



Bahlinger Weg 27
79346 Endingen

☎ 07642-9229-70

📄 07642-9229-89

klc@klc-endingen.de

www.klc-endingen.de

BadenovaKONZEPT GmbH & Co. KG

Zähringer Straße 338a

79108 Freiburg i.Br.

**Erschließung Baugebiet
„Vogesenstraße I + II“
79206 Breisach am Rhein
- Geotechnischer Bericht**

Projekt 17/139-1

Endingen, den 05. September 2017

17/139-1

BadenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Zähringer Straße 338a
79108 Freiburg i.Br.

Erschließung Baugebiet „Vogesenstraße I + II“
79206 Breisach am Rhein
Geotechnischer Bericht

INHALT**Seite**

1.0	Veranlassung und Zielsetzung.....	3
2.0	Planungs- und Arbeitsgrundlagen.....	3
3.0	Allgemeine Angaben zum Standort	3
3.1	Standortbeschreibung	3
3.2	Geologische und hydrogeologische Situation, Bemessungswasserspiegel	4
4.0	Durchgeführte Untersuchungen	6
5.0	Ergebnisse der Untersuchungen	7
5.1	Schichtaufbau	7
5.2	Bodenklassifikation nach DIN 18196 und Lagerungsdichte.....	8
5.3	Bodenmechanische Kennwerte.....	11
5.4	Durchlässigkeit des Untergrunds	11
5.5	Umwelttechnische Untersuchungen	13
5.6	Homogenbereiche, Aushub und Wiedereinbau	13
6.0	Allgemeine Bebaubarkeit	17
6.1	Lastabtragung	17
6.2	Abdichtung und Drainage.....	18
6.3	Erdbebengefährdung	19
7.0	Kanalbau und Baugruben.....	19
8.0	Straßenbau	22
9.0	Hinweise	24

17/139-1

BadenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Zähringer Straße 338a
79108 Freiburg i.Br.

Erschließung Baugebiet „Vogesenstraße I + II“
79206 Breisach am Rhein
Geotechnischer Bericht

ANHANG

- Anlage 1: Übersichtslageplan
- Anlage 2: Detailplan mit Lage der Baugrundaufschlüsse
- Anlage 3: Bohrprofile
- Anlage 4: Rammprofile
- Anlage 5: Geotechnisches Profil
- Anlage 6: Bodenmechanische Laborversuche
- Anlage 7: Chemische Laborversuche
- Anlage 8: Prüf- und Richtwerte Schadstoffuntersuchungen
- Anlage 9: Auswertung Versickerungsversuch

1.0 Veranlassung und Zielsetzung

Die Gemeinde badenovaKONZEPT GmbH & Co.KG plant die Erschließung des Baugebiets „Vogesenstraße I + II“ in Breisach am Rhein. Die KLC GmbH wurde in diesem Zusammenhang von der badenovaKONZEPT mit der Erkundung der Untergrundverhältnisse beauftragt. Ziel der Untersuchungen ist es, die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse zu erkunden und daraus Hinweise zur allgemeinen Bebaubarkeit, zum Kanalbau, zum Straßen- und Hochbau sowie zur Niederschlagsversickerung zu geben.

Das Gutachterbüro *KLC GmbH* wurde mit dem Auftragsschreiben vom 30.06.2017 von der badenovaKONZEPT mit der Durchführung der notwendigen Maßnahmen beauftragt. Grundlage der Beauftragung ist das Angebot der *KLC GmbH* 17/139-1 vom 19.06.2017.

2.0 Planungs- und Arbeitsgrundlagen

- [1] fsp Stadtplanung
 - Stadt Breisach, Bebauungsplan Vogesenstraße II, Abgrenzung, 04.07.2017
 - - Stadt Breisach, Vogesenstraße II, Städtebauliches Rahmenkonzept, 06.03.2017
- [2] R. Hinkelbein, Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung, Bebauungsplan Vogesenstraße II + III, Breisach, 08.06.2017
- [3] Topographische Karte TK 1:25.000, Blatt 7911 Breisach am Rhein
- [4] Geologische Karte GK 1:25.000, Blatt Kaiserstuhl
- [5] Hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg „Oberrheingebiet Bereich Kaiserstuhl -Markgräflerland“, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg 1977
- [6] Regierungspräsidium Freiburg, Stellungnahme RP Freiburg, Ref. 53.3 Landesbetrieb Gewässer; Bebauungsplan „Vogesenstraße 2“ in Breisach, 08.08.2017, Az. 53.3-8961.210/000/16.32

3.0 Allgemeine Angaben zum Standort

3.1 Standortbeschreibung

Das geplante Baugebiet „Vogesenstraße I + II“ liegt im Norden des Stadtgebiets von Breisach am Rhein (Anlage 1). Die Fläche wird im Osten durch die Vogtsburger Straße, im Westen durch die Burkheimer Landstraße und im Norden durch die Straße „Im Meisennest“ und den Christmannsweg begrenzt.

Das überplante Gebiet wird derzeit landwirtschaftlich genutzt. Das Gelände ist leicht gewellt, die mittlere topographische Höhe kann mit ca. 188,70 m über NN angegeben werden. Der vorgesehene Bebauungsplan (siehe Anlage 2) umfasst eine Fläche von ca. 330 m x 240 m.

Nach den Daten der LUBW liegt das Plangebiet nicht in einem Überflutungsbereich bzw. in einem Wasserschutzgebiet.

Die Planungen sehen eine Nutzung als Wohngebiet vor. Detaillierte Angaben zur Art der Bauausführung von Gebäuden (z.B. Unterkellerung) bzw. zum Straßenaufbau und zur Tiefenlage der Kanalsohlen liegen derzeit noch nicht vor.

3.2 Hydrogeologie und Bemessungswasserspiegel

Das Stadtgebiet von Breisach befindet sich in der Oberrheinebene zwischen dem tertiären Kaiserstuhlvulkan im Osten und dem Rhein im Westen. Das Projektgebiet befindet sich im Bereich der rechtsrheinischen Niederterrasse. Der Untergrundaufbau ist geprägt von über 50 m mächtigen Kiesen und Sanden vorwiegend alpiner Herkunft. Teilweise treten im Bereich von Breisach die vulkanischen Gesteine des Kaiserstuhls nochmals als rheinparallele Schwelle zu Tage. Hier nimmt die Mächtigkeit der Niederterrassenschotter entsprechend dem Schichtverlauf der Vulkanite ab.

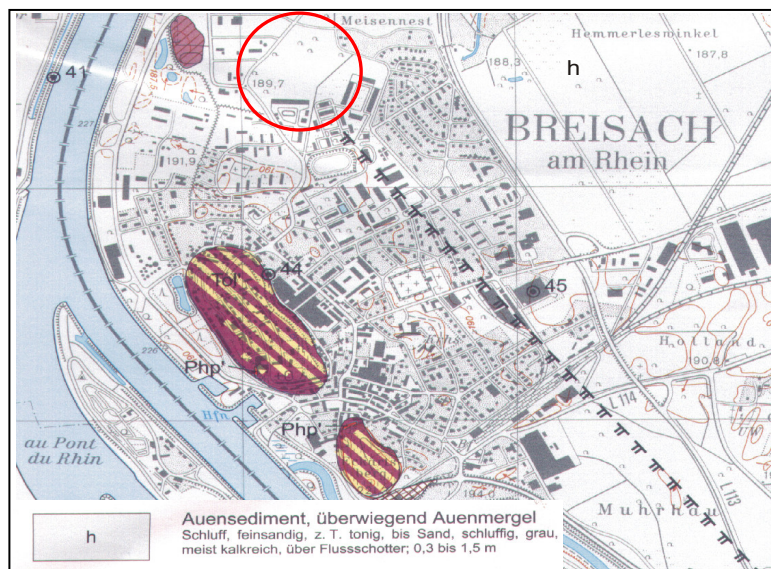


Abb. 1: Auszug aus der geologischen Karte [2]

Die Niederungen zwischen Kaiserstuhl und Rhein zählten im Holozän zu den Überschwemmungsbereichen des Rheins. Es wurden 0,5 m bis 2 m mächtige Hochwassersedimente (Auelehme) aus feinkörnigem Material abgelagert.

Der Rhein hat im Holozän Flussschotter (Talauenschotter) abgelagert, welche nur geringe Unterschiede zu den Niederterrassenschottern aufweisen. Die holozänen Flussschotter besitzen meist nur lockere Lagerung. Erfahrungsgemäß treten innerhalb der Serie örtlich auch Rollkies- oder Sandlagen auf. Die Grenze Holozän/Pleistozän liegt bei ca. 3,8 m bis 7 m Tiefe.

In den Rheinkiesen ist ein zusammenhängender Grundwasserkörper ausgebildet. Nach den vorliegenden Grundwassergleichenplänen ist die Grundwasserfließrichtung Nord, das mittlere Gefälle beträgt ca. 0,1%. Auf Grund der Nähe zum Rhein sind die Grundwasserschwankungen im Untersuchungsgebiet recht gering. Der Grundwasserflurabstand beträgt ca. 2 – 3 m. Die Durchlässigkeiten im Raum Breisach können mit 10^{-2} bis 10^{-3} m/s angegeben werden, beim Auftreten von Rollkieslagen noch darüber.

Nach den uns vorliegenden Unterlagen liegt das Plangebiet innerhalb geplanter Retentionsmaßnahmen. Aus diesem Grund wurde durch die Gewässerdirektion ein mehrdimensionales Grundwassermodell erstellt. Aus diesem Modell lässt sich nach [6] für den BP „Vogesenstraße 2“ folgender Höchstgrundwasserstand ablesen:

Maximaler Grundwasserstand (HHW): 187,50 m über NN

Weiterhin wurden für das Baugebiet der mittlere Grundwasserstand (MW) und der mittlere Grundwasserhöchststand (MHW) interpoliert. Hierbei wurden Ganglinien von Grundwassermessstellen aus dem Umfeld des Plangebiets ausgewertet. Für die ausgewählten Messstellen 2030/019-4 und 2013/019-8 liegen Aufzeichnungen aus den Jahren 1997 bis 2012 vor. Messstelle 2013/019-8 befindet sich ca. 1,7 km südöstlich des Untersuchungsareals. Als Referenzmessstelle dient die ca. 200 m östlich liegende Messstelle 2030/019-4, welche nach den vorliegenden Grundwassergleichenplänen in etwa auf der gleichen Potentiallinie wie das Baugebiet „Vogesenstraße“ liegt. Der mittlere Grundwasserhöchststand stellt das arithmetische Mittel des in den einzelnen Beobachtungsjahren gemessenen Höchstwasserstandes dar.

Tabelle 1: Auswertung von Ganglinien

Messstelle-Nr.	2030/019-4	2013/0198
Mittlerer GW-Stand (MW) 1997 – 2012	186,20 m üNN	187,40 m üNN
Höchster GW-Stand (HHW) 1997-2012	187,13 m üNN	188,16 m üNN
Mittlerer GW-Höchststand (MHW) 1997 – 2012	186,73 m üNN	187,68 m üNN

Die beiden Messstellen zeigen im Beobachtungszeitraum 1999 bis 2012 eine Differenz zwischen MW und MHW von 0,53 m bzw. 0,28 m. Beide Messstellen zeigen ähnlich starke Schwankungsbreiten zwischen Mittelwasser und höchstem Grundwasserstand sowie ähnlich verlaufende Ganglinien, so dass sie als repräsentativ für den Untersuchungsraum angenommen werden können.

Da die Messstelle 2030/019-4 unmittelbar benachbart zum geplanten Baugebiet liegt, wird der mittlere Grundwasserhöchststand (MHW) im Bereich des Baugebiets „Vogesestraße“ auf 186,70 m über NN festgelegt. Der mittlere Grundwasserstand kann mit 186,20 m über NN angegeben werden.

4.0 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden im Plangebiet zwischen dem 19.07.17 und dem 24.07.2017 durch die KLC GmbH 8 Kleinbohrungen (KB1 bis KB8) bis in maximale Tiefen von 4 m u. Geländeoberkante (GOK) angelegt. Die Bohrungen mussten teilweise aufgrund der hohen Eindringwiderstände abgebrochen werden.

Die Bohrprofile wurden vor Ort von einem erfahrenen Geologen in Anlehnung an die DIN 4022 aufgenommen. Die Darstellung der Profile nach DIN 4023 ist in der Anlage 3 enthalten.

Zur geotechnischen Charakterisierung und Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte sowie für chemische Analysen wurden aus dem Kernmaterial der Bohrungen in Abhängigkeit vom Profilaufbau insgesamt 24 gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 nach DIN EN 1997-2 über relevante Schichtbereiche entnommen.

Die Entnahme, Behandlung, Transport und Lagerung des Probenmaterials erfolgte in Übereinstimmung mit der DIN EN 22 475-1.

Im bodenmechanischen Untersuchungslabor wurde an 6 Proben die Kornverteilung nach DIN 18 123 sowie an 2 Proben die Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122 ermittelt.

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte der nichtbindigen Untergrundeinheiten wurden insgesamt 3 Rammsondierungen (RS1 bis RS3) mit der schweren Rammsonde (DPH nach DIN EN ISO 22 476-2) bis in Tiefen von max. 8 m u. GOK durchgeführt. Die Profile der Rammsondierungen sind in Anlage 4 dargestellt

Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist der Anlage 2 zu entnehmen.

Die Baugrundaufschlüsse wurde nach Lage und Höhe eingemessen. Als Bezugshöhen wurden Schachtdeckel in den angrenzenden Straßen verwendet.

Zur Überprüfung der Durchlässigkeit des Untergrunds wurde in einem Schurf ein Versickerungsversuch durchgeführt.

Zusätzlich zu den durchgeführten Untersuchungen wurden sämtliche zur Verfügung stehenden Aufschlusssdaten aus dem Umfeld herangezogen.

5.0 Untersuchungsergebnisse

5.1 Schichtaufbau

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen mit Ausnahme von Bohrung KB7, den für das Untersuchungsgebiet typischen Untergrundaufbau:

Oberboden

Die Bohrprofile (mit Ausnahme KB7) beginnen mit einer 0,3 – 0,4 m mächtigen, bindigen, durchwurzelten, verlehmtten Ackerboden- bzw. Oberbodenschicht.

Auffüllungen

In Bohrung KB7 wurde zunächst eine 1,8 m mächtige Auffüllung angetroffen. Diese setzt sich in den oberen Abschnitten aus sandigem, schwach kiesigem Schluff mit Ziegelresten und darunter aus schwach schluffigem, sandigem Kies zusammen. Organoleptische Auffälligkeiten, die auf Schadstoffe hinweisen, wurden nicht festgestellt. Die Auffüllung könnte im Zusammenhang mit den Arbeiten für die unmittelbar östlich angrenzenden Stichstraße stehen.

Auelehme

Unter der Auffüllung bzw. unter dem Oberboden folgen in allen Aufschlüssen mit Ausnahme von Bohrung KB3 gelbgraue bis graubraune, feinsandige, bis stark feinsandige Schluffe bis schluffige bis stark schluffige Feinsande, die als **Auelehme** zu charakterisieren sind.

Die Konsistenz des Auelehms ist in den oberen Profilabschnitten überwiegend steif-halbfest, in den tieferen Abschnitten der Serie auch weich. Farbe und Zusammensetzung des Materials weisen auf eine Herkunft des Materials aus den umgebenden Lössgebieten hin.

In Bohrung KB3 wurden keine Auelehme erbohrt.

Die Mächtigkeit dieser Einheit variiert im Baufeld deutlich zwischen 0 m (KB3) und 2,0 m (KB5).

Rheinkiese

Den Abschluss des Profils bilden in allen Aufschlüssen die grauen **Rheinkiese**. In der Zusammensetzung dominieren schwach sandige bis stark sandige Kiese mit sehr geringen Feinkornanteilen. In KB5 ist als oberste Lage eine graue Feinsandschicht mit einer Mächtigkeit von 0,2 m ausgebildet. Die Kiesoberfläche ist leicht gewellt, sie wurde zwischen ca. 186,65 m über NN und ca. 188,49 m über NN angetroffen, wobei ein generelles Abtauchen nach Südosten (KB5, KB7) festzustellen ist. Ab ca. 2,5 m unter Geländeoberkante sind die Kiese nass. Aufgrund der geringen Standfestigkeit der Bohrlöcher konnte der Grundwasserstand nicht eingemessen werden.

5.2 Bodenklassifikation nach DIN 18196 und Lagerungsdichte

Zur geotechnischen Charakterisierung der Auelehme wurden an vier Proben die Kornverteilungen nach DIN 18 123 sowie an zwei Proben die Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18 122 T1 bestimmt (vgl. Anlage 6).

Tabelle 1: **Auelehme - Konsistenzgrenzen**

Probe	w [%]	w _L [%]	I _p	I _c	Bodengruppe	Konsistenz
KB2/2	7,23	25,93	3,1 %	5,96	UL	(halb)fest
KB5/3	19,1	28,17	6,5 %	1,33	SÜ, TL	halbfest

ω_n : natürlicher Wassergehalt

w_L: Fließgrenze

I_p: Plastizitätszahl

I_c: Konsistenzzahl

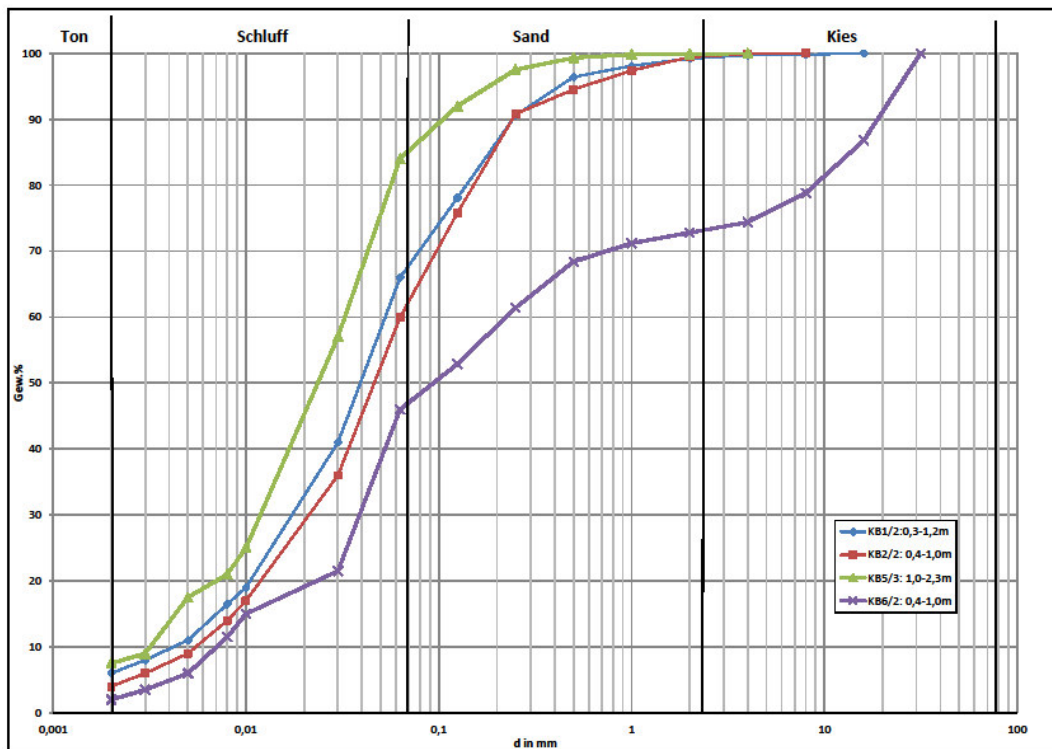


Abb. 2: Auelehme - Kornverteilung

Die Kornverteilungskurven zeigen, dass die Auelehme überwiegend von Schluffen dominiert werden. In einzelnen Proben werden hohe Feinsand- teilweise auch Kiesgehalte nachgewiesen. Der Tonanteil variiert zwischen ca. 2 Gew.% und 8 Gew.%. Nach DIN EN ISO 14188-1 handelt es sich um sandige bis stark sandige, teilweise stark kiesige Schluffe und Tone.

Im Plastizitätsdiagramm liegen die untersuchten Proben nahe der A-Linie am Übergang von den leichtplastischen Schluffe, zu den leichtplastischen Tonen sowie dem Zwischenbereich.

Nach den Labor- und Geländebefunden handelt es sich bei den Auelehmen überwiegend um Materialien der Bodengruppe leichtplastische Schluffe (UL) und Tone (TL) nach DIN 18 196. Bereichsweise treten auch stark schluffige Sande (SÜ) auf. Nach den durchgeführten Untersuchungen weisen die Auelehme überwiegend steife bis halbfeste, in tieferen Lagen auch weiche Konsistenz auf.

An zwei Proben aus den Rheinkiesen wurde die Kornverteilung nach DIN 18 123 ermittelt.

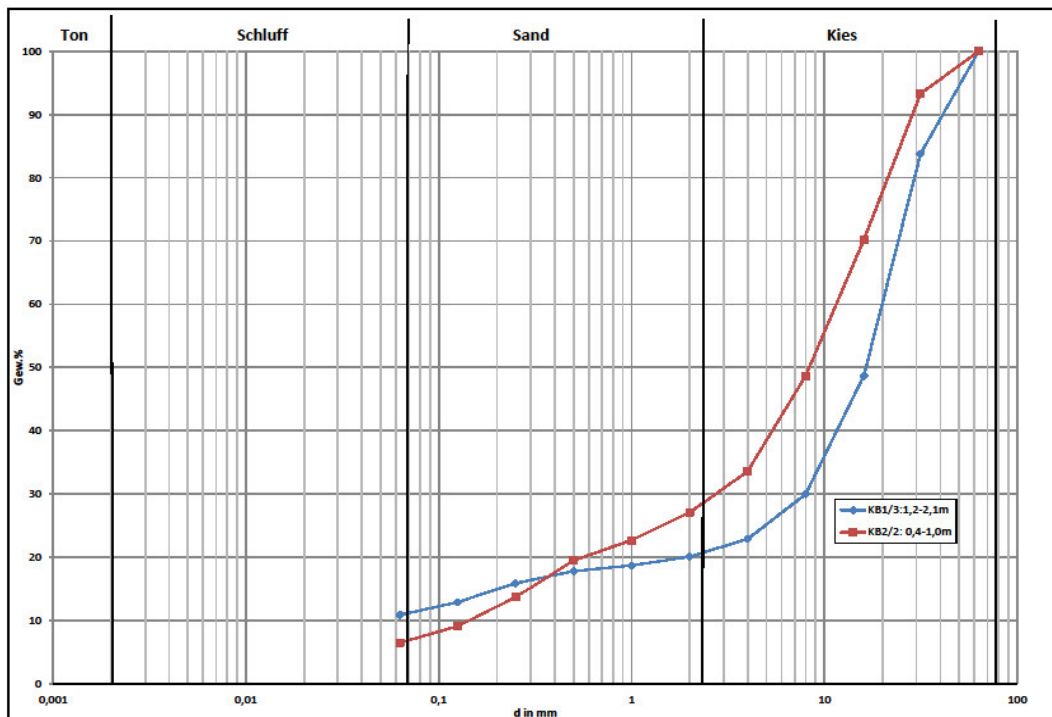


Abb. 3: Rheinkiese - Kornverteilung

Die Kornverteilungskurven zeigen in den untersuchten Proben Kiesanteile von über 70 Gew.%. Der Sandanteil ist mit ca. 10 – 20 Gew.% eher gering. Die Proben besitzen Feinkornanteile von ca. 6 – 11 Gew.%. Nach DIN EN ISO 14 188-1 handelt es sich um schwach schluffige, schwach sandige bis sandige Kiese.

Die Rheinkiese können nach DIN 18 196 der Bodengruppe der schluffigen Kiese GU zugeordnet werden. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Feinkorngehalt ab und es treten weitgestufte Kiese GW auf. In die Abfolge sind teilweise Sand- und Rollkieslagen (SE, GE nach DIN 18 196) eingeschaltet.

In den Rheinkiesen variieren die Schlagzahlen der schweren Rammsonde in einem weiten Spektrum zwischen $1 \leq N_{10} \leq 70$. Während in Sondierung RS1 mit Erreichen der Rheinkiese eine rasche Zunahme der Schlagzahlen auf N_{10} -Werte < 40 erfolgt, zeigt Rammsondierung RS3 bis in Tiefen von 8 m unter GOK lediglich Schlagzahlen zwischen 1 und 10. In Verbindung mit den ermittelten Kornverteilungen sowie der Erfahrung aus umliegenden Bohrungen handelt es sich bei den extrem niedrigen Schlagzahlen um schwach sandige Kiese oder Rollkieslagen. Nach DIN 4094-3 ergeben sich somit für die Rheinkiese Lagerungsdichten von locker bis dicht.

In Anlage 5 ist die geotechnische Situation in schematischen Profilen dargestellt.

5.3 Bodenmechanische Kennwerte

Für die im Baugebiet geotechnisch relevanten Schichten können nach DIN 1055 und den durchgeführten Untersuchungen sowie auf Grundlage von Erfahrungswerten folgende charakteristische bodenmechanische Kennwerte angenommen werden. Hierbei handelt es sich um vorsichtige Schätzwerte des Mittelwertes im Sinne von DIN 1054.

Tabelle 2: Kennwerte geotechnisch relevanter Schichten

Schicht	Boden- gruppe.	Konsistenz	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	Φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]
Auelehme	UL, TL, SÜ	weich	19,5	9,5	27,5-30	0 – 5	3 – 5
		steif-halbfest	20,5	10,5		2 - 10	8 – 14
Rheinkiese	GW, SE, GE	locker	20	12	30	0	30 – 50
		mitteldicht	21	13	35		60 - 80

Anm.: TM, UL, GW: Bodengruppe nach DIN 18 196

5.4 Durchlässigkeit des Untergrundes

Nach Kapitel 3.2 kann der mittlere Grundwasserhochstand (MHW) im Plangebiet mit ca. 186,70 m über NN angegeben werden. Unter Berücksichtigung eines Mindestabstands zwischen Unterkante Versickerungsbauwerk und MHW nach DWA-A 138 können die Versickerungsanlagen somit bis maximal 187,70 m über NN reichen. Im Großteil der Fläche wird in dieser Tiefe der Übergang von den bindigen Deckschichten zu den Rheinkiesen erreicht. Dort, wo die Auelehme die größte Mächtigkeit erreichen, bleiben sie unter den Versickerungsanlagen mit einer Mächtigkeit von ca. 1 m erhalten.

Im Baugebiet stehen im Untergrund bindige Böden mit wechselndem Tongehalt (vgl. Abbildung 2) an. Der für die Durchlässigkeit von Erdstoffen wirksame Korndurchmesser (10%-Durchgang) liegt somit teilweise im Bereich der Tonfraktion. Erfahrungsgemäß besitzen diese Böden Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f < 10^{-7}$ m/s und sind für eine Regenwasserversickerung nicht geeignet.

Zur genaueren Erfassung der Durchlässigkeit der hellbraunen Auelehme wurde ein Versickerungsversuch (Schurfversickerung) durchgeführt. Der Versuch wurde im Bereich der Bohrung KB1 angeordnet. Die Geometrie der Sickergrube wurde genau vermessen. Anschließend wurde der Schurf mit Wasser aufgefüllt.

Die Auffüllhöhe wurde auf Höhen $< 0,2$ m beschränkt, um die Versickerung über die Wände des Schurfs möglichst gering zu halten. Der Vorgang wurde mehrfach durchgeführt und die Absenkung des Wasserstandes in Bezug zur Zeit mehrfach gemessen.

Die Auswertung des Versuchs ist in Anlage 9 dargestellt. Die Sohle der Sickergrube lag innerhalb der **hellbraunen Auelehmen** (stark feinsandige Schluffe). Die in Anlage 9 beigelegte Auswertung entspricht einer Mittelung der erhobenen Daten. Im vor-Ort-Versuch wurde eine Durchlässigkeit von ca. $5,9 \times 10^{-6}$ m/s für den ungesättigten Boden ($k_{f,u}$) bestimmt. Der k_f -Wert beträgt üblicherweise ungefähr das Doppelte des Wertes für die ungesättigte Bodenzone und kann mit k_f ca. **$1,18 \times 10^{-5}$ m/s** angegeben werden. Das Ergebnis entspricht Erfahrungswerten aus anderen Versuchen in lössartigem Material.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich etwa in einem k_f -Bereich von 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-6} m/s

Die Auelehme sind nach DIN 18 130 als durchlässig einzustufen. Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 liegt die ermittelte Durchlässigkeit innerhalb des entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereichs. Eine Versickerung von Niederschlagswasser in den hellbraunen Auelehmen ist grundsätzlich möglich. Aufgrund der wechselnden Feinkornanteile wird empfohlen bei einer Versickerung durch die Auelehme ggfs. im Bereich von geplanten Versickerungsanlagen die örtliche Durchlässigkeit zu bestimmen.

Für die darunter liegenden **Rheinkiese** der Niederterrasse wird ein vertikaler Durchlässigkeitsbeiwert im oberen Horizontabschnitt **$1,5 \times 10^{-3}$ m/s** festgelegt.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 liegt diese Durchlässigkeit ebenfalls im entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereich. Die Rheinkiese sind als stark durchlässig einzustufen.

Auf die im Arbeitsblatt DWA-A 138 aufgeführten Abstände von Versickerungsanlagen zu Gebäuden und Wegen wird hingewiesen.

Das Vorgehen ist mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

5.5 Umwelttechnische Untersuchung

Im Zuge der durchgeführten Untersuchungen sollte die Belastungssituation des Untergrunds überprüft werden. Hierzu wurden aus den Bohrungen Bodenmischproben (1x Oberboden, 1 x Auelehme) zusammengestellt und im chemischen Labor untersucht.

Die Mischproben wurden auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift von Baden-Württemberg „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ sowohl im Feststoff als auch im Eluat analysiert. Die Originallaborprotokolle befinden sich in Anlage 7. Auf Grundlage der Analysenergebnisse können die Materialien wie folgt zugeordnet werden:

Oberboden (bindiges Material)

Einbaukonfiguration/Materialqualität: **Z0**

Auelehme (bindiges Material)

Einbaukonfiguration/Materialqualität: **Z0**

Die Prüf- und Richtwerte sind in der Anlage 8 dargestellt.

Auf eine Beprobung der Rheinkiese und der kiesigen Auffüllung wurde verzichtet, da diese Materialien am Standort wieder eingebaut werden können. Die bindige Auffüllung wurde nur in einer Lokation nachgewiesen. Sollte das Material aus der bindigen Auffüllung (KB7) von der Baustelle abtransportiert werden, wird empfohlen eine Haufwerksbeprobung durchzuführen, um eine repräsentative Probe zu erhalten.

Eine Bewertung hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch kann mit Hilfe der in der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vorgegebenen Prüfwerte erfolgen. Für die untersuchten Parameter liegen keine Prüfwertüberschreitungen für den Wirkungspfad Boden-Mensch auch bei sensibelster Nutzung als Kinderspielfläche vor.

5.6 Homogenbereiche, Aushub und Wiedereinbau

Zum gegenwärtigen Planungsstand sind im Zuge der Baumaßnahme Erdarbeiten nach ATV DIN 18 300 auszuführen. Im Hinblick auf einsetzbare Erdbaugeräte werden Homogenbereiche mit vergleichbaren Eigenschaften ausgewiesen.

Tabelle 3: Homogenbereiche für die Erdbauarbeiten nach DIN 18300

Homogenbereich	I	II	III
Ortsübliche Benennung	Oberboden	Auelehm, bindige Auffüllung	Rheinkiese, kiesige Auffüllung
Bodengruppe nach DIN 18196	OH, OU, TM	TL, UL, SÜ	GW, GU
Kornverteilung	1)	siehe Abb. 2 und Anlage 6	siehe Abb. 3 und Anlage 6
Massenanteil [%] Steine > 63 mm	< 5%	< 20%	< 50%
Massenanteil [%] Steine > 200 mm	< 5%	< 10%	< 25%
Massenanteil [%] Steine > 630 mm	< 5%	< 5%	< 20%
Dichte [t/m^3]	1,70 – 2,00	1,80 - 2,10	1,90 – 2,20
Abrasivität	nicht abrasiv	nicht abrasiv	abrasiv – stark abrasiv
Kohäsion [kN/m^2]	0	0 – 10	0
Scherfestigkeit undrainiert c_u [kN/m^2]	1)	10 - 80 ³⁾	1)
Wassergehalt w [%]	1)	5 – 25	1)
Plastizitätszahl I_p [%]	1)	siehe Tab. 1 und Anlage 6	1)
Konsistenzzahl I_c	1)	0,50 – > 1	1)
Bezog. Lagerungsdichte I_D [%]	1)	1)	0,3 – 0,85
Organischer Anteil V_{GI} [%]	< 5%	< 2%	< 2%

1) Bei Böden dieser Art keine Angabe möglich

2) Mit den vorliegenden Felduntersuchungen nicht ermittelt

3) Abgeschätzt nach Erfahrungswerten

Das bei der Bauausführung anfallende Material kann nach der nicht mehr gültigen Norm DIN 18300 (2009) und ZTVE-StB 09 in folgende Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen eingestuft werden:

Tabelle 4: **Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen**

Aushubmaterial	Bodengruppen	DIN 18300	ZTVE-StB 09
Oberboden	OH, OU, TM	1	F3: sehr frostempfindlich
Auelehme, bindige Auffüllungen	TL, UL, SÜ	4, (2)	F3: sehr frostempfindlich
Rheinkiese, kiesige Auffüllungen	GW, GU	3, 5	F1-F2: nicht bis gering frostempfindlich

Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 (2009) – rein informativ, nicht mehr gültig

Klasse 1: Oberboden

Klasse 2: Fließende Bodenarten

Alle Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz und großem Wasserhaltevermögen

Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten

Nichtbindige bis schwach bindige Sande, Kiese und Sand-Kiesgemische mit bis zu 15% Beimengungen an Schluff und Ton und mit höchstens 30% Steinen von > 63 mm Korngröße und bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.

Organische Bodenarten mit geringem Wassergehalt.

Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten

Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit mehr als 15% der Korngröße < 0,06 mm.

Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität mit weicher bis halbfester Konsistenz und höchstens 30% Steine von > 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.

Klasse 5: Bodenarten der Bodenklassen 3 und 4 mit mehr als 30% Steinen von > 63 mm bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.

Nichtbindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.

Ausgeprägt plastische, weiche bis halbfeste Tone.

Das Aushubmaterial aus den Auelehmen besitzt nach DWA-A 139 und ZTV A-StB 97 ungünstige Verdichtungseigenschaften (Verdichtbarkeitsklasse V3), es ist aufgrund der bodenmechanischen und erdbautechnischen Eigenschaften prinzipiell für die Unterbau- oder Dammherstellung geeignet.

Bei einer Verwendung ist das Material lagenweise über die gesamte Dammbreite durchgehend einzubauen und ausreichend zu verdichten. Die Schütthöhen sind auf die eingesetzten Verdichtungsgeräte abzustimmen; als Anhaltswerte können nach ZTVE-StB 94 Höhen von 0,2 m bis maximal 0,3 m angegeben werden. Um die Eigenverformungen des Dammbauwerks zu minimieren und minimale Durchlässigkeiten zu erreichen, sind nach ZTVE-StB 94 folgende Einbaukriterien vorgegeben:

Tabelle 5: Einbaukriterien für Dammschüttungen - Auelehme

Material, Bgr. nach DIN 18196	Einbaubereich	Verdichtungsgrad D_{Pr} (%)
bindig TL, UL, SU*	Planum bis Dammsohle	97

Bei den vorhandenen wasserempfindlichen Böden ist bei nicht verbessertem oder qualifiziertem Einbau zusätzlich ein Luftporenanteil $n_a \leq 8$ Vol.% einzuhalten (vgl. ZTV E-StB 09). Erfahrungsgemäß ist bei gut verdichteten Dämmen mit Eigensetzungen von 0,2 – 1,0% der Gesamthöhe zu rechnen, die jedoch zum großen Teil bereits während der Bauzeit ablaufen. Besondere Sorgfalt ist bei der Verdichtung der Randzonen wie Böschungen und Dammschultern anzuwenden; hinsichtlich der verfahrenstechnischen Möglichkeiten werden auf die ZTV E-StB 09 verwiesen.

Die genannten Einbau- und Verdichtungskriterien stellen Mindestanforderungen dar und sind durch entsprechende Kontrollprüfungen nachzuweisen. Falls erforderlich, kann eine Materialverbesserung durch Einmischen von hydraulischen Bindemitteln (Feinkalke, Kalkhydrate) vorgenommen werden. Die Einbauarbeiten sind möglichst nur bei trockener Witterung auszuführen, eine nachträgliche Aufweichung des Materials muss ausgeschlossen werden. Bezüglich der Schutzmaßnahmen bei Regenwetter wird auf die ZTVE-StB 94 verwiesen.

Das Material aus den Auelehmen kann bei Wasserzutritt auch die Eigenschaften der Bodenklasse 2 annehmen. Nach DWA-A 139 ist das Material zur Hauptverfüllung von Kanalgräben nicht zu empfehlen.

Kiesig-sandiges Aushubmaterial aus den Rheinkiesen oder aus vorhandenen nichtbindigen Auffüllungen kann auch zum Wiedereinbau im Bereich belasteter Flächen z.B. für Tragschichten eingesetzt werden. Die in den einschlägigen Richtlinien empfohlenen Verdichtungsanforderungen sind zu beachten.

6.0 Allgemeine Bebaubarkeit

6.1 Lastabtragung

Die zukünftigen Geländehöhen im Plangebiet stehen noch nicht endgültig fest. Der Bemessungswasserstand liegt nahe der heutigen Geländeoberkante. Aufgrund notwendiger Abdichtungsmaßnahmen ist davon auszugehen, dass die meisten Bauwerke über Bodenplatte gegründet werden.

Die anstehenden Böden sind – mit Ausnahme von künstlichen Auffüllungen – für Flachgründungen grundsätzlich geeignet.

Auelehme

Die bindigen Auelehme sind für Bauwerksgründungen bedingt geeignet. Aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Scherfestigkeit und hohen Zusammendrückbarkeit sind insgesamt nur geringe Sohlwiderstände bei vergleichsweise hohen Setzungsbeträgen zu erwarten. Bei frostfreier Gründungstiefe können in Anlehnung an DIN 1054:2010-12 Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ von 220 kN/m² (Achtung: kein aufnehmbarer Sohldruck oder zulässige Bodenpressung nach DIN 1054 alt) angesetzt werden. Hierbei können Setzungen in der Größenordnung von 2 – 4 cm auftreten. Die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des Bemessungswerts sowie die Bedingungen sind der DIN 1054:2010-12 zu entnehmen. Bei Plattengründungen kann zur Vorbemessung von einem mittleren Bettungsmodul von $k_s = 4$ MN/m³ ausgegangen werden, wobei der Bettungsmodul keine Bodenkonstante darstellt, sondern unter anderem von den Lasten und deren Verteilung abhängt.

Bei Gründungen oberhalb des Bemessungswasserspiegels ist unter den Bodenplatten eine kapillarbrechende Schicht erforderlich. Der Aushub sollte mit glattem Baggerlöffel erfolgen, um Auflockerungen zu vermeiden. Die Auelehme sind stark witterungsempfindlich, es ist der Einbau eines Kiespolsters mit einer Dicke von mindestens 0,3 m einzuplanen. Zwischen bindigem Untergrund und Kiespolster/kapillarbrechender Schicht ist ein Vlies (GRK3) zum Trennen der Einheiten zu verlegen. Im Kiespolster kann zur Trockenhaltung der Baugrube ggfs. eine Tagwasserhaltung durchgeführt werden

Der Boden ist stark witterungsempfindlich.

Rheinkiese

Die Rheinkiese stellen einen gut tragfähigen Baugrund dar. In Anlehnung an DIN 1054:2010-12 sind hier Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ von $> 400 \text{ kN/m}^2$ möglich. Die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des Bemessungswerts sowie die Bedingungen sind der DIN 1054:2010-12 zu entnehmen.

Auf Einzelnachweis sind gegebenenfalls auch höhere Sohlwiderstände möglich.

Bei Plattengründungen kann zur Vorbemessung von einem mittleren Bettungsmodul von $k_s = 10 \text{ MN/m}^3$ ausgegangen werden

Es wird empfohlen auf die jeweiligen Baumaßnahmen abgestimmte Gründungsberatungen durchführen zu lassen.

Bei Gründungen unterhalb des Bemessungswasserspiegels ist die Auftriebssicherheit sowohl im Bauzustand als auch im Endzustand sicherzustellen. Des Weiteren sind Wasserhaltungsmaßnahmen einzuplanen. In den gut durchlässigen Rheinkiesen kommen offene Wasserhaltungen bereits bei Absenkbeträgen von ca. 0,5 m an ihre Grenzen. Wasserhaltungsmaßnahmen sind der zuständigen Fachbehörde mitzuteilen (wasserrechtliches Verfahren).

6.2 Abdichtung und Drainage

Wenn Bauwerke in bindiges Bodenmaterial (Auelehm) mit geringen Durchlässigkeiten einbinden, müssen für die erdberührten Bauteile entsprechend DIN 18195 T1 Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser (DIN 18195-5) sowie gegen Bodenfeuchtigkeit und nichtstauendes Sickerwasser (DIN 18195-4) vorgesehen werden. Bei unterkellerten Gebäuden handelt es sich nach DIN 4095 um eine Abdichtung mit Dränung des Bauwerks. Zur hydraulischen Bemessung der Bauteile und Ausführung der Dränmaßnahmen wird auf DIN 4095 verwiesen. Unter den Bodenplatten nicht unterkellerten Gebäude ist eine kapillarbrechende Schicht vorzusehen.

Es wird empfohlen im Endzustand das Geländegefälle weg vom Gebäude herzustellen.

Können keine Drainagen angeordnet werden, sind die in das Erdreich einbindenden Bauteile bis 0,3 m über GOK gegen zeitweise aufstauendes Wasser abzudichten (DIN 18 195-6).

Binden unterkellerte Gebäude in gut durchlässige Rheinkiese (k_f -Wert $> 1 \times 10^{-4}$ m/s) ein und liegt das Gründungsniveau oberhalb des Bemessungswasserspiegels, kann unter Umständen auf eine Abdichtung mit Drainage bzw. eine Abdichtung gegen drückendes Wasser verzichtet werden. Die Arbeitsräume sind dann mit gutdurchlässigen Materialien zu verfüllen, um einen Aufstau von Niederschlagswasser am Gebäude zu verhindern. Alternativ können auch Dränplatten verwendet werden. Es darf keine Verschlammung der Baugrubensohle auftreten, damit das Sickerwasser ohne Aufstau in den Rheinkiesen versickern kann.

Bauwerke, welche unterhalb des Bemessungswasserspiegels gründen, sind gegen drückendes Wasser abzudichten. Die Abdichtung ist bis 0,3 m über das Niveau des Bemessungswasserspiegels zu führen. Bei Gründungstiefen > 3 m ist nach DIN 18195 in jedem Fall eine Abdichtung gegen drückendes Wasser notwendig.

6.3 Erdbebengefährdung

Nach DIN 4149 (April 2005) liegt das Bauvorhaben in der Erdbebenzone 1 (Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0,4$ m/s²). Die Untergrundverhältnisse sind der geologischen Untergrundklasse R und der Baugrundklasse C zuzuordnen.

7.0 Kanalbau und Baugruben

Genaue Angaben zu den Sohl-tiefen der Kanäle liegen derzeit noch nicht vor. Es ist davon auszugehen, dass die Kanalsohlen teilweise in den weichen bis halbfesten Auelehmen liegen, größtenteils jedoch in den Rheinkiesen. Aufgrund der sehr hohen Grundwasserstände und der hohen Durchlässigkeiten (s.u. Wasserhaltung) in den Rheinkiesen sollte versucht werden, die Kanäle möglichst gering in den Untergrund einzubinden.

Nach DIN 4124 (2002-10) dürfen Graben- und Stirnwände oberhalb des Grundwassers nur bis 1,25 m Tiefe senkrecht ohne Sicherung ausgeführt werden. Falls die freie Wandhöhe durch Abböschungen der oberen Abschnitte bis 0,5 m unter GOK mit $\leq 45^\circ$ reduziert wird, kann die Grabentiefe auf 1,75 m erhöht werden.

Weitere Voraussetzungen sind die in der DIN 4124 in Abhängigkeit vom Gesamtgewicht genannten Mindestabstände von Straßen- und Baufahrzeugen sowie ein grabenparalleler, lastfreier Schutzstreifen von mindestens 0,6 m Breite. Ein Aufbringen zusätzlicher Lasten von mehr als 10 kN/m² in den rückwärtigen Bereichen, z. B. durch Zwischenlagerung von Aushubmaterial, ist zu vermeiden.

Für Baugrubenböschungen oberhalb des Grundwassers, die nach den Kriterien der DIN 4124 ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit angelegt werden und eine Höhe von 5 m nicht überschreiten, kann in den Auelehmen bei mindestens steifer Konsistenz eine Böschungsneigung von maximal 60° und in den Rheinkiesen von 45° vorgesehen werden. Können die in DIN 4124 angegebenen Kriterien, insbesondere Böschungswinkel und Böschungshöhe (max. 5 m) nicht eingehalten werden oder ist eine offene Wasserhaltung notwendig, ist die Standsicherheit der unverbauten Böschungen und Wände nach DIN 4084 nachzuweisen.

Baugrubenböschungen, die nicht verbaut werden, sind durchgehend mit Folien abzudecken, um den Zutritt von Oberflächenwasser und eine Rückverwitterung und Erosion des feuchtigkeits- und frostempfindlichen Bodenmaterials in den Lößlehm und Lössen zu verhindern. Ein Aufbringen zusätzlicher Lasten in den rückwärtigen Böschungsbereichen ist zu vermeiden. Auf die in der DIN 4124 genannten Abstände von Fahrzeugen, Baumaschinen und Baugeräten sowie Lagerflächen zur Böschungsoberkante wird hingewiesen.

Können die genannten Böschungshöhen und -winkel nicht eingehalten werden oder treten beim Aushub Auelehme mit weich-breiigen Konsistenzen auf, sind zur Sicherung des Leitungsgrabens temporäre Verbaumaßnahmen erforderlich. Zur Grabensicherung können z.B. Gleitschienen-Grabenverbaugeräte mit Stützrahmen im Absenkverfahren eingesetzt werden. Hinsichtlich verfahrenstechnischer Details wie Mindestverbaulängen und -grabenbreiten wird auf die DIN 4124 (2002-10) verwiesen. Das Tageswasser kann in offener Wasserhaltung (z. B. Drängräben, Pumpensümpfe) entfernt werden. Die entsprechende Ausrüstung ist vorzuhalten.

Liegt die Grabensohle innerhalb der Auelehme sollte nicht nachverdichtet werden, da die Gefahr einer Entfestigung des vorhandenen Bodenmaterials besteht. Aufgrund der geringen Tragfähigkeit der bindigen Materialien und der Witterungsempfindlichkeit, wird empfohlen eine Tragschicht aus Kies-Sand-Gemischen von mindestens 0,2 m vorzusehen. Das eingebaute Material ist durch ein Geotextil (Vlies, GRK3) vom anstehenden Boden zu trennen. Die Tragschicht dient auch dem Schutz des Planums und kann zur Entwässerung des Grabens als Dränschicht herangezogen werden. Um eine dauerhafte Dränwirkung der Rohrgräben zu vermeiden, ist nach Abschluss der Maßnahme der Einbau von Betonriegeln oder Letten vorzusehen. Auf die entsprechenden Vorschriften zur Ausbildung des Auflagers (z.B. DIN EN 1610, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, ATV-DVWK-A127) wird verwiesen.

Kommt die Grabensohle innerhalb der Rheinkiese zu liegen sind keine weiteren Maßnahmen einzuplanen, da diese eine gute Tragfähigkeit aufweisen. Ggf. ist die Sohle nachzuverdichten und durch die Bettungsschicht zu egalisieren. Für die ordnungsgemäße Herstellung eines Auflagers ist die DIN EN 1610 zu beachten.

Aus wirtschaftlichen Gründen ist vorzugsweise das Aushubmaterial zum Verfüllen der Verfüllzone zu verwenden. Das Aushubmaterial aus den Auelehmen ist der Verdichtbarkeitsklasse V3 (weniger gut verdichtbar) zuzuordnen. Um unmittelbar und ausreichend verdichten zu können, sollte der Einbauwassergehalt etwa dem optimalen Wassergehalt entsprechen, dies ist bei halbfester Konsistenz normalerweise gegeben. Durch entsprechende Vorkehrungen ist dafür zu sorgen, dass das Aushubmaterial nicht durch Regen, Frost oder Austrocknung unbrauchbar wird. Das Material ist entsprechend den einschlägigen Vorschriften lagenweise einzubauen und zu verdichten. In der Leitungszone bzw. bis 1 m über Rohrscheitel darf nur mit leichtem darüber mit mittelschwerem Verdichtungsgerät gearbeitet werden. Der Verdichtungserfolg kann mittels leichter Rammsonde (DPL-5 n. DIN 4094) oder durch dynamische Plattendruckversuche nach TP BF-StB Teil B 8.3 überprüft werden.

Aufgrund der ungünstigen Verdichtungseigenschaften des vorhandenen Bodenmaterials aus den Auelehmen ist zum Wiederverfüllen zumindest teilweise mit Fremdmaterial zu kalkulieren oder das Aushubmaterial durch Bindemittelzugabe zu verbessern.

Bei hohen Grundwasserständen und tiefreichenden Auelehmen herrschen am Standort gespannte Grundwasserverhältnisse. Liegen die Kanalsohlen innerhalb der Auelehme stehen die Aushubsohlen unter Auftrieb (z.B. Aufbruch der Sohlfläche). Entsprechende Schutz- und Sicherungsmaßnahmen sind vorzusehen.

Aufgrund der hohen Grundwasserstände ist mit Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen. Schneiden die Kanalsohlen in das Grundwasser ein, ist ein Verbau mit Verbautafeln oder Pressdielen vorzusehen, die möglichst dicht aneinander gesetzt werden und kraftschlüssig sowie verformungsarm in den Untergrund einzudrücken sind. Da oberflächennah teilweise dicht gelagerte Kiese anstehen, ist ein Eindringen in den Untergrund voraussichtlich nicht überall problemlos möglich. Liegt die Kanalsohle unterhalb des Grundwasser jedoch noch in den Auelehmen so ist die Tragschichtendicke (s.o.) auf 0,4 m zu erhöhen.

Offene Wasserhaltungen sind in den Rheinkiesen erfahrungsgemäß nur bis zu Absenktiefen von maximal 0,5 m möglich. Bei größeren Absenkbeträgen ist eine Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen erforderlich. Brunnen sollten möglichst flach in den Untergrund einbinden, um höher durchlässige Rollkieslagen im Untergrund nicht anzuschneiden. Insgesamt ist mit Durchlässigkeiten in der Größenordnung von $> 1 \times 10^{-2}$ m/s zu rechnen. Durch die Fehlkörnigkeit im Sandbereich kann es bei einer Grundwasserabsenkung zum Austrag von Feinkorn kommen, was zu Sackungen führen kann.

Nach Festlegung der Kanaltiefen sind die Auswirkungen bauzeitlicher Grundwasserabsenkungen vor allem im Bereich bestehender Bebauung zu prüfen. Im Zentrum der Planfläche sind keine nachteiligen Auswirkungen zu erwarten, wenn der Tiefbau vor dem Hochbau ausgeführt wird.

Wasserhaltungsmaßnahmen sind von der unteren Wasserbehörde zu genehmigen.

8.0 Straßenbau

Angaben zur Höhenlage der geplanten Erschließungsstraßen liegen noch nicht vor. Für die Straßenplanung gelten die Angaben der RStO 12, die je nach Belastungsklasse und anstehenden Böden unterschiedliche Angaben zum Straßenaufbau macht. Dieser wird über die Größe der Verkehrsbelastung standardisiert. Im vorliegenden Fall besteht der Untergrund aus frost- und witterungsempfindlichem Material (Auelehme, F3) und gering bis mittelfrostempfindlichen Material (Rheinkiese, F2).

Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die Erschließungsstraßen den Belastungsklassen Bk0,3 bzw. Bk1,8 zuzuordnen sind. Diese Angaben sind vom Planer noch zu verifizieren.

In Tabelle 6 ist die Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus aufgeführt:

Tabelle 6: Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (RStO 12)

Frostempfindlichkeitsklasse	Belastungsklasse
	Bk0,3/Bk1,0
F2	40 - 50
F3	50 – 60

Mehr- oder Minderdicken ergeben sich aufgrund der örtlichen Verhältnisse. Da bei starken Niederschlagsereignissen aufgrund der geringdurchlässigen Böden in Geländehöhe mit Stauwasser oder Schichtwässern zu rechnen ist bzw. aufgrund des hohen Grundwasserstands, sollte eine Mehrdicke von 5 cm (ungünstige Wasserverhältnisse) eingerechnet werden. Weitere Mehr- bzw. Minderdicken ergeben sich je nach Ausführung nach RStO 12.

Nach RStO 12 bzw. ZTV E-StB 09) ist auf dem Planum ein E_{v2} -Modul von mindestens 45 MN/m² nachzuweisen, um eine ausreichende Verdichtungsfähigkeit der Frostschuttschichten zu erreichen. Ohne weitere Maßnahmen ist dieser Verformungsmodul nach derzeitigem Kenntnisstand in den Auelehmen nicht zu erreichen. Maßgebend für weitere Maßnahmen ist der Verformungsmodul, der auf der Tragschicht (vgl. Standardbauweisen nach RStO 12) erreicht werden muss.

Als Möglichkeiten zur Untergrundverbesserung sind folgende Maßnahmen denkbar:

- **Bodenaustausch**

Eine Verbesserung des Planums kann durch eine größere Aufbaustärke erreicht werden. Für die Trag- und Austauschschichten ist nichtbindiges, klassiertes Material (z.B. Korngemische 0-45 oder 0-56, Bgr. GW/GI n. DIN 18 196) zu verwenden. Das Material ist lagenweise einzubauen und ausreichend zu verdichten. An der Basis ist ein Vlies zum Trennen der Tragschichten und des bindigen Untergrunds zu verlegen. Es wird empfohlen, durch Probefelder mit entsprechenden Versuchen das gewählte Verfahren zu überprüfen und gegebenenfalls die Austauschmächtigkeit zu optimieren.

Erfahrungsgemäß sollte von einem zusätzlichen Aufbau von ca. 0,2 m (halbfester Auelem) bis 0,4 m (steifer Auelem) ausgegangen werden.

▪ **Verfestigen des Untergrunds durch Bindemittel**

Alternativ ist eine Bodenverbesserung mit Kalk und/oder Zement möglich. Der Wassergehalt des Bodens wird dadurch herabgesetzt und die Verdichtbarkeit verbessert. Bei Bodenverbesserungen mit Kalk tritt auch als Langzeitwirkung eine merkbare Bodenverfestigung auf. Die Anforderungen sind in der ZTVE-StB vorgegeben. Wir weisen darauf hin, dass die Wassergehalte und damit die Bindemittelmengen von den Witterungsverhältnissen im Ausführungszeitraum abhängen. Es ist zu empfehlen, baubegleitend entsprechende Untersuchungen zu veranlassen. Weiterhin wird auf das Merkblatt für die Bodenverfestigung und Bodenverbesserung mit Bindemittel 2004, hingewiesen. Für eine erste überschlägige Abschätzung kann nach den Erkundungsergebnissen mit einer Bindemittelmenge von 2-4 Gew.-% gerechnet werden. Bei einer Frästiefe von 0,3 m bis 0,4 m entspricht dies ungefähr 13 kg/m² bis 25 kg/m².

Es wird empfohlen das gewählte Verfahren an Testfeldern zu überprüfen und ggf. zu optimieren.

Aufgrund der Wasserempfindlichkeit ist ein Befahren des Planums vor allem mit gummiereiften Fahrzeugen zu vermeiden, um Aufweichung zu verhindern. Das Planum sollte nicht nachverdichtet werden, da die Gefahr von Aufweichung besteht.

Das Planum ist möglichst schnell zu versiegeln und vor Witterungseinflüsse zu schützen. Während der Baumaßnahme ist das Planum durch geeignete Maßnahmen, wie ausreichendes Quergefälle zur Ableitung von Niederschlagswasser, wasserfrei zu halten.

In den Rheinkiesen ist der geforderte Ev2-Modul von 45 MN/m² durch Nachverdichten zu erreichen. Voraussetzung sind Grundwasserstände die mindestens 0,5 m unter dem Planum liegen.

9.0 Hinweise

Die Ergebnisse und Aussagen des Gutachtens beziehen sich auf die stichprobenhaft gewonnen Erkenntnisse an den einzelnen Untersuchungsstellen.

Es wird empfohlen nach Freilegung der Planumsflächen eine abschließende Baugrundbeurteilung (Sohlabnahme) durchzuführen. Damit kann ein Vergleich der angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den im Gutachten beschriebenen Annahmen durchgeführt werden.

Die Stellungnahme zu einzelnen Bauverfahren wurde auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen gemacht. Die verfahrensspezifischen Hinweise hinsichtlich Bauausführung und Gründung haben empfehlenden Charakter.

Bei Planungsänderungen muss überprüft werden, ob die getroffenen Aussagen noch Gültigkeit besitzen.

Klipfel & Lenhardt Consult GmbH

Endingen, den 05. September 2017

Dipl.-Geol. M. Klipfel



 Untersuchungsgebiet



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Emdingen
 Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
 Neubaugelbiet „Vogesenstraße I & II“
 79206 Breisach
 Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
 badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
 Tullastraße 61
 79108 Freiburg

Titel:
 Übersichtslageplan

Bearbeiter:
 AW

Datum:
 03. August 2017

Maßstab:
 1 : 25 000

Anlage: 1



Kleinbohrung



Rammsondierung (DPH n. DIN EN 22476-2)



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
 Neubaugebiet „Vogesenstraße I & II“
 79206 Breisach
 Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
 badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
 Tullastraße 61
 79108 Freiburg

Titel:
 Detailplan mit Lage der Baugrundaufschlüsse


Bearbeiter:
 AW

Datum:
 03. August 2017

Maßstab:
 1 : 3.000

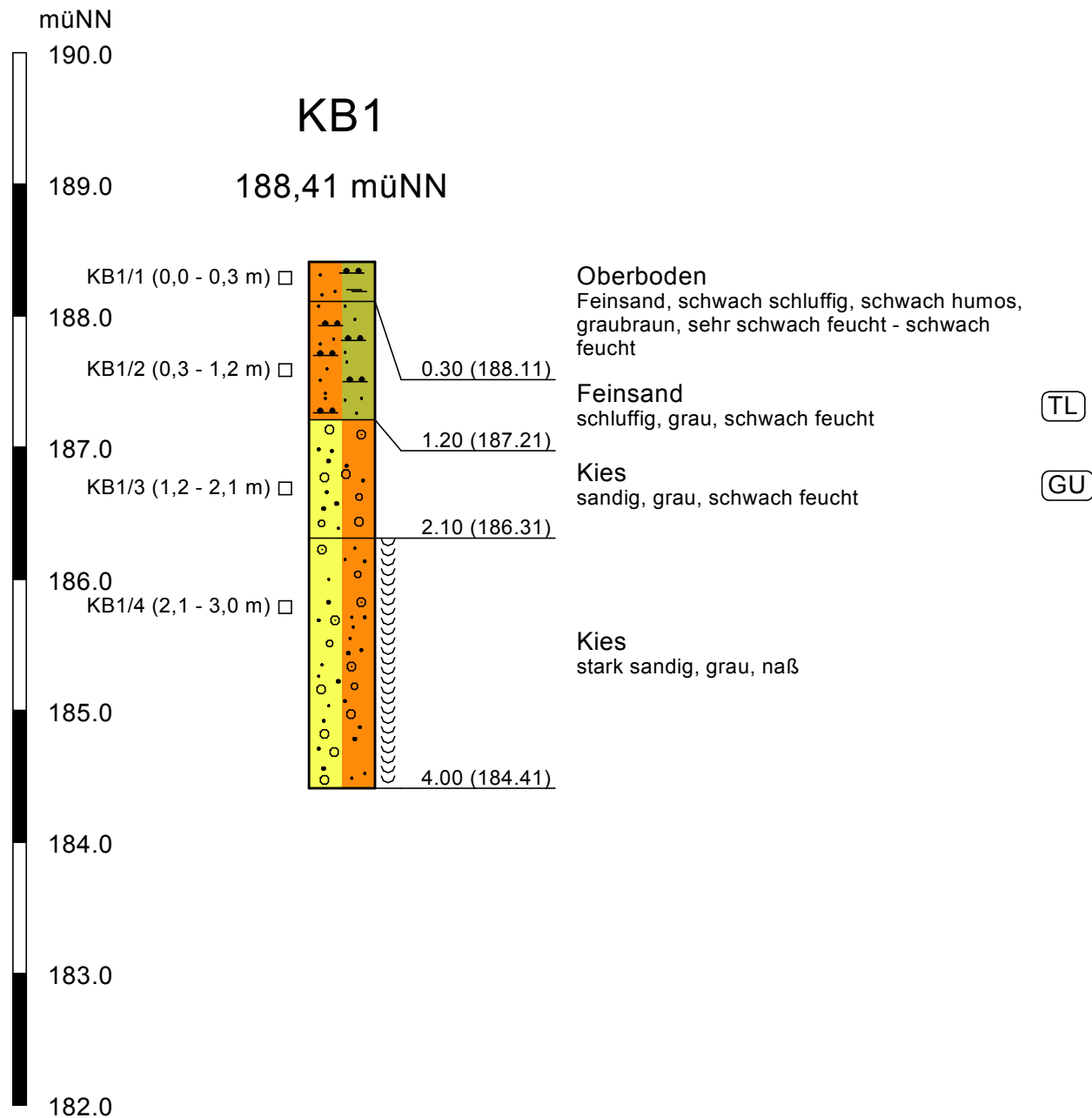
Anlage: 2

Legende

 naß

Bohrprofil

Kleinbohrung (19.07.2017)



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
79206 Breisach
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

Titel:
Bohrprofil



Bearbeiter: AW

Datum:
03. August 2017

Maßstab: 1 : 50

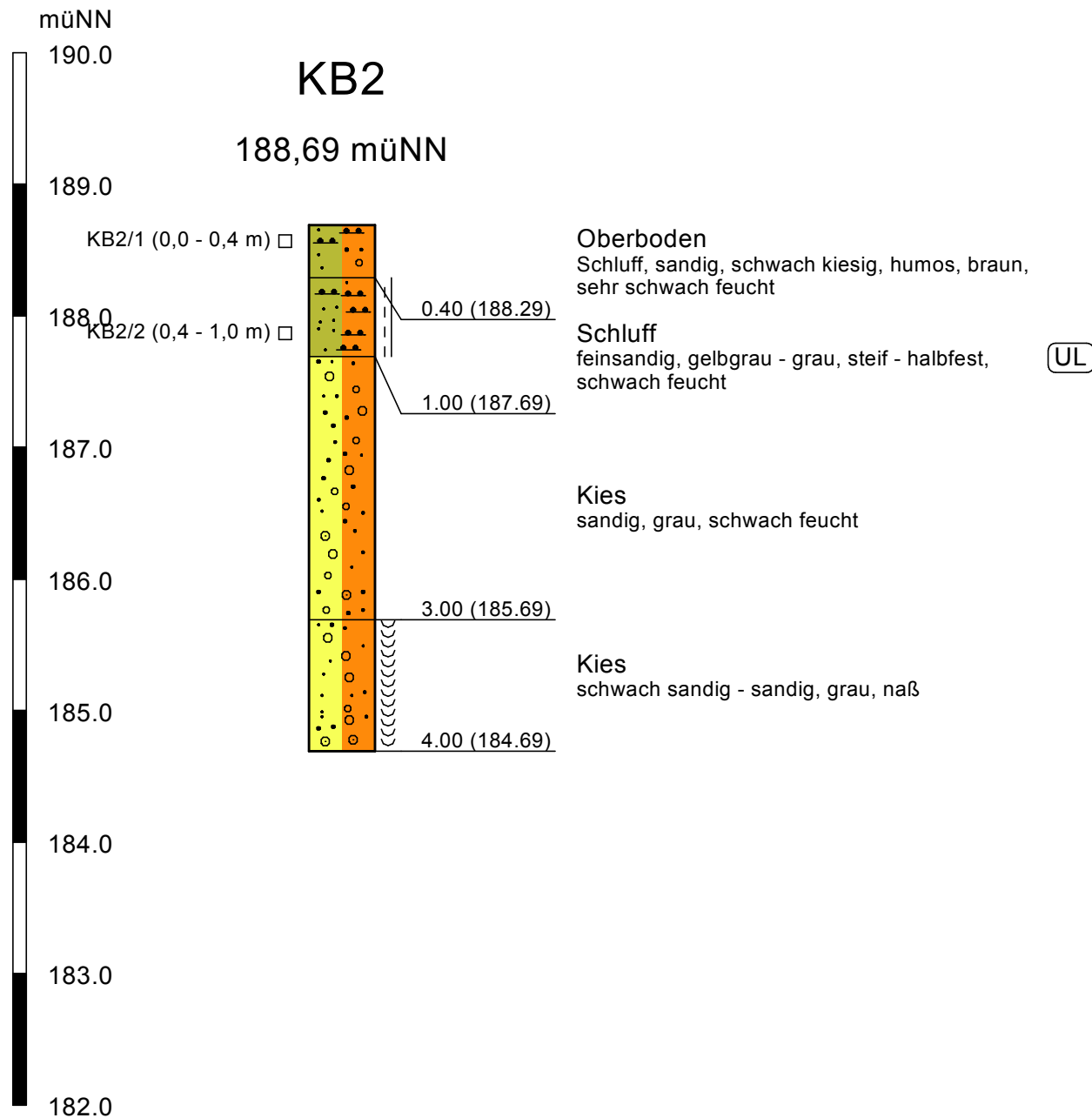
Anlage: 3

Legende

-  steif - halbfest
-  naß

Bohrprofil

Kleinbohrung (19.07.2017)



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
79206 Breisach
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

Titel:
Bohrprofil

Bearbeiter: AW

Datum:
03. August 2017

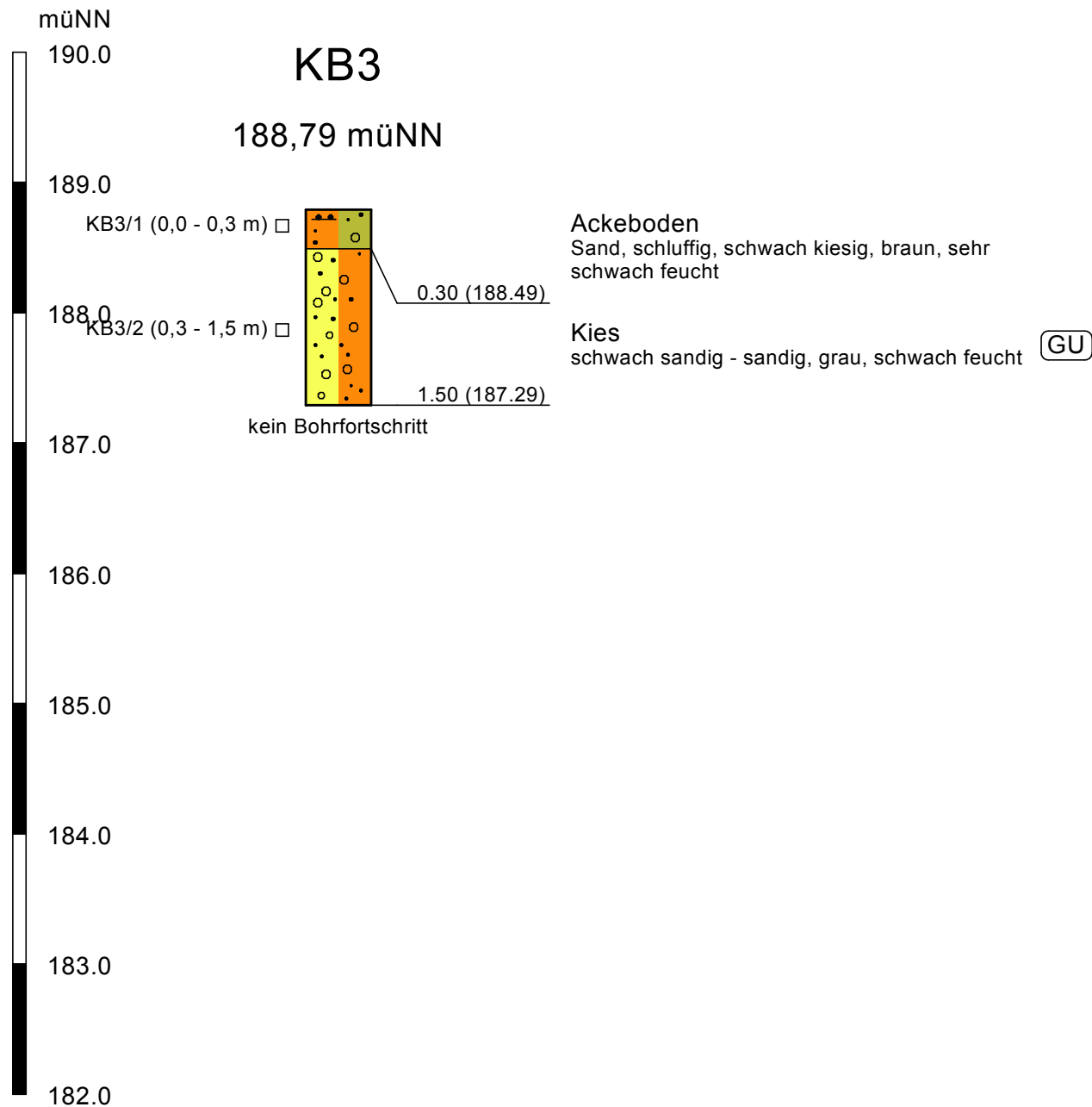
Maßstab: 1 : 50

Anlage: 3

Legende

Bohrprofil

Kleinbohrung (19.07.2017)



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
79206 Breisach
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

Titel:
Bohrprofil

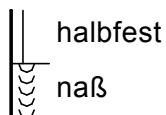
Bearbeiter: AW

Datum:
03. August 2017

Maßstab: 1 : 50

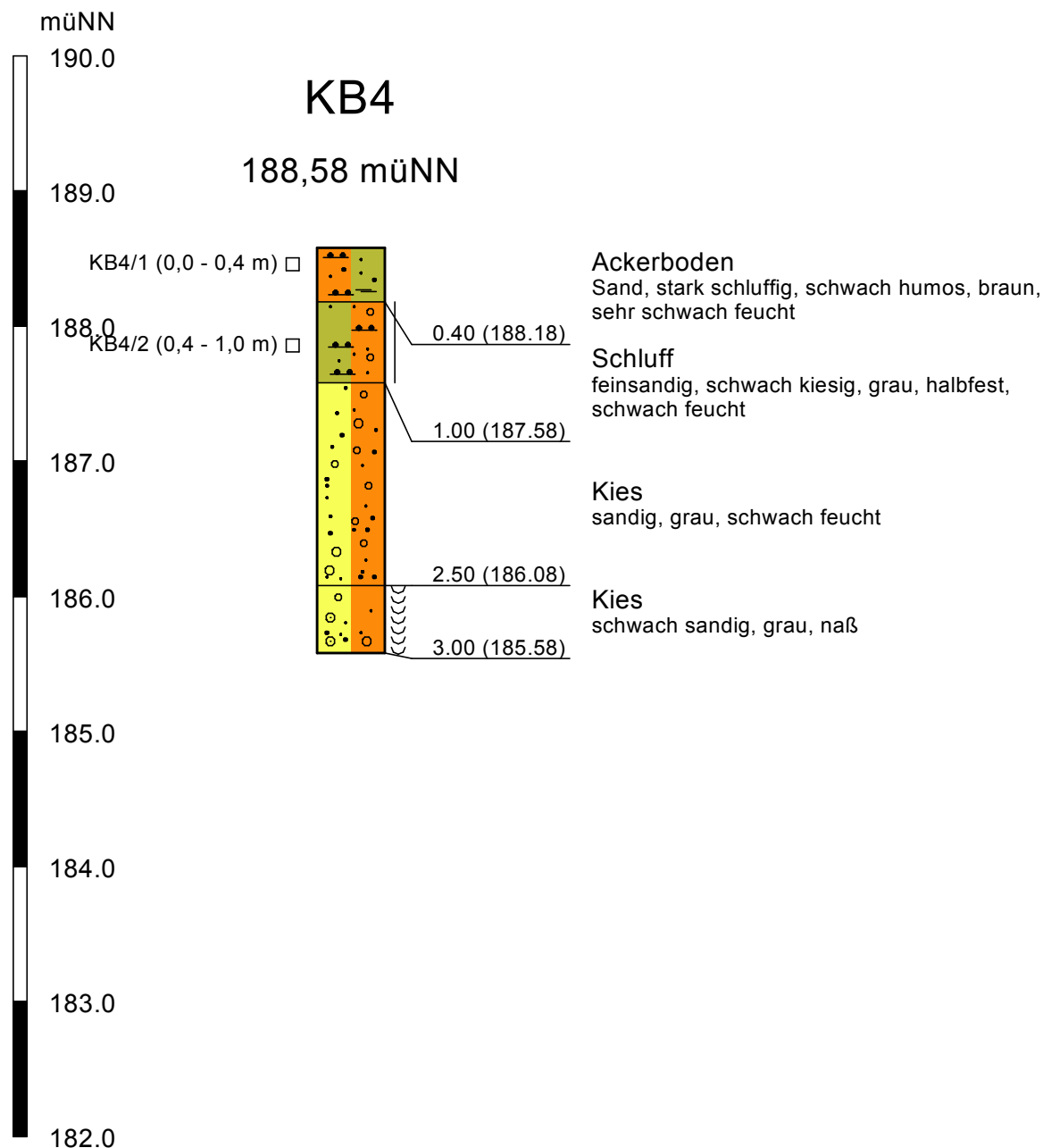
Anlage: 3

Legende



Bohrprofil

Kleinbohrung (19.07.2017)



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
79206 Breisach
Geotechnischer Bericht
Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg
Titel:
Bohrprofil

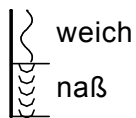
Bearbeiter: AW

Datum:
03. August 2017

Maßstab: 1 : 50

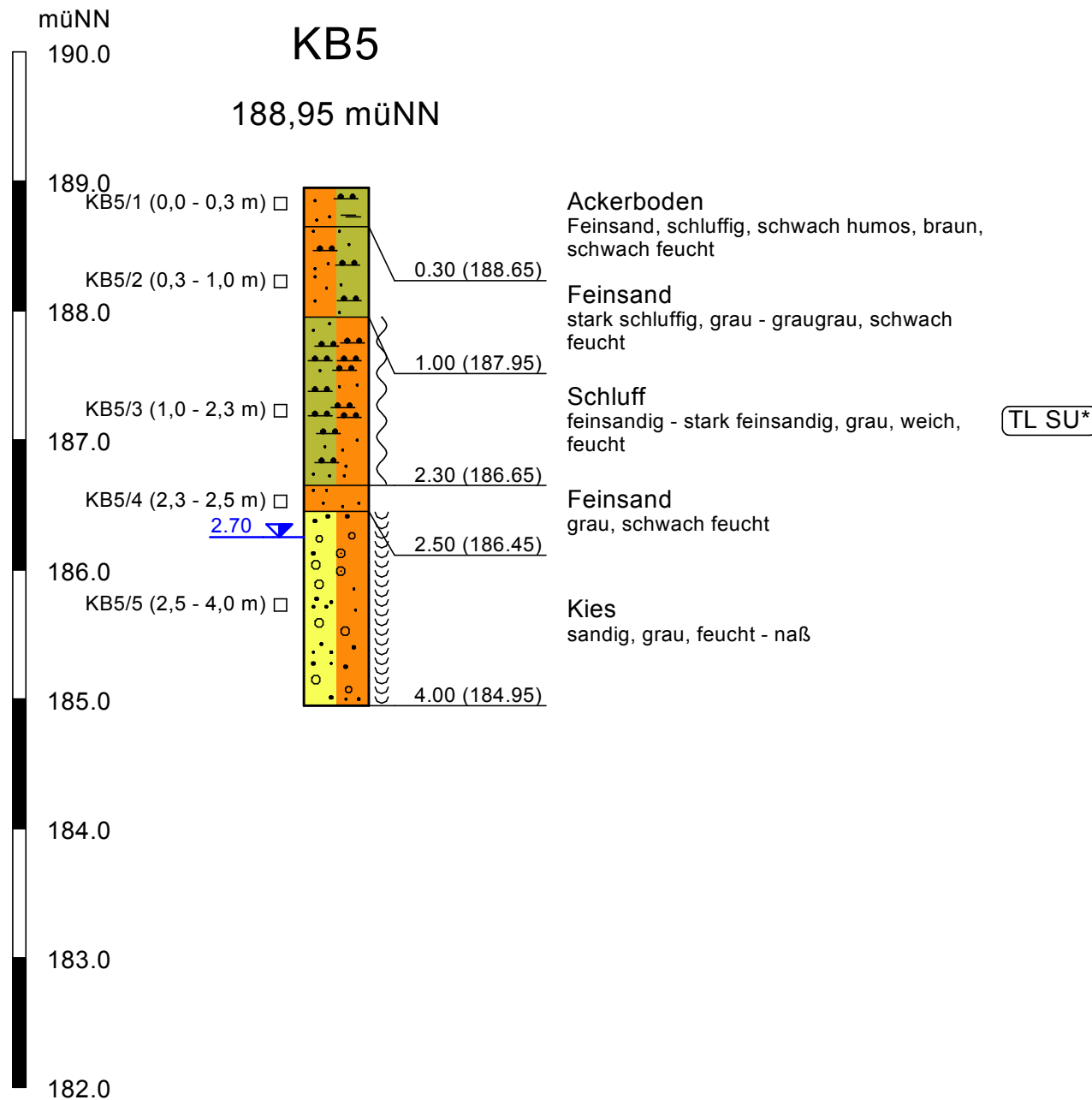
Anlage: 3

Legende



Bohrprofil

Kleinbohrung (19.07.2017)



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
 Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
 79206 Breisach
 Geotechnischer Bericht
 Auftraggeber:
 badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
 Tullastraße 61
 79108 Freiburg
 Titel:
 Bohrprofil

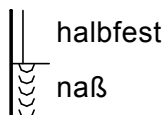
Bearbeiter: AW

Datum:
 03. August 2017

Maßstab: 1 : 50

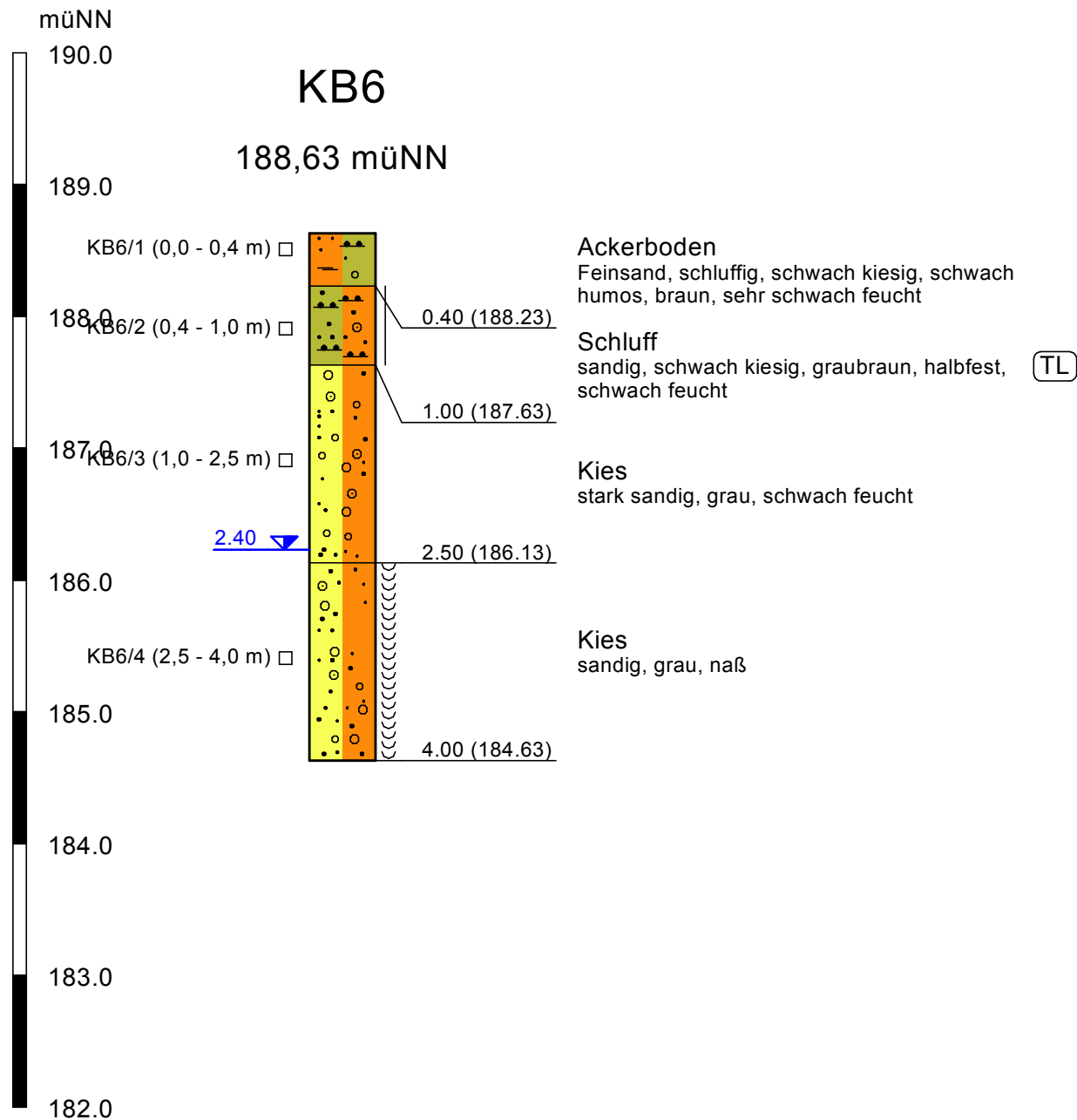
Anlage: 3

Legende



Bohrprofil

Kleinbohrung (19.07.2017)



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
79206 Breisach
Geotechnischer Bericht
Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg
Titel:
Bohrprofil

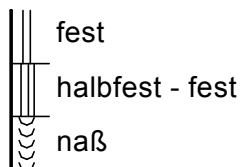
Bearbeiter: AW

Datum:
03. August 2017

Maßstab: 1 : 50

Anlage: 3

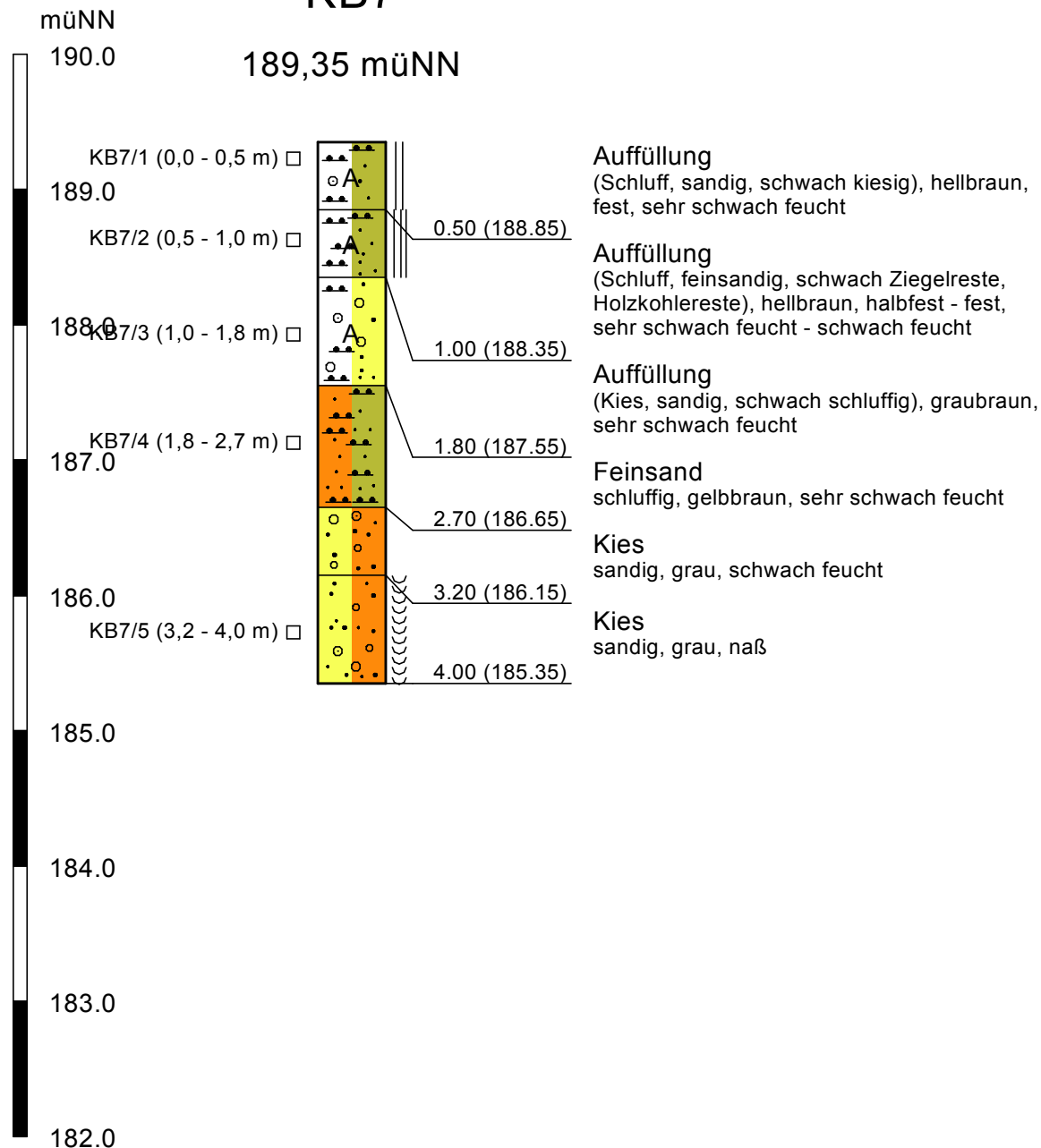
Legende



Bohrprofil

Kleinbohrung (24.07.2017)

KB7



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
 Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
 79206 Breisach
 Geotechnischer Bericht
 Auftraggeber:
 badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
 Tullastraße 61
 79108 Freiburg
 Titel:
 Bohrprofil

Bearbeiter: AW

Datum:
 03. August 2017

Maßstab: 1 : 50

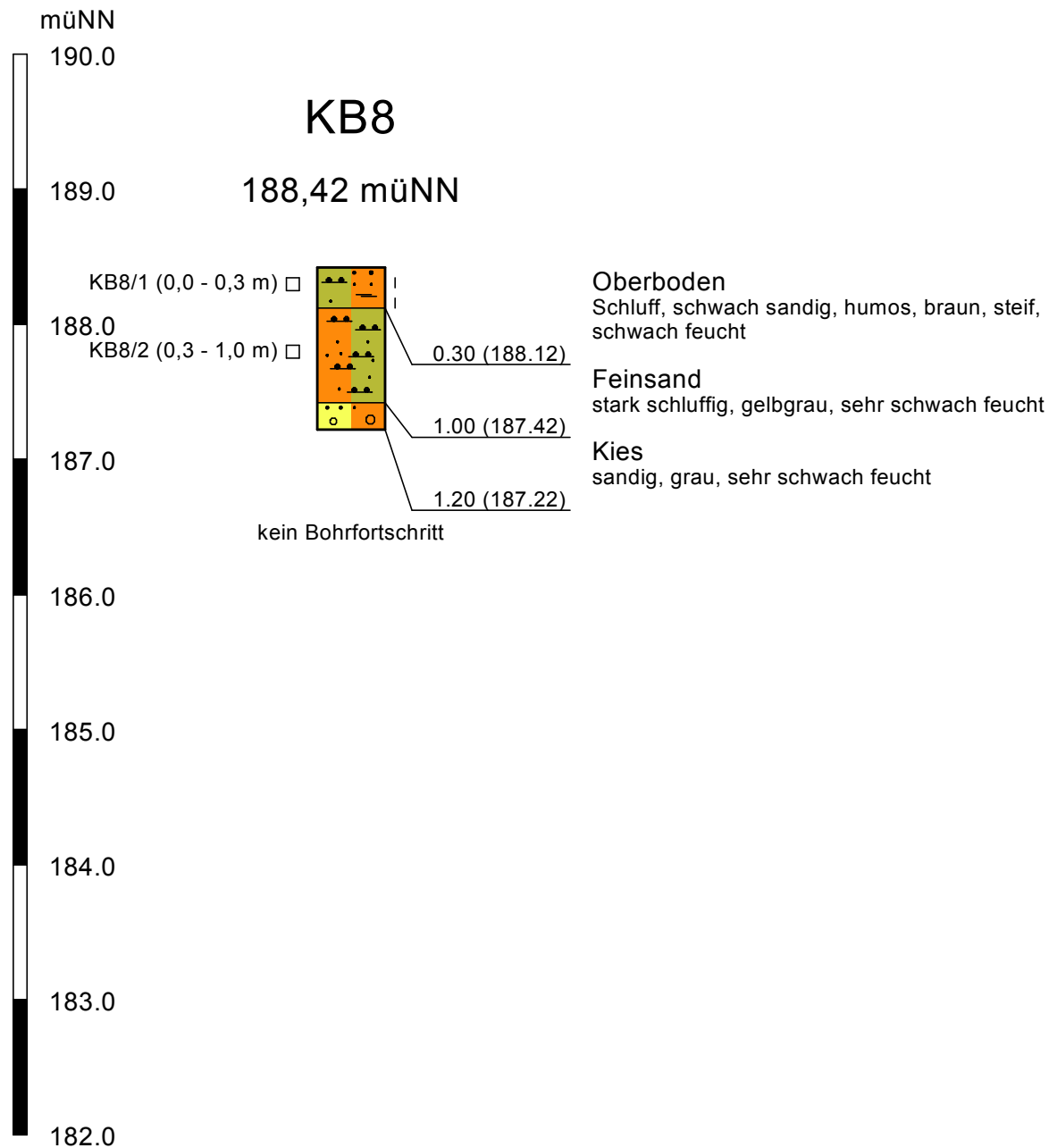
Anlage: 3

Legende

steif

Bohrprofil

Kleinbohrung (24.07.2017)



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
79206 Breisach
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

Titel:
Bohrprofil

Bearbeiter: AW

Datum:
03. August 2017

Maßstab: 1 : 50

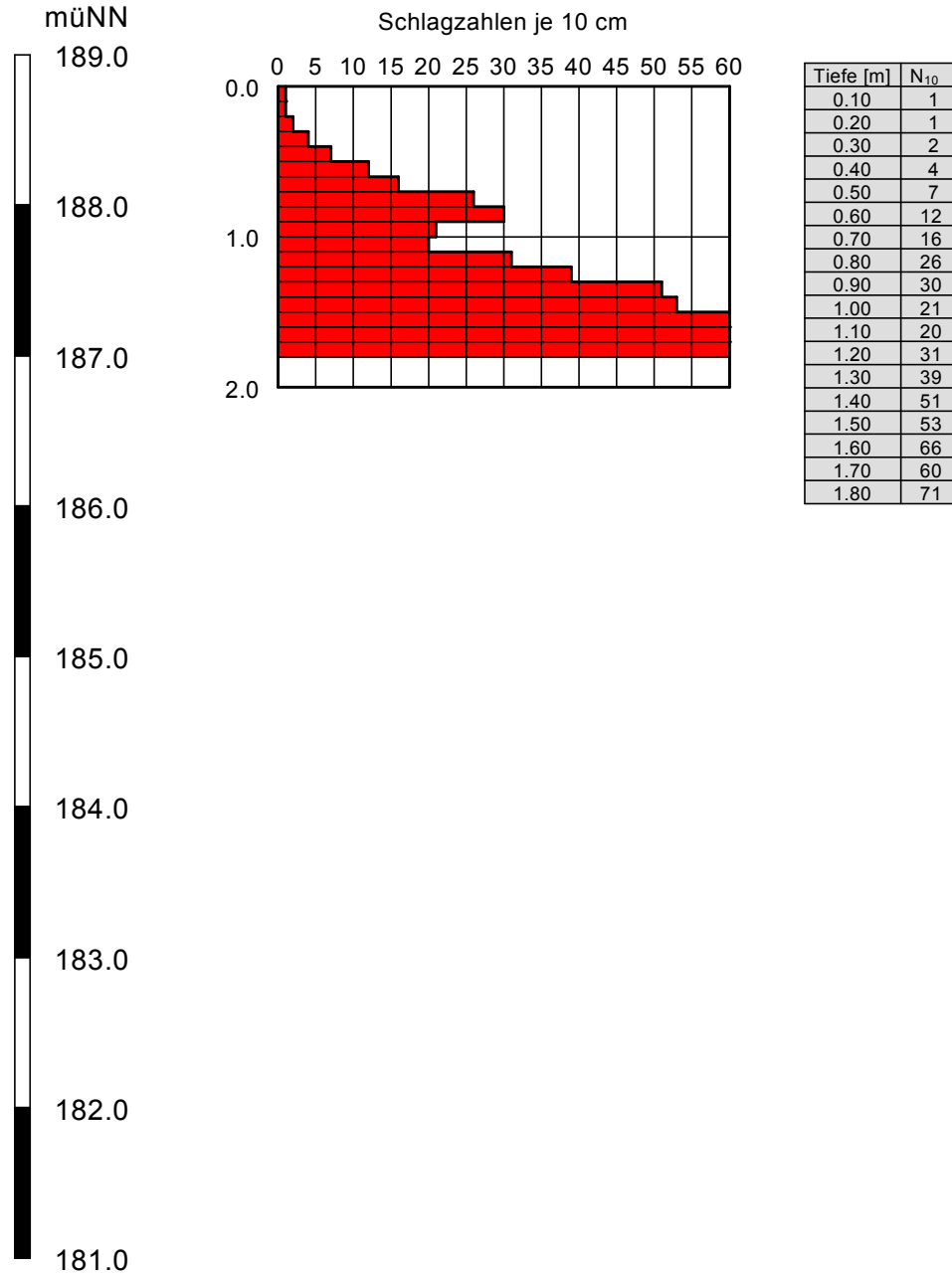
Anlage: 3

Rammsondierung

DPH n. DIN EN 22476-2

RS1

188,79 müNN



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
79206 Breisach
Geotechnischer Bericht
Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg
Titel:
Rammprofil

Bearbeiter: AW

Datum:
03. August 2017

Maßstab: 1 : 50

Anlage: 4

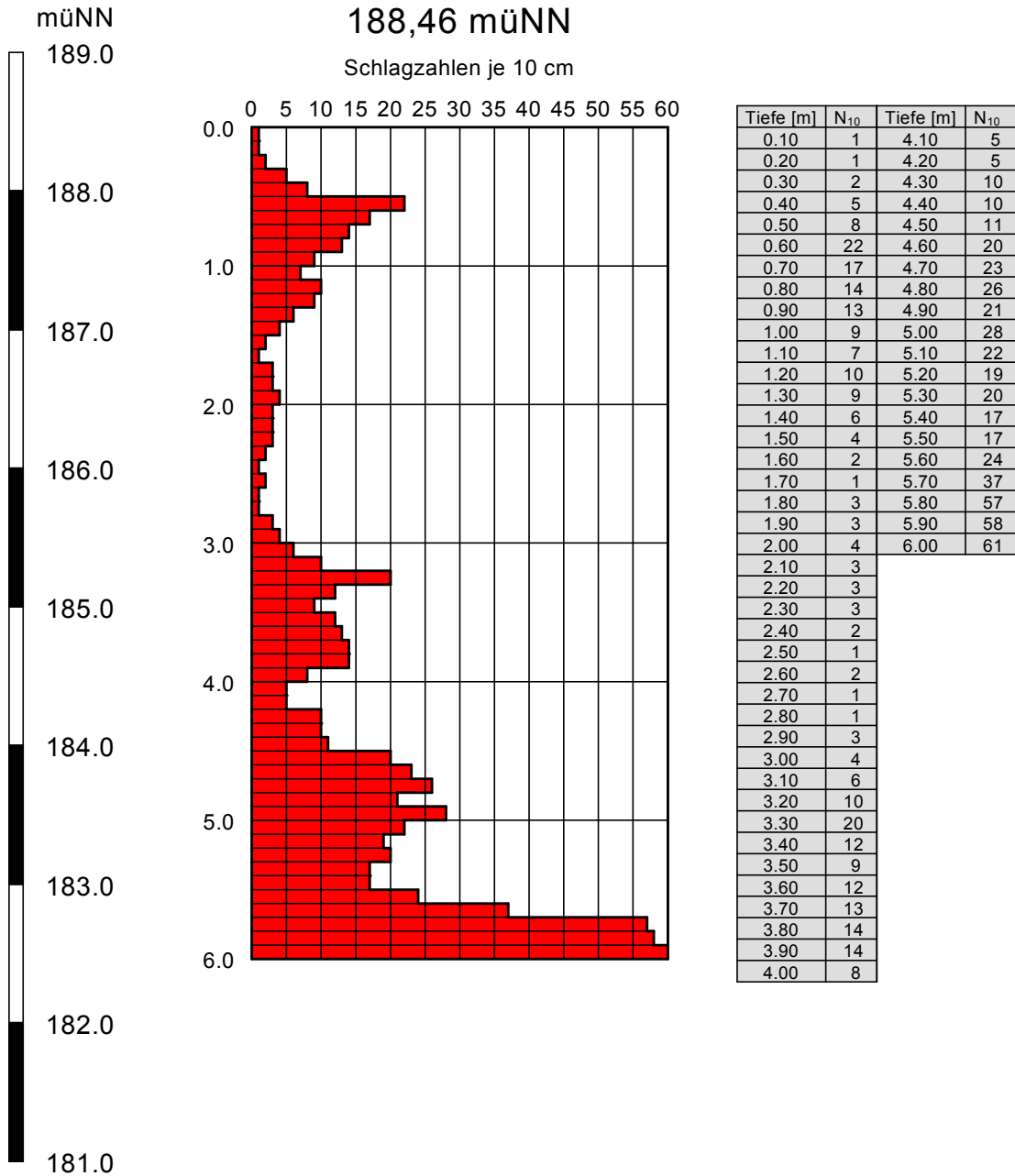
Rammsondierung

DPH n. DIN EN 22476-2

RS2

188,46 müNN

Schlagzahlen je 10 cm



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
 Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
 79206 Breisach
 Geotechnischer Bericht
 Auftraggeber:
 badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
 Tullastraße 61
 79108 Freiburg
 Titel:
 Rammprofil

Bearbeiter: AW

Datum:
 03. August 2017

Maßstab: 1 : 50

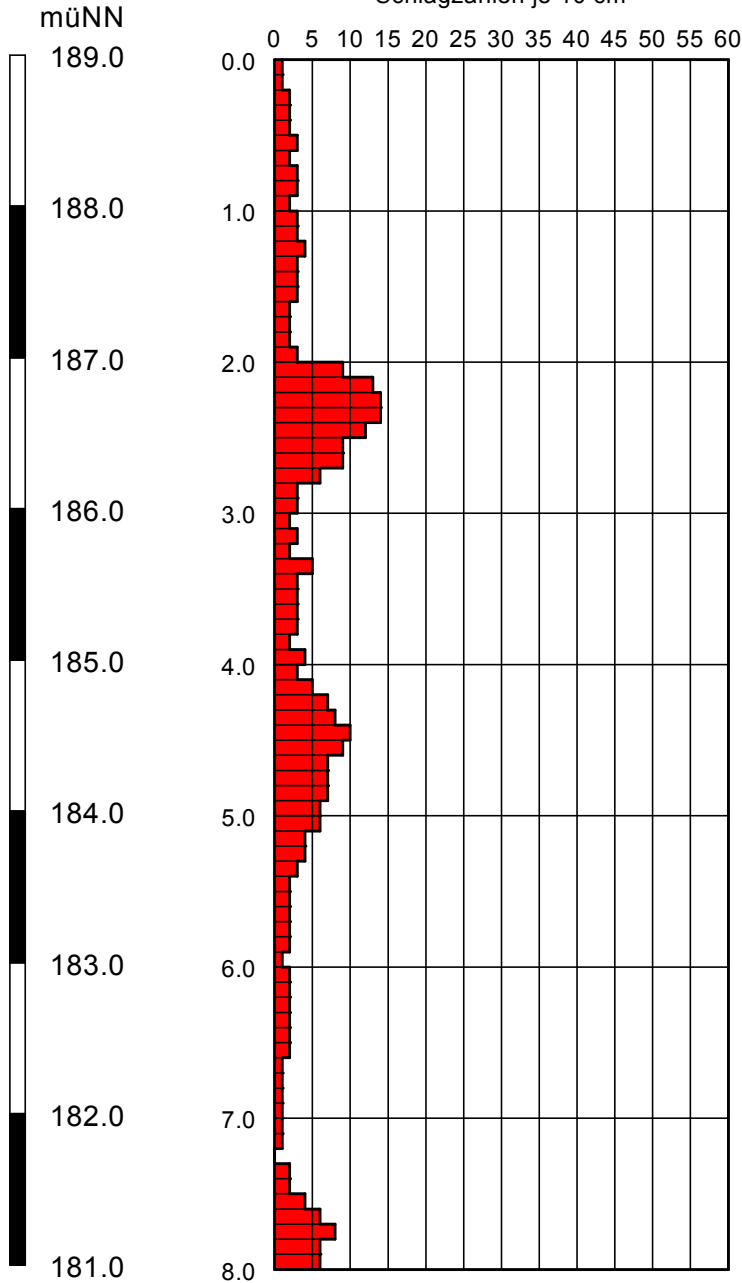
Anlage: 4

Rammsondierung

DPH n. DIN EN 22476-2
RS3

188,97 müNN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	4.10	3
0.20	1	4.20	5
0.30	2	4.30	7
0.40	2	4.40	8
0.50	2	4.50	10
0.60	3	4.60	9
0.70	2	4.70	7
0.80	3	4.80	7
0.90	3	4.90	7
1.00	2	5.00	6
1.10	3	5.10	6
1.20	3	5.20	4
1.30	4	5.30	4
1.40	3	5.40	3
1.50	3	5.50	2
1.60	3	5.60	2
1.70	2	5.70	2
1.80	2	5.80	2
1.90	2	5.90	2
2.00	3	6.00	1
2.10	9	6.10	2
2.20	13	6.20	2
2.30	14	6.30	2
2.40	14	6.40	2
2.50	12	6.50	2
2.60	9	6.60	2
2.70	9	6.70	1
2.80	6	6.80	1
2.90	3	6.90	1
3.00	3	7.00	1
3.10	2	7.10	1
3.20	3	7.20	1
3.30	2	7.30	0
3.40	5	7.40	2
3.50	3	7.50	2
3.60	3	7.60	4
3.70	3	7.70	6
3.80	3	7.80	8
3.90	2	7.90	6
4.00	4	8.00	6



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

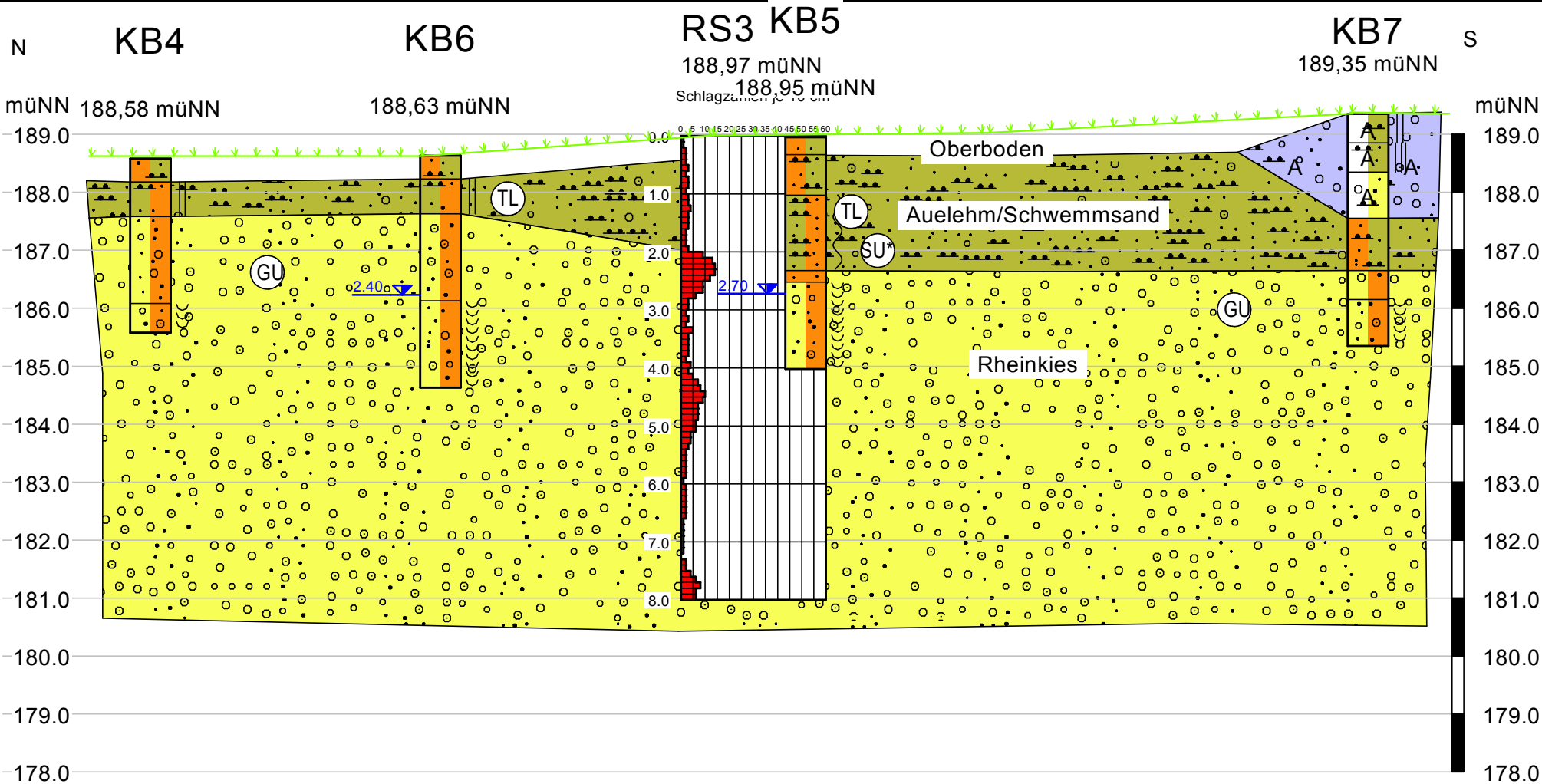
Projekt 17/139-1
Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
79206 Breisach
Geotechnischer Bericht
Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg
Titel:
Rammprofil

Bearbeiter: AW

Datum:
03. August 2017

Maßstab: 1 : 50

Anlage: 4



Die Aufschlüsse müssen nicht zwingend auf der Profillinie liegen. Zwischen den einzelnen Punkten wird interpoliert.

KB Kleinrammkernbohrung

RS Rammsondierung

↘ Geländeoberkante (ungefähr)

↘ Grundwasserstand im Bohrloch

⊙ Bodengruppe



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
79206 Breisach
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

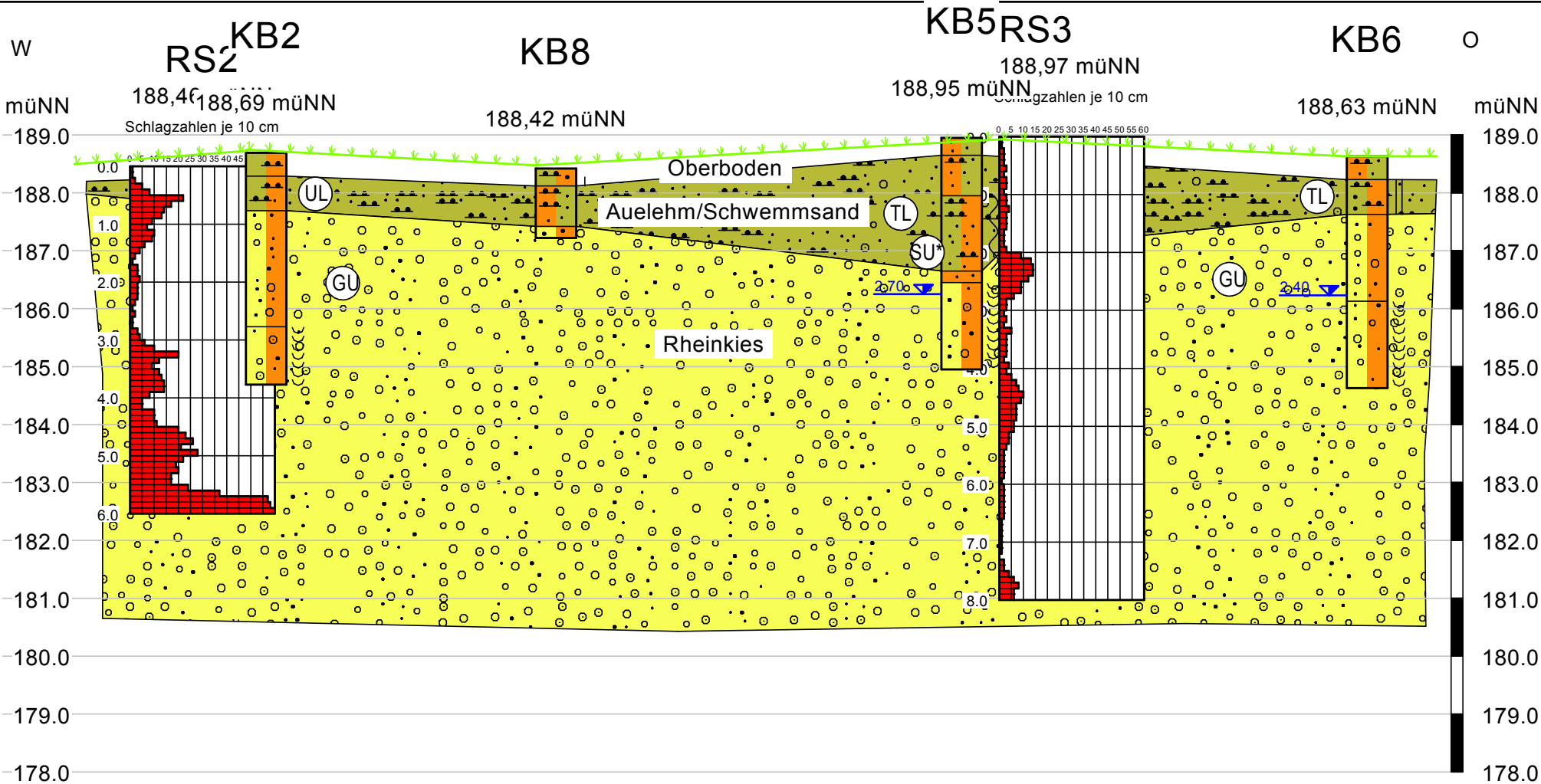
Titel:
Geotechnisches Profil (schematisch)

Bearbeiter: AW

Datum:
10. August 2017

Maßstab in x: 1 : 1.500
Maßstab in y: 1 : 100

Anlage: 5-1



Die Aufschlüsse müssen nicht zwingend auf der Profillinie liegen. Zwischen den einzelnen Punkten wird interpoliert.

KB Kleinrammkernbohrung

RS Rammsondierung

↘ Geländeoberkante (ungefähr)

▼ Grundwasserstand im Bohrloch

⊙ Bodengruppe



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 • 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 • Fax: 07642/9229-89

Projekt 17/139-1
Neubaugebiet "Vogesenstraße I & II"
79206 Breisach
Geotechnischer Bericht
Auftraggeber:
badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

Titel:
Geotechnisches Profil (schematisch)

Bearbeiter: AW

Datum:
10. August 2017

Maßstab in x: 1 : 1.500
Maßstab in y: 1 : 100

Anlage: 5-2



Projekt : 17 / 139-1

Auftraggeber : KLC GmbH

Probe : KB 1 / 2

Bodenart :

Ort :

Tiefe : 0,3 - 1,2 m

Art : gestört

Datum : 19.07.2017

Bearbeiter : M. Klipfel

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand		Summe Siebdurchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90,000			
63,000			
31,500			
16,000			100,0
8,000	1,7	0,2	99,8
4,000	0,5	0,1	99,7
2,000	3,6	0,5	99,2
1,000	9,0	1,2	98,1
0,500	12,4	1,6	96,4
0,250	44,1	5,8	90,6
0,125	94,6	12,5	78,1
0,063			
Schale	593,1	78,1	
Summe	758,95	100,0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 7

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 16.08.2017

Bearbeiter : hg

Trockenmasse [g] : 758,95

Größtkorn [mm] :

Kornform :

allgemeine Angaben zur Sedimentation

Datum : 16.08.2017

Bearbeiter : hg

Trockenmasse [g] : 39,58

Korndichte [g/cm³] : 2,68

Aräometer : A - 2903

Dispergierungsmittel : Natriumpyrophosphat

Meniskuskorrektur : 0,4

100% Lesung : 24,8

Hilfswert : 4,03

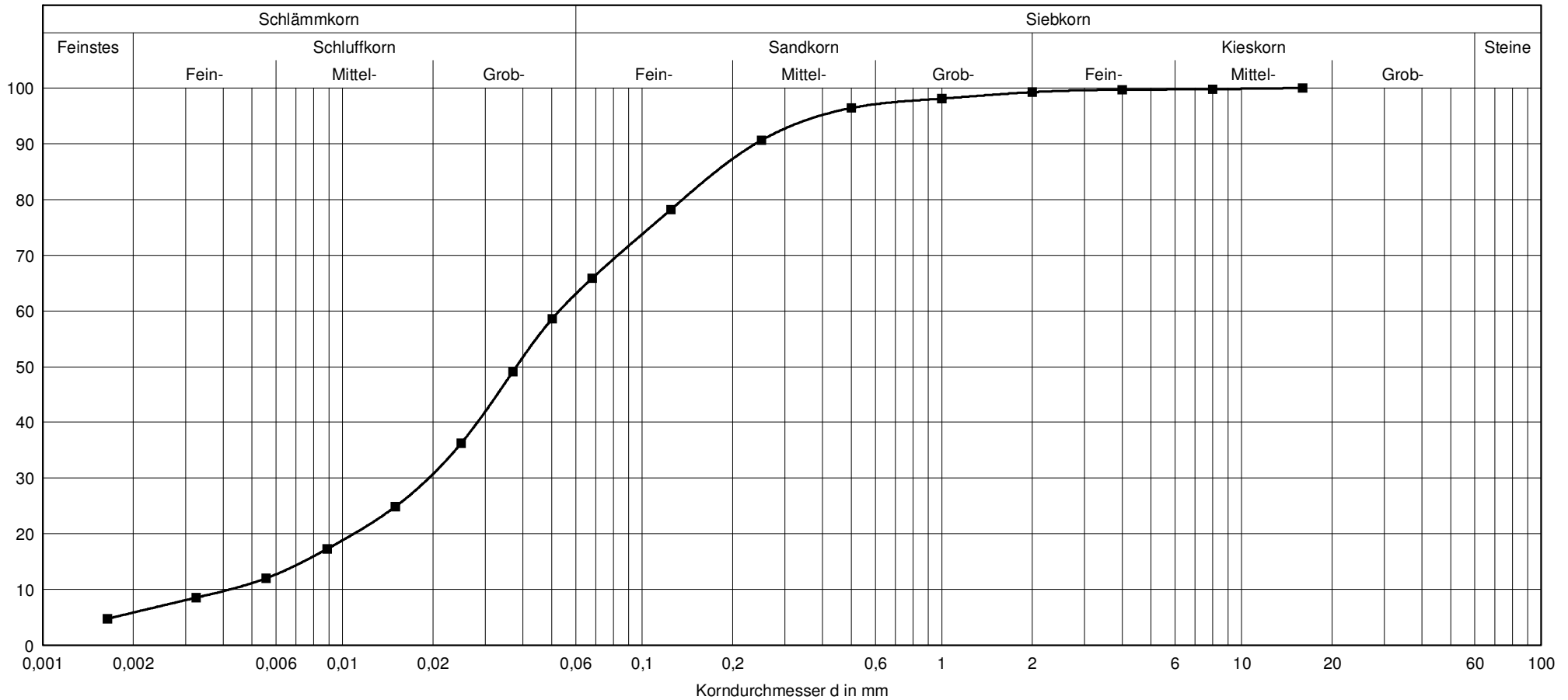
Sedimentation

Zeit- spanne	Aräometer Ablesung R' [g]	Temperatur T [°C]	Korndurch- messer d [mm]	R=R'+Cm [g]	R+CT [g]	Schlamm- probe a [%]	Gesamt- probe a tot [%]
30''	20,6	19,4	0,0682	21,0	20,9	84,2	65,8
1'	18,3	19,4	0,0501	18,7	18,6	75,0	58,6
2'	15,3	19,4	0,0371	15,7	15,6	62,9	49,1
5'	11,2	19,4	0,0248	11,6	11,5	46,3	36,2
15'	7,6	19,4	0,0150	8,0	7,9	31,8	24,9
45'	5,2	19,4	0,0089	5,6	5,5	22,2	17,3
2h	3,5	19,4	0,0056	3,9	3,8	15,3	12,0
6h	2,4	19,4	0,0032	2,8	2,7	10,9	8,5
1d	1,2	19,4	0,0016	1,6	1,5	6,0	4,7

Bemerkungen :



Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
KB 1 / 2	—■—■—	0,3 - 1,2 m			2,680		12,5	1,7	



Projekt : 17 / 139-1

Ort :

Tiefe :

Auftraggeber : KLC GmbH

Art : gestört

Datum : 19.07.2017

Probe : KB 2 / 2

Bearbeiter : M. Klipfel

Bodenart :

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand		Summe Siebdurchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90,000			
63,000			
31,500			
16,000			
8,000			100,0
4,000	0,8	0,1	99,9
2,000	3,9	0,5	99,4
1,000	14,7	2,0	97,4
0,500	22,1	2,9	94,5
0,250	27,6	3,7	90,8
0,125	112,6	15,0	75,8
0,063			
Schale	569,5	75,8	
Summe	751,29	100,0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 7

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 16.08.2017

Bearbeiter : hg

Trockenmasse [g] : 751,29

Größtkorn [mm] :

Kornform :

allgemeine Angaben zur Sedimentation

Datum : 16.08.2017

Bearbeiter : hg

Trockenmasse [g] : 42,61

Korndichte [g/cm³] : 2,68

Aräometer : A - 2903

Dispergierungsmittel : Natriumpyrophosphat

Meniskuskorrektur : 0,4

100% Lesung : 26,7

Hilfswert : 3,74

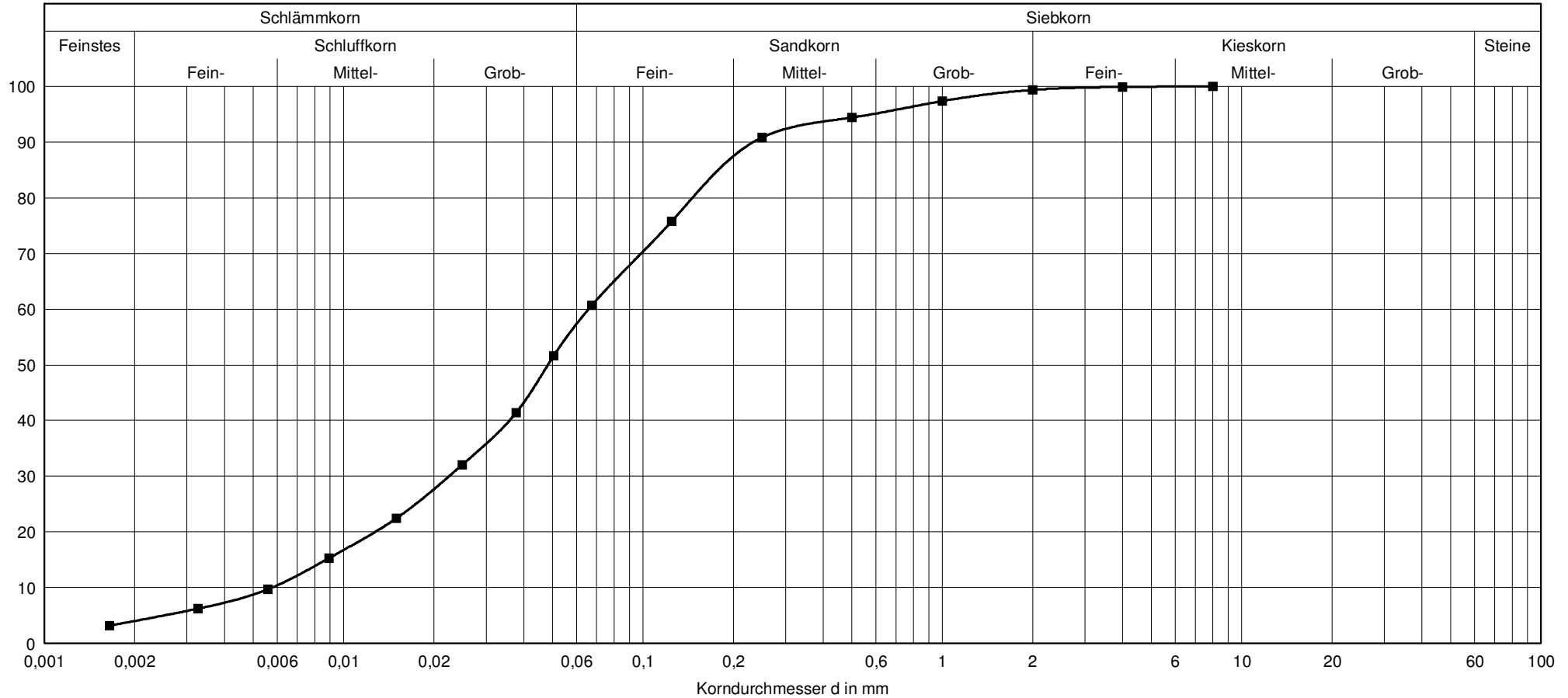
Sedimentation

Zeit-spanne	Aräometer Ablesung R' [g]	Temperatur T [°C]	Korndurchmesser d [mm]	R=R'+Cm [g]	R+CT [g]	Schlammprobe a [%]	Gesamtprobe a tot [%]
30"	21,1	19,4	0,0676	21,5	21,4	80,1	60,7
1'	17,9	19,4	0,0505	18,3	18,2	68,1	51,6
2'	14,3	19,4	0,0377	14,7	14,6	54,7	41,4
5'	11,0	19,4	0,0249	11,4	11,3	42,3	32,1
15'	7,6	19,4	0,0150	8,0	7,9	29,6	22,4
45'	5,1	19,4	0,0089	5,5	5,4	20,2	15,3
2h	3,1	19,4	0,0056	3,5	3,4	12,7	9,6
6h	1,9	19,4	0,0033	2,3	2,2	8,2	6,2
1d	0,8	19,4	0,0017	1,2	1,1	4,1	3,1

Bemerkungen :



Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
KB 2 / 2	—■—■—				2,680		11,4	1,3	



Projekt : 17 / 139-1

Ort :

Tiefe :

Auftraggeber : KLC GmbH

Art : gestört

Datum : 19.07.2017

Probe : KB 3 / 2

Bearbeiter : M. Klipfel

Bodenart :

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90,000			
63,000			100,0
31,500	117,7	6,7	93,3
16,000	403,0	23,0	70,2
8,000	376,5	21,5	48,7
4,000	264,5	15,1	33,6
2,000	113,0	6,5	27,1
1,000	77,6	4,4	22,7
0,500	54,5	3,1	19,5
0,250	102,4	5,9	13,7
0,125	80,4	4,6	9,1
0,063	44,5	2,5	6,5
Schale	114,1	6,5	
Summe	1748,2	100,0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 16.08.2017

Bearbeiter : hg

Trockenmasse [g] : 1748,2

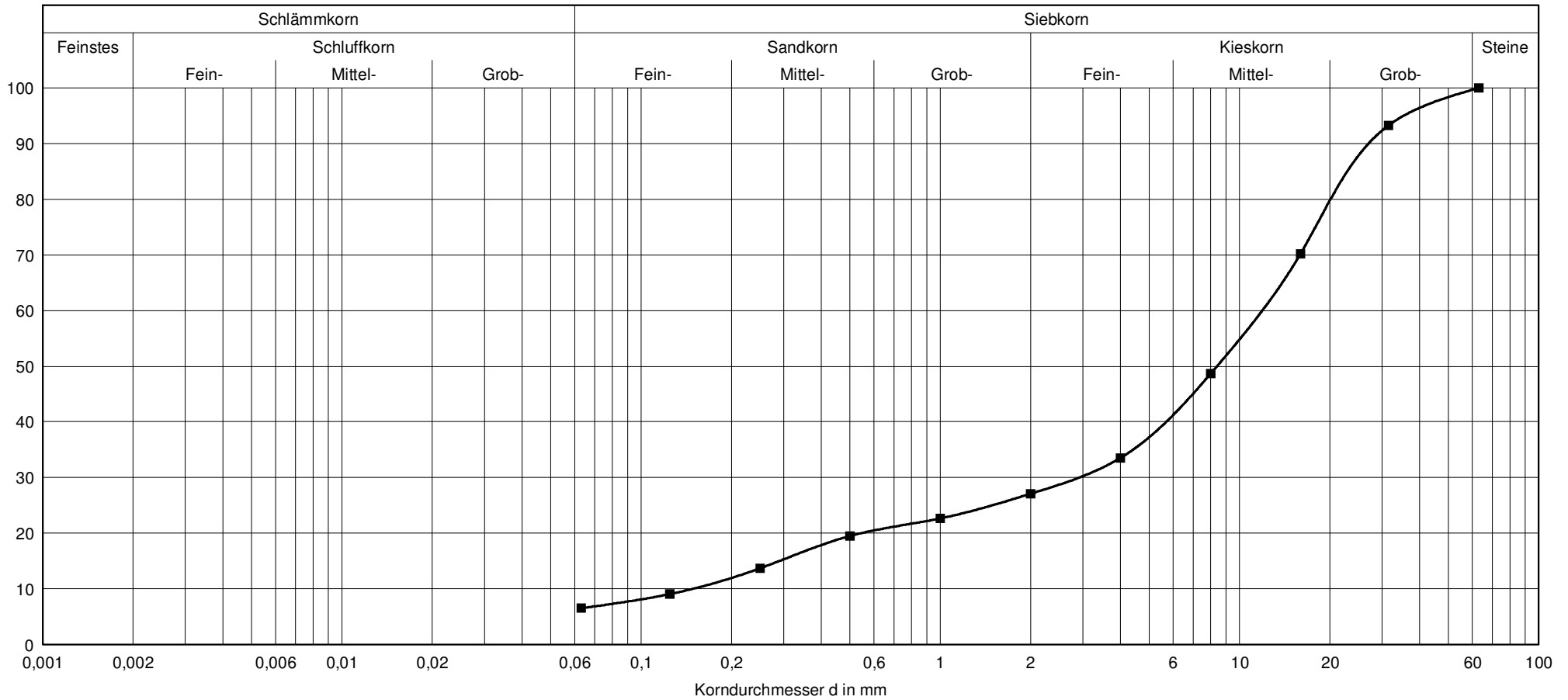
Größtkorn [mm] :

Kornform :

Bemerkungen :



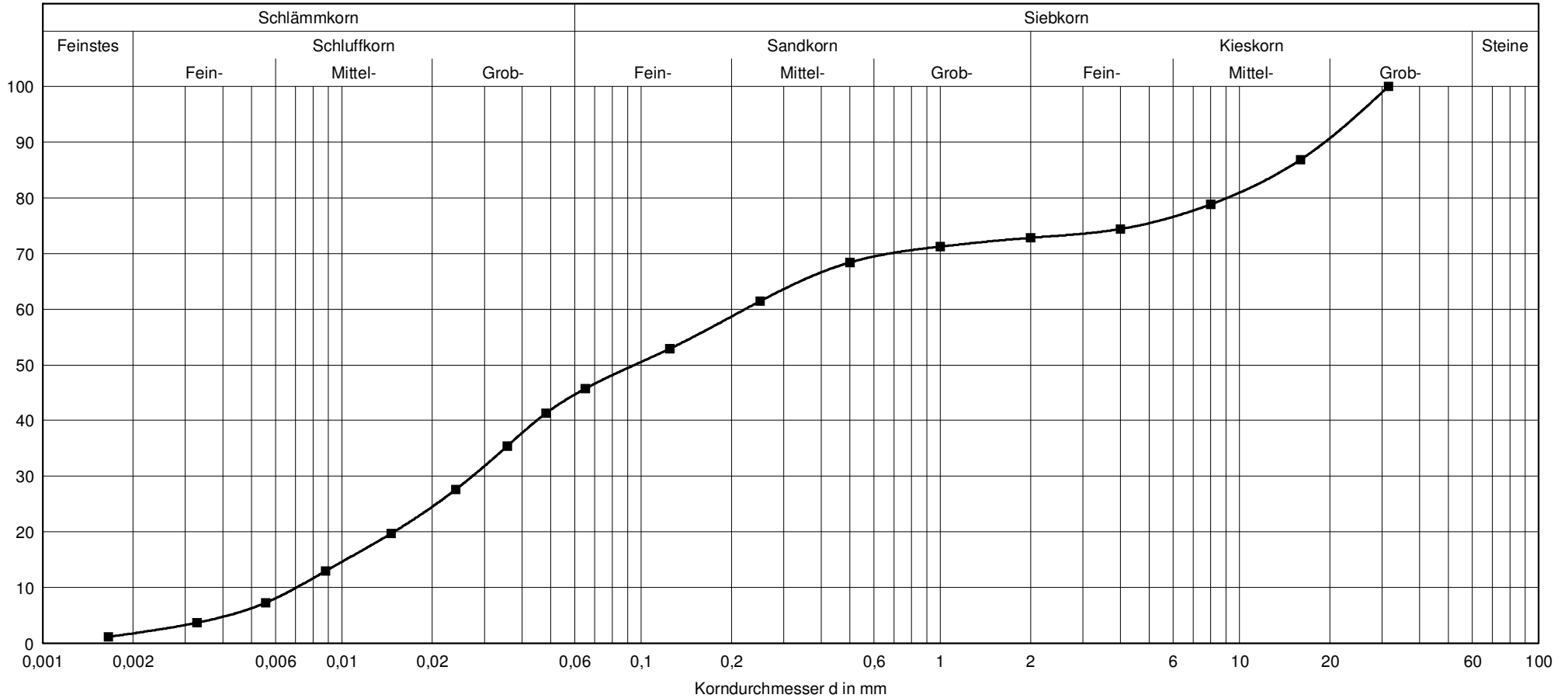
Prüfung DIN 18 123 - 5



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
KB 3 / 2	—■—■—						79,9	4,6	



Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
KB 6 / 2	—■—■—	0,4 - 1,0 m			2,680		31,5	0,5	



Projekt : 17 / 139-1

Ort :

Tiefe :

Art : gestört

Auftraggeber : KLC GmbH

Datum : 19.07.2017

Probe : KB 2 / 2

Bearbeiter : M. Klipfel

Bodenart :

Witterung :

Datum : 16.08.2017

Bearbeiter : hg

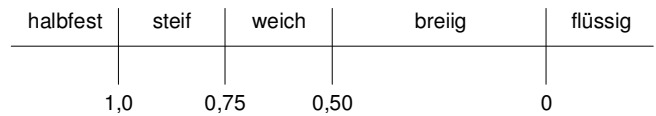
Prüfung DIN 18 122, Teil 1

Fließgrenze

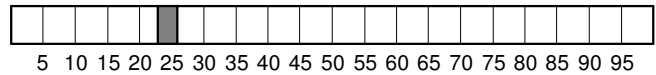
Ausrollgrenze

Versuchs-Nr.	1	2	3	4	1	2	3	4
Zahl der Schläge	22							
Feuchte Probe + Behälter [g]	21,64				9,86	10,02	9,26	
Trockene Probe + Behälter [g]	17,39				8,28	8,40	7,77	
Behälter [g]	1,29				1,29	1,29	1,29	
Masse des Wassers [g]	4,25				1,58	1,62	1,49	
Trockene Probe [g]	16,10				6,99	7,11	6,48	
Wassergehalt [%]	26,40				22,60	22,78	22,99	

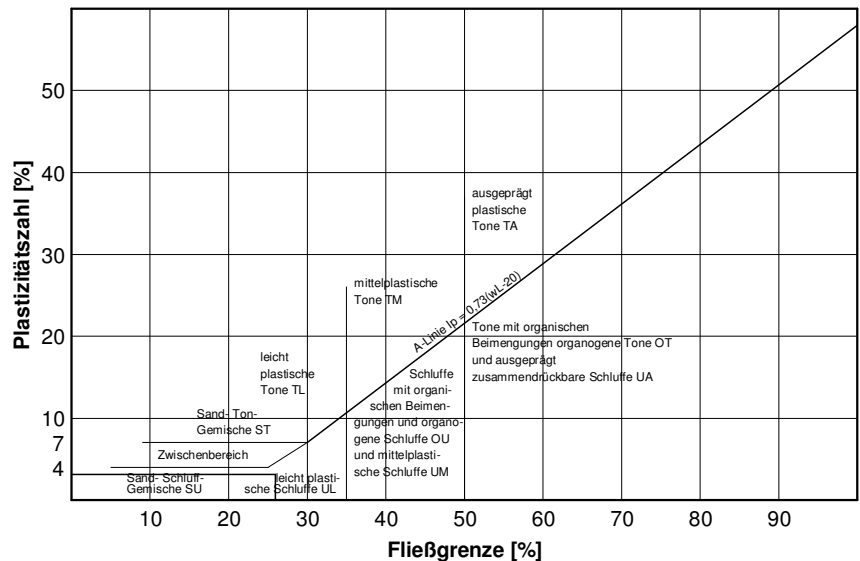
Zustandsform I_c



Bildsamkeitsbereich



Plastizitätsdiagramm mit Bodengruppen (DIN 18 196)



Gesamtprobe

Wassergehalt [%] : 6,8

Größtkorn [mm] :

Trockenmasse <= 0,4 mm [%] :

Trockenmasse <= 0,002 mm [%] :

Probe <= 0,4 mm

Wassergehalt [%] : 7,23

Ergebnisse

Fließgrenze w_L [%] : 25,93

Ausrollgrenze w_P [%] : 22,79

Plastizitätszahl I_P : 0,031

Konsistenzzahl I_C : 5,963

Liquiditätszahl I_L :

Aktivitätszahl I_A :

Bemerkungen :



Projekt : 17 / 139-1

Ort :

Tiefe : 1,0 - 2,3 m

Art : gestört

Datum : 19.07.2017

Auftraggeber : KLC GmbH

Probe : KB 5 / 3

Bearbeiter : M. Klipfel

Bodenart :

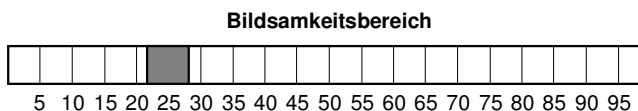
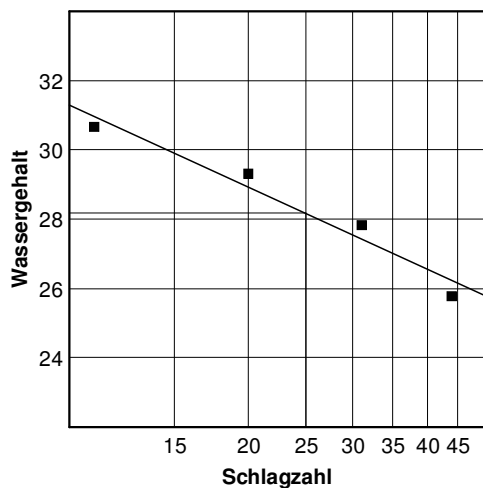
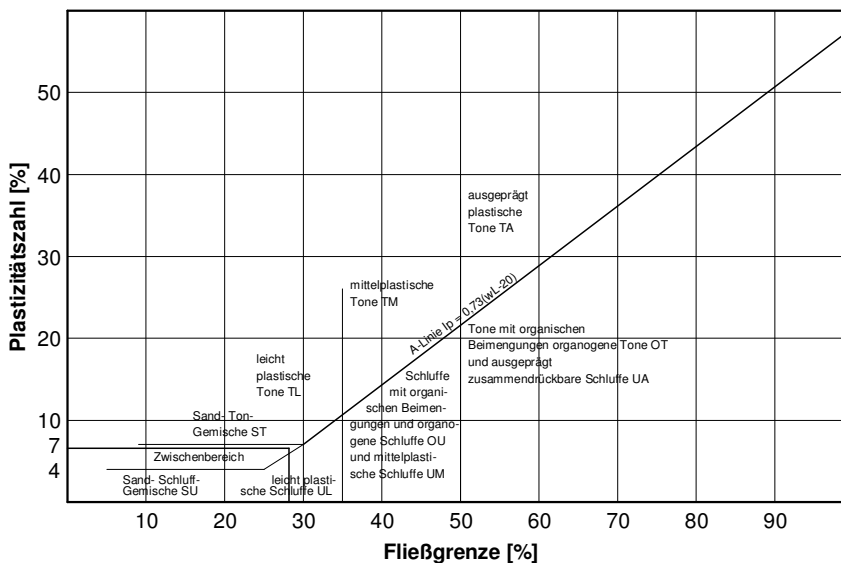
Witterung :

Datum : 16.08.2017

Bearbeiter : hg

Prüfung DIN 18 122, Teil 1**Fließgrenze****Ausrollgrenze**

Versuchs-Nr.	1	2	3	4	1	2	3	4
Zahl der Schläge	44	31	20	11				
Feuchte Probe + Behälter [g]	20,18	20,63	19,86	20,17	10,07	9,83	9,47	
Trockene Probe + Behälter [g]	16,31	16,42	15,65	15,74	8,49	8,32	8,02	
Behälter [g]	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	
Masse des Wassers [g]	3,87	4,21	4,21	4,43	1,58	1,51	1,45	
Trockene Probe [g]	15,02	15,13	14,36	14,45	7,20	7,03	6,73	
Wassergehalt [%]	25,77	27,83	29,32	30,66	21,94	21,48	21,55	

**Plastizitätsdiagramm mit Bodengruppen (DIN 18 196)****Gesamtprobe**

Wassergehalt [%] : 19,1

Größtkorn [mm] :

Trockenmasse <= 0,4 mm [%] :

Trockenmasse <= 0,002 mm [%] :

Probe <= 0,4 mm

Wassergehalt [%] : 19,49

ErgebnisseFließgrenze w_L [%] : 28,17Ausrollgrenze w_P [%] : 21,66Plastizitätszahl I_P : 0,065Konsistenzzahl I_C : 1,333Liquiditätszahl I_L :Aktivitätszahl I_A :

Bemerkungen :



Prüfbericht Nr.: 1705157

Auftraggeber: Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27
DE - 79346 Emdingen

Auftragnehmer: Analytik Institut Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
DE - 09599 Freiberg

Projekt / Probenahmeort: 17/139-1

Probenehmer: Auftraggeber

Datum Probenahme: 19.07.2017

Datum Probeneingang: 02.08.2017

Prüfzeitraum: 02.08.2017 bis 08.08.2017

Probenart: Boden

Bemerkung: Die Untersuchungen wurden am Feinanteil < 2 mm durchgeführt.

Freiberg, den 08.08.2017

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
09599 Freiberg
4

Dipl.-Chem. Dana Wendler
Geschäftsführerin / Laborleiterin

Prüfbericht Nr.: 1705157

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehm
Labornummer:			1708973	1708974
Parameter	Methode	Einheit		
Anteile < 2 mm	DIN 18 123	%	93,9	96,9
Trockenrückstand	DIN ISO 11465	%	89,5	89,5
Kohlenwasserst. (C ₁₀ -C ₂₂)	ISO/CD 16703	mg/kg TS	6,6	< 5
Kohlenwasserst. (C ₁₀ -C ₄₀)	ISO/CD 16703	mg/kg TS	18	< 5
EOX	DIN 38414-S 17	mg/kg TS Cl	< 0,1	< 0,1
Cyanid, gesamt	DIN ISO 11262	mg/kg TS	0,058	< 0,025

Untersuchung Boden / DIN ISO 11 466

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehm
Labornummer:			1708973	1708974
Parameter	Methode	Einheit		
Arsen	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	8,0	6,3
Blei	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	41	26
Cadmium	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	0,55	0,36
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	26	28
Kupfer	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	22	17
Nickel	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	23	24
Quecksilber	DIN EN ISO 12846	mg/kg TS	0,21	< 0,1
Thallium	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	< 0,4	< 0,4
Zink	DIN EN ISO 11 885	mg/kg TS	61	47

Prüfbericht Nr.: 1705157

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehme
Labornummer:			1708973	1708974
Parameter	Methode	Einheit		
Naphthalin	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,0037	< 0,001
Acenaphthylen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	< 0,001	< 0,001
Acenaphthen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,0025	0,0028
Fluoren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,0019	0,0025
Phenanthren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,28	0,032
Anthracen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,030	0,0041
Fluoranthren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,41	0,060
Pyren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,33	0,042
Benzanthracen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,34	0,040
Chrysen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,30	0,040
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,32	0,037
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,17	0,018
Benzo(a)pyren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,34	0,040
Dibenz(a,h)anthracen	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,048	0,0066
Benzo(g,h,i)perylene	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,15	0,016
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	DIN ISO 13877	mg/kg TS	0,12	0,015
Summe PAK in mg/kg TS	DIN ISO 13877	mg/kg TS	2,85	0,36

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehme
Labornummer:			1708973	1708974
Parameter	Methode	Einheit		
PCB 28	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 52	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 101	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 118	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 138	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 153	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 180	DIN ISO 10382	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe PCB in mg/kg TS	DIN ISO 10382	mg/kg TS	n.n.	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Prüfbericht Nr.: 1705157

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehm
Labornummer:			1708973	1708974
Parameter	Methode	Einheit		
Benzol	DIN 38407-F 9	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Toluol	DIN 38407-F 9	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	DIN 38407-F 9	mg/kg	< 0,05	< 0,05
p-/m-Xylol	DIN 38407-F 9	mg/kg	< 0,1	< 0,1
o-Xylol	DIN 38407-F 9	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Styrol	DIN 38407-F 9	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Cumol	DIN 38407-F 9	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Mesithylen	DIN 38407-F 9	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX in mg/kg	DIN 38407-F 9	mg/kg	n.n.	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehm
Labornummer:			1708973	1708974
Parameter	Methode	Einheit		
Dichlormethan	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,01	< 0,01
cis-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Trichlormethan	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,001	< 0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Tetrachlormethan	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,001	< 0,001
1,2-Dichlorethan	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Trichlorethen	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Tetrachlorethen	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Bromdichlormethan	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Dibromchlormethan	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Tribrommethan	DIN EN ISO 10301	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Summe LHKW in mg/kg	DIN EN ISO 10301	mg/kg	n.n.	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Prüfbericht Nr.: 1705157

Untersuchung Boden / Eluat nach DIN 38 414-S 4

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehm
Labornummer:			1708973	1708974
Parameter	Methode	Einheit		
pH-Wert	DIN EN ISO 10523		7,90	8,48
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888	µS/cm	97,8	50,4
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1	mg/l	0,59	0,16
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1	mg/l	2,8	2,4
Phenol-Index	DIN 38409-H 16	µg/l	< 5	< 5
Arsen	DIN EN ISO 11 885	µg/l	2,7	1,1
Blei	DIN EN ISO 11 885	µg/l	3,2	1,3
Cadmium	DIN EN ISO 11 885	µg/l	< 0,1	< 0,1
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 11 885	µg/l	0,84	< 0,3
Kupfer	DIN EN ISO 11 885	µg/l	5,9	1,6
Nickel	DIN EN ISO 11 885	µg/l	1,7	< 1
Quecksilber	DIN EN ISO 12846	µg/l	< 0,2	< 0,2
Zink	DIN EN ISO 11 885	µg/l	5,1	< 2
Cyanid, gesamt	DIN 38405-D 13	µg/l	< 2,5	< 2,5

Probenvorbereitungsprotokoll zum Prüfbericht 1705157

Auftraggeber: Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27
DE – 79346 Endingen

Projekt: 17/139-1

Probenahmedatum: 19.07.2017

Probeneingang: 02.08.2017, Probe unversehrt

Probenart: Boden

Probenvorbereitung: 02.08. – 08.08.2017

Zwischenlagerung: bei 4 – 8 °C (jede Bearbeitungsstufe)

Probenbezeichnung: MP Oberboden (1708973)
MP Auelehm (1708974)

Vorbereitung für Feststoffbestimmung

Teilung der Probe: Kegeln und Vierteln

Brechen Überkorn auf < 10 mm: ja / nein

Sieben auf < 2 mm: ja / ~~nein~~

Vorbereitung für organische Parameter: chemische Trocknung
 Lufttrocknung
 entfällt

Vorbereitung für anorganische Parameter: Trocknung bei 105 °C
 Mahlen

Trockenrückstand: MP Oberboden 89,5%
MP Auelehm 89,5%



Probenvorbereitungsprotokoll zum Prüfbericht 1705157

Vorbereitung für Eluat

Sieben auf < 2mm:	Ja
Einwaage für Eluat:	180 g
Wasservolumen:	1,8 l
Beginn Elution:	02.08.2017
Dauer Elution:	24 h
Temperatur Elution:	20 °C
Filtration:	Ja
Filtrationsdatum:	03.08.2017

Freiberg, den 08.08.2017

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
09599 Freiberg
4

Dipl.-Chem. Dana Wendler

Laborleiterin

Tabelle 6-1: Zuordnungswerte

Parameter	Dimension	Z0 Sand	Z0 Lehm/Schluff	Z0 Ton	Z0* IIIA	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	
pH-Wert ¹	-	6,5 – 9,5							6 -12	5,5 -12
Leitfähigkeit ¹	µS/cm	250							1500	2000
Chlorid	mg/l	30							50	100
Sulfat ²	mg/l	50							100	150
Arsen	mg/kg TS	10	15	20	15/20 ³		45		150	
	µg/l	-	-	-	14		20		60	
Blei	mg/kg TS	40	70	100	100	140	210		700	
	µg/l	-	-	-	40		80		200	
Cadmium	mg/kg TS	0,4	1,0	1,5	1,0		3,0		10	
	µg/l	-	-	-	1,5		3		6	
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	30	60	100	100	120	180		600	
	µg/l	-	-	-	12,5		25		60	
Kupfer	mg/kg TS	20	40	60	60	80	120		400	
	µg/l	-	-	-	20		60		100	
Nickel	mg/kg TS	15	50	70	70	100	150		500	
	µg/l	-	-	-	15		20		70	
Thallium	mg/kg TS	0,4	0,7	1,0	0,7		2,1		7	
	µg/l	-	-	-		-	-	-	-	
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	0,5	1,0	1,0		1,5		5	
	µg/l	-	-	-	0,5		1		2	
Zink	mg/kg TS	60	150	200	200	300	450		1500	
	µg/l	-	-	-	150		200		600	
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	-	-	-	-	-	3		10	
	µg/l	5					10		20	
EOX	mg/kg TS	1	1	1	1		3		10	
Kohlenwasserstoffe ⁴	mg/kg TS	100	100	100	100	200 (400)	300 (600)		1000 (2000)	
BTX	mg/kg TS	1	1	1	1		1		1	
LHKW	mg/kg TS	1	1	1	1		1		1	
PCB ₆	mg/kg TS	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15		0,5	
PAK ₁₆	mg/kg TS	3	3	3	3		3	9	30	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9		3	
Phenolindex	µg/l	20					40		100	

¹ Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium.

² Auf die Öffnungsklausel in Nr. 6.3 wird besonders hingewiesen. Bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterialien mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte im Grundwasser grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen.

³ Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

⁴ Die angegebenen Zuordnungswerte ohne Klammer gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22, diejenigen in der Klammer für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C40.

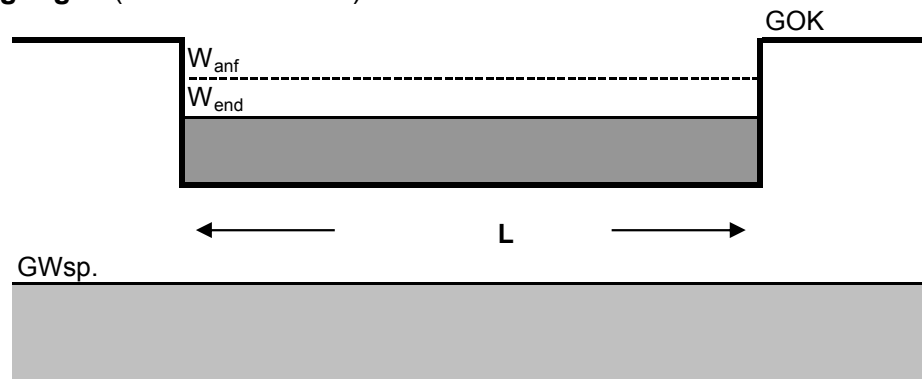
Schurfversickerung Fallender Wasserspiegel

Schurf S1

Projekt: Baugebiet "Etterpfad", Wyhl
Projekt-Nr.: 16/011-1
Datum: 29.07.2016

Basis des Schurfs in hellbraunen Lössen

Randbedingungen (nicht maßstäblich)



Feldparameter

$$L \text{ (m)} = 0,48$$
$$B \text{ (m)} = 0,4$$

$$\varnothing W_{anf} \text{ [m]} = 0,09$$
$$\varnothing W_{end} \text{ [m]} = 0,062$$

$$\varnothing \text{Zeit[s]} = 2819$$
$$i \ 1$$

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes

Formel (abgeleitet nach Darcy):

$$k_f = L \cdot B \cdot (W_{anf} - W_{end}) / i \cdot t \cdot [L \cdot B + \{2 \cdot (L + B) \cdot (W_{end} + ((W_{anf} - W_{end}) / 2))\}]$$

$$\varnothing k_{f,u} = 5,85418E-06$$

Kurzbewertung

Bodenart:	Schluff, feinsandig	
Bemessungs-kf-Wert	1,17E-05	m/s
Bewertung nach DIN 18 130:	durchlässig	