

Geotechnischer Bericht nach DIN 4020
zum Bauvorhaben
Erschließung Baugebiet „Krautgärten II“
in
Biberach - Ringschnait

Bauherr:

Stadt Biberach - Tiefbauamt

Zeppelinring 50

88400 Biberach an der Riß

Planung:

Wasser-Müller Ingenieurbüro GmbH

Jarekstraße 7 + 9

88400 Biberach

Geotechnische Projektleitung:

Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle

Erstattungsdatum:

29. Dezember 2020

Aktenzeichen:

RSBGKRG 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	3
4. Allgemeiner geologischer Überblick	4
5. Baugrunderkundung	4
6. Schichtenbeschreibung und -lagerung	5
7. Bodenverunreinigungen	6
8. Versickerungsversuche	7
9. Hydrogeologische Situation	7
10. Geotechnische Laborversuche	8
11. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke	10
12. Homogenbereiche	11
13. Bodenkennwerte	13
14. Kanal- und Leitungsbau	14
14.1 Graben- und Grubenaushub	14
14.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben	14
14.3 Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung	16
15. Bau von Verkehrsflächen	18
16. Regenwasserversickerung	21
17. Allgemeine Angaben zur Wohnbebauung im Baugebiet	23
17.1 Geotechnische Kategorie	23
17.2 Baugruben und Böschungen	23
17.3 Bauwerksgründungen	24
17.4 Erd- und Wasserdruck	26
17.5 Abdichtung von erdberührten Bauteilen	26
17.6 Arbeitsraumverfüllung	27
17.7 Geothermische Energienutzung	28
17.8 Erdbebensicherheit	29
18. Schlussbemerkungen	30

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne	
		1.1	Übersichtslageplan
		1.2	Lageplan der Baugrundaufschlüsse
Anlage	2	Bohrsondierungen	
		2.1 – 2.5	Bohrsondierung BS 1 bis BS 4
		2.6	Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Geologische Profilschnitte	
		3.1 – 3.4	Profilschnitt PS 1 bis PS 4
Anlage	4	Versickerungsversuche	
		4.1 + 4.2	Versickerungsversuch BS 1/1 und BS 1/2
Anlage	5	Geotechnische Laborversuche	
		5.1	Tabellarische Zusammenstellung Ergebnisse Laborversuche
		5.2.1 + 5.2.2	Konsistenzgrenzenbestimmungen
Anlage	6	Ergebnisse der chemischen Analytik	
		6.1	VwV-Analyse Mischprobe MP 1 Geschiebelehm
		6.2	VwV-Analyse Mischprobe MP 2 Moränensand

1. Auftrag

Das Tiefbauamt der Stadt Biberach plant über das Ingenieurbüro Wasser-Müller die Erschließung des Baugebiets „Krautgärten II“ in Biberach-Ringschnait. In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (HuP), Vertretung Oberschwaben, auf der Basis des Angebotes vom 14.08.2020, Az.: RSBGKRG K01, am 03.09.2020 von der Stadt Biberach beauftragt, eine Baugrunderkundung durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 zu erstellen.

2. Unterlagen

Als Unterlagen zur Bearbeitung wurden uns zur Verfügung gestellt:

Wasser-Müller Ingenieurbüro GmbH:

- [1] Absteckplan als PDF-Datei, Maßstab 1:1000 mit Datum vom 04.11.2020
- [2] Vorabzug Übersichtslageplan als PDF-Datei, Maßstab 1:5000 mit Datum vom 04.08.2020
- [3] Vorentwurfsplan Variante I als PDF-Datei, kein Maßstab vom Oktober 2019
- [4] Vorentwurfsplan Variante II als PDF-Datei, Maßstab 1:1000 vom 20.09.2019

Aus eigenen Archivunterlagen stand uns zur Verfügung:

Geologisches Landesamt Baden - Württemberg:

- [5] Geologische Karte von Baden - Württemberg von 1985, Maßstab 1:25.000, Blatt 7925 Ochsenhausen

3. Projektbeschreibung

Das geplante Baugebiet „Krautgärten II“ soll östlich von Ringschnait entstehen. Die Fläche des geplanten Baugebietes wird derzeit landwirtschaftlich genutzt. Westlich grenzt bereits bestehende Wohnbebauung an das geplante Baugebiet an. Nördlich und östlich des geplanten Baugebietes befinden sich weitere landwirtschaftlich genutzte Flächen. Südlich begrenzt die Bergstraße die geplante

Fläche des Neubaugebietes. Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan bei, auf dem die Fläche des geplanten Baugebietes „Krautgärten II“ rot dargestellt wurde.

Im Rahmen der Erschließung des Baugebiets sollen Erschließungsstraßen gebaut und Versorgungsleitungen verlegt werden.

4. Allgemeiner geologischer Überblick

Nach der geologischen Karte [5] stehen im geplanten Baufeld der Baugebietes „Krautgärten II“ rißeiszeitliche Moränensedimente bestehend aus einer entstehungsbedingten, heterogenen Wechselfolge von Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel, Moränenkiesen und Moränensanden an. Der tiefere Untergrund wird von den tertiären Schichten der Oberen Süßwassermolasse (OSM) in Form von glimmerreichen Sanden, die teilweise Mergelbänke sowie Sandsteinbänke enthalten können, gebildet.

5. Baugrunderkundung

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 05.11.2020 fünf Bohrsondierungen abgeteuft. Die Aufschlusspunkte wurden vor Beginn der Arbeiten von einem Mitarbeiter des Planungsbüros Wasser-Müller Biberach nach Lage und Höhe eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan, der als Anlage 1.2 beiliegt, entnommen werden.

Die Bohrsondierungen BS 1/1, BS 1/2, BS 2 bis BS 4 wurden mittels Sondierdraupe bis in eine Tiefe von 3,0 m bis 5,0 m unter bestehende Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Die Bohrsondierung BS 4 musste in einer Tiefe von 4,6 m aufgrund eines Rammhindernisses abgebrochen werden. In den Bohrlöchern der BS 1/1 und BS 1/2 wurde je ein Versickerungsversuch in einer Tiefe von 5,0 m bzw. 3,0 m unter GOK durchgeführt. Insgesamt wurden 22,6 lfd. m bohrsondiert.

Die im Zuge der Bohrsondierungen gewonnenen Bohrkerne 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 2.5 beigefügt. Eine Legende der hierbei verwendeten Signaturen und Abkür-

zungen liegt als Anlage 2.6 bei. Für geotechnische Laboruntersuchungen, chemische Analysen und als Rückstellproben wurden vom frischen Bodenmaterial insgesamt 27 Bodenproben entnommen.

6. Schichtenbeschreibung und -lagerung

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

In den Aufschlüssen BS 1/1, BS 1/2, BS 2 bis BS 4 beginnt die Schichtenfolge mit einem 20 cm bis 30 cm mächtigem durchwurzelt **Oberboden** mit mittelbrauner Farbe, welcher vereinzelt Ziegelreste enthält und als Ackerboden beschrieben werden kann.

Unter dem Oberboden bzw. Ackerboden folgt in allen Aufschlüssen bis in eine Tiefe von 1,8 m bis 5,0 m unter GOK ein **Geschiebelehm**, welcher sich aus Schluff mit schwankenden tonigen, sandigen, kiesigen und feinkiesigen Anteilen zusammensetzt. Der Geschiebelehm weist in der BS 2 in einer Tiefe von 3,0 m bis 3,7 m eine weiche bis steife Konsistenz und in allen weiteren Baugrundaufschlüssen eine steife, steife bis halbfeste und halbfeste Konsistenz auf. Die Farbe des aufgeschlossenen Geschiebelehms ist hellbraun mit dunkelbraunen, beigen, grauen und ockerfarbenen Schlieren.

In der Bohrsondierung BS 1/1 und BS 3 wurde unter dem Geschiebelehm bis zur Endtiefe der Bohrungen sowie in der BS 4 bis 4,3 m unter GOK **Moränensande** aufgeschlossen. In der BS 4 werden die Moränensande, bis zur Endtiefe der Bohrung wiederum von einem steifen Geschiebelehm, wie zuvor beschrieben, unterlagert.

Die angetroffenen Moränensande liegen zumeist in verlehmt bis stark verlehmt Form vor und setzen sich aus einem schluffigen bis stark schluffigen, schwach kiesigen bis stark kiesigen Sand zusammen. Die Moränensande besitzen eine hellbraune Farbe und zeigen dunkelbraune und beige Schlieren.

Zur Verdeutlichung der Schichtverläufe wurden vier geologische Profilschnitte angefertigt, die als Anlage 3.1 bis 3.4 beiliegen. Die Lage der Profilschnitte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen

werden. Es ist hierbei zu beachten, dass die Schichtenverläufe in den Profilschnitten linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden und daher naturgemäß vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

7. Bodenverunreinigungen

Routinemäßig wurde das aufgeschlossene Bodenmaterial auf sensorisch feststellbare Verunreinigungen begutachtet. Vereinzelt wurden im Oberboden Ziegelreste vorgefunden. Weitere sensorische Auffälligkeiten wurden nicht festgestellt.

Zur Überprüfung ob ggf. geogen erhöhte Konzentrationswerte in den gewachsenen Böden vorliegen wurde eine Mischprobe MP 1 aus den anstehenden Geschiebelehmen und eine Mischprobe MP 2 aus den aufgeschlossenen Moränensanden 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 6.1 und 6.2 bei. Da die aufgeschlossenen Moränensande verlehmt bis stark verlehmt sind, wurden diese beim Zuordnungswert Z0 der VwV mit der Bodenart Lehm beurteilt. Somit 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. Werden die Moränensande mit der Bodenart Sand nach der VwV beurteilt, so müssen diese aufgrund des in der chemischen Analyse ermittelten Nickelgehaltes von 22 mg/kg in den Zuordnungswert Z0* nach der VwV eingestuft werden.

Da durch die durchgeführte Baugrunderkundung der Untergrund nur stichprobenartig aufgeschlossen wurde, kann das Vorhandensein von Bodenverunreinigungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Es wird daher 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. Versickerungsversuche

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde zur Überprüfung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes in den ausgebauten Bohrlöchern der BS 1/1 und BS 1/2 je ein Versickerungsversuch durchgeführt. Im Bohrloch der BS 1/1 wurde im verlehmtten Moränensand (3,0 m bis 5,0 m u. GOK) und im Bohrloch der BS 1/2 im Geschiebelehm (1,0 m bis 3,0 m u. GOK) versickert. Die ausgebauten Bohrlöcher wurden mit Wasser aufgefüllt und die Absenkung des Wasserspiegels über die Zeit gemessen. Aus dem Absinken des Wasserspiegels über die Zeit kann der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der Bodenschicht abgeschätzt werden. Nach Auswertung der Versickerungsversuche ergibt sich ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 6,0 \times 10^{-6}$ m/s für den verlehmtten Moränensand und für den Geschiebelehm von $k_f = 4,2 \times 10^{-8}$. Die Versuchsauswertung der Versickerungsversuche liegt als Anlage 4.1 und 4.2 bei.

9. Hydrogeologische Situation

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurde in den unverrohrten Bohrlöchern der Bohrsondierungen BS 1/1, BS 1/2 bis BS 4 der Grundwasserstand gemessen. Die Bohrlöcher der Bohrsondierungen BS 1/1 und BS 1/2 wurden während der Baugrunderkundung zu temporären Messstellen ausgebaut.

Lediglich in der Bohrsondierung BS 2 konnte direkt nach dem Bohrende Schicht- bzw. Grundwasser auf der Sohle des Bohrloches in 5 m Tiefe unter GOK (629,04 m ü NN) gemessen werden. Nach ungefähr vier Stunden wurde in der BS 2 ein Wasserstand von 4,22 m unter GOK (629,82 m ü. NN) gemessen.

Wie in der BS 2 festgestellt, muss mit zeitweise vorhandenem Schichtwasser, insbesondere nach starken Niederschlägen oder der Schneeschmelze im geplanten Baugebiet gerechnet werden.

Nach der aktuellen Hochwassergefahrenkarte des LUBW liegt das geplante Baugebiet nicht in der Überschwemmungsfläche eines Oberflächengewässers und außerhalb von Quellen- bzw. Wasserschutzgebieten.

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:

- 27 mal Bestimmung des natürlichen Wassergehalts nach DIN 18121
- 5 mal Bestimmung des Feinanteils nach DIN 18123
- 2 mal Bestimmung der Konsistenzgrenze nach DIN 18122
- 2 mal Bestimmung der Huminsäuren nach DIN EN 1744

Eine tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Laborergebnisse liegt als Anlage 5.1 und die Einzelergebnisse der Konsistenzgrenzenbestimmungen als Anlage 5.2.1 und 5.2.2 bei.

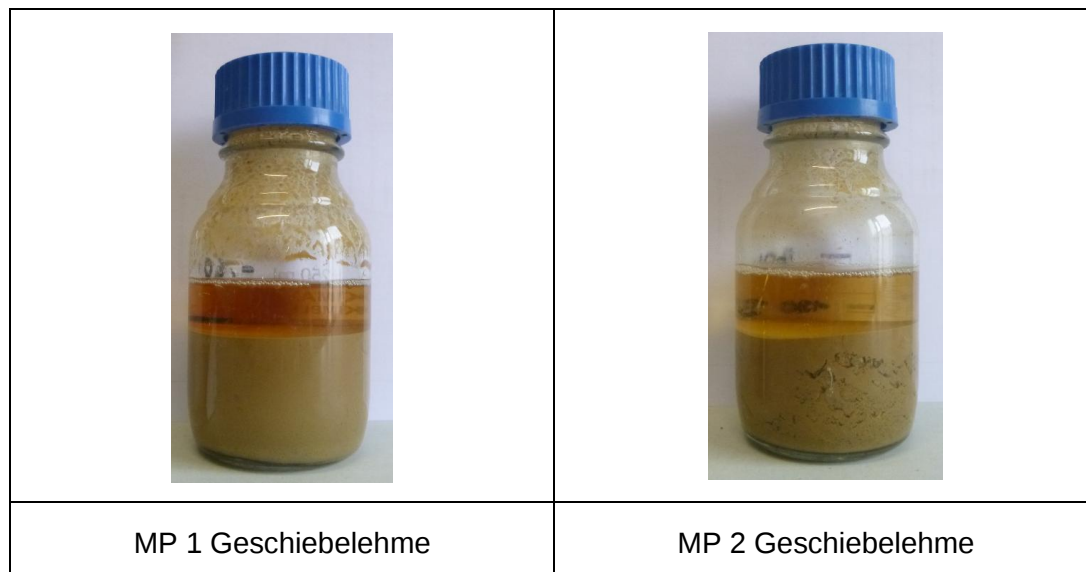
An fünf der Bodenproben aus der Moränensandschicht wurde der Feinanteil bestimmt. Nachfolgend sind die bestimmten Feinanteile und die sich hieraus ergebenden Bodengruppen nach DIN 18196 aufgezeigt:

Bezeichnung Probe	Bodenart	Feinanteil [%]	Bodengruppe nach DIN 18196
BS 1 / 3,0 – 3,3 m	Moränensand	22,6	SU*/ST*
BS 1 / 4,3 – 5,0 m	Moränensand	18,9	SU*/ST*
BS 3 / 3,0 – 3,6 m	Moränensand	12,7	SU/ST
BS 3 / 4,5 – 5,0 m	Moränensand	18,7	SU*/ST*
BS 4 / 3,1 – 4,0 m	Moränensand	33,8	SU*/ST*

Aus den entnommenen Bodenproben der Geschiebelehme der BS 1/1 / 0,3-1,0 m und der BS 2 / 0,2-0,9 m wurde die Mischprobe MP 1 sowie aus den entnommenen Bodenproben der Geschiebelehme der BS 3 / 0,4-0,8 m und BS 4 / 0,2-0,9 m die Mischprobe MP 2 gebildet. An den erstellten Mischproben wurde das Vorhandensein von Huminsäuren geprüft. Dazu wurde die Bodenmischproben 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 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.

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



Bei den Mischproben MP 1 und MP 2 der Geschiebelehme wurde eine sehr geringe Verfärbung festgestellt. Somit muss nur mit einem sehr geringen Einfluss von Huminsäuren bei einer Bodenstabilisierung mit Bindemittel gerechnet werden. Erfahrungsgemäß kann davon ausgegangen werden, dass eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Untergrund nach einer Bodenstabilisierung mit mindestens 3 M.-% Mischbindemittel (Zementanteil $\geq 50 \text{ M.}\%$ im Bindemittel) erreichbar ist.

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.

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.

Geologische Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Zusammen-drückbarkeit	Durchlässig-keit	Verdichtungs-fähigkeit	Frostempfind-lichkeitsklasse ZTV E-StB
Geschiebelehm	TL, TM, UL, UM	mittel bis groß	sehr gering bis gering	mäßig bis schlecht	sehr frostempfind-lich F3
Moränensand, ver-lehmt	SU*, ST*; SU, ST	mittel bis gering	mittel bis gering	mittel bis schlecht	sehr frostempfind-lich F3 bis frost-empfindlich F2 ¹⁾

¹⁾Die Bodengruppe SU / ST ist der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen und die Bodengruppe SU*, ST* der Frostempfindlichkeitsklasse F3.

Die angetroffenen Moränensedimente (Geschiebelehm und verlehmtten Moränensande) sind tlw. 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 Bereich des geplanten Baugebietes aufgeschlossenen Böden können entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen anhand der Baugrunduntersuchung sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden in nachfolgende Homogenbereiche nach DIN 18300 (2015-08) für „Erdarbeiten“ eingeteilt werden:

		Homogenbereich Böden	
		Geschiebelehm	Moränensand
Bodengruppe nach DIN 18196		TL, TM, UL, UM	SU*, ST*, SU, ST
Wassergehalt	[%]	10 – 30	5 – 20
Dichte, feucht	[t/m³]	1,9 – 2,1	1,8 – 2,2
Konsistenzzahl I_c		0,7 – 1,3	–
Konsistenz		weich, steif, halbfest	–
Plastizitätszahl I_p	[%]	8 – 20	–
Undrainede Scherfestigkeit c_u	[kN/m²]	30 - 150	–
Organischer Anteil	[Gew.-%]	≤ 5	≤ 5
Korngrößenverteilung	T [%]	5 – 30	0 - 20
	U [%]	60 – 90	5 - 40
	S [%]	5 – 50	40 - 90
	G [%]	0 – 50	0 - 30
Massenanteil Steine / Blöcke¹⁾	[%]	≤ 30 / ≤ 30	≤ 30 / ≤ 30
Massenanteil Blöcke²⁾	[%]	≤ 5	≤ 5
Lagerungsdichte		–	locker, mitteldicht, dicht
Bodenklasse nach DIN 18300 (2012-09)		4, 5, 7	3, 4, 5, 7

¹⁾ Blöcke der Korngröße 200 mm bis 630 mm

²⁾ Blöcke mit Korngröße über 630 mm

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

Innerhalb der Moränensedimente können auch Moränenkiesschichten auftreten.

Der im Bereich des Untersuchungsfeldes anstehende Oberboden ist vor Beginn der eigentlichen Erdbauarbeiten abzuschieben und getrennt zu verwerten. 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 bindigen und gemischtkörnigen Böden 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.

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]
Geschiebelehm	20 (19 – 21)	10 (9 – 11)	25 (25 – 30)	5 (4 – 15)	5 - 10
Moränensand ver- lehmt	19,5 (19 – 21)	9,5 (8 – 11)	30 (27,5 – 32,5)	2 (0 – 5)	8 - 30

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

14. Kanal- und Leitungsbau

14.1 Graben- und Grubenaushub

Im geplanten Neubaugebiet wurden bis zur erreichten Endtiefe der Bohrsondierungen gut baggerbare Böden aufgeschlossen. Bei der BS 4 konnte ab einer Tiefe von 4,6 m unter GOK kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden, was vermutlich auf einen größeren Stein bzw. Block innerhalb der Moränensedimentschicht (Geschiebelehme, Moränensende / -kiese) zurückzuführen ist. Innerhalb der Moränensedimente können aufgrund der Genese größere Steine bzw. Gerölle oder Blöcke auftreten. Dies sollte bei der Ausschreibung berücksichtigt werden.

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 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 den anstehenden mindestens steifen Geschiebelehmen mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ angelegt werden. Reichen Graben- und Grubenböschungen bis in die angetroffenen Moränensandschichten bzw. werden beim Aushub weiche Geschiebelehme angetroffen, so können freie

Gruben- und Grabenböschungen über Grund- und Schichtwasser in Anlehnung an die DIN 4124 mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ 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 oder liegen Gräben und Gruben unterhalb von Grund- bzw. Schichtwasser 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 Tagwassersperrern o. glw. fernzuhalten.

In der BS 2 wurde bei der Baugrunderkundung Grund- bzw. Schichtwassers angetroffen. Je nach Tiefe von Gruben und Gräben sowie der Witterungsverhältnisse müssen ggf. Wasserhaltungsmaßnahmen ausgeführt werden. Aufgrund der aufgeschlossenen überwiegend gering wasserdurchlässigen Böden ($k_f \leq 5 \times 10^{-6}$ m/s) muss mit einem geringen Wasserandrang gerechnet werden. Um abzupumpenden Wassermengen gering zu halten, sind Gräben abschnittsweise in kurzen Abschnitten von $L \leq 6,0$ m auszuheben.

Wird Schichtwasser innerhalb der Moränensandschichten festgestellt muss unter dem Einfluss von strömendem Schichtwassers mit Fließerscheinungen gerechnet werden. Um ein Ausfließen der Sande zu vermeiden, sind filterstabile Pumpensäumpfe anzulegen. Es ist die Verwendung filterstabiler Schüttmaterialien bzw. der Einbau von geotextilen Filtervliesen vorzusehen. Alle Wasserhaltungsmaßnahmen sind ständig auf ungewollten Bodenaustrag hin zu kontrollieren, um so bei einem unbe-

absichtigten Bodenaustrag infolge der Wasserhaltung kurzfristig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

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 ggf. vorhandene weiche bindige Böden bis 20 cm unter das Rohauflager zu entfernen und durch gut tragfähigen Boden (z.B. Kies 0/32 mm) zu ersetzen. Zwischen Kies austauschschicht und anstehenden bindigen bzw. gemischtkörnigen 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 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 Geschiebelehme und verlehmtten Moränensande zur Gruben- und Grabenverfüllung wiederverwendet werden, wird empfohlen diese vor dem Wiedereinbau mittels Bindemittel zu verbessern bzw. zu stabilisieren. Ein Mindestverdichtungsgrad von $D_{PR} \geq 97 \%$ sowie ein Luftporengehalt von $n_a \leq 8 \%$ ist einzuhalten. Ausgehobene Böden für einen 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 stabilisierte Böden 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 feinkörnige bzw. gemischtkörnige Böden auf mindestens $D_{Pr} = 97 \%$ unter Einhaltung eines Luftporengehalts von $n_a \leq 8\%$ zu verdichten. Bei einer Stabilisierung der Geschiebelehme mit Bindemittel sollte um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Untergrund einer Straße zu erreichen, ein Mischbindemittel mit mindestens 50 M.-% Zementanteil verwendet werden und eine Bindemittelzugabemenge von $\geq 3 \text{ M.-%}$ vorgesehen werden.

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. 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. Das geplante Baugebiet liegt nach Bild 6 der RStO in der Frosteinwirkungszone II.

Nach Abtrag des bestehenden Oberbodens stehen im geplanten Baugebiet anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse steife bis halbfeste 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 $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ 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 anstehenden steifen bis halbfesten Geschiebelehme weisen erfahrungsgemäß ein Verformungsmodul von etwa $E_{v2} = 15 - 25 \text{ MN/m}^2$ auf. Um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf OK Planum bzw. Untergrund zu erreichen, ist ein Bodenaustausch bzw. Bodenauftrag mit gut tragfähigem grobkörnigem Boden oder eine Stabilisierung des Untergrundes mittels Bindemittel erforderlich.

Ausgehend von einer Tragfähigkeit von ca. $E_{v2} = 20 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum bzw. dem Untergrund einer Verkehrsfläche ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem Material (z. B. Kies 0/45 mm) von mindestens 20 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 OK planmäßigem Untergrund der Verkehrsfläche 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 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 Kiesschicht hat lagenweise ($d \leq 30$ cm) bei einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ % zu erfolgen.

Um eine Verschlechterung der Ausgangstragfähigkeit bei den oberflächlich anstehenden wasserempfindlichen Böden zu vermeiden, sollte der Untergrund nach dem Freilegen, sofern keine Bodenverbesserung mit Bindemittel erfolgt, sogleich durch eine mindestens 15 bis 20 cm mächtige kornabgestufte Kiesschicht vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Außerdem sollte ein Wassereinstau durch eine entsprechende Querneigung des Planums vermieden werden. Die Ausbildung einer Drainage bzw. eines Grabens, um das anfallende Wasser auf dem Planum abzuführen, wird empfohlen.

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

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. Es wird eine Mindestbindemittelzugabemenge von 3 M.-% empfohlen. Ausgehend von einer Bindemittelzugabe von 3 M.-% bei einer Trockendichte

des Ausgangsbodens von ca. 1800 kg/m^3 ergibt dies bei einer üblichen Frästiefe von 40 cm einen Bindemittelbedarf von ca. 22 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 $\geq 3\%$, einem Verformungsmodul $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ und einer einaxialen Druckfestigkeit von $q_u \geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ kann der Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zugeordnet werden und damit der frostsichere Mindestaufbau um 10 cm reduziert werden (Einsparung von 10 cm Kiestragschicht).

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.

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 bzw. Untergrund 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. Regenwasserversickerung

Das geplante Baugebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Diesbezüglich bestehen keine Einschränkungen bei einer Regenwasserversickerung.

Bei der Herstellung von Versickerungsmulden sollte nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \geq 5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ vorhanden sein. Bis zu einer Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes von $k_f = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ kann eine Mulden-Rigolen-Versickerung hergestellt werden. Bei der Durchlässigkeit des Untergrundes von $k_f < 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ 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.

Auf der Grundlage der in der BS 1/1 und BS 1/2 ausgeführten Versickerungsversuche weisen die anstehenden Geschiebelehme einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 4,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ und die

verlemten Moränensande einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 6,0 \times 10^{-6}$ m/s auf. Eine Regenwasserversickerung in der Moränensandsicht müsste somit möglich sein.

Soll für das geplante Baugebiet eine zentrale Versickerungsanlage ausgebildet werden, wird empfohlen im Bereich der geplanten Versickerungsanlage weitere Versickerungsversuche in Schürfgruben zur Ermittlung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes der Moränensande auszuführen.

Regenwasserversickerungsanlagen müssen einen ausreichenden Abstand zu Gebäuden aufweisen. Die Versickerung muss über eine belebte Bodenzone mit 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.

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. Allgemeine Angaben zur Wohnbebauung im Baugebiet

17.1 Geotechnische Kategorie

Geplante Bauwerke im Neubaugebiet sind in die Geotechnische Kategorie GK 2 (Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund) nach EC 7 einzuordnen.

17.2 Baugruben und Böschungen

Baugrubenböschungen können über Schicht- bzw. Grundwasser bis max. 5 m unter GOK bei mindestens steifen Geschiebelehmen mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ angelegt werden. Reichen Baugruben bis in die Moränensande bzw. werden weiche Geschiebelehme angetroffen, so sind Baugrubenböschungen mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ herzustellen.

Bei den zuvor gemachten Angaben zu Baugrubenböschungen müssen Baugeräte bis 12 t sowie Fahrzeuge, welche nach § 34 Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten nicht überschreiten einen Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens 1,0 m und Baugeräte von mehr als 12 t bis 40 t sowie Fahrzeuge, welche nach § 34 Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten überschreiten einen Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens 2,0 m einhalten. Lastfreie Schutzstreifen neben der Baugrube bzw. Böschungskrone von mindestens 0,6 m sind vorzusehen. Weitere Angaben der DIN 4124 sind zu beachten.

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.

Wird beim Anlegen der Schürfgruben Schicht- bzw. Grundwasser festgestellt, so muss vorab das Grund- zw. Schichtwasser abgesenkt werden. Tritt Schicht- bzw. Grundwasser innerhalb der Moränensande auf, so muss unter dem Einfluss des strömenden Schicht- bzw. Grundwassers mit Fließercheinungen (Ausfließen der schluffigen Sande) gerechnet werden. Bei schluffigen Sanden ist das Wasser erfahrungsgemäß fest an den Boden gebunden, so dass es durch Schwerkraft allein üblichen Filterbrunnen nicht mehr zufließt. Schicht- bzw. Grundwasser kann bei diesen schwer entwässerba-

ren Böden mit Vakuumbrunnen oder –lanzen (Unterdruckentwässerung) abgesenkt werden. Durch eine Vakuumabsenkung werden die Baugrubenböschungen stabilisiert. Nach einer Vakuumabsenkung können freie Baugrubenböschungen mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ bis zur geplanten Baugrubensohle angelegt werden. Gegebenenfalls kann auch eine offene Wasserhaltung in der Baugrube ausgeführt werden, sofern die Böschungen durch einen Auflastfilter vor dem Ausfließen von schluffigen Feinsanden geschützt werden. Bei der Herstellung von Auflastfiltern bestehend aus Filtervlies und Einkornbeton wird empfohlen die Böschungen auf $\beta \leq 40^\circ$ abzuflachen.

Bei Böschungshöhen über 5 m, einem erforderlichen steileren Böschungswinkel als zuvor angegeben, bei nicht Einhaltung 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, bei Stapellasten von mehr als 10 kN/m^2 neben dem Schutzstreifen von $0,6$ m oder bei geringeren Abständen von Fahrzeugen entlang der Böschungskrone als zuvor angegeben und 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 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. Frostschrüzen 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 Baugrundsichtung wird empfohlen Gebäude über eine Gründungsplatte zu gründen.

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 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 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.

17.4 Erd- und Wasserdruck

Unter dem Erdrreich 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 ($k_f \leq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$) 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.

17.5 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 in Abhängigkeit von der Wassereinwirkung auch oberseitig abgedichtet werden.

Auf der Grundlage der hergestellten Baugrundaufschlüsse stehen im geplanten Baugebiet wenig wasserdurchlässige Böden mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ an. Schichtwasser wurde bei der Baugrunderkundung in der BS 2 in einer Tiefe von $> 4 \text{ m}$ unter GOK angetroffen. Grund- bzw. Schichtwasser darf nicht dauerhaft gedrängt werden. Eine Dränanlage darf somit erst oberhalb von Schicht- bzw. Grundwasser eingebaut werden.

Erdberührte Wände und Bodenplatten oberhalb von Schicht- bzw. Grundwasser sind bei den anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden ($k \leq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$) 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 bzw. liegen Bodenplatten und Wände unter Schicht- bzw. Grundwasser, wirkt aufstauendes Wasser auf die Abdichtung als drückendes Wasser. 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, Raumnutzungs-kategorie und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18355-1 zu berücksichtigen.

17.6 Arbeitsraumverfüllung

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen sowie für Geländeprofilierungen, die nicht zur Lastabtragung von Bauwerkslasten herangezogen werden, können die anstehenden verlehmtten Moränensande und Geschiebelehme bei mindestens steifer Konsistenz und fachgerechter Verdichtung sowie fachgerechter Lagerung bis zum Wiedereinbau wiederverwendet werden, sofern geringe Nachsetzungen von 1 bis 2 % der Auffüllhöhe toleriert werden können.

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

17.7 Geothermische Energienutzung

Das Baufeld liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellschutzgebieten. Diesbezüglich bestehen keine genehmigungsrechtlichen Einschränkungen für eine geothermische Energienutzung. Eine flurstücksgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes durch die Untere Wasserbehörde des LRA Biberach ist stets erforderlich.

Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden:

Es liegt eine Beschränkung der Bohrtiefe auf 205 m im geplanten Baugebiet aufgrund genutzter bzw. nutzbarer Grundwasservorkommen vor.

Es muss mit keinen geotechnischen Schwierigkeiten beim Bohren oder Ausbau durch Karsthöhlräume, größere Spalten, durch sulfathaltiges Gestein (Anhydrit), durch zementangreifendes Grundwasser oder durch artesisch gespanntes Grundwasser gerechnet werden. Gasaustritte (Erdgas) während der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten sind möglich.

Als Anhaltswert kann für eine Erdwärmesonde ohne Beeinflussung von anderen Erdwärmesonden für eine Sondentiefe von 100 m nachfolgende Wärmeentzugsleistung in Abhängigkeit der Betriebszeit pro Jahr angegeben werden.

2400 Std./a = 4500 W

1800 Std./a = 5400 W

Bei der Erfordernis mehrerer Erdwärmesonden ist eine Bemessung der Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung zwingend notwendig.

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.

17.8 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	0	Intensitätsintervalle $6 \leq I < 6,5$
Untergrundklasse	S	Gebiet tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
Baugrundklasse	C	Stark bis völlig verwitterte Festgesteine oder grobkörnige, gemischtkörnige und feinkörnige Lockergesteine

18. 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.



.....
(Projektleitung)

Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi



.....
(Projektbearbeitung)

Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle

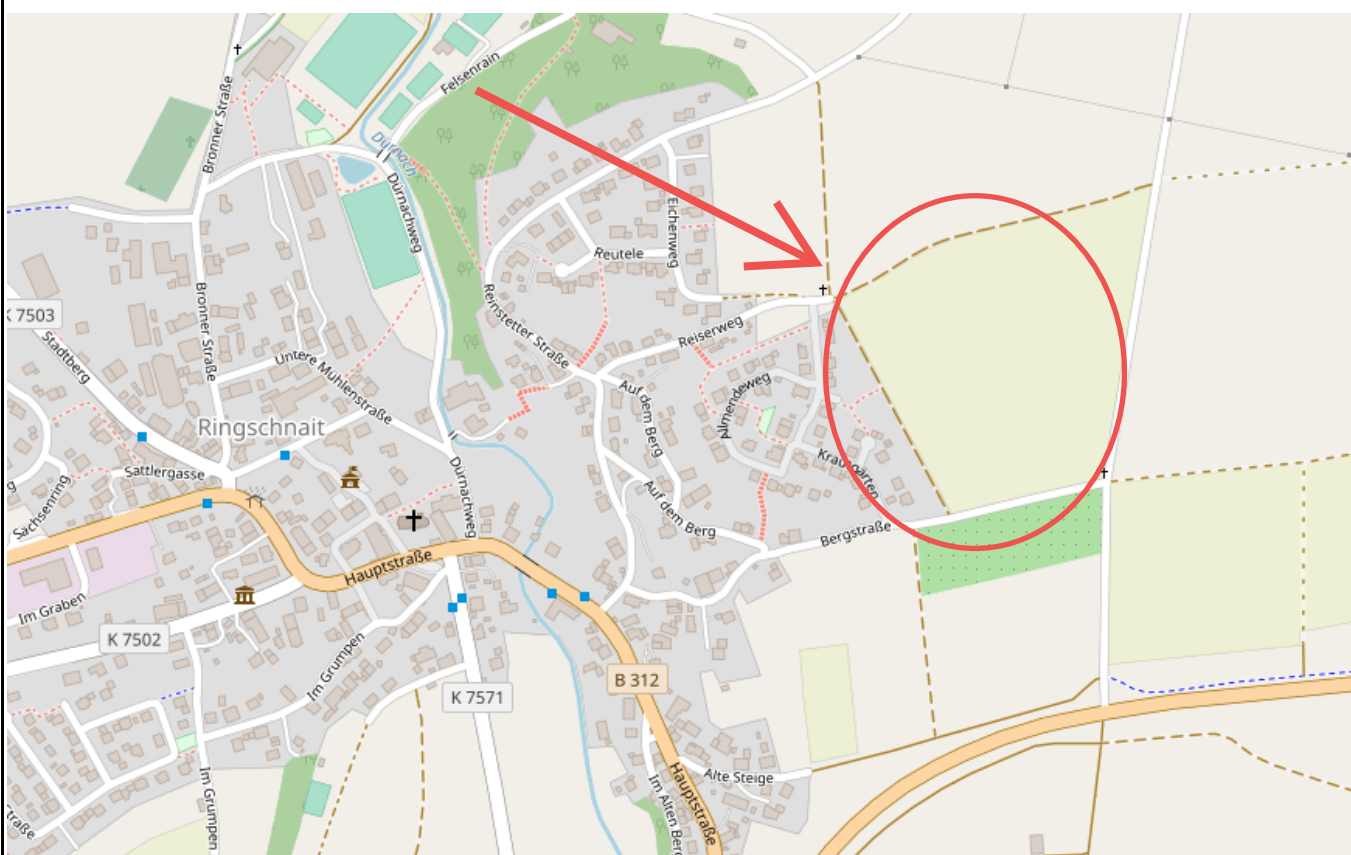


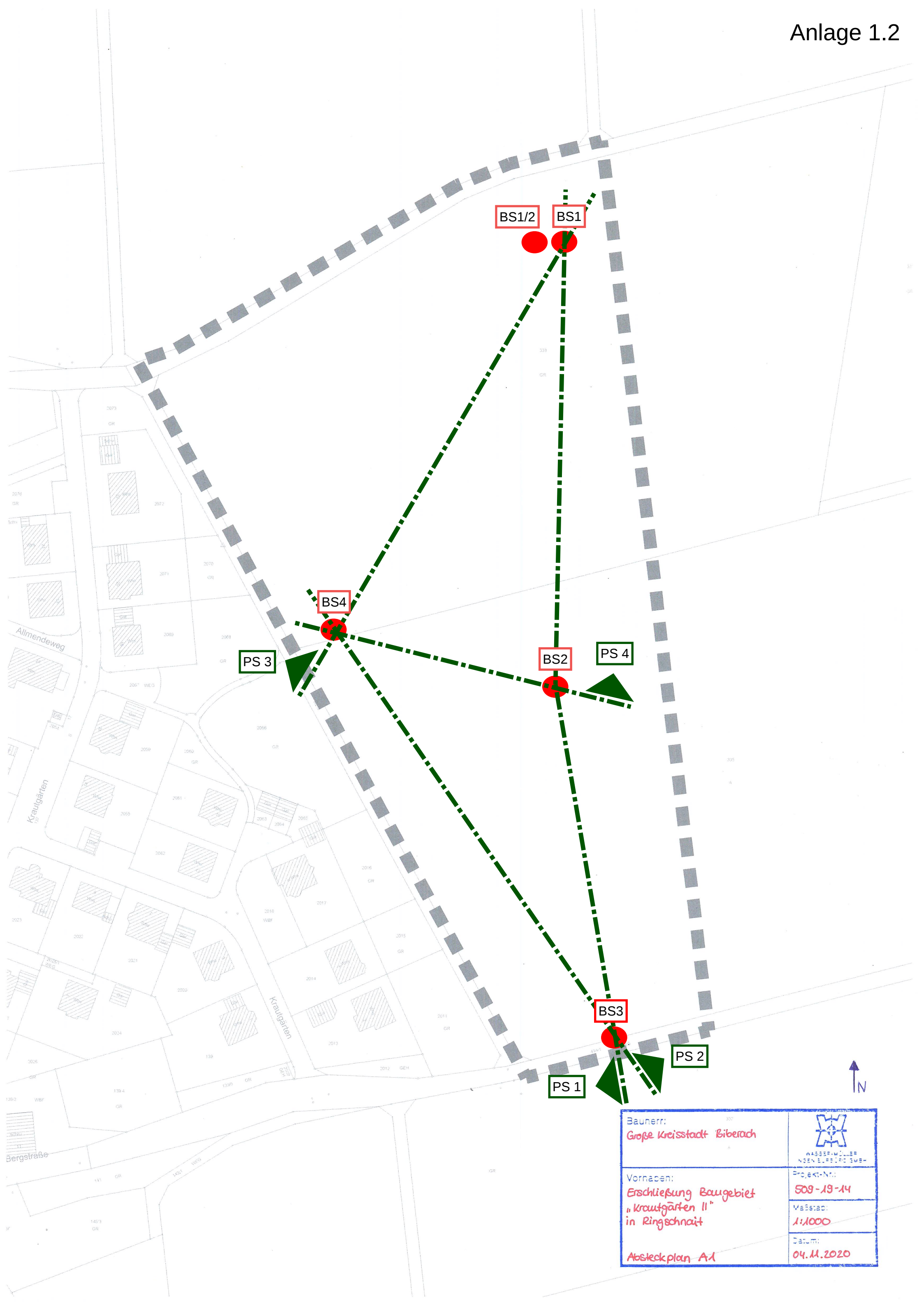
Von der Industrie- und Handelskammer
Ulm öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für
Erd- und Grundbau; Felsböschungen

Übersichtslageplan

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

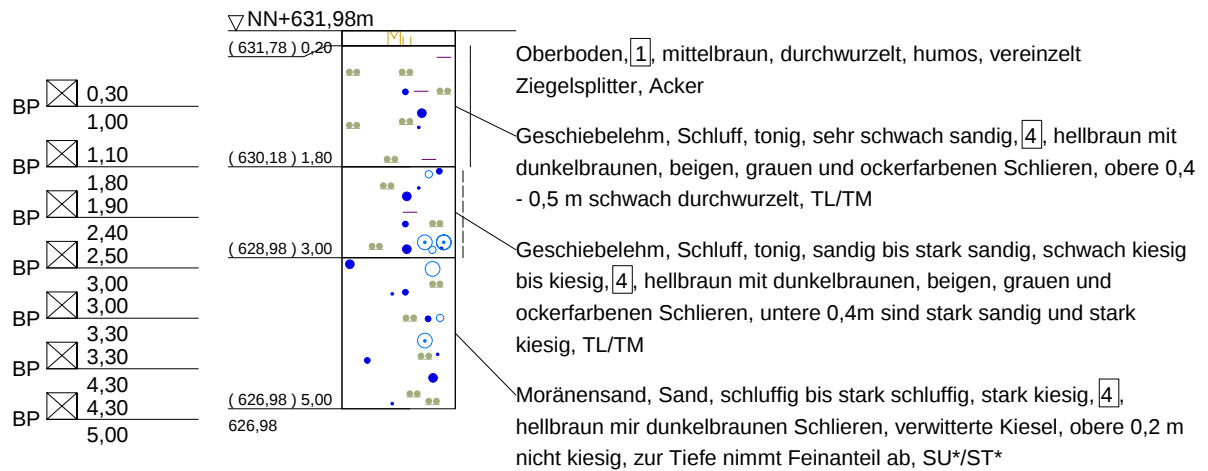
Projekt: BV Erschließung Baugebiet „Krautgärten II“ in Biberach - Ringschnait

Quelle: www.openstreetmap.de



Baunerr: Große Kreisstadt Biberach	 WASSER-UND-UMWELTECHNIK GMBH
Vornamen: Erschließung Baugebiet „Krautgarten II“ in Ringschnitt	Projekt-Nr.: 509-19-14
Absteckplan A1	Maßstab: 1:1000
	Datum: 04.11.2020

BS 1/1



Bohrloch standfest bis 5 m uGOK, kein Grundwasser messbar

Versickerungsversuch mit 2 m Filterrohr und 3 m Vollrohr,
Überstand GOK 0,05m

Bauvorhaben:

BV Erschließung Baugebiet "Krautgärten II"
in Biberach - Ringschnait

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 1/1

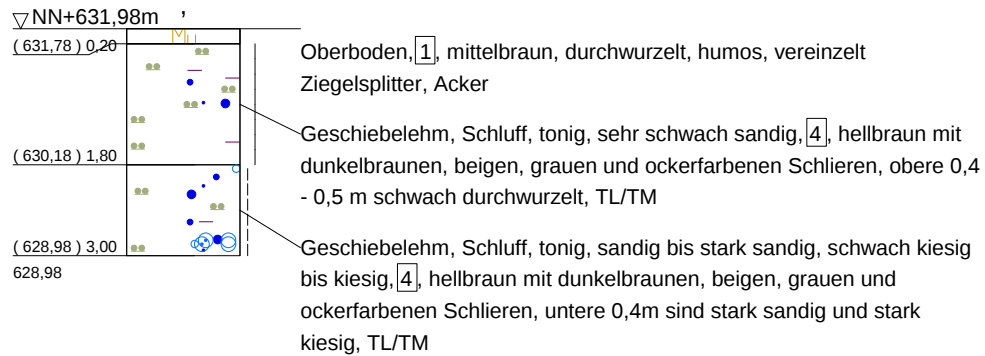
Plan-Nr: RSBGKRG BS 1/1

Maßstab: 1:100

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: AH	Datum: 5.11.20
Gezeichnet:	
Geändert:	
Gesehen:	
Projekt-Nr: RSBGKRG	

BS 1/2



Bohrloch standfest bis 3 m unter GOK
 , kein Grundwasser messbar
 Versickerungsversuch mit 2 m Filterrohr und
 1 m Vollrohr, Überstand GOK 0,03m

Bauvorhaben:

BV Erschließung Baugebiet "Krautgärten II"
 in Biberach - Ringschnait

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 1/2

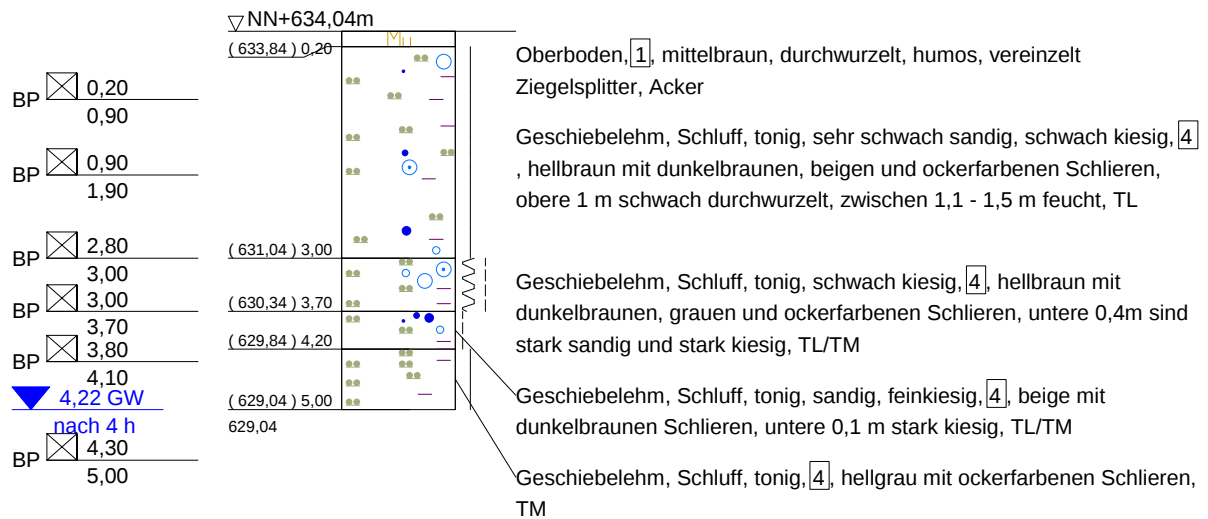
Plan-Nr: RSBGKRG BS 1/2

Maßstab: 1:100

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: AH	Datum: 5.11.20
Gezeichnet:	
Geändert:	
Gesehen:	
Projekt-Nr: RSBGKRG	

BS 2



Bohrloch standfest bis 5 m uGOK
 nach Bohrende Grundwasser gemessen bei 5 m uGOK

Bauvorhaben:

BV Erschließung Baugebiet "Krautgärten II"
 in Biberach - Ringschnait

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 2

Plan-Nr: RSBGKRG BS 2

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

Maßstab: 1:100

Bearbeiter: AH

Gezeichnet:

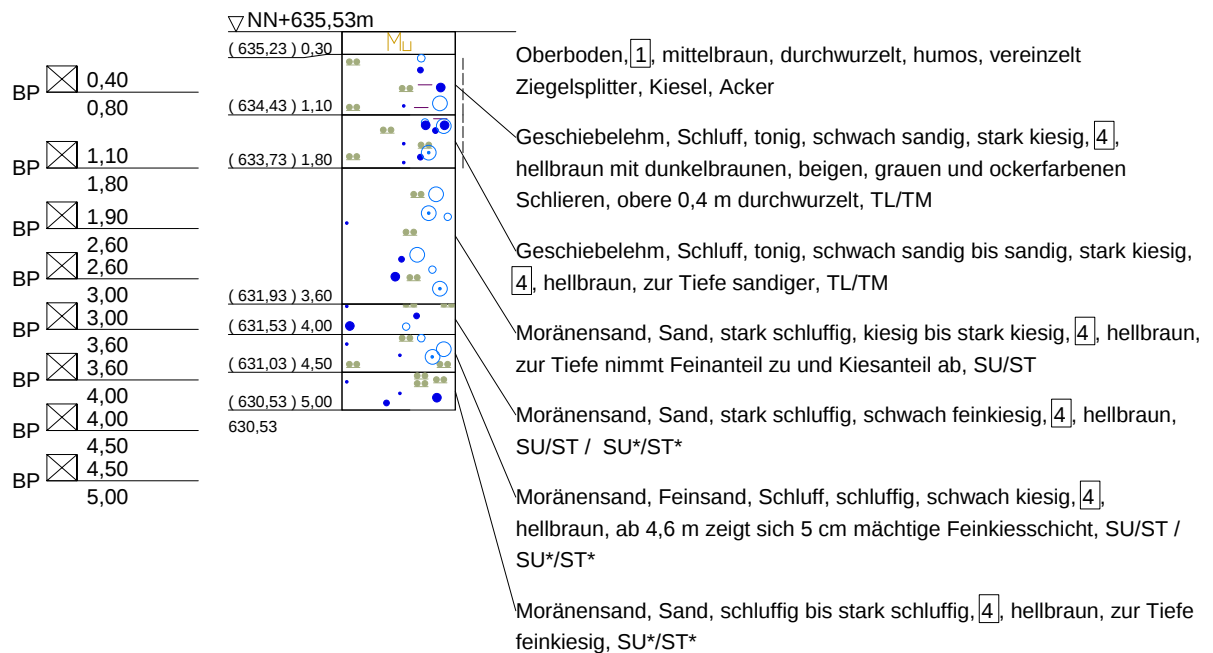
Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: RSBGKRG

Datum: 5.11.20

BS 3



Bohrloch standfest bis 5 m uGOK, kein Grundwasser messbar

Bauvorhaben:

BV Erschließung Baugebiet "Krautgärten II"
in Biberach - Ringschnait

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 3

Plan-Nr: RSBGKRG BS 3

Maßstab: 1:100

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: AH

Datum:

Gezeichnet:

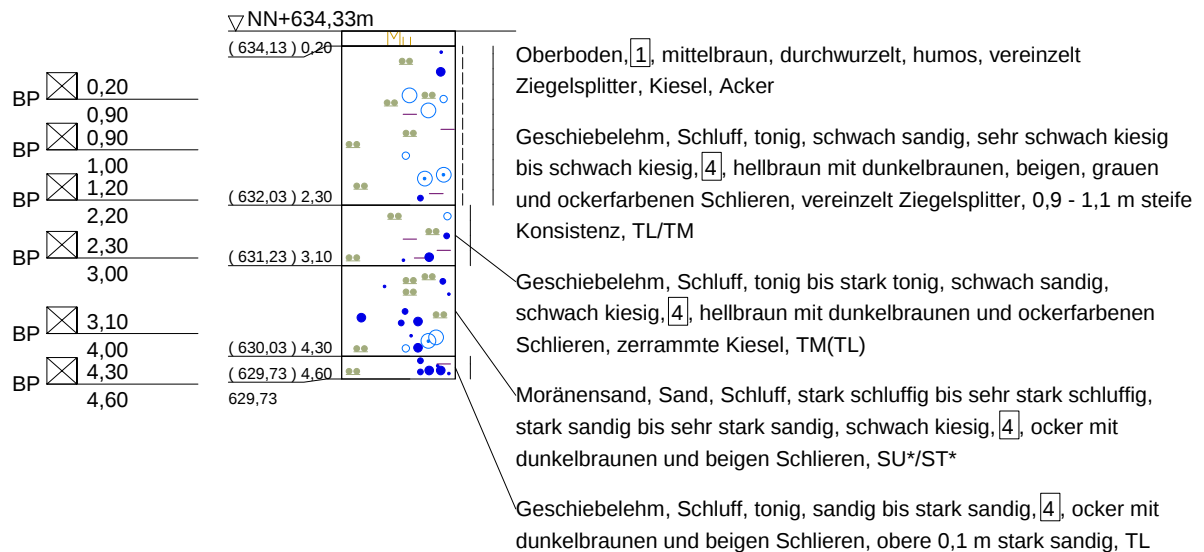
5.11.20

Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: RSBGKRG

BS 4



Bohrloch standfest bis 4,6 m uGOK, kein Grundwasser gemessen

Bohrende bei 4,6 m uGOK, weil kein Bohrfortschritt

Bauvorhaben:

BV Erschließung Baugebiet "Krautgärten II"
in Biberach - Ringschnait

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 4

Plan-Nr: RSBGKRG BS 4

Maßstab: 1:100

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: AH

Datum:

Gezeichnet:

5.11.20

Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: RSBGKRG

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

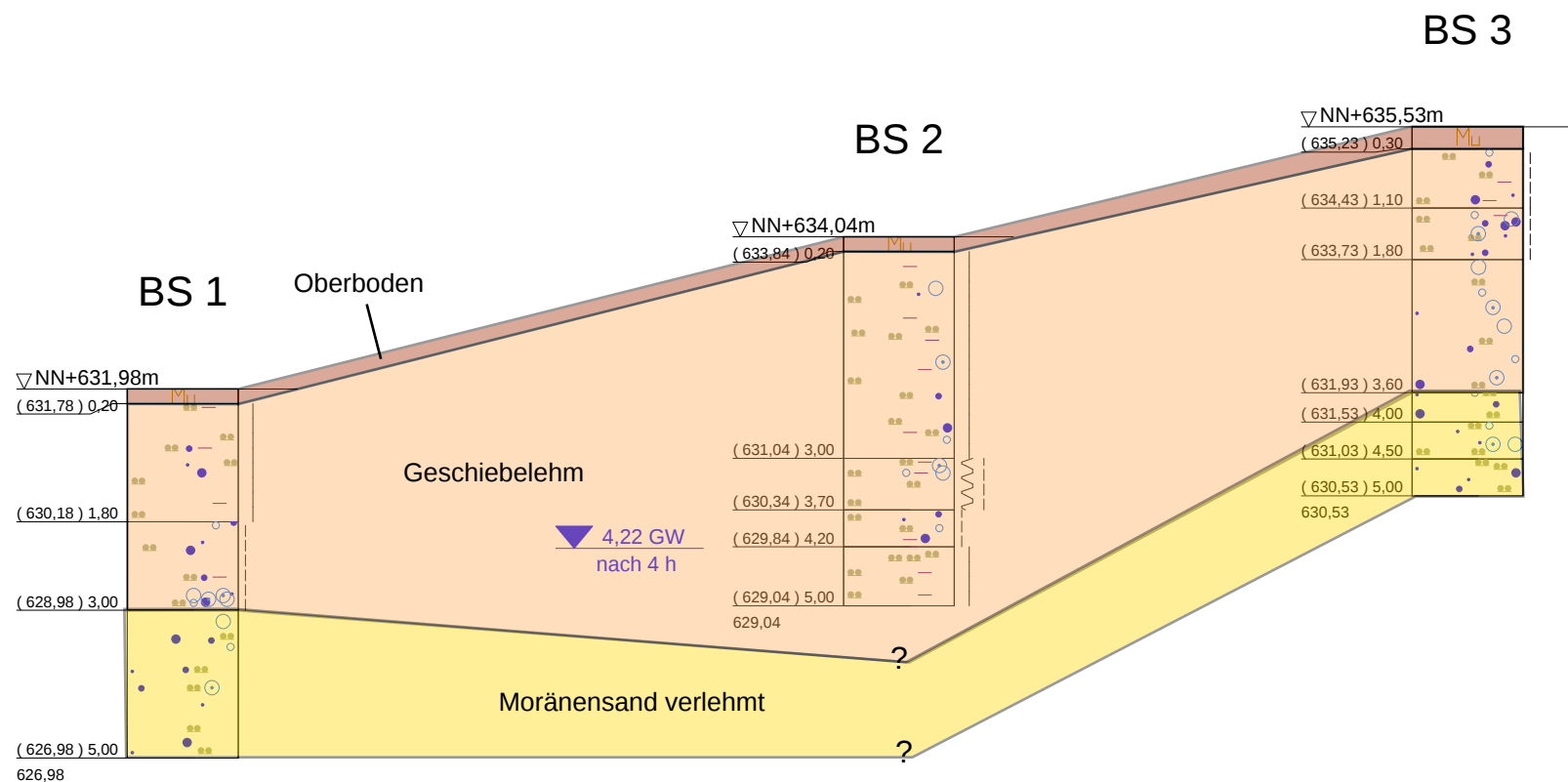
t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
g	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

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 Baugebiet "Krautgärten II"
in Biberach - Ringschnait

Planbezeichnung:
Profilschnitt (PS) 1

Plan-Nr: RSBGKRG PS 1

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

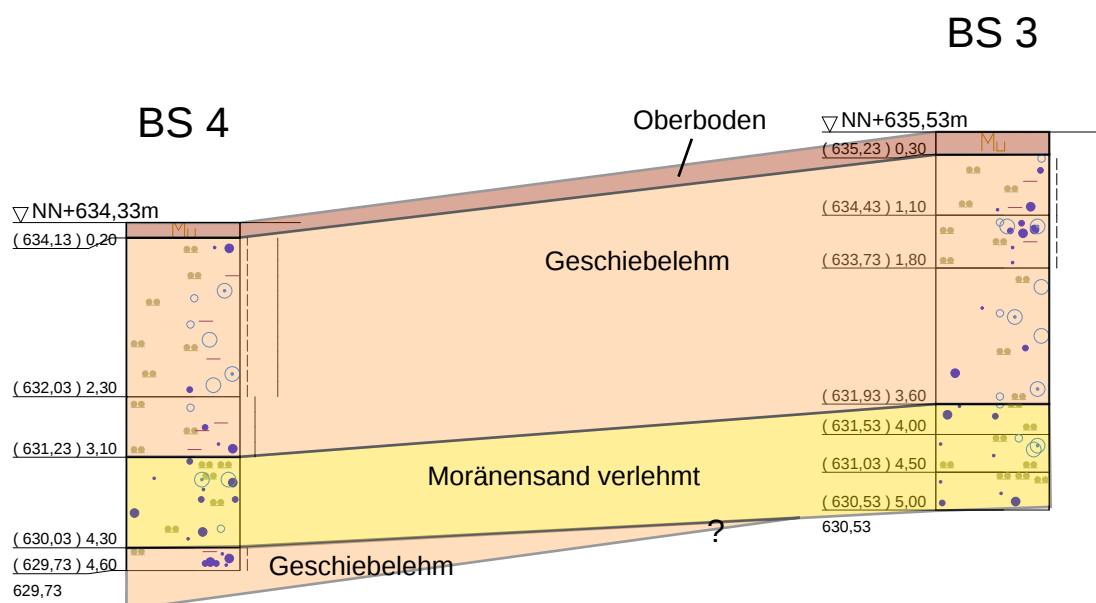
Maßstab: 1:100

Bearbeiter: AH
 Gezeichnet: 5.11.20

Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: RSBGKRG



Bauvorhaben:

BV Erschließung Baugebiet "Krautgärten II"
in Biberach - Ringschnait

Planbezeichnung:

Profilschnitt (PS) 2

Plan-Nr: RSBGKRG PS 2

Maßstab: 1:100

HENKE UND PARTNER GMBH

Bearbeiter: AH

Datum:

Ingenieurbüro für Geotechnik

Gezeichnet:

5.11.20

Waldseer Straße 51

Geändert:

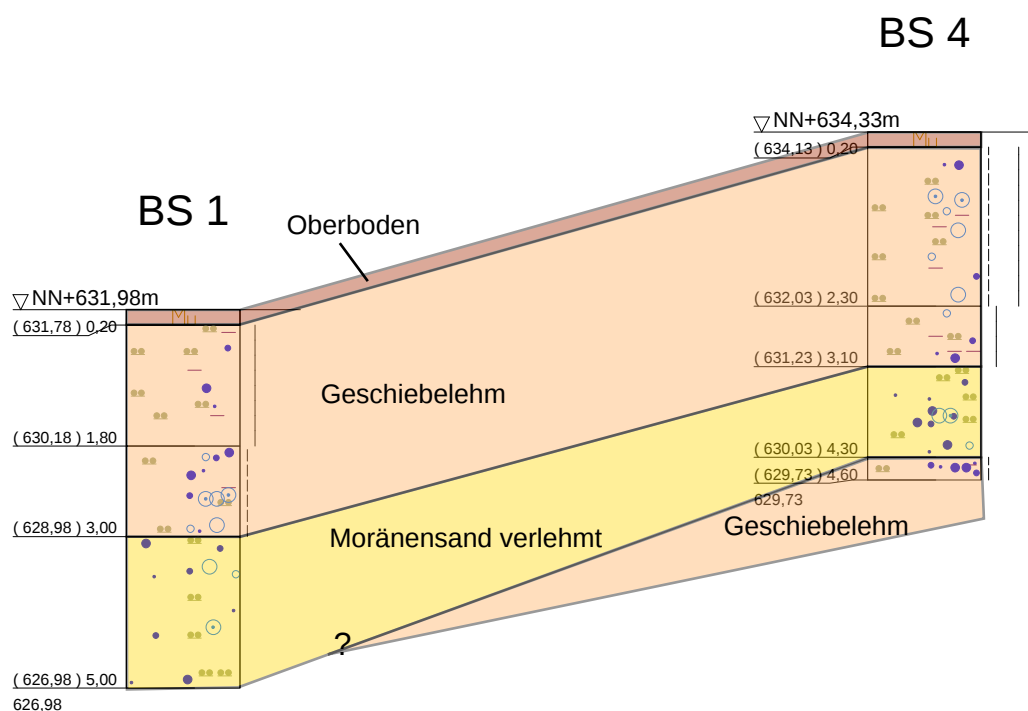
88400 Biberach a.d. Riß

Gesehen:

Tel.: 07351 / 47 40 030

Fax: 07351 / 47 40 029

Projekt-Nr: RSBGKRG

**Bauvorhaben:**

BV Erschließung Baugebiet "Krautgärten II"
in Biberach - Ringschnait

Planbezeichnung:

Profilschnitt (PS) 3

Plan-Nr: RSBGKRG PS 3

Maßstab: 1:100

HENKE UND PARTNER GMBH

Bearbeiter: AH

Datum:

Ingenieurbüro für Geotechnik

Gezeichnet: 5.11.20

Waldseer Straße 51

Geändert: _____

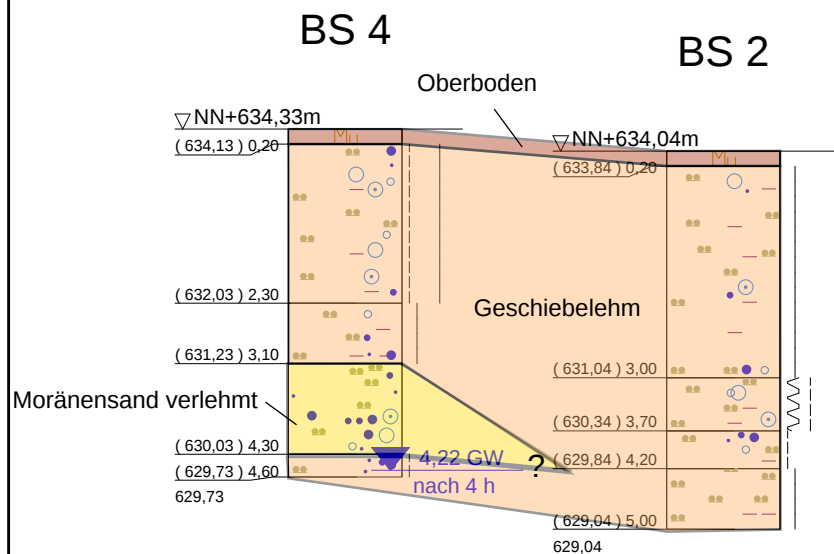
88400 Biberach a.d. Riß

Gesehen: _____

Tel.: 07351 / 47 40 030

Projekt-Nr: RSBGKRG

Fax: 07351 / 47 40 029

**Bauvorhaben:**

BV Erschließung Baugebiet "Krautgärten II"
in Biberach - Ringschnait

Planbezeichnung:

Profilschnitt (PS) 4

Plan-Nr: RSBGKRG PS 4

Maßstab: 1:100

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: AH

Gezeichnet:

Geändert:

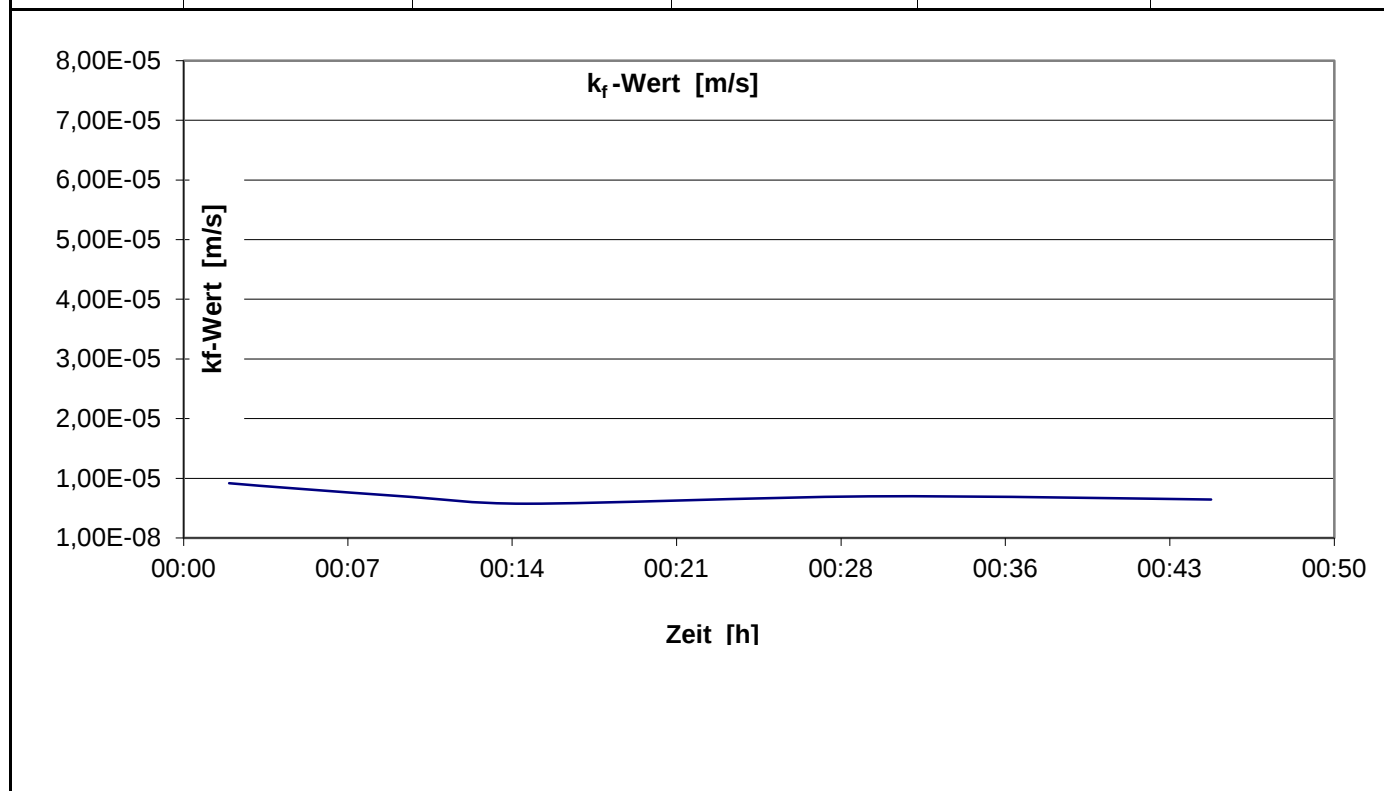
Gesehen:

Projekt-Nr: RSBGKRG

Datum: 5.11.20

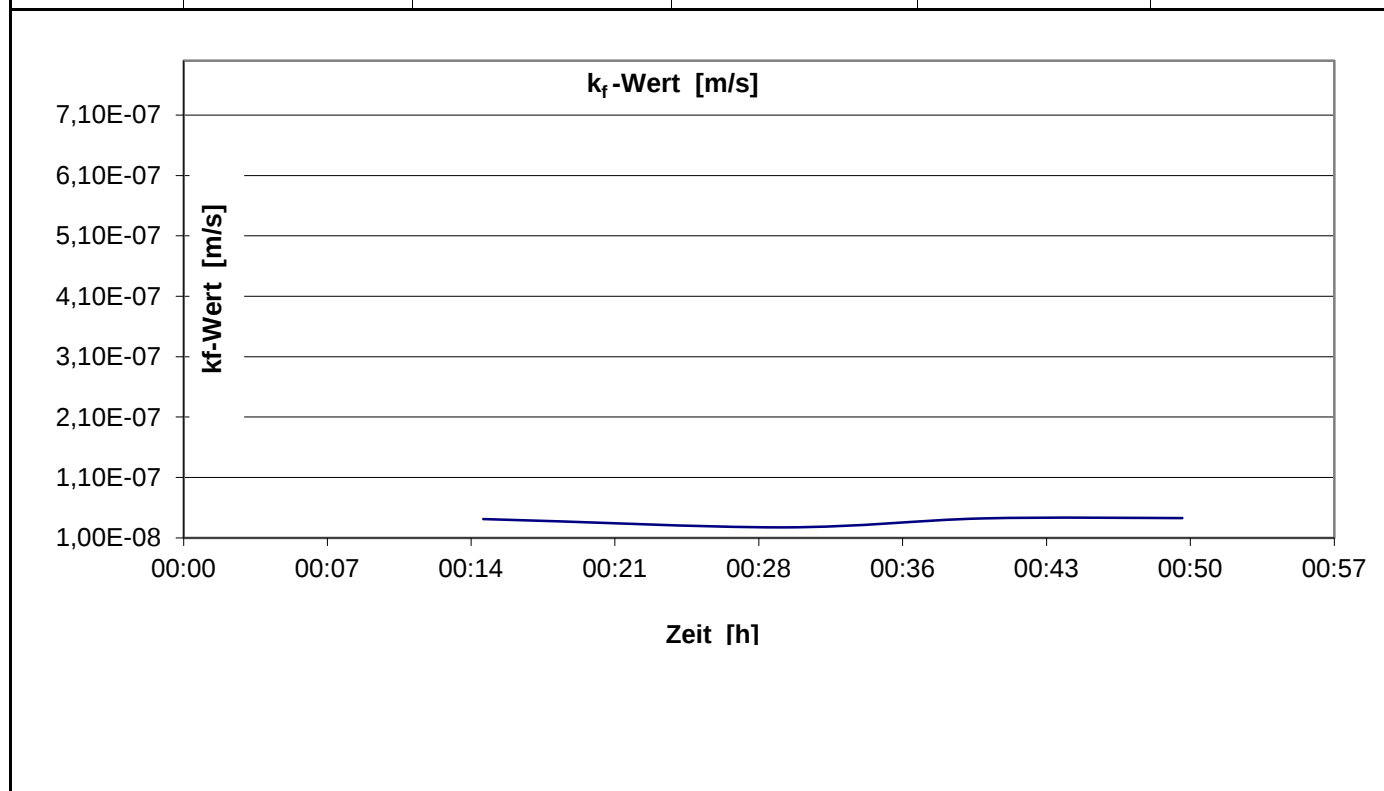
ANLAGE 4.1

Projekt: BV Erschließung Baugebiet „Krautgärten II in Biberach - Ringschnait					
Bezeichnung Bohrung:		BS 1/1		Versuchsdatum: 05.11.20	
Bodenart Bohrungssohle:		Moränensand, verlehmt			
Grundwasserabstand H _s (m):		5,00	k _f = 0,159 x (Q/h ²) x (ln((h/r)+(Wurzel(h/r) ² +1))-1)		
Bohrlochradius (m):		0,06			
Bohrlochtiefe (m):		5,00			
Füllstand zu Beginn h ₀ (m):		3,50			
Zeit	Intervalldauer	Absenkung	Pegelhöhe	Qn	k _f (20°C)
[h]	[sec]	dz [m]	h [m]	[m³/s]	[m/s]
0:00:00		3,50			
0:02:00	120	3,82	1,18	3E-05	9,20E-06
0:05:00	180	4,10	0,90	2E-05	8,30E-06
0:10:00	300	4,34	0,66	9E-06	6,91E-06
0:15:00	300	4,48	0,52	5E-06	5,76E-06
0:30:00	900	4,71	0,29	3E-06	6,99E-06
0:45:00	900	4,92	0,08	3E-06	6,47E-06



ANLAGE 4.2

Projekt: BV Erschließung Baugebiet „Krautgärten II in Biberach - Ringschnait					
Bezeichnung Bohrung:		BS 1/2		Versuchsdatum: 05.11.20	
Bodenart Bohrungssohle:		Geschiebelehm			
Grundwasserabstand H _s (m):		3,00	k _f = 0,159 x (Q/h ²) x (ln((h/r)+(Wurzel(h/r) ² +1))-1)		
Bohrlochradius (m):		0,06			
Bohrlochtiefe (m):		3,00			
Füllstand zu Beginn h ₀ (m):		1,55			
Zeit	Intervalldauer	Absenkung	Pegelhöhe	Qn	k _f (20°C)
[h]	[sec]	dz [m]	h [m]	[m³/s]	[m/s]
0:00:00		1,55			
0:15:00	900	1,56	1,44	2E-07	4,15E-08
0:30:00	900	1,57	1,43	1E-07	2,80E-08
0:40:00	600	1,58	1,42	2E-07	4,25E-08
0:50:00	600	1,59	1,41	2E-07	4,30E-08



Projekt: BV Erschließung Baugebiet „Krautgärten II“ in Biberach - Ringschnait										PL / PB:		Projektkürzel: RSBGKRG				
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/m ³	ρ _D t/m ³	φ' (°)	c' kN/m ²	c _u kN/m ²	E _s kN/m ²	Bemerkungen
BS1 / 0,3-1,0	Geschiebelehm	17,5														
BS1 / 1,1-1,8	Geschiebelehm	18,4														
BS1 / 1,9-2,4	Geschiebelehm	21,0														
BS1 / 2,5-3,0	Geschiebelehm	17,9														
BS1 / 3,0-3,3	Moränensand	10,8							SU*/ST*							Feinanteil: 22,6 %
BS1 / 3,3-4,3	Moränensand	11,2														
BS1 / 4,3-5,0	Moränensand	9,2							SU*/ST*							Feinanteil: 18,9 %
BS2 / 0,2-0,9	Geschiebelehm	21,8														
BS2 / 0,9-1,9	Geschiebelehm	19,0	30,1	19,2	10,9	1,02	halbfest		TL							
BS2 / 2,8-3,0	Geschiebelehm	15,4														
BS2 / 3,0-3,7	Geschiebelehm	24,8														
BS2 / 3,8-4,1	Geschiebelehm	19,8														
BS2 / 4,3-5,0	Geschiebelehm	22,1														
BS3 / 0,4-0,8	Geschiebelehm	18,5														
BS3 / 1,1-1,8	Geschiebelehm	12,2														
BS3 / 1,9-2,6	Geschiebelehm	13,6														
BS3 / 2,6-3,0	Geschiebelehm	13,4														
BS3 / 3,0-3,6	Moränensand	11,4							SU/ST							Feinanteil: 12,7 %
BS3 / 3,6-4,0	Moränensand	13,6														
BS3 / 4,0-4,5	Moränensand	18,5														
BS3 / 4,5-5,0	Moränensand	13,3							SU*/ST*							Feinanteil: 18,7 %

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand w_n

ANLAGE 5.1

[illegible]

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand von

Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 18 122

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

ANLAGE 5.2.1

Projekt: Erschließung BG „Krautgärten II“ in Biberach-Ringschnait	Kürzel: RSBGKRG
Probe: BS2 0,9-1,9 geol. Bez.: Geschiebelehm	Versuchsdatum: 02.12.20

nat. Wassergehalt w_n :	19,0	%	Massenanteil > 0,4mm (ü):	-	%
Fließgrenze w_L :	30,1	%	Wassergehalt $w_{<0,4}$:	-	%
Ausrollgrenze w_P :	19,2	%	Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$:	10,9	
Konsistenz:	halbfest		Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$:	1,02	
Bodenart:	TL				

Maximaler Wassergehalt halbfest ($I_C = 1,0$):	19,2	%			
Wassergehalt steif ($I_C = 0,75-1,0$) von:	21,9	%	bis	19,3	%
Wassergehalt weich ($I_C = 0,5-0,75$) von:	24,6	%	bis	22,0	%
Wassergehalt breiig ($I_C = 0,0-0,5$) von:	30,1	%	bis	24,7	%

Plastizitätsbereich

Zustandsform

A-Linie
 $I_P = 0,73 (w_L - 20)$

verwendete Prüfmittel (Inv.Nr.):

Laborbearbeiter:

ausgewertet & geprüft/freigegeben:

Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 18 122

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

ANLAGE 5.2.2

Projekt: Erschließung BG „Krautgärten II“ in Biberach-Ringschnait	Kürzel: RSBGKRG
Probe: BS4 4,3-4,6 geol. Bez.: Geschiebelehm	Versuchsdatum: 02.12.20

nat. Wassergehalt w_n :	20,4	%	Massenanteil > 0,4mm (ü):	-	%
Fließgrenze w_L :	32,7	%	Wassergehalt $w_{<0,4}$:	-	%
Ausrollgrenze w_P :	20,2	%	Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$:	12,5	
Konsistenz:	steif		Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$:	0,98	
Bodenart:	TL				

Maximaler Wassergehalt halbfest ($I_C = 1,0$):	20,2	%			
Wassergehalt steif ($I_C = 0,75-1,0$) von:	23,3	%	bis	20,3	%
Wassergehalt weich ($I_C = 0,5-0,75$) von:	26,4	%	bis	23,4	%
Wassergehalt breiig ($I_C = 0,0-0,5$) von:	32,7	%	bis	26,5	%

Plastizitätsbereich

Zustandsform

ausgeprägt plastische Tone TA

mittel plastische Tone TM

leicht plastische Tone TL

Sand-Ton Gemische ST

Zwischenbereich

Sand-Schluff-Gemische SU

Schluffe mit org. Beimeng. u. organog. Schluffe OU u. mittlplast. Schluffe UM

leicht plastische Schluffe UL

Tone mit org. Beimengungen und organog. Tone OT

A-Linie $I_P = 0,73 (w_L - 20)$

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

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

Analysenbericht Nr.	555/2420	Datum:	18.11.2020
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik
Projekt : RSBGKRG
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98
Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum : 11.11.2020 Probeneingang : 12.11.2020
Originalbezeich. : MP 1/ Geschiebelehm Probenbezeich. : 555/2420
Untersuch.-zeitraum : 12.11.2020 – 18.11.2020

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 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,8		-	-	-	-		DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	10		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	14		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	40		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	20		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	29		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]	51		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		100	400	600	2000		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10		DIN EN ISO 17380 :2013-10

1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 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]	0,05					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,11					
Pyren	[mg/kg TS]	0,09					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,06					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,05					
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]	0,44	3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Markt Rettenbach, den 18.11.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

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

Analysenbericht Nr.	555/2421	Datum:	18.11.2020
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik
Projekt : RSBGKRG
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98
Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum : 11.11.2020 Probeneingang : 12.11.2020
Originalbezeich. : MP 2/ Moränensand Probenbezeich. : 555/2421
Untersuch.-zeitraum : 12.11.2020 – 18.11.2020

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 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	90,5		-	-	-	-		DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	7,5		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	8,2		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,02		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	24		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	18		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	22		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]	38		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		100	400	600	2000		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10		DIN EN ISO 17380 :2013-10

1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 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					
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 :2006-05

Markt Rettenbach, den 18.11.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)