

# Hydrosond

Geologisches Büro  
Bernhard Krauthausen

[Hydrosond](#) [Winnipeg Ave. B112 77836 Rheinmünster](#)

Gemeinde Friesenheim  
Friesenheimer Hauptstraße 71/73  
77948 Friesenheim

- **Hydrogeologie**  
Wassererschließung  
Grundwassermodellierung  
Schutzzonenausweisung
- **Ingenieurgeologie**  
Baugrund - Gründungsberatung  
Bohrtechnik und Brunnenbau
- **Umweltgeologie**  
Altlasten - Deponien  
Sanierungen - Rückbau  
Geothermie  
Regenwasserversickerung

## GEOTECHNISCHER BERICHT

### BV ERSCHLIESSUNGSGEBIET KLOSTERANLAGE HEILIGENZELL

### FRIESENHEIM-HEILIGENZELL

Auftrags-Nr.: 19224

Datum: 13.01.2020

---

**Büro Baden-Airpark**  
Winnipeg Ave. B112  
77836 Rheinmünster  
Tel. 07229 / 697333  
Fax 07229 / 697309  
mail@hydrosond.de

**Büro Berg / Pfalz**  
Ludwigstraße 1  
76768 Berg/Pfalz  
Tel. 07273 / 4106  
Fax 07273 / 1332

**Bankverbindung:**  
Sparkasse Germersheim-Kandel  
IBAN: DE50 5485 1440 0001 0091 90  
BIC: MALADE51KAD

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veranlassung .....	4
2. Ist-Zustand des Erschließungsgebietes und geplante Baumaßnahmen .....	4
3. Durchgeführte Untersuchungen .....	5
4. Untergrundverhältnisse .....	5
5. Klassifizierung des Baugrundes und bodenmechanische Kennwerte .....	10
6. Erdbebensicherheit .....	13
7. Grund- und Oberflächenwasserverhältnisse .....	13
7.1. Oberflächenwasser .....	13
7.2. Grundwasser .....	14
8. Niederschlagsversickerung .....	14
9. Schadstoffuntersuchungen .....	15
9.1. Allgemeines .....	15
9.2. Asphaltproben .....	15
9.3. Bodenproben .....	16
10. Gründungs- und Bauausführungsempfehlungen .....	22
10.1. Bewertung der Tragfähigkeit des Untergrundes .....	22
10.2. Wasserhaltung .....	23
10.3. Auskofferung und Herstellung der Leitungsgräben .....	23
10.4. Abwasserleitungen und -kanäle .....	26
10.4.1. Allgemeines .....	26
10.4.2. Schachtbauwerke .....	27
10.4.3. Rohrleitungen .....	27
10.4.3.1. Bettung .....	27
10.4.3.2. Baustoffe für die Leitungszone .....	31
10.4.3.3. Baustoffe für die Hauptverfüllung .....	32
10.4.3.4. Verfüllung und Verdichtungsanforderungen .....	33
10.5. Wasser- und Gasversorgungsleitungen .....	36
10.6. Verkehrsflächen .....	37
10.7. Gründung von Gebäuden .....	40
11. Allgemeine Empfehlungen .....	41
12. Literaturverzeichnis .....	43

## ANLAGENVERZEICHNIS

- Anl. 1: Lageplan
- Anl. 2: Profile der Rammkernbohrungen
- Anl. 3: Ergebnisse der Sieb- und Sedimentationsanalysen
- Anl. 4: Ergebnisse der Glühverlustbestimmung
- Anl. 5: Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen

## 1. Veranlassung

Das Ingenieurbüro Zink Ingenieure GmbH, 77886 Lauf, plant die Erschließung des Neubaugebietes „Klosteranlage Heiligenzell“ für die Gemeinde Friesenheim.

Das Geologische Büro HYDROSOND, 77836 Rheinmünster, wurde mit der Durchführung einer Baugrunderkundung und der Erstellung des hiermit vorgelegten Berichts beauftragt.

## 2. Ist-Zustand des Erschließungsgebietes und geplante Baumaßnahmen

Das Erschließungsgebiet liegt am nördlichen Ortsrand des zur Gemeinde Friesenheim gehörenden Ortsteiles Heiligenzell. Es soll im Gesamten oder in Teilen die Flurstücke 1, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 608, 613/1, 613/3, 629, 630, 632/1 und 650/1 sowie nach derzeitigem Stand der Planung eine Fläche von ca. 31.250 m<sup>2</sup> umfassen.

Bei dem Gelände handelt es sich überwiegend um Wiesen und Gärten. Im nordöstlichen Teil des geplanten Erschließungsgebietes waren Gewächshäuser vorhanden, die zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchungen bereits abgebrochen waren. Weiter befinden sich auf dem Gelände Bestandsgebäude, die erhalten werden sollen. Das Gebiet wird von einem Wassergraben durchzogen.

Die derzeitige Geländeoberkante (GOK) des Erschließungsgebietes fällt von ENE nach WSW und liegt im Bereich der Bohrung BK 9 (höchstgelegener Bohransatzpunkt) bei ca. 182,0 m+NN und im Bereich der Bohrung BK 7 (tiefstgelegener Bohransatzpunkt) bei ca. 174,6 m+NN.

Zur Erschließung des Gebietes soll der bestehende asphaltierte Weg von der Heiligenzeller Hauptstraße zum Friedhofsgelände ertüchtigt werden sowie eine Verbindung von diesem zur Oberweierer Straße entstehen. Im Zuge der Erschließung ist das Verlegen von Leitungen erforderlich.

Eine Wohnbebauung soll nach unserem Kenntnisstand im Großteil des Erschließungsgebietes in Form von Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern sowie im westlichen Bereich in Form von Mehrfamilienhäusern realisiert werden.

### 3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 26.11.2019 im Bereich der geplanten Erschließungsstraßen insgesamt 6 Rammkernbohrungen DN 60/50 (B1–B6) abgeteuft. Hierbei besaßen die Bohrungen mit Ausnahme der Bohrung B4 eine Endtiefe von jeweils 3,0 m u. GOK; Bohrung B4 musste aufgrund eines Bohrhindernisses in einer Tiefe von 2,5 m u. GOK abgebrochen werden. Weiter wurden im Bereich der geplanten Gebäude 3 weitere Bohrungen (B7–B9) niedergebracht. Diese erreichten Endtiefen von 6,4 m, 6,5 m und 7,0 m u. GOK, erstere beide mussten aufgrund von Bohrhindernissen abgebrochen werden.

Die Lage der Ansatzpunkte der Bohrungen ist aus Anlage 1 ersichtlich. Alle Bohr-ansatzpunkte wurden nach ihrer Lage und Höhe eingemessen (Anl. 1 und 2). Das Nivellement erfolgte auf einen Kanaldeckel auf der Heiligenzeller Hauptstraße, dessen Höhe mit 175,79 m+NN angegeben wurde.

Die ingenieurgeologisch aufgenommene Schichtenfolge des Untergrundes ist gemäß EN ISO 14688-1:2018-05 und DIN 4023:2006-02 beschrieben. Die Ergebnisse der Bohrungen sind dem vorliegenden Bericht in Form von Bohrprofilen (Anl. 2) beigelegt.

### 4. Untergrundverhältnisse

Die Bohrprofile der Rammkernbohrungen B1–B9 (Anl. 2) wurden vor Ort geologisch-bodenmechanisch angesprochen. Zusammengefasst lässt sich der Baugrund im Bereich des Baugrundstückes in 9 charakteristische Untergrundbereiche (von oben nach unten) unterteilen, die sich in ihrer Mächtigkeit, räumlichen Ausdehnung und Kornzusammensetzung unterscheiden:

#### *Schicht 1: Oberboden*

- Homogenbereich A: Oberboden nicht in B2 und B3;  
bis ca. 0,3 / 0,5 m u. GOK

*Schicht 2: gebundener Straßenoberbau*

- Homogenbereich B: Asphaltdecke nur in B2 und B3;  
bis ca. 0,1 m u. GOK

*Schicht 3: Auffüllungen*

- Homogenbereich C1: aufgefüllte Kiese nur in B2 und B3;  
bis ca. 0,3 / 0,6 m u. GOK
- Homogenbereich C2: aufgefüllte schwach  
schluffige Kiese nur in S2;  
bis ca. 0,5 m u. GOK
- Homogenbereich C3: aufgefüllte schluf-  
fige Kiese nur in B6 und S7;  
bis ca. 0,7 / 1,3 m u. GOK
- Homogenbereich C4: aufgefüllte Schluffe nur B1, B2, B3, B7 und B8;  
bis ca. 0,7 / 1,4 m u. GOK

*Schicht 4: Schluffe*

- Homogenbereich D: sandige und tonige  
Schluffe bis 1,6 / 5,5 m u. GOK

*Schicht 5: Schluffe und Tone mit organischen Beimengungen*

- Homogenbereich E: Schluffe und Tone  
mit org. Beimeng. bis > 2,5 / > 6,5 m u. GOK

*Schicht 6: Kiese*

- Homogenbereich F: schwach schluffige  
Kiese nur in B5 und B9;  
bis 1,6 / > 7,0 m u. GOK

Die Zuordnungen der Homogenbereiche zu Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen sind aus Tabelle 2 ersichtlich, im Falle der Homogenbereiche D, E und F zudem die zugehörigen Bodenkenwerte.

## **Schicht 1: Oberboden**

### *Homogenbereich A: Oberboden*

In den außerhalb der Straßenbereiche abgeteufte Bohrungen wurde als oberste Schicht des Untergrundes Oberboden, welcher überwiegend als aufgefüllter fein- bzw. fein- bis mittelsandiger Schluff mit stark organischen Beimengungen zu bezeichnen ist, angetroffen. In den Bohrungen B4 und B5 wurde unter dem eigentlichen Oberboden jeweils eine geringmächtige Schlufflage mit organischen Beimengungen erbohrt, welche ebenfalls dem Homogenbereich A zugerechnet wird. In den Bohrungen B6, B7 und B9 wurden als Fremdbestandteile Ziegelbruchstücke sowie in Bohrungen B9 Schlacken festgestellt. Die Farbe des Oberbodens variiert von schwarz und dunkelgrau über grau und hellbraun bis braun und dunkelbraun. Die Mächtigkeit der Schicht 1 reicht von 0,3 m bis 0,5 m.

## **Schicht 2: gebundener Straßenoberbau**

### *Homogenbereich B: Asphaltdecke*

Die in den Bohrungen B2 und B3 erbohrte Asphaltdecke weist eine Mächtigkeit von ca. 0,1 m auf. Eine organoleptische Auffälligkeit hinsichtlich PAKs konnte nicht festgestellt werden; nach den Ergebnissen der Schadstoffuntersuchungen (s. Abschnitt 9.2) ist der Asphalt als nicht teerhaltig zu bezeichnen.

## **Schicht 3: Auffüllungen**

### *Homogenbereich C1: aufgefüllte Kiese*

Unter der Asphaltdecke wurden als ungebundener Straßenoberbau in den Bohrungen B2 und B3 jeweils sandige und fein- bis mittelkiesige Grobkiese mit grauer Farbe bis in eine Tiefe von 0,3 m bzw. 0,6 m u. GOK angetroffen.

### *Homogenbereich C2: aufgefüllte schwach schluffige Kiese*

Die sandigen, feinkiesigen und schwach schluffigen Mittel- bis Grobkiese des Homogenbereiches C2 wurden lediglich in Bohrung B2 unter den Auffüllungen des Homogenbereiches C1 bis in eine Tiefe von ca. 0,5 m u. GOK angetroffen. Sie besitzen eine graubraune und rotgraue und sind zum Teil aus Sandsteinbruch zusammengesetzt.

### *Homogenbereich C3: aufgefüllte schluffige Kiese*

Die schluffigen Kiese des Homogenbereiches C3 wurden jeweils in geringen Mächtigkeiten in den Bohrungen B6 und B7 angetroffen. In Bohrung B6 wurde unter dem Oberboden eine ca. 0,2 m mächtige Lage aus Ziegelbruch erbohrt, welcher aus geotechnischer Sicht als schluffiger und sandiger Kies zu bezeichnen ist. In Bohrung B7 wurde ab einer Tiefe von ca. 0,7 m u. GOK eine ca. 0,6 m mächtige Lage aus schluffigem, schwach sandigem und schwach steinigem Kies mit orangener, schwarzer und weißer Farbe angetroffen. Hierbei sind als Fremdbestandteile Ziegelbruch und stark teerhaltiges Material (s. Abschnitt 9.3) enthalten. Bei den Bestandteilen mit weißer Farbe handelt es sich nach den ermittelten Sulfatgehalten nicht um gipshaltiges Material.

### *Homogenbereich C4: aufgefüllte Schluffe*

Die Schluffe des Homogenbereiches C4 wurden in den Bohrungen B1, B7 und B8 unter dem Oberboden des Homogenbereiches A sowie in den Bohrungen B2 und B3 unter den Kiesauffüllungen der Homogenbereiche C1 bzw. C2 angetroffen. Hierbei handelt es sich überwiegend um fein- bis mittelsandige Schluffe, selten mit Kiesbeimengungen. Sie weisen eine steife oder halbfeste Konsistenz auf und besitzen eine hellbraune, braune oder grau-hellbraune Farbe. Mit Ausnahme der Bohrung B1 sind jeweils Ziegelbruchstücke enthalten.

## **Schicht 4: Schluffe**

### *Homogenbereich D: sandige und tonige Schluffe*

Unter dem Oberboden der Schicht 1 oder den Auffüllungen der Schicht 3 wurden in allen Bohrungen die Schluffe der Schicht 4 angetroffen. Diese sind häufig stark feinsandig und besitzen variable Ton-, Mittelsand-, Grobsand- und Feinkiesanteile. In einigen Bohrungen wurden Schneckengehäuse festgestellt. In den Bohrungen B5, B7 und B9 wurden auch schluffige Sande erbohrt, welche der Schicht 4 zugeordnet werden. In Bohrung B5 wurde innerhalb der Schluffschicht eine ca. 0,9 m starke Kies- und Sandlinse angetroffen, welche aus geotechnischer Sicht dem Homogenbereich F zugeordnet werden kann. In Bohrung B9 ist in der Schluffschicht eine geringmächtige Einschaltung des Homogenbereiches E vorhanden. Die Schluffe der Schicht 4 weisen überwiegend eine steife Konsistenz auf, in den Bohrungen B3, B4, B5 und B8 liegen sie abschnittsweise auch in



steif-weicher und weicher sowie in den Bohrungen B6 und B9 in steif-halbfester und halbfester Konsistenz vor.

**Anm.:** Durch das angewandte schlagende Bohrverfahren kann insbesondere bei hohen Sand- und Wassergehalten des bindigen Bodens ein Aufweichen durch den Bohrvorgang hervorgerufen werden. Der ungestörte Boden liegt daher ggf. teilweise in festerer Konsistenz vor als das erbohrte Bodenmaterial. Nach unseren Erfahrungen ist jedoch abschnittsweise mindestens mit steif-weichem Boden zu rechnen.

Die Farbe der Schluffe variiert von grau über rotgrau, rotbraun und ockerbraun bis hellbraun. Die erbohrte Mächtigkeit der Schicht 4 liegt zwischen 0,3 m (B7) und 5,6 m (B9).

### **Schicht 5: Bindige Böden mit organischen Beimengungen**

#### *Homogenbereich D: Schluffe und Tone mit organischen Beimengungen*

Unter Schicht 4 wurden in allen Bohrungen die Schluffe und Tone mit organischen Beimengungen der Schicht 5 angetroffen. Hierbei handelt es sich überwiegend um feinsandige und stark feinsandige Schluffe mit variablen Ton-, Mittelsand- und Grobsandanteilen; vereinzelt sind zudem Kiesanteile enthalten. Lediglich in Bohrung B5 wurde ein schwach feinsandiger bis feinsandiger und schluffiger bis stark schluffiger Ton sowie in Bohrung B7 ein stark toniger und feinsandiger Schluff angetroffen. Schicht 5 weist überwiegend eine steif-weiche sowie abschnittsweise eine weiche oder steife Konsistenz auf.

**Anm.:** Durch das angewandte schlagende Bohrverfahren kann insbesondere bei hohen Sand- und Wassergehalten des bindigen Bodens ein Aufweichen durch den Bohrvorgang hervorgerufen werden. Der ungestörte Boden liegt daher ggf. teilweise in festerer Konsistenz vor als das erbohrte Bodenmaterial. Nach unseren Erfahrungen ist jedoch abschnittsweise mindestens mit steif-weichem Boden zu rechnen.

Die Schluffe und Tone besitzen eine braune, graue, dunkelgraue oder schwarze Farbe. In den Bohrungen B7 und B8 wurden Torflinsen sowie Schneckengehäuse angetroffen. Die erbohrte Mächtigkeit der Schicht 5 liegt zwischen 0,1 m (B3) und 4,8 m (B7). Mit Ausnahme der Bohrungen B7 und B9 wurden die Schluffe und Tone mit organischen Beimengungen der Schicht 5 bis zu den jeweiligen Endtiefen der Bohrungen angetroffen. Im Falle der Bohrungen B4, B7 und B8 konnten die geplanten Endtiefen aufgrund von Bohrhindernissen nicht erreicht werden. Bei Bohrung B4 handelte es sich bei dem Bohrhindernis um Holz sowie bei Bohrung B7 vermutlich um einen Sandsteinblock (Hangschuttablagerung). In Bohrung B8 konnte die Art des Bohrhindernisses nicht festgestellt werden.

**Schicht 6: Kiese***Homogenbereich F: schwach schluffige Kiese*

In Bohrung B9 wurde ab einer Tiefe von 6,4 m u. GOK bis zur Endtiefe der Bohrung bei 7,0 m u. GOK ein mittel- bis grobsandiger, schwach grobkiesiger und schwach schluffiger Fein- bis Mittelkies mit rotgrauer Farbe erbohrt. Dieser war ab dessen OK nass. Hierbei ist nicht klar, ob es sich um eine eigenständige Schicht mit größerer Mächtigkeit oder eine nur geringmächtige Kieslinse in den Schluffen der Schichten 4 bzw. 5 handelt. Im Falle der in Bohrung B5 in einer Tiefe zwischen 0,7 m und 1,6 m u. GOK angetroffenen Wechsellagerungen aus schwach schluffigen und sandigen Fein- bis Mittelkiesen sowie fein- bis mittelkiesigen, schwach feinsandigen und schwach schluffigen Mittel- bis Grobsanden mit ebenfalls rotgrauer Farbe sind diese als Linse in den Schluffen der Schicht 4 zu bezeichnen, werden jedoch dem Homogenbereich F zugeordnet.

**5. Klassifizierung des Baugrundes und bodenmechanische Kennwerte**

Aus den Bohrkernen der Bohrungen B3, B5 und B7 wurden aus unterschiedlichen Homogenbereichen Bodenproben für bodenmechanische Versuche entnommen und 4 dieser Proben (3.2, 5.3, 5.4 und 7.5) einer Sieb- und Sedimentationsanalyse nach DIN 17892-4:2014-04 sowie die Probe 5.4 zusätzlich einer Glühverlustbestimmung nach DIN 18128:2002-12 unterzogen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die entnommenen Proben sowie deren Entnahmetiefen. Die Ergebnisse der Sieb- sowie Sieb- und Sedimentationsanalysen sind aus Anlage 3 sowie die Ergebnisse der Glühverlustbestimmung aus Anlage 4 ersichtlich.

**Tabelle 1: Entnahmestellen und -tiefen der im bodenmechanischen Labor untersuchten Bodenproben**

Probenbezeichnung	Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Homogenbereich	Sieb- und Sedimentationsanalyse	Glühverlustbestimmung
3.2	B3	1,8 - 2,9	D	✓	-
5.3	B5	0,7 - 1,6	F	✓	-
5.4	B5	2,3 - 2,9	E	✓	✓
7.5	B7	2,3 - 3,7	E	✓	-

✓ = durchgeführt, - = nicht durchgeführt

Tabelle 2: Klassifizierung des Baugrundes und bodenmechanische Kennwerte

Parameter	bestimmt anhand	Schicht							
		1	3			4	5	6	
		Homogenbereich							
		A	C1	C2	C3	C4	D	E	F
Bodengruppe	DIN 18196:2011-05	[OU] / OU	[GW]	[GU]	[GÜ]	[UL]	UL	OU / OT	GU
Bodenklasse (alt)	DIN 18300:2015-08	1	3	3	4	4	4	4	3
Frostempfindlichkeitsklasse	ZTVE-StB 2009	F3	F1	F2	F3	F3	F3	F3	F2
Verdichtbarkeitsklasse	ZTVE-StB 2009	V3	V1	V1	V2	V3	V3	V3	V1
Ortsübliche Bezeichnung	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17892-4:2017-04	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	s. Anl. 4	s. Anl. 4	s. Anl. 4
Massenanteil Steine, > 63 - 200 mm [%]	DIN EN ISO 14688-1:2013-12	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Massenanteil Blöcke, > 200 - 630 mm [%]	DIN EN ISO 14688-1:2013-12	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Massenanteil große Blöcke, > 630 mm [%]	DIN EN ISO 14688-1:2013-12	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	DIN EN ISO 17892-2:2015-03	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Undrained Scherfestigkeit c <sub>u</sub> [kPa]	DIN 18137-2:2011-04	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Wassergehalt [%]	DIN EN ISO 17892-1:2015-03	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	40,4	n. b.
Plastizitätszahl I <sub>p</sub> [%]	DIN 18122-1:1997-07	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Konsistenzzahl I <sub>c</sub> [ ]	DIN 18122-1:1997-07	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
Plastizität	-	n. b.	-	-	-	leicht pl.*	leicht pl.*	leicht pl.*/ mittelpl.*	-
Konsistenz	-	n. b.	-	-	-	st*, hf*	w*, st*, hf*	w*, st*	-
Lagerungsdichte	DIN EN ISO 14688-2:2013-12 DIN 18126:1996-11 DIN 22476-2:2012-03	-	n. b.	n. b.	n. b.	-	-	-	n. b.
Organischer Anteil, bestimmt als Glühverlust [% TS]	DIN 18128:2002-12	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	7,8	n. b.
Wichte (erdfeucht) γ [kN/m <sup>3</sup> ]	DIN 1055-2:2010-11	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	17,5 (w), 18,5 (st), 19,5 (hf)	16,5 (w), 17,5 (st), 18,5 (hf)	17,0 (l), 19,0 (md), 21,0 (d)
Wichte (unter Auftrieb) γ' [kN/m <sup>3</sup> ]	DIN 1055-2:2010-11	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	9,0 (w), 10,0 (st), 11,0 (hf)	8,0 (w), 9,0 (st), 10,0 (hf)	9,5 (l), 11,0 (md), 12,5 (d)
Reibungswinkel φ' [°]	DIN 1055-2:2010-11	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	27,5	20,0	30,0 (l), 32,5 (md), 35,0 (d)
Kohäsion c' [kN/m <sup>2</sup> ]	DIN 1055-2:2010-11	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	0 (w), 2 (st), 5 (hf)	0 (w), 1 (st), 3 (hf)	0
Steifemodul E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	DIN 18135:2012-04	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	4* (w), 9* (st), 11* (hf)	2* (w), 5* (st), 7* (hf)	50* (l), 60* (md), 80* (d)
Durchlässigkeitsbeiwert k <sub>r</sub> [m/s]	DIN 18130-1:1998-05	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-8*</sup>	10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-9*</sup>	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4*</sup>

\* Wert wurde anhand von Literaturdaten und/oder Erfahrungswerten abgeschätzt

l = lockere Lagerung, md = mitteldichte Lagerung, d = dichte Lagerung, w = weiche Konsistenz, st = steife Konsistenz, hf = halbfeste Konsistenz

F1 = nicht frostempfindlich, F2 = gering bis mittel frostempfindlich, F3 = sehr frostempfindlich V1 = gut verdichtbar, V2 = mäßig verdichtbar, V3 = schlecht verdichtbar

Der Untergrund ist nach DIN 18300:2016-09 in Homogenbereiche eingeteilt, welche für Erdarbeiten vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Für die Ausschreibung der Erdarbeiten und für die statischen Berechnungen kann von den in Tabelle 2 aufgeführten Bodenkennwerten ausgegangen werden. Die angegebenen Werte sind als abgeschätzte Mittelwerte für die Schichten angegeben; die Durchlässigkeitsbeiwerte wurden nach Erfahrungswerten und Literaturdaten (Hölting, 1984) abgeschätzt, ebenso der Steifemodul  $E_s$ .

## 6. Erdbebensicherheit

Das Baugelände befindet sich nach der in DIN 1998-1/NA:2011-01 enthaltenen Karte der Erdbebenzonen im Bereich der Erdbebenzone 1 sowie nach der darin enthaltenen Abbildung 3 in der Untergrundklasse R. Nach den Ergebnissen der Untersuchungen ist der Baugrund im Erschließungsgebiet der Baugrundklasse C zuzuordnen. Aufgrund der abschnittsweise steif-weichen bzw. weichen Konsistenz der bindigen Böden ist die dominierende Schwerwellengeschwindigkeit im unteren Bereich des in der DIN 4149:2005-04 für diese Baugrundklasse genannten Wertebereiches, nach unserer Empfehlung mit 150 m/s, anzusetzen. Weiter kann bei den vorliegenden Korngrößenverteilungen des Bodens (überwiegend stark feinsandige Schluffe) und dessen aufgrund des im gesamten Untersuchungsgebiet angetroffenen Hangwassers hohen Wassergehalten eine Bodenverflüssigung unter Erdbebeneinwirkung nicht vollständig ausgeschlossen werden.

## 7. Grund- und Oberflächenwasserverhältnisse

### 7.1. Oberflächenwasser

Nach der Hochwassergefahrenkarte der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) ist das Erschließungsgebiet bei derzeitiger Geländehöhe auch bei einem extremen Hochwasser ( $HQ_{EXTREM}$ ) nicht überflutet.

## 7.2. Grundwasser

Die angetroffenen bindigen Böden der Schichten 4 und 5 wiesen häufig – ab durchschnittlichen Tiefen von ca. 1,8 m u. GOK – hohe Wassergehalte auf. Die in Bohrung B9 ab einer Tiefe von 6,4 m u. GOK bis zur Endtiefe der Bohrung bei 7,0 m u. GOK angetroffenen Kiese der Schicht 6 waren über deren gesamte erbohrte Mächtigkeit nass.

In den Bohrlöchern der Bohrungen B1, B2, B4, B7, B8 und B9 konnten nach Bohrende Wasserstände zwischen 1,33 m u. GOK und 3,35 m u. GOK gemessen werden. Im Falle der Bohrungen B4 wurden die Wasserstände nach 30 min und 45 min sowie im Falle der Bohrung B8 nach 30 min erneut gemessen. Hierbei ergab sich für die Bohrung B4 nach einer Erstmessung nach Bohrende von 1,33 m u. GOK zunächst ein Abfall des Wasserspiegels auf 2,25 m u. GOK und anschließend ein erneuter Anstieg auf 1,24 m u. GOK. Für die Bohrung B8 ergab sich ein leichter Anstieg von 2,70 m u. GOK nach Bohrende auf 2,57 m u. GOK. Die Bohrlöcher der Bohrungen B3, B5 und B8 waren in Tiefen zwischen 2,0 m u. GOK und 2,5 m u. GOK zugefallen.

In der Umgebung des Untersuchungsgebietes sind nach unserem Kenntnisstand keine amtlichen Grundwassermessstellen mit frei zugänglichen, langjährigen Grundwasserstandsmessdaten vorhanden. Die Angabe eines höchsten Grundwasserstandes ist daher nicht möglich. Nach den Ergebnissen der Untersuchungen und nach unseren Erfahrungen ist mit Grundwasserkörpern größerer Mächtigkeit erst in größeren als für die Bauvorhaben relevanten Tiefen zu rechnen. Das angetroffene Wasser ist als Schicht- bzw. Hangwasser zu bezeichnen.

## 8. Niederschlagsversickerung

Für die Versickerung von Niederschlägen eignen sich nach i. d. R. Böden mit hydraulischen Leitfähigkeiten  $k_f$  zwischen  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s und  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s. Je geringer die Durchlässigkeit eines Bodens ist, umso größer ist der Flächenbedarf für die Versickerung bzw. umso mehr Speicherraum muss zur Verfügung gestellt werden. Bei  $k_f$ -Werten  $> 1 \cdot 10^{-3}$  m/s ist der Schadstoffrückhalt ggf. nicht mehr in ausreichendem Maße gegeben.

Die bindigen Böden der Schichten 4 und 5, welche in den tiefen Bohrungen B7, B8 und B9 bis in Tiefen von mindestens 6,4 m u. GOK angetroffen wurden, sind mit abgeschätzten hydraulischen Leitfähigkeiten  $k_f$  zwischen  $10^{-6}$  m/s und  $10^{-9}$  m/s als schwach durchlässig zu bezeichnen und somit für eine Versickerung von Niederschlagswässern nicht geeignet.

Aufgrund der großen Mächtigkeit der schwach durchlässigen Böden halten wir die Planung einer Versickerung von Niederschlagswässern im Untersuchungsgebiet für nicht erfolgversprechend.

## 9. Schadstoffuntersuchungen

### 9.1. Allgemeines

Die untersuchten Asphalt- und Bodenproben wurden aus den Bohrungen B1–B7 entnommen. Es ist darauf hinzuweisen, dass Schadstoffuntersuchungen von Material, das aus punktuellen Aufschlüssen gewonnen wurde, nur räumlich beschränkte Informationen über Belastungen des Untergrundes liefern und daher i. d. R. nur als Orientierung dienen können. Daher empfehlen wir, nach dem Aushub der Materialien aus diesen Haufwerke zu bilden, hieraus entsprechende Proben zu gewinnen und zu analysieren. So können repräsentativere Informationen über die Belastung der Materialien gewonnen werden.

Alle analysierten Asphalt- und Bodenproben wurden durch das Labor SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH, Außenstelle Ettlingen, untersucht.

### 9.2. Asphaltproben

Aus den Asphaltaufschlüssen der Bohrungen B2 und B3 wurde jeweils eine Asphaltprobe (AP 1, AP 2) entnommen und auf die Bestandteile des Summenparameters PAK EPA untersucht.

Die Beurteilung der Schadstoffbelastung von Straßenausbaustoffen erfolgt nach den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01) insbesondere anhand des

Summenparameters PAK EPA. Hierbei werden die Verwertungsklassen A (Ausbauasphalt, PAK EPA  $\leq 25$  mg/kg TS) und B/C (Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen, PAK EPA  $> 25$  mg/kg TS) unterschieden.

Beide Asphaltproben waren organoleptisch unauffällig. Labortechnisch ergaben sich für die Asphaltproben AP 1 und AP 2 Gehalte des Summenparameters PAK EPA von 17,8 mg/kg TS bzw. 6,4 mg/kg TS. Die Messwerte liegen unterhalb des Zuordnungswertes der Verwertungsklasse A von 25 mg/kg TS. Demnach ist das entsprechende Straßenaufbruchmaterial nach Zuordnung durch die PAK-Gehalte der Verwertungsklasse A zuzuordnen.

Die Entnahmestellen und -tiefen der Asphaltproben sowie die ermittelten PAK-Gehalte und die Zuordnung zu Verwertungsklassen ist aus Tabelle 3 ersichtlich. Die Erklärung der Untersuchungsstelle, die Probenvorbereitungsprotokolle und der Prüfbericht liegen als Anlage 5 bei.

**Tabelle 3: Entnahmestellen und -tiefen der für Schadstoffuntersuchungen entnommenen Asphaltproben sowie die ermittelten PAK-Gehalte und die Zuordnung zu Verwertungsklassen nach RuVA-StB 01**

Probenbezeichnung	Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Homogenbereich	PAK-Gehalte (EPA) [mg/kg TS]	Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01
AP 1	B2	0,00 - 0,09	B	17,8	A <sup>1)</sup>
AP 2	B3	0,00 - 0,09	B	6,4	A <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> nach Zuordnung lediglich durch den Summenparameter PAK EPA

### 9.3. Bodenproben

Aus allen Baggerschürfen wurden Proben entnommen, teilweise zu Mischproben vereinigt und entsprechend dem Parameterumfang der „Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ (VwV Boden) des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 14.03.2007 oder einzelnen Bestandteilen dieser sowie teilweise auf die Parameter Glühverlust und TOC untersucht.

**Tabelle 4: Entnahmestellen und -tiefen der für Schadstoffuntersuchungen entnommenen Bodenproben sowie die untersuchten Parameter und die Zuordnung zu Qualitätsstufen nach VwV Boden und Deponieklassen nach DepV**

Probenbezeichnung		Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m u. FOK]	Homogenbereich	untersuchte Parameter										Qualitätsstufe nach VwV Boden	Deponieklasse nach DepV	
Misch- probe	Einzel- probe				MKW		PAK		VwV		Sulfat		Schwermetalle				Glühver- lust, TOC
					F	E	F	E	F	E	F	E	F	E			
MP 1	1.1	B1	0,00–0,30	A	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	Z0 <sup>1)</sup>	DK III <sup>2), 3)</sup>
	4.1	B4	0,00–0,50														
	5.1	B5	0,00–0,30														
	6.1	B6	0,00–0,50														
MP 2	2.1	B2	0,09–0,50	C1, C2	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	Z1.2 <sup>2)</sup>	DK 0 <sup>2)</sup>
	3.1	B3	0,09–0,60														
MP 3	1.3	B1	1,40–2,20	D, E	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	Z0	DK 0 <sup>2)</sup>
	1.4	B1	2,20–3,00														
	2.3	B2	2,00–3,00														
	3.2	B3	1,80–2,90														
	4.2	B4	0,50–1,80														
	4.3	B4	1,80–2,50														
-	7.3	B7	0,70–1,30	C3	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	>Z2	DK I <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> bei dem Material der Mischprobe MP 1 (Oberboden) handelt es sich nicht um Bodenmaterial im Sinne der VwV Boden

<sup>2)</sup> es wurden nicht alle für eine abschließende Zuordnung erforderlichen Parameter analysiert, bei Zuordnungswertüberschreitungen dieser können sich daher abweichende Zuordnungen ergeben

<sup>3)</sup> mit Zustimmung der zuständigen Behörde ist ggf. eine Einstufung in die Deponieklasse I (DK I) möglich

F = Feststoff, E = Eluat

✓ = analysiert, - = nicht analysiert



Die in der VwV Boden genannten Abkürzungen Z0, Z0\*IIIa, Z0\*, Z1.1, Z1.2, Z.2 bezeichnen sowohl Einbaukonfigurationen als auch Materialqualitäten (Qualitätsstufen). Die Zuordnung von Bodenabfällen zu Deponieklassen erfolgt gemäß der „Verordnung über Deponien und Langzeitlager“ (Deponieverordnung - DepV) vom 27.04.2009. Die Einstufung als gefährlicher Abfall erfolgt anhand den Vorläufigen Vollzugshinweisen des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg bezüglich der Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen vom 28.10.2002

Tabelle 4 bietet eine Übersicht über die analysierten Proben, deren Entnahmetiefen, die untersuchten Parameter sowie die Zuordnung zu Qualitätsstufen nach VwV Boden und Deponieklassen nach DepV. Im Falle der Mischprobe MP 2 erfolgte vor der Analytik eine Siebung des Materials mit einem Siebschnitt < 2 mm.

Die Erklärungen der Untersuchungsstelle, die Probenvorbereitungsprotokolle und die Prüfberichte liegen als Anlage 5 bei.

### **Mischprobe MP 1**

Die Mischprobe MP 1 setzt sich aus 4 aus den Bohrungen B1 und B4–B6 entnommenen Oberbodenproben zusammen.

Für die Mischprobe wurde ein Benzo(a)pyren-Gehalt von 0,13 mg/kg TS sowie ein Gehalt des Summenparameters PAK EPA von 1,5 mg/kg TS ermittelt, wobei die jeweiligen Zuordnungswerte Z0 von 0,3 mg/kg TS bzw. 3,0 mg/kg TS nicht überschritten werden. Überschreitungen des Zuordnungswertes Z0 anderer Parameter liegen ebenfalls nicht vor.

Demnach ist das Material der Qualitätsstufe Z0 zuzuordnen. Material dieser Qualitätsstufe kann in allen Einbaukonfigurationen nach VwV Boden wiederverwertet werden.

**Anm.:** Bei dem Material der Mischprobe MP 1 handelt es sich um Oberboden, welcher nicht als Bodenmaterial im Sinne der VwV Boden gilt. Da der Parameterumfang dieser jedoch häufige Bodenbelastungen abdeckt, erfolgte hier eine Einstufung entsprechend der VwV Boden. In Abhängigkeit der weiteren Verwendung des Oberbodenmaterials wäre ggf. eine Beurteilung anhand der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) vorzunehmen.

Weiter wurde für die Mischprobe MP 1 ein Glühverlust von 8,0 sowie ein TOC von 3,2 bestimmt. Hierbei werden die Zuordnungswerte DK II von 5 bzw. 3 überschritten, die Zuordnungswerte DK III von 10 bzw. 6 jedoch eingehalten.

Für eine abschließende Zuordnung zu einer Deponieklasse sind weitere Parameter zu analysieren. Anhand der vorliegenden Analytik wäre das Material auf einer Deponie der Klasse III (DK III) zu entsorgen.

**Anm.:** Wenn die Überschreitung wie im vorliegenden Fall ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenaushubes zurückgeht, kann nach Anhang 3, Tabelle 2, Fußnote 3a der DepV mit Zustimmung der zuständigen Behörde eine Einstufung in die Deponieklasse I (DK I) erfolgen.

## **Mischprobe MP 2**

Die Mischprobe MP 2 besteht aus dem in den Bohrungen B2 und B3 angetroffenen Straßenoberbau.

Für die Mischprobe wurde ein Thalliumgehalt von 0,682 mg/kg TS ermittelt. Hierbei wird der Zuordnungswert Z0 (Sand) von 0,4 mg/kg TS überschritten, der Zuordnungswert Z0\*IIIA von 0,7 mg/kg TS jedoch knapp unterschritten.

Die Mischprobe weist einen Kohlenwasserstoffgehalt (C10–C40) von 540 mg/kg TS auf, wobei der Zuordnungswert Z0\* von 400 mg/kg TS überschritten, der Zuordnungswert Z1.1 von 600 mg/kg TS jedoch eingehalten wird.

Weiter wurde für die Mischprobe ein Benzo(a)pyren-Gehalt von 0,7 mg/kg TS ermittelt. Hierbei wird ebenfalls der Zuordnungswert Z0\* von 0,6 mg/kg TS über-, der Zuordnungswert Z1.1 von 0,9 mg/kg TS jedoch unterschritten. Im Falle des Summenparameters PAK EPA liegt mit einem Messwert von 8,7 mg/kg TS eine Überschreitung des Zuordnungswertes Z1.1 von 3 mg/kg TS vor, der Zuordnungswert Z1.2 von 9 mg/kg TS wird jedoch knapp unterschritten.

Für eine abschließende Zuordnung zu einer Qualitätsstufe sind weitere Parameter zu analysieren. Anhand der vorliegenden Analytik ist das Material der Qualitätsstufe Z1.2 zuzuordnen. Aufgrund der nur geringen Unterschreitung des Zuordnungswertes Z1.2 im Falle des Summenparameters PAK EPA muss damit gerechnet werden, dass dieser bei einer ganzheitlichen Beprobung überschritten wird und das Material somit als Z2-Material zu klassifizieren ist.

Für eine abschließende Zuordnung zu einer Deponieklasse sind weitere Parameter zu analysieren. Anhand der vorliegenden Analytik wäre das Material auf einer Deponie der Klasse 0 (DK 0) zu entsorgen.

### **Mischprobe MP 3**

Die Mischprobe MP 3 besteht aus Material der Homogenbereiche D und E, welches aus den Bohrungen B1 bis B4 gewonnen wurde.

Für die Mischprobe liegen keine Überschreitungen von Zuordnungswerten Z0 vor.

Demnach ist das Material der Qualitätsstufe Z0 zuzuordnen. Material dieser Qualitätsstufe kann in allen Einbaukonfigurationen nach VwV Boden wiederverwertet werden.

Weiter wurde für die Mischprobe MP 3 ein Glühverlust von 5,8 sowie ein TOC von 0,3 bestimmt. In ersterem Fall wird der Zuordnungswert DK II von 5 überschritten, der Zuordnungswert DK III von 10 jedoch eingehalten. In letzterem Fall wird der Zuordnungswert DK 0 von 1 nicht überschritten. Da der Parameter TOC nach Anhang 3, Tabelle 2, Fußnote 2 gleichwertig zu dem Parameter Glühverlust angewandt werden darf, ist die Überschreitung des Zuordnungswertes von letzterem nicht relevant.

Für eine abschließende Zuordnung zu einer Deponieklasse sind weitere Parameter zu analysieren. Anhand der vorliegenden Analytik wäre das Material auf einer Deponie der Klasse 0 (DK 0) zu entsorgen.

### **Probe 7.3**

Bei der Probe 7.3 handelt es sich um die in Bohrung B7 angetroffenen Auffüllungen, welche eine starke organoleptische Auffälligkeit hinsichtlich PAKs aufweisen.

Für die Probe wurde ein Benzo(a)pyren-Gehalt von 120 mg/kg TS sowie ein Gehalt des Summenparameters PAK EPA von 2192,0 mg/kg TS ermittelt. Hierbei werden die Zuordnungswerte Z2 von 3 mg/kg TS bzw. 30 mg/kg TS deutlich überschritten.

Daher darf das Material nicht wiederverwertet, sondern muss auf einer Deponie entsorgt werden.

Auch wird der in den vorläufigen Vollzugshinweisen aufgeführte abgeleitete Orientierungswert zur Unterscheidung zwischen besonders überwachungsbedürftigem

und nicht besonders überwachungsbedürftigem Abfall für den Summenparameter PAK EPA von 200 mg/kg TS deutlich überschritten.

Demnach ist das Material als besonders überwachungsbedürftiger bzw. gefährlicher Abfall einzustufen.

Für eine abschließende Zuordnung zu einer Deponieklasse sind weitere Parameter zu analysieren. Anhand der vorliegenden Analytik wäre das Material auf einer Deponie der Klasse I (DK I) zu entsorgen.

## 10. Gründungs- und Bauausführungsempfehlungen

### 10.1. Bewertung der Tragfähigkeit des Untergrundes

Die Eignung der vor Ort angetroffenen Schichten als Baugrund kann wie folgt eingestuft werden:

- Der Oberboden der Schicht 1 ist generell nicht zur Abtragung von Lasten geeignet und muss abgeschoben und ersetzt werden.
- Die Auffüllungen der Schicht 3 sind u. E. ebenfalls nicht für den Abtrag von Bauwerkslasten geeignet und sollten ausgetauscht werden.
- Die Schluffe der Schicht 4 sind nur bei mindestens steifer Konsistenz und geringen Sohlspannungen als ausreichend tragfähig zu bezeichnen. Liegen die Schluffe – wie teilweise angetroffen – in steif-weicher oder weicher Konsistenz vor, sind sie nur sehr bedingt für den Abtrag von Bauwerkslasten geeignet.
- Bei einem Lastabtrag in die Schluffe und Tone der Schicht 5 muss aufgrund des hohen Organikanteiles sowie deren überwiegend steif-weichen oder weichen Konsistenz bei entsprechend hohen Sohlspannungen mit großen Setzungen gerechnet werden.
- Die Kiese der Schicht 6 sind in Abhängigkeit von ihrer Mächtigkeit als tragfähig zu bezeichnen. Liegen sie nur als Kieslinse in wenig tragfähigem Baugrund vor, ist ihre Auswirkung zur Reduzierung von Setzungen begrenzt.

## 10.2. Wasserhaltung

In den Baugruben und Leitungsgräben muss – insbesondere bei Gruben- bzw. Grabentiefen  $> 1,5$  m u. derzeitiger GOK – mit einem Zufluss von Schicht- bzw. Hangwasser sowie einem Aufstauen auf den schwach durchlässigen Böden der Schichten 4 und 5 gerechnet werden. Anfallendes Wasser ist zu fassen und rückstaufrei aus der Baugrube bzw. aus den Leitungsgräben abzuleiten.

Die Baugruben und Leitungsgräben können nach unserer Einschätzung über eine offene Wasserhaltung trocken gehalten werden.

## 10.3. Auskoffnung und Herstellung der Leitungsgräben

Eine übermäßige Auflockerung der Grabensohle bzw. des Planums muss z. B. durch die Verwendung einer zahnlosen Baggerschaufel vermieden werden.

Gemäß DIN 4124:2012-01 dürfen unter Berücksichtigung der dort genannten Voraussetzungen Baugruben und Gräben bis zu einer Tiefe von 1,25 m ohne Sicherung mit senkrechten Wänden ausgehoben werden. Bei Baugruben und Gräben bis 1,75 m Tiefe in mindestens steifem bindigem Boden dürfen die unteren 1,25 m ohne Sicherung mit senkrechten Wänden ausgehoben werden, wenn der mehr als 1,25 m über der Baugruben- bzw. Grabensohle anstehende Bereich der Erdwand unter dem Winkel  $\beta \leq 45^\circ$  geböscht wird.

Bei größeren Baugruben- bzw. Grabentiefen sind Böschungen ohne Standsicherheitsnachweis in bindigen Böden mit mindestens steifer Konsistenz mit einem max. Winkel von  $60^\circ$  sowie in bindigen Böden mit weicher Konsistenz und in nichtbindigen Böden mit einem max. Winkel von  $45^\circ$  anzulegen. Erfahrungsgemäß empfehlen wir für Böschungen in bindigen Böden mit weicher Konsistenz max. Böschungswinkel von  $30^\circ$ .

Frei geböschte oder mit lotrechter Wand ausgehobene Gräben dürfen keinen schädlichen Einfluss auf die umliegende Bebauung, Leitungen und Verkehrswege ausüben.

Der bindige Boden der Schichten 4 und 5 kann bei unverbauten Baugruben bzw. Gräben mit Tiefen  $> 1,75$  m demnach bei mindestens steifer Konsistenz mit einem max. Winkel von  $60^\circ$  sowie bei weicher Konsistenz mit einem max. Winkel von  $45^\circ$  geböscht werden. In Bereichen von Sand- oder Kieslinsen mit Dicken von mehreren Dezimetern wäre die Böschung mit einer Neigung von  $45^\circ$  auszubilden. Im Zweifelsfall ist die Böschungsneigung in kritischen Bereichen herabzusetzen.

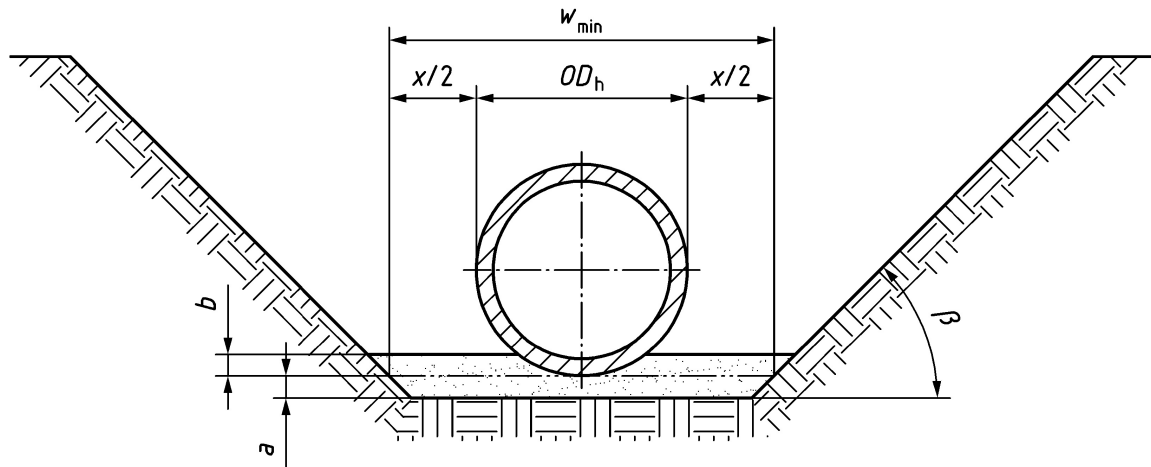


Abbildung 1: Mindestgrabenbreite  $w_{min}$ , Arbeitsraumbreite  $x/2$  und horizontaler Außendurchmesser  $OD_h$  (Quelle: DIN EN 1610:2015-12)

Tabelle 5: Mindestgrabenbreite in Abhängigkeit von der Nennweite DN des Rohres

DN	Mindestgrabenbreite $w_{min}$ ( $OD + x$ ) [m]		
	verbauter Graben	unverbauter Graben	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
< 225	$OD_h + 0,40$	$OD_h + 0,40$	
> 225 bis < 350	$OD_h + 0,50$	$OD_h + 0,50$	$OD_h + 0,40$
> 350 bis < 700	$OD_h + 0,70$	$OD_h + 0,70$	$OD_h + 0,40$
> 700 bis < 1200	$OD_h + 0,85$	$OD_h + 0,85$	$OD_h + 0,40$
> 1200	$OD_h + 1,00$	$OD_h + 1,00$	$OD_h + 0,40$

Bei den Angaben  $OD + x$  entspricht  $x/2$  dem Mindestarbeitsraum zwischen Rohr- und Grabenwand bzw. Grabenverbau.  
 Dabei ist:  
 -  $OD_h$  der horizontale Außendurchmesser in m,  
 -  $\beta$  der Böschungswinkel des unverbauten Grabens, gemessen gegen die Horizontale.

Tabelle 6: Mindestgrabenbreite für Abwasserleitungen in Abhängigkeit von der Grabentiefe

Grabentiefe [m]	Mindestgrabenbreite $w_{min}$ [m]
< 1,00	keine Mindestgrabenbreite vorgegeben
$\geq 1,00$ und $\leq 1,75$	0,80
> 1,75 und $\leq 4,00$	0,90
> 4,00	1,00

Die für Abwasserleitungen und -kanäle geforderte Mindestgrabenbreite  $w_{min}$  (s. Abbildung 1) nach DIN EN 1610:2015-12 in Abhängigkeit von der Nennweite DN des Rohres für verbaute und unverbaute Gräben kann Tabelle 5 sowie die

Mindestgrabenbreite in Abhängigkeit von der Grabentiefe Tabelle 6 entnommen werden.

Falls während der Bauarbeiten Zugang zur Außenwand von unterirdisch liegenden Bauwerken, z. B. Schächten, erforderlich ist, muss ein Mindestarbeitsraum von 0,5 m Breite bei Grabentiefen bis zu 2,5 m und 0,7 m Breite bei Grabentiefen über 2,5 m eingehalten werden.

Bei einem Einsatz von Flüssigboden und dem hierdurch bedingten Entfallen der Notwendigkeit von Verdichtungsarbeiten in den Leitungsgräben ist eine Reduzierung der Grabenbreite möglich.

Bei unverbauten Gräben ist die gesamte Böschung mit Folie gegen Niederschlag abzudecken. In allen Fällen ist darauf zu achten, dass die Böschungsschulter über eine Breite von mindestens 0,6 m lastfrei gehalten wird. Leitungsgräben sind während der Bauarbeiten wasserfrei zu halten, also durch Abdeckung zu schützen bzw. durch Wasserhaltung zu entwässern. Bei einer Lage der Aushubsohlen in den bindigen Böden der Schichten 4 und 5, die eine geringe hydraulische Leitfähigkeiten aufweisen, muss mit einem Aufstauen von Niederschlags- und zufließendem Schicht- bzw. Hangwasser im ausgehobenen Leitungsgraben gerechnet werden.

Für Fahrzeuge und Baumaschinen ist nach DIN 4124:2012-01 bei Einhaltung der zul. Achslasten nach StVZO und für Baugeräte bis 12 t Gesamtgewicht ein Sicherheitsabstand von  $\geq 1,0$  m zur oberen Böschungskante einzuhalten. Für Fahrzeuge und Baumaschinen, die die zul. Achslasten nach StVZO überschreiten und mit mehr als 12 bis 40 t Gesamtgewicht ist ein Sicherheitsabstand von  $\geq 2,0$  m einzuhalten.

Der einzuhaltende Sicherheitsabstand von Fahrzeugen und Baugeräten zu verbauten Baugrubenwänden kann DIN 4124:2012-01 entnommen werden.

Die weiteren Vorgaben der DIN 4124:2012-01 sind zu beachten.

Standortsicherheitsnachweise nach DIN 4084:2009-01 für geböschte Baugruben und Gräben werden u. a. erforderlich bei:

- Böschungswinkeln  $\beta$  größer als die empfohlenen Werte,
- Gefährdung baulicher Anlagen einschließlich Leitungen,
- stark ansteigendem Gelände neben der Böschungskante oder steil angelegten Erdlasten ( $> 1:2$ ) bzw. Stapellasten  $> 10 \text{ kN/m}^2$  neben dem 0,6 m breiten Schutzstreifen sowie
- Straßenfahrzeugen, Baggern, oder Kränen, deren Abstände zur Böschungskante die Mindestwerte nach DIN 4124:2012-01 unterschreiten.

Bei verbauten Gräben muss der Verbau (Pölzung) den anstehenden Boden, das Ende des zuvor verfüllten Grabens und alte Gräben anderer Rohrleitungen, die die Baugrube kreuzen, vollständig stützen. Setzungen des seitlichen Bodens und der angrenzenden Oberflächen müssen vermieden werden. Der Ein- und Rückbau des Verbaus muss so erfolgen, dass die Sicherheit der Arbeitskräfte immer sichergestellt ist und nachteilige Auswirkungen auf bestehende Infrastruktur (z. B. Rohre, Kabel, Bauwerke) ausgeschlossen sind.

## 10.4. Abwasserleitungen und -kanäle

### 10.4.1. Allgemeines

Detaillierte Angaben über die geplanten Höhenlagen von Straßen und Leitungen liegen uns derzeit nicht vor. Nach unserem Kenntnisstand ist in etwa von einer Beibehaltung der derzeitigen Geländehöhe auszugehen. Der Leitungsbau erfolgt nach Angaben der Planer bis in eine Tiefe von ca. 3,0 m u. endgültiger GOK.

Aufgrund der im Erschließungsgebiet variierenden Höhenlage der Grenze der Schichten 4 und 5 kommen die Leitungen voraussichtlich sowohl in Schicht 4 als auch Schicht 5 zu liegen.

Die in DIN EN 1610:2015-12 verwendeten Begriffe sind in Abbildung 2 dargestellt.

**Anm.:** Die Bettung besteht aus unterer und oberer Bettungsschicht. Bei direkter Auflagerung auf gewachsenen Boden ist dieser die untere Bettungsschicht.

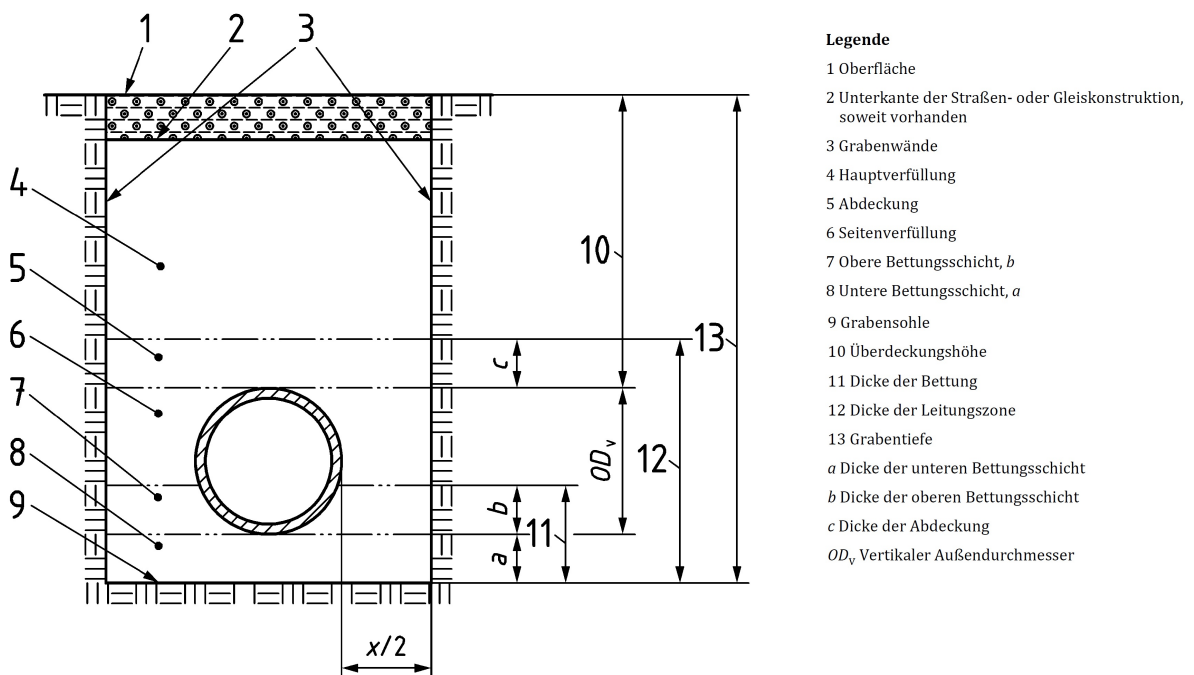


Abbildung 2: Begriffe der DIN 1610:2015-12 (Quelle: DIN EN 1610:2015-12)



#### 10.4.2. Schachtbauwerke

Bei einer Lage der Gründungssohle der Schachtbauwerke in den schlecht tragfähigen bindigen Böden mit steif-weicher oder weicher Konsistenz sowie zum Teil organischen Beimengungen der Schichten 4 und 5 – wie voraussichtlich überwiegend zu erwarten – ist nach unseren Erfahrungen mit größeren Setzungen der Schächte zu rechnen. Daher sollte nach unserer Empfehlung unter den Schachtbauwerken ein Bodenaustausch durch tragfähige, ungebundene Baustoffe (z. B. Material der Bodengruppe GW) in einer Mächtigkeit von mindestens 1,0 m vorgesehen werden. Hierfür ist ein Lastabtragungswinkel von 45° ab Außenkante der Auflagerfläche des Schachtes zu berücksichtigen, d. h. der Abstand von dessen Außenkante bis zum Rand der Aufschüttung muss der Höhe der Aufschüttung entsprechen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Tragfähigkeit des bindigen Bodens, insbesondere bei den häufig angetroffenen hohen Wassergehalten, durch Vibration herabgesetzt werden kann, was wiederum die Verdichtbarkeit der Aufschüttung mindert. Wir empfehlen daher, bei Bedarf die Aushubsohle ggf. ausschließlich statisch zu verdichten bzw. die Tiefenwirkung auf die Aufschüttung zu beschränken.

Alternativ können beispielsweise Erhöhungen der Auflagerflächen und eine hierdurch bedingte Herabsetzung der Sohlspannungen oder Injektionen zur Stabilisierung der Gründungssohle in Betracht gezogen werden.

Bei den Schachtbauwerken ist auf ein gleichmäßiges Auflager und eine ausreichende Verdichtung des Verfüllmaterials unter dem auskragenden Schachtteil zu achten. Als Verfüllmaterial sollte das gleiche Material wie im Bereich der Rohrleitungen verwendet werden (s. Abschnitte 10.4.3.2 und 10.4.3.3).

#### 10.4.3. Rohrleitungen

##### 10.4.3.1. Bettung

Wird im Bereich der Gründungssohle als schlecht tragfähig zu bezeichnender bindiger Boden in steif-weicher oder weicher Konsistenz angetroffen, womit in großen Teilen des Erschließungsgebietes ab einer durchschnittlichen Tiefe von ca. 1,8 m

u. derzeitiger GOK zu rechnen ist, wäre der Boden für die Gewährleistung einer gleichmäßigen Bettung nach unserer Empfehlung im oberen Tiefenabschnitt unterhalb der Leitung zu verfestigen oder auszutauschen. Bei einer Lage der Leitungen in den Schluffen und Tonen mit organischen Beimengungen der Schicht 5 empfehlen wir in allen Fällen eine Verfestigung oder ein Bodenaustausch. Kommt die Gründungssohle in mindestens steifem bindigem Boden der Schicht 4 zu liegen, was insbesondere bei geringen Kanaltiefen sowie im Bereich der Bohrung B9 zu erwarten ist, wären u. E. keine Verfestigungsmaßnahmen bzw. kein Bodenaustausch erforderlich.

Die Verfestigung kann beispielsweise mittels Zugabe von hydraulischen Bindemitteln oder dem Einbau von Flüssigboden erfolgen. In beiden Fällen kann der ausgehobene Boden wiederverwertet werden; in letzterem Fall ist ein Einbau auch bei aufgestautem Wasser im Leitungsgraben möglich. Die zu verfestigende Mächtigkeit wäre u. E. mit ca. 0,4 m anzusetzen. Die hohen Anteile an organischen Beimengungen im Falle der Schicht 5 sind zu berücksichtigen; ggf. ist hier die Zugabe bestimmter Additive erforderlich.

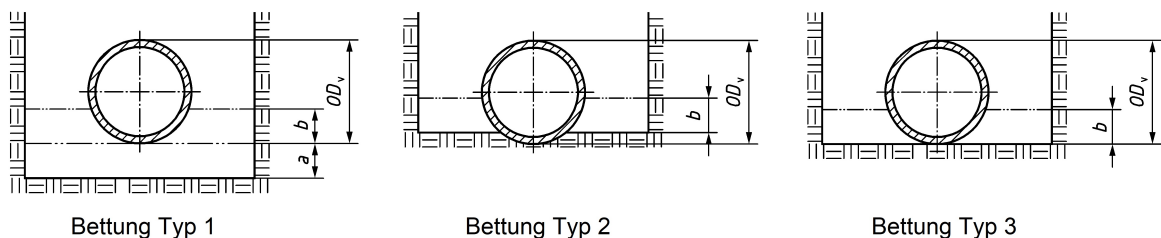
Bei einem Austausch des bindigen Bodens durch verdichtungsfähiges Material besteht u. E. die Problematik, dass der Boden der Homogenbereiche D und E, welcher häufig einen hohen Wassergehalt aufweist, bei dynamischer Verdichtung aufweicht und dadurch dessen Tragfähigkeit herabgesetzt wird, was wiederum die Verdichtbarkeit der Aufschüttung mindert. Die Aushubsohle sollte daher ausschließlich statisch verdichtet werden, auch im Falle der untersten Schüttlage ist ggf. von einer intensiven dynamischen Verdichtung abzusehen bzw. nach Möglichkeit die Tiefenwirkung des Verdichtungs Vorganges auf die Schüttung zu beschränken. Die auszutauschende Mächtigkeit wäre zum Erreichen der in Abschnitt 10.4.3.4 genannten Verdichtungsanforderung nach unserer Erfahrung mit mindestens 0,6 m anzusetzen. Zu Stabilisierung der Aushubsohle und ggf. der Grabenwand können Geokunststoffe verwendet werden.

Bei einem Austausch durch Rollkies (z. B. der Körnung 8/16), für den keine Verdichtung erforderlich ist, kann der Bodenaustausch u. E. in einer Mächtigkeit von 0,4 m ausgeführt werden. Der Rollkies wäre nach unserer Empfehlung vollständig mit einem Geotextil zu umhüllen; insbesondere bei Ausführung einer

Bettungsschicht aus Material mit hohem Anteil an Feinkorn wäre hierdurch ein Einrißeln dessen in den Rollkies zu verhindern.

Nach den Anforderungen der DIN EN 1610:2015-12 sind folgende Bettungsvarianten möglich (s. Abbildung 3):

- Bettung Typ 1: Tiefer ausgehobene Grabensohle, Rohrverlegung auf ein einzubringendes Auflager (untere Bettungsschicht)
- Bettung Typ 2: Rohrverlegung direkt auf die vorgeformte und vorbereitete Grabensohle (gewachsener Boden = untere Bettungsschicht)
- Bettung Typ 3: Rohrverlegung direkt auf die Grabensohle (gewachsener Boden = untere Bettungsschicht)



**Abbildung 3: Bettungstypen nach DIN EN 1610:2015-12 (Quelle: DIN EN 1610:2015-12)**

Als Material für das Auflager sind nach ZTV E-StB 09 Sand und Kiessand ohne Steinanteile geeignet. Die Eignung des Materials ist abhängig von Rohrwerkstoff, Außenschutz und Rohrdurchmesser; je empfindlicher das Rohr oder der Rohrmantel sind, umso fein- und gleichkörniger sollte das Material sein. In der DWA A-139 wird für die gesamte Leitungszone ein Anteil bindigen Materials am Baustoff von < 5 % empfohlen.

Eine unmittelbare Rohrbettung nach Bettung Typ 2 und Typ 3 kann nach DIN EN 1610:2015-12 bei gleichmäßigen, relativ lockeren, feinkörnigen Böden, die eine Unterstützung der Rohre über deren gesamte Länge zulassen, zur Anwendung kommen. Weiter sollte das Material für die Bettung nach DIN EN 1610:2015-12 keine Bestandteile enthalten, die größer sind als

- 22 mm bei  $DN \leq 200$ ,
- 40 mm bei  $DN > 200$  bis  $DN \leq 600$  und
- 60 mm bei  $DN > 600$ .

Rohre dürfen im Falle der Bettungstypen 2 und 3 direkt auf die vorgeformte und vorbereitete bzw. vorbereitete Grabensohle aufgelegt werden. Die Dicke  $b$  der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung entsprechen.

Bei einer Verfestigung des bindigen Bodens durch Einsatz von hydraulischen Bindemitteln oder bei Ausführung eines Bodenaustausches wäre ein Einbau einer unteren Bettungsschicht nach Bettungstyp 1 vorzusehen. Ebenso wäre bei einer Gründung in mindestens steifen bindigen Boden der Schicht 4 ohne Bodenverfestigungs- oder -austauschmaßnahmen zur Sicherstellung einer einheitlichen Bettung nach unserer Empfehlung eine Bettung nach Typ 1 auszuführen.

Der Einsatz von Flüssigboden kann auch in Kombination mit einem Bodenaustausch oder einer Verfestigung mit hydraulischen Bindemitteln des unterlagernden Bodens erfolgen.

Die Dicke der unteren Bettungsschicht a darf nach DIN EN 1610:2015-12 folgende Werte nicht unterschreiten:

- 100 mm bei üblichen Bodenbedingungen und
- 150 mm bei festgelagerten Böden.

Um die Gefahr von Schäden am Rohr und Setzungen zu reduzieren wird in der DWA A-139 eine Erhöhung der Dicke der unteren Bettungsschicht a auf

- 100 mm + 1/10 DN bei üblichen Bodenbedingungen und
- 100 mm + 1/5 DN, jedoch mindestens 150 mm, bei steinigem Boden und Boden mit dichter Lagerung

empfohlen.

Durch hydraulische Bindemittel verfestigte Böden sind als festgelagerte Böden einzustufen; die Dicke der unteren Bettungsschicht a muss in diesem Fall demnach mindestens 150 mm betragen. In den anderen Fällen kann von üblichen Bodenbedingungen ausgegangen und die untere Bettungsschicht a in einer Minstdicke von 100 mm ausgeführt werden.

Die Dicke der oberen Bettungsschicht b ergibt sich aus dem statisch erforderlichen Auflagerwinkel. Die Breite der Bettung muss mit der Grabenbreite übereinstimmen.

Die Rohre sind so zu verlegen, dass sie weder durch Linien- noch durch Punktlagerung beansprucht werden. Die Rohre müssen gleichmäßig über die ganze Rohrschaftlänge aufliegen. Im Bereich der Muffen sind Muffenlöcher in ausreichender Breite, Länge und Tiefe auszuheben, um eine unzulässige Punktlagerung auf den Muffen der Rohre (Muffenreiten) zu vermeiden.

### 10.4.3.2. Baustoffe für die Leitungszone

Baustoffe für die Leitungszone (Bettungsschicht, Seitenverfüllung und Abdeckung) dürfen nach DIN EN 1610:2015-12 anstehender Boden, dessen Brauchbarkeit nachgewiesen wurde, oder angelieferte Baustoffe sein. Hierbei werden körnige ungebundene Baustoffe (Bodengruppen GE, GW, GI, SE, SW, SI) oder gebundene Baustoffe als geeignete Baustoffe genannt. In der DWA A-139 werden als ungebundene Baustoffe konkreter

- Sande mit Ungleichförmigkeitszahl  $C_u \geq 3$ ,
- sandige und stark sandige Kiese mit Größtkorn 20 mm, Sandanteil > 15 % und Ungleichförmigkeitszahl  $C_u \geq 3$ ,
- Ein-Korn-Kiese und
- Brechsand-Splitt-Gemische mit Größtkorn 11 mm für Rohre mit DN < 1000

mit einem bindigen Anteil von < 5 % als geeignete Baustoffe für die gesamte Leitungszone genannt.

Die verwendeten Baustoffe dürfen das Rohr, die Rohrwerkstoffe, Schächte, das Grundwasser oder den Boden nicht beeinträchtigen. Sie müssen verwitterungsbeständig sein und dürfen keine quellfähigen, zerfallsempfindlichen oder bauwerksaggressiven Bestandteile enthalten. Gefrorene Baustoffe dürfen nicht verwendet werden.

Die Dicke der Abdeckung muss bei der Verwendung von körnigen ungebundenen Baustoffen als Verfüllmaterial nach DIN EN 1610:2015-12 mindestens 150 mm über dem Rohrschaft sowie 100 mm über der Verbindung betragen.

Für die untere Bettungsschicht muss nach DWA A-139 das gleiche Material verwendet werden wie für die obere Bettungsschicht. Um Setzungsdifferenzen zu reduzieren empfehlen wir für die Seitenverfüllung sowie die Abdeckung die Verwendung von einheitlichem Material in horizontaler Richtung.

Das Aushubmaterial ist nicht für die Wiederverwertung ohne zusätzliche Maßnahmen in der Leitungszone geeignet. Bei einer Verfüllung der Leitungszone mit Flüssigboden kann das Aushubmaterial ggf. als Grundmaterial hierfür verwendet werden.

Da nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen im Bereich des Baufensters mit Schicht- bzw. Hangwasser zu rechnen ist, kann die Leitungszone bei einer Verfüllung mit hydraulisch stark durchlässigem Material als Drainage wirken. Durch die Strömung können Feinpartikel ausgespült werden und hierdurch bedingt Setzungen auftreten. Dies ist durch die Verwendung von filterfestem Material oder

Geotextilien zu verhindern. Die Dränagewirkung kann durch geeignete Maßnahmen wie beispielsweise dem Erstellen von Dichtriegeln verhindert oder minimiert werden. Als Folge einer Dränagewirkung des Leitungsgrabens und einer Entwässerung des Gebietes können u. a. Schäden an Gebäuden durch Setzungen oder Schäden an Pflanzen nicht ausgeschlossen werden. Bei einem Einsatz von Flüssigboden ist mit keiner relevanten Drainagewirkung zu rechnen.

In allen Fällen sind ggf. bestehende Vorgaben der Rohrhersteller für die Verwendbarkeit von Material für die Bettung und die Leitungszone zu beachten.

Die Eignung von Material für den Einbau hat auch hinsichtlich seiner Schadstoffbelastung zu erfolgen.

#### 10.4.3.3. Baustoffe für die Hauptverfüllung

Nach DIN EN 1610:2015-12 können alle in Abschnitt 10.4.3.2 als für die Leitungszone geeignet genannten Baustoffe für die Hauptverfüllung verwendet werden.

Bei der Verwendung von Aushubmaterial mit darin enthaltenen Steinen wird eine maximale Korngröße derer von

- 300 mm Korngröße oder
- der Dicke der Abdeckung oder
- der Hälfte der Dicke der zu verdichtenden Schicht,

wobei der kleinste Wert maßgebend ist, empfohlen.

Nach ZTV E-StB 09 kann für die Hauptverfüllung Aushubmaterial, welches den Verdichtbarkeitsklassen V1 - V3 (s. Tabelle 7) zuzuordnen ist, verwendet werden. Material der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3 ist bei zu hohen Wassergehalten für den Wiedereinbau unbrauchbar. Zur Vermeidung von Setzungen empfehlen wir die Verwendung von Material der Verdichtbarkeitsklasse V1.

Das Aushubmaterial ist ohne zusätzliche Maßnahmen nicht für die Wiederverwertung in der Hauptverfüllung geeignet. Im Falle der Materialien mit hohen bindigen Anteilen ist keine ausreichende Verdichtung bzw. Tragfähigkeit zu erreichen, die erbohrten Kiese ohne relevante bindige Anteile sind aufgrund von Schadstoffbelastungen und/oder einem voraussichtlich nur geringen Aushubvolumen u. E. nicht für die Wiederverwertung in Betracht zu ziehen.

**Tabelle 7: Verdichtbarkeitsklassen und Frostempfindlichkeitsklassen verschiedener Boden-  
gruppen**

Verdichtbarkeitsklasse (ZTV E-StB 09)	Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 09)	Kurzbeschreibung	Bodengruppe nach DIN 18196
V1	F1	nichtbindige Böden	GW, GI, GE, SW, SI, SE,
	F2 / F1	schwach bindige gemischt- körnige Böden	GU, GT, SU, ST
V2	F3	stark bindige gemischtkörnige Böden	GU*, GT*, SU*, ST*
V3	F3	bindige Böden	UL, UM, TL, TM, TA

F1 = nicht frostempfindlich, F2 = gering bis mittel frostempfindlich, F3 = sehr frostempfindlich  
V1 = gut verdichtbar, V2 = mäßig verdichtbar, V3 = schlecht verdichtbar

Bei einer Stabilisierung der bindigen Aushubmaterialien durch hydraulische Bindemittel oder bei einer Verwendung dieser als Grundmaterial für Flüssigboden können diese im Bereich der Hauptverfüllung ggf. wiedereingebaut werden. Dabei ist darauf zu achten, dass mit Hilfe von geeigneter Gerätetechnik eine gute Durchmischung des Boden-Bindemittel-Gemisches erfolgt.

**Anm.:** Bodenarten der Verdichtbarkeitsklasse V2 und V3 können durch ungünstige Witterungseinflüsse (Regen, Frost, Austrocknung) für den Einbau unbrauchbar werden. Sie sind vor entsprechenden Einflüssen zu schützen. Eine ausreichende Verdichtbarkeit entsprechender Böden ist nur bei optimalem Wassergehalt gewährleistet.

Um Setzungsdifferenzen zu reduzieren empfehlen wir für die Hauptverfüllung in horizontaler Richtung die Verwendung von einheitlichem Material.

Um eine Verlagerung anstehenden Bodens in die Hauptverfüllung zu verhindern ist die Filterstabilität zu gewährleisten oder es sind Geotextilien zu verwenden.

#### 10.4.3.4. Verfüllung und Verdichtungsanforderungen

Von einer dynamischen Verdichtung von im Bereich der Aushubsohlen vorhandenen bindigen Böden der Schichten 4 und 5 sollte nach unserer Empfehlung verzichtet werden, da insbesondere bei – wie häufig angetroffen – hohen Wassergehalten hierbei deren Tragfähigkeit herabgesetzt werden kann. Stark aufgelockerter oder aufgeweichter Boden ist auszutauschen.

Nach ZTV E-StB 09 muss in der Leitungszone ein nachgewiesener Verdichtungsgrad  $D_{Pr}$  von mindestens 97 % erreicht werden. Nach dem Herstellen der Rohrverbindung müssen die Unterstopfung des Rohres und die Verdichtung der Zwickel seitlich unter dem Rohr sorgfältig durchgeführt werden. Für enge Bereiche der Leitungszone (Rohrzwickel, Schachtanschlüsse), die sich nicht verfüllen und verdichten lassen, empfehlen wir den Einbau von Boden-Bindemittel-Gemischen oder Porenleichtbeton.

Das Verfüllen und Verdichten im Bereich der Leitungszone muss gleichmäßig in Lagen mit maximalen Dicken von 0,3 m erfolgen. Die Schütthöhe ist dem Verfüllmaterial und dem zum Einsatz kommenden Verdichtungsgerät anzupassen. Im Bereich der oberen Bettung und der Seitenverfüllung ist das Verfüllmaterial gleichzeitig beidseits der Rohrleitung einzubauen und zu verdichten.

Die Verdichtung im Bereich der Leitungszone darf nur mit leichten Verdichtungsgeräten erfolgen (s. Abbildung 4). Die Verdichtung der Abdeckung sowie der Hauptverfüllung direkt über dem Rohr sollte nach DIN EN 1610:2015-12 ggf. von Hand und erst dann maschinell erfolgen, wenn eine Schicht mit einer Mindestdicke von 300 mm über dem Rohrscheitel eingebracht worden ist; die erforderliche Gesamtdicke dieser Schicht ist je nach verwendetem Verdichtungsgerät höher anzusetzen.

Beim Verdichten der Hauptverfüllung dürfen nach ZTV E-StB 09 bis zu einer Rohrscheitelüberdeckung von ca. 1,0 m nur leichte Verdichtungsgeräte, darüber in der Regel auch mittlere und schwere Verdichtungsgeräte eingesetzt werden (s. Abbildung 4). Abruptes Einfüllen großer Erdmassen ist unzulässig. Der Einsatz von Fallgewichten sowie eine Verdichtung der Hauptverfüllung durch Schlagen oder Drücken mit dem Baggerlöffel sind unzulässig.

Beim Verfüllen ist die Schütthöhe dem Verfüllmaterial und dem zum Einsatz kommenden Verdichtungsgerät anzupassen. Nach ZTV E-StB 09 können für die Verdichtung je nach Dicke der Schüttlage folgende Geräte zweckmäßig sein:

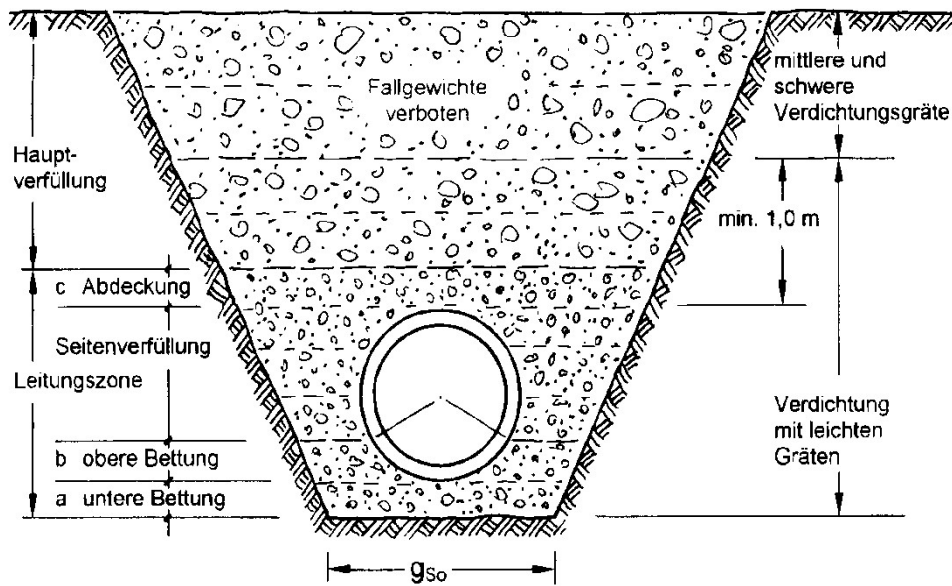
- bis 15 cm: leichter Vibrationsstampfer (25 kg),
- bis 20 cm: leichte Rüttelplatte (100 kg),
- 15 bis 30 cm: mittlerer Vibrationsstampfer (25 bis 60 kg),
- 30 bis 50 cm: mittlere Rüttelplatte (300 bis 750 kg),
- 40 bis 50 cm: schwerer Vibrationsstampfer (60 bis 200kg),
- 40 bis 70 cm: schwere Rüttelplatte (750 kg).

Wir empfehlen maximale Dicken der Schüttlagen von 0,3 m.

Die Verdichtungsanforderungen an den Oberbau von Straßen sind aus Abschnitt 10.6 ersichtlich.

Die zulässigen Verfüllmaterialien sowie die mindestens zu erreichenden Verdichtungsgrade für die Leitungszone und die Hauptverfüllung sind in Abbildung 5 dargestellt. Verfüllmaterialien müssen verwitterungsunempfindlich sein und dürfen keine quellfähigen, zerfallsempfindlichen Bestandteile enthalten.

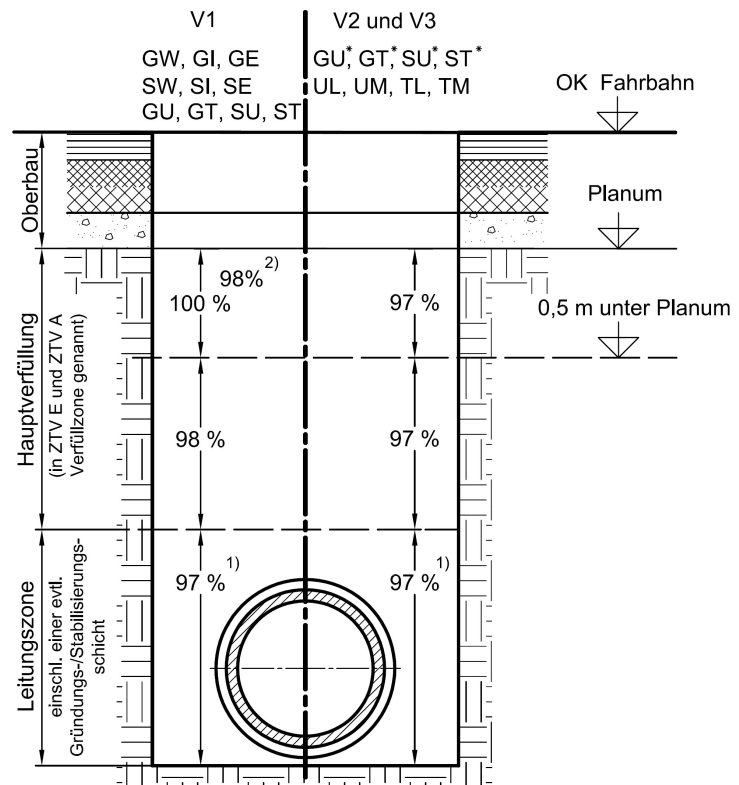




**Abbildung 4: Zulässige Verdichtungsgeräte im Bereich des Leitungsgrabens und der Hauptverfüllung (Quelle: FBS-Richtlinie, 1998)**

Die Auswahl des Verdichtungsgerätes, die Anzahl der Verdichtungsübergänge und die zu verdichtende Schichtdicke muss auf das zu verdichtende Material und die einzubauende Rohrleitung abgestimmt werden. Bei verbauten Leitungsgräben ist das Einbauen und Verdichten der Verfüllung auf den verwendeten Verbau abzustimmen. Eine Probeverdichtung ist zu empfehlen.

Verdichtbarkeitsklasse nach DWA-A 139 und ZTV A-StB 97  
Bodengruppen nach DIN 18196



<sup>1)</sup> Böden GU, GT, SU, ST sowie Böden der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3 sind im Regelblatt 15 für die Leitungszone nicht zugelassen.

<sup>2)</sup> In Geh- und Radwegen

**Abbildung 5: Zulässige Verfüllmaterialien sowie mindestens zu erreichende Verdichtungsgrade für die Leitungszone und die Hauptverfüllung (Quelle: Berliner Wasserbetriebe, 2016)**

Besondere Belastungen während des Bauzustands, z. B. Befahren der überschütteten Rohrleitungen bei kleiner Überdeckung mit schweren Baugeräten und Fahrzeugen sowie Lagerung von Bodenaushub über der Leitung, sind unzulässig.

Beim Rückbau eines Verbaus dürfen Auflockerungen des Bodens unter dem Bauwerk und der Leitungszone nur soweit erfolgen, wie diese in der statischen Berechnung berücksichtigt wurden. Die Verbauteile dürfen abschnittsweise nur so entfernt werden, dass die Verfüllung unverzüglich in den rückgebauten Abschnitt lagenweise eingebracht und verdichtet werden kann. Nach dem Rückbau müssen Verfüllung und Grabenwand dicht und setzungsfrei aneinanderschließen.

## 10.5. Wasser- und Gasversorgungsleitungen

Als Material für das Auflager, die Seitenverfüllung und die Abdeckung, welche bis 0,3 m über den Rohrleitungsscheitel reicht, sind nach ZTV E-StB 09 Sand und Kiessand ohne Steinanteile sowie steinfrei aufbereitete Korngemische geeignet. Die Eignung des Materials ist abhängig von Rohrwerkstoff, Außenschutz und Rohrdurchmesser; je empfindlicher das Rohr oder der Rohrmantel sind, umso fein- und gleichkörniger sollte das Material sein. Schlacken oder aggressive Stoffe dürfen als Verfüllmaterial in der Leitungszone nicht verwendet werden.

Unter der Rohrleitung beträgt die erforderliche Schichtdicke des für die Bettung geeigneten Materials  $100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ , mindestens jedoch 150 mm. Die Rohre sind so zu verlegen, dass weder Linien- noch Punktlagerung auftritt. Für die Muffen sind Vertiefungen im Auflager herzustellen.

Für die Hauptverfüllung können die in Abschnitt 10.4.3.3 genannten Baustoffe verwendet werden.

Aufgrund der anzunehmenden geringen Verlegetiefe der Wasser- und Gasversorgungsleitungen werden die Aushubsohlen voraussichtlich überwiegend in den Schluffen der Schicht 4 mit steifer Konsistenz zu liegen kommen. Von einer intensiven dynamischen Verdichtung der Aushubsohle ist abzuraten, da die Tragfähigkeit der Schluffe durch Vibration herabgesetzt werden kann. In der gesamten Leitungszone ist ein Verdichtungsgrad  $D_{Pr}$  von mindestens 97 % zu erreichen. Oberhalb einer Rohrscheitelüberdeckung von ca. 1,0 m in verdichtetem Zustand können nach TEV E-StB 09 in der Regel auch mittlere und schwere Verdichtungsgeräte eingesetzt werden. Die Verdichtung im Bereich der Leitungszone darf jedoch

nur dann maschinell erfolgen, wenn eine Beschädigung der Rohrleitung hierdurch ausgeschlossen ist.

## 10.6. Verkehrsflächen

Detaillierte Angaben über die geplanten Höhenlagen von Fahrbahnoberkanten liegen uns derzeit nicht vor. Nach unserem Kenntnisstand sollen die Fahrbahnoberkanten etwa auf Höhe der derzeitigen Geländeoberkanten zu liegen kommen. Je nach Höhenlage der Straßenoberkante läge das Planum voraussichtlich in den bindigen Auffüllungen des Homogenbereiches C4 oder den Schluffen des Homogenbereiches D mit jeweils steifer Konsistenz.

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen ist der Untergrund nahezu ausschließlich aus Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 aufgebaut. Daher ist für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von einem F3-Untergrund auszugehen.

Bei Zugehörigkeit der Erschließungsstraßen zu einer der Belastungsklassen Bk<sub>1,0</sub>, Bk<sub>1,8</sub> oder Bk<sub>3,2</sub> wäre nach RStO 12 unter Berücksichtigung einer Mehrdicke aufgrund von Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum sowie einer Minderdicke aufgrund von – wie angenommen – einer Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen von jeweils 5 cm eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 60 cm gefordert.

Bei einer Lage des Planums in den bindigen Auffüllungen des Homogenbereiches C4 oder den Schluffen des Homogenbereiches D mit jeweils steifer Konsistenz wird der auf dem Planum geforderte Verformungsmodul  $E_{v2}$  von  $\geq 45$  MN/m erfahrungsgemäß nicht erreicht. Daher wäre ein Unterbau aus tragfähigem Material vorzusehen oder das Planum beispielsweise durch hydraulische Bindemittel oder Geogitter zu stabilisieren.

Bei einer Stärke eines Unterbaus (Bodenaustausch oder Aufschüttung zum Höhenausgleich) von  $\geq 20$  cm wird der geforderte Verformungsmodul  $E_{v2}$  von  $\geq 45$  MN/m<sup>2</sup> auf dem Planum nach unseren Erfahrungen erreicht, sofern sich die steife Konsistenz der Schluffe im Bereich der Aushubsohle bestätigt. Liegen

bereichsweise Schluffe in weicher Konsistenz vor, wäre die Stärke des Unterbaus entsprechend zu erhöhen.

Wir empfehlen, in einigen Bereichen Testfelder anzulegen, auf denen die Tragfähigkeit des Planums mittels Lastplattendruckversuchen bestimmt werden kann.

Im Falle der untersten Schüttlage ist sowohl bei Ausführung eines Unterbaus als auch bei der Verwendung eines Geogitters von einer intensiven dynamischen Verdichtung abzuraten, da die Tragfähigkeit der unterlagernden Schluffe durch Vibration herabgesetzt werden kann, was wiederum die Verdichtbarkeit der Aufschüttung mindert. Die unterste Schüttlage wäre daher ggf. ausschließlich statisch zu verdichten.

Die Aufschüttung ab der Aushubsohle bis zum Planum (Unterbau) sollte mit verdichtungsfähigem Material der Verdichtbarkeitsklasse V1 (s. Tabelle 7), beispielsweise der Bodengruppe GW oder GU, erfolgen.

Auch bei nachgewiesener Tragfähigkeit ist es bei Lage des Planums in bindigen Böden sinnvoll, zur Stabilisierung des Planums und zur Erhöhung des erreichbaren Verdichtungsgrades des Unter- und Oberbaus vor dessen Aufbringen ein Geotextil auszulegen.

Bei Ausführung einer Bodenverfestigung des frostempfindlichen Untergrundes nach ZTV-E StB kann diese gemäß RStO 12 bis zu einer Dicke von maximal 20 cm dem frostsicheren Oberbau angerechnet werden.

Bei Ausführung einer qualifizierten Bodenverbesserung in einer Stärke von mindestens 25 cm kann der Untergrund gemäß RStO 12 der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zugeordnet werden. Hierbei reduziert sich die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus für die Belastungsklassen Bk<sub>1,0</sub>, Bk<sub>1,8</sub> und Bk<sub>3,2</sub> auf 0,5 m.

Nach unserem Kenntnisstand soll die Fahrbahn in Asphaltbauweise ausgeführt werden. Ab Planum kann der Oberbau der Erschließungsstraßen für die Belastungsklassen Bk<sub>1,0</sub>, Bk<sub>1,8</sub> und Bk<sub>3,2</sub> nach Abbildung 6 aufgebaut werden. Der Oberbau der Gehwege kann bei Annahme eines F3-Untergrundes und bei Ausführung in Pflasterbauweise nach Abbildung 7 ausgeführt werden.

Belastungsklasse:	Bk <sub>3,2</sub>	Bk <sub>1,8</sub>	Bk <sub>1,0</sub>
<b>Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht</b>			
Asphaltdecke	10	4	4
Asphalttragschicht	12	16	14
Frostschutzschicht	38	40	42

(Dickenangaben in cm;  $\nabla$   $E_{v2}$ -Mindestwerte in MN/m<sup>2</sup>)

**Abbildung 6: Möglicher Aufbau des frostsicheren Oberbaus der Erschließungsstraßen für die Belastungsklassen Bk<sub>1,0</sub>–Bk<sub>3,2</sub> für die Bauweise Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht nach RStO 12 (Quelle: RStO 12, verändert)**

Für die Gehwege ist bei vorliegendem F3-Untergrund nach RStO 12 unter Berücksichtigung der Mehr- und Minderdicken eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 30 cm gefordert. Der auf dem Planum geforderte Verformungsmodul  $E_{v2}$  von  $\geq 45$  MN/m<sup>2</sup> ist auch hier durch die zuvor genannten Maßnahmen zu erreichen. Im Bereich von Überfahrten für Kraftfahrzeuge ist die Befestigungsdicke entsprechend der Verkehrsbelastung anzupassen. Aus entwässerungstechnischer Sicht kann u. U. ein Hindurchführen des Oberbaus der Fahrbahn unter den Gehwegen zweckmäßig sein.

Pflasterdecke Sandbett	<b>Schicht aus frostunempfindlichem Material</b> 
Schicht aus frostunempfindlichem Material	

(Dickenangaben in cm;  $\nabla$   $E_{v2}$ -Mindestwerte in MN/m<sup>2</sup>)

**Abbildung 7: Möglicher Aufbau des frostsicheren Oberbaus der Gehwege für die Bauweise Schicht aus frostunempfindlichem Material nach RStO 12 (Quelle: RStO 12)**

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der bindigen Böden der Homogenbereiche C4 und D ist nach stärkeren Niederschlägen mit Vernässungen und Wasseransammlungen im Bereich der Koffersohle zu rechnen, soweit keine

Gegenmaßnahmen, wie z. B. mit Hilfe von Abdeckplanen, getroffen werden. Ggf. anfallendes Wasser ist zu fassen und rückstaufrei aus der Baugrube abzuleiten. Aufgeweichte Schichten sind auszutauschen oder zu stabilisieren.

#### 10.7. Gründung von Gebäuden

Die Gründungsebene nicht unterkellerten Gebäude wird nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunduntersuchungen voraussichtlich im Oberboden der Schicht 1, den Auffüllungen der Schicht 3 oder den Schluffen der Schicht 4 sowie die unterkellerten Gebäude in den Schluffen der Schicht 4 oder den Schluffen und Tonen mit organischen Beimengungen der Schicht 5 zu liegen kommen.

Von Einzel- und Streifenfundamentgründungen ist aufgrund hoher zu erwartender Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen u. E. abzuraten. Wir empfehlen einen Abtrag der Bauwerkslasten über Gründungsplatten.

Für nicht unterkellerte Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäuser ist im Falle eines Lastabtrages über eine Gründungsplatte bei einer angenommenen gleichmäßig verteilten Flächenlast von  $40 \text{ kN/m}^2$  im Großteil des Erschließungsgebietes nach unseren Erfahrungen mit Setzungen  $> 4,5 \text{ cm}$  zu rechnen. Hierbei können voraussichtlich Bettungsmoduln  $k_s$  von ca.  $1,0 \text{ MN/m}^3$  angesetzt werden. Hierbei ist zu prüfen, ob die zu erwartenden Setzungen schadensfrei vom Bauwerk aufgenommen werden können. Ein Bodenaustausch durch tragfähiges Material – auch im Falle von großen Austauschmächtigkeiten – hat nach unseren Erfahrungen aufgrund der großen Mächtigkeit der wenig tragfähigen Bodenschichten eine nur geringe Reduzierung der Setzungen zur Folge.

Im Falle einer Unterkellerung können die Setzungen u. E. auf  $< 1,5 \text{ cm}$  reduziert werden; in diesem Falle können Bettungsmoduln von  $> 10 \text{ MN/m}^3$  erreicht werden.

**Anm.:** Die Reduzierung der Setzungen ist ausschließlich auf die Aushubentlastung im Falle der Ausführung eines Kellers zurückzuführen.

Im Bereich der Bohrung B9 wurden für die Gründung von Gebäuden günstigere Untergrundverhältnisse angetroffen. Hier kann im Falle von nicht unterkellerten Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern bei der o. g. Flächenlast mit Setzungen  $< 2,5 \text{ cm}$  sowie Bettungsmoduln von ca.  $2,5 \text{ MN/m}^3$  sowie im Falle einer

Unterkellerung mit Setzungen  $< 0,5$  cm sowie Bettungsmoduln  $> 15$  MN/m<sup>3</sup> gerechnet werden. In diesem Bereich können ggf. auch Streifenfundamentgründungen in Betracht gezogen werden.

Für die im westlichen Bereich des Erschließungsgebietes geplanten Mehrfamilienhäuser ist im Falle eines Lastabtrages über eine Gründungsplatte ohne Unterkellerung bei einer angenommenen gleichmäßig verteilten Flächenlast von 80 kN/m<sup>2</sup> u. E. mit unzulässigen Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen zu rechnen. In diesem Fall wären somit Sondergründungsmaßnahmen wie beispielsweise Rüttelstopfsäulen erforderlich.

Im Falle einer Unterkellerung können die Setzungen hier ggf. auf  $< 4,0$  cm reduziert werden; in diesem Falle können Bettungsmoduln von ca. 2 MN/m<sup>3</sup> erreicht werden. Es wäre zu prüfen, ob die in diesem Fall zu erwartenden Setzungen schadensfrei vom Bauwerk aufgenommen werden können.

**Anm.:** Die Reduzierung der Setzungen ist ausschließlich auf die Aushubentlastung im Falle der Ausführung eines Kellers zurückzuführen.

Die erdberührten Bauteile der Gebäude sind nach DIN 18533-1:2017-07 voraussichtlich der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E zuzuordnen und entsprechend abzudichten bzw. mit wasserundurchlässigem Beton auszuführen.

Es ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass nicht in allen Baufenstern der geplanten Wohngebäude Bohrungen abgeteuft wurden und es sich bei den Angaben daher nur um Abschätzungen handelt. Die Untergrundverhältnisse sind im weiteren Planungsverlauf für jedes Bauwerk gesondert zu untersuchen und zu beurteilen.

## 11. Allgemeine Empfehlungen

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Abschätzungen für die bindigen Böden der Homogenbereiche C4, D und E von der angetroffenen Konsistenz ausgehen. Weiterhin kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese infolge der natürlichen Gegebenheiten (Niederschlagsereignisse) bzw. der Baumaßnahmen unter Wasserzutritt ihre Konsistenz verändern. Weiter ist aufgrund deren geringen Wasserdurchlässigkeiten nach stärkeren Niederschlägen mit Vernässungen und

Wasseransammlungen auf in diesen Schichten liegenden Aushubsohlen zu rechnen, soweit keine Gegenmaßnahmen, wie z. B. mit Hilfe von Abdeckplanen, getroffen werden. Gegebenenfalls anfallendes Wasser wäre zu fassen und rückstaufrei abzuleiten.

Eine übermäßige Auflockerung von Aushub- bzw. Gründungssohlen ist z. B. durch die Verwendung einer zahnlosen Baggerschaufel zu vermeiden.

Arbeitsräume sind mit nichtbindigem Material zu verfüllen. Bindiges Material ist dazu nicht geeignet. Bezüglich der Verfüllung von Arbeitsräumen und der Überschüttung von Bauwerken verweisen wir auf die Empfehlungen und Vorschriften des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) und der ZTVE-StB 09.

Die Einbaustoffe müssen verwitterungsbeständig sein und dürfen keine quellfähigen, zerfallsempfindlichen oder bauwerksaggressiven Bestandteile enthalten sowie in ihrer Verwendung ökologisch unbedenklich sein. Bei Einbau von gebrochenem Material ist ggf. die Bauwerksabdichtung zu schützen.

Der Einbau von Baustoffen sollte gleichmäßig in Lagen von höchstens 0,3 m Dicke erfolgen. Der Höhenunterschied beim Hinterfüllen darf ohne statischen Nachweis 0,5 m nicht überschreiten. Die erreichten Verdichtungsgrade der Aufschüttungen sind durch Lastplattendruckversuche nach DIN 18134:2012-04 in unterschiedlichen Einbauniveaus zu überprüfen.

Die hier getroffenen Aussagen, Vorgaben und Empfehlungen beruhen auf den punktuellen Aufschlüssen. Daher sind die getroffenen Annahmen über die Untergrundverhältnisse während der Erdarbeiten durch den Baugrundgutachter auf Übereinstimmung zu überprüfen und die Gründungssohlen sind nach Fertigstellung vom Baugrundgutachter abzunehmen.



F. Vogel  
- M.Sc. -



Doz. B. Krauthausen  
- Dipl.-Geol. -



## 12. Literaturverzeichnis

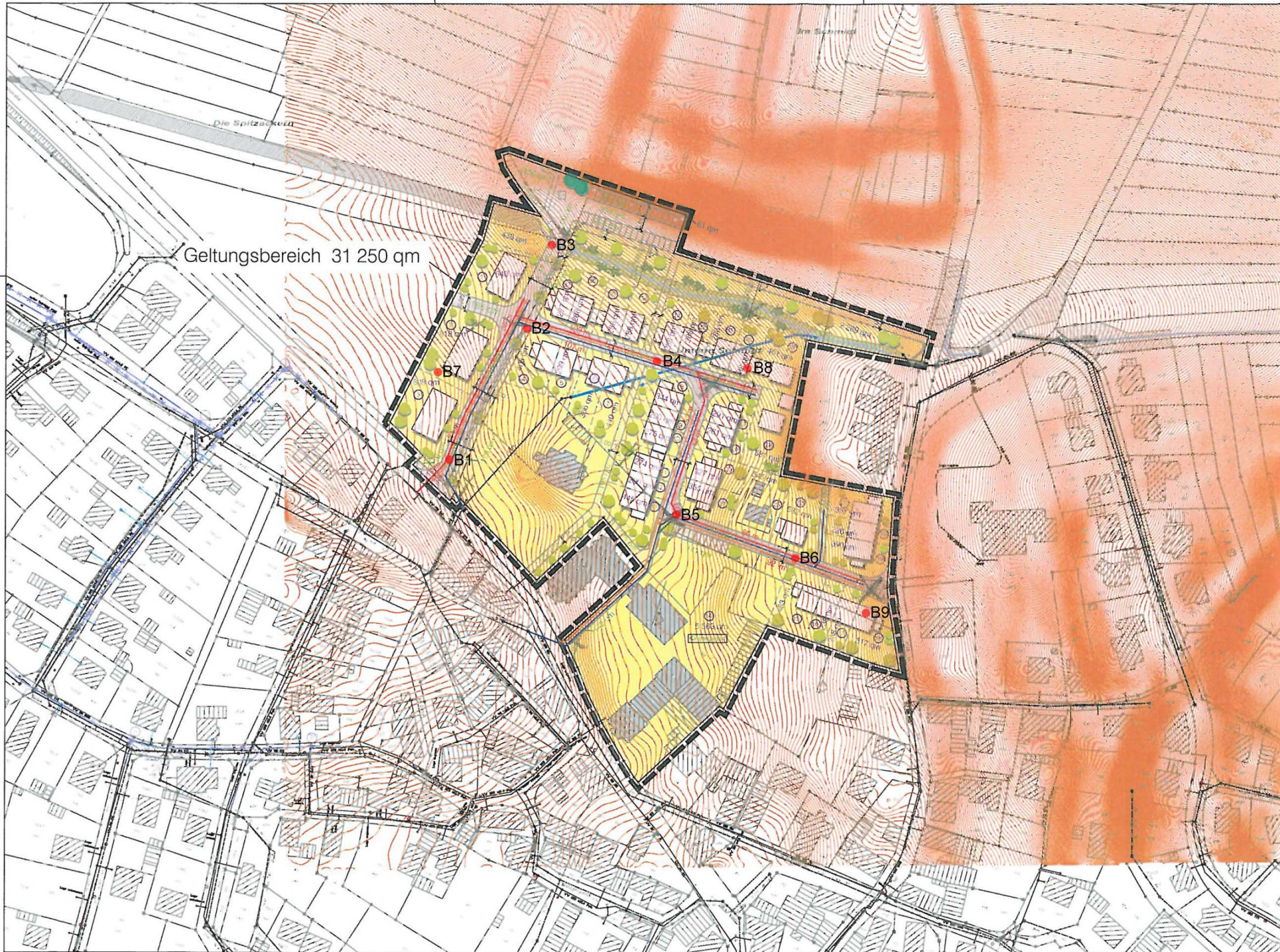
- 1) DIN 1054:2010-12  
Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- 2) DIN 1055-2:2010-11  
Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngößen
- 3) DIN EN 1610:2015-12  
Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- 4) DIN EN 1997-1:2014-03  
Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- 5) DIN 1998-1/NA:2011-01  
Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau
- 6) DIN 4023:2006-02  
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen
- 7) DIN 4084:2009-01  
Baugrund - Geländebruchberechnungen
- 8) DIN 4124:2012-01  
Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- 9) DIN EN ISO 14688-1:2018-05  
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung
- 10) DIN EN ISO 17892-1:2015-03  
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts
- 11) DIN EN ISO 17892-2:2015-03  
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens
- 12) DIN EN ISO 17892-4:2017-04  
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung
- 13) DIN 18122-1:1997-07  
Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
- 14) DIN 18126:1996-11  
Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung
- 15) DIN 18128:2002-12  
Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes
- 16) DIN 18130-1:1998-05  
Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche
- 17) DIN 18134:2012-04  
Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch

- 18) DIN 18135:2012-04  
Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Eindimensionaler Kompressionsversuch
- 19) DIN 18137-2:2011-04  
Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Scherfestigkeit - Teil 2: Triaxialversuch
- 20) DIN 18196:2011-05  
Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- 21) DIN 18300:2015-08  
VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten
- 22) DIN 18300:2016-09  
VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten
- 23) DIN 22476-2:2012-03  
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen
- 24) Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007 (Az.: 25-8980.08M20 Land/3)
- 25) Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27.04.2009
- 26) Vorläufigen Vollzugshinweisen des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg bezüglich der Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen vom 28.10.2002
- 27) Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01)
- 28) Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen (DWA-A 139), 2009
- 29) Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen (DWA-A 139), 2017 (Entwurf)
- 30) Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e. V.: Richtlinien für den Einbau von Beton- und Stahlbetonrohren, 1998
- 31) Berliner Wasserbetriebe: Norm für das Kanalnetz - Einbau von Abwasserkanälen (Regelblatt 15), 2016
- 32) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB 09), 2009
- 33) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Betonbauweisen: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton (ZTV Beton-StB 07), 2007
- 34) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12), 2012
- 35) Hölting, B.: Hydrogeologie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2009
- 36) Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW): Hochwassergefahrenkarte; Geobasisdaten: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg
- 37) Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): DWA-A 138 - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005
- 38) Landesanstalt für Umweltschutz (LUBW) Baden-Württemberg: Arbeitshilfen für den Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten, 2015

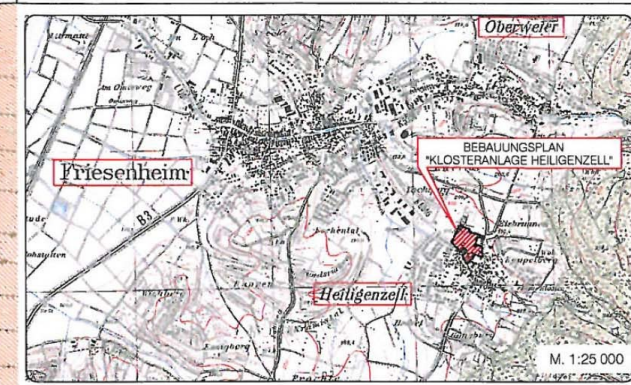
39) Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW): Hochwassergefahrenkarte; Geobasisdaten: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

*Projektbezogen:*

40) Zink Ingenieure GmbH, 77886 Lauf: Bebauungsplan und örtliche Bauvorschriften „Klosteranlage Heiligenzell“ – Städtebaulicher Entwurf, Stand 29.07.2019

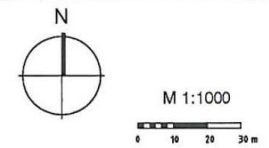


Geltungsbereich 31 250 qm



STAND: 29.07.2019 ANLAGE NR. 1  
 FASSUNG: VORENTWURF (ARBEITSFASSUNG)

**GEMEINDE FRIESENHEIM**  
 ORTSTEIL HEILIGENZELL  
 ORTENAUKREIS  
**BEBAUUNGSPLAN**  
 UND ÖRTLICHE BAUVORSCHRIFTEN  
 "KLOSTERANLAGE HEILIGENZELL"  
 STÄDTEBAULICHER ENTWURF



Es wird bestätigt, dass die Inhalte dieses Bebauungsplanes und der örtlichen Bauvorschriften zu diesem Bebauungsplan mit dem hierzu ergangenen Beschluss des Gemeinderats der Gemeinde Friesenheim vom ..... übereinstimmen

Verfahrensdaten:  
 Aufstellungsbeschluss:  
 Frühzeitige Beteiligung:  
 Entwurfsbilligung:  
 Offenlage:  
 Satzungsbeschluss:

Friesenheim, .....  
 Erik Weide  
 Bürgermeister

Der Bebauungsplan und die örtlichen Bauvorschriften sind durch öffentliche Bekanntmachung gemäß §10 Abs. 3 BauGB am ..... in Kraft getreten.

In Kraft getreten am:

Friesenheim, .....  
 Erik Weide  
 Bürgermeister

Die verwendete Planunterlage mit Stand 2018 entspricht den Anforderungen des § 1 PlanZV

PROJEKT	2015 242
BEARB.	Kernler
GEZ.	Du, Schr, Wb
DATUM	
2015242/beu/pln/vpl/be/ST/Verbau	

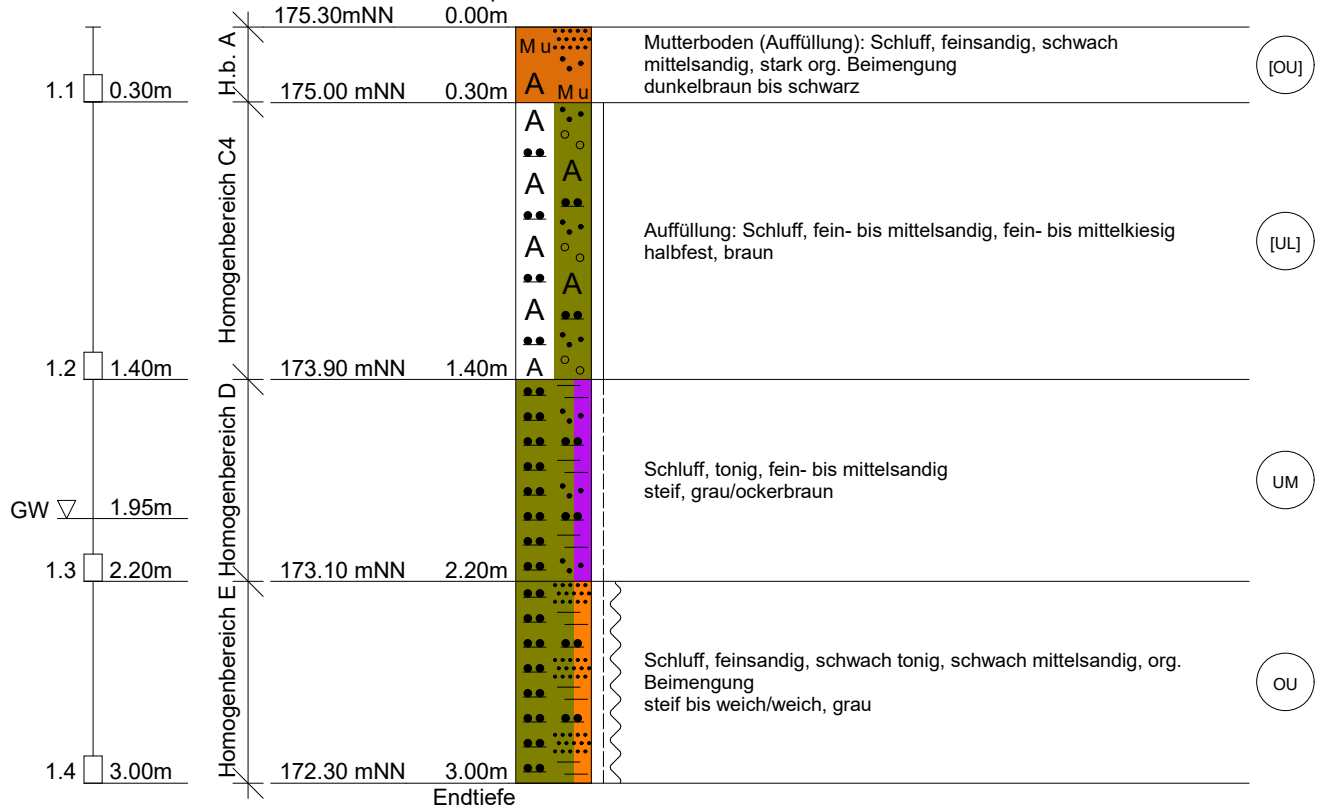
PLANUNG  
 77886 Lauf ☎ 07841/703-0



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : EG Klosteranlage Heiligenzell
Winnipeg Avenue B112	Projektnr.: 19224
77836 Rheinmünster	Datum : 26.11.2019
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30
	Anlage : 2

# B1

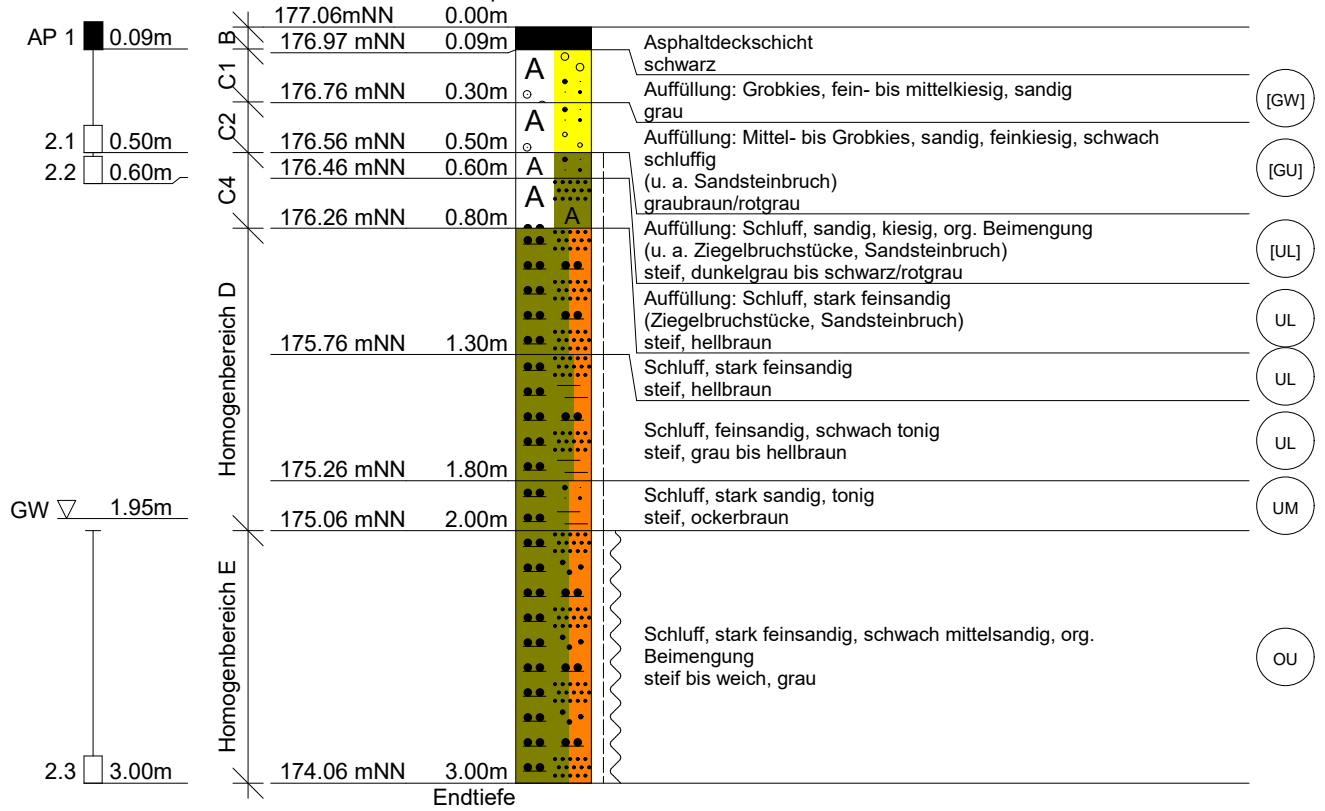
Ansatzpunkt: 175.30 mNN



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : EG Klosteranlage Heiligenzell
Winnipeg Avenue B112	Projektnr.: 19224
77836 Rheinmünster	Datum : 26.11.2019
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30
	Anlage : 2

## B2

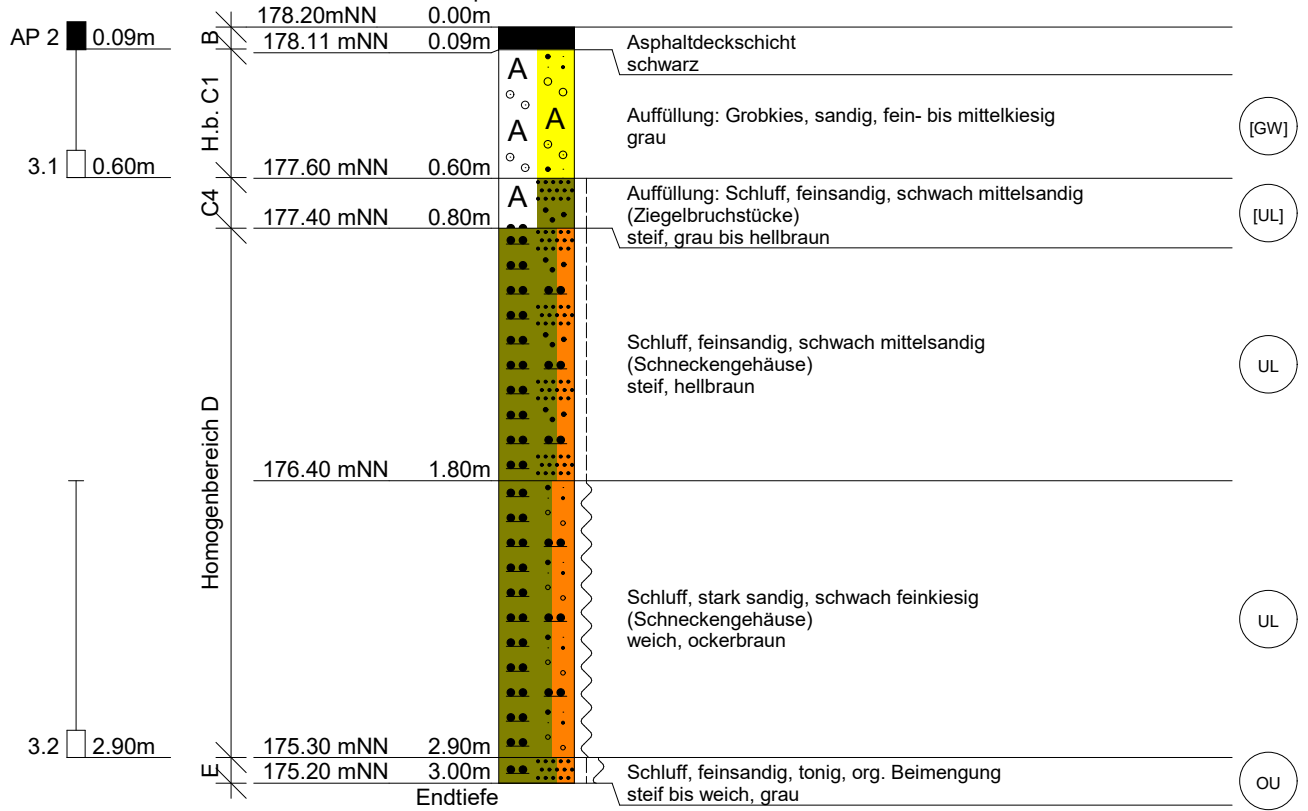
Ansatzpunkt: 177.06 mNN



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : EG Klosteranlage Heiligenzell
Winnipeg Avenue B112	Projektnr.: 19224
77836 Rheinmünster	Datum : 26.11.2019
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30
	Anlage : 2

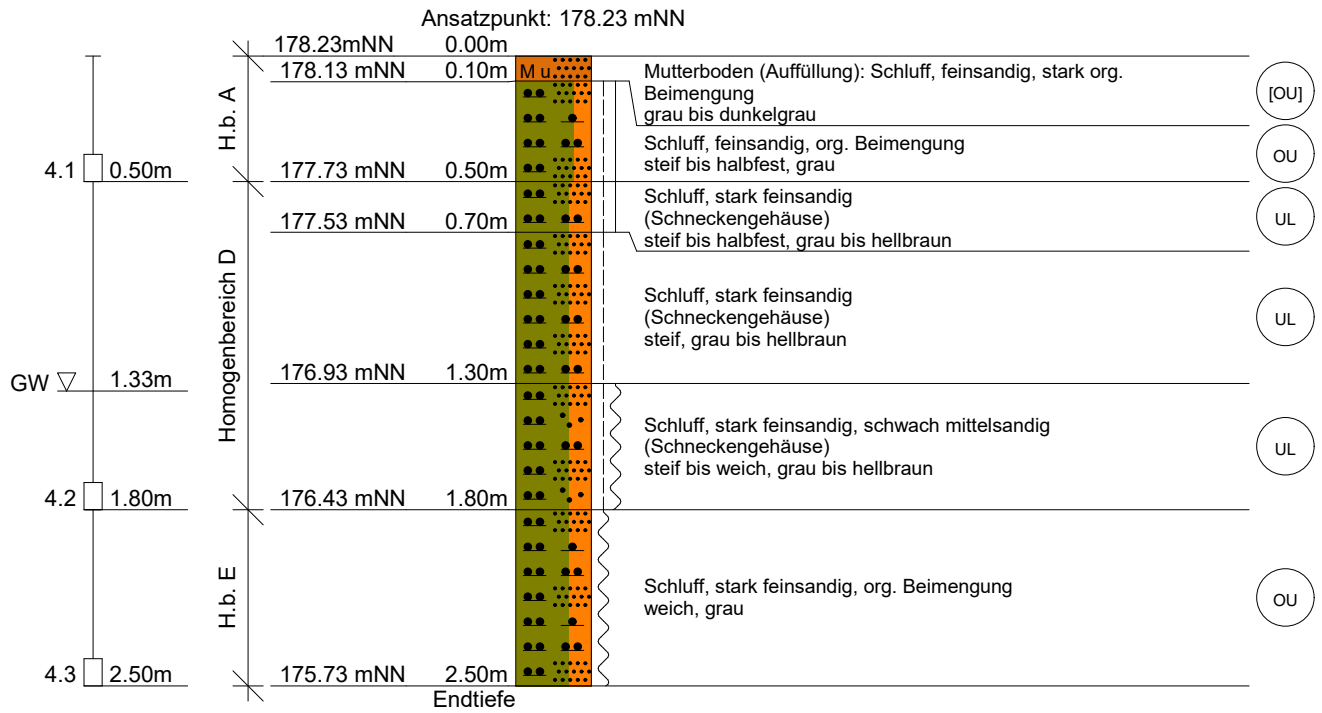
## B3

Ansatzpunkt: 178.20 mNN



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : EG Klosteranlage Heiligenzell
Winnipeg Avenue B112	Projektnr.: 19224
77836 Rheinmünster	Datum : 26.11.2019
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30
	Anlage : 2

## B4

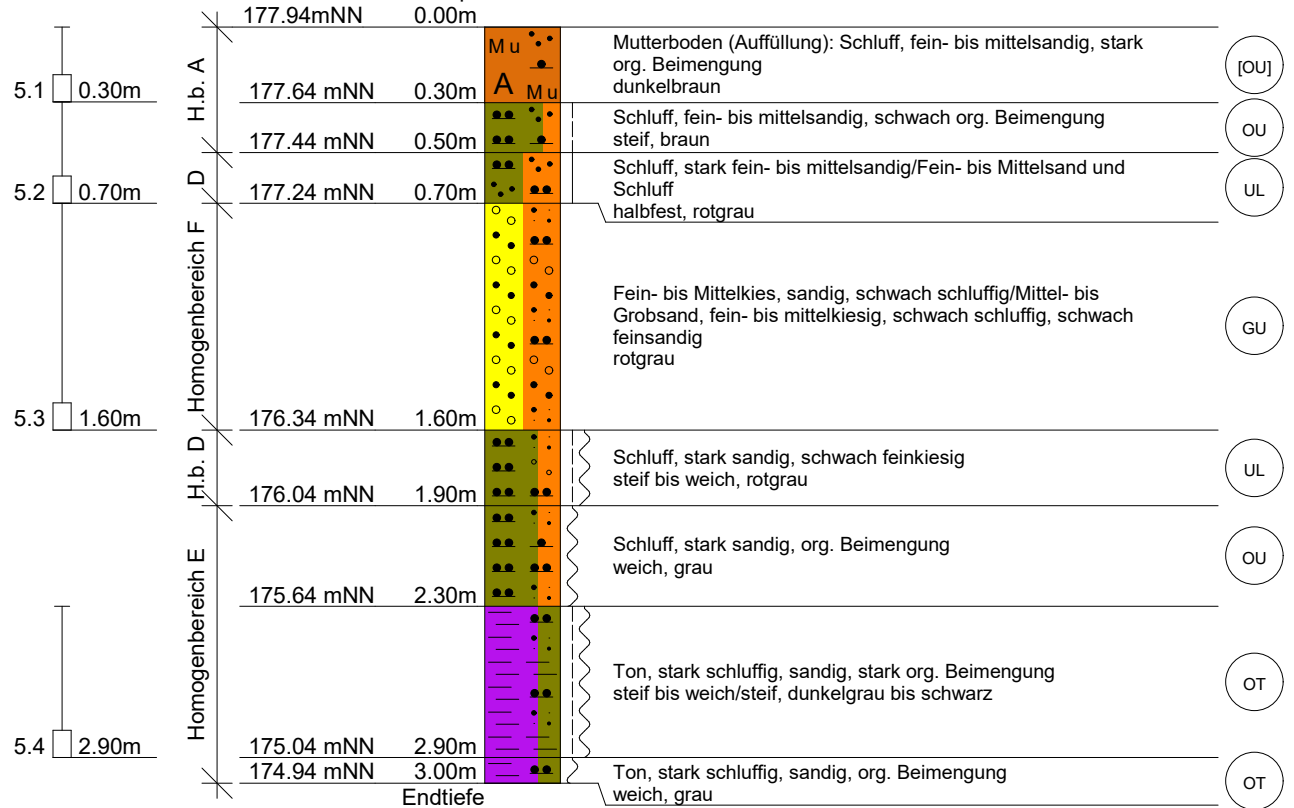




HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : EG Klosteranlage Heiligenzell
Winnipeg Avenue B112	Projektnr.: 19224
77836 Rheinmünster	Datum : 26.11.2019
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30
	Anlage : 2

## B5

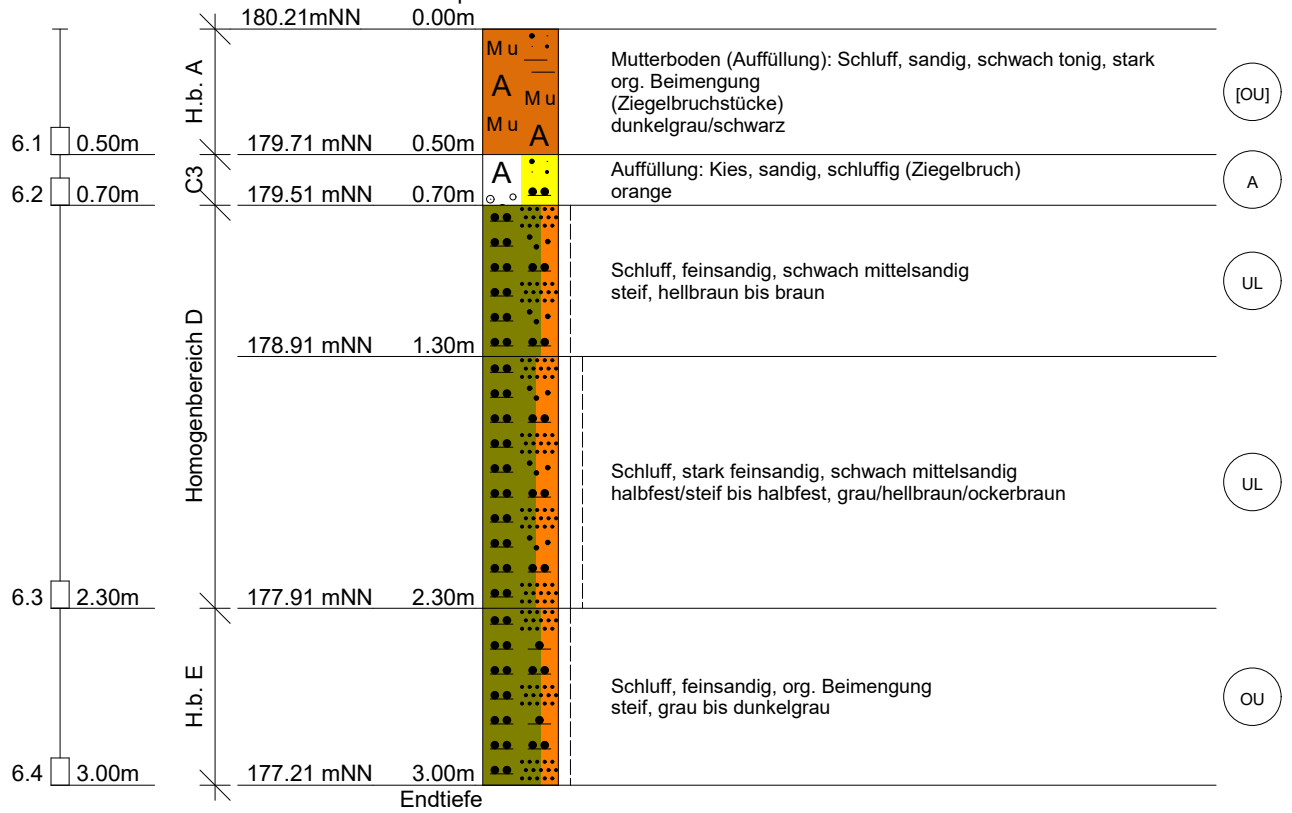
Ansatzpunkt: 177.94 mNN



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : EG Klosteranlage Heiligenzell
Winnipeg Avenue B112	Projektnr.: 19224
77836 Rheinmünster	Datum : 26.11.2019
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30
	Anlage : 2

## B6

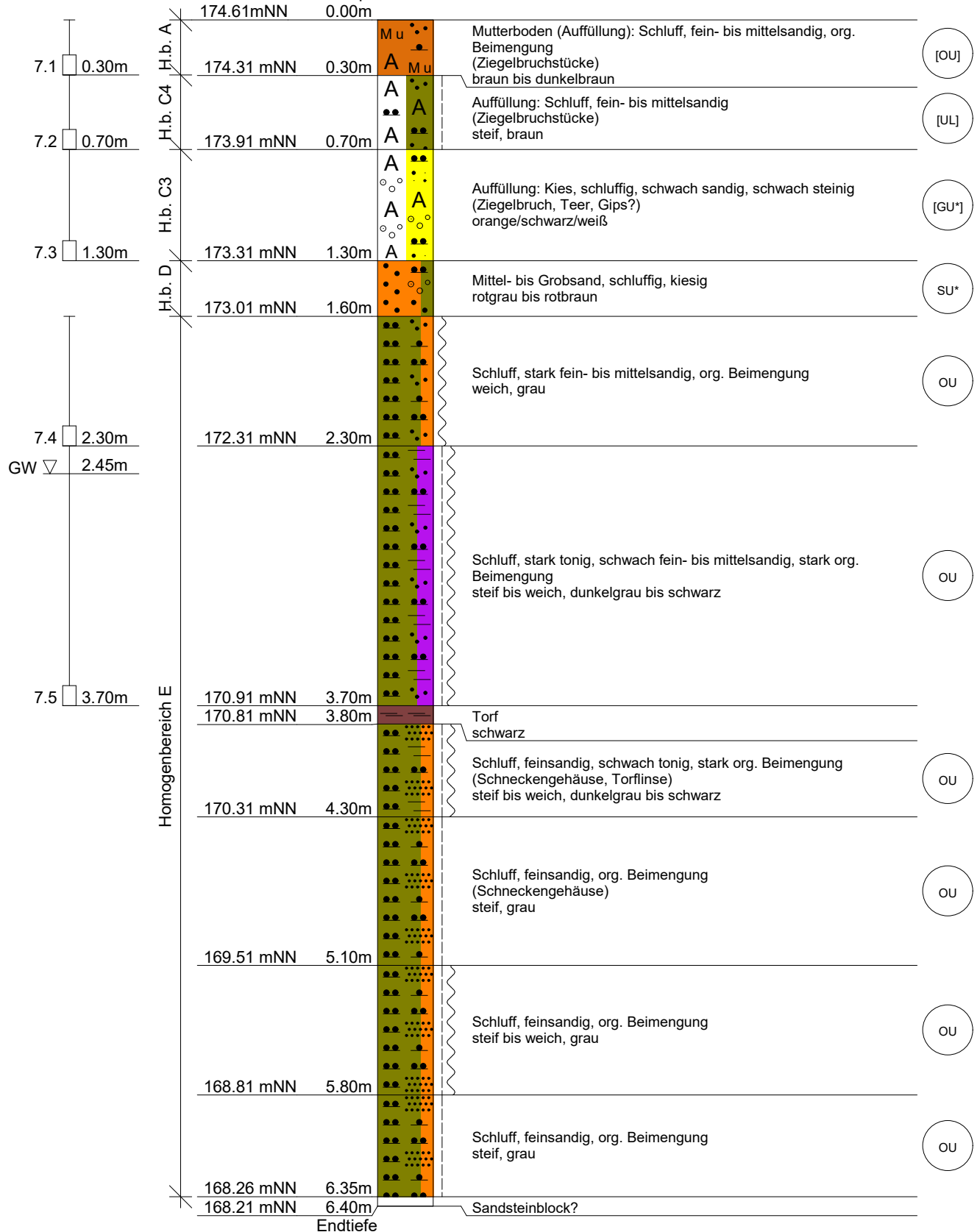
Ansatzpunkt: 180.21 mNN



HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : EG Klosteranlage Heiligenzell
Winnipeg Avenue B112	Projektnr.: 19224
77836 Rheinmünster	Datum : 26.11.2019
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30
	Anlage : 2

# B7

Ansatzpunkt: 174.61 mNN



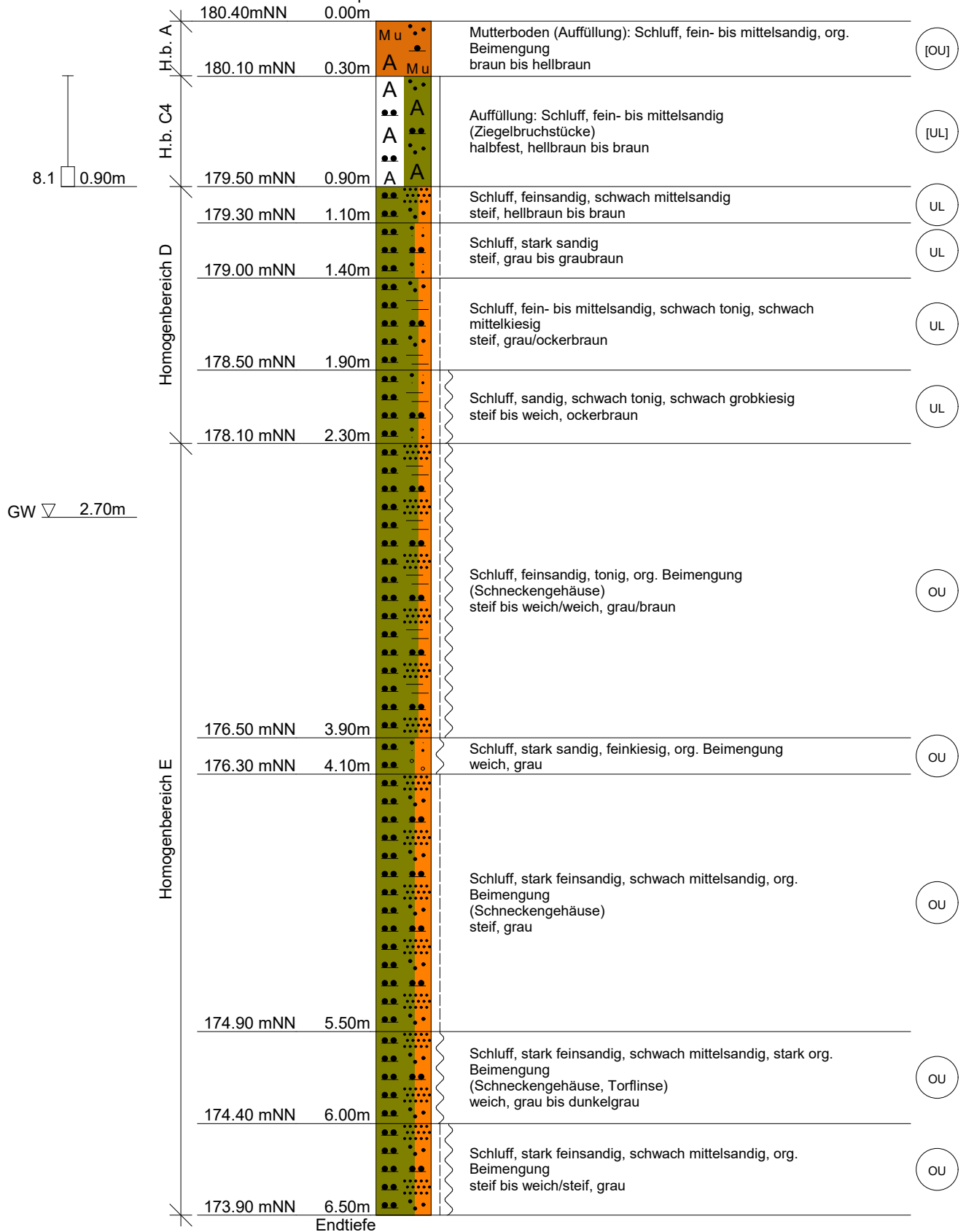
Endtiefe

BOHRHINDERNIS

HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : EG Klosteranlage Heiligenzell
Winnipeg Avenue B112	Projektnr.: 19224
77836 Rheinmünster	Datum : 26.11.2019
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30
	Anlage : 2

## B8

Ansatzpunkt: 180.40 mNN

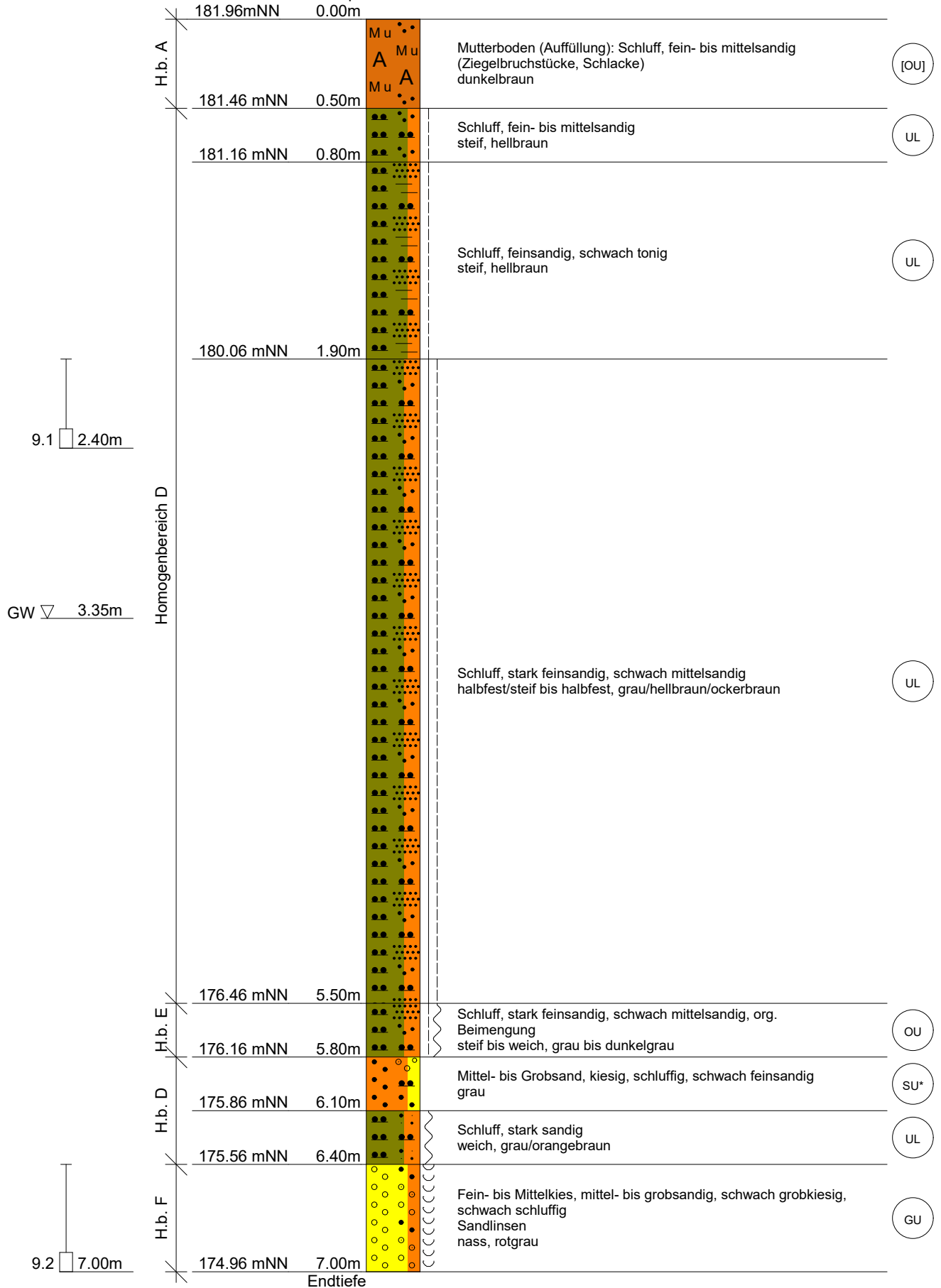


BOHRHINDERNIS

HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : EG Klosteranlage Heiligenzell
Winnipeg Avenue B112	Projektnr.: 19224
77836 Rheinmünster	Datum : 26.11.2019
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30
	Anlage : 2

## B9

Ansatzpunkt: 181.96 mNN

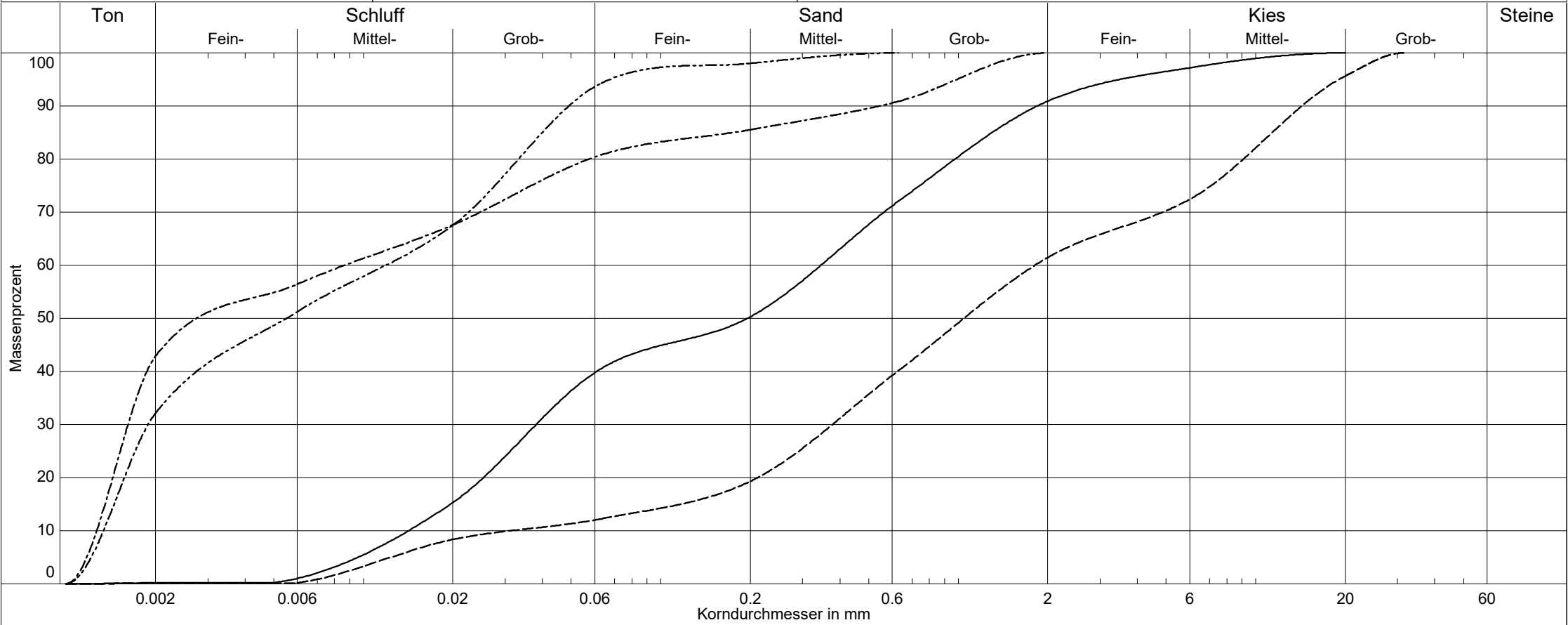


HYDROSOND, Geologisches Büro  
 Winnipeg Ave. B112  
 77836 Rheinmünster  
 Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309

# Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : EG Klosteranlage Heiligenzell  
 Projektnr.: 19224  
 Datum : 06.12.2019  
 Anlage : 3



Labornummer	—— 3.2	----- 5.3	----- 5.4	----- 7.5	
Entnahmestelle	B3	B5	B5	B7	
Entnahmetiefe	1,8-2,9 m u. GOK	0,7-1,6 m u. GOK	2,3-2,9 m u. GOK	2,3-3,7 m u. GOK	
Ungleichförm. U	U = 24.4	U = 58.0	U = 6.8	U = 8.9	
Krümmungszahl Cc	Cc = 0.3	Cc = 2.5	Cc = 0.2	Cc = 0.2	
Bodenart	U,s,fg'	S,mg,u,fg'	U,gs',ms'	U,s'	
Bodengruppe	U	SU	U	U	
d10 / d60	0.014/0.346 mm	0.031/1.812 mm	0.001/0.009 mm	0.001/0.012 mm	
Anteil < 0.063 mm	40.5 %	12.3 %	80.8 %	94.3 %	
Frostempfindl.klasse	F3	F2	F3	F3	
kf nach Hazen	-(U > 5)	-(U > 5)	-(U > 5)	-(U > 5)	
kf nach Beyer	1.2E-006 m/s	-(U > 30)	1.3E-008 m/s	1.3E-008 m/s	
Bodenklasse	4	3	4	4	

# Hydrosond

## Geologisches Büro

Bernhard Krauthausen

Bauvorhaben:	EG Klosteranlage Heiligenzell	Art der Entnahme:	gestört
Ausgeführt durch:	DK	Entnommen am:	26.11.2019
Datum:	06.12.2019	durch:	FV
Probe-Nr.:	5.4		
Bohrung:	B5		
Entnahmetiefe:	2,3-2,9 m u. GOK		

### Wassergehaltsbestimmung (DIN 18121-2:2012-02)

$m_f + m_T$ :	32,267 g	$m_f$ :	8,140 g
$m_t + m_T$ :	29,924 g	$m_t$ :	5,797 g
$m_T$ :	24,127 g		
Wassergehalt:	$w = (m_f - m_t)/m_t =$	0,404	= 40,4 %

### Glühverlustbestimmung (DIN 18128:2002-12)

$m_t + m_T$ :	29,924 g	$m_t$ :	5,797 g
$m_{\text{gegl}} + m_T$ :	29,469 g	$m_{\text{gegl}}$ :	5,342 g
$m_T$ :	24,127 g		
Glühverlust:	$w = (m_t - m_{\text{gegl}})/m_t =$	0,078	= 7,8 %

## Erklärung der Untersuchungsstelle

1. Untersuchungsinstitut : SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH  
Anschrift : Otto-Hahn-Str. 18  
76275 Ettlingen

Ansprechpartner : Birgitt Stichling

Telefon/Telefax : +49-7243-939-1288 +49-821-22780-604

eMail : sui-ettlingen@synlab.com

2. Prüfbericht-Nr : UET-19-0177451/01-1  
Prüfbericht Datum : 19.12.2019

Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor :  ja  nein

Auftraggeber : Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark  
Anschrift : Herr Vogel  
Winnipeg Avenue B 112  
77836 Rheinmünster

3. Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt.

ja  teilweise

Gleichwertige Verfahren angewandt  nein

Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.

Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden

nach DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe August 2005, 2. Berichtigung Mai 2007 akkreditiert

nach dem Fachmodul Abfall von **LUBW** notifiziert

Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt  ja  nein

Parameter :

Untersuchungsinstitut :

Anschrift :

Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025  Notifizierung Fachmodul Abfall

4. Ettlingen, den 19.12.2019

Die Erklärung wurde am 19.12.2019 um 12:26 Uhr durch Birgitt Stichling (Leitung Servicecenter Ettlingen) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.





## Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DepV

Anlage zu Auftrags-Nr. UET-19-0177451

### Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark	Probenahmedatum :
Probenehmer : Auftraggeber / Hr. Vogel	
Probenart : Asphalt	Konsistenz : fest
Probengefäß : 1l-Becher	Probenvolumen : 1 L
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : <input checked="" type="checkbox"/> nein : <input type="checkbox"/> inwiefern :	

### Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : UET-19-0177451-01	Probenbezeichnung : AP 1 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell		
Probeneingangsdatum : 09.12.2019	Probenahmeprotokoll :		
Sortierung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Metall : g	Holz : g	
	Kunststoff : g	sonstiges : g	
Zerkleinerung/Backenbrecher : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Lufttrocknung : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>		
Siebung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Siebschnitt : < mm		
Analyse : Gesamtfraktion : <input checked="" type="checkbox"/>	Siebrückstand : <input type="checkbox"/>	Siebdurchgang : <input type="checkbox"/>	
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : <input checked="" type="checkbox"/>	fraktionierte Teilung : <input type="checkbox"/>	Riffelteller : <input type="checkbox"/>
	Rotationsteller : <input type="checkbox"/>	cross-rifling : <input type="checkbox"/>	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Probenmenge : g	

### Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische	Trocknung 105 ° C : <input type="checkbox"/>	Gefriertrocknung : <input type="checkbox"/>
Trocknung der Prüfproben :	Lufttrocknung : <input checked="" type="checkbox"/>	chemische Trocknung : <input type="checkbox"/>
untersuchungsspezifische	Mahlen : <input checked="" type="checkbox"/>	Endfeinheit : 200 µm
Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Schneiden : <input type="checkbox"/>	Endfeinheit : µm

Das Probevorbereitungsprotokoll wurde am 13.12.2019 um 15:00 Uhr durch Andre Odrich elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

---

## Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DepV

Anlage zu Auftrags-Nr. UET-19-0177451

### Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark	Probenahmedatum :
Probenehmer : Auftraggeber / Hr. Vogel	
Probenart : Asphalt	Konsistenz : fest
Probengefäß : 1l-Becher	Probenvolumen : 1 L
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : <input checked="" type="checkbox"/> nein : <input type="checkbox"/> inwiefern :	

### Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : UET-19-0177451-02	Probenbezeichnung : AP 2 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell		
Probeneingangsdatum : 09.12.2019	Probenahmeprotokoll :		
Sortierung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Metall : g	Holz : g	
	Kunststoff : g	sonstiges : g	
Zerkleinerung/Backenbrecher : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Lufttrocknung : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>		
Siebung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Siebschnitt : < mm		
Analyse : Gesamtfraktion : <input checked="" type="checkbox"/>	Siebrückstand : <input type="checkbox"/>	Siebdurchgang : <input type="checkbox"/>	
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : <input checked="" type="checkbox"/>	fraktionierte Teilung : <input type="checkbox"/>	Riffelteller : <input type="checkbox"/>
	Rotationsteller : <input type="checkbox"/>	cross-rifling : <input type="checkbox"/>	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Probenmenge : g	

### Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische Trocknung der Prüfproben :	Trocknung 105 ° C : <input type="checkbox"/>	Gefriertrocknung : <input type="checkbox"/>
	Lufttrocknung : <input checked="" type="checkbox"/>	chemische Trocknung : <input type="checkbox"/>
untersuchungsspezifische Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Mahlen : <input checked="" type="checkbox"/>	Endfeinheit : 200 µm
	Schneiden : <input type="checkbox"/>	Endfeinheit : µm

Das Probenvorbereitungsprotokoll wurde am 13.12.2019 um 15:00 Uhr durch Andre Odrich elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

---

## Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DepV

### Anlage zu Auftrags-Nr.

#### Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark	Probenahmedatum :
Probenehmer : Auftraggeber / Hr. Vogel	
Probenart : Boden	Konsistenz : fest
Probengefäß : 1l-Becher	Probenvolumen : 1 L
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : <input checked="" type="checkbox"/> nein : <input type="checkbox"/> inwiefern :	

#### Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : <b>UET-19-0177451-03</b>	Probenbezeichnung : 7.3 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell
Probeneingangsdatum : <b>09.12.2019</b>	Probenahmeprotokoll :
Sortierung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Metall : g Holz : g
	Kunststoff : g sonstiges : g
Zerkleinerung/Backenbrecher : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Lufttrocknung : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>
Siebung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Siebschnitt : < mm
Analyse : Gesamtfraktion : <input checked="" type="checkbox"/>	Siebrückstand : <input type="checkbox"/> Siebdurchgang : <input type="checkbox"/>
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : <input checked="" type="checkbox"/> fraktionierte Teilung : <input type="checkbox"/> Riffelteller : <input type="checkbox"/>
	Rotationsteller : <input type="checkbox"/> cross-rifling : <input type="checkbox"/>
Anzahl der Prüfproben : <b>1</b>	Rückstellprobe : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/> Probenmenge : 500 g

#### Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische	Trocknung 105 ° C : <input checked="" type="checkbox"/>	Gefriertrocknung : <input type="checkbox"/>
Trocknung der Prüfproben :	Lufttrocknung : <input checked="" type="checkbox"/>	chemische Trocknung : <input type="checkbox"/>
untersuchungsspezifische	Mahlen : <input checked="" type="checkbox"/>	Endfeinheit : 200 µm
Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Schneiden : <input type="checkbox"/>	Endfeinheit : µm

Das Probevorbereitungsprotokoll wurde am 16.12.2019 um 22:43 Uhr durch Felix Richter elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

---

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Otto-Hahn-Straße 18 -  
76275 Ettlingen

Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark  
Herr Vogel  
Winnipeg Avenue B 112  
77836 Rheinmünster

## Standort Ettlingen

Telefon: +49-7243-939-1288  
Telefax: +49-821-22780-604  
E-Mail: [sui-ettlingen@synlab.com](mailto:sui-ettlingen@synlab.com)  
Internet: [www.synlab.de](http://www.synlab.de)

Seite 1 von 4

Datum: 19.12.2019

Prüfbericht Nr.: UET-19-0177451/01-1  
Auftrag-Nr.: UET-19-0177451  
Ihr Auftrag: per Email vom 09.12.2019  
Projekt: BV EG Klosteranlage Heilgenzell  
Eingangsdatum: 09.12.2019  
Probenahme durch: Auftraggeber / Hr. Vogel



**Probenbezeichnung: AP 1 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell**

Probe Nr.: UET-19-0177451-01  
 Prüfzeitraum: 09.12.2019 - 19.12.2019  
 Probenart: Asphalt

**Probenvorbereitung**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorbereitungsprotokoll	--	x	DepV, Anh.4, Nr. 3.1.1 (ULE)

**Original**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern (Backenbrecher)	--	x	- (ULE)
Trockenmasse	%	99,5	DIN EN 14346:2007-03 (ULE)

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	0,3	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,23	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthen	mg/kg TS	0,16	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoren	mg/kg TS	0,53	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Phenanthren	mg/kg TS	3,2	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Anthracen	mg/kg TS	0,98	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoranthren	mg/kg TS	3,7	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Pyren	mg/kg TS	2,9	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	1,2	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Chrysen	mg/kg TS	0,86	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	1,4	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,53	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	1,3	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,084	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,21	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,19	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	17,8	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)

**Probenbezeichnung: AP 2 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell**

Probe Nr.: UET-19-0177451-02  
 Prüfzeitraum: 09.12.2019 - 19.12.2019  
 Probenart: Asphalt

**Probenvorbereitung**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorbereitungsprotokoll	--	x	DepV, Anh.4, Nr. 3.1.1 (ULE)

**Original**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern (Backenbrecher)	--	x	- (ULE)
Trockenmasse	%	99,7	DIN EN 14346:2007-03 (ULE)

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	0,22	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,11	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthen	mg/kg TS	0,063	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoren	mg/kg TS	0,24	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Phenanthren	mg/kg TS	1,2	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Anthracen	mg/kg TS	0,36	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoranthren	mg/kg TS	1,3	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Pyren	mg/kg TS	1,1	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,34	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Chrysen	mg/kg TS	0,26	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,49	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,16	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,47	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,084	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	6,4	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)

**Probenbezeichnung: 7.3 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell**

Probe Nr.: UET-19-0177451-03  
 Prüfzeitraum: 09.12.2019 - 17.12.2019  
 Probenart: Boden

**Probenvorbereitung**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorbereitungsprotokoll	--	x	DepV, Anh.4, Nr. 3.1.1 (ULE)

**Original**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern (Backenbrecher)	--	x	- (ULE)
Trockenmasse	%	79,4	DIN EN 14346:2007-03 (ULE)

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	77	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthylen	mg/kg TS	77	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthen	mg/kg TS	34	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoren	mg/kg TS	110	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Phenanthren	mg/kg TS	360	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Anthracen	mg/kg TS	140	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoranthren	mg/kg TS	370	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Pyren	mg/kg TS	310	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	160	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Chrysen	mg/kg TS	120	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	150	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	73	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	120	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	14	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	37	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	40	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	2192,0	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)

**Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	x	DIN EN 12457-4:2003-01 (ULE)
Sulfat	mg/l	15,4	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (ULE)

(ULE) - Verfahren durchgeführt am Standort Markkleeberg

Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.

Der Prüfbericht wurde am 19.12.2019 um 12:26 Uhr durch Birgitt Stichling (Leitung Servicecenter Ettlingen) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

## Erklärung der Untersuchungsstelle

1. Untersuchungsinstitut : SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH  
Anschrift : Otto-Hahn-Str. 18  
76275 Ettlingen

Ansprechpartner : Birgitt Stichling

Telefon/Telefax : +49-7243-939-1288 +49-821-22780-604

eMail : sui-ettlingen@synlab.com

2. Prüfbericht-Nr : UET-19-0177435/02-1  
Prüfbericht Datum : 07.01.2020

Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor :  ja  nein

Auftraggeber : Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark  
Anschrift : Herr Vogel  
Winnipeg Avenue B 112  
77836 Rheinmünster

3. Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt.

ja  teilweise

Gleichwertige Verfahren angewandt  nein

Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.

Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden

nach DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe August 2005, 2. Berichtigung Mai 2007 akkreditiert

nach dem Fachmodul Abfall von **LUBW** notifiziert

Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt  ja  nein

Parameter :

Untersuchungsinstitut :

Anschrift :

Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025  Notifizierung Fachmodul Abfall

4. Ettlingen, den 07.01.2020

Die Erklärung wurde am 07.01.2020 um 16:17 Uhr durch Birgitt Stichling (Leitung Servicecenter Ettlingen) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.





## Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DepV

Anlage zu Auftrags-Nr. UET-19-0177435

### Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark		Probenahmedatum :	
Probenehmer : Auftraggeber / Hr. Vogel			
Probenart :	Boden	Konsistenz :	Feinsand
Probengefäß :	5l-Eimer	Probenvolumen :	4 L
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : <input checked="" type="checkbox"/> nein : <input type="checkbox"/> inwiefern :			

### Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : UET-19-0177435-01		Probenbezeichnung : MP 1 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell	
Probeneingangsdatum : 09.12.2019		Probenahmeprotokoll :	
Sortierung :	nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Metall : g	Holz : g
		Kunststoff : g	sonstiges : g
Zerkleinerung/Backenbrecher :	nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Lufttrocknung : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	
Siebung :	nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Siebschnitt : < mm	
Analyse : Gesamtfraktion : <input checked="" type="checkbox"/>		Siebrückstand : <input type="checkbox"/>	Siebdurchgang : <input type="checkbox"/>
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : <input checked="" type="checkbox"/>	fraktionierte Teilung : <input type="checkbox"/>	Riffelteller : <input type="checkbox"/>
	Rotationsteller : <input type="checkbox"/>	cross-rifling : <input type="checkbox"/>	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Probenmenge : 1000 g	

### Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische Trocknung der Prüfproben :	Trocknung 105 ° C : <input checked="" type="checkbox"/>	Gefriertrocknung : <input type="checkbox"/>
	Lufttrocknung : <input checked="" type="checkbox"/>	chemische Trocknung : <input type="checkbox"/>
untersuchungsspezifische Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Mahlen : <input checked="" type="checkbox"/>	Endfeinheit : 200 µm
	Schneiden : <input type="checkbox"/>	Endfeinheit : µm

Das Probenvorbereitungsprotokoll wurde am 16.12.2019 um 10:22 Uhr durch Andre Odrich elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

---

## Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DepV

Anlage zu Auftrags-Nr. UET-19-0177435

### Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark		Probenahmedatum :	
Probenehmer : Auftraggeber / Hr. Vogel			
Probenart : Boden	Konsistenz : Feinsand		
Probengefäß : 5l-Eimer	Probenvolumen : 4	L	
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : <input checked="" type="checkbox"/> nein : <input type="checkbox"/> inwiefern :			

### Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : UET-19-0177435-02		Probenbezeichnung : MP 3 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell	
Probeneingangsdatum : 09.12.2019		Probenahmeprotokoll :	
Sortierung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Metall : g		Holz : g
	Kunststoff : g		sonstiges : g
Zerkleinerung/Backenbrecher : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Lufttrocknung : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>		
Siebung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Siebschnitt : < mm		
Analyse : Gesamtfraktion : <input checked="" type="checkbox"/>		Siebrückstand : <input type="checkbox"/>	Siebdurchgang : <input type="checkbox"/>
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : <input checked="" type="checkbox"/>	fraktionierte Teilung : <input type="checkbox"/>	Riffelteller : <input type="checkbox"/>
	Rotationsteller : <input type="checkbox"/>	cross-rifling : <input type="checkbox"/>	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Probenmenge : 1000 g	

### Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische Trocknung der Prüfproben :	Trocknung 105 ° C : <input checked="" type="checkbox"/>	Gefriertrocknung : <input type="checkbox"/>
	Lufttrocknung : <input checked="" type="checkbox"/>	chemische Trocknung : <input type="checkbox"/>
untersuchungsspezifische Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Mahlen : <input checked="" type="checkbox"/>	Endfeinheit : 200 µm
	Schneiden : <input type="checkbox"/>	Endfeinheit : µm

Das Probevorbereitungsprotokoll wurde am 16.12.2019 um 10:22 Uhr durch Andre Odrich elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

---

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Otto-Hahn-Straße 18 -  
76275 Ettlingen

Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark  
Herr Vogel  
Winnipeg Avenue B 112  
77836 Rheinmünster

## Standort Ettlingen

Telefon: +49-7243-939-1288  
Telefax: +49-821-22780-604  
E-Mail: [sui-ettlingen@synlab.com](mailto:sui-ettlingen@synlab.com)  
Internet: [www.synlab.de](http://www.synlab.de)

Seite 1 von 7

Datum: 07.01.2020

Prüfbericht Nr.: UET-19-0177435/02-1  
Auftrag-Nr.: UET-19-0177435  
Ihr Auftrag: per Email vom 09.12.2019  
Projekt: BV EG Klosteranlage Heilgenzell  
Eingangsdatum: 09.12.2019  
Probenahme durch: Auftraggeber / Hr. Vogel  
Prüfzeitraum: 09.12.2019 - 07.01.2020  
Probenart: Boden



**Probenbezeichnung: MP 1 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell**

Probe Nr.: UET-19-0177435-01

**Probenvorbereitung**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorbereitungsprotokoll	--	x	DepV, Anh.4, Nr. 3.1.1 (ULE)

**Original**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern / Homogenisieren	--	x	- (ULE)
Trockenmasse	%	78,1	DIN EN 14346:2007-03 (ULE)
Glühverlust	% TS	8,0	DIN EN 15169:2007-05 (ULE)
TOC	% TS	3,2	DIN EN 13137:2001-12 (ULE)
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN ISO 17380:2013-10 (ULE)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (ULE)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (ULE)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (ULE)

**Aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)

**Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Vinylchlorid	mg/kg TS	<0,02	DIN 38 413-P 2:1988-05 (ULE)
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)

### Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Phenanthren	mg/kg TS	0,098	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoranthen	mg/kg TS	0,34	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Pyren	mg/kg TS	0,27	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,13	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Chrysen	mg/kg TS	0,12	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	0,23	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	0,085	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,13	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,063	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,054	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	1,5	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)

### Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)

### Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	x	DIN EN 13657:2003-01 (ULE)
Arsen	mg/kg TS	4,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Blei	mg/kg TS	42,9	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	19,8	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Kupfer	mg/kg TS	22	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Nickel	mg/kg TS	15,8	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Quecksilber	mg/kg TS	0,13	DIN EN ISO 12846:2012-08 (ULE)
Thallium	mg/kg TS	0,575	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Zink	mg/kg TS	64,7	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)

**Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	x	DIN EN 12457-4:2003-01 (ULE)
pH-Wert	--	8,47	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04 (ULE)
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	143	DIN EN 27888:1993-11 (ULE)
Chlorid	mg/l	0,8	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (ULE)
Sulfat	mg/l	5,86	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (ULE)
Cyanid, gesamt	mg/l	<0,005	DIN EN ISO 14403:2002-07 (ULE)
Phenol-Index	mg/l	<0,010	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (ULE)

**Schwermetalle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	mg/l	0,003	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Blei	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Cadmium	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Chrom (Gesamt)	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Kupfer	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Nickel	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Quecksilber	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 12846:2012-08 (ULE)
Thallium	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Zink	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)

**Probenbezeichnung: MP 3 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell**

Probe Nr.: UET-19-0177435-02

**Probenvorbereitung**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorbereitungsprotokoll	--	x	DepV, Anh.4, Nr. 3.1.1 (ULE)

**Original**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern / Homogenisieren	--	x	- (ULE)
Trockenmasse	%	82,6	DIN EN 14346:2007-03 (ULE)
Glühverlust	% TS	5,8	DIN EN 15169:2007-05 (ULE)
TOC	% TS	0,3	DIN EN 13137:2001-12 (ULE)
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN ISO 17380:2013-10 (ULE)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (ULE)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (ULE)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (ULE)

**Aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9:1991-05 (ULE)

**Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Vinylchlorid	mg/kg TS	<0,02	DIN 38 413-P 2:1988-05 (ULE)
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2013-05 (ULE)

### Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)

### Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)

### Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	x	DIN EN 13657:2003-01 (ULE)
Arsen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Blei	mg/kg TS	7,69	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	16,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Kupfer	mg/kg TS	11,4	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Nickel	mg/kg TS	16,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Quecksilber	mg/kg TS	0,073	DIN EN ISO 12846:2012-08 (ULE)
Thallium	mg/kg TS	0,698	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Zink	mg/kg TS	25,4	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)



### Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	x	DIN EN 12457-4:2003-01 (ULE)
pH-Wert	--	8,50	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04 (ULE)
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	115	DIN EN 27888:1993-11 (ULE)
Chlorid	mg/l	5,98	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (ULE)
Sulfat	mg/l	3,77	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (ULE)
Cyanid, gesamt	mg/l	<0,005	DIN EN ISO 14403:2002-07 (ULE)
Phenol-Index	mg/l	<0,010	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (ULE)

### Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Blei	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Cadmium	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Chrom (Gesamt)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Kupfer	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Nickel	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Quecksilber	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 12846:2012-08 (ULE)
Thallium	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Zink	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)

(ULE) - Verfahren durchgeführt am Standort Markkleeberg

Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.

Der Prüfbericht wurde am 07.01.2020 um 16:17 Uhr durch Birgitt Stichling (Leitung Servicecenter Ettlingen) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

## Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DepV

Anlage zu Auftrags-Nr. UET-19-0177463

### Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark	Probenahmedatum :
Probenehmer : Auftraggeber / Hr. Vogel	
Probenart : Boden	Konsistenz :
Probengefäß :	Probenvolumen : L
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : <input checked="" type="checkbox"/> nein : <input type="checkbox"/> inwiefern :	

### Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : UET-19-0177463-01	Probenbezeichnung : MP 2 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell		
Probeneingangsdatum : 09.12.2019	Probenahmeprotokoll :		
Sortierung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Metall : g	Holz : g	
	Kunststoff : g	sonstiges : g	
Zerkleinerung/Backenbrecher : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Lufttrocknung : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>		
Siebung : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Siebschnitt : < 2 mm		
Analyse : Gesamtfraktion : <input checked="" type="checkbox"/>	Siebrückstand : <input type="checkbox"/>	Siebdurchgang : <input checked="" type="checkbox"/>	
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : <input checked="" type="checkbox"/>	fraktionierte Teilung : <input type="checkbox"/>	Riffelteller : <input type="checkbox"/>
	Rotationsteller : <input type="checkbox"/>	cross-rifling : <input type="checkbox"/>	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Probenmenge : g	

### Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische	Trocknung 105 ° C : <input checked="" type="checkbox"/>	Gefriertrocknung : <input type="checkbox"/>
Trocknung der Prüfproben :	Lufttrocknung : <input checked="" type="checkbox"/>	chemische Trocknung : <input type="checkbox"/>
untersuchungsspezifische	Mahlen : <input checked="" type="checkbox"/>	Endfeinheit : 200 µm
Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Schneiden : <input type="checkbox"/>	Endfeinheit : µm

Das Probevorbereitungsprotokoll wurde am 13.12.2019 um 15:00 Uhr durch Andre Odrich elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

---

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Otto-Hahn-Straße 18 -  
76275 Ettlingen

Hydrosond Geologisches Büro Büro Badenairpark  
Herr Vogel  
Winnipeg Avenue B 112  
77836 Rheinmünster

## Standort Ettlingen

Telefon: +49-7243-939-1288  
Telefax: +49-821-22780-604  
E-Mail: [sui-ettlingen@synlab.com](mailto:sui-ettlingen@synlab.com)  
Internet: [www.synlab.de](http://www.synlab.de)

Seite 1 von 2

Datum: 18.12.2019

Prüfbericht Nr.: UET-19-0177463/01-1  
Auftrag-Nr.: UET-19-0177463  
Ihr Auftrag: per Email vom 09.12.2019  
Projekt: BV EG Klosteranlage Heilgenzell  
Eingangsdatum: 09.12.2019  
Probenahme durch: Auftraggeber / Hr. Vogel  
Prüfzeitraum: 09.12.2019 - 18.12.2019  
Probenart: Boden



**Probenbezeichnung: MP 2 - BV EG Klosteranlage Heilgenzell**

Probe Nr.: UET-19-0177463-01

**Original**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Siebung < 2 mm	--	x	DIN 18123:2016-03 (ULE)
Zerkleinern (Backenbrecher)	--	x	- (ULE)
Trockenmasse	%	94,0	DIN EN 14346:2007-03 (ULE)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (ULE)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	540	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (ULE)

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthen	mg/kg TS	0,082	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoren	mg/kg TS	0,19	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Phenanthren	mg/kg TS	1,4	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Anthracen	mg/kg TS	0,43	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoranthren	mg/kg TS	1,8	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Pyren	mg/kg TS	1,4	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,55	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Chrysen	mg/kg TS	0,4	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,79	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,38	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,7	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,059	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,14	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	8,7	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)

**Schwermetalle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	x	DIN ISO 11466:1997-06 (ULE)
Arsen	mg/kg TS	2,5	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Blei	mg/kg TS	7,63	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	13	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Kupfer	mg/kg TS	10,2	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Nickel	mg/kg TS	9,21	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08 (ULE)
Thallium	mg/kg TS	0,682	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)
Zink	mg/kg TS	17	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (ULE)

(ULE) - Verfahren durchgeführt am Standort Markkleeberg

Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.

Der Prüfbericht wurde am 18.12.2019 um 11:58 Uhr durch Birgitt Stichling (Leitung Servicecenter Ettlingen) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.