HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Tel.: 07351.47 400-30 Fax: 07351.47 400-29
E-Mail: bc@henkegeo.de
Waldseer Str. 51 88400 Biberach

Geotechnischer Bericht nach DIN 4020
zum Bauvorhaben
Erschließung Baugebiet „Tafertsweiler Straße“
in
88374 Hoßkirch

Bauherr und Auftraggeber:	**Gemeinde Hoßkirch** Kirchstraße 2 88374 Hoßkirch
Geotechnische Projektbearbeitung:	Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle
Erstattungsdatum:	23. März 2021
Aktenzeichen:	HKBGTFW G01

Geschäftsführer:
PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER
DIPL.-ING.(FH) MARKUS KATZ
DIPL.-ING.(FH) THOMAS BENZ
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE
DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL

Hauptsitz Stuttgart
PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER
Emilienstr. 2
78056 Stuttgart
Tel.: 0711.997 60 73-0
Fax: 0711.73 56 298
E-Mail: kontakt@henkegeo.de

Vertretung Kirchheim/Teck
DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ
Blumenstr. 19
73271 Holzmaden
Tel.: 0177.71 61 678
Fax: 0711.73 56 298
E-Mail: tb@henkegeo.de

Vertretung Nagold
DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ
Haydnweg 10/1
72202 Nagold
Tel.: 0177.71 61 682
Fax: 0711.73 56 298
E-Mail: mk@henkegeo.de

Vertretung Schwarzwald-Baar
DIPL.-ING. (FH) ACHIM FÖRSTER
Vor dem Hummelsholz 4
78056 VS-Schwenningen
Tel.: 07720.95 86-92
Fax: 07720.95 86-87
E-Mail: vs@henkegeo.de

Handelsregister-Nummer Stuttgart HRB 13489

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Auftrag	3
2.	Unterlagen	3
3.	Projektbeschreibung	4
4.	Allgemeiner geologischer Überblick	4
5.	Baugrunderkundung	5
5.1	Bohrsondierungen	5
5.2	Schürfgruben	5
6.	Schichtenbeschreibung und -lagerung	6
7.	Hydrogeologische Situation	7
8.	Versickerungsversuch	8
9.	Asphalt- und Bodenverunreinigung	8
10.	Geotechnische Laborversuche	11
11.	Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke	14
12.	Homogenbereiche	15
13.	Bodenkennwerte	17
14.	Leitungsbau	18
14.1	Graben- und Grubenaushub	18
14.2	Böschungssicherung von Gräben und Gruben	18
14.3	Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung	19
15.	Bau von Verkehrsflächen	21
16.	Regenwasserversickerung	25
17.	Lärmschutzwall	26
18.	Allgemeine Angaben zur Wohnbebauung im Baugebiet	28
18.1	Baugruben	28
18.2	Bauwerksgründungen	28
18.3	Erd- und Wasserdruck	30
18.4	Abdichtung von erdberührten Bauteilen	31
18.5	Arbeitsraumverfüllung	32
18.6	Geothermische Energienutzung	33
18.7	Erdbebensicherheit	33
19.	Schlussbemerkungen	34

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne	
		1.1	Übersichtslageplan
		1.2	Lageplan Untersuchungspunkte
Anlage	2	Bohrsondierungen	
		2.1 – 2.6	Bohrkernaufnahme BS 1 bis BS 6
		2.7	Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Schürfgruben	
		3.1 – 3.2	Schürfgrubenaufnahmen SG 1 und SG 2
Anlage	4	Chemische Analytik	
		4.1	Asphalt- Analyse
		4.2.1 – 4.2.2	VwV-Analysen MP 1 und MP 2
Anlage	5	Geotechnische Laborversuche	
		5.1	Tabellarische Zusammenstellung der Laborergebnisse
		5.2.1 – 5.2.2	Konsistenzgrenzenbestimmungen

1. Auftrag

Die Gemeinde Hoßkirch plant die Erschließung des Baugebiets „Tafertsweiler Straße“ in Hoßkirch. In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (HUP), Vertretung Oberschwaben, auf der Basis des Angebotes vom 24.08.2020, Az.: HKBGTFW K01, am 25.08.2020 von der Gemeinde Hoßkirch beauftragt, eine Baugrunderkundung durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 zu erstellen.

2. Unterlagen

Als Unterlagen zur Bearbeitung wurden uns zur Verfügung gestellt:

Gemeinde Hoßkirch:

[1] Lageplan, im Maßstab 1: 500, mit Datum vom 03.08.2020

Aus eigenen Archivunterlagen stand uns zur Verfügung:

Geologisches Landesamt Baden - Württemberg:

[2] Geologische Karte von Baden - Württemberg von 2001, Maßstab 1:25.000, Blatt 8022 Ostrach und digitale geologische Karte des LGRB

3. Projektbeschreibung

Das geplante Baugebiet „Tafertsweiler Straße“ soll im Westen von Hoßkirch im Anschluss an die bestehende Tafertsweiler Straße entstehen. Südlich des Baugebietes verläuft die L 286, im Osten wird das geplante Baugebiet durch bestehende Bebauung begrenzt. Nördlich und westlich des geplanten Baugebietes schließen landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Das geplante Baugebiet liegt an einem flach nach Norden ansteigenden Hang. Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan bei, auf dem das geplante Baugebiet rot gekennzeichnet wurde.

Im Rahmen der geplanten Erschließung des Baugebiets soll eine Erschließungsstraße gebaut und Versorgungsleitungen verlegt werden. Die geplante Erschließungsstraße soll an die östlich liegende Tafertsweiler Straße angeschlossen werden. Im südlichen Bereich soll ein Versickerungsbecken und zur L 286 hin ein Lärmschutzwall erstellt werden.

Die Lage des Baugebietes, , der Bauplätze, der geplanten Erschließungsstraße, des Versickerungsbeckens und des Lärmschutzwalls kann dem Lageplan, der als Anlage 1.2 diesem Bericht beiliegt, entnommen werden.

4. Allgemeiner geologischer Überblick

Nach der geologischen Karte [2] stehen im geplanten Baugebiet „Tafertsweiler Straße“ junge Talfüllungen über würmeiszeitliche Moränensedimenten in Form von einer entstehungsbedingten heterogenen Wechselfolge von Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel, Moränensanden und Moränenkiesen an.

5. Baugrunderkundung

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 15.12.2020 sechs Bohrsondierungen (BS 1 bis BS 6) niedergebracht. Zudem wurden am 10.03.2021 zwei Schürfgruben (SG 1 und SG 2) im Bereich des Versickerungsbeckens angelegt. Die Schürfgruben wurden von einem von uns beauftragten Subunternehmer angelegt.

Die Lage und Höhe der Bohrpunkte und Schürfgruben wurden durch das Ingenieurbüro Schwörer GmbH, Altheim, eingemessen.

Die Lage der Bohrsondierungen und Schürfe kann dem Lageplan, der als Anlage 1.2 beiliegt, entnommen werden.

5.1 Bohrsondierungen

Die sechs Bohrsondierungen BS 1 bis BS 6 wurden mittels Sondierraupe bis in eine Tiefe von 2,0 m bis 5,0 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Insgesamt wurden 27,0 lfd. m bohrsondiert. Bei der Bohrsondierung BS 2 konnte ab einer Tiefe von 2,0 m unter GOK aufgrund eines Rammwiderstandes kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden. Die gewonnenen Bohrkerne wurden nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN EN ISO 14688-1 aufgenommen und beschrieben. Die ausführlichen Schichtenbeschreibungen der BS 1 bis BS 6 mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an die DIN 4023 sind als Anlagen 2.1 bis 2.6 beigefügt. Eine Legende der hierbei verwendeten Signaturen und Abkürzungen liegt als Anlage 2.7 bei. Für geotechnische Laboruntersuchungen, für chemische Analysen sowie als Rückstellproben wurden aus den Bohrkernen insgesamt 28 Bodenproben entnommen.

5.2 Schürfgruben

Die zwei Schürfgruben SG 1 und SG 2 wurden bis in eine Tiefe von 2,2 m bzw. 2,5 m angelegt. Die dabei aufgeschlossenen Böden wurden nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN EN ISO 14688-1 aufgenommen und beschrieben. Die ausführlichen Schichtenbeschreibungen mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an die DIN 4023 sind als Anlage 3.1 und 3.2 beigefügt. Für bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen wurden vom frischen Bodenmaterial aus den Schürfgrubenwänden drei Bodenproben entnommen.

Die ca. 1 m breiten und ca. 2-3 m langen Schürfgruben wurden nach der Aufnahme und der Durchführung der Versickerungsversuche mit dem Bagger wieder verfüllt. Eine definierte Verdichtung fand nicht statt. In den Bereichen, in denen Gebäudeelemente, Verkehrsflächen oder Bohrpfähle bzw. Verbauträger eines Baugrubenverbaus über den Schürfen oder deren Einflussbereich zu liegen kommen, ist das Bodenverfüllmaterial der Schürfen bis zum gewachsenen, ungestörten Grund auszuheben und durch geeignetes Material (z.B. Schotter 0/45 mm oder gleichwertiges Material) auszutauschen. Das Austauschmaterial ist lagenweise auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ der einfachen Proctordichte zu verdichten. Alternativ kann die Verfüllung auch mit Beton (Mindestgüte C8/10) vorgesehen werden.

6. Schichtenbeschreibung und -lagerung

Anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse stellt sich die geologische Situation im Bereich des geplanten Baugebietes wie folgt dar:

In den Aufschlüssen BS 2 bis BS 6 sowie SG 1 und SG 2 beginnt die Schichtenfolge mit einem 20 cm bis 30 cm mächtigen durchwurzelten und humosen **Oberboden** mit dunkelbrauner und mittelbrauner bis graubrauner Farbe.

In der BS 1, welche in der bestehenden Tafertsweiler Straße abgeteuft wurde, wurde zuoberst eine ca. 9 cm mächtige **Asphalt**schicht angetroffen.

Unter dem Asphalt folgt in der BS 1 bis in eine Tiefe von 0,5 m unter GOK eine künstliche **Auffüllung**, bestehend aus einem braungrauen, sandigen und schwach schluffigen Kies (Frost- und Tragschicht der Straße).

Unter den Auffüllungen der BS 1 bzw. unter dem Oberboden der BS 2 bis BS 6 sowie SG 1 und SG 2 wurden bis zu Endtiefe der Baugrundaufschlüsse Moränensedimente bestehend aus einer entstehungsbedingten heterogenen Wechselfolge von Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel, Moränensand und Moränenkies aufgeschlossen. Der angetroffene **Geschiebelehm** setzt sich aus einem Schluff mit wechselnden tonigen, sandigen und kiesigen Anteilen zusammen und zeigt eine hellbrau-

ne bis mittelbraune und beige Farbe. Anhand der manuellen Bodenansprache weisen die Geschiebelehme eine weiche, weiche bis steife und steife Konsistenz auf. Bei den angetroffenen **Moränensanden** handelt es sich um einen schwach schluffigen bis schluffigen Sand mit variierenden Kiesanteil mit beiger, beigegrauer, beigebrauner und hellbrauner bis mittelbrauner Farbe. Die aufgeschlossenen **Moränenkiese** setzen sich aus einem Kies mit wechselnden sandigen uns schluffigen Anteilen zusammen und weisen eine mittelbraune bis hellbraune und beige sowie beigegraue Farbe auf.

7. Hydrogeologische Situation

Nach Abschluss der Sondierarbeiten wurde in den unverrohrten Bohrlöchern Wasserstände in den Bohrlöchern gemessen. Hierbei wurde kein Grund- bzw. Schichtwasser festgestellt.

Aufgrund der Hanglage muss, insbesondere nach Starkregenereignissen sowie nach der Schneeschmelze, mit zeitweise vorhandenem Schichtwasser innerhalb der Moränensedimente gerechnet werden.

Nach den aktuellen Hochwassergefahrenkarten liegt das geplante Baufeld des Baugebietes nicht in einer Überschwemmungs- bzw. Überflutungsfläche eines Oberflächengewässers.

Nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW liegt das geplante Baufeld innerhalb eines Wasserschutzgebietes der Wasserschutzgebietszone IIIB.

8. Versickerungsversuch

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde zur Überprüfung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes im Bereich des geplanten Versickerungsbeckens in den Schürfgruben SG 1 und SG 2 je ein Versickerungsversuch durchgeführt. Im unteren Bereich der beiden Schürfgruben stehen verlehmte Moränensande an. Die Schürfgruben wurden mit Wasser aufgefüllt und die Absenkung des Wasserspiegels über die Zeit gemessen. Aus dem Absinken des Wasserspiegels über die Zeit kann der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des anstehenden Bodens abgeschätzt werden. Nach Auswertung der Versickerungsversuche ergibt sich ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert für die anstehenden Moränensande von $k_f = 8{,}4 \times 10^{-6}$ m/s (SG 1) bis $k_f = 1{,}0 \times 10^{-5}$ m/s (SG 2).

9. Asphalt- und Bodenverunreinigung

An der entnommenen Asphaltprobe der Tafertsweiler Straße (BS 1) wurde der PAK – Gehalt nach EPA sowie der Phenolindex im chemischen Institut “BVU GmbH“ in Markt Rettenbach bestimmt. Die Analysenergebnisse liegen als Anlagen 3.1 bei. Der ermittelte PAK-Gehalt und Phenolindex sowie eine Einstufung nach RuVA-StB und nach der „Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen auf Deponien“ ist nachfolgend tabellarisch dargestellt.

Probenbezeichnung	Schichtdicken [cm]	PAK [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Verwertungsklasse nach RuVA-StB	Entsorgung auf Deponie
BS 1 Asphalt	9	1,42	< 0,01	A	DK 0

Nach der Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB) werden Verwertungsverfahren in Heiß- und Kaltverfahren unterschieden. Kaltverfahren können mit und ohne Zusatz von Bindemitteln zur Anwendung kommen. Die Zuordnungen von Verwertungsverfahren in Abhängigkeit von den Verwertungsklassen sind in der Tabelle 1 der RuVA-StB geregelt und nachfolgend dargestellt.

Tabelle 1: Verwertungsklassen für Straßenausbaustoffe und Zuordnung von Verwertungsverfahren

Verwertungsklasse	Art der Straßenausbaustoffe		Hintergrund[1)]	Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA mg/kg	Phenolindex im Eluat mg/l	Verwertungsverfahren nach Abschnitt[2)]
A	Ausbauasphalt		AS, BS, GS	≤ 25 [4)]	≤ 0,1 [4)]	4.1 (4.2) (4.3)
B	Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen	vorwiegend steinkohlenteertypisch	AS, BS, GS	> 25	≤ 0,1	4.2
C		vorwiegend braunkohlenteertypisch	BS, GS	Wert ist anzugeben	> 0,1	4.2

1) AS = Arbeitsschutz, BS = Bodenschutz, GS = Gewässerschutz
2) in Klammern: nur in Ausnahmefällen, da keine hochwertige Verwertung
3) *entfallen*
4) Nachweis kann entfallen, wenn im Einzelfall zweifelsfrei nachgewiesen ist, dass ausschließlich Bitumen oder bitumenhaltige Bindemittel verwendet wurden.

Voraussetzung für den Wiedereinbau der Straßenbaustoffe bzw. Baustoffgemische aus Sicht des Boden- und Gewässerschutzes ist in nachfolgender Tabelle (Tabelle 3 der RuVA-StB) aufgezeigt.

Tabelle 3: Voraussetzungen für den Einbau der Baustoffgemische aus Sicht des Boden- und Gewässerschutzes

Zeile	Verwertungsklasse	Verwertungsverfahren	Lage der Baumaßnahme[2)]	Anforderungen an Bauweise
1	A	Heißmischverfahren	Keine Beschränkung	Keine
2	A	Kaltmischverfahren mit Bindemittel	Keine Beschränkung	Keine
3	B, C		Ausgeschlossen in Wasserschutzzonen von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten, Wasservorranggebieten, Gebieten mit häufigen Überschwemmungen, Karstgebieten ohne ausreichende Deckschicht u. Ä.	unter wasserundurchlässiger Schicht
4	A	Kaltverarbeitung ohne Bindemittel		

1) *entfallen*
2) Grundsätzlich sollte – außer bei Heißmischverfahren – der Abstand zum Grundwasser ≥ 1 m betragen.

Unabhängig vom Verfahren zur Verwertung gelten für die Lagerung von Straßenausbaustoffen gemäß der Verwertungsklasse A ohne Einschränkungen die Regelungen, die im Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat (M VAG) festgelegt sind.

Routinemäßig wurde das aufgeschlossene Bodenmaterial auf sensorisch feststellbare Verunreinigungen begutachtet. Hierbei wurden keine sensorischen Auffälligkeiten festgestellt.

Zur Überprüfung ob geogene Bodenverunreinigungen vorliegen wurde eine Mischprobe MP 1 aus den Moränenkiesen und Moränensanden und eine weitere Mischprobe MP 2 aus den aufgeschlossenen Geschiebelehmen gebildet. Die Mischproben wurden auf die vorgegebenen Parameter der VwV (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden – Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial) am Feststoff im Labor BVU GmbH hin untersucht. Die Analysenergebnisse der Mischproben liegen als Anlage 3.2.1 und 3.2.2 bei. Auf der Grundlage der durchgeführten Analytik können beide Mischproben dem Zuordnungswert Z0 der VwV zugeordnet werden. Werden die Grenzwerte des Zuordnungswertes Z0 nach der VwV eingehalten ist nach der VwV keine Untersuchung der Eluate erforderlich. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die gewachsenen Böden keine geogen erhöhten Konzentrationswerte aufweisen.

Aufgrund der hergestellten punktuellen Aufschlüsse können anthropogene Bodenverunreinigungen im Bereich des geplanten Baugebietes nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Es wird empfohlen, bei der Ausschreibung Positionen für die Entsorgung von anfallendem Aushub nach der Kategorie Z0, Z1.1 bzw. DK 0, Z1.2 bzw. DK 0 und Z2 bzw. DK 0 vorzusehen. Positionen für eine Zwischenlagerung, Haufwerksbildung, Haufwerksbeprobung, chemische Analysen nach der VwV und der Deponieverordnung sollten zusätzlich bei der Ausschreibung der Baumaßnahme berücksichtigt werden.

10. Geotechnische Laborversuche

Zur Klassifizierung und Bestimmung der bodenmechanischen und bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten sowie zur Ableitung von Bodenkennwerten und Homogenbereichen wurden an entnommenen Bodenproben folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

18 mal Bestimmung des natürlichen Wassergehalts nach DIN 18121
9 mal Bestimmung des Feinanteils nach DIN 18123
2 mal Bestimmung der Konsistenzgrenze nach DIN 18122
1 mal Bestimmung der Huminsäuren nach DIN EN 1744

Eine tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Laborergebnisse liegt als Anlage 4.1 bei. Die Einzelergebnisse der Konsistenzgrenzenbestimmungen können der Anlage 4.2.1 und 4.2.2 entnommen werden.

An zwei Bodenproben aus der Geschiebelehmschicht (BS 3 / 2,0-2,7 m und BS 6 / 2,2-3,0 m) wurden die Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 ermittelt. Der Geschiebelehm kann anhand der Bestimmung der Konsistenzgrenzen der Bodengruppe TL (leichtplastischer Ton) nach DIN 18196 zugeordnet werden. Anhand der Konsistenzgrenzenbestimmung weist der untersuchte Geschiebelehm eine weiche bzw. eine steife Konsistenz auf.

An neun entnommenen Proben aus den aufgeschlossenen Moränensanden und -kiesen wurde der Feinanteil nach DIN 18123 bestimmt. Die ermittelten Feinanteile sowie die sich hieraus ergebende Bodengruppe nach DIN 18196 können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Entnahmestelle / Entnahmetiefe	Bodenbezeichnung	Feinanteil [M.-%]	Bodenart nach DIN 18196
BS 1 / 0,5-0,8 m	Moränensand	28,5	SU* / ST*
BS 1 / 0,8-1,5 m	Moränenkies	17,5	GU* / GT*
BS 2 / 3,5-4,5 m	Moränensand	20,8	SU* / ST*
BS 3 / 3,5-4,5 m	Moränenkies	9,3	GU / GT
BS 4 / 2,5-3,4 m	Moränensand	8,0	SU / ST
BS 4 / 4,5-5,0 m	Moränenkies	36,0	GU* / GT*

Entnahmestelle / Entnahmetiefe	Bodenbezeichnung	Feinanteil [M.-%]	Bodenart nach DIN 18196
BS 5 / 1,6-2,6 m	Moränensand	13,5	SU / ST
BS 5 / 4,3-5,0 m	Moränenkies	8,0	GU / GT
BS 6 / 3,5-5,0 m	Moränensand	31,9	SU* / ST*

Aus den entnommenen Bodenproben der oberflächlich aufgeschlossenen Geschiebelehme der BS 2 bis BS 6 wurde im geotechnischen Labor die Mischprobe MP 1 gebildet. An der erstellten Mischprobe wurde das Vorhandensein von Huminsäuren geprüft. Dazu wurde die Bodenmischprobe mit 3-%iger Natronlauge vermengt. Eine dunkle Verfärbung der Lösung ist Indikator für das Vorhandensein von Huminsäuren. Huminsäuren hemmen den Erhärtungsprozess eines Boden-Bindemittelgemisches, indem sie das Calcium-Hydroxid, welches bei Kontakt des Bindemittels (Kalk und Zement) mit Wasser gebildet wird, binden. Bei Böden mit Huminsäure ist erst eine Stabilisierung zu erreichen, wenn die Menge des Bindemittels einen bestimmten Schwellenwert übersteigt. Dies liegt daran, dass eine gewisse Menge des Bindemittels, insbesondere Zemente, für die Neutralisierung der Huminsäuren aufgebraucht wird. Das bedeutet, dass bei Böden mit Huminsäure ein erhöhter Bindemittelbedarf für eine ausreichende Stabilisierung des Bodens erforderlich ist. Außerdem sollten Bindemittel mit hohem Zementanteil verwendet werden.

Das Ergebnis der Untersuchung zur Huminsäure ist in dem nachfolgenden Bild dargestellt.

MP 1

Bei der Mischproben MP 1 der Geschiebelehme wurde eine leichte bis mittlere Verfärbung festgestellt. Somit weisen die Geschiebelehme Huminsäuren auf. Erfahrungsgemäß kann davon ausgegangen werden, dass eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² auf dem Untergrund nach einer Bodenstabilisierung mit mindestens 3 M.-% Mischbindemittel (Zementanteil ≥ 70 M.% im Bindemittel) erreichbar ist. Soll eine Bodenstabilisierung der oberflächlich anstehenden Geschiebelehme mit Bindemittel erfolgen, wird empfohlen vorab eine Eignungsprüfung bzw. eine Probestabilisierung auszuführen.

Oberboden sowie oberflächliche unter dem Oberboden noch durchwurzelte Schichten sollten vor einer Bodenstabilisierung auf jeden Fall entfernt werden, da diese Schichten erfahrungsgemäß einen hohen Gehalt an Huminsäure aufweisen und erfahrungsgemäß nur mit sehr hohen Bindemittelmengen stabilisiert werden können.

11. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke

Nachfolgend sind die bautechnisch relevanten Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten anhand der Baugrunduntersuchung, der Ergebnisse der Laboruntersuchungen sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden zusammengestellt.

Bei den Moränenablagerungen handelt es sich um eine entstehungsbedingt sehr heterogene Wechselfolge von Geschiebelehm, Moränensand und Moränenkies. Dieser Schichtenkomplex wird nachfolgend unter der geologischen Bezeichnung „Moränensedimente“ zusammengefasst.

Geologische Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Zusammendrückbarkeit	Durchlässigkeit	Verdichtungsfähigkeit	Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB
Auffüllung	GU, GT, GW, GI	gering bis sehr gering	mittel bis groß	gut bis sehr gut	frostempfindlich **F2** bis nicht frostempfindlich **F1**[1)]
Moränensedimente	TL, TM, UL, SU*, ST*, SU, ST, GU*, GT*, GU, GT	groß bis gering	sehr gering bis mittel	schlecht bis gut	frostempfindlich **F2** bis sehr frostempfindlich **F3**[1)]

[1)]Die Bodengruppe GW GI ist der Frostempfindlichkeitsklasse F1, die Bodengruppe SU / ST / GU / GT ist der Frostempfindlichkeitsklasse F2 und die Bodengruppe TL, TM, UL, SU*, ST*, GU*, GT* der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen.

Die angetroffenen fein- und gemischtkörnigen Moränensedimente sind witterungsempfindlich. Bei ungünstiger Witterung und ungeschütztem Erdplanum oder bei unsachgemäßer Zwischenlagerung können erfahrungsgemäß durch Frost, Niederschläge oder hohe mechanische Beanspruchung durch Baustellenverkehr deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Eigenschaften eintreten.

12. Homogenbereiche

Die im geplanten Baugebiet aufgeschlossenen Böden können entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen anhand der Baugrunduntersuchung und den geotechnischen Laborversuchen sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden in nachfolgende Homogenbereiche nach DIN 18300 für „Erdarbeiten“ eingeteilt werden:

			Homogenbereich	
			A	B
Geologische Bezeichnung			**Auffüllungen**	**Moränensedimente**
Bodengruppe nach DIN 18196			GU, GT, GW, GI	TL, TM, UL, SU*, ST, SU, ST, GU*, GT*, GU, GT
Wassergehalt	**[%]**		5 – 15	5 – 35
Dichte, feucht	**[t/m³]**		2,0 – 2,3	1,8 – 2,2
Konsistenzzahl I_C			–	0,5 – 1,2
Konsistenz			–	weich, steif, halbfest
Plastizitätszahl I_P	**[%]**		–	0 – 25
Undränierte Scherfestigkeit c_u	**[kN/m²]**		–	30 – 150
Organischer Anteil	**[Gew.-%]**		≤ 3	≤ 5
Korngrößenverteilung	**T**	**[%]**	0 – 10	0 – 30
	U	**[%]**	0 – 15	5 – 90
	S	**[%]**	20 – 50	0 – 90
	G	**[%]**	40 – 95	0 – 90
Lagerungsdichte			mitteldicht, dicht	mitteldicht, dicht
Massenanteil Steine / Blöcke[1)]	**[%]**		≤ 30 / –	≤ 30 / ≤ 30
Massenanteil Blöcke[2)]	**[%]**		–	≤ 10
Bodenklasse nach DIN 18300 (2012-09)			3	3, 4, 5, 7[2)]

[1)] Blöcke der Korngröße 200 mm bis 630 mm

[2)] Blöcke mit Korngröße über 630 mm

Oberboden ist nach DIN 18320 unabhängig von seinem Zustand vor dem Lösen ein eigener Homogenbereich.

Bei den zuvor genannten Parametern für die Beschreibung der Homogenbereiche handelt es sich nicht um Kennwerte, die für erdstatische Berechnungen verwendet werden dürfen, sie dienen lediglich der Beschreibung der Bandbreiten der Bodeneigenschaften.

Da die anstehenden Moränensedimente tlw. wasserempfindlich sind, können diese Böden bei nicht fachgerechter Zwischenlagerung und bei starken Niederschlägen während eines Transports oder durch mechanische Beanspruchung aufweichen, so dass diese ggf. in die Bodenklasse 2 nach DIN 18300 (2012-09) bzw. in eine breiige Konsistenz übergehen können.

Bei einer Bodenstabilisierung mit einem Mischbindemittel entsteht nach kurzer Zeit eine verfestigte Bodenschicht bzw. weist der stabilisierte Boden allgemein eine feste Konsistenz auf und ist demnach in die Bodenklasse 6 nach DIN 18300 (2012-09) einzustufen.

Die angegebenen Werte sind nur z.T. durch geotechnische Laboruntersuchungen direkt bestimmt worden. Andere Angaben beruhen auf Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und Schätzungen, wodurch Abweichungen nicht auszuschließen sind.

13. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nachfolgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach Eurocode 7 angesetzt werden. Die Boden- bzw. Berechnungskennwerte sind auf der Grundlage der Geländeaufnahmen, den durchgeführten Laboruntersuchungen sowie allgemeinen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden festgelegt worden.

Bodenschichten	**Wichte** γ_k **[kN/m³]**	**Wichte unter Auftrieb** γ'_k **[kN/m³]**	**Reibungs-winkel** φ_k **[°]**	**Kohäsion** c_k **[kN/m²]**	**Steifemodul** $E_{s,k}$ **[MN/m²]**
Auffüllung	**20** (19 – 21)	**11** (10 – 13)	**35** (32,5 – 37,5)	**0** (0 – 2)	40 – 80
Moränensedimente (Geschiebelehm / Moränensand / Moränenkies)	**19,5** (19 – 21)	**9,5** (9 – 11)	**27,5** (25 – 35)	**3** (0 – 10)	4 – 25

() Schwankungsbereich der Bodenkennwerte (z. B. für Grenzwertbetrachtungen)

14. Leitungsbau

14.1 Graben- und Grubenaushub

Im geplanten Baugebiet wurden bis zur erreichten Endtiefe der Bohrsondierungen gut baggerbare Böden aufgeschlossen. Bei der BS 2 konnte ab einer Tiefe von 2,0 m unter GOK kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden, was vermutlich auf einen größeren Stein bzw. Block innerhalb der Moränensedimentschicht zurückzuführen ist. Innerhalb der Moränensedimente können aufgrund der Genese größere Steine bzw. Gerölle oder Blöcke auftreten. Dies sollte bei der Ausschreibung berücksichtigt werden.

Im Bereich benachbarter Gebäude oder anderer baulicher Anlagen sind die Aushubgrenzen der DIN 4123 zu beachten. Sofern die Aushubgrenzen nach DIN 4123 nicht eingehalten werden können, ist die Standsicherheit benachbarter Bauwerke nachzuweisen oder es sind Sicherungsmaßnahmen in Form eines entsprechend für die Belastung zugelassenen Grabenverbaus vorzusehen.

Werden Gräben und Gruben nach einer mit Bindemittel durchgeführten Bodenstabilisierung ausgehoben, muss für den Aushub die Bodenklasse 6 nach DIN 18300 (2012-09) bzw. eine feste Konsistenz berücksichtigt werden.

14.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben

Bei Gräben, die von Personal betreten werden und tiefer als 80 cm sind, müssen mindestens 0,60 m breite Schutzstreifen beidseitig neben Gräben angeordnet werden, die von Aushubmaterial und Gegenständen freigehalten werden müssen. Bei der Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben sowie von Gruben für Schächte sind die Angaben der DIN 4124 zu beachten. Die erforderlichen Abstände von Fahrzeugen bzw. Baugeräten zum Graben ist der DIN 4124 zu entnehmen.

Gruben und Gräben dürfen hier bis zu 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung, wenn die zuvor angegebenen Schutzstreifen vorhanden sind, Fahrzeuge bzw. Baugeräte den erforderlichen Abstand nach DIN 4124 einhalten und das Gelände neben Gruben und Gräben nicht steiler als 1:10 ansteigt, senkrecht ausgeschachtet werden. Gräben und Gruben mit Tiefen > 1,25 m müssen mit abgeböschten Wänden oder mit einem Grabenverbau hergestellt werden.

Freie Gruben- und Grabenböschungen mit einer Tiefe von > 1,25 m bis 5 m können über Grund- bzw. Schichtwasser in Anlehnung an die DIN 4124 in den anstehenden Moränensedimenten mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45°$ ohne rechnerischen Nachweis angelegt werden.

Die bereichsweise aufgeschlossenen Moränensande neigen erfahrungsgemäß unter Schichtwassereinfluss zum Ausfließen. Wird der Zufluss von Schichtwasser in Gräben oder Gruben festgestellt können entsprechende, für die erforderliche Tiefe zugelassene Grabenverbaugeräte verwendet werden, sofern das Grund- bzw. Schichtwasser bis unter die Aushubsohle abgesenkt wird. Für den Einsatz von Grabenverbaugeräten sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten.

Werden die Flächen direkt neben den Gräben durch Verkehrslasten bzw. ständige Lasten beansprucht oder sind dynamische Beanspruchungen durch Ramm- und Rüttelarbeiten zu erwarten, ist im Einzelfall ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis notwendig.

Zum Schutz vor Durchfeuchtung bzw. Erosion durch Niederschlagswasser sowie zur Verhinderung der Austrocknung und damit der Verminderung der Standfestigkeit sind Böschungen mit längerer Standzeit > 5 Tage durch überlappende Kunststoff-Folien abzuhängen und so vor ungünstigen Witterungseinflüssen zu schützen. Den Gruben und Gräben zulaufendes Oberflächenwasser ist mittels Tagwassersperren o. glw. fernzuhalten.

14.3 Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung

Im Allgemeinen ist die Grabensohle tiefer auszuheben und ein Auflager einzubringen, das so beschaffen und hergestellt sein muss, dass es der Rohrumhüllung oder dem Rohrmaterial nicht schadet und die sonstigen Anforderungen erfüllt. Die Anforderungen der DIN EN 1610 “Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen“ sind zu beachten.

Um Schäden in den Kanälen zu vermeiden, sind weiche bindige Böden bis ca. 20 cm unter das Rohrauflager zu entfernen und durch gut tragfähigen Boden (z.B. Kies 0/32 mm) zu ersetzen. Zwischen Kiesaustauschschicht und anstehenden bindigen Boden wird der Einbau eines Trenn- und Filtervlieses der Georobustheitsklasse GRK 3 empfohlen.

Für den Bereich der **Kanal- und Leitungszone** (Raum zwischen Grabensohle und –wänden bis 0,15 m Höhe über Rohrscheitel) ist gering kompressibles, gut verdichtbares Material nach den Vorgaben der jeweiligen Leitungsbetreiber zu verwenden. Die Verdichtung in der Leitungszone darf nur mit leichtem Verdichtungsgerät erfolgen. Innerhalb der Leitungszone müssen Verdichtungsgrade $D_{Pr} \geq 97$ % erreicht werden.

Als Verfüllmaterial in der **Verfüllzone** wird der Einbau von gut verdichtungsfähigen kornabgestuften grobkörnigen Böden oder mit Bindemittel stabilisierte bindige bzw. gemischtkörnige Böden empfohlen. Die Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad D_{pr} in Abhängigkeit des verwendeten Verfüllmaterials für Grabenverfüllungen unter befestigten Wegen sind der ZTV E-StB und ZTV A-StB zu entnehmen.

Sollen die anstehenden Moränensedimente zur Grabenverfüllung wiederverwendet werden, sind diese mittels Bindemittel wie z.B. mit Weißfeinkalk oder Mischbindemittel zu verbessern bzw. zu stabilisieren. Ein Mindestverdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97$ % sowie ein Luftporengehalt von $n_a \leq 8$ % ist einzuhalten. Werden bindige und gemischtkörnige Böden zu trocken eingebaut, weisen diese ein zu hohen Luftporengehalt auf und sacken bei Wasserzutritt zusammen, was zu großen Setzungen in einer Grabenverfüllung führen kann.

Die oberen 0,5 m in einer Graben- bzw. Grubenverfüllung unter einer Straße sind bis zum Erdplanum bzw. bis zum Straßenuntergrund mit gut tragfähigem grobkörnigem Boden (z.B. Kies der Körnung 0/45 mm) oder mit Bindemittel stabilisierten Böden (Mischbindemittel ≥ 3 %) zu verfüllen, um die Anforderung an die Tragfähigkeit auf OK Erdplanum bzw. auf dem Straßenuntergrund von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² erreichen zu können. Grobkörnige Böden sind auf mindestens $D_{Pr} = 100$ % und mit Bindemittel stabilisierte Böden auf mindestens $D_{Pr} = 97$ % bei Einhaltung eines Luftporengehalte von $n_a \leq 8$ % zu verdichten.

Das Verfüllmaterial ist gleichmäßig lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Mächtigkeiten der Verfülllagen ist auf das verwendete Gerät und auf den Boden abzustimmen. Die verwendeten Baustoffe und Einbauverfahren dürfen zu keinen schädlichen Verformungen oder ungünstigen Lastfällen für die Leitungen führen. Das Verdichten darf in der Leitungszone und in dem Bereich bis 1,0 m über Rohrscheitel nur mit leichtem, bis 3,0 m auch mit mittelschwerem und darüber auch mit schwerem Verdichtungsgerät ausgeführt werden. Schwer zugängliche Bereiche in der Leitungszone, in denen

sich der Verfüllboden nicht fachgerecht verdichten lässt, sind mit anderen geeigneten Baustoffen wie z.B. Boden-Bindemittelgemische, Beton oder Flüssigboden zu verfüllen, sofern sich dies nicht nachteilig auf die Rohrbettung, die Leitungen und den Oberbau auswirkt. Die Gruben- und Grabenverfüllungen sind über Kontrollprüfungen auf die Einhaltung der geforderten Verdichtung zu überwachen.

Bei der Verwendung von grobkörnigem Verfüllmaterial ist durch geeignete Maßnahmen, wie z.B. dem Einbau von Querschotts aus bindigem Boden, zu verhindern, dass sich der Leitungsgraben nach dem Verfüllen für zufließendes Schichtwasser zu einer Längsdränage ausbildet.

15. Bau von Verkehrsflächen

Die Anforderungen an den Aufbau und die Tragfähigkeit des Straßenoberbaus hängen von der nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) gewählten Belastungsklasse, Bauweise und der Frosteinwirkungszone ab. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist nach Kapitel 3.2 der RStO zu bestimmen. Die geplante Baugebietserschließung liegt nach Bild 6 der RStO in der Frosteinwirkungszone II.

Nach Abtrag des bestehenden Oberbodens stehen im geplanten Baugebiet anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse zumeist Geschiebelehme der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach der ZTV E-StB an.

Für das Planum bzw. den Untergrund einer Verkehrsfläche wird nach der RStO eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² gefordert. Dieser Wert muss eingehalten werden, um mit dem weiteren Tragschichtaufbau nach RStO die geforderte Tragfähigkeit auf OK Frost- / Tragschicht erreichen zu können. Auf OK Frost-/Tragschicht sollte eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 120$ MN/m² erreicht werden. Die verschiedenen Bauweisen können den Tafeln 1 bis 4 der RStO entnommen werden.

Die unter dem Oberboden aufgeschlossenen Geschiebelehme weisen anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse eine weiche bis steife und steife Konsistenz auf. Erfahrungsgemäß weisen diese Böden eine Tragfähigkeit von ca. E_{v2} = 10 bis 20 MN/m² auf. Um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² auf OK Planum bzw. Untergrund zu erreichen, ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigen grobkörnigen Böden oder eine Stabilisierung des Untergrundes mittels Bindemittel erforderlich.

Ausgehend von einer Tragfähigkeit von ca. E_{V2} = 15 MN/m² auf Niveau OK Straßenuntergrund ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem Material (z B. Kies 0/45 mm) von ca. 30 cm erforderlich, um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq$ 45 MN/m² auf Planumsniveau zu erhalten. Um eine wirtschaftliche und ausreichende Dimensionierung der Bodenaustauschschicht durchführen zu können, sollten auf planmäßigem Planumsniveau im Zuge der Bauausführung statische Plattendruckversuche ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der hierbei ermittelten Ausgangstragfähigkeit kann die erforderliche Bodenaustauschmächtigkeit nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Ausgangstragfähigkeit Planum E_{V2} [MN/m²]	geforderte Tragfähigkeit Planum E_{V2} [MN/m²]	Mindestmächtigkeit Bodenaustauschschicht (Kies 0/45 mm) [cm]
5	≥ 45	55
10	≥ 45	40
15	≥ 45	30
20	≥ 45	20
30	≥ 45	10*
40	≥ 45	5*

* Mindestmächtigkeit fachgerechter Einbau Kies 0/45 mm (3 x 4,5 cm) = 13,5 cm

Der Einbau der Kiestragschicht muss lagenweise (d ≤ 30 cm) unter Einhaltung eines Verdichtungsgrades von $D_{Pr} \geq$ 100 % erfolgen.

Um eine Verschlechterung der Ausgangstragfähigkeit bei den oberflächlich anstehenden wasserempfindlichen Böden zu vermeiden, sollte das Erdplanum nach dem Freilegen sogleich durch eine mindestens 15 bis 20 cm mächtige kornabgestufte Kiesschicht vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Außerdem sollte ein Wassereinstau durch eine entsprechende Querneigung und Entwässerung des Erdplanums vermieden werden.

Zur Minimierung von Abtragsmassen kann alternativ zu einem Bodenaustausch zur Erhöhung der Untergrundtragfähigkeit eine Bodenstabilisierung mit Bindemittel ausgeführt werden, um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq$ 45 MN/m² auf dem Untergrund zu erreichen. Es wird darauf hingewiesen,

dass es durch Schächte oder Einbauten im Bereich des zu stabilisierenden Straßenuntergrundes zu Schwierigkeiten bzw. zu einem erhöhten Aufwand bei einer Bodenstabilisierung kommen kann.

Oberboden und noch durchwurzelten Schichten unter dem Oberboden sind vor einer Bodenstabilisierung mit Bindemittel zu entfernen.

Bei einer Bodenstabilisierung des Planums mit Bindemittel ist der Untergrund bis in eine Tiefe von mindestens 40 cm unter OK Planum zu stabilisieren. Es wird empfohlen ein Mischbindemittel mit 30 % Kalk und 70 % Zement wie z.B. DOROSOL C30 der Fa. Holcim oder Bodenbinder 300 der Fa. Schwenk für eine Bodenstabilisierung zu verwenden. Die oberflächlich anstehenden Geschiebelehme geringfügig Huminsäuren aufweisen, sollte bei einer Bodenstabilisierung mit Bindemittel eine Bindemittelzugabemenge von mindestens 3 M.-% vorgesehen werden. Ausgehend von einer Bindemittelzugabe von 3 M.-% bei einer Trockendichte des Ausgangsbodens von ca. 1800 kg/m³ ergibt dies bei einer üblichen Frästiefe von 40 cm einen Bindemittelbedarf von ca. 22 kg/m². Bei geringem Ausgangswassergehalt muss zur Begrenzung des Luftporengehalts ($n_a \leq 8$ %) sowie für eine ausreichende Reaktion des Bindemittels eine kontrollierte Wasserzugabe unter Fräseinsatz für eine gleichmäßige Durchfeuchtung erfolgen. Bei hohem Ausgangswassergehalt muss die Bindemittelmenge ggf. entsprechend erhöht werden.

Auf eine gute Homogenisierung des Boden-Bindemittelgemisches ist zu achten. Um die 40 cm mächtige stabilisierte Schicht fachgerecht zu verdichten, muss ein Walzenzug mit Stampffußbandage oder Polygonbandage und einem Betriebsgewicht von ≥ 14 t verwendet werden. Danach ist die Oberfläche durch eine entsprechend schwerere Glattradwalze zu schließen.

Bei Umsetzung einer qualifizierten Bodenverbesserung mit den Mindestanforderungen an die Bindemittelzugabe von ≥ 3 M.-%, Schichtdicken ≥ 25 cm (gefordert 40 cm), einem Verformungsmodul $E_{v2} \geq$ 70 MN/m² und einer einaxialen Druckfestigkeit von $q_u \geq$ 0,5 N/mm² auf dem Erdplanum kann der anstehende frostempfindliche Boden (Frostempfindlichkeitsklasse F3) der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zugeordnet werden und damit der frostsichere Mindestaufbau um 10 cm reduziert werden.

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der oberflächennah anstehenden Geschiebelehme sollte das Erdplanum mit einem Quergefälle hergestellt werden und bei Gefahr eines Wassereinstaus durch Dränagen entwässert werden.

Aufgrund der neben dem geplanten Neubaugebiet bestehenden Bebauung ist bei der Bindemitteleinarbeitung zum Schutz von Fahrzeugen und von Nachbarbebauungen unbedingt die Windrichtung zu beachten. Es wird empfohlen, ein staubarmes Bindemittel zu verwenden.

Die beauftragte Firma sollte entsprechende Erfahrung mit Bodenstabilisierungen bzw. -verbesserungen nachweisen können. Die einschlägigen Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV), Merkblätter und Lieferbedingungen sind zu beachten.

Bei starken Niederschlägen sind Bodenverbesserungsmaßnahem mit Bindemittel einzustellen. Bei geringen Niederschlägen muss das Einfräsen des Bindemittels so schnell erfolgen, dass eine Durchfeuchtung und damit eine Verklumpung des Bindemittels vermieden wird. Trotzdem entstandene Klumpen müssen beim Einfräsen ausreichend zerkleinert werden. Mischbindemittel sind aufgrund des Erstarrungsverhaltens des Zements innerhalb von 4 Stunden nach dem Einarbeiten des Bindemittels zu verdichten. Eine Bodenstabilisierung darf nur bei Temperaturen ≥ 5°C ausgeführt werden. Die Temperaturen in dem eingebauten Boden-Bindemittelgemisch dürfen in den ersten 3 Tagen nicht unter 5°C absinken. Gegebenenfalls ist das Planum vor Frosteinwirkung zu schützen. Bei Frosteinwirkung muss die Planumsentwässerung so wirksam sein, dass ein Gefrieren der Bodenverbesserung im wassergesättigten Zustand vermieden wird. Gefrorener Boden kann nicht für eine Bodenverbesserung verwendet werden.

Die Einbauweisen und Einbaubedingungen nach der ZTV E-StB sind einzuhalten. Die nach ZTV E-StB und ZTV SoB-StB bzw. RStO geforderte Verdichtung und Tragfähigkeit auf OK Planum und OK ungebundener Frost-/Tragschicht ist mittels statischer Plattendruckversuche ggf. in Verbindung mit dynamischen Plattendruckversuchen nachzuweisen. Von einer ausreichenden Verdichtung eines mit Bindemittel stabilisierten Planums kann erfahrungsgemäß bei einer Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² und einem Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2{,}0$ in Verbindung mit einem Luftporengehalt von $n_a \leq 8$ % ausgegangen werden.

16. Regenwasserversickerung

Das Baufeld liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW innerhalb eines rechtskräftigen Wasserschutzgebietes der Wasserschutzzone IIIB.

In den Wasserschutzzonen I und II ist die Versickerung von Niederschlagswasserabläufen bebauter bzw. befestigter Flächen grundsätzlich nicht erlaubt. In den Wasserschutzzonen IIIA und IIIB ist nur die Versickerung über die belebte Bodenzone erlaubt. In der Schutzzone IIIA müssen mit Kfz befahrbare Flächen in der Regel wasserundurchlässig sein und die Abläufe vor der Versickerung behandelt werden. Über die jeweiligen Auflagen entscheidet die Untere Wasserbehörde des zuständigen Landratsamtes im Einzelfall.

Bei der Herstellung von Versickerungsmulden sollte nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \geq 5 \times 10^{-6}$ m/s vorhanden sein. Bis zu einer Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes von $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s kann einen Mulden-Rigolen-Versickerung hergestellt werden. Bei der Durchlässigkeit des Untergrundes von $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s kann die geringe Versickerungsrate nicht mehr vollständig durch eine Zwischenspeicherung der Abflüsse in den Rigolen ausgeglichen werden, so dass zusätzlich eine Ableitung erforderlich ist. Hierbei erfolgt die Entleerung der Rigole zum einen durch die geringe Versickerung (Teilversickerung) in den Untergrund und zum anderen durch die gedrosselte Ableitung in ein Rohrsystem oder in einen offenen Graben.

Bei den ausgeführten Versickerungsversuchen in der SG 1 und SG 2 wurden für die in einer Tiefe von 1,8 m bis 2,1 m unter GOK anstehenden Moränensande ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 8{,}4 \times 10^{-6}$ m/s bis $k_f = 1{,}0 \times 10^{-5}$ m/s bestimmt. Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) kann zur Bestimmung des Bemessungs-k_f-Wertes, der aus Feldmethoden gewonnen wurde, nach Tabelle B.1 wie folgt korrigiert werden:

$$k_{f,\,Feld} \times 2{,}0 = k_{f,d}$$

Somit ergibt sich für die anstehenden Moränensande in der SG 1 und SG 2 ein Bemessungswasserdurchlässigkeitsbeiwerte ($k_{f,d}$) von $1{,}68 \times 10^{-5}$ m/s bis $2{,}0 \times 10^{-5}$ m/s. Es wird empfohlen von einem

Bemessungs-k_f-Wert für die Bemessung einer Regenwasserversickerungsanlage von $k_{f,d}$ = 1 x 10^{-5} m/s für die anstehenden Moränensande in der SG 1 und SG 2 auszugehen.

Regenwasserversickerungsanlagen müssen einen ausreichenden Abstand zu Gebäuden aufweisen. Die Versickerung muss über eine belebte Bodenzone mit einer Mindestmächtigkeit von 30 cm erfolgen. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Die allgemeinen Grundsätze zum Umgang mit Regenwasser kann dem Merkblatt DWA-M 153 entnommen werden. Für die Planung, Bau und Betrieb der notwendigen Versickerungsanlage ist eine Bemessung bzw. Berechnung nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 notwendig.

Da Regenwasserversickerungsanlagen üblicherweise für einen 5- bis 10-jährigen Starkregen bemessen werden, sollte ein Notüberlauf mit ausreichend dimensionierter Ableitung und Anschluss an eine geeignete Vorflut hergestellt werden.

17. Lärmschutzwall

Zwischen dem geplanten Baugebiet „Tafertsweiler Straße“ und der L286 soll ein Lärmschutzdamm mit einer Höhe von ca. 3,5 m erstellt werden. Auf der Grundlage der hergestellten Baugrundaufschlüsse stehen in diesem Bereich unter dem Oberboden Geschiebelehme bis in eine Tiefe von ca. 1,2 m bis 1,8 m unter GOK an. Unter den Geschiebelehmen folgen mehr oder weniger verlehmte Moränenkiese und Moränensande in Wechsellagerung mit Geschiebelehmen.

Es wird empfohlen, als Dammschüttmaterial für den Lärmschutzwall bei einer Böschungsneigung von n = 1:1,5 gut verdichtbare kornabgestufte grob- bzw. gemischtkörnige Böden der Bodengruppe GW, GI, GU und GT nach DIN 18196 oder mit Bindemittel stabilisierte gemischtkörnige und feinkörnige Böden der Bodengruppe GT*, GU*, SU*, ST* TL und TM nach DIN 18196 zu verwenden. Bei gemischtkörnigen Böden mit einem Feinanteil von > 10 % sollte der Boden mit Bindemittel stabilisiert werden. Sollen die anstehenden Moränensedimente in den geplanten Lärmschutzwall wieder eingebaut werden, wird empfohlen zur Erhöhung der Standsicherheit und um einen fachgerechten Einbau zu gewährleisten diese mit einem Mischbindemittel mit mindestens 50 % Zement zu stabilisieren. Durch den Zementanteil werden höhere Tragfähigkeiten und Scherfestigkeiten, sowie eine geringere

Wasserempfindlichkeit der Böden erreicht als bei einer reinen Kalkzugabe. Außerdem wird empfohlen, nach Abtrag des Oberbodens zur Erhöhung der Standsicherheit des geplanten Lärmschutzwalles und um eine fachgerechte Verdichtung der ersten Einbaulage gewährleisten zu können, die Aufstandsfläche des geplanten Lärmschutzwalles mit Bindemittel bis in eine Tiefe von 40 cm unter GOK zu stabilisieren. Die Angaben im Kapitel 15 zur Stabilisierung der anstehenden Moränensedimente mit Bindemittel sind zu beachten.

Der geplante Lärmschutzwall ist so herzustellen, dass kein Wassereinstau innerhalb des Walles entstehen kann. Die Dammschüttung des Lärmschutzwalles ist flächig, in ganzer Dammbreite aufzubauen. Die maximale Schütthöhe je Einbaulage ist auf das Schüttmaterial und das Verdichtungsgerät abzustimmen. Die verdichtete Schütthöhe sollte jedoch maximal 40 cm betragen. Die Randbereiche des Lärmschutzwalles sind mit vorübergehendem Überprofil von mindestens 1 m zu schütten, zu verdichten und nach Erreichen der Endhöhe auf die Sollgeometrie zu profilieren oder es sind im Randbereich auf 2 m Breite geringere Schütthöhen aufzubauen und kleinere Verdichtungsgeräte einzusetzen. Alternativ können die Randbereiche bzw. die Böschungsoberflächen auch mit einem Bagger-Anbau-Plattenverdichter fachgerecht verdichtet werden. Auf eine gute Verzahnung der einzelnen Schüttlagen ist zu achten.

Stabilisierte bindige bzw. gemischtkörnige Böden sind auf $D_{Pr} \geq 97$ % zu verdichten und müssen einen Luftporengehalt von $n_a \leq 8\%$ aufweisen. Werden die Lärmschutzdämme mit grobkörnigem Boden hergestellt, ist dieser auf $D_{Pr} \geq 100$ % ($E_{v2}/E_{v1} \leq 2{,}3$) zu verdichten.

18. Allgemeine Angaben zur Wohnbebauung im Baugebiet

18.1 Baugruben

Baugruben dürfen bis zu 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung senkrecht ausgeschachtet werden. Baugruben mit Tiefen > 1,25 m können bei den anstehenden Moränensedimenten über Schicht- bzw. Grundwasser mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45°$ angelegt werden. Bei Schichtwasseraustritten ist eine Baugrubenböschung weiter abzuflachen und Sicherungsmaßnahmen wie z.B. die Aufbringung eines Auflastfilters oder die Herstellung von Entwässerungsscheiben vorzusehen. Die Angaben der DIN 4124 zur Herstellung von Baugrubenböschungen sind zu beachten.

Ein lastfreier Bereich neben den Böschungen von ≥ 2,0 m ist einzuhalten. Auf Baugrubenböschungen ist loser oder aufgelockerter Boden abzuräumen. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind Böschungen bei länger offenstehenden Baugruben mit einer über die Bauzeit UV-beständigen Folie abzuhängen. An der Böschungskrone ist eine Tagwassersperre zur Vermeidung des Oberflächenwasserabflusses über die Böschung anzuordnen.

Bei Böschungshöhen über 5 m, bei steileren Böschungswinkeln als zuvor angegeben, bei Nichteinhaltung der Aushubgrenzen nach DIN 4123 neben bestehenden Bauwerken und Leitungen, Störungen des Bodengefüges durch z.B. Aufgrabungen in einem Abstand von ≤ 2,0 m hinter der Böschungskrone, Schichtwasseraustritten aus der Böschung, bei Stapellasten von mehr als 10 kN/m² neben einem Schutzstreifen von 0,6 m hinter der Böschungskrone, bei geringeren Abständen von Fahrzeugen entlang der Böschungskrone als in der DIN 4124 angegeben oder wenn das Gelände neben der Böschungskante steiler als 1:10 ansteigt, sind die zulässigen Böschungswinkel durch Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 nachzuweisen.

18.2 Bauwerksgründungen

Für die Gründung von Gebäuden über Einzel- und Streifenfundamente sind im Allgemeinen mindestens steife nicht organische bindige bzw. gemischtkörnige Böden sowie grobkörnige Böden geeignet. Stehen weiche, nicht organische, bindige bzw. gemischtkörnige Böden unter der geplanten Gebäudegründung an, kann das Gebäude ggf. je nach Schichtmächtigkeit über eine Gründungsplatte gegründet werden. Eine Gründungsplatte führt erfahrungsgemäß zu einer besseren Lastverteilung und somit zur Verminderung bauwerksschädlicher Setzungsdifferenzen.

Eine frostsichere Einbindung von außenliegenden Einzel- und Streifenfundamenten bzw. Frostschürzen bei Gründungsplatten von mindestens 1,0 m unter GOK ist vorzusehen.

Es wird empfohlen für jedes einzelne Bauvorhaben im Hinblick auf die spezifischen lokalen Verhältnisse eine gesonderte Baugrunduntersuchung auszuführen. Sämtliche Angaben zur Gründung sind auf die konkreten Planungen und Gebäudeabmessungen und -art abzustimmen und sind insbesondere hinsichtlich der Verträglichkeit der Setzungen usw. zu prüfen. Mischgründungen in unterschiedlichen Schichten sind zu vermeiden.

Aufgrund der festgestellten heterogenen Baugrundschichtung wird empfohlen Gebäude im geplanten Baugebiet „Tafertsweiler Straße“ über eine Gründungsplatte zu gründen. Eine Gründungsplatte führt im Gegensatz zu einer Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten zu einer besseren Lastverteilung und somit zur Verminderung bauwerksschädlicher Setzungsdifferenzen. Eine entsprechend dicke bzw. steife Gründungsplatte kann in Verbindung mit Stahlbetonwänden, mit Stahlbetonfrostschürzen oder ggf. mit einem Trägerrost unter der Platte, welcher biegesteif mit der Bodenplatte verbunden ist und ggf. einer Stahlbetondecke Verformungsunterschiede ausgleichen, so dass größere Gesamtsetzungen als bei einer Gründung über Einzel- und Streifenfundamente, akzeptiert werden können. Die durch die Bauwerkskonstruktion schadensfrei aufnehmbaren Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen sind durch den Tragwerksplaner zu beurteilen.

Die Bemessung einer elastisch gebetteten Gründungsplatte erfolgt mit dem Steifemodulverfahren oder alternativ mit dem Bettungsmodulverfahren.

Nach dem DIN - Fachbericht 130 “Wechselwirkung Baugrund / Bauwerk bei Flachgründungen“ erfolgt der Berechnungsablauf zur Bestimmung von Bettungsmoduli prinzipiell wie folgt:

1. Festlegung eines Startwertes für den Bettungsmodul durch den Baugrundgutachter
2. Berechnung von Vertikalverschiebungen und Sohldrücken mit dem Bettungszifferverfahren durch den Tragwerksplaner
3. Setzungsberechnung nach DIN 4019 (EI = 0) mit der aus (2.) gewonnenen Sohldruckverteilung durch den Baugrundgutachter

4. Vergleich der Vertikalverschiebungen aus (2.) mit den Setzungen aus (3.) durch den Tragwerksplaner
5. Neuberechnung der Bettungsmoduln aus den Quotienten Sohldruck (2.) und Setzung aus (3.) durch den Baugrundgutachter

Sofern in (4.) ausreichende Übereinstimmung zwischen den Vertikalverschiebungen aus (2.) und den Setzungen aus (3.) festgestellt wurde, kann die Iteration abgebrochen werden. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt eine Neuberechnung ab (2.).

Nach einer ausreichenden Übereinstimmung der Vertikalverformung kann von einem näherungsweisen korrekten Ansatz des Baugrundmodells in der statischen Berechnung ausgegangen werden. Die ermittelten Verformungen bzw. Differenzverformungen sind vom Tragwerksplaner hinsichtlich der Bauwerks- bzw. Tragwerksverträglichkeit zu überprüfen und müssen ggf. durch zusätzliche Maßnahmen wie z.B. durch die Ausbildung einer dickeren bzw. steiferen Platte, durch einen Bodenaustausch oder durch eine Bodenverbesserung unter der Gründungsplatte reduziert werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Bettungsmodul keine Bodenkonstante bzw. ein Verformungsparameter ist. Die Größe als auch die Verteilung des Bettungsmoduls werden neben der nichtlinearen Bodensteifigkeit von der Größe der Belastungsfläche, Höhe der Gesamtlast, Verteilung der Lasten sowie der Biegesteifigkeit der Platte einschließlich der aussteifenden Wände signifikant beeinflusst.

18.3 Erd- und Wasserdruck

Unter dem Erdreich liegende Außenwände sind auf den erhöhten aktiven Erddruck nach DIN 4085 zu bemessen. Bei starker Verdichtung der Arbeitsraumverfüllung sollte mit dem Verdichtungserddruck nach DIN 4085 gerechnet werden, der größer als der erhöhte aktive Erddruck ist.

Wird keine Dränanlage hergestellt oder darf keine Dränanlage hergestellt werden, kann es durch Oberflächen- und zeitweisem Schicht- bzw. Sickerwasser bei den anstehenden wenig wasserdurchlässigen Böden ($k_f \leq 1 \times 10^{-4}$ m/s) zu einem Wassereinstau in verfüllten Arbeitsräumen bis zur Geländeoberkante kommen. Das Gebäude muss dann für einen <u>Bemessungswasserstand auf Geländeoberkante bemessen werden (Wasserdruck + Auftrieb).</u> Die Auftriebssicherheit im Bauzustand ist durch Flutungsöffnungen sicherzustellen. Gegebenenfalls kann für eine wirtschaftliche Bauwerksbemessung in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde des zuständigen Landratsamtes eine Si-

cherheitsdränage zur Reduzierung der Wassereinstauhöhe mit Anschluss an eine geeignete Vorflut eingebaut werden.

18.4 Abdichtung von erdberührten Bauteilen

Eine Abdichtung von erdberührten Bauteilen nach DIN 18533-1 ist auf der dem Wasser zugewandten Bauteilseite anzuordnen. Bodenplatten aus Beton dürfen bei nicht drückendem Wasser auch oberseitig abgedichtet werden.

Auf der Grundlage der hergestellten Baugrundaufschlüsse stehen im geplanten Baugebiet wenig wasserdurchlässige Böden mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 1 \times 10^{-4}$ m/s an. Grund- bzw. Schichtwasser wurde bei der Baugrunderkundung nicht festgestellt.

Erdberührte Wände und Bodenplatten können bei den anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden ($k \leq 1 \times 10^{-4}$ m/s) nach DIN 18533-1 mit Dränung nach DIN 4095 gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wassers nach der Wassereinwirkungsklasse W1-E abgedichtet werden. Eine fachgerechte Dränung nach DIN 4095 erfordert filterfeste Dränschichten, Spül- und Kontrollvorrichtungen und eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut. Die Vorgaben der DIN 4095 bezüglich der Ausbildung von Dränageeinrichtungen sind zu beachten.

Wird keine Dränung nach DIN 4095 hergestellt kann aufstauendes Wasser auf die Abdichtung als drückendes Wasser wirken. Erdberührte Wände und Bodenplatten mit drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe sind nach DIN 18533-1 nach der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und bei einer Eintauchtiefe von > 3 m nach der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E abzudichten. Bei wenig wasserdurchlässigen Böden ist die Abdichtungsschicht im Endzustand wegen der Gefahr einer Stauwasserbildung mindestens 15 cm über GOK zu führen.

Alternativ zu einer Abdichtung bei der Wassereinwirkungsklasse W2-E nach DIN 18533-1 kann auch eine Abdichtung nach der WU-Richtlinie erfolgen. Hierbei ist bei höherwertig genutzten Räumen die Wasserdampfdiffusion durch den WU-Beton sowie ggf. nur zeitweise aufstauendes Wasser zu beachten.

Für Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser von erdüberschütteten Decken sowie gegen Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel und Kapillarwasser in und unter erdberührten Wänden wird auf die DIN 18533-1 verwiesen.

Bei der Auswahl der Abdichtungsbauart ist vom Planer zusätzlich die Rissklasse, Rissüberbrückungsklasse, Raumnutzungsklasse und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18355-1 zu berücksichtigen.

18.5 Arbeitsraumverfüllung

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen sowie für Geländeprofilierungen, die nicht zur Lastabtragung von Bauwerkslasten herangezogen werden, können die anstehenden Moränensedimente mit mindestens steifer Konsistenz und fachgerechter Verdichtung sowie fachgerechter Lagerung bis zum Wiedereinbau wiederverwendet werden, sofern geringe Nachsetzungen von ca. 1 bis 2 % der Auffüllhöhe toleriert werden können. Werden die bindigen bzw. gemischtkörnigen Böden zu trocken eingebaut, weisen diese einen zu hohen Luftporengehalt auf und sacken bei Wasserzutritt zusammen, was zu großen Setzungen der Arbeitsraumverfüllung führen kann. Sollen die anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden im Arbeitsraum wieder eingebaut werden, muss der Luftporengehalt des eingebauten Bodens $n_a \leq 8$ % betragen.

Sollen Nachsetzungen über der Arbeitsraumverfüllung (Bauwerke, Zugänge, Stellplätze, Verkehrsflächen, Terrassen etc.) verringert werden, sind gut verdichtbare grobkörnige Böden oder mit Bindemittel stabilisierte bindige bzw. gemischtkörnige Böden zu verwenden. Grobkörnige Böden sind auf mindestens D_{Pr} = 100 % und mit Bindemittel stabilisierte feinkörnige bzw. gemischtkörnige Böden auf mindestens D_{Pr} = 97 % unter Einhaltung eines Luftporengehalts von $n_a \leq 8$% zu verdichten. Um Tagwassereintritte in den Arbeitsraum zu verringern, sollten die außerhalb des Bauwerks und außerhalb von befestigten Flächen liegenden Arbeitsraumverfüllungen auf den obersten 0,5 m mit gering durchlässigem bindigem Boden verfüllt werden.

Geländeanschüttungen über das ehemalige Geländeniveau im Einflussbereich einer Bauwerksgründung können zu zusätzlichen Setzungen bzw. bauwerksschädlichen Differenzsetzungen führen. Sind Geländeaufschüttungen im Bereich von Gebäuden vorgesehen, sind diese frühzeitig aufzubringen, damit ein Großteil der Setzungen bereits vor Erstellung von Bauwerken abgeklungen ist. Werden Ge-

ländeaufschüttungen nach Herstellung des Gebäudes aufgebracht, sind die hieraus entstehenden Mitnahmesetzungen am Gebäude, bei der Beurteilung der Gebäudesetzungen zu berücksichtigen.

18.6 Geothermische Energienutzung

Nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW liegt das geplante Baufeld innerhalb eines Wasserschutzgebietes der Wasserschutzgebietszone IIIB.

Nach den Ausführungen im „Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg ist der Bau einer Erdwärmesonde an diesem Standort aus wasserwirtschaftlicher Sicht nicht erlaubt.

Nach dem “Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmekollektoren“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg ist der Bau von Erdwärmekollektoren in der Wasserschutzgebietszone I und II nicht erlaubt. In den Zonen III / IIIA / IIIB können Erdwärmekollektoren unter bestimmten Voraussetzungen zugelassen werden. Voraussetzung ist, dass der Erdwärmekollektor nicht tiefer als 5 m ist und keinen Kontakt zum Grundwasser hat. Zusätzlich muss unter der Anlage eine flächenhafte, natürliche, bindige Deckschicht von mindestens 2 m und einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f < 10^{-6}$ m/s oder eine flächenhafte, natürliche, bindige Deckschicht von mindestens 1 m mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f < 10^{-8}$ m/s vorhanden sein. Das Einbringen bzw. Ergänzen fehlender Dichtschichten kann auch technische erfolgen, wobei nur natürliche Dichtmaterialien und Ersatzweise auch Bentonitmatten zu verwenden sind.

18.7 Erdbebensicherheit

Gemäß DIN 4149: 2005-04 - Bauten in deutschen Erdbebengebieten- sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ergibt sich für das geplante Baugebiet folgende Zuordnung:

Erdbebenzone	**2**	Intensitätsintervalle $7{,}0 \leq I < 7{,}5$ Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0{,}6$ m/s²
Untergrundklasse	**S**	Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
Baugrundklasse	**C**	Grobkörnige, gemischtkörnige und feinkörnige Lockergesteine

19. Schlussbemerkungen

Die Ausführungen im Geotechnischen Bericht beruhen auf punktuell durchgeführten Baugrundaufschlüssen. Naturgemäß sind Schwankungen der Schichtgrenzen der einzelnen Böden- bzw. geologischen Schichten zwischen den Aufschlusspunkten möglich.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass dieser geotechnische Bericht zur Erschließung des Baugebiets die einzelnen Bauherren nicht von der Verantwortung entbindet, den lokalen Baugrund im Bereich ihres Grundstückes untersuchen zu lassen.

Für den Erdbau (Kanal- und Straßenbau) wird empfohlen, einen geotechnischen Sachverständigen zur Beratung, Prüfung (Tragfähigkeits- und Verdichtungskontrollen) und Qualitätssicherung mit einzuschalten. Eigenüberwachungsmaßnahmen der ausführenden Firma stellen erfahrungsgemäß keine verlässliche Qualitätskontrolle für den Bauherrn dar.

Sofern Fragen zum Geotechnischen Bericht auftreten, stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

…… ……

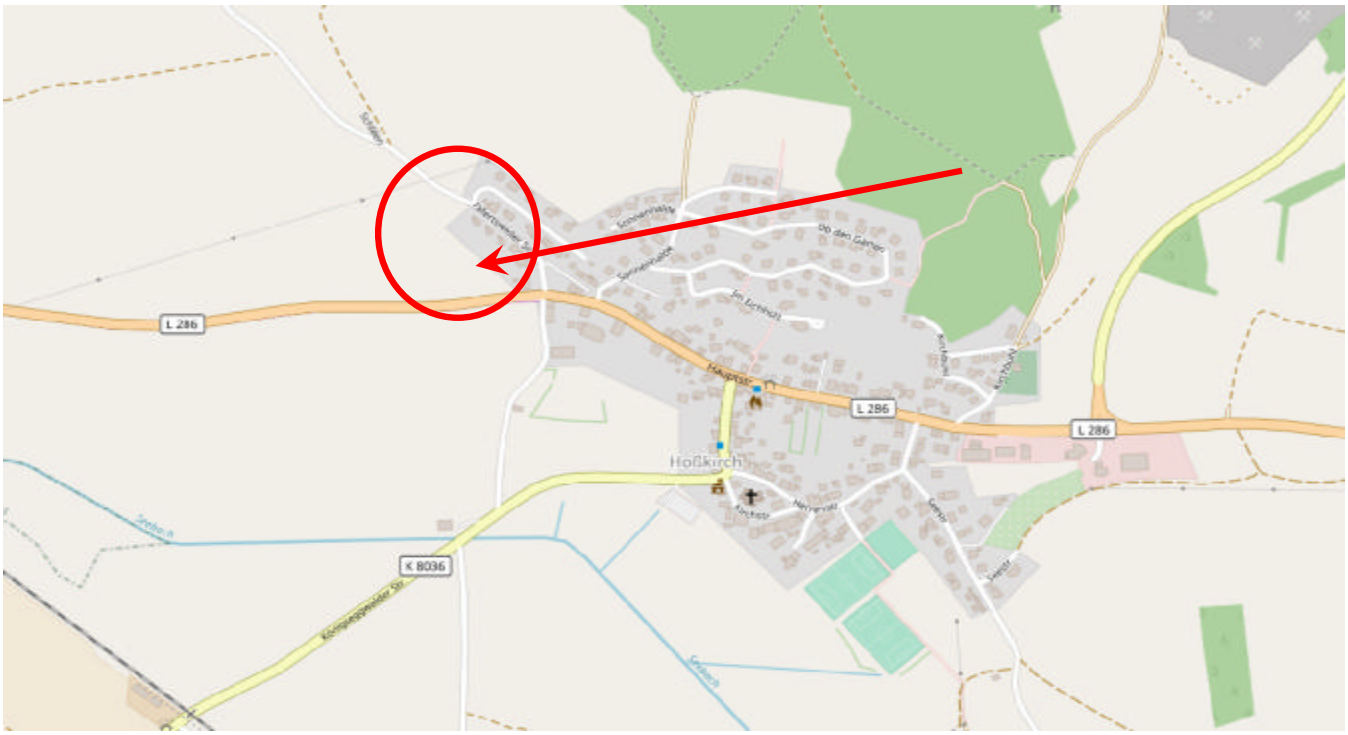
Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi

Von der Industrie- und Handelskammer Ulm öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Erd- und Grundbau; Felsböschungen

Übersichtslageplan

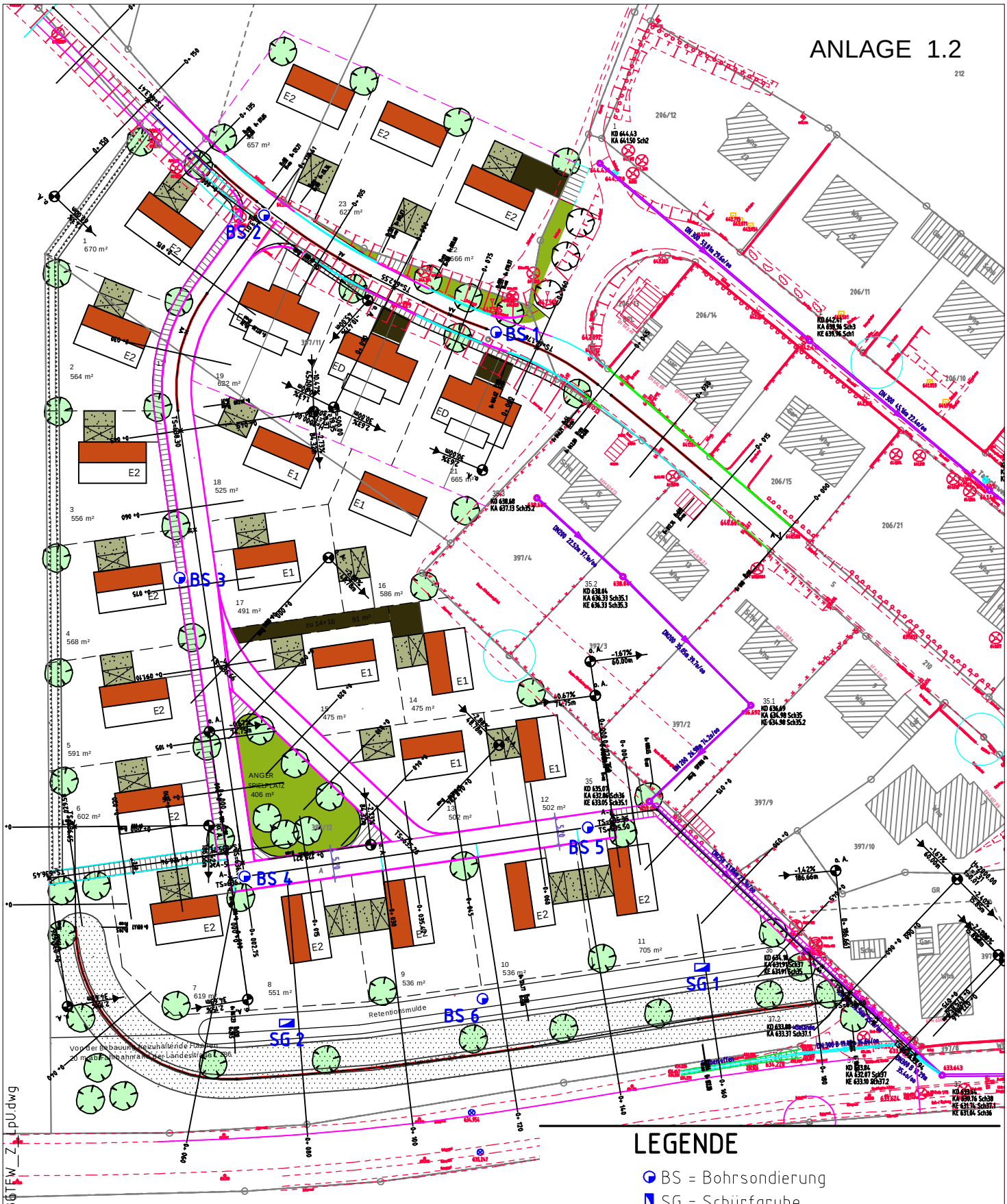
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Erschließung Baugebiet Tafertsweiler Straße in 88374 Hoßkirch



Karte: openstreetmap.org

ANLAGE 1.2



LEGENDE

- BS = Bohrsondierung
- SG = Schürfgrube

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Walseerstr. 51 88440 Biberach
Telefon: 07351.47400-31
Telefax: 07351.47400-29
www.henkegeo.de
e-mail: bc@henkegeo.de

www.henkegeo.de	Datum	Name
gez.	13.01.'21	cr
ges.	13.01.'21	crh
	.	.

DaN:x

oDaN:x

ANLAGE 1.2

MAßSTAB 1 : 1000

Bauherr: Gemeinde Hoßkirch, Kirchstraße 2, 88374 Hoßkirch

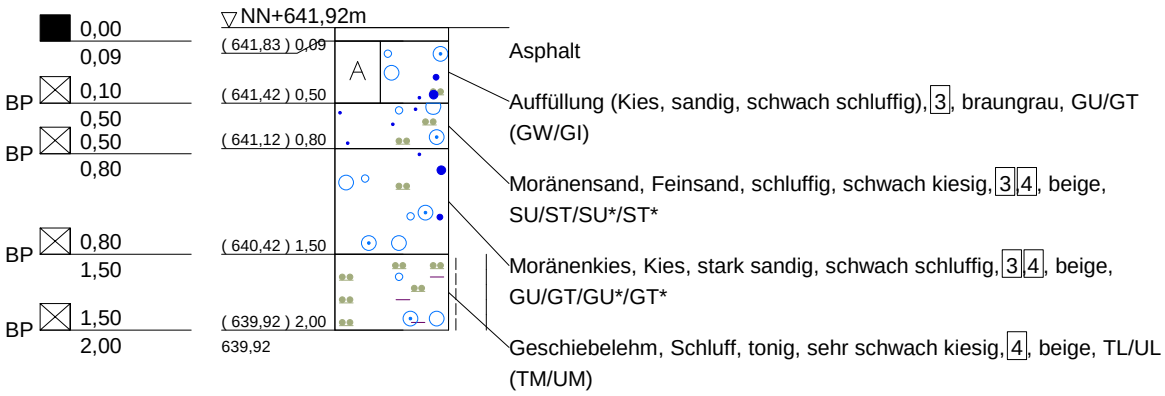
Projekt: BV Erschließung Baugebiet "Tafertsweiler Straße" in 88374 Hoßkirch

Darstellung: **Lageplan der Untersuchungspunkte**

www.henkegeo.de

Zeichnung N:\Daten-BC\H\HKBGTFW\HKBGTFW_Z_LpU.dwg
Layout: Lageplan1

BS 1



Sondierloch nach Bohrende standfest bis 2,00m u.GOK
kein Wasser feststellbar
Bohrhindernis getroffen
kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen

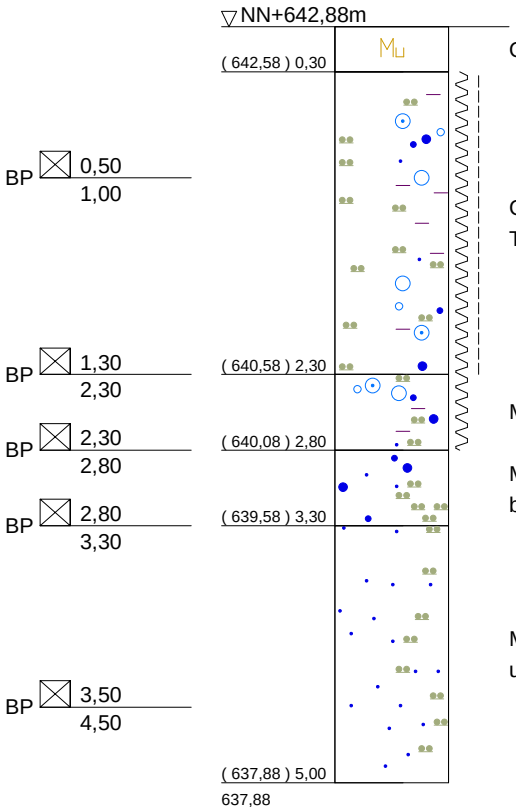
Bauvorhaben:
BV Erschließung Baugebiet
"Tafertsweiler Straße" in 88374 Hoßkirch

Planbezeichnung:
Bohrsondierung (BS) 1

Plan-Nr: HKBGTFW BS 1	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw — Datum: 15.12.20 Gezeichnet: Geändert: Gesehen: Projekt-Nr: HKBGTFW

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2020 - N:\Daten-BC\H\HKBGTFW\Gelände\WinBohr\HKBGTFW_BS1.bop

BS 2



Oberboden, 1, dunkelbraun, stark humos, stark durchwurzelt

Geschiebelehm, Schluff, tonig, sandig, kiesig, 4, hellbraun, bis 1,0m Tiefe graubraune Färbung, TL/TM

Moränenkies, Kies, stark schluffig, sandig, tonig, 4, hellbraun, GU*/GT*

Moränensand, Sand, schwach schluffig bis schluffig, 3, hellbraun bis beigebraun, SU/ST

Moränensand, Feinsand, schluffig, 3 4, hellbraun bis beigebraun, zu unterst ab 4,9m Tiefe stark schluffig, SU/ST/SU*/ST*

Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,47m u.GOK
kein Wasser feststellbar

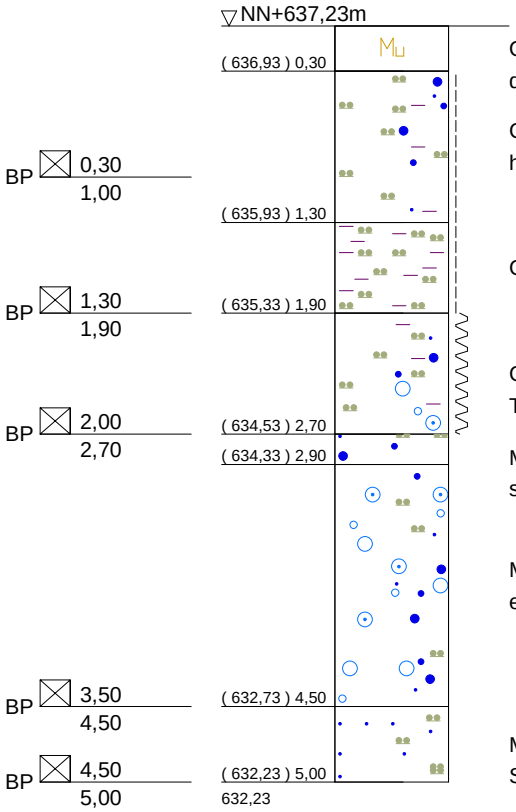
Bauvorhaben:
BV Erschließung Baugebiet
"Tafertsweiler Straße" in 88374 Hoßkirch

Planbezeichnung:
Bohrsondierung (BS) 2

Plan-Nr: HKBGTFW BS 2	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw Datum: 15.12.20 Gezeichnet: Geändert: Gesehen: Projekt-Nr: HKBGTFW

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2020 - N:\Daten-BC\H\HKBGTFW\Gelände\WinBohr\HKBGTFW_BS2.bop

BS 3



Oberboden (Kulturboden), 1, mittelbraun bis graubraun, schwach durchwurzelt, schwach humos

Geschiebelehm, Schluff, stark sandig, tonig, 4, mittelbraun bis hellbraun, zur Tiefe hin heller, TL (TM)

Geschiebelehm, Schluff, Ton, 4, hellbraun, TM (TL)

Geschiebelehm, Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig, 4, hellbraun, TL/TM

Moränensand, Sand, schluffig, 4 3, hellbraun bis beigebraun, zur Tiefe stark schluffig, SU/ST/SU*/ST*

Moränenkies, Kies, stark sandig, schwach schluffig, 3, beigegrau, einzelne Schluf-Feinsand-Lagen bis 15cm mächtig, GU/GT

Moränensand, Feinsand, schwach schluffig bis schluffig, 3, beigegrau, SU/ST

Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,59m u.GOK
kein Wasser feststellbar

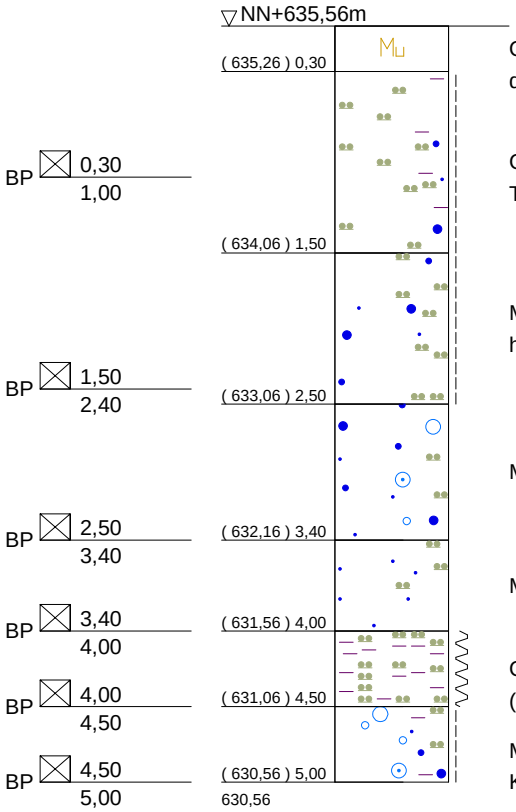
Bauvorhaben:
BV Erschließung Baugebiet
"Tafertsweiler Straße" in 88374 Hoßkirch

Planbezeichnung:
Bohrsondierung (BS) 3

Plan-Nr: HKBGTFW BS 3	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw Gezeichnet: Geändert: Gesehen: Datum: 15.12.20
	Projekt-Nr: HKBGTFW

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2020 - N:\Daten-BC\H\HKBGTFW\Gelände\WinBohr\HKBGTFW_BS3.bop

BS 4



Oberboden (Kulturboden), 1, mittelbraun bis graubraun, schwach durchwurzelt, schwach humos

Geschiebelehm, Schluff, tonig, sandig, 4, mittelbraun bis hellbraun, TL/TM

Moränensand, Sand, stark schluffig bis schluffig, 4, mittelbraun bis hellbraun, Feinanteil zu Tiefe abnehmend, SU*/ST*

Moränensand, Sand, kiesig, schwach schluffig, 3, beigegrau, SU/ST

Moränensand, Feinsand, schluffig, 3 4, beige, SU/ST/SU*/ST*

Geschiebelehm, Schluff, Ton, 4, beige, zur Tiefe weich bis steif, TM (TL)

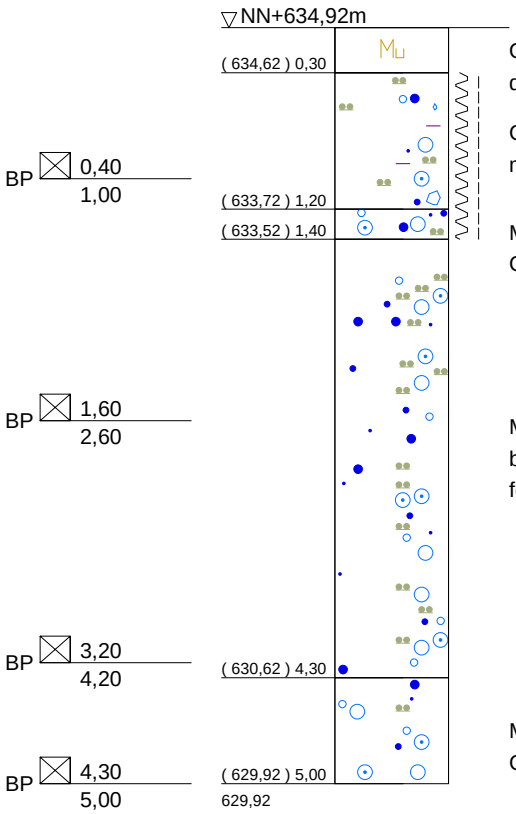
Moränenkies, Kies, sandig, schluffig, tonig, 4, beige, schlechter Kerngewinn, GU*/GT*/TL

Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,81m u.GOK
kein Wasser feststellbar

Bauvorhaben: BV Erschließung Baugebiet "Tafertsweiler Straße" in 88374 Hoßkirch	
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 4	
Plan-Nr: HKBGTFW BS 4	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw Gezeichnet: Geändert: Gesehen: Datum: 15.12.20
	Projekt-Nr: HKBGTFW

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2020 - N:\Daten-BC\H\HKBGTFW\Gelände\WinBohr\HKBGTFW_BS4.bop

BS 5



Oberboden (Kulturboden), 1, mittelbraun bis graubraun, schwach durchwurzelt, schwach humos

Geschiebelehm, Schluff, tonig, stark kiesig, steinig, sandig, 4, mittelbraun bis hellbraun, TL (TM)

Moränenkies, Kies, stark schluffig, sandig, 4, mittelbraun bis hellbraun, GU*/GT*

Moränensand, Sand, schwach schluffig bis schluffig, schwach kiesig bis kiesig, 3, beige, zwischen 2,3m-2,4m und 2,9m-3,0m Tiefe sehr feine Korngröße und stärker schluffig, SU/ST

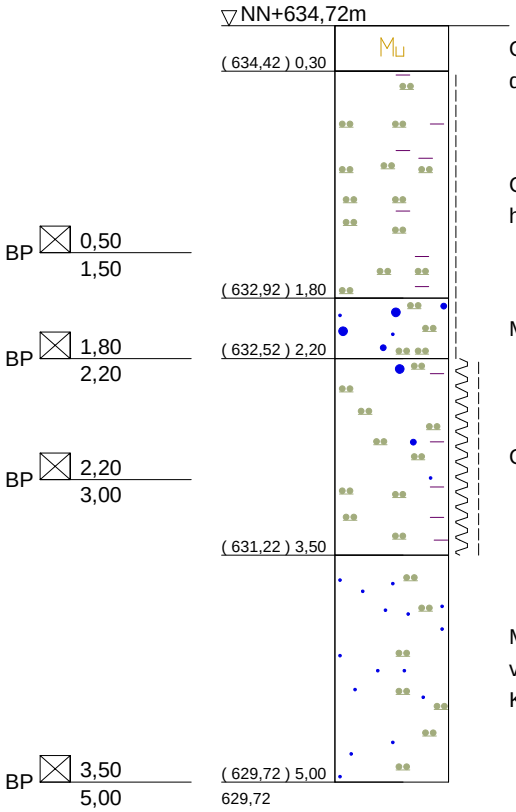
Moränenkies, Kies, sehr stark sandig, schwach schluffig, 3, beige, GU/GT (GW/GI)

Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,76m u.GOK
kein Wasser feststellbar

Bauvorhaben: BV Erschließung Baugebiet "Tafertsweiler Straße" in 88374 Hoßkirch	
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 5	
Plan-Nr: HKBGTFW BS 5	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw Gezeichnet: Geändert: Gesehen: Datum: 15.12.20 Projekt-Nr: HKBGTFW

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2020 - N:\Daten-BC\H\HKBGTFW\Gelände\WinBohr\HKBGTFW_BS5.bop

BS 6



Oberboden (Kulturboden), 1, mittelbraun bis graubraun, schwach durchwurzelt, schwach humos

Geschiebelehm, Schluff, tonig, 4, mittelbraun bis hellbraun, zur Tiefe heller, TL/TM

Moränensand, Sand, stark schluffig, 4, hellbraun, SU*/ST*

Geschiebelehm, Schluff, tonig, schwach sandig, 4, hellbraun, TL/TM

Moränensand, Feinsand, schluffig, 3 4, beige, schlechter Kerngewinn, vermutlich mit stark schluffigen/tonigen Zwischenlagen von weicher Konsistenz, SU/ST/SU*/ST*

Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,71m u.GOK
kein Wasser feststellbar

Bauvorhaben:
BV Erschließung Baugebiet
"Tafertsweiler Straße" in 88374 Hoßkirch

Planbezeichnung:
Bohrsondierung (BS) 6

Plan-Nr: HKBGTFW BS 6	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw Gezeichnet: Geändert: Gesehen: Datum: 15.12.20
	Projekt-Nr: HKBGTFW

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2020 - N:\Daten-BC\H\HKBGTFW\Gelände\WinBohr\HKBGTFW_BS6.bop

Zeichenerklärung (DIN 4023)

ANLAGE 2.7

Bodenarten

Blöcke	mit Blöcken	Y	y
Steine	steinig	X	x
Kies	kiesig	G	g
Sand	sandig	S	s
Schluff	schluffig	U	u
Ton	tonig	T	t
Torf	torfig	H	h
Mergel	mergelig	Mg	mg
Auffüllung		A	

Felsarten

Fels allgemein	Z	Z
Fels verwittert	Zv	Zv
Brekzie, Konglomerat	Gst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Kalkstein	Kst	
Mergelstein	Mst	
Granit, Gneis	Ma	

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Nebenanteile

t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
$\overline{g}$	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

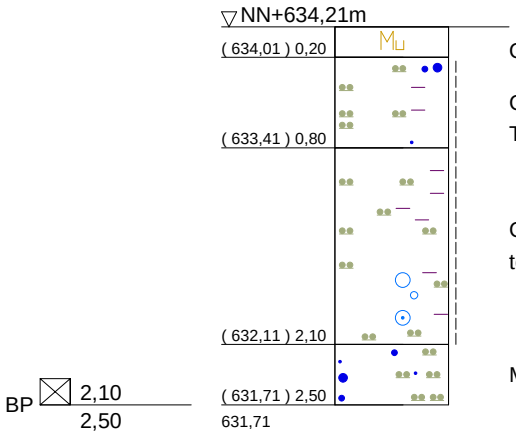
Konsistenz/ Lagerungsdichte

	flüssig		halbfest		locker
	breiig		fest		mittel dicht
	weich		klüftig		dicht
	steif		stark klüftig, brüchig		sehr dicht

Probenentnahmen und Grundwasser

BP	Becherprobe
EP	Eimerprobe
FP	Felsprobe
GP	Glasprobe
MP	Mischprobe
ZP	Zylinderprobe
UP	ungestörte Probe
	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrende
	Ruhewasserstand
k. GW	kein Grundwasser

SG 1



Oberboden, 1

Geschiebelehm, Schluff, tonig, sandig, 4, mittelbraun, einzelne Kiesel, TL/TM

Geschiebelehm, Schluff, stark tonig, schwach kiesig, 4, mittelbraun, teilweise weich bis steif, TL/TM

Moränensand, Sand, schluffig bis stark schluffig, 4, hellbraun SU*/ST*

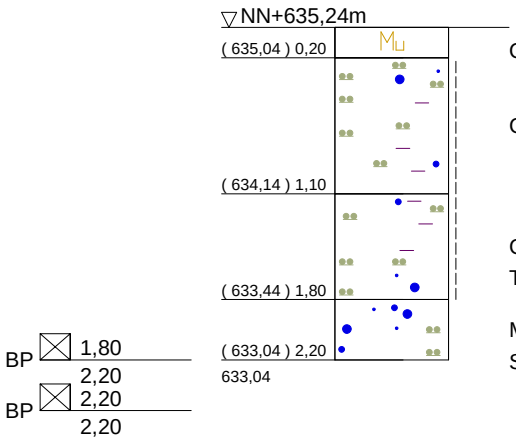
Bauvorhaben:
BV Erschließung Baugebiet
"Tafertsweiler Straße" in 88374 Hoßkirch

Planbezeichnung:
Schürfgrube (SG) 1

Plan-Nr: HKBGTFW SG 1	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw Gezeichnet: Geändert: Gesehen: Datum: 10.03.21
	Projekt-Nr: HKBGTFW

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2020 - N:\Daten-BC\H\HKBGTFW\Gelände\WinBohr\HKBGTFW_SG1.bop

SG 2



Oberboden, 1

Geschiebelehm, Schluff, tonig, sandig, 4, mittelbraun, TL/TM

Geschiebelehm, Schluff, tonig, sandig, 4, hellbraun, einzelne Kiesel, TL/TM

Moränensand, Sand, schluffig, 3 4, hellbraun bis gelbbraun, SU/ST/SU*/ST*

Bauvorhaben:
BV Erschließung Baugebiet
"Tafertsweiler Straße" in 88374 Hoßkirch

Planbezeichnung:
Schürfgrube (SG) 2

Plan-Nr: HKBGTFW SG 2	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw Gezeichnet: Geändert: Gesehen: Datum: 10.03.21
	Projekt-Nr: HKBGTFW

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2020 - N:\Daten-BC\H\HKBGTFW\Gelände\WinBohr\HKBGTFW_SG2.bop

Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik
Waldseer Straße 51
88400 Biberach

Analysenbericht Nr.	555/2505	Datum:	02.02.2021

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik		
Projekt	: HKGTFW		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: PN 98
Art der Probe	: Asphalt	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	:	Probeneingang	: 27.01.2021
Originalbezeich.	: BS 1 Asphalt		
Probenbezeich.	: 555/2505	Untersuch.-zeitraum	: 27.01.2021 – 02.02.2021

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Trockensubstanz	[%]	99,5		DIN EN 14346
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,16		
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,05		
Fluoren	[mg/kg TS]	0,07		
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,19		
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,13		
Pyren	[mg/kg TS]	0,1		
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,08		
Chrysen	[mg/kg TS]	0,09		
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,12		
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,05		
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,06		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,07		
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,17		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,08		
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	**1,42**		DIN ISO 18287

Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4
pH-Wert	[-]	9,72		DIN 38 404 - C5
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	72		EN 27 888
Phenolindex	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 14402

Markt Rettenbach, den 02.02.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift
M.Sc. Ruth A. Schindele

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)

Nummer der Feldprobe: BS 1 Asphalt
Tag und Uhrzeit der Probenahme:
Probenahmeprotokoll-Nr: ……..

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe: 555/2505.
Tag und Uhrzeit der Anlieferung: 27.01.2021
Probenahmeprotokoll: ⊗ ja O nein

Ordnungsgemäße Probenanlieferung: ja.
Probengefäß: PE-Eimer Transportbedingungen (z. B. Kühlung)…….
separierte Fraktion (z. B. Art, Anteil, separate Teilprobe): nein
Kommentierung:……
Größe der Laborprobe: Volumen [l]:10. oder Masse [kg]: ……..

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)
Sortierung: O ja ⊗ nein separierte Stoffgruppen:

Teilung / Homogenisierung:
O fraktionierendes Teilen
⊗ Kegeln und Vierteln
O Cross-Riffling
O Sonstige:

Rückstellprobe:
⊗ Ja O Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung: ⊗ ja O nein	Feinkleinerung: ⊗ ja O nein
Teilmassen [3 kg]:	Teilmassen [0,3 kg]
⊗ Backenbrecher	⊗ Kugelmühle
O Schneidemühle	O Mörsermühle
O Bohrmeisel / Meisel	⊗ Endfeinheit 0,15 mm
O Sonstige:	O Endfeinheit ____ mm

Trocknung:
⊗ 105° C O Lufttrocknung:

27.01.2021
Datum

Jonathan Schwarz
Bearbeiter

Erklärung der Untersuchungsstelle

1.

Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH

Anschrift: Gewerbestr. 10

87733Markt Rettenbach

Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele

Telefon/Telefax: 08392/9210

eMail: bvu@bvu-analytik.de

Prüfbericht – Nr.: 555/2505

Prüfbericht Datum: 02.02.2021

Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: ☒ ja ☐ nein

Auftraggeber: HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik

Anschrift: Waldseer Straße 51

88400 Biberach

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 ☐ ja

Parameter/Normen:

☐ 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 notifiziert ☐
Behörde

Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt ☐ ja ☒ nein

Parameter:

Untersuchungsinstitut:

Anschrift:

Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 ☐ Notifizierung Fachmodul Abfall ☐

4.

Markt Rettenbach, 02.02.2021
Ort, Datum

Unterschrift des Untersuchungsstelle
(Laborleiter)

Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik
Waldseer Straße 51
88400 Biberach

Analysenbericht Nr.	555/2503	Datum:	02.02.2021

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik		
Projekt	: HKGTFW		
Projekt-Nr.	:		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: PN 98
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	:	Probeneingang	: 27.01.2021
Originalbezeich.	: MP 1 Moränensand/Moränenkies	Probenbezeich.	: 555/2503
Untersuch.-zeitraum	: 27.01.2021 – 02.02.2021		

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV:2007-03)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S	L/tL)	Z 0*	Z 1.1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	93,5		-		-	-	-	DIN EN 14346 :2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	6,6		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	6		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	14		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	9,7		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	12		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	27		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	0,5		1		1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100		200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-		400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-		-	3	10	DIN EN ISO 17380:2013-10

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH

1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S L/tL)	Z 0*	Z 1.1/2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	**n.n.**		0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Σ BTXE:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01						
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01						
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ LHKW:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 02.02.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik
Waldseer Straße 51
88400 Biberach

Analysenbericht Nr.	555/2504	Datum:	02.02.2021

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik		
Projekt	: HKGTFW		
Projekt-Nr.	:		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: PN 98
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	:	Probeneingang	: 27.01.2021
Originalbezeich.	: MP 2 Geschiebelehm	Probenbezeich.	: 555/2504
Untersuch.-zeitraum	: 27.01.2021 – 02.02.2021		

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV:2007-03)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S | L/tL)		Z 0*	Z 1.1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	85,9		-		-	-	-	DIN EN 14346 :2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	9,8		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	11		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	25		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	15		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	24		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,05		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	49		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1		1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100		200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-		400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-		-	3	10	DIN EN ISO 17380:2013-10

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH

1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S | L/tL)	Z 0*	Z 1.1/2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	**n.n.**		0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Σ BTXE:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01						
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01						
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ LHKW:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 02.02.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Erschließung Baugebiet "Tafertsweiler Straße"in 88374 Hoßkirch **Projektkürzel:** HKBGTFW

Probe	Material	w_n %	w_l %	w_p %	I_p %	I_c	Kon-sistenz	Körnungsziffer T / U - S - G	BA nach DIN 18196	ρ t/m³	ρ_D t/m³	φ' (°)	c' kN/m²	c_u kN/m²	E_s kN/m²	Bemerkungen
BS1 / 0,5-0,8	Moränensand	5,5							SU*/ST*							Feinanteil: 28,5 %
BS 1 / 0,8-1,5	Moränenkies	4,4							GU*/GT*							Feinanteil: 17,5 %
BS 2 / 1,3-2,3	Geschiebelehm	20,2														
BS 2 / 3,5-4,5	Moränensand	13,7							SU*/ST*							Feinanteil: 20,8 %
BS 3 / 0,3-1,0	Geschiebelehm	15,8														
BS 3 / 1,3-1,9	Geschiebelehm	29,0														
BS 3 / 2,0-2,7	Geschiebelehm	19,9	27,1	14,9	12,3	0,59	weich		TL							
BS 3 / 3,5-4,5	Moränenkies	3,0							GU/GT							Feinanteil: 9,3 %
BS 4 / 0,3-1,0	Geschiebelehm	16,6														
BS 4 / 1,5-2,4	Moränensand	16,6														
BS 4 / 2,5-3,4	Moränensand	3,8							SU/ST							Feinanteil: 8,0 %
BS 4 / 4,5-5,0	Moränenkies	8,7							GU*/GT*							Feinanteil: 36,0%
BS 5 / 0,4-1,0	Geschiebelehm	17,2														
BS 5 / 1,6-2,6	Moränensand	5,8							SU/ST							Feinanteil: 13,5 %
BS 5 / 4,3-5,0	Moränenkies	2,4							GU/GT							Feinanteil: 8,0 %
BS 6 / 0,5-1,0	Geschiebelehm	17,4														
BS 6 / 2,2-3,0	Geschiebelehm	21,8	32,9	18,4	14,5	0,77	steif		TL							
BS 6 / 3,5-5,0	Moränensand	10,3							SU*/ST*							Feinanteil: 31,9 %

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand wn

ANLAGE 5.1

Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 18 122

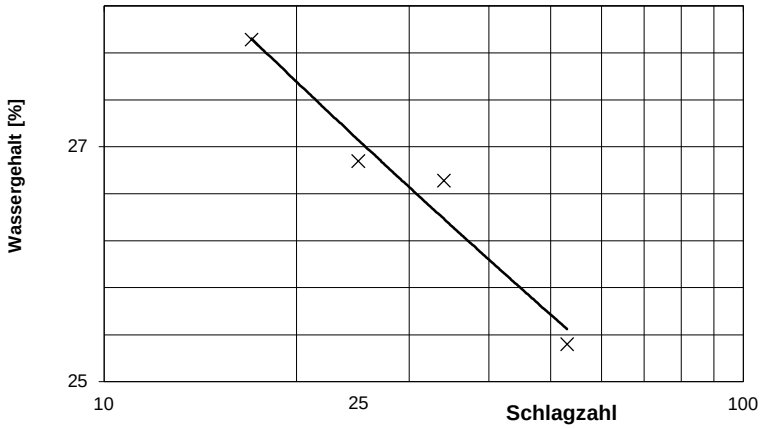
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

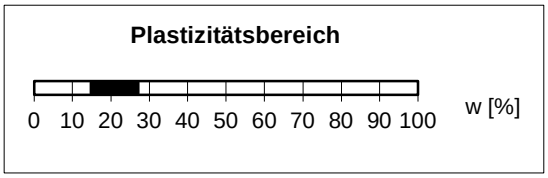
ANLAGE 5.2.1

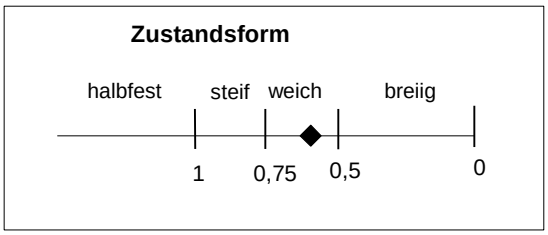
Projekt:	BV Erschließung Baugebiet "Tafertsweiler Straße"in 88374 H(	Kürzel:	HKBGTFW
Probe:	BS 3 / 2,0-2,7 geol. Bez.: Geschiebelehm	Versuchsdatum:	26.01.21

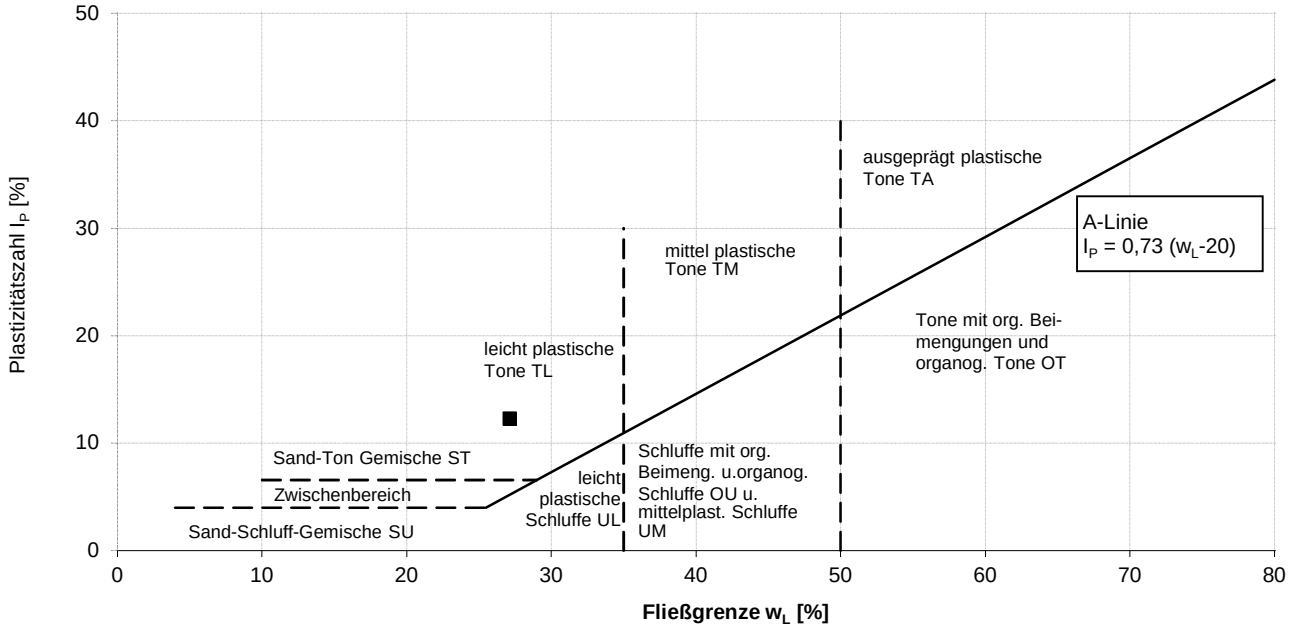
nat. Wassergehalt w_n:	19,9	%	Massenanteil > 0,4mm (ü):	-	%
Fließgrenze $\mathbf{w_L}$:	27,1	%	Wassergehalt $w_{<0,4}$:	-	%
Ausrollgrenze $\mathbf{w_P}$:	14,9	%	Plastizitätszahl $\mathbf{I_P}$=w_L-w_P:	12,3	
Konsistenz:	weich		Konsistenzzahl $\mathbf{I_C}$=(w_L-w_n)/I_P:	0,59	
Bodenart:	**TL**				

Maximaler Wassergehalt **halbfest** (**I_C = 1,0**):				**14,9**	%
Wassergehalt **steif** (**I_C = 0,75-1,0**) von:	**17,9**	%	bis	**15,0**	%
Wassergehalt **weich** (**I_C = 0,5-0,75**) von:	**21,0**	%	bis	**18,0**	%
Wassergehalt **breiig** (**I_C = 0,0-0,5**) von:	**27,1**	%	bis	**21,1**	%









verwendete Prüfmittel (Inv.Nr.):	Laborbearbeiter: AH	ausgewertet & geprüft/freigegeben:

Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 18 122

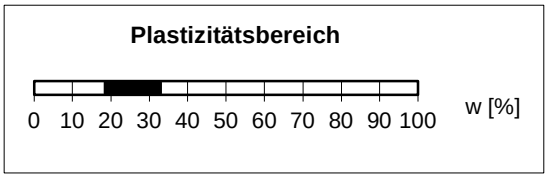
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

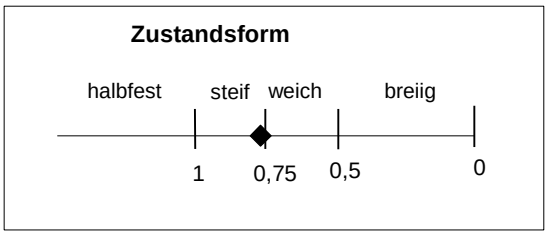
ANLAGE 5.2.2

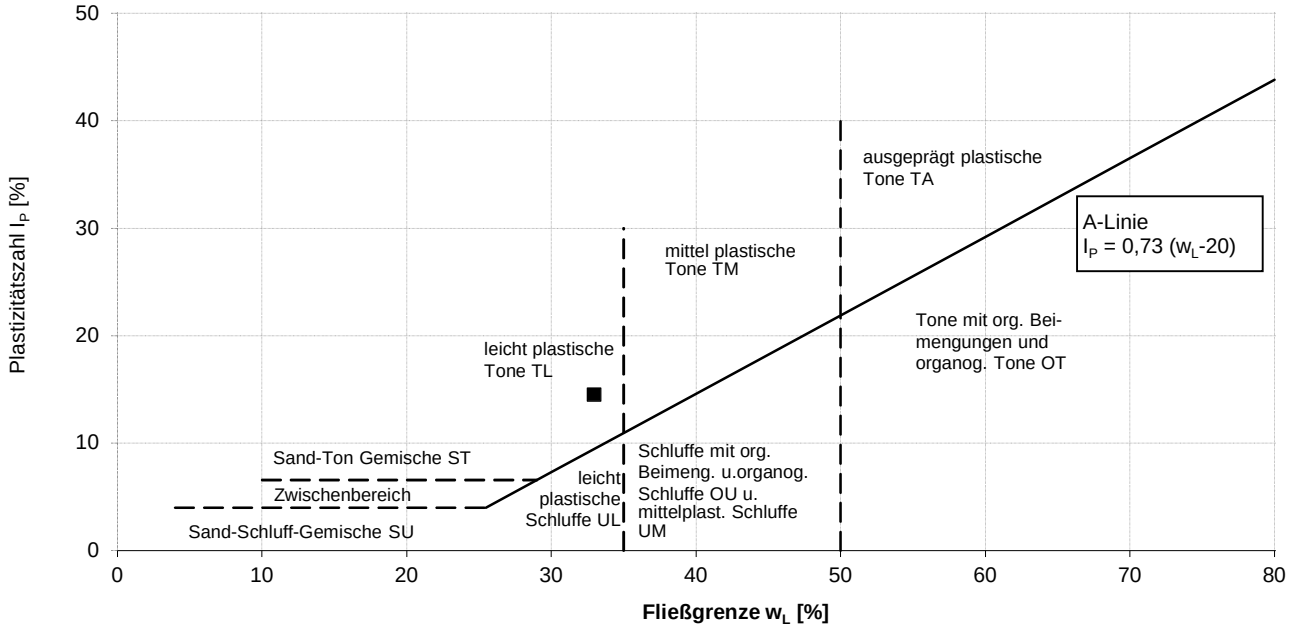
Projekt:	BV Erschließung Baugebiet "Tafertsweiler Straße"in 88374 H(			Kürzel:	HKBGTFW
Probe:	BS 6 / 2,2-3,0	geol. Bez.:	Geschiebelehm	Versuchsdatum:	26.01.21

nat. Wassergehalt w_n:	21,8	%	Massenanteil > 0,4mm (ü):	-	%
Fließgrenze $\mathbf{w_L}$:	32,9	%	Wassergehalt $w_{<0,4}$:	-	%
Ausrollgrenze $\mathbf{w_P}$:	18,4	%	Plastizitätszahl $\mathbf{I_P}$=w_L-w_P:	14,5	
Konsistenz:	steif		Konsistenzzahl $\mathbf{I_C}$=(w_L-w_n)/I_P:	0,77	
Bodenart:	**TL**				

Maximaler Wassergehalt **halbfest** (**I_C = 1,0**):				**18,4**	%
Wassergehalt **steif** (**I_C = 0,75-1,0**) von:	**22,1**	%	bis	**18,5**	%
Wassergehalt **weich** (**I_C = 0,5-0,75**) von:	**25,7**	%	bis	**22,2**	%
Wassergehalt **breiig** (**I_C = 0,0-0,5**) von:	**32,9**	%	bis	**25,8**	%







verwendete Prüfmittel (Inv.Nr.):	Laborbearbeiter: AH	ausgewertet & geprüft/freigegeben: