²
1 a und 1 b aufgefüllter Oberboden/ Oberboden	18	8	nicht relevant	
2 Schluffe und schluffige Sande	20	10	27,5	0 / 2*
3 Sande, locker	18	10	30	0
Sande, mitteldicht	19	11	35	0

*bei Schluffen mit mindestens steifer Konsistenz

Tabelle 1: Charakteristische Werte der Bodenkenngrößen

Für die im Projektgebiet anstehenden Böden können die folgenden geotechnischen Einstufungen vorgenommen werden:

Bodenart	Bodengruppen DIN 18196	Bodenklasse gem. alter Nor- mung (DIN 18300)	Frostempfindlichkeitsklasse gemäß ZTV E-StB 09
1 a und 1 b Oberboden	[OH], [SU], OH, SU, SU*	1	F 3
2 Schluffe und schluffige Sande	UL, SU, SU* [UL]	2 ²⁾ , 3 -5	(F2, F 3) ¹⁾
3 Sande	SW, SE, SI	3, 4	F 1

F 1: nicht frostempfindlich
 F 2: gering bis mittel frostempfindlich
 F 3: sehr frostempfindlich

- 1) abhängig vom Feinkornanteil und der Ungleichförmigkeitszahl gem. ZTV E-StB 17
 2) bei Wasserzutritt

Tabelle 2: Bodengruppen, Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen

5 GRUNDWASSER

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten am 09.05.2018, 14.05.2018 und 15.05.2018 wurden in RKS 4, RKS 5 und RKS 11, welche bis 3 m unter Gelände abgeteuft wurden, bis zu den jeweiligen Endtiefen kein Grundwasser angetroffen.

In den restlichen tiefer reichenden Aufschlüssen RKS 1 bis RKS 3, RKS 6 bis RKS 10, RKS 12 und RKS 13 wurde zum Zeitpunkt der Erkundung das Grundwasser zwischen 2,60 m und 3,5 m unter Gelände angetroffen, entsprechend 93,87 m ü. NN bis 94,65 m ü. NN.

Ansatzpunkt	GWM-Stand u. GOK [m]	GWM-Stand [m ü NN]
RKS 1	3,5	94,18
RKS 2	3,5	93,99
RKS 3	2,8	94,65
RKS 4	-	-
RKS 5	-	-
RKS 6	2,8	94,53
RKS 7	2,7	94,35
RKS 8	2,9	94,45
RKS 9	2,6	94,48
RKS 10	2,8	94,64
RKS 11	-	-
RKS 12	3,2	93,87
RKS 13	3,5	93,87

Tabelle 3: Grundwasserstände im Projektgebiet

Der erkundete Grundwasserstand im Projektgebiet liegt anhand o.g. Daten im Mittel bei $GW_{\text{mittel}} = \text{ca. } 94,30 \text{ m ü. NN}$. Es handelt sich hierbei um teileingespiegelte Wasserstände – d.h. keine Ruhegrundwasserstände.

Im Grundwasserhöhenplan [U 4] lässt sich im Bereich der rd. 850 m nordöstlich gelegenen Grundwassermessstelle GWM 544239 eine Grundwasserhöhe von ca. 94,50 m ü. NN abtragen. Die GWM liegt etwa auf der gleichen Grundwasserhöhenlinie wie das Projektgebiet.

In der Grundwassermessstelle GWM 544239 wurde in [U 4] am 10.08.1953 ein maximaler Grundwasserstand von 96,27 m + NN dokumentiert. Die Daten der GWM können aufgrund der Lage auf der gleichen Grundwasserhöhenlinie gut auf das Projektgebiet übertragen werden. Anhand der o.g. Daten kann ein Bemessungswasserstand für die

Straßen- und Kanalbaumaßnahmen im Projektgebiet von **$\text{GW}_{\text{max}} = 96,50 \text{ m} + \text{NN}$** angegeben werden.

Der mittlere Grundwasserstand wird in [U 4] mit $94,59 \text{ m} + \text{NN}$ angegeben. Aus dem mittleren Grundwasserstand kann der mittlere höchste Grundwasserstand (MHGW) mit **ca. $95 \text{ m} + \text{NN}$** abgeleitet werden.

6 VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER

6.1 Untersuchungen zur Durchlässigkeit der anstehenden Böden

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit der anstehenden Böden wurden Versickerungsversuche V1 – V4 im westlichen Bereich des NBG (s. **Anlage 2**) mit dem Ringinfiltrrometer nach DIN 19682 Blatt 7 und als Open-End-Test durchgeführt. Die Ergebnisprotokolle sind als **Anlage 5** beigefügt.

Die Ringinfiltrrometerversuche liefern als Ergebnis eine Infiltrationsrate, welche gem. Sieker mit dem Faktor 2 näherungsweise in Durchlässigkeitsbeiwerte k_f umgerechnet werden können. Mit den Open-End-Tests können direkt die Durchlässigkeitsbeiwerte k_f nach Prinz ermittelt werden.

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind in nachstehender **Tabelle 4** zusammengestellt.

Versuch	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
V 1 Ringinfiltrrometer in 0,1 m Tiefe – Sand, schluffig; Oberboden (Schicht 1 b)	$6,06 \times 10^{-5}$
V 2 Ringinfiltrrometer in 0,5 m Tiefe – Feinsand, schwach schluffig (Schicht 2)	$1,56 \times 10^{-4}$
V 3 (1. Open-End-Test in 1,5 m Tiefe) – Feinsand (Schicht 3)	$2,24 \times 10^{-5}$
V 4 (2. Open-End-Test in 1,5 m Tiefe) – Feinsand (Schicht 3)	$5,27 \times 10^{-5}$

Tabelle 4: Zusammenstellung der ermittelten Durchlässigkeiten k_f

Der Durchlässigkeitsbeiwert k_f im Oberboden (Schicht 1 b) liegt bei V1 bei ca. $6,1 \times 10^{-5}$ m/s. Nach DIN 18130-1 ist der Oberboden als durchlässig einzustufen und nach dem DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138 für die Ausbildung von Versickerungsanlagen geeignet.

Der Durchlässigkeitsbeiwert k_f im schwach schluffigen Feinsand (Schicht 2) liegt bei V2 bei ca. $1,6 \times 10^{-4}$ m/s. Nach DIN 18130-1 ist der schwach schluffige Feinsand als durch-

lässig einzustufen und nach dem DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138 für die Ausbildung von Versickerungsanlagen geeignet.

Der Durchlässigkeitsbeiwert k_f im Feinsand (Schicht 3) liegt bei V3 und V4 im Bereich von $2,2$ und $5,3 \times 10^{-5}$ m/s. Nach DIN 18130-1 ist der Feinsand als durchlässig einzustufen und nach dem DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138 für die Ausbildung von Versickerungsanlagen geeignet.

Mit Hilfe der Formeln nach USBR und von Mallet/Pasquant wurden für drei Bodenproben zusätzlich die Durchlässigkeitsbeiwerte anhand der Korngrößenverteilung (s. **Anlage 6**) errechnet. Hierbei ergeben sich folgende Werte:

- RKS 12 (0,00 m – 0,40 m); Oberboden, Schicht 1 b: ca. $k_f = 3,1 \times 10^{-7}$ m/s
- RKS 3 (0,50 m – 1,20 m); schluffige Sande, Schicht 2: ca. $k_f = 2,3 \cdot 10^{-7}$ m/s
- RKS 9 (1,20 m – 2,30 m); Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, Schicht 3: ca. $k_f = 5,0 \times 10^{-5}$ m/s

Die berechneten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen in der Probe RKS 12 (0,00 m – 0,40 m) aus dem Oberboden, Schicht 1b bei $3,1 \times 10^{-7}$ m/s. Die auftretenden bindigen Oberböden sind als schwach durchlässig einzustufen.

In der Probe RKS 3 (0,50 m – 1,20 m) aus den schluffigen Sanden, Schicht 2 liegt die errechnete Durchlässigkeit bei ca. $2,3 \cdot 10^{-7}$ m/s. Diese Böden sind ebenfalls als schwach durchlässig einzustufen.

Damit wären die anhand der Korngrößenverteilung abgeschätzten k_f -Werte nach dem DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138 nicht für eine Versickerung geeignet. In diesen Böden stauen die Versickerungsanlagen lange ein.

Der in der Probe RKS 9 (1,20 m – 2,30 m) berechnete Durchlässigkeitsbeiwert bestätigt die Ergebnisse der in Schicht 3 durchgeführten Versickerungsversuche V3 und V4 und damit die Einstufung des Bodens als durchlässigen Sand, sowie dessen Eignung für die Ausbildung von Versickerungsanlagen.

6.2 Empfehlungen zur Versickerung von Oberflächenwasser

Soll Niederschlag zur Versickerung gebracht werden, sind Belange des Boden- und Grundwasserschutzes zu berücksichtigen. Es darf zu keinen Beeinträchtigungen, bzw. schädlichen Veränderungen der Schutzgüter Boden und Grundwasser kommen.

Neben der Durchlässigkeit der Böden im Sickerraum ist der Abstand der Versickerungseinrichtung zum Grundwasserspiegel von Bedeutung. Es ist ein Mindestabstand von 1 m von der Unterkante der Versickerungseinrichtung bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) vorzusehen [U 5]. In **Kapitel 5** wurde für das Projektgebiet ein MHGW von rd. 95,00 m + NN hergeleitet. Dementsprechend kann die Unterkante der Versickerungseinrichtung bis zu 96,00 m + NN zum Liegen kommen.

Bei k_f -Werten von kleiner 10^{-6} m/s sind gem. [U 5] ergänzende Ableitungsmöglichkeiten vorzusehen, da in diesem Fall die Versickerungsanlagen zu lange einstauen. Dadurch können anaerobe Verhältnisse im Sickerraum auftreten, die das Rückhalte- und Umwandlungsvermögen weiter ungünstig beeinflussen.

Den Schluffen und schluffigen Sanden der Schicht 2 ist ein k_f -Wert deutlich kleiner 1×10^{-6} m/s zuzuordnen. Nur vereinzelt d.h. in RKS 12 liegt ein schwach schluffiger Feinsand mit einer etwas höheren Durchlässigkeit (s. **Kapitel 6.1**) vor. Dieser Wert kann nicht flächig auf das Projektgebiet übertragen werden. Die Schluffe und schluffigen Sande der Schicht 2 eignen sich insgesamt nicht zur Versickerung. Die Böden sind im Bereich der Versickerungseinrichtung durch geeignetes gut durchlässiges Bodenmaterial (SW, GW nach DIN 18196 mit k_f -Wert $> 1 \times 10^{-4}$) auszutauschen.

Der bereichsweise anstehende sandig geprägte Oberboden 1b (Durchlässigkeitsbeiwert $6,1 \times 10^{-6}$ m/s, s. **Kapitel 6.1**) kann ohne besondere Maßnahmen nicht zur Auskleidung der Versickerungseinrichtung verwendet werden. Aufgrund der zu geringen Durchlässigkeit empfehlen wir vor der Verwendung eine Aufbereitung des Oberbodens durch Zugabe von 20% - 40% weitgestuftem Sand (SW nach DIN 18196). Festlegung durch den geotechnischen Sachverständigen im Zuge der Ausführung. Darüber hinaus sind die Empfehlungen aus Kapitel 7 aufgrund der Bodenbelastungen zu berücksichtigen.

Der aufgefüllte Oberboden 1a ist aufgrund der Fremdanteile nicht zur Wiederverwendung in den Versickerungsanlagen geeignet. Beim Abtrag ist eine entsprechende Separierung der Oberböden erforderlich.

Die Sohlen der Versickerungseinrichtungen sollten in den Sanden (Schicht 3) zum Liegen kommen. Für die Bemessung der Versickerungseinrichtungen kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse in **Kapitel 6.1** ein k_f -Wert von ca. 2×10^{-5} m/s angesetzt werden.

Als Versickerungseinrichtungen kommen Mulden und Rigolen in Frage. Nach Festlegung der endgültigen Lage und Art der Versickerungseinrichtung sind die getroffenen Empfehlungen durch den geotechnischen Sachverständigen nochmals zu überprüfen.

In der Ausführungsphase sind die Sohlen der Versickerungseinrichtung durch den geotechnischen Sachverständigen abzunehmen. Treten bindige Böden in der Sohle der Versickerungseinrichtung auf, sind diese durch geeignetes gut durchlässiges Bodenmaterial (SW, GW nach DIN 18196 mit k_f -Wert $> 1 \times 10^{-4}$) zu ersetzen.

Die Versickerungseinrichtung sollte gem. [U 6] mindestens 6 m entfernt von bestehender oder geplanter Bebauung mit Unterkellerung angeordnet werden.

Im Bereich der geplanten Versickerungseinrichtung sollte während der Baumaßnahmen keine Belastung z.B. durch Aushubmaterial oder Baustraßen aufgebracht werden, da durch die Belastung eine Verdichtung des Bodens stattfindet und die Durchlässigkeit sich verschlechtert.

6.3 Einfluss der Versickerung auf die benachbarte Bestandsbebauung

Bei Ausführung einer Mulden- oder Rigolenversickerung gem. den in **Kapitel 6.2** getroffenen Empfehlungen stellt sich innerhalb der durchlässigen Sande (Schicht 3) nur ein sehr geringer und örtlich begrenzter Anstieg des Grundwasserspiegels ein. Wenn die Versickerungseinrichtung gem. [U 6] mindestens 6 m entfernt von bestehender oder geplanter Bebauung mit Unterkellerung angeordnet wird, ist nicht mit einem schädigenden Einfluss der Versickerungseinrichtung auf die benachbarte Bestandsbebauung zu rechnen.

7 ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

7.1 Untersuchungsumfang

Bei der Erstellung des Kanalgrabens und bei der Erstellung der Verkehrswege im Projektgebiet sind der Oberboden und die Schluffe und schluffigen Sande als Grabenaushub bzw. nicht tragfähige Schicht im Straßenaufbau zu entfernen. Zur orientierenden Voreinstufung der anfallenden Böden wurden diese Bodenschichten abfalltechnisch untersucht.

Aus dem Oberboden (Schicht 1a und 1b) und den Schluffen (Schicht 2), welche aus geotechnischen Gründen (s. **Kapitel 6**) nicht vor Ort verwertet werden können, wurden folgende Laborproben hergestellt und umfangreich auf die Parameter der LAGA TR Boden 2004 [U 10] untersucht:

- **MP Oberboden:** RKS 1 (0,0-0,8) + RKS 2 (0,0-0,4) + RKS 3 (0,0-0,5) + RKS 4 (0,0-0,9) + RKS 5 (0,0-0,4) + RKS 6 (0,0-0,5) + RKS 7 (0,0-0,6) + RKS 8 (0,0-0,6) + RKS 9 (0,0-0,4) + RKS 10 (0,0-0,5) + RKS 11 (0,0-0,8) + RKS 13 (0,0-0,8)
- **MP Schluffe:** RKS 1 (1,1-1,7) + RKS 2 (0,4-1,1) + RKS 4 (0,9-1,4) + RKS 5 (0,7-1,4) + RKS 6 (0,5-1,2) + RKS 7 (0,6-0,9) + RKS 8 (0,6-0,9) + RKS 9 (0,4-1,2) + RKS 10 (0,5-1,3) + RKS 11 (0,8-1,5)

7.2 Abfalltechnische Bewertung

Die abfallrechtliche Bewertung erfolgt anhand der LAGA TR Boden (2004) [U 10] bzw. des in Hessen gültigen Merkblatts „Entsorgung von Bauabfällen“ [U 11]. Die Ergebnisse der chemischen Analytik, d.h. auffällige Parameter sowie Einstufung, sind in folgender **Tabelle 5** zusammengestellt und bewertet. Hierbei wird für den Oberboden die Bodenart „Sand“ und für die Schluffe die Bodenart „Lehm/Schluff“ zu Grunde gelegt.

Aufschluss	auffällige Parameter	Konzentration /
		Voreinstufung gem. Merkblatt [U 11][U 10]
MP Oberboden	Arsen	19,0 mg/kg TS / Z 1
	Cadmium	0,5 mg/kg TS / Z 0*
	Chrom	90 mg/kg TS / Z 0*
	Quecksilber	0,11 mg/kg TS / Z 0*
	TOC	1,1 Ma.-% TS / Z 1
MP Schluffe	Arsen	36,9 mg/kg TS / Z 1

Tabelle 5: Zusammenstellung der bewerteten Ergebnisse der chemischen Analysen

Der vollständige Analysenbericht ist in **Anlage 7** beigelegt.

Die Probe MP Oberboden weist eine Überschreitung des Zuordnungswertes nach LAGA TR Boden 2004 [U 10] bei den Parametern Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber und TOC im Feststoff auf und ist in die Einbauklasse Z 1.1 einzustufen.

Die Probe MP Schluffe weist eine Überschreitung bei Arsen im Feststoff auf und ist ebenfalls in die Einbauklasse Z 1.1 einzustufen.

In den beiden vorgenommenen abfalltechnischen Voruntersuchungen erweist sich jeweils der Arsengehalt als einstufigsrelevant. Es ist anzunehmen, dass die erhöhten Arsengehalte geogen bedingt sind. Im Falle einer Verwertung in Baumaßnahmen, bei denen ebenfalls eine geogen bedingt erhöhte Hintergrundbelastung vorliegt, ist – eine entsprechende Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde vorausgesetzt – eine Verwertung in einer günstigeren Einbauklasse denkbar.

Bei den vorgenommenen abfalltechnischen Prüfungen handelt es sich um abfalltechnische Voreinstufungen auf der Basis von punktuellen Aufschlüssen, die den Anforderungen einer repräsentativen Probenahme im Sinne des LAGA-Merkblatts PN 98 [U 12] nicht gerecht werden können.

Im Falle einer Entsorgung durch Deponierung oder Verwertung genügen die vorgenommenen Analysen daher in der Regel nicht den Anforderungen an eine repräsentative Deklarationsanalyse. Inwieweit die abfalltechnischen Voreinstufungen bei der Abfalldeklaration anerkannt werden können, ergibt sich aus der jeweiligen Anlagengenehmigung des Verwerter oder der Deponie.

7.3 Bodenschutzrechtliche Bewertung

Für die bodenschutzrechtliche Bewertung der untersuchten Böden wird die BBodSchV [U 14] herangezogen.

Zur Bewertung der Oberböden und der Schluffe wird die relevante sensibelste Nutzung als Kinderspielflächen für den Wirkungspfad Boden-Mensch zu Grunde gelegt. Die Prüfwerte der BBodSchV werden in beiden Proben eingehalten. Deshalb ist eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch nicht gegeben.

Für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser werden die entsprechenden Prüfwerte mit den sehr niedrigen Arsengehalten im Eluat ebenfalls eingehalten, weshalb eine Gefährdung des Grundwassers nicht zu erwarten ist.

8 EMPFEHLUNG ZUM KANALBAU

8.1 Gründung

Der Kanal soll über eine Trasse durch das Flurstück 445 an das bestehende Kanalnetz angeschlossen werden. Hierfür steht der Schacht 2460 in der Schwester-Paterna-Allee westlich des Projektgebietes zur Verfügung. Der Deckel des Schachtes liegt auf einer Höhe von 98,47 m ü. NN; gem. [U 3] sollen alle Straßen im Projektgebiet auf mindestens dieser Höhe liegen. Die Sohle des Schachtes befindet sich etwa 4,0 m unter der Geländeoberfläche bei 94,44 m ü. NN.

Unter der Annahme, dass das Gefälle der Kanalsohle bei etwa 5 ‰ liegt, wird die Kanalsohle voraussichtlich auf Höhen zwischen rd. 94,5 m ü. NN im Westen und 95,5 m ü. NN in den übrigen Ecken des Projektgebietes liegen. Mit einer angenommenen Bettungsschicht von 0,3 m liegt die Kanalgrabensohle somit zwischen etwa 94,2 m ü. NN und 95,2 m ü. NN. Gemäß den durchgeführten Aufschlüssen stehen hier flächig die Sande der Schicht 3 an. Liegt ein höheres Gefälle der Kanalsohle vor, so ist damit zu rechnen, dass die Kanalgrabensohle vor allem im Bereich der Aufschlüsse RKS 3 und RKS 6 bis RKS 9 die Schicht 2 der Schluffe und schluffigen Sande tangiert.

Die DIN EN 1610 [U 16] sieht drei verschiedene Bettungstypen vor, die sich nach dem anstehenden Boden in der Grabensohle richtet. Anhand der Randbedingungen wird eine Bettung nach Typ 1 (Regelausführung nach ATV-DVWK-A139) empfohlen.

Liegt die Kanalgrabensohle in den Sanden (Schicht 3), können diese verbleiben und sind nachzuverdichten. Eine zusätzliche Bettungsschicht könnte dort entfallen. Im Bereich der Schluffe und schluffigen Sande (Schicht 2) empfehlen wir diese zusätzlich um 0,3 m auszukoffern und durch geeignetes, natürliches Material, wie Schotter 0/32 oder Kies (Gl, GW) als Gründungsschicht zur Vergleichmäßigung der Auflagerbedingungen zu ersetzen. Eine Bettungsschicht ist dort anzuordnen. Recyclingmaterial darf aufgrund des Grundwasserstandes GW_{max} in dieser Tiefenlage nicht verwendet werden. Die Grabensohle ist durch den geotechnischen Sachverständigen abzunehmen.

Die Filterstabilität der Bettungsschicht und Gründungsschicht zum anstehenden Boden ist zu gewährleisten, damit es nicht zu Erosion (Abtransport von Bodenmasse) oder Suffosion (Eintrag von Feinanteilen) kommt.

Die angenommenen Tiefenlagen der Kanäle ist durch den Objektplaner im Zuge der weiteren Planungsschritte zu verifizieren. Bei Abweichungen ist der geotechnische Sachverständige zu informieren. Wir empfehlen nach Vorlage der Planung die geotechnischen Empfehlungen zu überprüfen und ggfs. fortzuschreiben.

8.2 Baugruben und Wasserhaltung

Grundsätzlich ist die Herstellung der Kanalgräben geböscht möglich. Hierbei ist ein Böschungswinkel von 45° einzuhalten. Aufgrund der Tiefe des Kanals und der Lage unterhalb der Fahrbahn wird jedoch der Einbau der neuen Kanalrohre in einem verbauten Graben empfohlen. Für den Verbau des Grabens kommt ein herkömmlicher waagrechter / senkrechter Normverbau nach DIN 4124 in Betracht. Alternativ sind auch geprüfte und zugelassene, in vielen Varianten zur Verfügung stehende, großflächige Grabenverbaueinheiten einsetzbar, die auf die jeweiligen Anforderungen (u. a. Tiefenlage, Grabenbreite, Leitungskreuzungen) abgestimmt werden können, als Grabenverbau möglich.

Die letztendlich auszuführende Variante des Grabenverbaus wird sich im Rahmen der Ausschreibung und anhand der jeweiligen Marktbedingungen ergeben, muss aber in jedem Fall auf die technischen Anforderungen abgestimmt sein und dahingehend bewertet und geprüft werden.

Bezüglich der Bemessung des zu verbauenden Kanalgrabens wird auf die DIN 4124, die DIN EN 1610, die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben EAB und auf sonstige einschlägige Vorschriften verwiesen.

Bei Vorliegen eines Grundwasserspiegels wie zum Zeitpunkt der Erkundung mit $GW_{\text{mittel}} = 94,30$ m ü. NN (s. **Kapitel 5**) liegt der Wasserspiegel bis zu rd. 0,4 m über der Kanalgrabensohle. Nach dem DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 139 [U 17] ist eindringendes Grundwasser und anfallendes Oberflächenwasser durch geeignete Wasserhaltung aus dem Leitungsgraben soweit zu entfernen, dass eine planmäßige Lagerung und Bettung der Rohre erfolgen kann. Das Grundwasser muss demnach bis 0,5 m unter die Kanalgrabensohle abgesenkt werden. Die Grundwasserabsenkung kann mit einer geschlossenen Wasserhaltung mit z.B. Spüllanzen oder Tiefendrainage erfolgen.

Sollte unerwartet der GW_{max} mit 96,5 m ü. NN eintreten, ist, um die Kanalsohle und die Ausgleichsschicht fachgerecht herstellen zu können, eine Absenkung des Grundwassers um rd.

2,5 m notwendig. Dies kann nur noch mit einer geschlossenen Wasserhaltung mittels Tiefbrunnen erfolgen. Alternativ können die Arbeiten bei Eintreten des GW_{max} unterbrochen werden und der Kanalgraben für die Dauer der Hochwasserstände geflutet werden. Wir empfehlen, die Wasserstände vor und während der Ausführung zu beobachten. Alle Wasserhaltungsarbeiten und auch eine zeitweise Flutung sind frühzeitig zu planen. Für das Betreiben der Wasserhaltung und das Ableiten des geförderten Grundwassers ist im Vorfeld eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Die Einleitstelle des bauzeitlich geförderten Wassers ist zu klären.

Die angenommenen Tiefenlagen der Kanäle ist durch den Objektplaner im Zuge der weiteren Planungsschritte zu verifizieren. Bei Abweichungen ist der geotechnische Sachverständige zu informieren. Wir empfehlen nach Vorlage der Planung die geotechnischen Empfehlungen zu überprüfen und ggfs. fortzuschreiben.

8.3 Wiederverfüllung Kanalgraben

Die im Zuge der Herstellung des Kanalgrabens ausgehobenen Oberböden (Schichten 1 a und 1 b) sowie die Schluffe und schluffigen Sande (Schicht 2) sind für den Wiedereinbau in der Leitungszone grundsätzlich nicht geeignet. Für die eingesetzten Bettungsmaterialien sind die Anforderungen der DIN EN 1610 [U 16] einzuhalten.

Zur Hauptverfüllung des Kanalgrabens sind die Oberböden (Schichten 1 a und 1 b) nicht und die Schluffe und schluffigen Sande (Schicht 2) ohne besondere Maßnahmen nicht geeignet. Es sind lediglich die anstehenden Sande (Schicht 3) zur direkten Wiederverfüllung geeignet.

Als Liefermaterial zur Hauptverfüllung empfehlen wir die Verwendung der Bodengruppen GW, GE, GI, SW, SE, SI, SU, GU nach DIN 18196, wobei der Feinkornanteil auf 10 % beschränkt bleiben sollte. Der Einsatz von Recyclingmaterial darf nur bis 1 m oberhalb des GW_{max} d.h. bis 97,50 m ü NN erfolgen. Die geotechnische und umwelttechnische Eignung des Liefermaterials ist vor der Anlieferung nachzuweisen. Die umwelttechnischen Anforderungen (Festlegung der relevanten Einbauklasse) können erst nach fortgeschrittener Planung (Pflaster oder Asphaltbauweise) festgelegt werden.

Die Schluffe und schluffigen Sande (Schicht 2) können alternativ mittels einer Bodenverbesserung zur Verwendung in der Hauptverfüllung ertüchtigt werden. Eine Bodenverbesserung

mit Bindemitteln führt zu einer besseren Verdichtungsfähigkeit des anstehenden Bodens und ermöglicht den fachgerechten Einbau.

Hierzu ist ein Mischbindemittel (30 % Kalk / 70 % Zement) zu empfehlen. Als Bindemittelmenge wird zunächst ein auf Erfahrungen beruhender Wert von 3 % vorgeschlagen. Vor Beginn der Bodenverbesserung ist eine Eignungsprüfung am betroffenen Bodenmaterial durchzuführen. Das Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln [U 19] ist zu beachten.

Da der Kanal innerhalb einer Verkehrsfläche liegt, sind im Hinblick auf die Verdichtung der Kanalgrabenverfüllung die Anforderungen gemäß Kapitel 4.3.2 der ZTV E-StB 17 [U 7] zu beachten. Für die Hauptverfüllung des Kanalgrabens ist bei Verwendung eines nichtbindigen Materials für die Zone bis 0,5 m unterhalb des Planums ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100$ % nachzuweisen.

Der Nachweis der geforderten Verdichtung und Tragfähigkeit auf dem Planum ist nach den Erfordernissen der ZTV E-StB 17 zu führen. Die ordnungsgemäße Verdichtung der Einbaumassen ist durch geeignete Feldversuche (z. B. Plattendruckversuche, Dichtebestimmungen) zu kontrollieren. Rammsondierungen dienen nicht dem Nachweis des Verdichtungsgrades, sondern dem Nachweis der Homogenität der Verdichtung. Sie ersetzen Dichtebestimmungen demnach nicht, sondern ergänzen diese nur.

Der Einsatz einer geotechnischen sowie umwelttechnischen Fachbauüberwachung als Fremdüberwachung wird empfohlen. Die zur Verfüllung vorgesehenen Materialien sind vor Einbau durch die Fachbauüberwachung freizugeben.

9 EMPFEHLUNGEN ZUM STRASSENBAU

Die Höhenlage der neuen Verkehrswege liegt gemäß den Vorgaben der Stadtwerke Viernheim [U 3] bei mindestens 98,47 m ü NN, entsprechend etwa 0,8 m bis etwa 1,4 m über dem derzeitigen Geländeniveau. Die Annahmen sind durch den Objektplaner im Zuge der weiteren Planungsschritte zu verifizieren. Bei Abweichungen ist der geotechnische Sachverständige zu informieren. Wir empfehlen nach Vorlage der Planung die geotechnischen Empfehlungen zu überprüfen und ggfs. fortzuschreiben.

Mit einem angenommenen Straßenaufbau von rd. 60 cm liegt das Erdplanum somit oberhalb der anstehenden Böden. Es sind Aufschüttungen nötig, damit die Oberkante der Straßendecke die vorgegebene Höhe erreicht.

Für den Straßenbau ist zunächst der anstehende durchwuzelte Oberboden vollständig abzuschleifen. Die Mächtigkeit des durchwuzelten Oberbodens liegt zwischen ca. 0,4 m und 0,9 m. Der Oberbodenabtrag sollte mit einer zahnlosen Grabenschaufel und rückschreitend erfolgen, um das freizulegende Planum nicht zu entfestigen. Treten aufgeweichte bindige Böden auf sind diese mit geeigneten Lieferböden auszutauschen.

Das so freigelegte Erdplanum liegt flächig in den Schluffen und schluffigen Sanden (Schicht 2). Die freigelegten Schluffe und schluffige Sande (Schicht 2) sind witterungsempfindlich. Eine Versickerung des Oberflächenwassers findet dort nicht oder nur stark zeitverzögert statt. Das Planum ist deshalb mit einem ausreichenden Quergefälle zur Entwässerung gem. ZTV-E StB 17 auszubilden und vor mechanischer Beanspruchung aus dem Baubetrieb, zum Beispiel durch das Aufbringen der ersten Schüttlage zu schützen. Die freigelegte Sohle ist nachzuverdichten.

Die Tragfähigkeit des Erdplanums (Unterkante Aufschüttung – nicht Unterkante Frostschuttschicht) ist vor der Aufschüttung mittels Plattendruckversuchen nachzuweisen. Auf dem Erdplanum ist ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 30 \text{ MN/m}^2$ als Widerlager für die folgenden Verdichtungsarbeiten der Aufschüttung nachzuweisen.

Anschließend ist die Aufschüttung lagenweise (Schüttlagen $d < 0,3 \text{ m}$) gem. ZTV E StB herzustellen.

Die Lieferböden sollten gut tragfähig und filterstabil sein. Als gut verdichtungsfähige grobkörnige Böden eignen sich weitgestufte Sand-Kies-Gemische der Bodengruppen GW und SW nach DIN 18196 mit Feinkornanteil < 5 %.

Die Verdichtungsgrade in der Aufschüttung sind abhängig von der Tiefenlage und der Bodenart gemäß der ZTV E-StB [U 7] herzustellen und mittels Erdbaukontrollprüfungen nachzuweisen. Folgende Verdichtungsgrade sind für die Bodengruppen GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST nachzuweisen:

- 100% - Erdplanum (Unterkante Frostschutzschicht) bis 1,0 m Tiefe
- 98 % - größer als 1,0 m bis Erdplanum nach Abtrag Oberboden (Dammsohle)

Die umwelt- und geotechnische Qualität der Lieferböden ist vor Anlieferung und Einbau durch den Auftragnehmer nachzuweisen und im Rahmen der Fremdüberwachung zu überprüfen.

Die Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen des Straßenplanums (Oberkante Aufschüttung) sowie der ungebundenen Trag- und Frostschutzschichten nach ZTV E-StB 17 [U 7] bzw. ZTV SoB-StB 04 [U 8] sind zu beachten und durch Kontrollprüfungen nachzuweisen. Die Verdichtung und Tragfähigkeit ist durch das ausführende Unternehmen im Rahmen der Eigenüberwachung zu kontrollieren. Eine geotechnische Fachbauüberwachung ist zur Fremdüberwachung zu empfehlen.

10 ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN ZUR BEBAUUNG

Eine verbindliche Gründungsberatung mit Festlegung der Gründungsart (Flachgründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte, Einzel- und Streifenfundamente oder evtl. Tiefgründung) ist erst nach erfolgter Planung mit Angaben zur Gründungstiefe und Durchführung einer bauwerksbezogenen Detailerkundung möglich. Aufgrund der Abstände der Untersuchungspunkte und des derzeitigen Planungsstandes, ohne Angaben von Baunullhöhen der Gebäude, Lasten und Gründungstiefen sind die folgenden grundsätzlichen Empfehlungen durch eine Detailerkundung zu verifizieren.

Aufgrund des orientierenden Charakters der durchgeführten Baugrundvorerkundung wird im Folgenden nur eine erste Einschätzung der anstehenden Böden in ihrer Eignung als Baugrund für die Fälle 1) ohne Unterkellerung und 2) mit Unterkellerung vorgenommen.

10.1 Allgemeine geotechnische Empfehlungen für den Bau ohne Unterkellerung

Für die folgenden Empfehlungen gehen wir von 2-geschossigen Einfamilienhäusern mit einer frostsicheren Gründungstiefe bei etwa 0,8 m unter Gelände aus. Die Oberböden (Schicht 1 a und b) eignen sich nicht als Gründungshorizont und sind abzuschleifen.

Nach dem Abschleifen des Oberbodens (Schicht 1 a und b) stehen überwiegend Schluffe und schluffige Sande (Schicht 2) an. Diesen ist nur eine mäßige Tragfähigkeit zuzuschreiben. Deshalb sollten sie durch geeignete Lieferböden (Zusammensetzung und Einbaubedingungen wie in **Kapitel 9** beschrieben) ausgetauscht werden. Die Sande (Schicht 3) sind bei Vorliegen mindestens mitteldichter Lagerung zur Aufnahme von mittleren Bauwerkslasten geeignet. Die Gebäude können unter Berücksichtigung der Annahmen und Empfehlungen flach über Einzel-/Streifenfundamente oder eine elastisch gebettete Bodenplatte gegründet werden.

Ein Anstieg von Grundwasser auf die angenommene Gründungstiefe der nicht unterkellerten Gebäude ist aufgrund der Erkundungsergebnisse nicht zu erwarten. Zum Fernhalten von Bodenfeuchte empfehlen wir den Einbau einer mindestens 0,2 m mächtigen kapillarbrechenden Schicht unter der Bodenplatte. Die freigelegten Gründungssohlen sind hierzu vor dem Überbauen nach zu verdichten. Die Gründungssohlen sind durch den geotechnischen Sachverständigen vor Ort abzunehmen.

Wir empfehlen die Verdichtung und Tragfähigkeit des ausgeführten Bodenaustausches mittels erdbautechnischer Kontrollversuche zu überprüfen und durch den geotechnischen Sachverständigen abnehmen zu lassen.

Eine Angabe zum Bodenwiderstand zur Dimensionierung der Einzel-/Streifenfundamente sowie zum Bettungsmodul zur Dimensionierung der Bodenplatte, kann nach einer Detailerkundung und Vorlage der Planung mit Gründungsniveau und Bauwerkslasten erfolgen.

10.2 Allgemeine geotechnische Empfehlungen für den Bau mit Unterkellerung

Für die folgenden Empfehlungen gehen wir von 2 geschossiger Bebauung und einfacher Unterkellerung aus. Für die Gründungstiefe wird ca. 3 m unterhalb dem abgeschätzten Fahrbahnniveau von ca. 98,50 m ü NN angenommen. Das Gründungsniveau liegt somit bei ca. 95,50 m ü NN.

Mit den o.g. Randbedingungen liegt das Gründungsniveau somit überwiegend in den Sanden (Schicht 3).

In Falle von mindestens mitteldichter Lagerung empfehlen wir eine Flachgründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte. Auf Grund der deutlich von sehr locker zu mitteldicht schwankenden Lagerungsdichten der Sande im Projektgebiet ist zur endgültigen Festlegung eine detaillierte bauwerksbezogene Baugrunderkundung notwendig. Weitere Empfehlungen, wie z.B. eine Abschätzung des Bettungsmoduls, können erst nach Vorlage der Planung mit Gründungsniveau und Bauwerkslasten erfolgen.

Aufgrund des Grundwasserstandes ($\text{GW}_{\text{max}} = 96,50 \text{ m} + \text{NN}$ s. **Kapitel 5**) sollten die erdbehürten Bauteile unterhalb der Geländeoberkante gegen drückendes Wasser z.B. als „weiße Wanne“ abgedichtet werden. Zur Bauwerksabdichtung ist die Einwirkungsklasse W 2.1-E „Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3 \text{ m}$ Eintauchtiefe“ gem. DIN 18533-1:2017-07 anzusetzen.

Die Kelleraußenwände sind auf den maximalen Grundwasserstand und den erhöhten Verdichtungserddruck zu bemessen.

10.2.1 Hinweise zu Baugruben

Bei ausreichenden Platzverhältnissen und unter Berücksichtigung der Randbedingungen der DIN 4124 kann die Baugrube oberhalb des Grundwasserspiegels im Bereich von nicht bindigen Böden mit 45° geböscht ausgeführt werden. Die Böschungsschultern sind lastfrei zu halten. Die Böschungen sind gegen Witterungseinflüsse, z.B. durch Abdecken mit Planen zu schützen.

Reicht die Baugrube unterhalb des Grundwasserspiegels ist eine bauzeitliche Wasserhaltung erforderlich.

Die Verfüllung des Arbeitsraumes der Baugrube ist qualifiziert vorzunehmen. Die Verfüllung ist gemäß ZTV E-StB [U 7] u.a. lagenweise mit $d \leq 0,3$ m einzubauen und zu verdichten.

Die Sande der Schicht 3 können zur Wiederverfüllung der Baugruben verwendet werden. Sofern benötigt, können folgende Lieferböden zur Herstellung der Arbeitsraumverfüllung eingesetzt werden:

- weitgestufte Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen SU, GU, SI, GI, GW und SW nach DIN 18196; der Feinkornanteil sollte im Hinblick auf die Witterungsempfindlichkeit und die erdbautechnische Bearbeitung auf einen Höchstbetrag von 10% begrenzt werden.

Ein Einbau von Recyclingmaterial ist aufgrund des maximalen Grundwasserstandes nicht zulässig.

In Abhängigkeiten von der Tiefenlage und den eingesetzten Böden sind die jeweiligen Schüttlagen mit einem Verdichtungsgrad von bis zu $D_{Pr} \geq 100$ % herzustellen und nachzuweisen.

10.2.2 Hinweise zur Wasserhaltung

Die Gründungstiefe wird ca. 3 m unterhalb des abgeschätzten Fahrbahnniveaus von ca. 98,50 m ü NN angenommen. Das Gründungsniveau liegt somit bei ca. 95,50 m ü NN. Mit dem in **Kapitel 5** abgeschätzten $GW_{max} = 96,50$ m + NN liegt die Baugrubensohle ca. 1 m unter dem Grundwasserspiegel. D.h. es ist eine Grundwasserabsenkung im Bereich der

Baugrube mit einer geschlossenen Wasserhaltung mittels Tiefbrunnen oder Spüllanzen anzulegen. Das Grundwasser ist bis mindestens 0,5 m unter die Baugrubensohle abzusenken.

Für die bauzeitlichen Grundwasserhaltungsarbeiten ist in jedem Fall eine Planung und Genehmigung gemäß Wasserhaushaltsgesetz (Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde) erforderlich. Die Einleitstelle des bauzeitlich gefördert Wassers ist im Vorfeld zu klären.

Für den Fall einer Grundwasserentnahme empfehlen wir eine vorsorgliche Beweissicherung an benachbarten Gebäuden zur Abwehr von ungerechtfertigten Schadensersatzansprüchen.

11 WEITERE HINWEISE

Den ermittelten Baugrundverhältnissen liegen stichprobenhafte geotechnische Aufschlüsse zugrunde. Erfahrungsgemäß sind lokale Abweichungen nicht auszuschließen. Bei Abweichungen von den vorausgesetzten Baugrundverhältnissen ist der geotechnische Sachverständige zu informieren. Nach Festlegung der Lage und Art der Versickerungseinrichtung sind die getroffenen Empfehlungen zu überprüfen.

Die weiteren Planungsschritte und die Durchführung der Maßnahme sollten durch IGB fachtechnisch begleitet werden. Die Annahmen sind durch den Objektplaner im Zuge der weiteren Planungsschritte zu verifizieren. Bei Abweichungen ist der geotechnische Sachverständige zu informieren. Wir empfehlen nach Vorlage der Planung die geotechnischen Empfehlungen zu überprüfen und ggfs. fortzuschreiben.

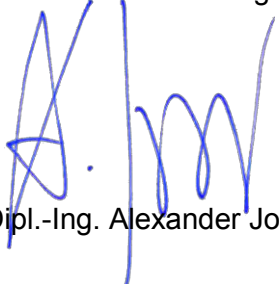
Das vorgelegte Gutachten besitzt nur für die Erschließungsmaßnahmen (Kanal- und Straßenbau, Bau der Versickerungsflächen) Gültigkeit. Für die weitere Bebauung nach der Erschließung sind bauwerksbezogene Baugrunduntersuchungen durchzuführen und die Gründungsberatung fortzuschreiben.

Vor Beginn der Baumaßnahmen ist eine Kampfmittelerkundung durch ein geeignetes Unternehmen durchzuführen (Prüfung ob ein grundsätzlicher Kampfmittelverdacht besteht und wenn ja, ob Kampfmittel vorhanden sind).

Zum Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen sind die einschlägigen Gesetze, Verordnungen und technischen Richtlinien zu beachten. Besonders wird auf das Merkblatt zum Schutz gegen Baulärm, das Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 26.09.2002 und die DIN 4150 (Erschütterungen im Bauwesen) hingewiesen.

Zur Abwehr von ungerechtfertigten Schadensersatzansprüchen wird eine Beweissicherung an den Nachbargebäuden empfohlen.

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH



Dipl.-Ing. Alexander Jost



i. A. Dipl.-Ing. Bertram Haas



i. A. Anna Gödde, M. Sc.

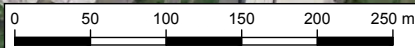
ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1 Übersichtslageplan
- Anlage 2 Lageplan der Ansatzpunkte
- Anlage 3 Bohrprofile der Rammkernsondierungen (RKS 1 - 13)
- Anlage 4 Sondierdiagramme der schweren Rammsondierungen (DPH 1, 3, 5, 7, 9, 10 und 13)
- Anlage 5 Ergebnisse der Versickerungsversuche
- Anlage 6 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
- Anlage 7 Ergebnisse der chemischen Analysen


Anlage 1



Quelle: Google Earth



Legende:

 Planungsgebiet:
Erweiterung Bannholzgraben



IGB RHEIN-NECKAR INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz

www.igb-ingenieure.de

Heinigstraße 26
67059 Ludwigshafen am Rhein
0621 / 67 19 61 - 0
0621 / 67 19 61 - 29

Datum 09.07.2018

gez. Wf

gepr. Hs

Maßstab 1 : 5.000

Anlage 1

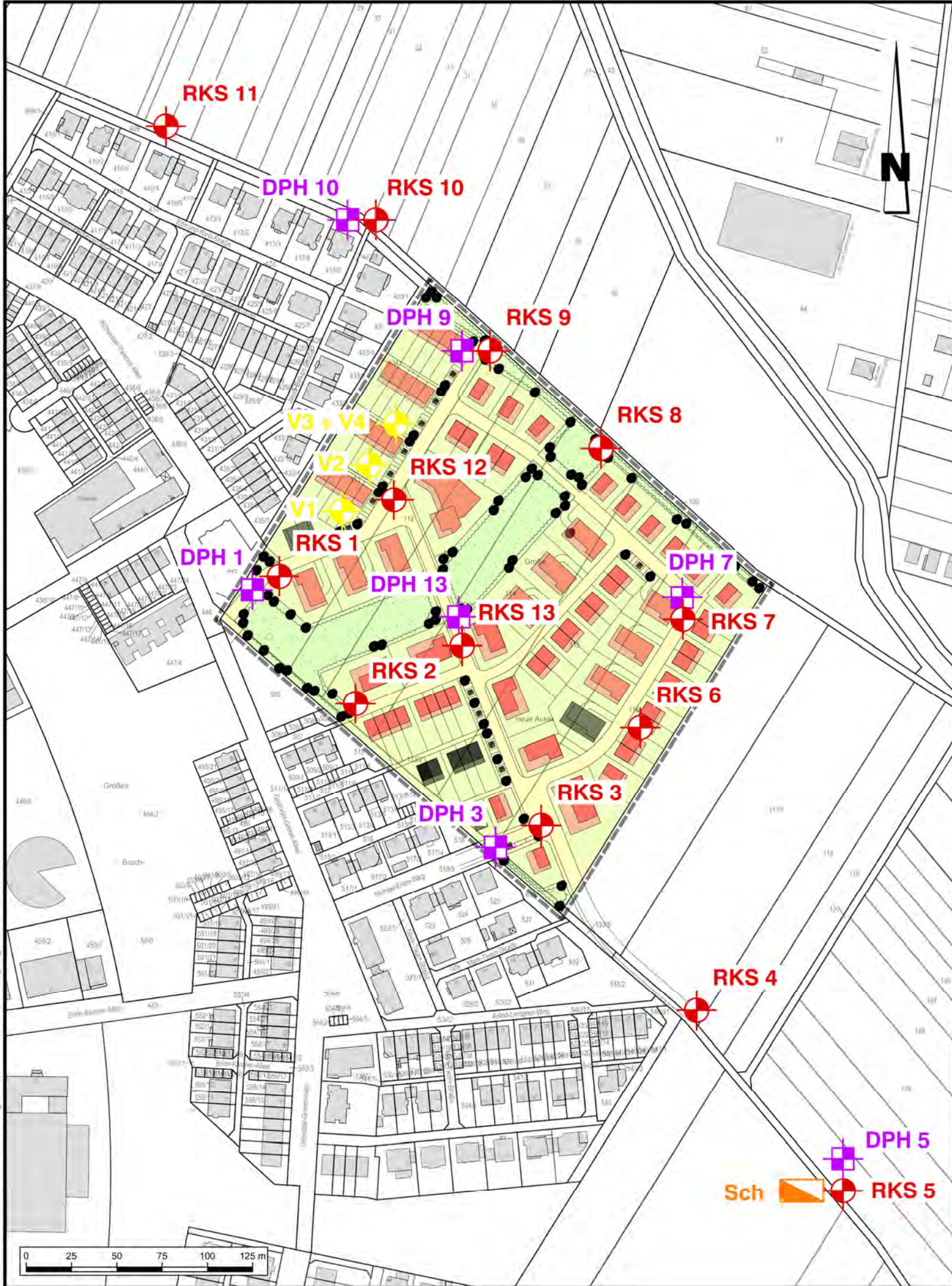
Zeichnungs-Nr.
18-5049 10 ÜP 101

B-Planverfahren zum Baugebiet „Erweiterung Bannholzgraben“ in Viernheim

Baugrundvorerkundung mit geotechnischer und abfalltechnischer Beratung

Übersichtskarte

Anlage 2



Legende:

-  **RKS** Rammkernsondierung
-  **DPH** schwere Rammsondierung
-  **Sch** Erkundungsschurf
-  **v** Versickerungsversuch

Plangrundlage:

Plan NR.: 2.6b "Städtebauliches Konzept v3" zum Projekt "Stadt Vierheim Bebauung Erweiterung Bannholzgraben", PISKE Planungsbüro, Maßstab 1 : 1000, Stand: Dez. 2017

Koordinatensystem:

ETRS89 UTM

IGB RHEIN-NECKAR INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
 Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz

www.igb-ingenieure.de

Heinigstraße 26
 67059 Ludwigshafen am Rhein
 0621 / 67 19 61 - 0
 0621 / 67 19 61 - 29

B-Planverfahren zum Baugebiet „Erweiterung Bannholzgraben“ in Viernheim

Baugrundvorerkundung mit geotechnischer und abfalltechnischer Beratung

Lageplan der Untergrundaufschlüsse

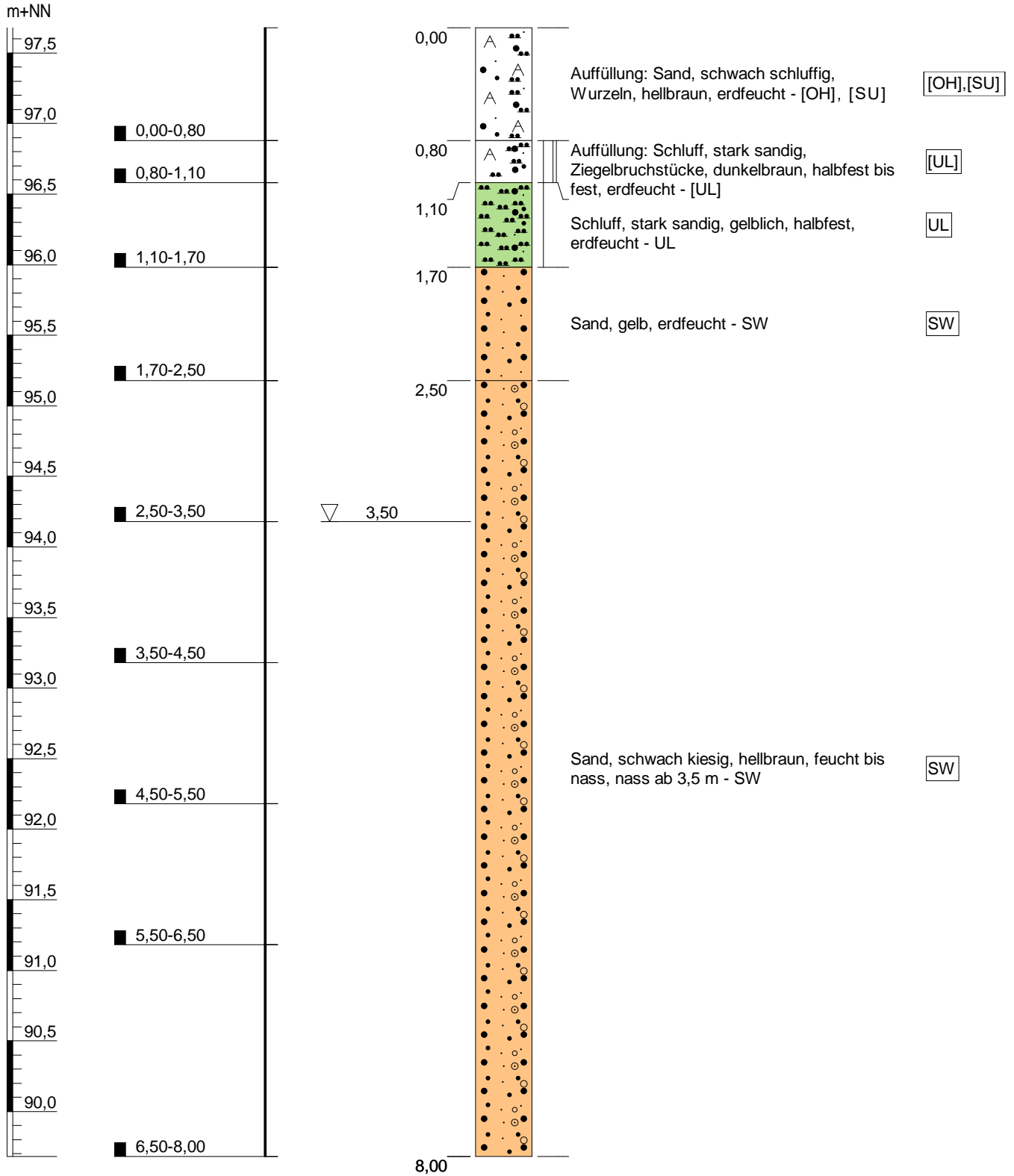
Datum	09.07.2018
gez.	Wf/KI
gepr.	Hs
Maßstab	1 : 2.500
Anlage 2	
Zeichnungs-Nr.	18-5049 10 LP 102

L:\IGB-18\18-5049_Viernheim\10_Baugrund\03_Plan\01_CAD_Ausgang\18-5049_10_LP_102

Anlage 3

RKS 1

Bohransatzpunkt: 97,68 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	15.05.2018	M. Ring, M.Sc. Geowiss.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			



WST-GmbH

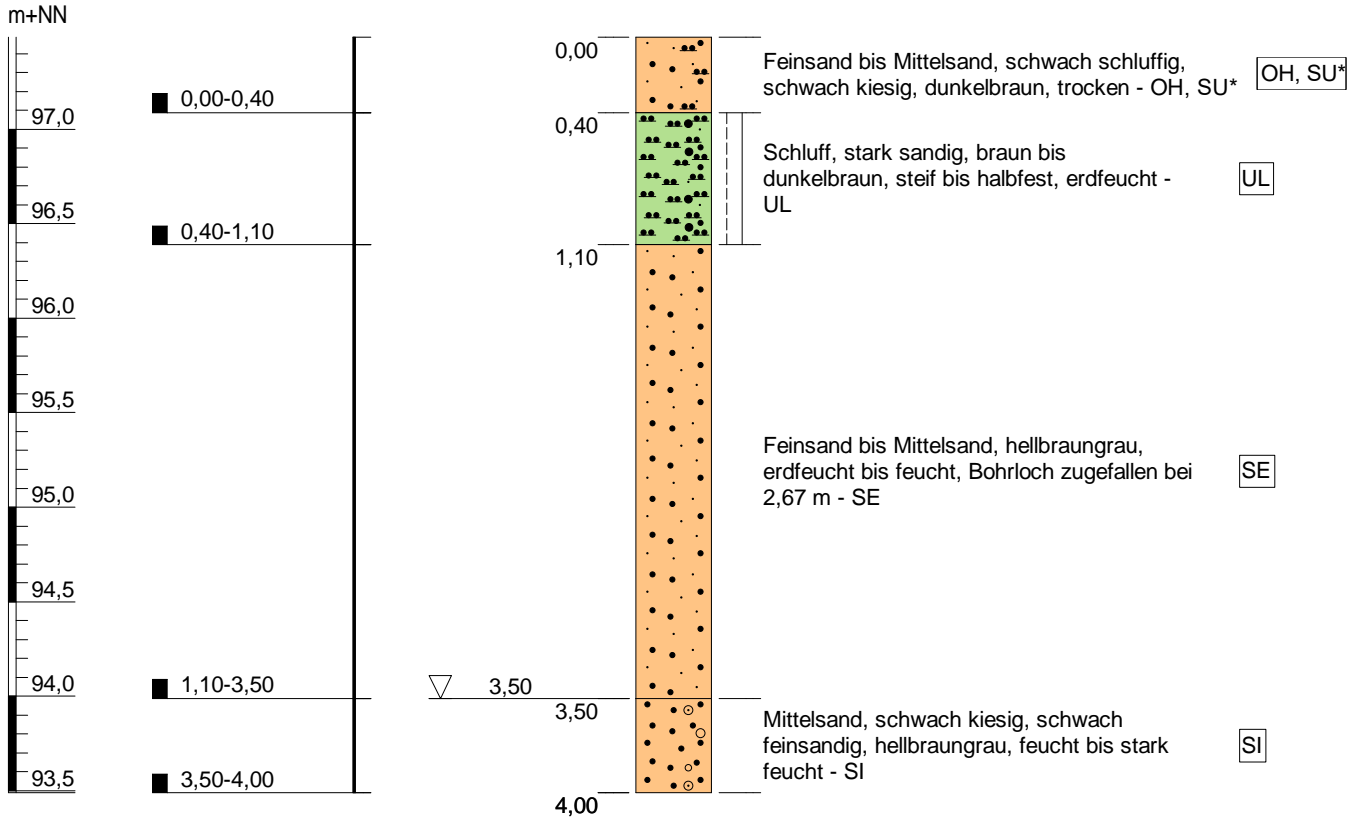
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 2

Bohransatzpunkt: 97,49 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

Sondierprofil nach DIN 4023

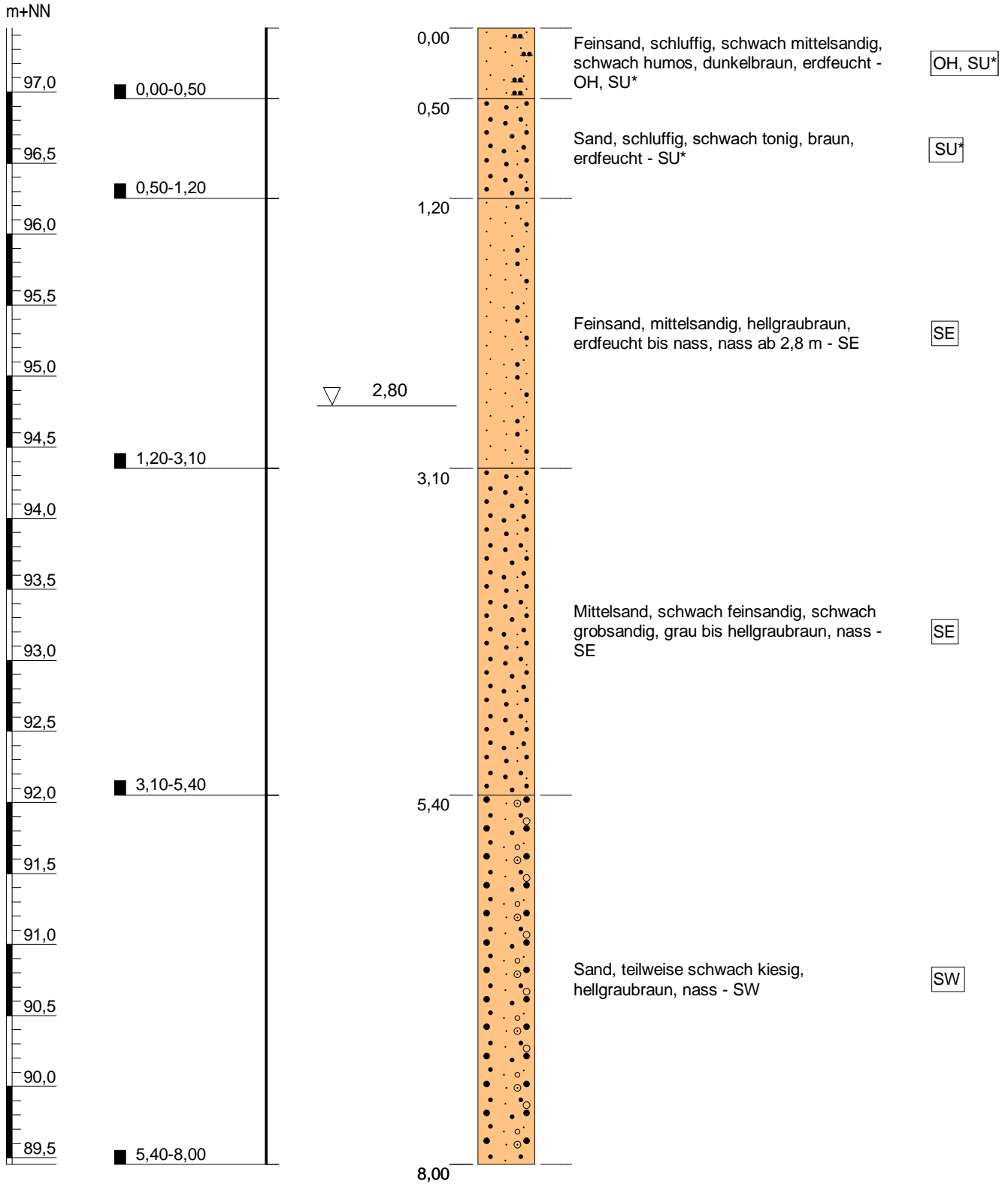
	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	P. Spiekermann, M.Sc.	
Geän.	26.07.2017	Geowiss.	
Ges.			

WST - GmbH
Reg. MA 335840

WST-GmbH
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784
E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 3

Bohransatzpunkt: 97,45 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	14.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			



WST-GmbH

Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

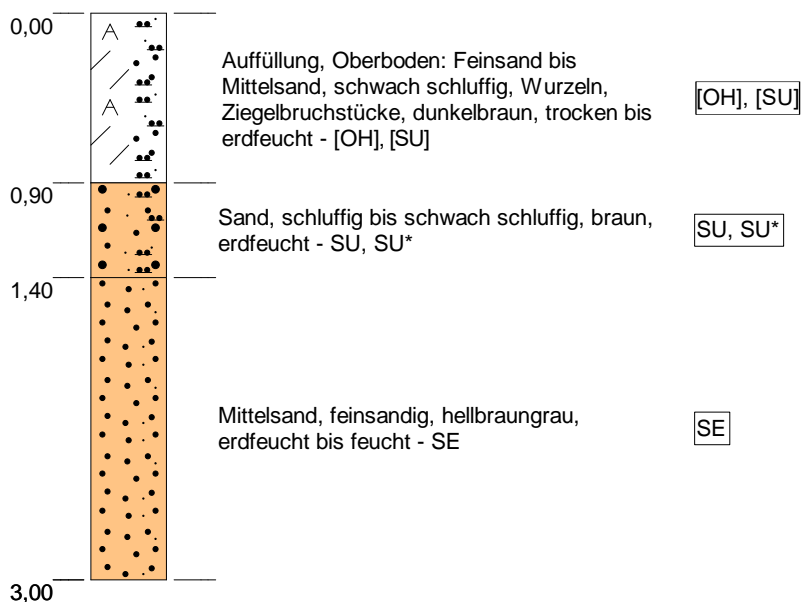
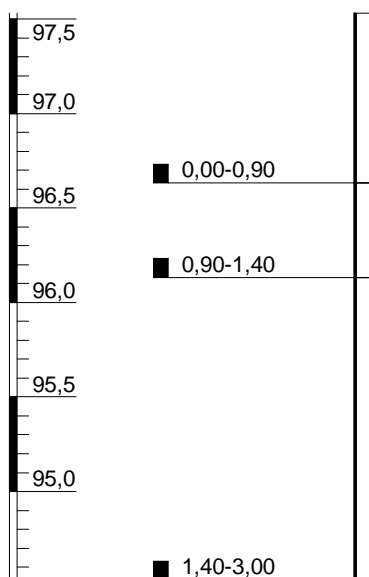
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 4

Bohransatzpunkt: 97,53 m+NN

m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	P. Spiekermann, M.Sc.	
Geän.	26.07.2017	Geowiss.	
Ges.			



WST-GmbH

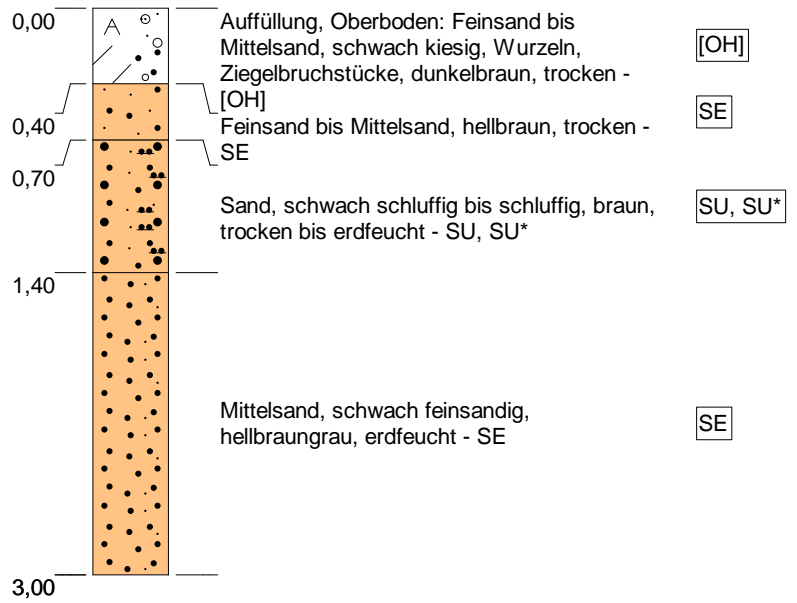
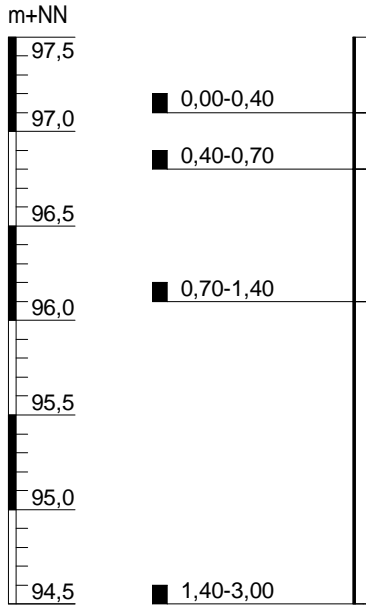
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 5

Bohransatzpunkt: 97,50 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	P. Spiekermann, M.Sc.	
Geän.	26.07.2017	Geowiss.	
Ges.			

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH



WST-GmbH

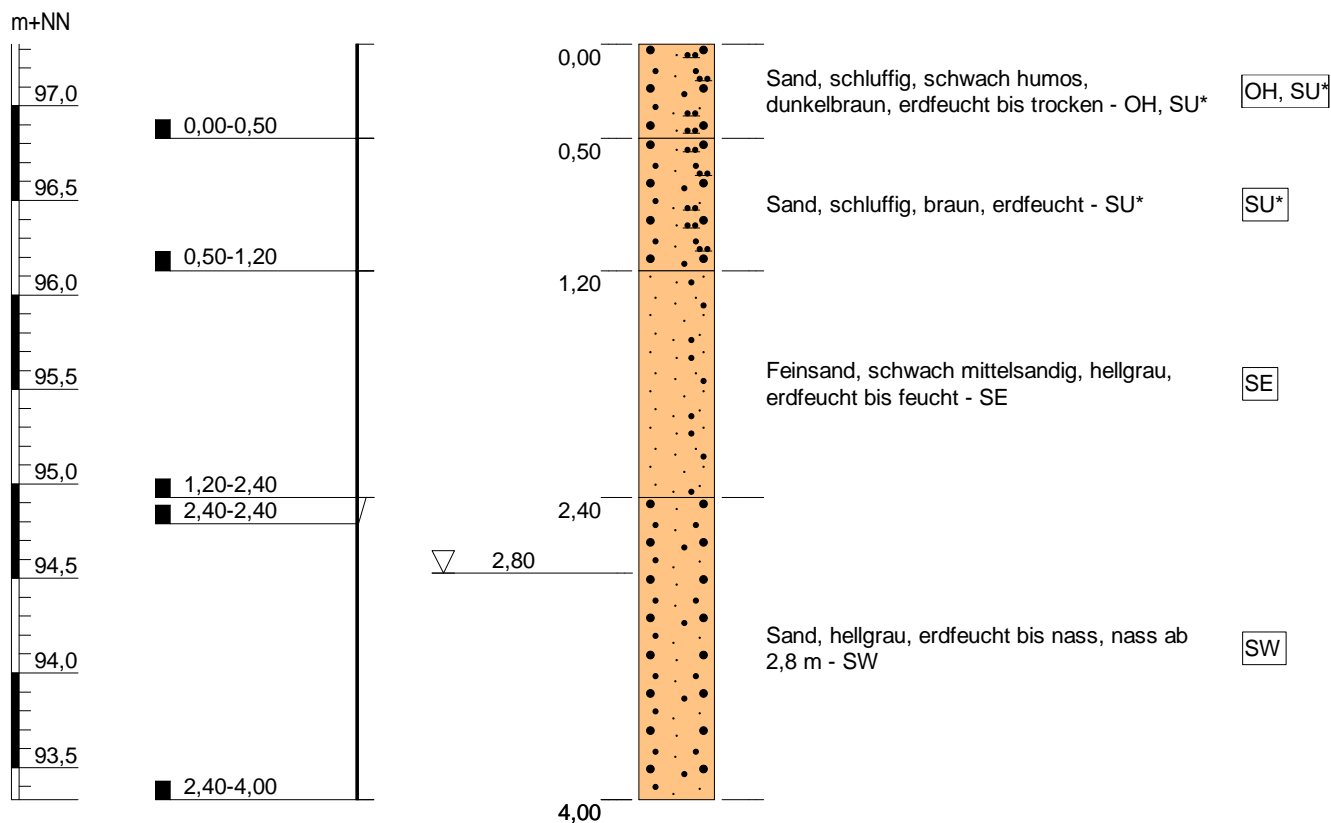
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 6

Bohransatzpunkt: 97,33 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	14.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			



WST-GmbH

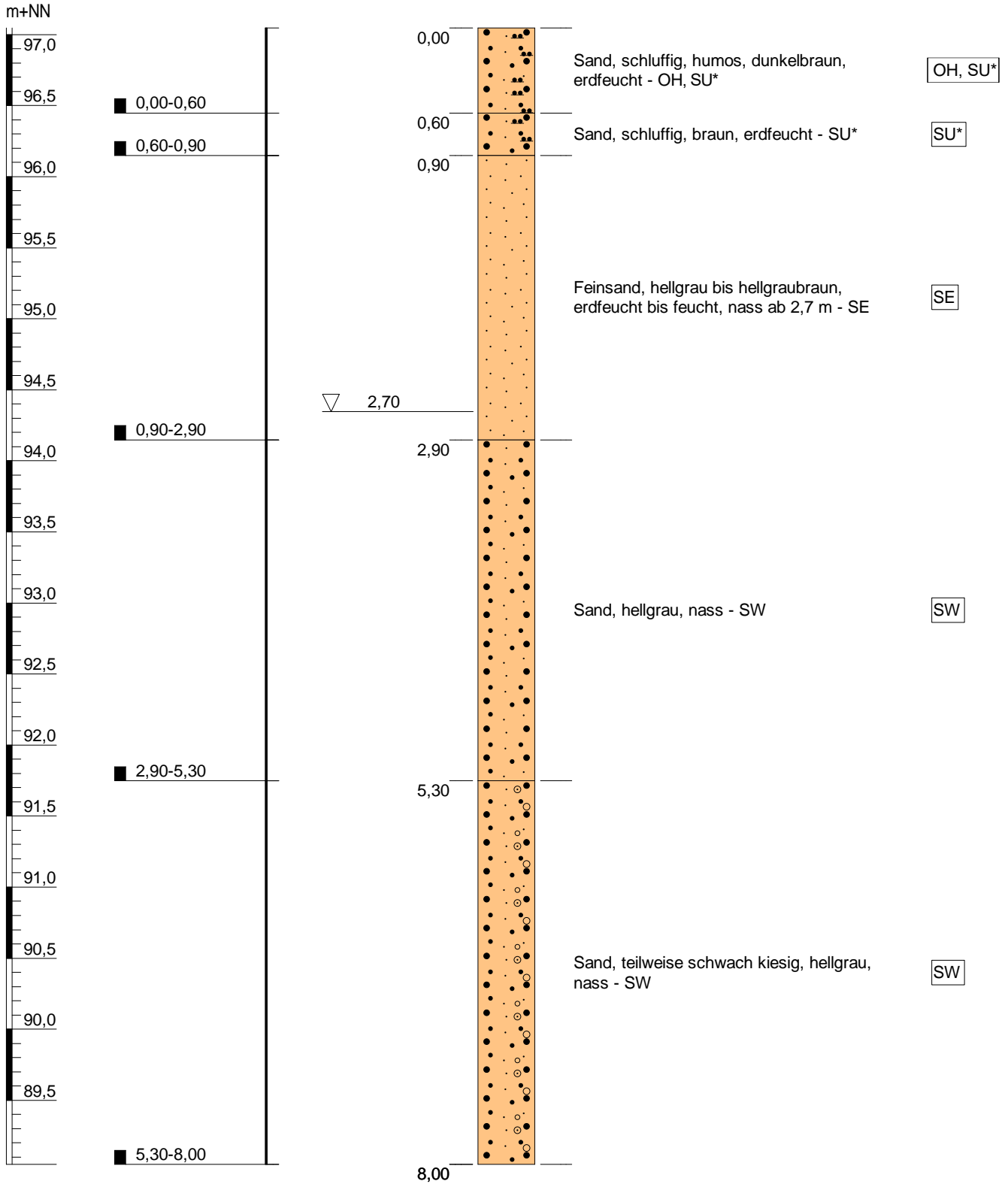
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 7

Bohransatzpunkt: 97,05 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	14.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			



WST-GmbH

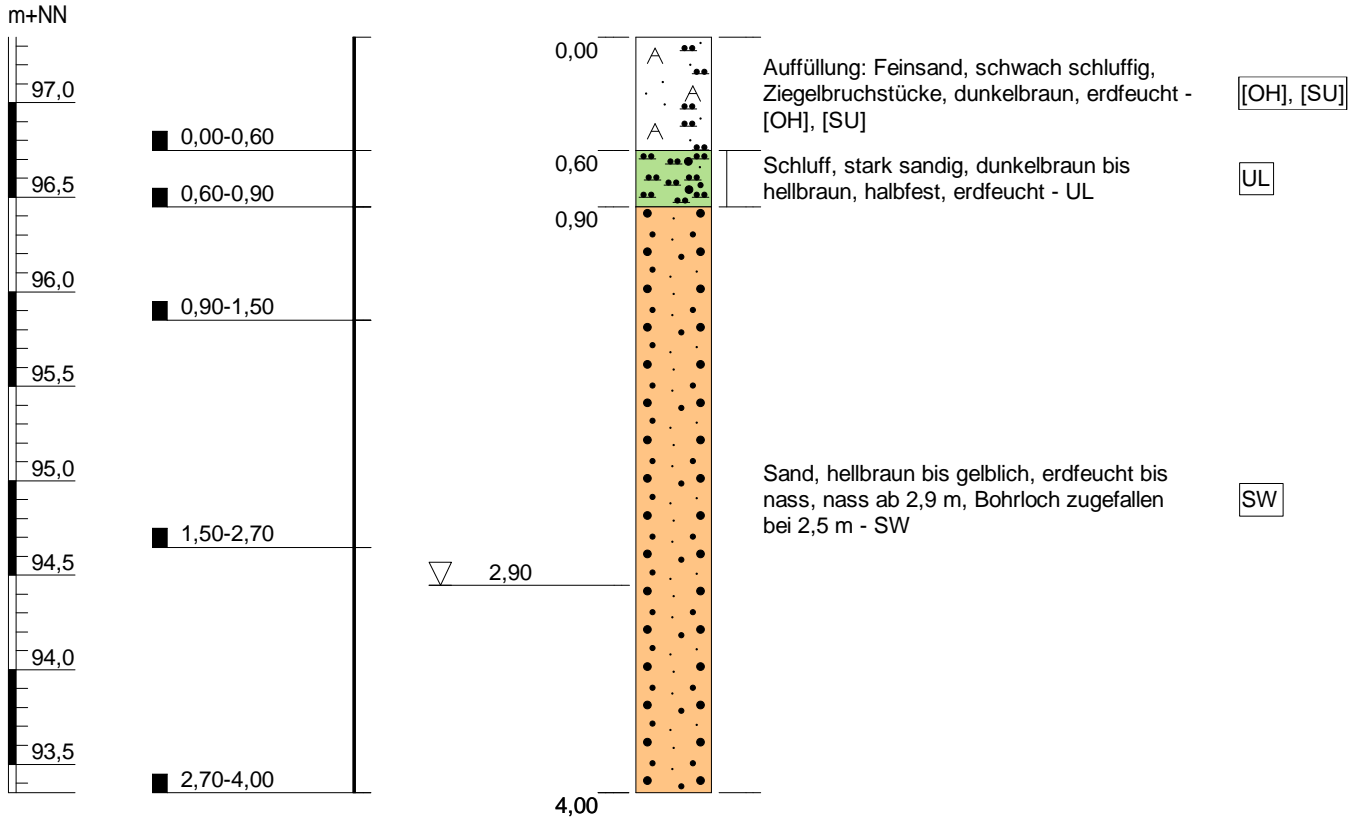
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 8

Bohransatzpunkt: 97,35 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	15.05.2018	M. Ring, M.Sc. Geowiss.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			



WST-GmbH

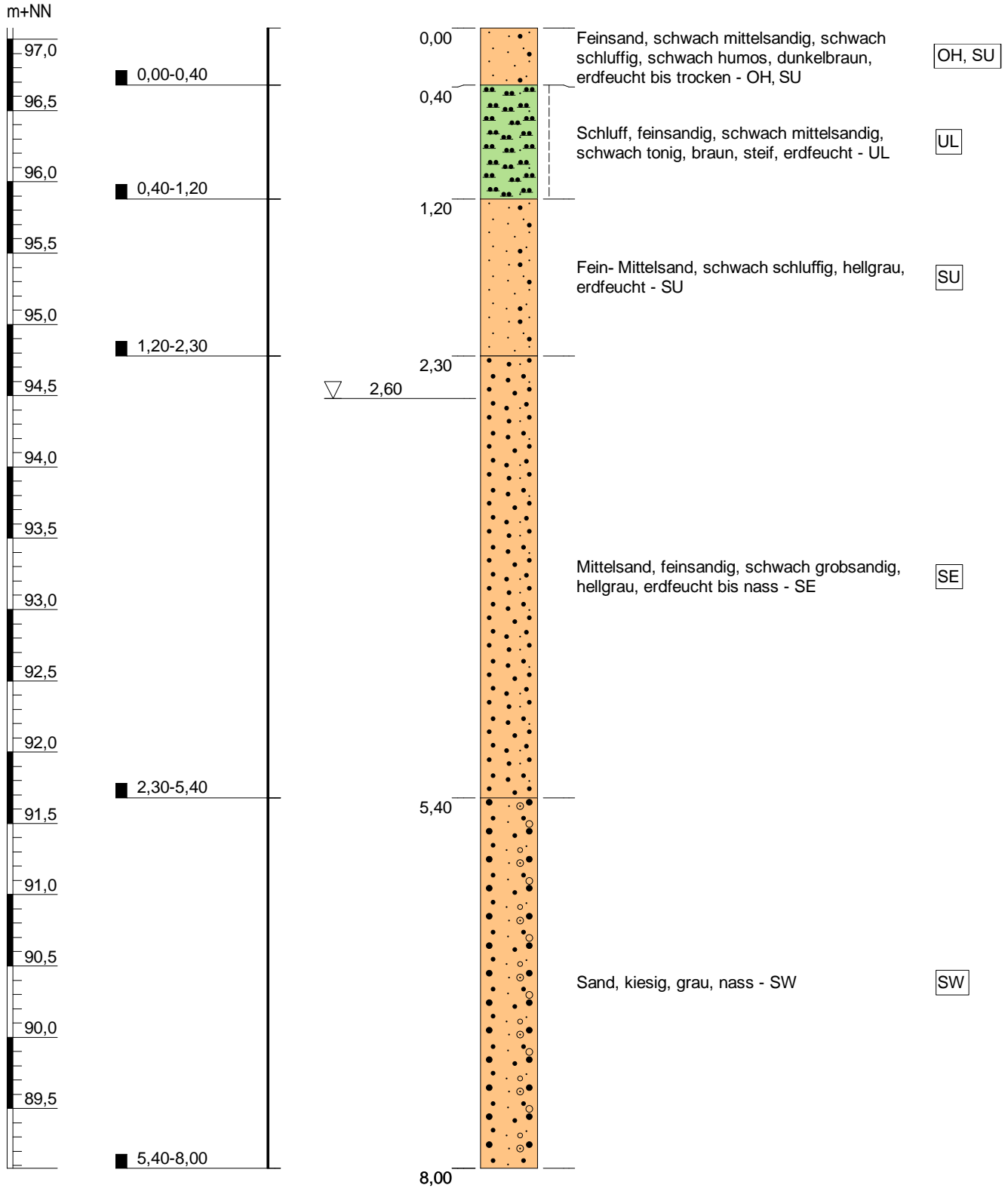
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 9

Bohransatzpunkt: 97,08 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			



WST-GmbH

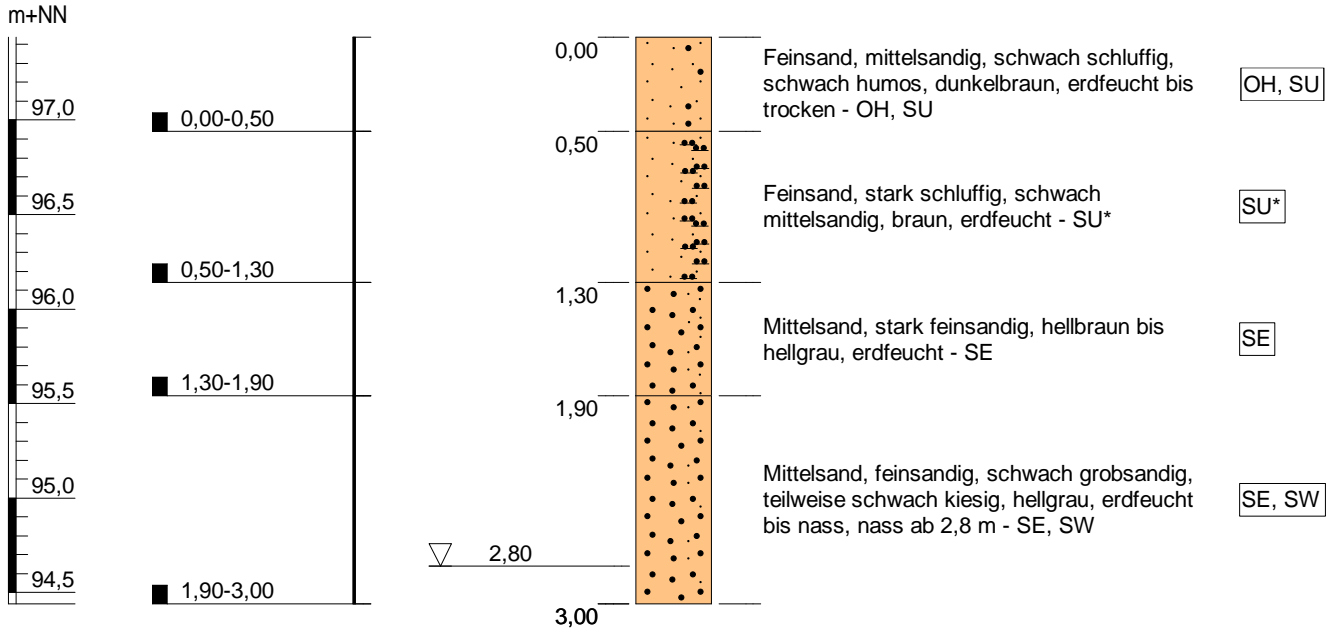
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 10

Bohransatzpunkt: 97,44 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH



WST-GmbH

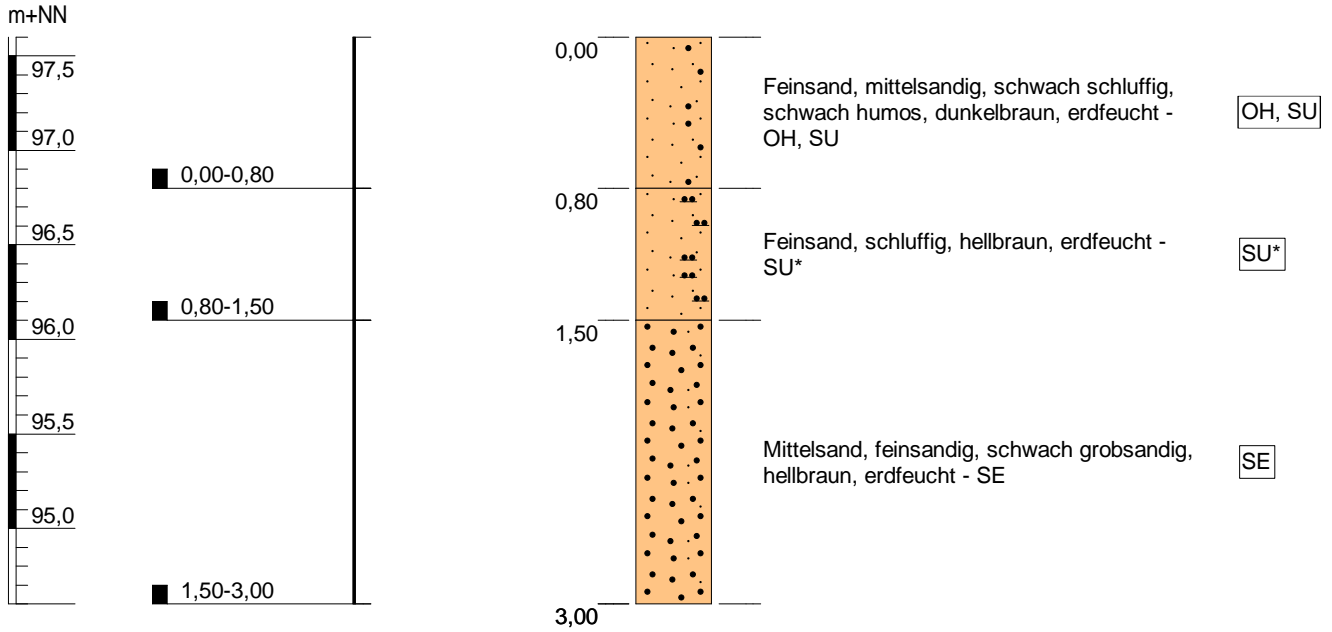
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 11

Bohransatzpunkt: 97,60 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH



WST-GmbH

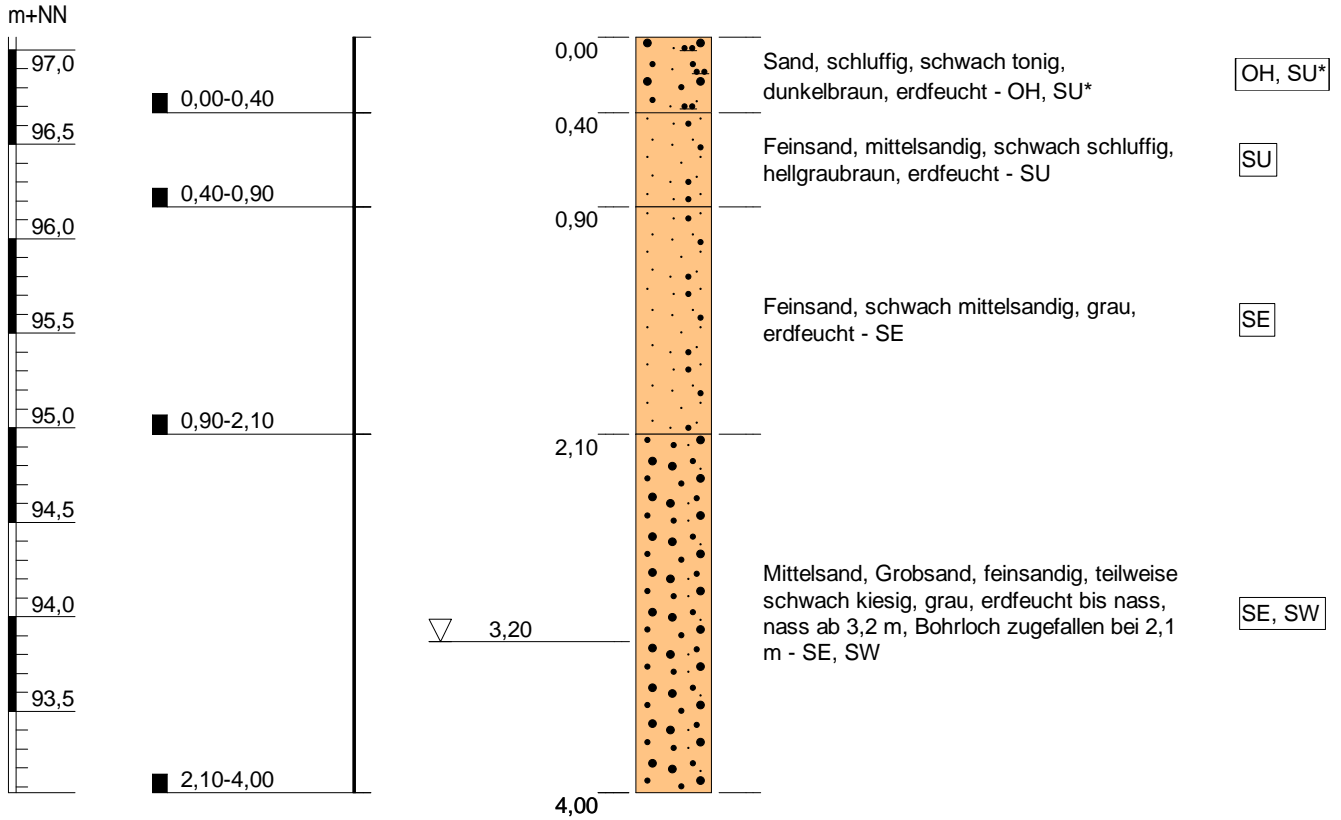
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 12

Bohransatzpunkt: 97,07 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH



WST-GmbH

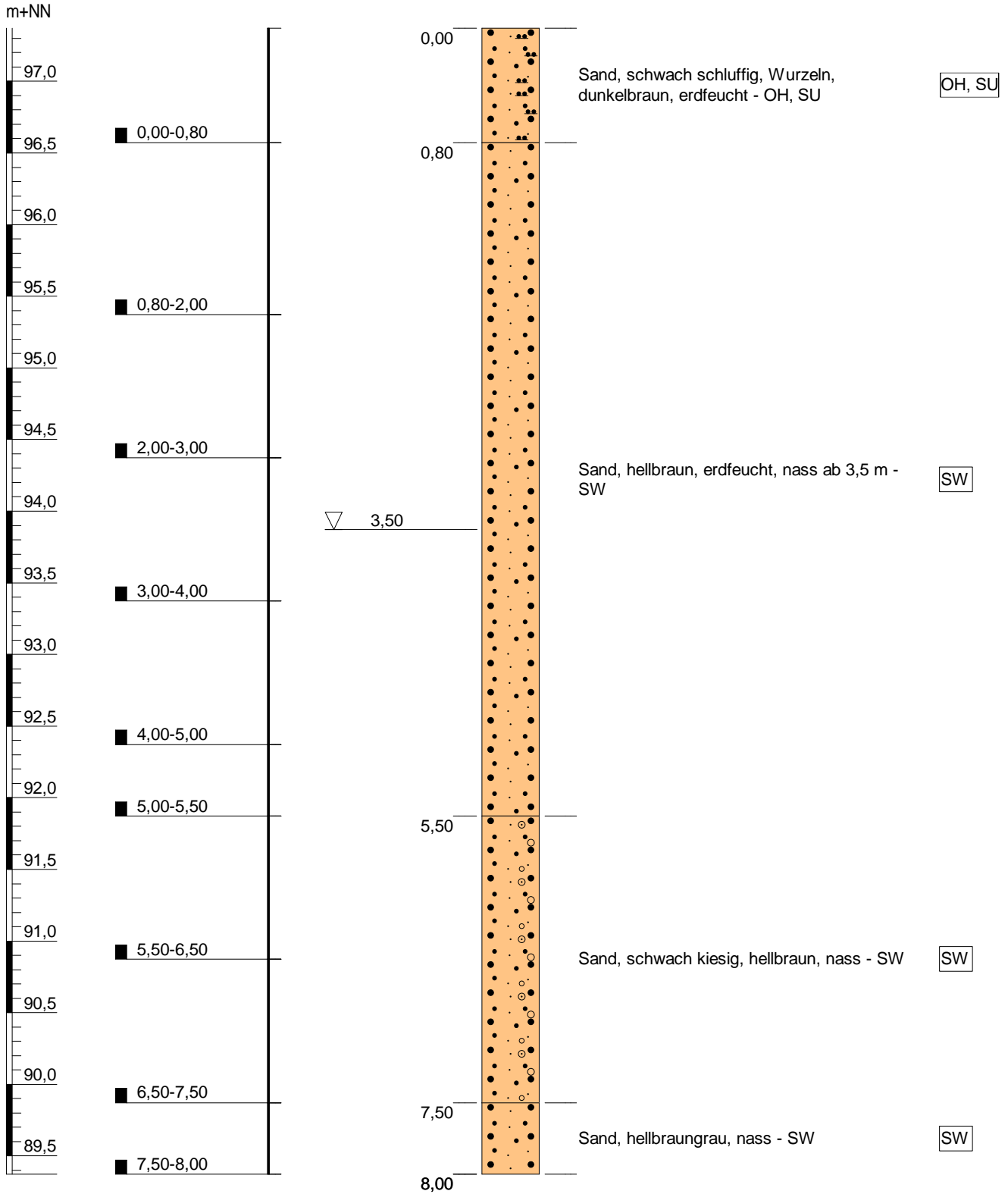
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

RKS 13

Bohransatzpunkt: 97,37 m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	15.05.2018	M. Ring, M.Sc. Geowiss.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH



WST-GmbH

Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

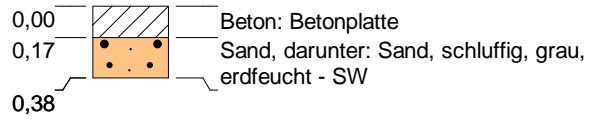
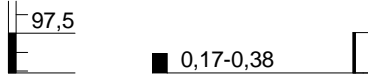
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

Schurf 5

Bohransatzpunkt: 97,67 m+NN

m+NN



SW

Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	15.05.2018	M. Ring, M.Sc. Geowiss.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH



WST-GmbH

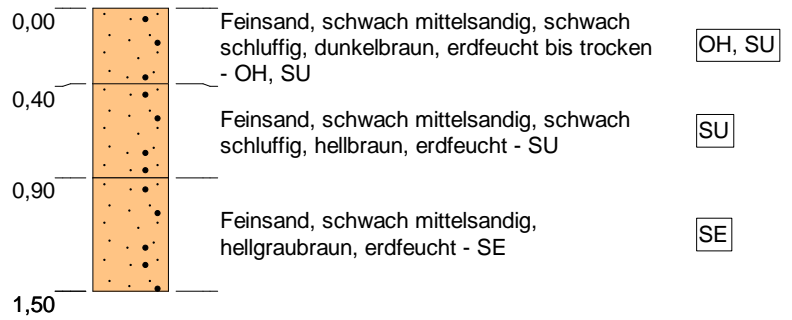
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

VV 1

Bohransatzpunkt: m+NN



Bannholzgraben Viernheim

Sondierprofil nach DIN 4023

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Geän.	26.07.2017	Keil	
Ges.			



WST-GmbH

Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

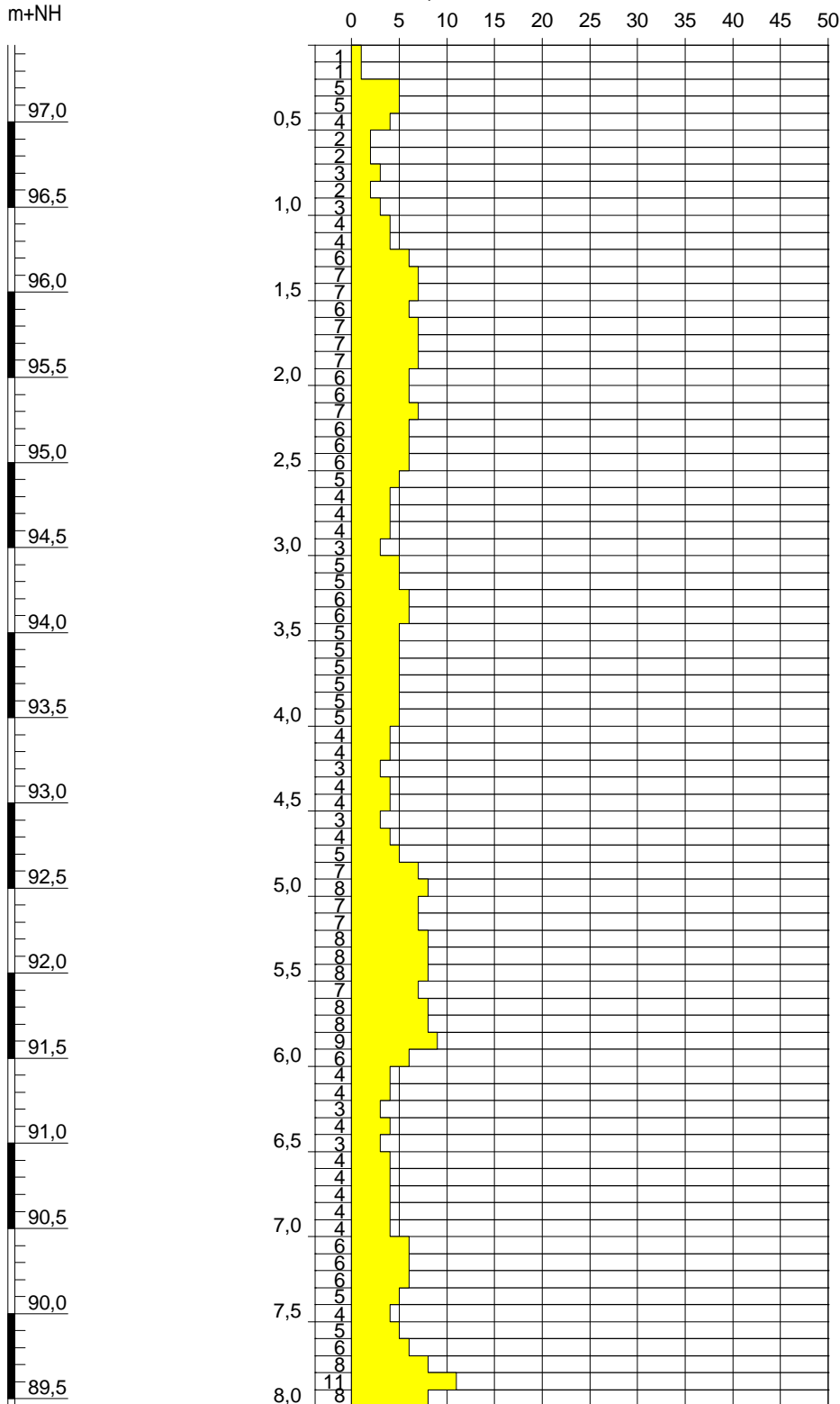
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

Anlage 4

DPH 3

Ansatzpunkt: 97,45 m+NH



Bannholzgraben Viernheim

Rammdiagramm nach DIN 4094

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	14.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH



WST-GmbH

Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

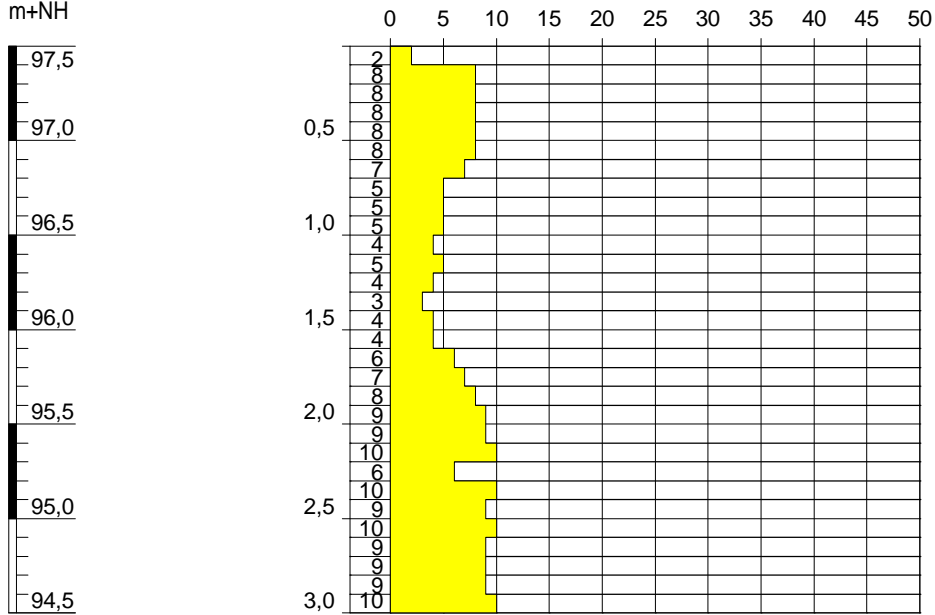
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

DPH 5

Ansatzpunkt: 97,50 m+NH

m+NH



Bannholzgraben Viernheim

Rammdiagramm nach DIN 4094

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	P. Spiekermann, M.Sc. Geowiss.	
Gepr.			
Ges.			



WST-GmbH

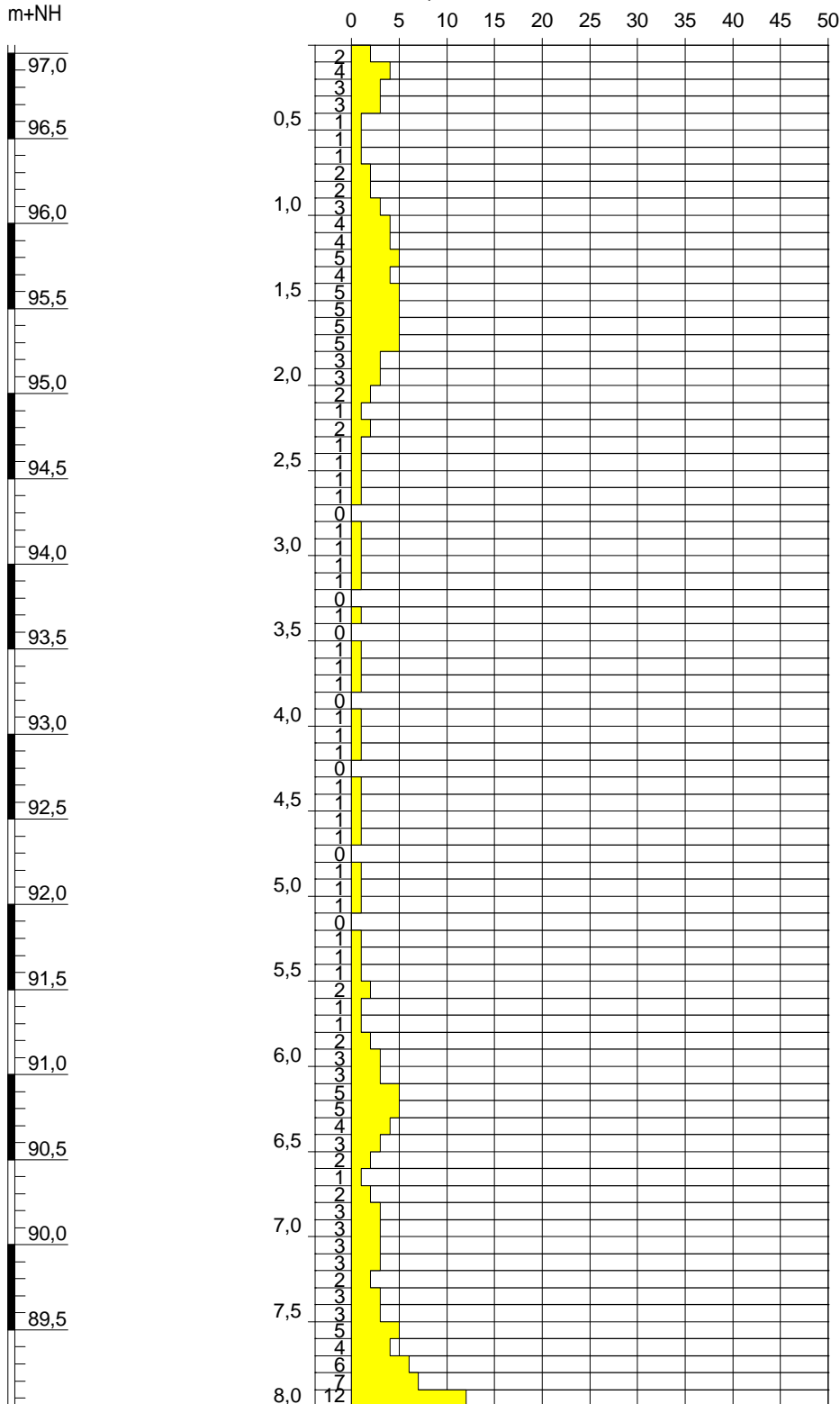
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

DPH 7

Ansatzpunkt: 97,05 m+NH



Bannholzgraben Viernheim

Rammdiagramm nach DIN 4094

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	14.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH



WST-GmbH

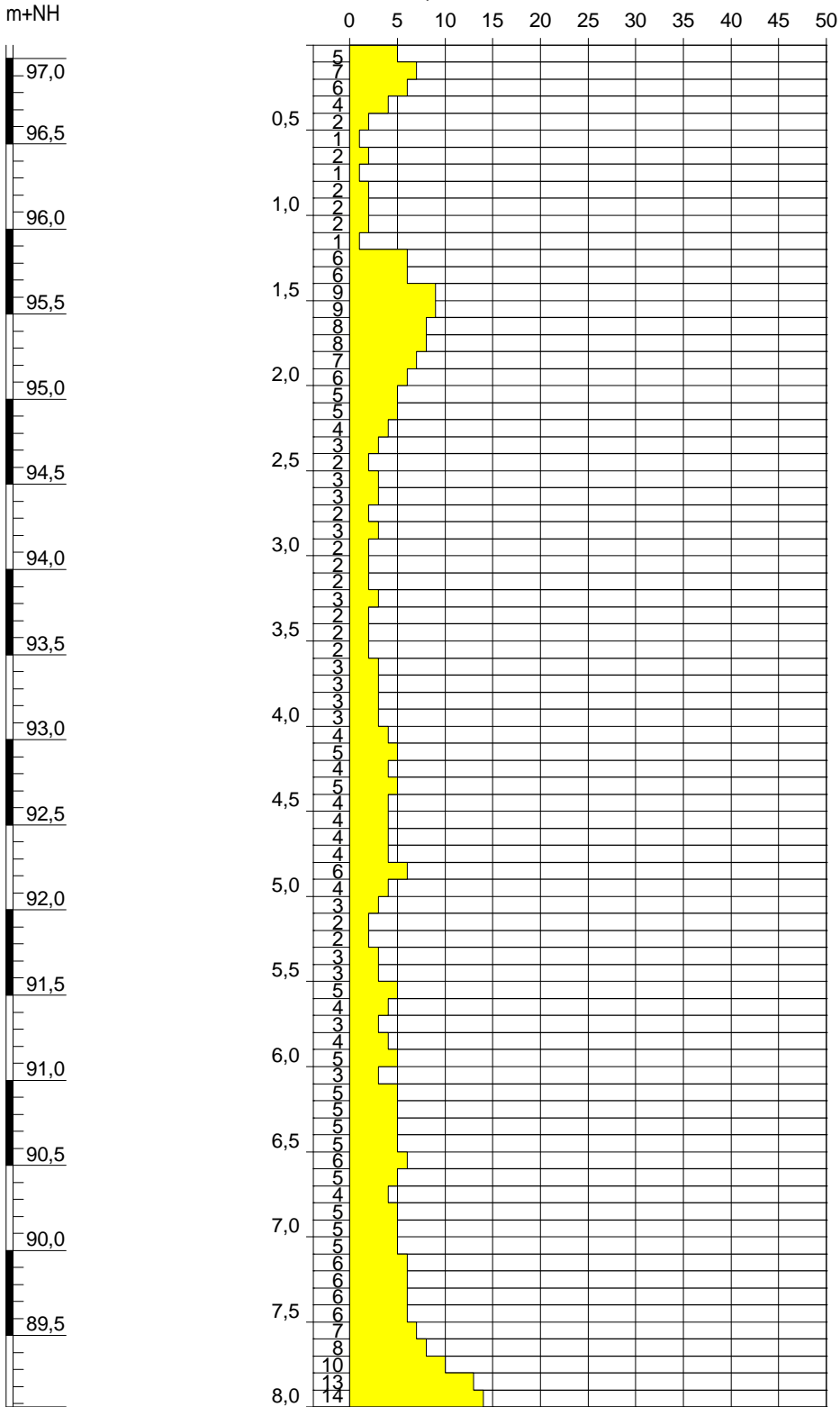
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

DPH 9

Ansatzpunkt: 97,08 m+NH



Bannholzgraben Viernheim

Rammdiagramm nach DIN 4094

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			



WST-GmbH

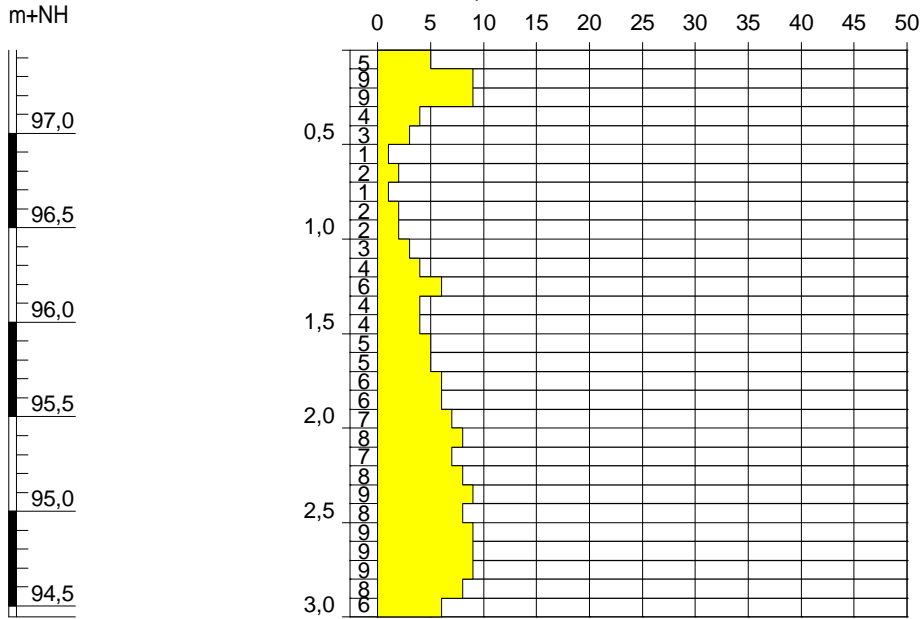
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

DPH 10

Ansatzpunkt: 97,44 m+NH



Bannholzgraben Viernheim

Rammdiagramm nach DIN 4094

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	09.05.2018	W. Leonhard, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			



WST-GmbH

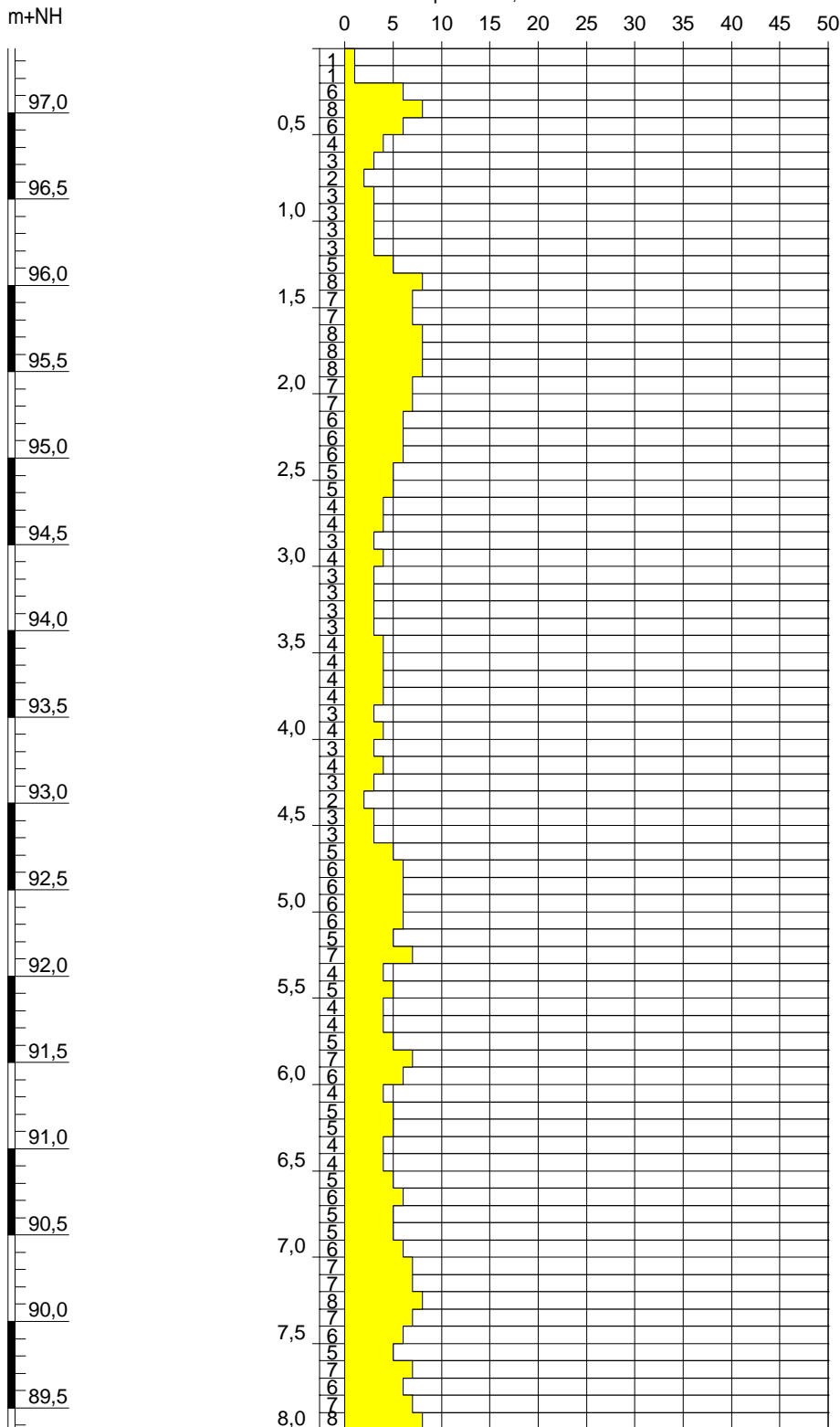
Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

DPH 13

Ansatzpunkt: 97,37 m+NH



Bannholzgraben Viernheim

Rammdiagramm nach DIN 4094

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 180570
Gez.	16.05.2018	L. Krupp, M.Sc. Geowiss.	Maßstab: 1:40 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	15.05.2018	M. Ring, M.Sc. Geowiss.	
Gepr.			
Ges.			

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH



WST-GmbH

Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

Anlage 5

FELDLISTE

Datum: 09.05.2018

Projekt: **Bannholzgraben Viernheim**

WST-Proj.-Nr.: 180570 Proj. Nr AG: 18-5049

Bearbeiter: W. Leonhard, Dipl.-Geol.

Bodenart: fS, ms, u', schwach humos

Versuchstiefe: 0,1 m u. GOK

A Zeit Std / Min / Sek	B Wasserhöhe		C Kumulative Zeit min	D Zeitabschnitte min	E Infiltration mm	F Infiltrations- kapazität mm/min	G Infiltrations- kapazität m/h	H Kummulative Infiltration mm
	vor Nachfüllen	nach Nachfüllen						
	mm	mm						
00:00:00	135	135	0					0
00:01:00	132	132	1,00	1,00	3	3,00	0,180	3
00:02:04	129	129	2,07	1,07	3	2,81	0,169	6
00:03:00	127	127	3,00	0,93	2	2,14	0,129	8
00:04:00	125	125	4,00	1,00	2	2,00	0,120	10
00:05:00	122	122	5,00	1,00	3	3,00	0,180	13
00:06:00	120	120	6,00	1,00	2	2,00	0,120	15
00:08:00	118	118	8,00	2,00	2	1,00	0,060	17
00:10:00	114	114	10,00	2,00	4	2,00	0,120	21
00:12:00	112	112	12,00	2,00	2	1,00	0,060	23
00:15:00	108	108	15,00	3,00	4	1,33	0,080	27
00:18:00	104	104	18,00	3,00	4	1,33	0,080	31
00:21:00	101	101	21,00	3,00	3	1,00	0,060	34
00:24:00	98	98	24,00	3,00	3	1,00	0,060	37

Infiltrationskapazität: 0,109 m/h
(von t= 00:00 bis 00:30 h) 3,03E-05 m/s

FELDLISTE

Datum: 09.05.2018

Projekt: **Bannholzgraben Viernheim**

WST-Proj.-Nr.: 180570 Proj. Nr AG: 18-5049

Bearbeiter: W. Leonhard, Dipl.-Geol.

Bodenart: fS, ms, u'

Versuchstiefe: 0,5 m u. GOK

A Zeit Std / Min / Sek	B Wasserhöhe		C Kumulative Zeit min	D Zeitabschnitte min	E Infiltration mm	F Infiltrations- kapazität mm/min	G Infiltrations- kapazität m/h	H Kummulative Infiltration mm
	vor Nachfüllen	nach Nachfüllen						
	mm	mm						
00:00:00	200	200	0					0
00:01:26	190	190	1,43	1,43	10	6,98	0,419	10
00:03:35	180	180	3,58	2,15	10	4,65	0,279	20
00:06:59	170	170	6,98	3,40	10	2,94	0,176	30
00:09:21	160	160	9,35	2,37	10	4,23	0,254	40
00:11:23	150	150	11,38	2,03	10	4,92	0,295	50
00:13:24	140	140	13,40	2,02	10	4,96	0,298	60
00:15:48	130	130	15,80	2,40	10	4,17	0,250	70
00:18:35	120	120	18,58	2,78	10	3,59	0,216	80
00:21:25	110	110	21,42	2,83	10	3,53	0,212	90
00:24:18	100	100	24,30	2,88	10	3,47	0,208	100
00:27:19	90	90	27,32	3,02	10	3,31	0,199	110

Infiltrationskapazität: 0,255 m/h
 (von t= 00:00 bis 00:30 h) 7,08E-05 m/s



WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, 69214 Eppelheim

Projekt: Bannholzgraben Viernheim
WST-Proj.-Nr.: 180570
Ausführung: W. Leonhard, Dipl.-Geol.

VV im ausgebauten Bohrloch (Vollrohr)

Versuch Nr.: 1	VS 3	Versuchstiefe: 1,50	m u. GOK	Open-End-Test in ungesättigter Bodenzone
09.05.2018				

h = Wassersäule im Rohr [m]	t = Zeit [sek.]	Absenkung im Vollrohr [m]	Q [m³] gesamt	Q [m³/s]	
2,000	0	0	0	0	Mittelwert Q [m³/s]: 4,38E-06
1,650	26	0,350	6,33E-04	2,44E-05	
1,600	60	0,400	7,24E-04	2,66E-06	
1,550	95	0,450	8,14E-04	2,59E-06	
1,500	132	0,500	9,05E-04	2,45E-06	Höhe d. Wassersäule zu Beginn [m] 2,00
1,450	171	0,550	9,95E-04	2,32E-06	Durchmesser Messrohr [m]: 0,048
1,400	213	0,600	1,09E-03	2,15E-06	1 cm Absenkung = m³ 1,81E-05
1,350	260	0,650	1,18E-03	1,93E-06	1 cm Absenkung = ml 18,10
1,300	306	0,700	1,27E-03	1,97E-06	Radius Messrohr [m] 0,024
1,250	356	0,750	1,36E-03	1,81E-06	Mittelwert h [m] 1,477
1,200	415	0,800	1,45E-03	1,53E-06	

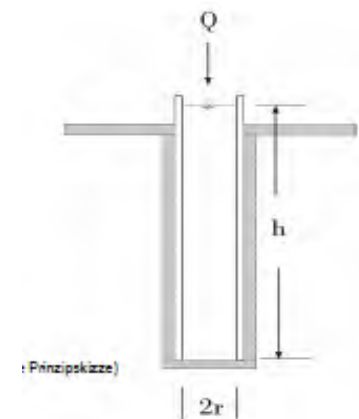
Auswertung (nach Prinz 1977, S. 76/77 2.85.c):

$$k_f = \frac{Q \text{ [m}^3\text{/s]}}{5,5 \times r \text{ [m]} \times h \text{ [m]}}$$

$$k_f = \frac{4,38E-06 \text{ m}^3\text{/s}}{0,195 \text{ m}^2} =$$

Mit: **Q = Wasserzugabe**
r = Radius Messrohr
h = Höhe Wassersäule
5,5 = Formelkonstante

$$\underline{\underline{2,24E-05 \text{ m/s}}}$$



Verdichtung während der Bohrung kann zu veränderten Versickerungsraten führen!



WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, 69214 Eppelheim

Projekt: Bannholzgraben Viernheim
WST-Proj.-Nr: 180570
Ausführung: W. Leonhard, Dipl.-Geol.

VV im ausgebauten Bohrloch (Vollrohr)

Versuch Nr.: 1	VS 4	Versuchstiefe: 1,50	m u. GOK	Open-End-Test in ungesättigter Bodenzone
09.05.2018				

h = Wassersäule im Rohr [m]	t = Zeit [sek.]	Absenkung im Vollrohr [m]	Q [m³] gesamt	Q [m³/s]	
2,000	0	0	0	0	Mittelwert Q [m³/s]: 9,65E-06
1,750	9	0,250	4,52E-04	5,03E-05	
1,700	17	0,300	5,43E-04	1,13E-05	
1,650	26	0,350	6,33E-04	1,01E-05	
1,600	36	0,400	7,24E-04	9,05E-06	Höhe d. Wassersäule zu Beginn [m] 2,00
1,550	47	0,450	8,14E-04	8,23E-06	Durchmesser Messrohr [m]: 0,048
1,500	58	0,500	9,05E-04	8,23E-06	1 cm Absenkung = m³ 1,81E-05
1,450	69	0,550	9,95E-04	8,23E-06	1 cm Absenkung = ml 18,10
1,400	81	0,600	1,09E-03	7,54E-06	Radius Messrohr [m] 0,024
1,350	94	0,650	1,18E-03	6,96E-06	Mittelwert h [m] 1,386
1,300	108	0,700	1,27E-03	6,46E-06	
1,250	123	0,750	1,36E-03	6,03E-06	
1,200	136	0,800	1,45E-03	6,96E-06	
1,150	152	0,850	1,54E-03	5,65E-06	
1,100	171	0,900	1,63E-03	4,76E-06	
1,050	190	0,950	1,72E-03	4,76E-06	
1,000	209	1,000	1,81E-03	4,76E-06	
0,950	228	1,050	1,90E-03	4,76E-06	

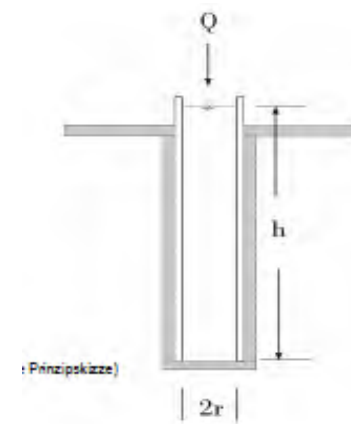
Auswertung (nach Prinz 1977, S. 76/77 2.85.c):

$$k_r = \frac{Q \text{ [m}^3\text{/s]}}{5,5 \times r \text{ [m]} \times h \text{ [m]}}$$

$$k_r = \frac{9,65E-06 \text{ m}^3\text{/s}}{0,183 \text{ m}^2} =$$

Mit: **Q = Wasserzugabe**
r = Radius Messrohr
h = Höhe Wassersäule
5,5 = Formelkonstante

$$\underline{\underline{5,27E-05 \text{ m/s}}}$$



Verdichtung während der Bohrung kann zu veränderten Versickerungsraten führen!

Anlage 6

Körnungslinie (kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse)

Auftraggeber:

Ing. Büro IGB, Ludwigshafen

Bauvorhaben:

VIERNHEIM

Erweiterung Bannholzgraben

Projekt-Nr.: 18-5049

Meistelle:

RKS 12

Prüf. Nr.:

Datum: 12./13.06.2018

Ausgeführt:

ha

Bodenart:

Sand, schluffig, schw. tonig [SU*]

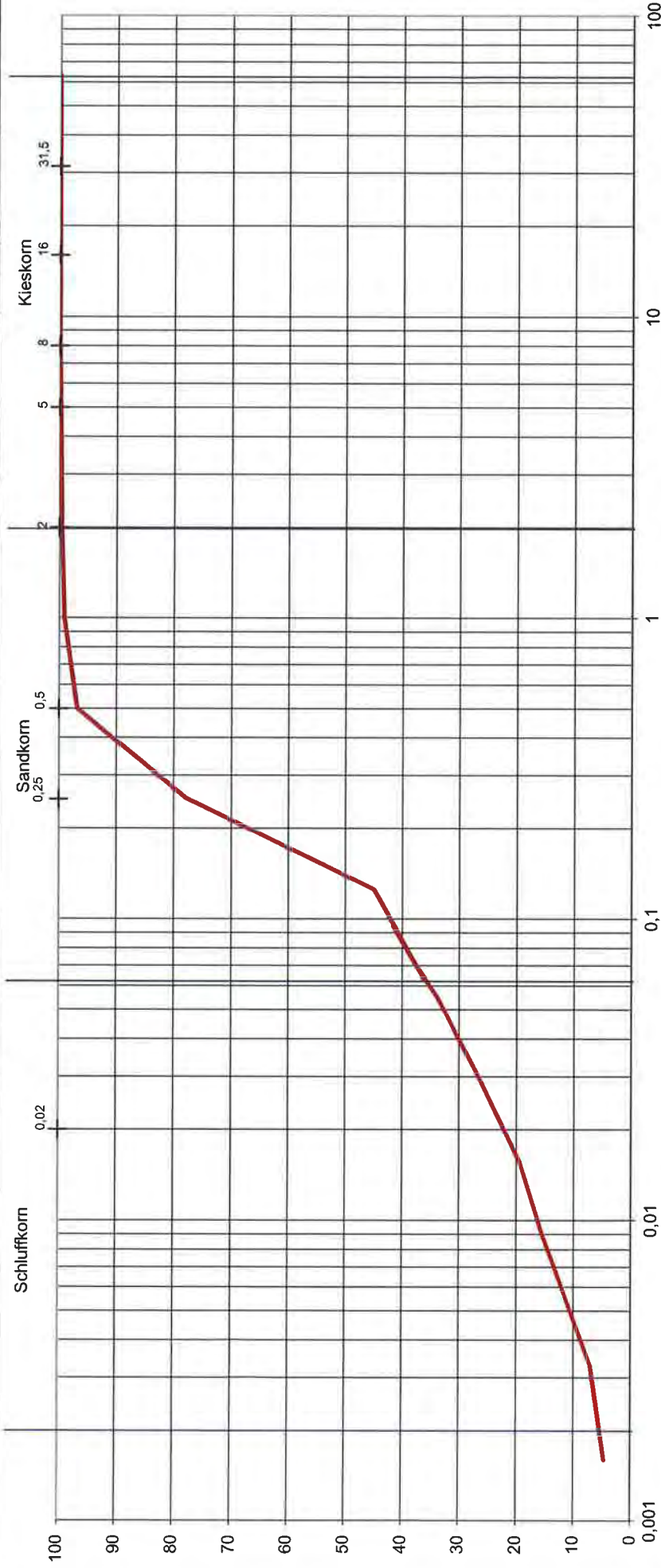
Tiefe

0,00m bis 0,40m

Lage

-

Art d. Entnahme gestört (09.05.2018)



Bemerkung:

S-BB Baustoffprüfung GmbH

Stracke - Baugrund & Beton

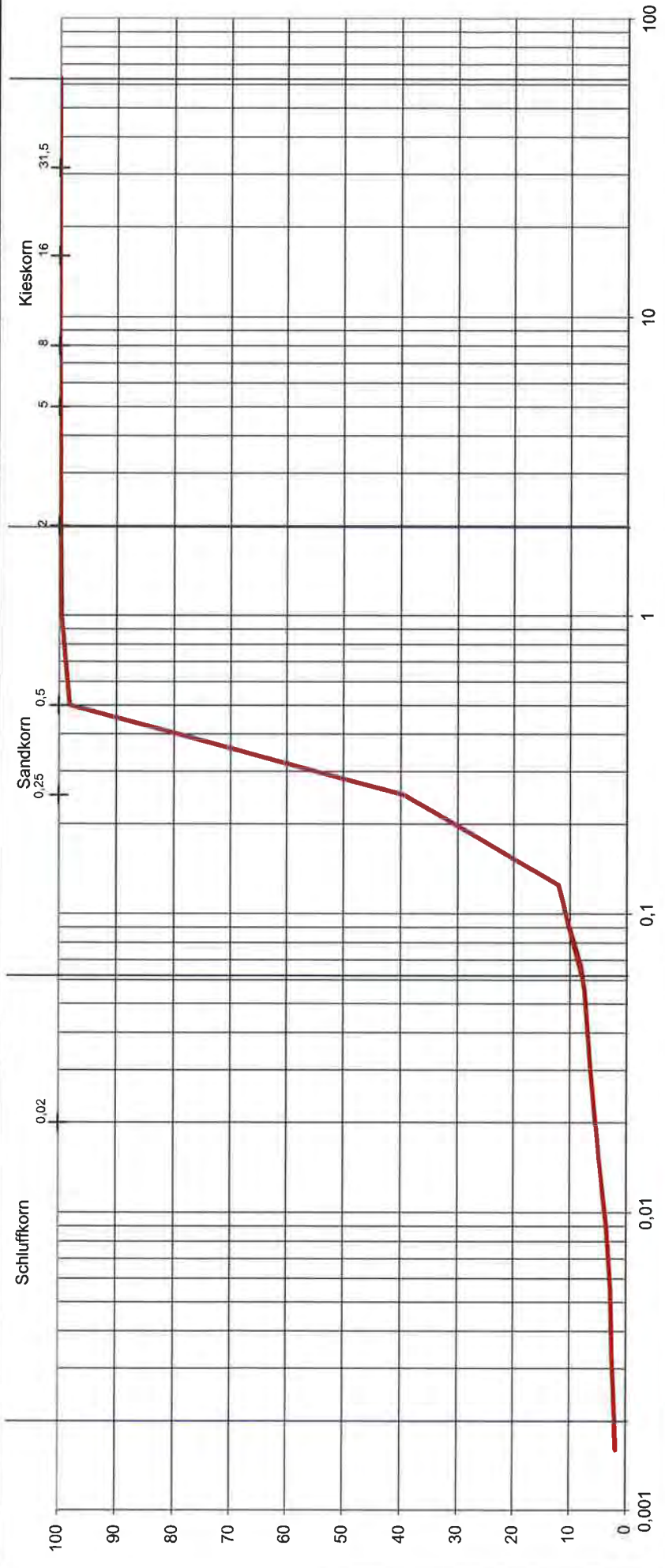
Büro Westfalz / Saarländ
 Auf dem Land 10, 66989 Höheinöd
 Tel.: 0 6333 27 54 83 - 0 / Fax: - 20

www.s-bb.de

Büro Rhein-Main
 Waldstraße 40, 65451 Keisterbach
 Tel.: 0 6107 30 85 44 - 1 / Fax: - 2

Körnungslinie (kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse)

Auftraggeber:	Bauvorhaben:	Prüf.Nr.:
Ing. Büro IGB, Ludwigshafen	VIERNHEIM	12./13.06.2018
	Erweiterung Bannholzgraben	Datum:
	Projekt-Nr.: 18-5049	Ausgeführt: ha
	Meßstelle:	Tiefe
	RKS 9	1,20m bis 2,30m
Bodenart:		Lage
Fein- Mittelsand, schw. schluffig [SE/SU]		Art d. Entnahme gestört (09.05.2018)



Bemerkung:



Baustoffprüfung GmbH

Stracke - Baugrund & Beton

Büro Westfalz / Saarland
Auf dem Land 10, 66989 Höheinöd
Tel.: 0 6333 27 54 83 - 0 / Fax: - 20

www.s-bb.de

Büro Rhein-Main
Waldstraße 40, 65451 Keisterbach
Tel.: 0 6107 30 85 44 - 1 / Fax: - 2

Körnungslinie (kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse)

Auftraggeber:

Ing. Büro IGB, Ludwigshafen

Bauvorhaben:

VIERNHEIM
Erweiterung Bannholzgraben
Projekt-Nr.: 18-5049

Prüf.Nr.:

Datum: **12./13.06.2018**

Ausgeführt:

ha

Bodenart:

Sand, schluffig, schw. tonig [SU*]

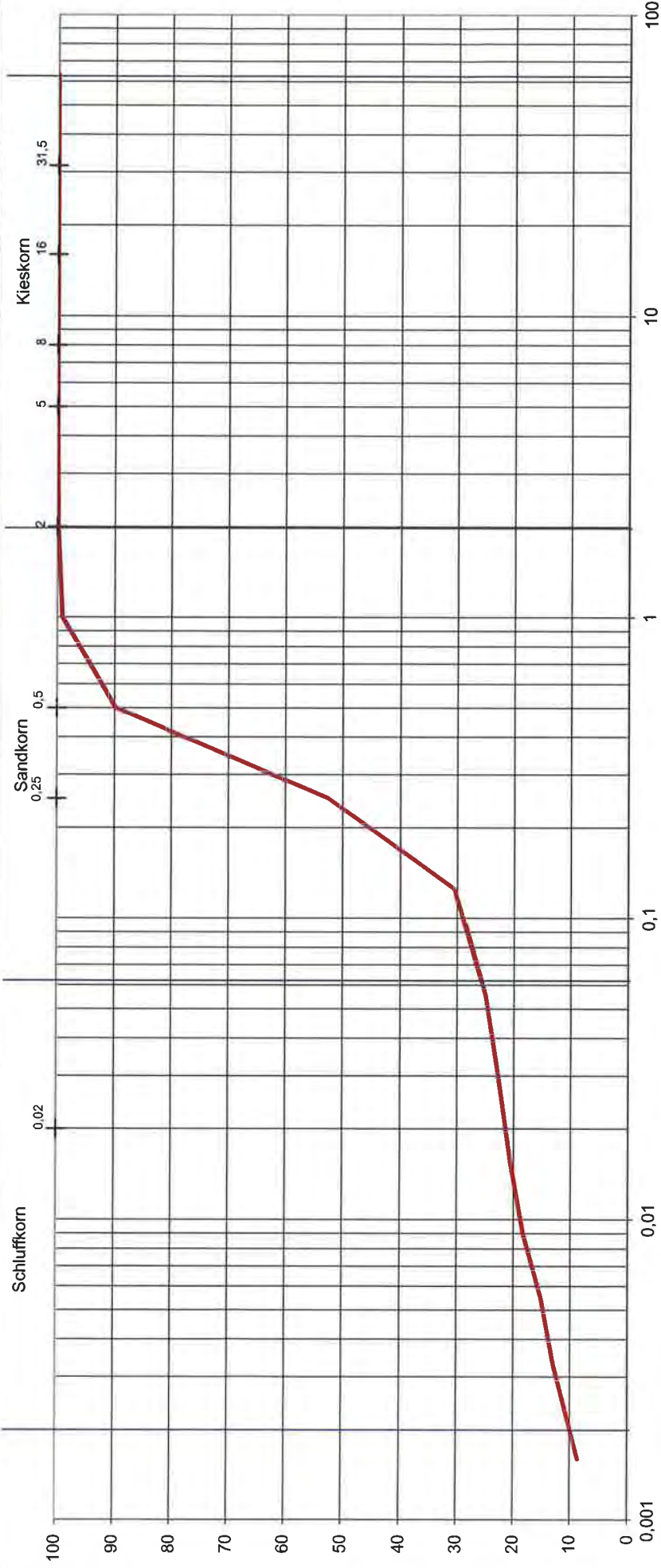
Meistelle:

RKS 3

Tiefe: **0,50m bis 1,20m**

Lage: -

Art d. Entnahme **gestört (09.05.2018)**



Bemerkung:

Anlage 7

Eurofins Umwelt West GmbH - Hasenpfeilerweide 16 - DE-67346 - Speyer

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH
Heinigstraße 26
67059 Ludwigshafen

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01827999

Prüfberichtsnummer: AR-18-JN-005076-01

Auftragsbezeichnung: 18-5049 Erweiterung

Anzahl Proben: 2

Probenart: Boden

Probenahmedatum: 15.05.2018

Probenehmer: Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 08.06.2018

Prüfzeitraum: 08.06.2018 - 14.06.2018

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Dr. Eva Kramer
Analytical Service Manager
Tel. +49 6232 8767711

Digital signiert, 14.06.2018
Dr. Eva Kramer
Prüfleitung



Probenbezeichnung	MP	MP Schluffe
	Oberboden	
Probenahmedatum/ -zeit	15.05.2018	15.05.2018
Probennummer	018113437	018113448

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN		DIN 19747:2009-07		kg	2,1	1,3
Fremdstoffe (Art)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07			nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07		g	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN	LG004	DIN 19747:2009-07			ja	nein

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346	0,1	Ma.-%	93,4	89,1
--------------	----	-------	--------------	-----	-------	------	------

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 17380	0,5	mg/kg TS	0,7	< 0,5
-----------------	----	-------	------------------	-----	----------	-----	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,8	mg/kg TS	19,0	36,9
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2	mg/kg TS	24	9
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,2	mg/kg TS	0,5	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	90	22
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	10	6
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	9	20
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846: 2012-08	0,07	mg/kg TS	0,11	< 0,07
Thallium (Tl)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	57	27

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

TOC	AN	LG004	DIN EN 13137	0,1	Ma.-% TS	1,1	0,2
EOX	AN	LG004	DIN 38414-S17: 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	LG004	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04	40	mg/kg TS	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	LG004	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04	40	mg/kg TS	< 40	< 40

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	MP Oberboden	MP Schluffe
Probenahmedatum/ -zeit	15.05.2018	15.05.2018
Probennummer	018113437	018113448

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	0,09	< 0,05
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	0,06	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	0,20	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	0,20	(n. b.) ¹⁾

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	MP	MP Schluffe
	Oberboden	
Probenahmedatum/ -zeit	15.05.2018	15.05.2018
Probennummer	018113437	018113448

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4

pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5			7,8	8,2
Temperatur pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C4: 1976-12		°C	24,6	24,5
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	LG004	DIN EN 27888: 1993-11	5	µS/cm	121	108

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4

Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	1,0	mg/l	1,8	3,5
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,008	0,002
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,002	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,002	0,002
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,001	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846: 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01

Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4

Phenolindex, wasserdampfflüchtig	AN	LG004	DIN EN ISO 14402	0,010	mg/l	< 0,010	< 0,010
----------------------------------	----	-------	------------------	-------	------	---------	---------

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.