

Geotechnischer Bericht nach DIN 4020
zum Bauvorhaben
Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite"
in
88263 Horgenzell - Zogenweiler

Bauherr und Auftraggeber:

Gemeinde Horgenzell
Kornstraße 44
88263 Horgenzell

Geotechnische Projektleitung:

Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi

Erstattungsdatum:

23. Februar 2018

Aktenzeichen:

ZWBAUG 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

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	3
2. Unterlagen	3
3. Projektbeschreibung	4
4. Allgemeiner geologischer Überblick	4
5. Baugrunderkundung	5
6. Schichtenbeschreibung und -lagerung	6
7. Bodenverunreinigungen	8
8. Hydrogeologische Situation	8
9. Versickerungsversuch	9
10. Geotechnische Laborversuche	10
11. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke	12
12. Homogenbereiche für Böden nach DIN 18300 (2015-08)	13
13. Bodenkennwerte	15
14. Kanal- und Leitungsbau	16
14.1 Graben- und Grubenaushub	16
14.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben	16
14.3 Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung	17
15. Bau von Verkehrsflächen	19
16. Retentions- / Versickerungsbecken	23
17. Allgemeine Angaben zur Bebauung im Neubaugebiet	24
17.1 Geotechnische Kategorie	24
17.2 Baugruben und Böschungen	24
17.3 Bauwerksgründungen	25
17.4 Abdichtung von erdberührten Bauteilen	27
17.5 Arbeitsraumverfüllung	28
17.6 Regenwasserversickerung	29
17.7 Erd- und Wasserdruck	30
17.8 Geothermische Energienutzung	30
17.9 Erdbebensicherheit	31
18. Schlussbemerkungen	32

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne	
		1.1	Übersichtslageplan
		1.2	Lageplan der Untersuchungspunkte und Profilschnitte
Anlage	2	Bohrsondierungen	
		2.1 – 2.6	Bohrsondieraufnahmen BS 1 bis BS 6
		2.7	Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Profilschnitte	
		3.1 – 3.2	Profilschnitt PS 1 bis PS 2
Anlage	4	Zusammenstellung der bodenmechanischen/-physikalischen Laborversuche	
		4.1.1 – 4.1.2	Tabellarische Zusammenstellung der Laborergebnisse
		4.2	Korngrößenverteilung
Anlage	5	Ergebnisse der chemischen Analytik	
		5.1	VwV-Analyse Mischprobe MP 1
		5.2	VwV-Analyse Mischprobe MP 2

1. Auftrag

Die Gemeinde Horgenzell plant über das Ingenieurbüro agp, Bad Waldsee, die Erschließung des Neubaugebietes „Kreuzbreite“ in 88263 Zogenweiler. In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (HUP), Vertretung Oberschwaben, auf der Basis des Angebotes vom 27.11.2017, Az.: ZWBAUG K01, am 01.12.2017 von der Gemeinde Horgenzell beauftragt, eine Baugrunderkundung für den östlichen Bereich des geplanten Neubaugebietes durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 für den östlichen Bereich des geplanten Neubaugebietes zu erstellen.

Für den westlichen Bereich des geplanten Neubaugebietes liegt bereits ein Bericht zur geplanten Erschließung des Neubaugebietes vom Geotechnikbüro „das geoteam“ vor.

2. Unterlagen

Als Unterlagen zur Bearbeitung wurden uns zur Verfügung gestellt:

Ingenieurbüro agp:

- [1] Lageplan Vorplanung als dwg- Datei, mit Datum vom 13.12.2017
- [2] Lageplan zusätzliche Baugrunduntersuchung (M_3999-29_2018-01-29_zusätzliche Baugrunduntersuchung), unmaßstäblich, als pdf-Datei, mit Datum vom 29.01.2018

das geoteam

- [3] Lageplan und Aufschlüsse zur Baugrunderkundung Kreuzbreite als pdf-Datei, mit Datum vom 16.03.2016

Aus eigenen Archivunterlagen stand uns zur Verfügung:

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) Baden - Württemberg:

- [4] Geologische Karte von Baden-Württemberg Blatt 8123 Weingarten sowie digitale geologische Karten des LGRB

3. Projektbeschreibung

Das geplante Neubaugebiet „Kreuzbreite“ soll im Nordosten von Zogenweiler auf dem Flurstück 24/1 entstehen. Derzeit wird das Gelände landwirtschaftlich als Ackerfläche genutzt. Im Westen und Süden schließen bebaute Grundstücke an, im Norden und Osten liegen landwirtschaftlich genutzte Flächen. Im Rahmen der Erschließung des Neubaugebietes sollen Erschließungsstraßen gebaut und Versorgungsleitungen verlegt werden. Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan bei, auf dem die Lage des geplanten Baugebietes rot gekennzeichnet ist.

Die Erschließungsstraße soll im Süden an die Kreisstraße K 7973 und im Norden an einen bestehenden Weg, welcher zur Kreisstraße K 7968 führt, anbinden. Südlich der Anschlussstelle Erschließungsstraße an die K 7973 soll ein Retentions- bzw. Versickerungsbecken für anfallendes Niederschlagswasser aus dem Baugebiet erstellt werden. Südlich des geplanten Retentions- bzw. Versickerungsbeckens befindet sich der Buttenmühlebach.

Die Lage der geplanten Erschließungsstraßen des Neubaugebietes kann dem Lageplan, der als Anlage 1.2 diesem Bericht beiliegt, entnommen werden.

Das Gelände des Baugebietes fällt von Nordwesten nach Südosten von einer Höhe von ca. 675,0 m ü. NN auf eine Höhe von ca. 671,0 m ü. NN ab.

4. Allgemeiner geologischer Überblick

Nach der geologischen Karte [4] stehen im geplanten Neubaugebiet würmeiszeitliche Moränensedimente in Form von Geschiebemergel und -lehm sowie Moränenkies und Moränensand an. Der tiefere Untergrund wird von Mergeln, Sanden und Sandsteinen der Oberen Süßwassermolasse (OSM) gebildet.

5. Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Baugrundsituation wurden am 31.01.2018 insgesamt fünf Bohrsondierungen BS 1 bis BS 5 im östlichen Bereich des geplanten Neubaugebietes und eine Bohrsondierung BS 6 im Bereich des geplanten Retentions- / Versickerungsbeckens niedergebracht.

Die Aufschlusspunkte wurden durch Mitarbeiter des IB Henke und Partner nach Lage und Höhe eingemessen. Der Lagebezug wurde über die bestehenden Grundstücksgrenzen bzw. über die bestehende Bebauung und der Höhenbezug über eine im erhobenen Kanalplan angegebene Schachtdeckelhöhe in m ü. NN hergestellt.

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

Die sechs Bohrsondierungen BS 1 bis BS 6 wurden mittels Sondierdraht bis in Tiefen zwischen 3,6 m und 4,5 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Insgesamt wurden 24,5 lfd. m bohrt. Bei allen Bohrungen konnte aufgrund des großen Rammwiderstandes bei der erreichten Endtiefe kein weiterer Bohrfortschritt mehr erzielt werden. Die gewonnenen Sondierkerne 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 Anlagen 2.1 bis 2.6 beigelegt. Eine Legende der hierbei verwendeten Signaturen und Abkürzungen liegt als Anlage 2.7 bei. Für geotechnische Laboruntersuchungen und chemische Analysen sowie als Rückstellproben wurden vom frischen Bodenmaterial repräsentative Proben entnommen.

Für den westlichen Bereich des geplanten Neubaugebietes wurden vom Geotechnikbüro "das geo-team" zur Erkundung des Baugrundes am 16.03.2016 fünf Schürfguben angelegt.

6. Schichtenbeschreibung und -lagerung

Anhand der abgeteufte Kleinbohrungen stellt sich die geologische Situation im östlichen Bereich des geplanten Neubaugebietes sowie im Bereich des vorgesehenen Retentions- / Versickerungsbeckens wie folgt dar:

Die Schichtenfolge beginnt bei allen fünf Bohrsondierungen BS 1 bis BS 5, welche im östlichen Bereich des geplanten Neubaugebietes niedergebracht wurden, mit einem 30 cm mächtigen, graubraunen **Oberboden**, welcher sich aus einem tonigen Schluff mit sehr schwach sandigen bis sandigen und sehr schwach kiesigen bis kiesigen Anteilen zusammensetzt. Der Oberboden ist humos und durchwurzelt.

Darunter folgt in den fünf Bohrungen ein **Decklehm**, der in den Aufschlüssen bis in Tiefen zwischen 0,8 m u. GOK und 2,3 m u. GOK reicht. Der Decklehm besteht aus einem tonigen Schluff mit wechselnden sandigen und kiesigen Anteilen. Die Konsistenz wurde überwiegend mit steif, bereichsweise auch mit weich angesprochen. Die Farbe des Decklehms ist mittelbraun bis hellbraun. Im oberen Bereich ist der Decklehm noch schwach durchwurzelt. In der Bohrung BS 5 wurde ein Sandstein im Decklehm durchbohrt.

In den Bohrungen BS 2 und BS 5 wird der Decklehm von einer **Verwitterungslehmschicht** unterlagert, die bis in Tiefen von ca. 1,9 m und 2,1 m u. GOK reicht. Der Verwitterungslehm wurde als sandiger bis stark sandiger, toniger Schluff angesprochen und weist anhand der Bohrkernansprache eine weiche Konsistenz auf.

In den Bohrungen BS 1 und BS 3 wurden unter dem Decklehm würmeiszeitliche **Moränensedimente** aufgeschlossen. Bei den würmeiszeitlichen Moränensedimenten handelt es sich um eine ablagerungsbedingte, heterogene Wechsellagerung von Geschiebelehm, Moränensand und Moränenkies. Die würmeiszeitlichen Moränensedimente bestehen aus Schluff, Ton, Sand und Kies und weisen variierende Anteile dieser Fraktionen auf. Die Konsistenz wurde mit steif, halbfest und halbfest – fest angesprochen. Die Moränensedimente weisen eine beigebraune bis graue Farbe auf.

Als unterstes Schichtglied wurden in den Bohrungen BS 2 bis BS 5 die Schichten der **Oberen Süßwassermolasse (OSM)** angetroffen. Bei der aufgeschlossenen Molasseschicht handelt es sich um einen schwach schluffigen bis schluffigen und stellenweise schwach tonigen Feinsand bzw. Sand.

Der **OSM-Sand** ist glimmerführend und weist ein Farbspektrum von ocker über beige bis grau auf. Die Rammbarkeitsgrenze der Bohrsondierungen wurde vermutlich durch sehr dicht gelagerte Sande oder auf einer Sandsteinbank erreicht.

Zur Verdeutlichung der Schichtverläufe wurden zwei geologische Profilschnitte angefertigt, die als Anlagen 3.1 und 3.2 beiliegen. Die Lage der Profilschnitte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Es ist hierbei zu beachten, dass die Schichtverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden und daher naturgemäß vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

Die Bohrung BS 6, welche im Bereich des geplanten Retentions- / Versickerungsbeckens abgeteuft wurde, beginnt mit einem 0,2 m mächtigen, dunkelbraunen und durchwurzelt **Oberboden** aus humosem, tonigem Schluff.

Unter dem Oberboden folgen **junge Talfüllungen** in Form von **Tal-, Auenlehm, Talsand** und **Talkies**. Beim Tallehm handelt es sich um einen tonigen Schluff mit steifer Konsistenz und braungrauer Farbe. Der Tallehm reicht im Aufschluss bis 0,8 m u. GOK. Der Tallehm ist durchwurzelt und enthält Ziegelstücke. Der unter dem Tallehm aufgeschlossene **Auenlehm** besteht aus einem schwach sandigen, tonigen Schluff und ist von einzelnen Sandlagen durchzogen und bereichsweise organisch bzw. muddeartig ausgebildet. Die Konsistenz des Auenlehms wurde mit weich angesprochen. Der Auenlehm reicht in der BS 6 bis in eine Tiefe von ca. 1,8 m u. GOK. Darunter folgt ein 0,9 m mächtiger schwach verlehmt bis verlehmt **Talsand**. Der Talsand ist feucht bis nass und ist in den unteren 10 cm stark verlehmt. Unter dem Talsand wurde ein nasser, grauer **Talkies**, der als schwach schluffiger, sandiger Kies angesprochen wurde, angetroffen.

Unterlagert wird die Talkiesschicht ab einer Tiefe von ca. 3,4 m u. GOK von einem grauen, schwach schluffigen **OSM-Sand**. Die Rammbarkeitsgrenze der BS 6 in einer Tiefe von ca. 4,4 m unter GOK wurde vermutlich durch sehr dicht gelagerten Sande oder auf einer Sandsteinbank erreicht.

7. Bodenverunreinigungen

Routinemäßig wurde das aufgeschlossene Bodenmaterial auf sensorisch feststellbare Verunreinigungen begutachtet. Vereinzelt wurden oberflächlich Ziegel- und Glasstücke gefunden. Weitere Auffälligkeiten wurden nicht festgestellt.

Zur Überprüfung ob Bodenverunreinigungen vorliegen wurde eine Mischprobe MP 1 aus den oberflächlich anstehenden Böden (Decklehm, Verwitterungslehm und Moränensedimente) und eine Mischprobe MP 2 aus den aufgeschlossenen OSM-Sanden 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 5 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.

Bodenverunreinigungen können in den oberflächlich aufgeschlossenen Böden nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Es wird empfohlen, bei der Ausschreibung Positionen für die Entsorgung von belastetem Bodenaushub, für eine gegebenenfalls erforderliche Zwischenlagerung von Bodenaushub und für zusätzliche chemische Analysen vorzusehen.

8. Hydrogeologische Situation

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurde in den unverrohrten Bohrlöchern der Grund- bzw. Schichtwasserstand gemessen. In den Bohrungen BS 1 bis BS 5, welche im östlichen Bereich des geplanten Neubaugebietes niedergebracht wurden, konnte kein Grund- bzw. Schichtwasser in den Bohrlöchern gemessen werden.

Nach der aktuellen Hochwassergefahrenkarte liegt das geplante Baugebiet nicht in der Überschwemmungsfläche eines Oberflächengewässers.

Im Baufeld kann es durch Oberflächen- und Sickerwasser aufgrund der anstehenden, gering wasser-durchlässigen Böden zu einem Wassereinstau in verfüllten Arbeitsräumen bis zur Geländeoberkante

kommen. Wird keine Dränanlage hergestellt, muss der Bemessungswasserstand auf Geländeoberkante angenommen werden.

Das geplante Baugebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand Juni 2015), ergänzt um die vom RPF/LGRB hydrogeologisch abgegrenzten Wasser- und Heilquellenschutzgebiete im nordöstlichen Bereich innerhalb eines rechtskräftigen Wasserschutzgebietes der Zone III bzw. Zone IIIA.

Die Bohrung BS 6, welche im Bereich des geplanten Retentions- / Versickerungsbeckens hergestellt wurde, wurde zu einem temporären Pegel ausgebaut. Im Pegelrohr wurde ein Grundwasserstand von 0,91 m unter GOK gemessen, was einer Höhe von 664,19 m ü. NN entspricht. Da der gemessene Wasserstand bis in die gering wasserdurchlässige Auenlehmschicht reicht, liegen gespannte Grundwasserdruckverhältnisse in diesem Bereich vor. Aufgrund des gemessenen hohen Grundwasserstandes und da keine langfristigen Grundwassermessungen vorliegen, sollte der Bemessungswasserstand in diesem Bereich auf Geländeoberkante angenommen werden.

9. Versickerungsversuch

Im Zuge der Baugrunderkundung wurde im ausgebauten Bohrloch der BS 6 ein Versickerungsversuch durchgeführt. Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurde das ausgebaute Bohrloch bis GOK mit Wasser aufgefüllt und die Absenkung des Wasserspiegels über die Zeit gemessen. Die Versickerungsrate konnte nicht bestimmt werden, da vor der Wasserstandsmessung das eingefüllte Wasser (ca. 20 l in ca. 30 sek.) bereits bis zum GW-Spiegel in 0,91 m unter GOK versickert war. Aufgrund der festgestellten schnellen Versickerung des zugeführten Wassers kann von einer hohen Wasserdurchlässigkeit der Talkiesschicht ausgegangen werden. Anhand einer überschlägigen Berechnung wird ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von ca. $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s für die Talkiesschicht abgeschätzt.

10. Geotechnische Laborversuche

Für geotechnische Laboruntersuchungen wurden vom frischen Bodenmaterial aus den Bohrsondierungen insgesamt 26 Bodenproben entnommen.

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

- 23 mal Bestimmung des natürlichen Wassergehalts nach DIN 18121
- 4 mal Bestimmung des Feinanteils nach DIN 18123
- 2 mal Bestimmung der Huminsäuren nach DIN EN 1744
- 1 mal Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123

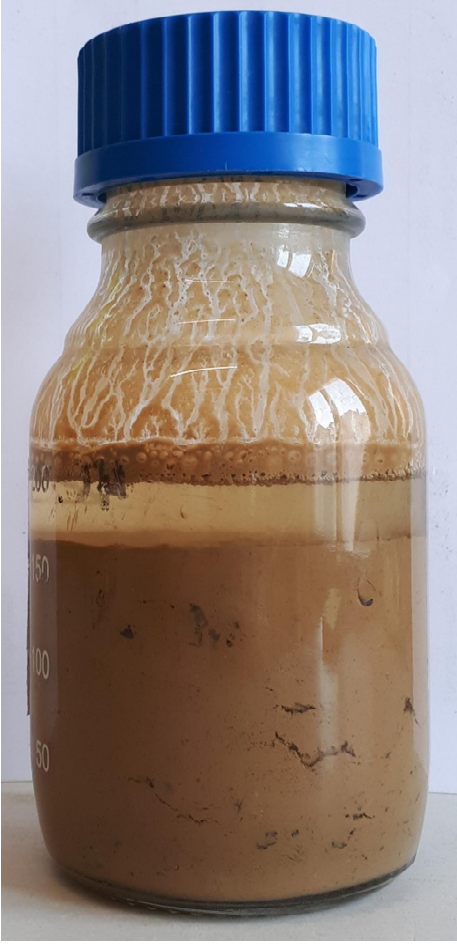
Eine tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Laborergebnisse liegt als Anlage 4.1 bei. Die Sieblinie der Korngrößenverteilung kann der Anlage 4.2 entnommen werden.

An zwei Bodenproben aus dem OSM-Sand (BS 2 / 2,2 – 3,2 m und BS 5 / 2,5 – 3,5 m), an einer Probe aus der Moränensandschicht (BS 3 / 2,4 – 3,0 m) sowie aus einer Probe des Talsandes (BS 6 / 1,9 – 2,6 m) wurde der Feinanteil bestimmt. Der Moränensand und OSM-Sand aus der BS 2 können mit Feinanteilen von 30,8 M-% bzw. 35,0 M-% der Bodengruppe SU*/ST* (stark schluffige bzw. stark tonige Sande) nach DIN 18 196 zugeordnet werden. Die Probe des OSM-Sandes aus der BS 5 weist einen Feinanteil von 12,0 M-% auf und kann somit der Bodengruppe SU/ST (schluffiger bzw. toniger Sand) nach DIN 18 196 zugeordnet werden. Beim Talsand aus der BS 6 wurde einen Feinanteil von 17,6 M-% bestimmt. Der Talsand kann somit der Bodengruppe SU*/ST* nach DIN 18196 zugeordnet werden.

An einer Probe des Talkieses (BS 6 / 2,7 – 3,4 m) wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Der Talkies weist einen Feinanteil von 5,6 M-% auf und ist der Bodengruppe GU/GT (schluffige bzw. tonige Kiese) nach DIN 18 196 zuzuordnen. Die Abschätzung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes anhand der Sieblinie nach Seiler ergibt einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,5 \times 10^{-3}$ m/s.

Zwei Proben der Decklehmschichten wurden auf das Vorhandensein von Huminsäuren geprüft. Dazu werden die Bodenproben jeweils mit 3-%iger Natronlauge vermengt. Eine dunkle Verfärbung der Lö-

sung ist Indikator für das Vorhandensein von Huminsäuren. Das Ergebnis der Untersuchungen ist in den nachfolgenden Bildern dargestellt.

	
BS 3 / 0,4 – 1,0 m Decklehm	BS 5 / 0,3 – 1,0 m Decklehm

Bei BS 3 zeigt sich nur eine sehr geringe Verfärbung der Lösung, BS 5 weist eine deutliche bräunliche Verfärbung auf. Im Bereich der BS 5 muss somit im oberflächlich anstehenden Decklehm mit Huminsäuren gerechnet werden. Huminsäuren können bei einer Bodenstabilisierung mit Bindemittel zu einer geringeren Festigkeitsentwicklung eines Boden-Bindemittelgemisches führen.

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

Geologische Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Zusammen-drückbarkeit	Durchlässig-keit	Verdichtungs-fähigkeit	Frostempfind-lichkeitsklasse ZTV E-StB 17
Deck-, Verwitte-rungs-, Tal-, Auen-lehm	TL, TM, OU, OT	mittel bis groß	sehr gering	schlecht bis mäßig	sehr frostempfindlich F3
Talsand, Talkies	SU, ST, SU*, ST*, GU, GT	gering bis mittel	mittel bis groß	mäßig bis gut	frostempfindlich F2 bis sehr frostempfindlich F3 ^{*)}
Moränensedimente (Geschiebelehm / Moränensand)	TL, TM, UL, UM, SU, ST, SU*, ST*	sehr gering bis mittel	sehr gering bis mittel	schlecht bis gut	frostempfindlich F2 bis sehr frostempfindlich F3 ^{*)}
OSM-Sand	SU, ST, SU*, ST*	sehr gering bis gering	sehr gering bis mittel	mäßig bis gut	frostempfindlich F2 bis sehr frostempfindlich F3 ^{*)}

^{*)} Die Bodengruppen TL, TM, UL, UM, SU*, ST* sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 und die Bodengruppen GU, GT, SU, ST der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen.

Die angetroffenen Lehme, die feinkörnigen Moränensedimente und die stark verlehnten Sande 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 für Böden nach DIN 18300 (2015-08)

Die im Untersuchungsbereich 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 (2015-08) für „Erdarbeiten“ eingeteilt werden:

		Homogenbereich Böden			
		A	B	C	D
Geologische Bezeichnung		Decklehm, Verwitterungslehm, Tallehm, Auenlehm	Talsand, Talkies	Moränensedimente (Geschiebelehm / Moränensand)	OSM
Bodengruppe nach DIN 18196		TL, TM, OU, OT	SU, ST, SU*, ST*, GU, GT	TL, TM, UL, UM, SU, ST, SU*, ST*	SU, ST, SU*, ST*, SW, SI, SE
Wassergehalt	[%]	10 - 50	5 - 35	5 - 25	3 - 20
Wichte, feucht	[kN/m³]	16 – 21	18 – 22	18 – 22	19 – 23
Konsistenzzahl I_c		0,5 – 1,2		0,5 – 1,5	
Plastizitätszahl I_p	[%]	5 - 35		0 - 35	
Undrainede Scherfestigkeit C_u	[kN/m²]	15 – 100		50 - 200	
Kohäsion	[kN/m²]	2 - 15	0 - 8	0 – 25	0 – 40
Organischer Anteil	[Gew.-%]	≤ 15	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Körnungsziffer (T-U-S-G)	[%]	40-60-0-0 bis 5-40-45-10	20-20-60-0 bis 0-0-10-90	40-60-0-0 bis 0-5-70-25	20-20-60-0 bis 0-5-75-20
Lagerungsdichte I_D	[%]	--	30 - 80	35 – 80	50 - 100
Massenanteil Steine / Blöcke¹⁾	[%]	≤ 30 / -	≤ 30 / -	≤ 30 / ≤ 30	≤ 30 / -
Massenanteil Blöcke²⁾	[%]	--	--	-	--
Bodenklasse nach DIN 18300 (2012-09)		3, 4	3, 4	3, 4, 5	3, 4, 6

¹⁾ Blöcke der Korngröße 200 mm bis 630 mm

²⁾ Blöcke mit Korngröße über 630 mm

Ab einer Tiefe von ca. 3,6 m bis 4,5 m unter GOK stehen aufgrund des festgestellten großen Rammwiderstandes entweder sehr dicht gelagerte OSM-Sande oder Sandsteinbänke der OSM an (Bodenklasse 6 und 7 nach DIN 18300 (2012-09)).

Die den Homogenbereich zugeordneten Schichtgrenzen können den Bohrprofilen und Profilschnitten entnommen werden. Es ist hierbei zu beachten, dass die Schichtenverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden und daher naturgemäß vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

Der im Bereich des Untersuchungsfeldes anstehende Oberboden ist vor Beginn der eigentlichen Erdarbeiten abzuschieben und getrennt zu verwerten. Oberboden wird nicht mehr von der DIN 18300 (2015-08) Erdarbeiten erfasst und ist daher nach DIN 18320 Landschaftsbauarbeiten getrennt zu erfassen und getrennt auszuweisen.

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 Lehme, die feinkörnigen Moränensedimente und die stark verlehmtten Sande 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.

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/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ_k [°]	Kohäsion c_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Decklehm, Verwitterungslehm, Tallehm, Auenlehm	19,5 (17 – 21)	9,5 (9 – 11)	22,5 (20 – 27,5)	3 (1 – 12)	2 - 7
Talsand, Talkies	20 (18 – 22)	10 (8 – 12)	30 (27,5 – 35)	2 (0 – 5)	8 - 50
Moränen-sedimente ^{*)}	20 (18 – 22)	10 (8 – 12)	27,5 (22,5 – 32,5)	5 (3 – 15)	8 - 40
OSM-Sand	21 (19 – 23)	11 (9 – 13)	30 (27,5 – 35)	5 (0 – 30)	20 - 100

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

*) Da es sich bei den Moränensedimenten um eine entstehungsbedingt heterogene Wechselfolge von Geschiebelehm, Moränensand und Moränenkies handelt, wurde dieser Schichtenkomplex bei der Angabe der charakteristischen Bodenkennwerte unter der Bezeichnung „Moränensedimente“ zusammengefasst.

14. Kanal- und Leitungsbau

14.1 Graben- und Grubenaushub

Im geplanten Neubaugebiet wurden bis zur erreichten Endtiefe der Bohrsondierungen bis in eine Tiefe von ca. 3,6 m bis 4,5 m unter GOK gut baggerbare Böden aufgeschlossen. Ab einer Tiefe von ca. 3,6 m bis 4,5 m unter GOK muss davon ausgegangen, dass schwer lösbare Böden bzw. leicht bis schwer lösbarer Fels (Bodenklasse 6 bzw. 7 nach DIN 18300 (2012-09) im Untergrund vorhanden bzw. teilweise vorhanden ist. Dies sollte bei der Ausschreibung berücksichtigt werden

Größere Gerölle bzw. Blöcke innerhalb der Moränensedimente können aufgrund der Entstehungsgeschichte nicht ausgeschlossen werden.

Werden Gräben und Gruben nach einer mit Bindemittel durchgeführten Bodenstabilisierung ausgehoben, muss für den Aushub die Bodenklasse 6 nach DIN 18300 (2012-09) 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 den 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 sind der DIN 4124 zu entnehmen.

Gruben und Gräben dürfen über Grund- bzw. Schichtwasser 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 nicht steiler als 1:10 ansteigt, senkrecht ausgeschachtet werden. Gräben und Gruben mit Tiefen > 1,25 m müssen mit abgeboachten 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 den zumeist ab einer Tiefe von > 1,25 aufgeschlossenen Lehme mit weicher Konsistenz und Sanden in Anlehnung an DIN 4124 mit einem Böschungswinkel von $\alpha \leq 45^\circ$ ohne rechnerischen Nachweis angelegt werden.

Wird der Zufluss von Sicker- oder Schichtwasser in Gräben oder Gruben festgestellt, sind diese mittels Grabenverbaugeräten nach DIN 4124 zu sichern.

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 einer Standzeit von > 5 Tage durch überlappende Kunststoff-Folien abzuhängen und so vor ungünstigen Witterungseinflüssen zu schützen. An der Böschungskrone ist eine Tagwassersperre zur Vermeidung des Oberflächenabflusses über die Böschung anzuordnen.

Bei den in der BS 6 angetroffenen Talsanden muss unter dem Einfluss von strömendem Grund- bzw. Schichtwassers mit Fließerscheinungen gerechnet werden.

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 Kies austauschschicht und anstehendem bindigen Boden wird der Einbau eines Trenn- und Filtervlieses der Georobustheitsklasse GRK 4 empfohlen.

Innerhalb 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 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 bindigen und gemischtkörnigen Böden zur Grabenverfüllung wiederverwendet werden, sind diese mittels Bindemittel wie z.B. mit Weißfeinkalk oder einem Mischbindemittel zu verbessern bzw. zu stabilisieren. Ein Mindestverdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97 \%$ sowie ein Luftporengehalt von $n_a \leq 8 \%$ ist einzuhalten. Die Böden für den Wiedereinbau sind fachgerecht zwischenzulagern und vor Durchfeuchtung zu schützen.

In den oberen 0,5 m einer Graben- bzw. Grubenverfüllung unter einer Straße sind bis zum Erdplanum gut tragfähige, grobkörnige Böden z.B. Kies 0/45 mm oder mit Bindemittel stabilisierten Böden (Mischbindemittel $\geq 3 \%$) einzubauen, um die Anforderung an die Tragfähigkeit auf OK Erdplanum von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreichen zu können. Grobkörnige Böden sind auf mindestens $D_{Pr} = 100 \%$ und mit Bindemittel stabilisierte bindige bzw. gemischtkörnige Böden auf mindestens $D_{Pr} = 97 \%$ unter Einhaltung eines Luftporengehalts von $n_a \leq 8\%$ zu verdichten. Bei Böden, die Huminsäure enthalten, ist erfahrungsgemäß ein höherer Bindemittelbedarf erforderlich, um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen.

Das Verfüllmaterial ist gleichmäßig lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Mächtigkeiten der Verfülllagen sind 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. Die Mächtigkeit der einzelnen Verfüllschichten sind auf das zu verwendete Verdichtungsgerät abzustimmen, um die geforderte Verdichtung erreichen zu können. 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.

15. Bau von Verkehrsflächen

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

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

Für das Planum wird nach der RStO eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ 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 $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ eingehalten werden. Die verschiedenen Bauweisen können den Tafeln 1 bis 4 der RStO entnommen werden.

Die nach Abtrag des Oberbodens aufgeschlossenen zumeist steifen Decklehme weisen erfahrungsgemäß eine Tragfähigkeit von etwa $E_{v2} = 15 - 20 \text{ MN/m}^2$ auf. Um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf OK Planum bzw. Untergrund zu erreichen, ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem grobkörnigen Boden oder eine Stabilisierung des Untergrundes mittels Bindemittel erforderlich. Wird der anstehende Untergrund nicht stabilisiert, wird empfohlen, zwischen einem grobkörnigen Bodenauftrag und dem anstehenden bindigen Untergrund ein Trennvlies der Georobustheitsklasse GRK 4 einzulegen.

Ausgehend von einer Tragfähigkeit von ca. $E_{v2} = 15 \text{ MN/m}^2$ auf Niveau des Planums ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem Material (z. B. Kies 0/45 mm) von mindestens 30 cm erforderlich, um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ 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/m ²]	geforderte Tragfähigkeit Planum E_{V2} [MN/m ²]	Mindestmächtigkeit Bodenaus- tauschschicht (Kies 0/45 mm) [cm]
5	³ 45	55
10	³ 45	40
15	³ 45	30
20	³ 45	20
30	³ 45	10*
40	³ 45	5*

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

Der Einbau der Kiestragschicht hat lagenweise (d £ 30 cm) bei einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu 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 des Erdplanums vermieden werden. Die Ausbildung einer Drainage bzw. eines Grabens, um das anfallende Wasser auf dem Planum abzuführen, wird empfohlen.

Alternativ können die anstehenden bindigen Böden ggf. durch eine Bindemittelzugabe in einer Mächtigkeit von mindestens 40 cm stabilisiert werden, um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Untergrund zu erreichen. Durch Schächte und Einbauten im Bereich des zu stabilisierenden Straßenuntergrundes kann es zu Schwierigkeiten bzw. zu einem erhöhten Aufwand bei einer Bodenstabilisierung kommen.

Die oberflächlich anstehenden Decklehme weisen nach der stichprobenartigen Untersuchung bereichsweise Huminsäuren auf. Huminsäuren im Boden können dazu führen, dass sich der mit Bindemittel stabilisierte Boden nicht oder nur gering verfestigt. Die durchwurzelten Schichten unterhalb des Oberbodens sollten auf jeden Fall entfernt werden, da diese Schichten erfahrungsgemäß einen hohen Grad an Huminsäuren aufweisen. Soll eine Bodenstabilisierung mit Bindemittel ausgeführt werden, sollte vorab eine Eignungsprüfung bzw. eine Probestabilisierung durchgeführt werden. Um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf OK Planum bzw. Untergrund zu erreichen, muss bei

dem Vorhandensein von Huminsäuren erfahrungsgemäß mit einem erhöhten Bindemittelbedarf (≥ 5 M-% bezogen auf die Trockendichte des Bodens) gerechnet werden.

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 50 % Kalk und 50 % Zement wie z.B. DOROSOL C50 der Fa. Holcim oder Bodenbinder 500 der Fa. Schwenk für die Bodenstabilisierung zu verwenden. Eine Mindestbindemittelzugabemenge von 3 M.-% wird empfohlen. Ausgehend von einer Bindemittelzugabe von 3 M.-% bei einer Trockendichte des Lehm Bodens von ca. 1750 kg/m^3 ergibt dies bei einer üblichen Frästiefe von 40 cm einen Bindemittelbedarf von ca. 21 kg/m^2 . 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 $\geq 14 \text{ t}$ 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 $\geq 3\%$, Schichtdicken $\geq 25 \text{ cm}$ (gefordert 40 cm) und einem Verformungsmodul $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ 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.

Bei der Bindemittleinarbeitung ist 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 Bodenverbesserungsmaßnahmen 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 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 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 $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ und einem Verhältniswert von $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,0$ in Verbindung mit einem Luftporengehalt von $n_a \leq 8 \%$ ausgegangen werden.

16. Retentions- / Versickerungsbecken

Im Bereich der Bohrung BS 6 soll ein Retentions- / Versickerungsbecken für anfallendes Niederschlagswasser aus dem Baugebiet mit Anschluss an den südlich des geplanten Retentions- / Versickerungsbeckens liegenden Buttenmühlebach hergestellt werden. Nach den Wasserschutzgebietskarten des LUBW liegt das geplante Retentions- / Versickerungsbecken in einem fachtechnisch, nicht rechtskräftigen Wasserschutzgebiet. Eine Regenwasserversickerung in diesem Bereich sollte vorab mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt abgestimmt werden.

Für die Planung von Versickerungsanlagen wird üblicherweise ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ [m/s] als untere Grenze angesehen. Die oberflächlich anstehenden Tal- und Auenlehme und verlehnten Talsande weisen erfahrungsgemäß einen geringeren Wasserdurchlässigkeitsbeiwert auf. Auf der Grundlage des in der BS 6 durchgeführten Versickerungsversuches und ermittelten Sieblinie des Talkieses ist eine Versickerung in der Talkiesschicht möglich.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) muss zur Bestimmung des Bemessungs - k_f - Wertes der aus der Sieblinie abgeschätzt k_f -Wert nach Tabelle B.1 wie folgt korrigiert werden:

$$k_{f, \text{Sieblinie}} \times 0,2 = k_f$$

Somit ergibt sich für den Talkies ein Bemessungs - k_f - Wert von $k_f = 2,0 \times 10^{-4}$ m/s

Für die Herstellung einer Versickerungsanlage müssten die oberflächlich gering wasserdurchlässigen Böden bis zur Talkiesschicht entfernt bzw. teilentfernt werden und durch einen versickerungsfähigen Boden ersetzt werden.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Aufgrund des hohen Bemessungswasserspiegels kann dies nicht ständig eingehalten werden.

Eine Regenwasserversickerung bei niedrigen bzw. normalen Grundwasserständen ist somit denkbar. Für hohe Grundwasserständen muss daher ein Überlauf mit Anschluss an eine geeignet Vorflut wie z.B. an den naheliegenden Buttenmühlebach vorgesehen werden.

Regenwasserversickerungsanlagen müssen einen ausreichenden Abstand zu Gebäuden aufweisen. Die Versickerung muss über eine belebte Bodenzone von einer Mindestmächtigkeit von 30 cm erfolgen. Eine direkte Versickerung über Rigolen und Schächte ist wasserwirtschaftlich unerwünscht. Die Mächtigkeit des Sickertraumes 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.

17. Allgemeine Angaben zur Bebauung im Neubaugebiet

17.1 Geotechnische Kategorie

Geplante Bauwerke im Neubaugebiet sind aufgrund der festgestellten heterogenen Baugrundsichtung in die Geotechnische Kategorie GK 2 (Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund) nach EC 7 einzuordnen. Bei Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 2 muss nach DIN 4020 ein Sachverständiger für Geotechnik eingeschaltet werden.

17.2 Baugruben und Böschungen

Baugruben dürfen bis zu 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung senkrecht ausgeschachtet werden. Baugruben mit Tiefen > 1,25 m können bei den anstehenden Böden über Schicht- bzw. Grundwasser bis in eine Tiefe von 5 m unter GOK bei mindestens steifen bindigen Böden mit einem Böschungswinkel von $\alpha \geq 60^\circ$ und bei weichen bindigen Böden und bei grobkörnigen Böden mit einem Böschungswinkel von $\alpha \geq 45^\circ$ angelegt werden.

Ein lastfreier Bereich neben den Böschungen von $\geq 2,0$ m ist einzuhalten. Auf Baugrubenböschungen ist loser oder aufgelockerter Boden abzuräumen. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind Bö-

sungen 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 Böschungswinkel 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 $\leq 2,0$ m hinter der Böschungskrone, Schichtwasseraustritten aus der Böschung, bei Stapellasten von mehr als 10 kN/m^2 neben dem Schutzstreifen von 0,6 m hinter der Böschungskrone oder 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.

17.3 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 bzw. unterschiedlicher 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. Frostschrägen bei Gründungsplatten von mindestens 1,0 m unter GOK ist vorzusehen.

Aufgrund des festgestellten heterogenen Baugrundes im geplanten Neubaugebiet 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.

Für eine Vordimensionierung einer Gründung mittels **Einzel- und Streifenfundamenten** auf den mindestens steifen Moränensedimenten bzw. den OSM-Sanden, wird unter Berücksichtigung einer Fundamenteinbindung von mindestens 0,8 m unter GOK bzw. Bodenplatte, für Streifenfundamente mit einer Fundamentbreite von b bzw. $b' = 0,5$ m bis 1,0 m der Bemessungswert des Sohlwiderstandes mit $s_{R,d} = 200$ kN/m² und für ein quadratisches Einzelfundament mit b bzw. $b' = 0,8$ m bis 1,5 m mit $s_{R,d} = 250$ kN/m² angegeben.

Bei voller Ausnutzung des zuvor angegebenen Bemessungswert des Sohlwiderstandes sind Setzungen von ca. $s = 1$ cm bis 3 cm zu erwarten.

Erfahrungsgemäß können durch bauwerksspezifische Baugrunderkundungen höhere Bemessungssohlwiderstände vorgegeben werden.

Die Bemessung einer elastisch gebetteten Gründungsplatte erfolgt mit dem Bettungsmodul- oder Steifemodulverfahren.

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

1. Festlegung eines Startwertes für das 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 näherungsweise 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 Platte oder durch einen Bodenaustausch bzw. Teilbodenaustausches unter der Gründungsplatte reduziert werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass das 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.

17.4 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.

Erdberührte Wände und Bodenplatten sind bei den anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden nach DIN 18533-1 **mit Dränung** nach DIN 4095 gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wassers nach der Wassereinwirkungsklasse W1-E abzudichten. 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, wirkt aufstauendes Wasser auf die Abdichtung als drückendes Wasser. Erdberührte Wände und Bodenplatten sind nach DIN 18533-1 bei drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe unter dem Bemessungswasserstand nach der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und über 3 m unter dem Bemessungswasserstand nach der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E bis mindestens 15 cm über GOK abzudichten.

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 zu beachten.

Bei der Wassereinwirkungsklasse W2-E und bei einer Abdichtung nach der WU-Richtlinie ist für das abzudichtende Bauwerk ein statischer Nachweis gegen Auftrieb und Wasserdruck unter Berücksichtigung eines Bemessungswasserstandes bis Geländeoberkante erforderlich.

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.

17.5 Arbeitsraumverfüllung

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen sowie für Geländeprofilierungen, die nicht zur Lastabtragung von Bauwerkslasten herangezogen werden, können die anstehenden Böden bei mindestens steifer Konsistenz und fachgerechter Verdichtung sowie fachgerechter Lagerung bis zum Wiedereinbau wiederverwendet werden, sofern geringe Nachsetzungen von 1 bis 3 % der Auffüllhöhe toleriert werden können.

Sollen Nachsetzungen über der Arbeitsraumverfüllung (Zugänge, Stellplätze, Verkehrsflächen, Terrassen etc.) verringert werden, sind gut verdichtbare grobkörnige Böden oder mit Bindemittel stabilisierte bindige und gemischtkörnige Böden zu verwenden. Die Verdichtung sollte hierbei mindestens 100 % der einfachen Proctordichte betragen. 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 bindigen 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 vor Erstellung von Bauwerken bereits abgeklungen ist.

17.6 Regenwasserversickerung

Das untersuchte Neubaugebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand Juni 2015) ergänzt um die vom RPF/LGRB hydrogeologisch abgegrenzten Wasser- und Heilquellenschutzgebiete innerhalb eines rechtskräftigen Wasserschutzgebietes der Zone III bzw. IIIA.

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.

Für die Planung von Versickerungsanlagen wird üblicherweise ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s als unterer Grenzwert angesehen. Die oberflächlich anstehenden Deck- und Verwitterungslehme sowie die angetroffenen Moränensedimente weisen erfahrungsgemäß einen geringeren Wasserdurchlässigkeitsbeiwert auf. Eine Regenwasserversickerung in den tlw. aufgeschlossenen gering verlehnten OSM-Sanden müsste erfahrungsgemäß möglich sein.

Regenwasserversickerungsanlagen müssen einen ausreichenden Abstand zu Gebäuden aufweisen. Die Versickerung muss über eine belebte Bodenzone von einer Mindestmächtigkeit von 30 cm erfolgen. Eine direkte Versickerung über Rigolen und Schächte ist wasserwirtschaftlich unerwünscht. Bei einer extensiven Dachbegrünung besteht im Allgemeinen die Möglichkeit einer direkten Schachtversickerung. 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.

17.7 Erd- und Wasserdruck

Die unter dem Erdrreich liegenden Außenwände sind auf den erhöhten aktiven Erddruck nach DIN 4085 zu bemessen. Bei starker Verdichtung der Arbeitsraumverfüllung sollte mit dem Verdichtungs-erddruck nach DIN 4085 gerechnet werden, der größer als der erhöhte aktive Erddruck ist.

Wird keine Dränanlage hergestellt, kann es durch Oberflächen- und Sickerwasser aufgrund der anstehenden, gering wasserdurchlässigen Böden zu einem Wassereinstau in verfüllten Arbeitsräumen bis zur Geländeoberkante kommen. Das Gebäude muss dann für einen Bemessungswasserstand auf Geländeoberkante bemessen werden (Wasserdruck + Auftrieb). Die Auftriebssicherheit im Bauzustand ist durch Flutungsöffnungen sicherzustellen. Gegebenenfalls kann für eine wirtschaftliche Bauwerksbemessung in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde des zuständigen Landratsamtes eine Sicherheitsdränage zur Reduzierung der Wassereinstauhöhe mit Anschluss an eine geeignete Vorflut eingebaut werden.

17.8 Geothermische Energienutzung

Das untersuchte Neubaugebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand Juni 2015), ergänzt um die vom RPF/LGRB hydrogeologisch abgegrenzten Wasser- und Heilquellenschutzgebiete innerhalb eines rechtskräftigen oder geplanten Wasserschutzgebietes. 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.

Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmekollektoren:

Alternativ können auch Erdwärmekollektoren (Erdwärmekörbe, Erdwärmeflächenkollektoren oder Grabenkollektoren) eingebaut werden, die bis in Tiefen von ca. 5 m die Erdwärme nutzen.

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 Dichtschicht von mindestens 2 m und einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f < 10^{-6}$ m/s oder eine flächenhafte, natürliche, bindige Dichtschicht von mindestens 1 m mit einem Durchlässig-

keitsbeiwert von $k_f < 10^{-8}$ m/s vorhanden sein. Das Einbringen bzw. Ergänzen fehlender Dichtschichten kann auch technisch erfolgen, wobei nur natürliche Dichtmaterialien oder ersatzweise auch Bentonitmatten zu verwenden sind.

17.9 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 Bauvorhaben folgende Zuordnung:

Erdbebenzone	1	Intensitätsintervalle $6,5 \leq I < 7$ Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0,4 \text{ m/s}^2$
Untergrundklasse	S	Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
Baugrundklasse	C	Stark bis völlig verwitterte Festgesteine oder grobkörnige, gemischtkörnige und feinkörnige Lockergesteine

18. Schlussbemerkungen

Die Ausführungen im Bericht beruhen auf punktuell durchgeführten Baugrundaufschlüssen. Naturgemäß sind Schwankungen der Schichtgrenzen der einzelnen Böden- bzw. geologischen Schichten sowie der festgestellten Grund- bzw. Schichtwasserstände zwischen den Aufschlusspunkten möglich. Treten von den beschriebenen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen wesentliche Abweichungen auf, ist der geotechnische Sachverständige umgehend zu informieren.

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



.....
(Projektleitung)

Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi



.....
(Projektbearbeitung)

Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle

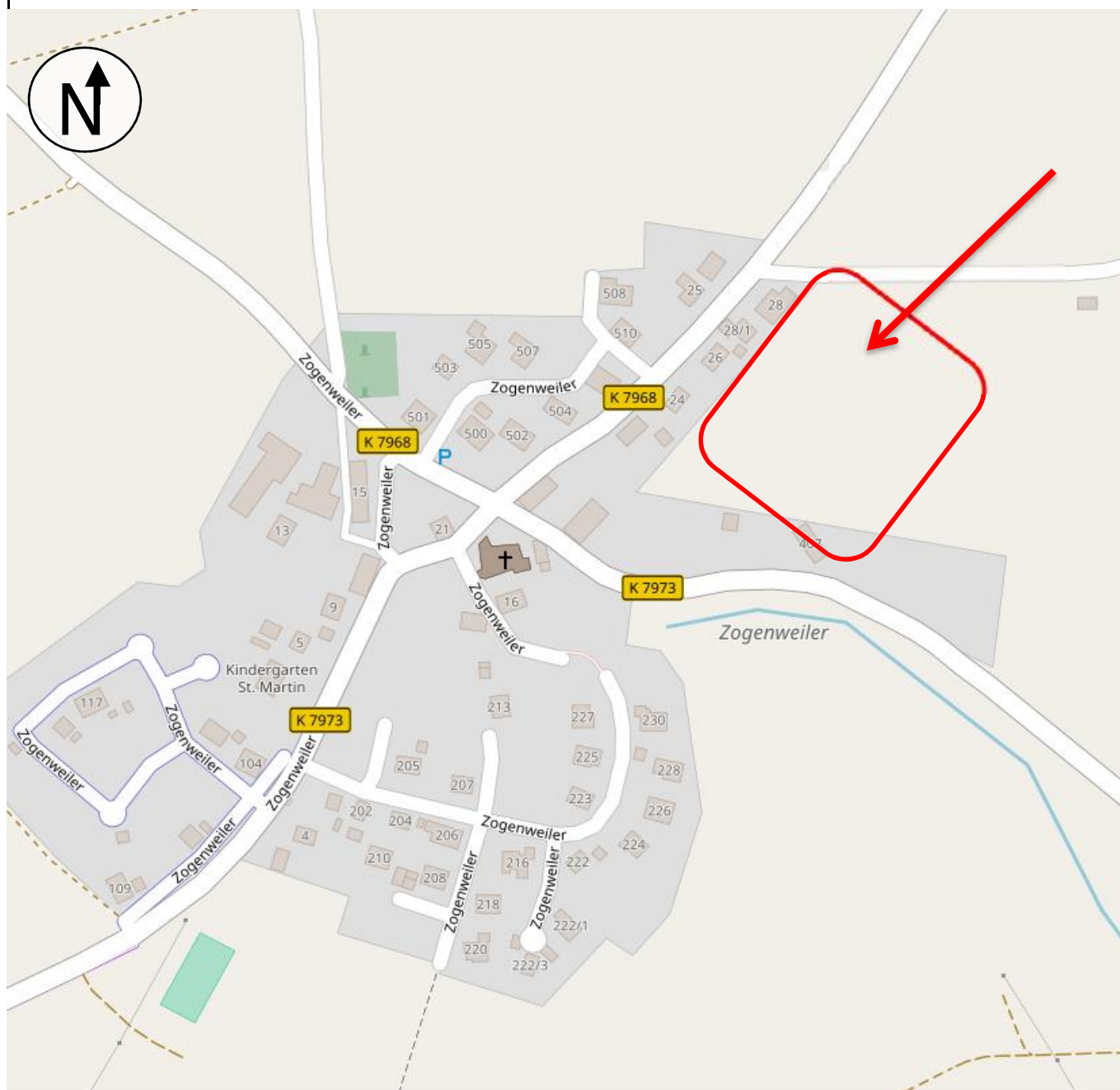


Von der Industrie- und Handelskammer
Ulm öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für
Erd- und Grundbau; Felsböschungen

Übersichtslageplan

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite" in 88263 Horgenzell - Zogenweiler



Karte: Ó openstreetmap



BS = Bohrsondierung

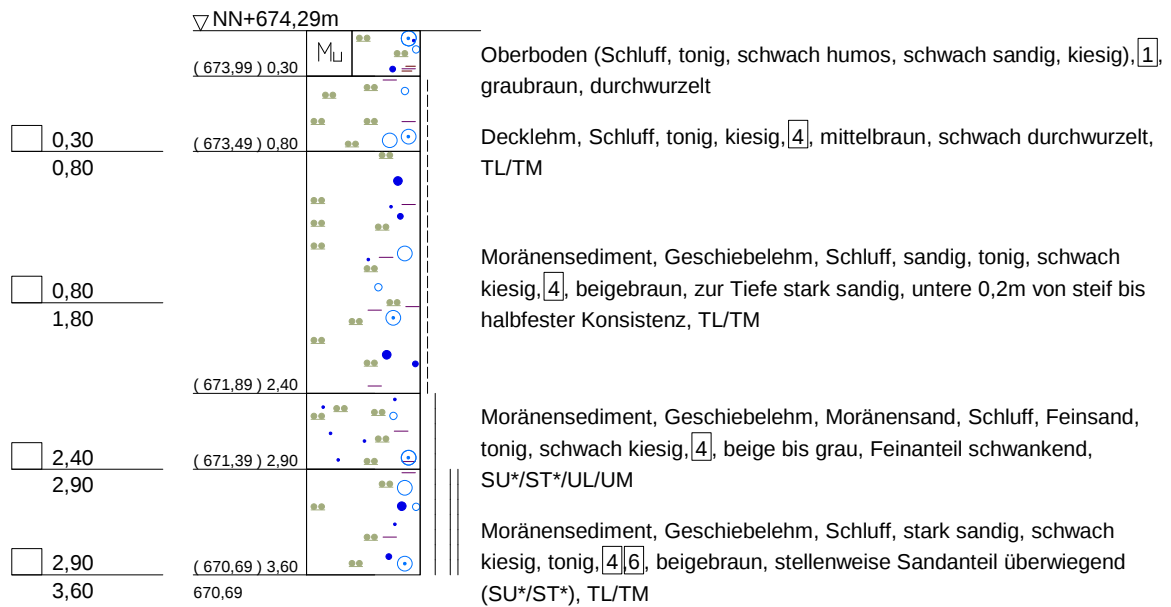
PS = Profilschnitt

Emilienstr. 2 70563 Stuttgart
Telefon: 0711.997 60 73-0
Telefax: 0711.73 56 298
e-mail: kontakt@henkegeo.de
www.henkegeo.de

John '05

www.henkegeo.de

BS 1



Sondierloch standfest bis 3,39m u.GOK
kein Wasser feststellbar

ab 3,6m u.GOK kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen

Bauvorhaben:

BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite"
in 88263 Horgenzell - Zogenweiler

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 1

Plan-Nr: ZWBAUG BS 1

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 73 33 35

Fax: 0711 / 73 56 298

Bearbeiter: aw

Gezeichnet:

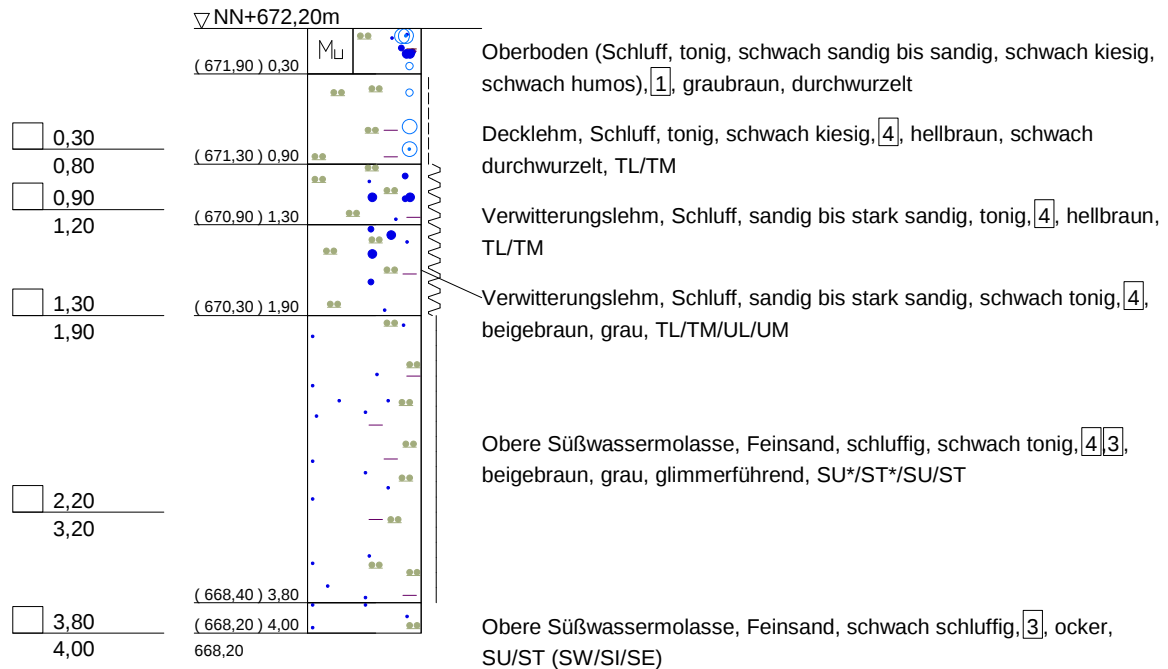
Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: ZWBAUG

Datum: 31.01.18

BS 2



Sondierloch standfest bis 3,94m u.GOK
kein Wasser feststellbar

ab 4,0m u.GOK kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen

Bauvorhaben:

BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite"
in 88263 Horgenzell - Zogenweiler

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 2

Plan-Nr: ZWBAUG BS 2

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 73 33 35

Fax: 0711 / 73 56 298

Bearbeiter: aw

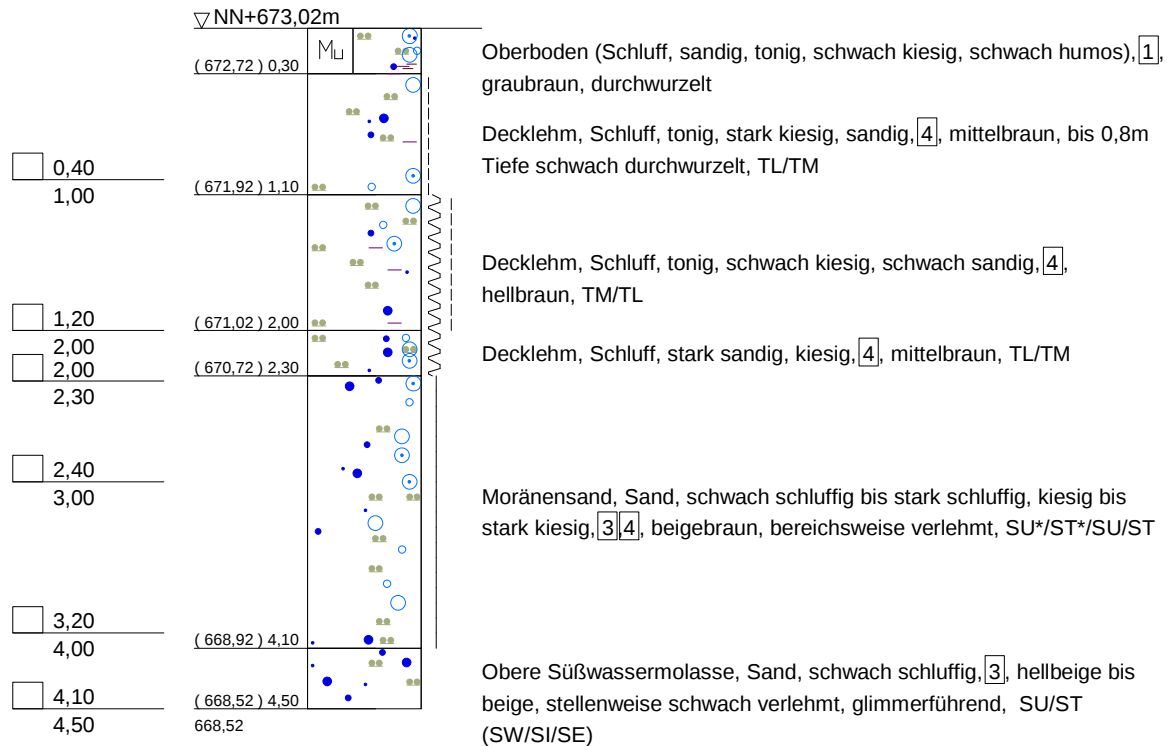
Gezeichnet:

Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: ZWBAUG

BS 3

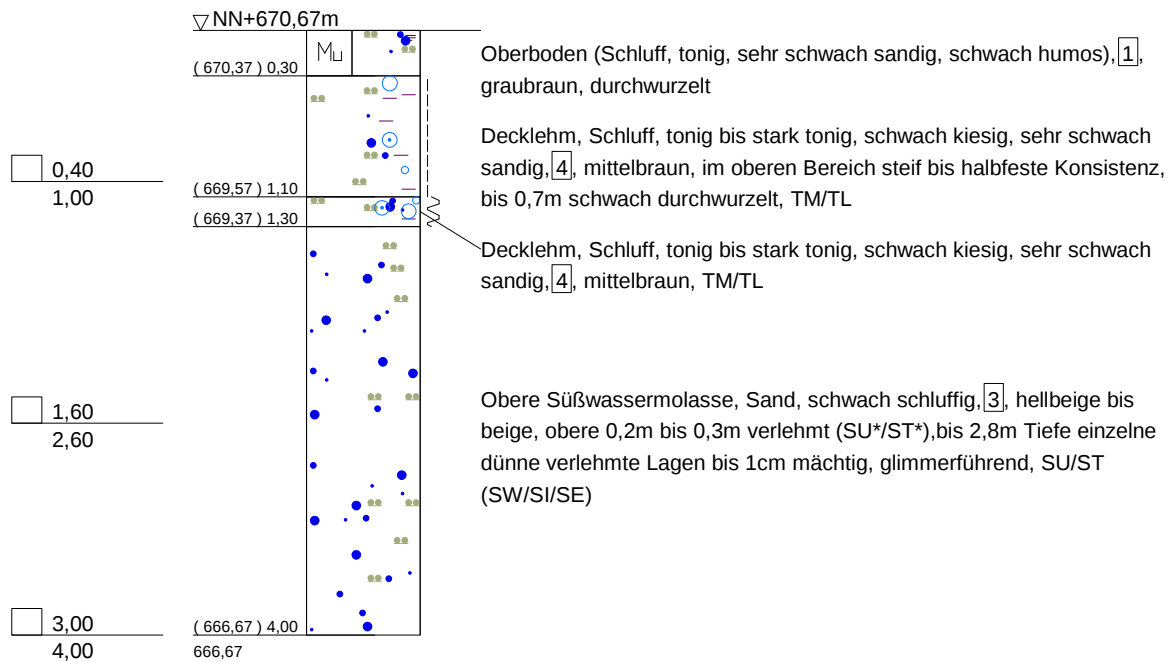


Sondierloch standfest bis 4,41m u.GOK
kein Wasser feststellbar

ab 4,5m u.GOK kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen

Bauvorhaben: BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite" in 88263 Horgenzell - Zogenweiler		
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 3		
Plan-Nr:	ZWBAUG BS 3	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter:	aw
	Gezeichnet:	31.01.18
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: ZWBAUG		

BS 4



Sondierloch standfest bis 3,79m u.GOK
kein Wasser feststellbar

ab 4,0m u.GOK kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen

Bauvorhaben:

BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite"
in 88263 Horgenzell - Zogenweiler

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 4

Plan-Nr: ZWBAUG BS 4

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 73 33 35

Fax: 0711 / 73 56 298

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: aw

Gezeichnet:

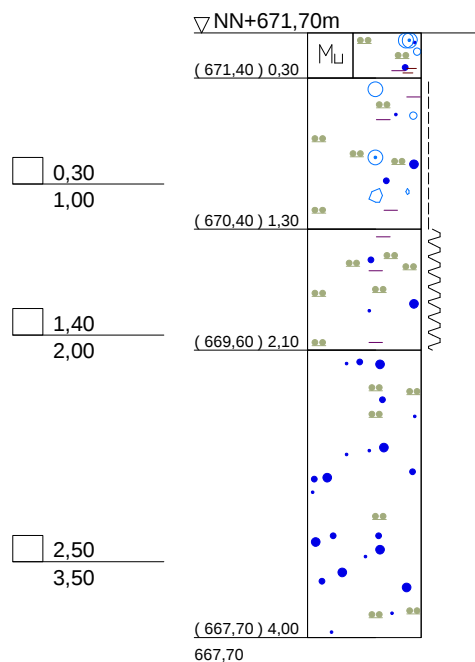
Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: ZWBAUG

Datum: 31.01.18

BS 5



Oberboden (Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig, schwach humos), 1, graubraun, durchwurzelt, Glasscherbe

Decklehm, Schluff, tonig, kiesig, schwach sandig, schwach steinig, 4, mittelbraun, Sandstein durchbohrt, TL/TM

Verwitterungslehm, Schluff, tonig, sandig, 4, mittelbraun bis beigebräun, zur Tiefe heller und mit zunehmendem Sandanteil, TL/TM

Obere Süßwassermolasse, Sand, schwach schluffig, 3, grau, glimmerführend, obere 0,3m schwach verlehmt, SU/ST (SW/SI/SE)

Sondierloch standfest bis 3,97m u.GOK
kein Wasser feststellbar

ab 4,0m u.GOK kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen

Bauvorhaben:

BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite"
in 88263 Horgenzell - Zogenweiler

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 5

Plan-Nr: ZWBAUG BS 5

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 73 33 35

Fax: 0711 / 73 56 298

Bearbeiter: aw

Gezeichnet:

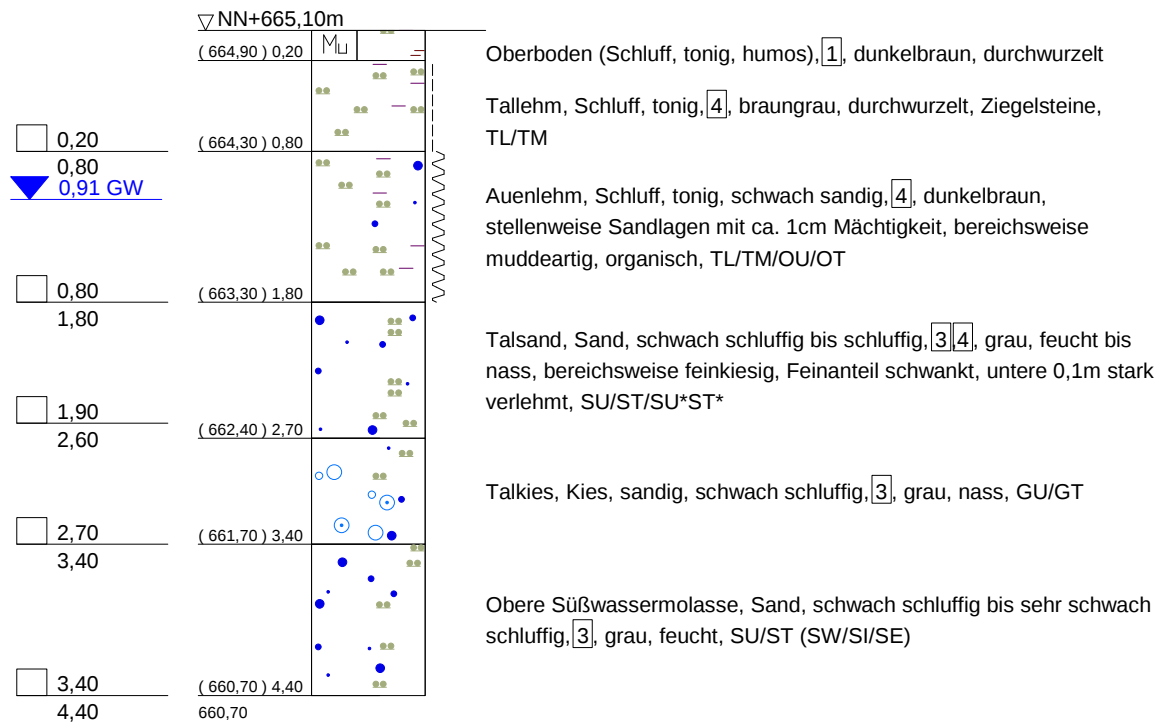
Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: ZWBAUG

Datum: 31.01.18

BS 6



Ausbau zu temporärem Pegel
2m Filter, 2m Vollrohr, 0,77m Überstand

ab 4,4m u.GOK kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen

Bauvorhaben:

BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite"
in 88263 Horgenzell - Zogenweiler

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 6

Plan-Nr: ZWBAUG BS 6

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 73 33 35

Fax: 0711 / 73 56 298

Bearbeiter: aw

Gezeichnet:

Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: ZWBAUG

Datum: 31.01.18

Zeichenerklärung (DIN 4023)**HENKE UND PARTNER GMBH**
Ingenieurbüro für GeotechnikBodenarten

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	
Fels verwittert	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

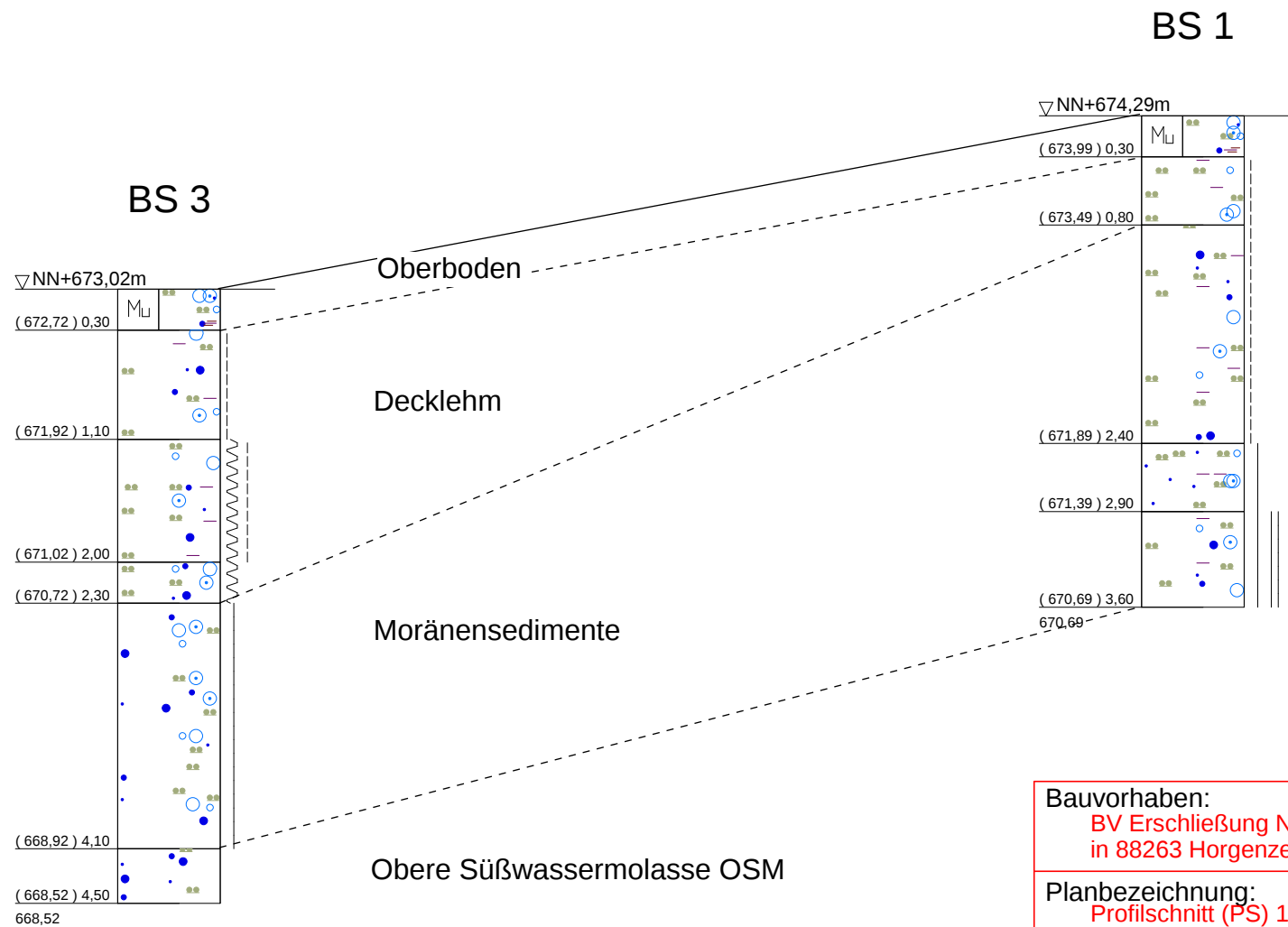
t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
ḡ	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

Konsistenz/ Lagerungsdichte

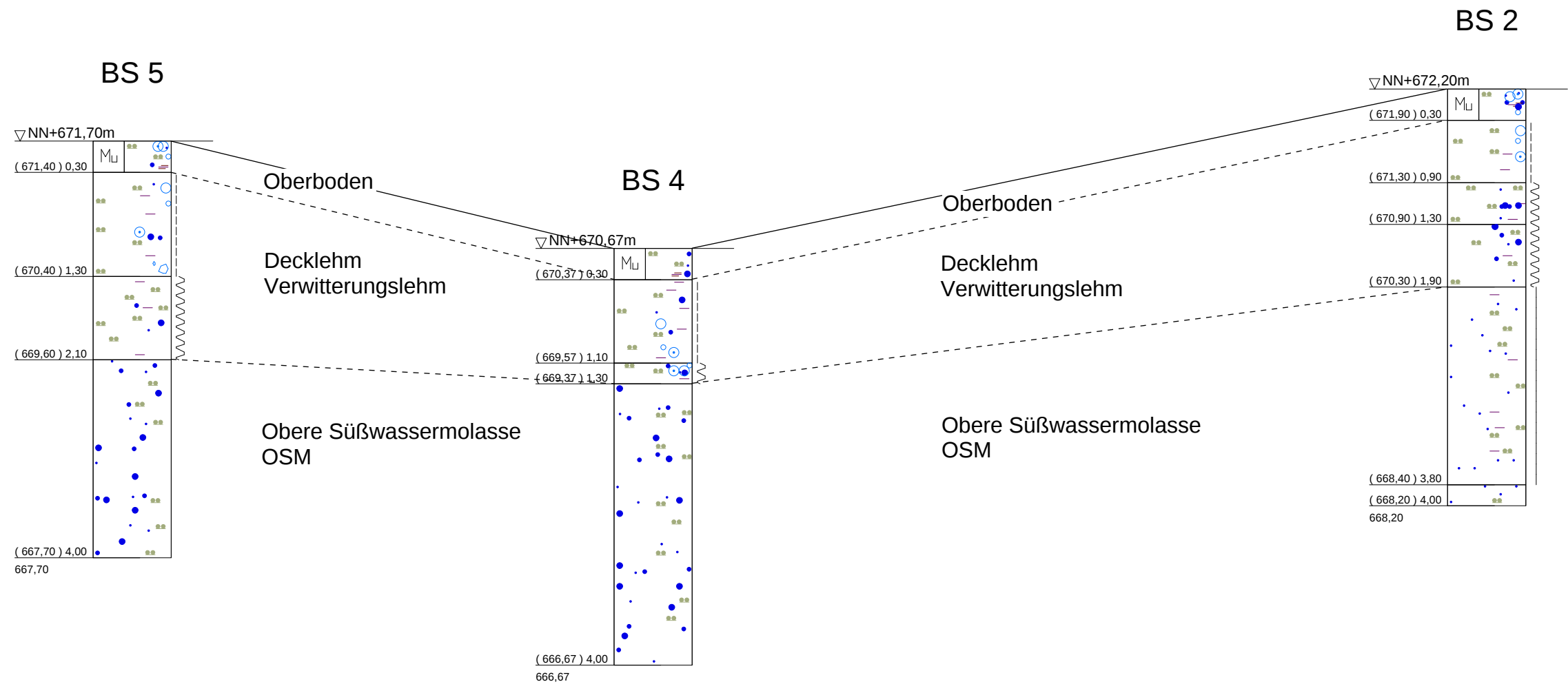
	flüssig		halbfest		locker
	breiig		fest		dicht
	weich	≋	klüftig		mittel dicht
	steif	≋≋	stark klüftig, brüchig		sehr dicht

Probenentnahmen und Grundwasser

BP		Becherprobe
EP		Eimerprobe
GP		Glasprobe
ZP		Zylinderprobe
HP		Head-Space Probe
UP		ungestörte Probe
		Grundwasser angebohrt
		Grundwasser nach Bohrende
		Ruhewasserstand
k. GW		kein Grundwasser



Bauvorhaben: BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite" in 88263 Horgenzell - Zogenweiler		
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 1		
Plan-Nr: ZWBAUG PS 1	Maßstab: H 1:50, L 1:500	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: aw	Datum: 31.01.18
	Gezeichnet: _____	_____
	Geändert: _____	_____
	Gesehen: _____	_____
	Projekt-Nr: ZWBAUG	



Bauvorhaben: BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite" in 88263 Horgenzell - Zogenweiler		
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 2		
Plan-Nr:	ZWBAUG PS 2	Maßstab: H 1:50, L 1:500
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter:	aw
	Gezeichnet:	31.01.18
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr:	ZWBAUG

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite" in 88263 Horgenzell - Zogenweiler

Probe	Material	w _n %	w _l %	w _p %	I _p %	I _c	Konsistenz	Körnungsziffer T-U-S-G	BA nach DIN 18196	ρ t/m ³	ρ _D t/m ³	φ' (°)	c' kN/m ²	c _u kN/m ²	E _s kN/m ²	Bemerkungen
BS 1 / 0,3-0,8	Decklehm	18,2														
BS 1 / 0,8-1,8	Geschiebelehm	14,5														
BS 1 / 2,4-2,9	Geschiebelehm	14,8														
BS 1 / 2,9 -3,6	Geschiebelehm	9,8														
BS 2 / 0,3-0,8	Decklehm	20,6														
BS 2 / 0,9-1,2	Verwitterungslehm	23,6														
BS 2 / 1,3-1,9	Verwitterungslehm	27,2														
BS 2 / 2,2-3,2	OSM - Sand	18,2							SU*/ST*							Feinanteil: 35,0 %
BS 2 / 3,8-4,0	OSM - Sand	11,0														
BS 3 / 0,4-1,0	Decklehm	26,4														
BS 3 / 1,2-2,0	Decklehm	21,6														
BS 3 / 2,0-2,3	Decklehm	13,7														
BS 3 / 2,4-3,0	Moränensand	10,8							SU*/ST*							Feinanteil: 30,8 %
BS 3 / 3,2-4,0	Moränensand	9,1														
BS 3 / 4,1-4,5	OSM - Sand	11,1														

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand w_n

E_s = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m²

bearb.	jf	gepr.		geseh.	
--------	----	-------	--	--------	--

ANLAGE 4.1.1

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite" in 88263 Horgenzell - Zogenweiler

Probe	Material	w _n %	w _l %	w _p %	I _p %	I _c	Konsistenz	Körnungsziffer T-U-S-G	BA nach DIN 18196	ρ t/m ³	ρ _D t/m ³	φ' (°)	c' kN/m ²	c _u kN/m ²	E _s kN/m ²	Bemerkungen
BS 4 / 0,4-1,0	Decklehm	21,9														
BS 4 / 1,6-2,0	OSM - Sand	16,2														
BS 4 / 3,0-4,0	OSM - Sand	10,9														
BS 5 / 0,3-1,0	Decklehm	21,0														
BS 5 / 1,4-2,0	Verwitterungslehm	18,8														
BS 5 / 2,5-3,5	OSM - Sand	9,0							SU/ST							Feinanteil: 12,0 %
BS 6 / 1,9-2,6	Talsand	28,0														Feinanteil: 17,6 %
BS 6 / 2,7-3,4	Talkies	14,5						0-0-2-8	GU							Feinanteil: 5,6 %

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand w_n

E_s = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m²

bearb.	jf	gepr.		geseh.	
--------	----	-------	--	--------	--

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt BV Erschließung Neubaugebiet "Kreuzbreite" in 88263
Horgenzell - Zogenweiler

T/U = 5%

S = 30%

G = 64%

$d_{10} = 0,15$

$d_{30} = 1,03$

$d_{60} = 13,52$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} = 0,5$$

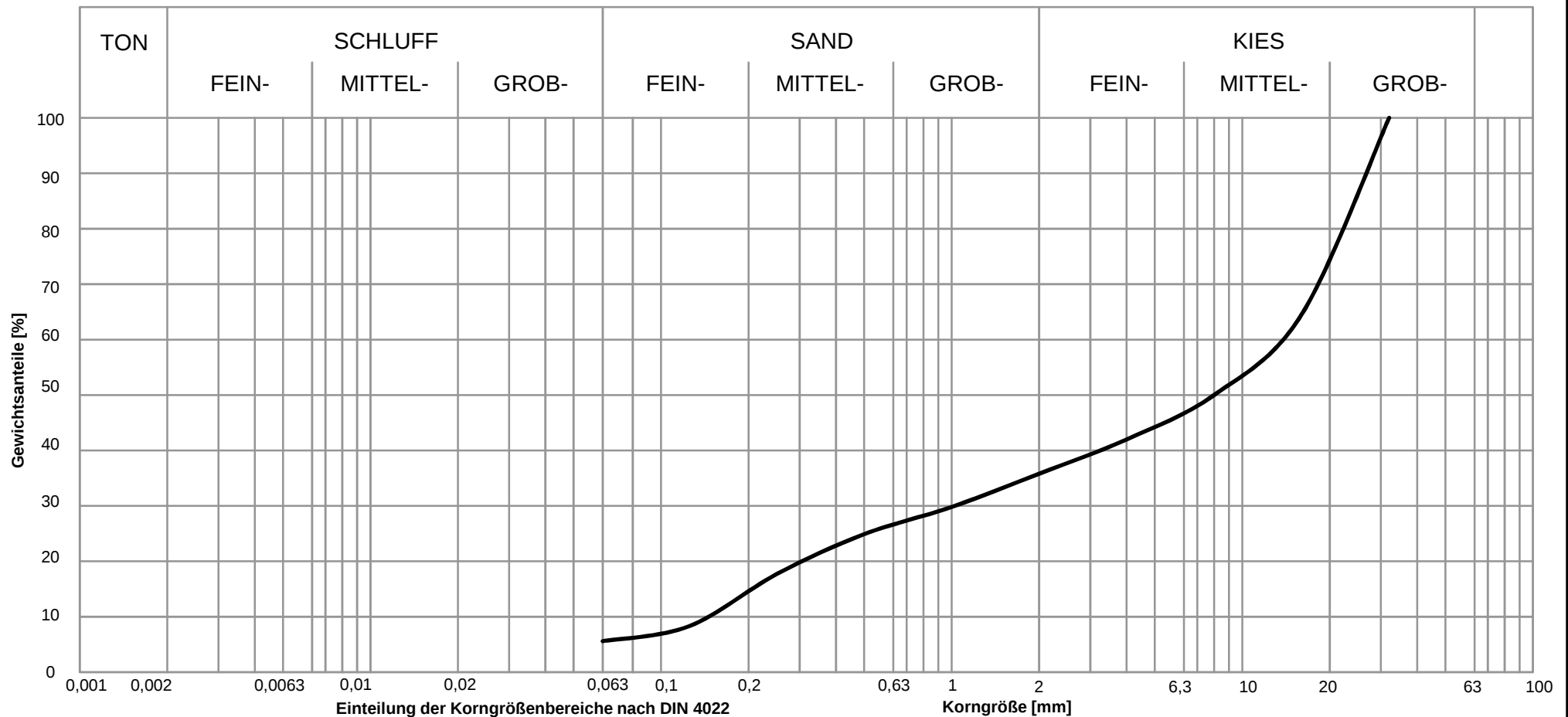
Datum 31.01.18

Probenbez.: BS 6 / 2,7 - 3,4

Bodenart: GU

Körnungsziffer : 0-2-8

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = 91,6$$



- ☐ Aräometer
- ☒ Siebung
- ☒ Abschlammung

bearb. jf gepr. gesch.

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

Analysenbericht Nr.	555/0476	Datum:	09.02.2018
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik
Projekt :
Projekt-Nr. : ZWBAUG
Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98
Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum : 30.01.2018 Probeneingang : 06.02.2018
Originalbezeich. : MP 1
Probenbezeich. : 555/0476 Untersuch.-zeitraum : 06.02.2018 – 09.02.2018

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter		Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)		Z 0*	Z 1.1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz		[%]	86,0		-	-	-	-	DIN ISO 11465
Arsen	[mg/kg TS]	4,3		10	15	15	45	150	EN ISO 11885
Blei	[mg/kg TS]	6,3		40	70	140	210	700	EN ISO 11885
Cadmium	[mg/kg TS]	0,18		04	1	1	3	10	EN ISO 11885
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	26		30	60	120	180	600	EN ISO 11885
Kupfer	[mg/kg TS]	12		20	40	80	120	400	EN ISO 11885
Nickel	[mg/kg TS]	20		15	50	100	150	500	EN ISO 11885
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		04	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885
Zink	[mg/kg TS]	32		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1		1	3	10	DIN 38 414 – S17
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100		200	300	1000	ISO/DIS 16703
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-		400	600	2000	ISO/DIS 16703
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-		-	3	10	DIN EN ISO 17380:11

1.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB), BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	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:	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,1					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4
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
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					
Fluoranthren	[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)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[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)perylene	[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

Markt Rettenbach, den 09.02.2018

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

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

Analysenbericht Nr.	555/0477	Datum:	09.02.2018
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik
Projekt :
Projekt-Nr. : ZWBAUG
Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98
Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum : 30.01.2018 Probeneingang : 06.02.2018
Originalbezeich. : MP 2
Probenbezeich. : 555/0477 Untersuch.-zeitraum : 06.02.2018 – 09.02.2018

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Allgemeine Parameter, Schwermetalle									
Parameter		Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)		Z 0*	Z 1.1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz		[%]	88,9		-	-	-	-	DIN ISO 11465
Arsen	[mg/kg TS]	5,6		10	15	15	45	150	EN ISO 11885
Blei	[mg/kg TS]	4,2		40	70	140	210	700	EN ISO 11885
Cadmium	[mg/kg TS]	0,21		04	1	1	3	10	EN ISO 11885
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	10		30	60	120	180	600	EN ISO 11885
Kupfer	[mg/kg TS]	7,3		20	40	80	120	400	EN ISO 11885
Nickel	[mg/kg TS]	10		15	50	100	150	500	EN ISO 11885
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		04	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885
Zink	[mg/kg TS]	27		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5			1	1	3	10	DIN 38 414 – S17
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30			100	200	300	1000	ISO/DIS 16703
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50			-	400	600	2000	ISO/DIS 16703
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25			-	-	3	10	DIN EN ISO 17380:11

1.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB), BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	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:	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,1					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,1					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4
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
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					
Fluoranthren	[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)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[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)perylene	[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

Markt Rettenbach, den 09.02.2018

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele