

**Anlage 4
zur Begründung**

**Geotechnischer Bericht nach DIN 4020
zum Bauvorhaben
Erschließung Baugebiet „Eschle“
in
88416 Eichbühl - Erlenmoos**

Bauherr und Auftraggeber:

Gemeinde Erlenmoos
Biberacher Straße 11
88416 Erlenmoos

Geotechnische Projektbearbeitung:

Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle

Erstattungsdatum:

18. Juni 2021

Aktenzeichen:

EBBESCH 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. Hydrogeologische Situation	7
8. Versickerungsversuch	7
9. Bodenverunreinigung	8
10. Geotechnische Laborversuche	9
11. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke	11
12. Homogenbereiche	12
13. Bodenkennwerte	14
14. Leitungsbau	15
14.1 Graben- und Grubenaushub	15
14.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben	15
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 Baugruben und Böschungen	23
17.2 Bauwerksgründungen	23
17.3 Abdichtung von erdberührten Bauteilen	25
17.4 Erd- und Wasserdruck	27
17.5 Arbeitsraumverfüllung	27
17.6 Geothermische Energienutzung	28
17.7 Erdbebensicherheit	29
18. Schlussbemerkungen	30

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne	
		1.1	Übersichtslageplan
		1.2	Lageplan Untersuchungspunkte und des Profilschnittes
Anlage	2	Bohrsondierungen	
		2.1 – 2.4	Bohrkernaufnahme BS 1 bis BS 4
		2.5	Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Geologische Profilschnitte	
		3.1 + 3.2	Profilschnitte PS 1 und PS 2
Anlage	4	Ergebnisse der chemischen Analytik	
		4.1	VwV-Analyse Mischprobe MP 1
		4.2	VwV-Analyse Mischprobe MP 2
Anlage	5	Tabellarische Zusammenstellung der Geotechnische Laborversuche	

1. Auftrag

Die Gemeinde Erlenmoos plant über das Ingenieurbüro Funk GmbH die Erschließung des Baugebiets „Eschle“ in Eichbühl. In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (HUP), Vertretung Oberschwaben, auf der Basis des Angebotes vom 04.03.2021, Az.: EBBESCH K01, am 01.04.2021 von der Gemeinde Erlenmoos beauftragt, eine Baugrunderkundung durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 zu erstellen.

2. Unterlagen

Als Unterlagen zur Bearbeitung wurden uns zur Verfügung gestellt:

Ingenieurbüro Funk GmbH:

[1] Bebauungsplan, im Maßstab 1:500, mit Datum vom 22.04.2021

Aus eigenen Archivunterlagen stand uns zur Verfügung:

Geologisches Landesamt Baden - Württemberg:

[2] Geologische Karte von Baden - Württemberg von 1971, Maßstab 1:25.000, Blatt 7925 Ochsenhausen und digitale geologische Karte des LGRB

3. Projektbeschreibung

Das geplante Neubaugebiet Eschle soll im Süd von Eichbühl entstehen. Östlich grenzt das geplante Baugebiet an die Roter Straße, nördlich befindet sich bestehende Bebauung. Südlich und westlich grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen bzw. ein Waldgebiet an das geplante Baugebiet an. Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan bei, auf dem die Lage des geplanten Neubaugebietes rot gekennzeichnet wurde.

Im Rahmen der geplanten Erschließung des Baugebiets sollen Erschließungsstraßen gebaut, Versorgungsleitungen verlegt und ein Regenrückhaltebecken erstellt werden. Die geplante Erschließungsstraße soll an die nördlich liegende Straße Im Eschle anbinden. Das Regenrückhaltebecken soll im nordwestlichen Bereich des geplanten Baugebietes erstellt werden.

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

4. Allgemeiner geologischer Überblick

Nach der geologischen Karte [2] stehen im geplanten Neubaugebiet „Eschle“ in Eichbühl würmeiszeitliche Moränensedimente in Form von einer entstehungsbedingten heterogenen Wechselfolge von Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel, Moränensanden und Moränenkiesen an. Unterlagert werden die Moränensedimente von den tertiären Schichten der Oberen Süßwassermolasse (OSM) bestehend aus Sand, Sandmergel, Mergel, Sand- und Mergelsteinen.

5. Baugrunderkundung

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 12.05.2021 vier Bohrsondierungen (BS 1 bis BS 4) abgeteuft.

Die Bohrpunkte wurden durch Mitarbeiter des IB Henke und Partner nach Lage und Höhe eingemessen. Der Lagebezug wurde über die bestehende Bebauung und der Höhenbezug über die in den Leitungsplänen angegebenen Schachtdeckelhöhen in m ü. NN hergestellt.

Die Lage der Bohrsondierungen BS 1 bis BS 4 kann dem Lageplan, der als Anlage 1.2 beiliegt, entnommen werden.

Die vier Bohrsondierungen BS 1 bis BS 4 wurden mittels Sondierdraupe bis in eine Tiefe von jeweils 5,0 m unter vorhandene Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Insgesamt wurden 20,0 lfd. m bohrt. Die gewonnenen Bohrkerns wurden nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN 4022 bzw. DIN EN ISO 14688-1 aufgenommen und beschrieben. Die ausführlichen Schichtenbeschreibungen der BS 1 bis BS 4 mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an die DIN 4023 sind als Anlagen 2.1 bis 2.4 beigefügt. Eine Legende der hierbei verwendeten Signaturen und Abkürzungen liegt als Anlage 2.5 bei. Für geotechnische Laboruntersuchungen, für chemische Analysen sowie als Rückstellproben wurden aus den Bohrkernen insgesamt 16 Bodenproben entnommen.

6. Schichtenbeschreibung und -lagerung

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

In allen Aufschlüssen beginnt die Schichtenfolge mit einer 30 cm mächtigen, durchwurzelt und schwach humosen **Oberbodenschicht** mit mittelbrauner bis hellbrauner und graubrauner Farbe. Bereichsweise wurden Ziegelstücke bzw. -reste im Oberboden angetroffen.

Unter dem Oberboden der BS 3 und BS 4 folgen bis in eine Tiefe von 0,9 m bzw. 1,6 m unter GOK hellbraune **Geschiebelehm**. Der aufgeschlossene Geschiebelehm setzt sich aus einem Schluff mit wechselnden tonigen, sandigen und kiesigen Anteilen zusammen. Anhand der manuellen Bodenansprache weist der Geschiebelehm eine steife Konsistenz auf.

Unter den Geschiebelehmen der BS 3 und BS 4 sowie unter dem Oberboden der BS 1 und BS 2 wurden bis in eine Tiefe von 0,5 m bis 3,5 m unter GOK verlehmt **Moränenkiese** erbohrt. In der BS 4 wurden die verlehmt **Moränenkiese** bis zur Endtiefe der Bohrsondierung bei 5,0 m unter GOK angetroffen. Die aufgeschlossenen verlehmt **Moränenkiese** bestehen aus einem Kies mit wechselnden sandigen, schluffigen und tonigen Anteilen und zeigen eine hellbraune bis mittelbraune und graubraune Farbe. Anhand der manuellen Bohrkernansprache weisen die bindigen Anteile der **Moränenkiese** eine weiche und weiche bis steife Konsistenz auf.

Unter den **Moränenkiesen** der BS 1 bis BS 3 wurden bis zur jeweiligen Endtiefe der Bohrsondierungen **Sande** und **Mergel** der Oberen Süßwassermolasse (OSM) angetroffen. Die aufgeschlossenen OSM- **Mergel** setzen sich aus einem Schluff mit wechselnden tonigen und sandigen Anteilen zusammen und zeigen eine beige-graue und beige-braune Farbe. Bei den angetroffenen OSM- **Sanden** handelt es sich um schluffige bis stark schluffige **Sande** mit beige-brauner, gelbbrauner und hellbrauner bis rotbrauner Farbe. Anhand der manuellen Bodenansprache weisen die OSM- **Mergel** sowie die bindigen Anteile der OSM- **Sande** eine steife und steife bis halbfeste Konsistenz auf.

Zur Verdeutlichung der Schichtverläufe wurden zwei geologische Profilschnitte angefertigt, die als Anlage 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 Schichtenverläufe in den geologischen Profil-

schnitten linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden und daher vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

7. Hydrogeologische Situation

Grund- bzw. Schichtwasser konnte in den hergestellten Baugrundaufschlüssen nicht festgestellt werden. Insbesondere nach starken Niederschlägen und der Schneeschmelze sollte jedoch mit zeitweise vorhandenem Sicker- bzw. Schichtenwasser gerechnet werden.

Nach den aktuellen Hochwassergefahrenkarten liegt das geplante Baufeld des geplanten Neubaugebietes nicht in der Überschwemmungs- bzw. Überflutungsfläche eines Oberflächengewässers und nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Quell- und Wasserschutzgebieten.

8. Versickerungsversuch

Im Rahmen der Baugrunderkundungen wurde im ausgebauten Bohrloch der Bohrsondierung BS 1, die im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens abgeteuft wurde, zur Überprüfung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ein Versickerungsversuch in den in der BS 1 angetroffenen OSM-Sanden ausgeführt. Hierzu wurde das bis in eine Tiefe von 3,0 m unter GOK ausgebaut Bohrloch der BS 1 mit Wasser befüllt und bei fallender Druckhöhe die Absenkung des Wasserspiegels im Verhältnis zur Zeit gemessen und damit die Versickerungsrate Q_s bestimmt.

Auf der Grundlage der DIN EN ISO 22282-2 wurde der Versuch ausgewertet und der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert mit

$$k_f = 3,5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

bestimmt.

9. Bodenverunreinigung

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

Für eine erste Orientierung ob ggf. geogene Bodenverunreinigungen vorliegen wurde eine Mischprobe MP 1 aus den Moränenkiesen und eine weitere Mischprobe MP 2 aus den aufgeschlossenen Geschiebelehmen, OSM- Mergeln und 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 4.1 und 4.2 bei. Auf der Grundlage der durchgeführten Analytik können beide Mischproben dem Zuordnungswert Z0 der VwV zugeordnet werden. Werden die Grenzwerte des Zuordnungswertes Z0 nach der VwV eingehalten ist nach der VwV keine Untersuchung der Eluate erforderlich. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die gewachsenen Böden keine geogen erhöhten Konzentrationswerte aufweisen.

Aufgrund der hergestellten punktuellen Aufschlüsse können anthropogene Bodenverunreinigungen im Bereich des geplanten Baugebietes nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Es wird deshalb empfohlen, bei der Ausschreibung Positionen für die Verwertung von Boden der Kategorie Z0, Z1.1, Z1.2 und Z2 nach der VwV sowie für eine Beseitigung von Boden auf einer Deponie der Deponieklasse DK 0 und DK I vorzusehen. Positionen für eine Rasterbeprobung, Haufwerksbildung, Zwischenlagerung ggf. auch außerhalb des Baufeldes, Haufwerksbeprobung, chemische Analysen nach VwV-Bodenverwertung und der Deponieverordnung sollten zusätzlich bei der Ausschreibung der Baumaßnahme berücksichtigt werden.

Erfahrungsgemäß ist es schwierig Böden mit einem Zuordnungswert von $\geq Z 1.1$ zu verwerten. Ist keine Verwertung möglich müssen die Böden auf einer Deponie entsorgt bzw. beseitigt werden. Für die Ausschreibung wird daher empfohlen festzuhalten, dass der Auftragnehmer/Unternehmer, falls er den Analysen nach verwertbares Material der Kategorie Z1.1, Z1.2 oder Z2 nach der VwV aufgrund von mangelnden Verwertungsstellen auf einer Deponie entsorgt, keine Mehrkosten geltend machen kann. Der im Leistungsverzeichnis für eine Z-Position angegebene Preis ist daher zwingend einzuhalten, auch wenn das entsprechende Z-Material stattdessen deponiert wird. Die im Falle einer Deponierung des eigentlichen Z-Materials anfallenden Kosten für ggf. zusätzliche Haufwerksbildung, Zwi-

schenlagerung, Haufwerksbeprobung, chemische Analysen nach DepV, die daraus resultierenden Verzögerungen sowie die Deponierungskosten sind AN-seitig zu tragen.

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 ausgewählten Bodenproben folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

- 16 mal Bestimmung des natürlichen Wassergehalts nach DIN 18121
- 8 mal Bestimmung des Feinanteils nach DIN 18123
- 1 mal Bestimmung der Huminsäuren nach DIN EN 1744

Eine tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Laborergebnisse liegt als Anlage 5 bei.

An entnommenen Proben aus den Moränenkiesen und OSM-Sanden wurden der Feinkornanteil nach DIN 18123 bestimmt. Die ermittelten Feinkornanteile sowie die sich hieraus ergebende Bodengruppe nach DIN 18196 können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Entnahmestelle / Entnahmetiefe	Bodenbezeichnung	Feinanteil [M.-%]	Bodenart nach DIN 18196
BS 1 / 0,5-1,5	OSM- Sand	28,7	SU* / ST*
BS 1 / 3,1-4,1	OSM- Sand	8,9	SU / ST
BS 2 / 0,5-1,5	Moränenkies	22,1	GU* / GT*
BS 2 / 2,2-2,6	Moränenkies	13,6	GU / GT
BS 2 / 2,6-3,6	OSM- Mergel / - Sand	50,5	TL / TM
BS 3 / 1,0-2,0	Moränenkies	20,7	GU* / GT*
BS 3 / 2,0-3,0	Moränenkies	18,8	GU* / GT*
BS 4 / 1,8-2,8	Moränenkies	17,5	GU* / GT*

Aus den entnommenen Bodenproben der in der BS 3 und BS 4 oberflächlich anstehenden Geschiebelehmen wurde im geotechnischen Labor die Mischprobe MP 1 gebildet. An der erstellten Mischprobe wurde das Vorhandensein von Huminsäuren geprüft. Dazu wurde die Bodenmischprobe mit 3-%iger Natronlauge vermengt. Eine dunkle Verfärbung der Lösung ist Indikator für das Vorhandensein von Huminsäuren. Huminsäuren hemmen den Erhärtungsprozess eines Boden-Bindemittelgemisches, indem sie das Calcium-Hydroxid, welches bei Kontakt des Bindemittels (Kalk und Zement) mit Wasser gebildet wird, binden. Bei Böden mit Huminsäure ist erst eine Stabilisierung zu erreichen, wenn die Menge des Bindemittels einen bestimmten Schwellenwert übersteigt. Dies liegt daran, dass eine gewisse Menge des Bindemittels, insbesondere Zemente, für die Neutralisierung der Huminsäuren aufgebraucht wird. Das bedeutet, dass bei Böden mit Huminsäure ein erhöhter Bindemittelbedarf für eine ausreichende Stabilisierung des Bodens erforderlich ist.

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



Bei der Mischproben MP 1 der Geschiebelehmen wurde eine leichte bis mittlere Verfärbung festgestellt. Somit weisen die Geschiebelehmen einen geringen Anteil von Huminsäuren auf. Soll eine Bodenstabilisierung der Geschiebelehmen mit Bindemittel erfolgen, muss vorab eine Eignungsprüfung bzw. eine Probestabilisierung ausgeführt werden. Erfahrungsgemäß kann davon ausgegangen wer-

den, dass eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Untergrund nach einer Bodenstabilisierung mit mindestens 3 M.-% Mischbindemittel (Zementanteil $\geq 70 \text{ M.}\%$ im Bindemittel) erreichbar ist.

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

11. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke

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

Geologische Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Zusammen-drückbarkeit	Durchlässig-keit	Verdichtungs-fähigkeit	Frostempfind-lichkeitsklasse ZTV E-StB
Geschiebelehm	TL, TM	mittel	sehr gering	mäßig	sehr frostempfindlich F3
Moränenkies	GU*, GT*, GU, GT	gering bis mittel	gering bis mittel	schlecht bis gut	frostempfindlich F2 bis sehr frostempfindlich F3 ¹⁾
OSM- Mergel, OSM- Sand	TI, TM, SU*, ST*, SU, ST	mittel bis gering	sehr gering bis mittel	schlecht bis mäßig	frostempfindlich F2 bis sehr frostempfindlich F3 ¹⁾

¹⁾ Die Bodengruppen GU*, GT*, SU*, ST*, TL, TM sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 und die Bodengruppen GU, GT, SU, ST der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen.

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

		Homogenbereich			
		A	B	C	
Geologische Bezeichnung		Geschiebelehm	Moränenkies	OSM- Mergel, OSM- Sand	
Bodengruppe nach DIN 18196		TL, TM	GU*, GT*, GU, GT	TL, TM, SU*, ST*, SU, ST	
Wassergehalt	[%]	15 – 25	10 – 25	5 - 25	
Dichte, feucht	[t/m³]	1,9 – 2,1	1,9 – 2,2	1,9 – 2,2	
Konsistenzzahl I_c		0,75 – 1,2	–	0,75 – 1,5	
Konsistenz		steif, halbfest	–	steif, halbfest	
Plastizitätszahl I_p	[%]	7 – 20	–	0 – 25	
Undrainede Scherfestigkeit c_u	[kN/m²]	50 – 130	–	50 – 250	
Organischer Anteil	[Gew.-%]	≤ 5	≤ 3	≤ 3	
Korngrößenverteilung	T	[%]	5 – 40	0 – 10	0 – 40
	U	[%]	40 – 100	5 – 40	10 – 90
	S	[%]	0 – 40	10 – 50	0 – 95
	G	[%]	5 – 50	50 – 90	0 – 15
Lagerungsdichte		–	mitteldicht, dicht	mitteldicht, dicht	
Massenanteil Steine / Blöcke¹⁾	[%]	≤ 30 / ≤ 30	≤ 30 / ≤ 30	≤ 30 / ≤ 30	
Massenanteil Blöcke²⁾	[%]	–	≤ 5	–	
Bodenklasse nach DIN 18300 (2012-09)		4, 5	3, 4, 5, 7 ²⁾	3, 4, 5, 6	

¹⁾ Blöcke der Korngröße 200 mm bis 630 mm

²⁾ Blöcke mit Korngröße über 630 mm

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

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

Da die anstehenden 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.

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

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

13. Bodenkennwerte

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

Bodenschichten	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul
	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
Geschiebelehm	20 (19,5 – 21)	10 (9,5 – 11)	25 (22,5 – 27,5)	8 (5 – 12)	6 - 9
Moränenkiese	19,5 (19 – 21)	9,5 (9 – 11)	30 (27,5 – 35)	3 (0 – 5)	6 - 15
OSM- Mergel / - Sand	20 (20 – 21)	10 (10 – 11)	25 (22,5 – 35)	8 (2 – 12)	8 (6 – 12)

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

14. Leitungsbau

14.1 Graben- und Grubenaushub

Im geplanten Baugebiet wurden bis zur erreichten Endtiefe der Bohrsondierungen gut baggerbare Böden aufgeschlossen. Innerhalb der Moränensedimenten können größere Gerölle bzw. Blöcke aufgrund der Genese auftreten. In der OSM können erfahrungsgemäß schwach verfestigte Sandbänke vorhanden sein.

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

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

14.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben

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

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

Freie Gruben- und Grabenböschungen mit einer Tiefe von > 1,25 m bis 5 m können über Grund- bzw. Schichtwasser in Anlehnung an die DIN 4124 in den Geschiebelehm mit mindestens steifer Konsis-

tenz mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ angelegt werden. In den unter den Geschiebelehmen aufgeschlossenen Moränenkiesen und OSM-Sanden sind Gruben- und Grabenböschungen über Schicht- bzw. Grundwasser mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45$ anzulegen.

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. Den Gruben und Gräben zulaufendes Oberflächenwasser ist mittels Tagwassersperrern o. glw. fernzuhalten.

14.3 Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung

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

Um Schäden in den Kanälen zu vermeiden, sind weiche bindige Böden bis ca. 20 cm unter das Rohrauflager zu entfernen und durch gut tragfähigen Boden (z.B. Kies 0/32 mm) zu ersetzen. Zwischen Kies austauschschicht und anstehenden bindigen Boden wird der Einbau eines Trenn- und Filtervlieses der Georobustheitsklasse GRK 4 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 unter befestigten Verkehrswegen der Einbau von gut verdichtungsfähigen kornabgestuften grobkörnigen Böden oder mit Bindemittel stabilisierte bindige bzw. gemischtkörnige Böden empfohlen. Die Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad D_{Pr} in Abhängigkeit des verwendeten Verfüllmaterials für Grabenverfüllungen unter befestigten Wegen sind der ZTV E-StB und ZTV A-StB zu entnehmen.

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

Die oberen 0,5 m in einer Graben- bzw. Grubenverfüllung unter befestigten Verkehrsflächen sind bis zum Erdplanum bzw. bis zum Straßenuntergrund mit gut tragfähigem grobkörnigem Boden (z.B. Kies der Körnung 0/45 mm) oder mit Bindemittel stabilisierten Böden (Mischbindemittel $\geq 3 \%$) zu verfüllen, um die Anforderung an die Tragfähigkeit auf OK Erdplanum bzw. auf dem Straßenuntergrund von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreichen zu können. Grobkörnige Böden sind auf mindestens $D_{Pr} = 100 \%$ und mit Bindemittel stabilisierte Böden auf mindestens $D_{Pr} = 97 \%$ bei Einhaltung eines Luftporengehalte von $n_a \leq 8 \%$ zu verdichten.

Das Verfüllmaterial ist gleichmäßig lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Mächtigkeiten der Verfülllagen ist auf das verwendete Gerät und auf den Boden abzustimmen. Die verwendeten Baustoffe und Einbauverfahren dürfen zu keinen schädlichen Verformungen oder ungünstigen Lastfällen für die Leitungen führen. Das Verdichten darf in der Leitungszone und in dem Bereich bis 1,0 m über Rohrscheitel nur mit leichtem, bis 3,0 m auch mit mittelschwerem und darüber auch mit schwerem Verdichtungsgerät ausgeführt werden. Schwer zugängliche Bereiche in der Leitungszone, in denen sich der Verfüllboden nicht fachgerecht verdichten lässt, sind mit anderen geeigneten Baustoffen wie z.B. Boden-Bindemittelgemische, Beton oder Flüssigboden zu verfüllen, sofern sich dies nicht nachteilig auf die Rohrbettung, die Leitungen und den Oberbau auswirkt. Die Gruben- und Grabenverfüllungen sind über Kontrollprüfungen auf die Einhaltung der geforderten Verdichtung zu überwachen.

15. Bau von Verkehrsflächen

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

Nach Abtrag des bestehenden Oberbodens stehen im geplanten Baugebiet anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse steife Geschiebelehme bzw. verlehnte Moränenkiese mit einer weich bis steifen bindigen Matrix 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 $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Die verschiedenen Bauweisen können den Tafeln 1 bis 4 der RStO entnommen werden.

Die unter dem Oberboden aufgeschlossenen Geschiebelehme und verlehnten Moränenkiese weisen erfahrungsgemäß eine Tragfähigkeit von ca. $E_{v2} = 15$ bis 30 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 tragfähigen grobkörnigen Böden oder eine Stabilisierung des Untergrundes mittels Bindemittel erforderlich.

Ausgehend von einer Tragfähigkeit von ca. $E_{v2} = 20 \text{ MN/m}^2$ auf Niveau OK Straßenuntergrund ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem Material (z B. Kies 0/45 mm) von ca. 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 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 Bodenaustauschschicht (Kies 0/45 mm) [cm]
5	≥ 45	55
10	≥ 45	40
15	≥ 45	30
20	≥ 45	20
30	≥ 45	10*
40	≥ 45	5*

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

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

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

Zur Minimierung von Abtragsmassen kann alternativ zu einem Bodenaustausch zur Erhöhung der Untergrundtragfähigkeit eine Bodenstabilisierung mit Bindemittel ausgeführt werden, um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² auf dem Untergrund zu erreichen. Es wird darauf hingewiesen, dass es durch Schächte oder Einbauten im Bereich des zu stabilisierenden Straßenuntergrundes zu Schwierigkeiten bzw. zu einem erhöhten Aufwand bei einer Bodenstabilisierung kommen kann.

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

Bei einer Bodenstabilisierung des Planums mit Bindemittel ist der Untergrund bis in eine Tiefe von mindestens 40 cm unter OK Planum zu stabilisieren. Es wird empfohlen ein Mischbindemittel mit 30 % Kalk und 70 % Zement wie z.B. DOROSOL C30 der Fa. Holcim oder Bodenbinder 300 der Fa.

Schwenk für eine Bodenstabilisierung zu verwenden. Da die oberflächlich anstehenden Geschiebelehme und verlehnten Moränenkiese Huminsäuren aufweisen, sollte vor einer Bodenstabilisierung eine Eignungsprüfung bzw. Probestabilisierung ausgeführt werden. Bei einer Bodenstabilisierung mit Bindemittel sollte eine Bindemittelzugabemenge von mindestens 3 M.-% vorgesehen werden. Ausgehend von einer Bindemittelzugabe von 3 M.-% bei einer Trockendichte des Ausgangsbodens von ca. 1800 kg/m³ ergibt dies bei einer üblichen Frästiefe von 40 cm einen Bindemittelbedarf von ca. 22 kg/m². Bei geringem Ausgangswassergehalt muss zur Begrenzung des Luftporengehalts ($n_a \leq 8 \%$) sowie für eine ausreichende Reaktion des Bindemittels eine kontrollierte Wasserzugabe unter Fräseinsatz für eine gleichmäßige Durchfeuchtung erfolgen. Bei hohem Ausgangswassergehalt muss die Bindemittelmenge ggf. entsprechend erhöht werden.

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

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

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

Aufgrund der neben dem geplanten Neubaugebiet bestehenden Bebauung ist bei der Bindemittlein- arbeitung 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 Vertragsbedin- gungen (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. Regenwasserversickerung

Nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW liegt die geplante Baugebietserschließung nicht in einem Wasserschutzgebiet. Diesbezüglich bestehen somit 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.

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.

Die oberflächlich anstehenden Geschiebelehme sowie die OSM- Mergel und die verlehmtten Moränenkiese und verlehmtten OSM- Sande weisen erfahrungsgemäß einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s auf. Auf der Grundlage des in der Bohrsondierung BS 1 durchgeführten Versickerungsversuches weisen die hier in einer Tiefe von ca. 1,5 m unter GOK anstehenden gering verlehmtten OSM- Sande (Feinkornanteil 8,9 M.-%) einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 3,5 \times 10^{-6}$ m/s auf.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) darf zur Bestimmung des Bemessungs - k_f - Wertes ($k_{f,d}$) der aus einem Versickerungsversuch ermittelte k_f -Wert nach Tabelle B.1 wie folgt korrigiert werden:

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

Somit ergibt sich ein Bemessungs- k_f -Wert von $k_{f,d} = 7,0 \times 10^{-6}$ m/s für die gering verlehmtten OSM-Sande in der BS 1.

Eine Versickerung muss über eine belebte Bodenzone mit einer Mindestmächtigkeit von 30 cm erfolgen. Eine direkte Versickerung über Rigolen und Schächte ist im Allgemeinen 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. Gebäude neben einer Versickerungsanlage sollten eine wasserdruckhaltende Abdichtung besitzen. Die Ausbildung von Dränanlagen nach DIN 4095 neben Gebäuden sind im Nahbereich einer Versickerungsanlage nicht möglich.

17. Allgemeine Angaben zur Wohnbebauung im Baugebiet

17.1 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 tlw. oberflächlich anstehenden mindestens steifen Geschiebelehmen über Schicht- bzw. Grundwasser mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ angelegt werden. Baugruben in den Moränenkiesen und OSM- Sanden können über Schicht- bzw. Grundwasser mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ hergestellt werden. Die Angaben der DIN 4124 zur Herstellung von Baugrubenböschungen sind zu beachten.

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 Böschungen bei länger offenstehenden Baugruben mit einer über die Bauzeit UV-beständigen Folie abzuhängen. An der Böschungskrone ist eine Tagwassersperre zur Vermeidung des Oberflächenwasserabflusses über die Böschung anzuordnen.

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

17.2 Bauwerksgründungen

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

Eine frostsichere Einbindung von außenliegenden Einzel- und Streifenfundamenten bzw. 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.

Für eine Vordimensionierung einer Gründung mittels **Einzel- und Streifenfundamenten** auf den mindestens steifen Geschiebelehmen, verlehnten Moränenkiesen, OSM-Sanden oder OSM-Mergeln mit mindestens steifer Konsistenz 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 $\sigma_{R,d} = 150$ kN/m² und für ein quadratisches Einzelfundament mit b bzw. $b' = 0,8$ m bis 1,5 m mit $\sigma_{R,d} = 200$ 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 Bemessungsohlwiderstände 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 Bettungsmoduli prinzipiell wie folgt:

1. Festlegung eines Startwertes für den Bettungsmodul durch den Baugrundgutachter
2. Berechnung von Vertikalverschiebungen und Sohlrücken 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, durch einen Bodenaustausch oder durch eine Bodenverbesserung unter der Gründungsplatte reduziert werden.

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

17.3 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 Neubaubaugebiet wenig wasserdurchlässige Böden mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 1 \times 10^{-4}$ m/s an. Grundwasser wurde in den hergestellten Baugrundaufschlüssen bis in eine Tiefe von 5 m unter GOK nicht angetroffen.

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 Wasser 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 mit drückendem Wasser $\leq 3 \text{ m}$ Eintauchtiefe sind nach DIN 18533-1 nach der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und bei einer Eintauchtiefe von $> 3 \text{ m}$ 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, Raumnutzungsstufe und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18355-1 zu berücksichtigen.

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-, Schicht- und Sickerwasser bei den anstehenden wenig wasserdurchlässigen Böden ($k_f \leq 1 \times 10^{-4}$ m/s) zu einem Wassereinstau in verfüllten Arbeitsräumen bis zur Geländeoberkante kommen. Das Gebäude muss dann für einen 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 Arbeitsraumverfüllung

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

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

von befestigten Flächen liegenden Arbeitsraumverfüllungen auf den obersten 0,5 m mit gering durchlässigem bindigem Boden verfüllt werden.

Geländeanschüttungen über das ehemalige Geländeniveau im Einflussbereich einer Bauwerksgründung können zu zusätzlichen Setzungen bzw. bauwerksschädlichen Differenzsetzungen führen. Sind Geländeaufschüttungen im Bereich von Gebäuden vorgesehen, sind diese frühzeitig aufzubringen, damit ein Großteil der Setzungen bereits vor Erstellung von Bauwerken abgeklungen ist. Werden Geländeaufschüttungen nach Herstellung des Gebäudes aufgebracht, sind die hieraus entstehenden Mitnahmesetzungen am Gebäude, bei der Beurteilung der Gebäudesetzungen zu berücksichtigen.

17.6 Geothermische Energienutzung

Die geplante Erschließung liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Diesbezüglich bestehen keine genehmigungsrechtlichen Einschränkungen für eine geothermische Energienutzung. Eine flurstücksgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes durch das zuständige Wasserwirtschaftsamt ist erforderlich.

Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden:

Aufgrund genutzter bzw. nutzbarer Grundwasservorkommen ist die Bohrtiefe im geplanten Neubaugebiet auf 329 m beschränkt.

Es muss nicht mit sulfathaltigem Gestein (Anhydrit), artesisch gespanntem Grundwasser, geotechnischen Schwierigkeiten beim Bohren oder Ausbau durch Karsthohlräume bis zur beschränkten Bohrtiefe gerechnet werden. Allerdings kann es zum Austreten von Erdgas kommen.

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.

17.7 Erdbebensicherheit

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

Erdbebenzone	0	Intensitätsintervalle $6 \leq I < 6,5$ Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = - m/s^2$
Untergrundklasse	S	Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
Baugrundklasse	C	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.



.....
Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle



.....
Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi

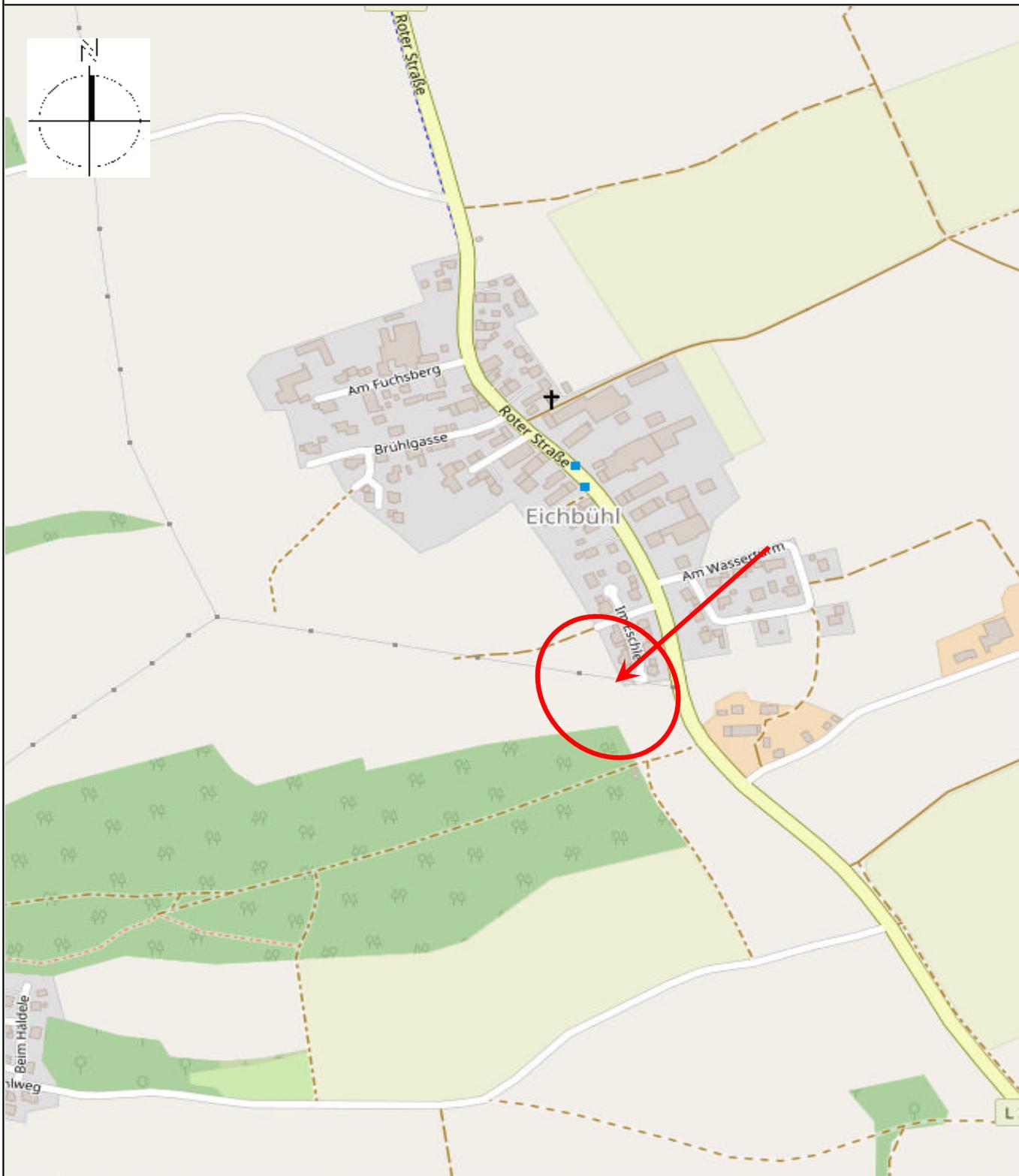


Von der Industrie- und Handelskammer
Ulm öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für
Erd- und Grundbau; Felsböschungen

Übersichtslageplan

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

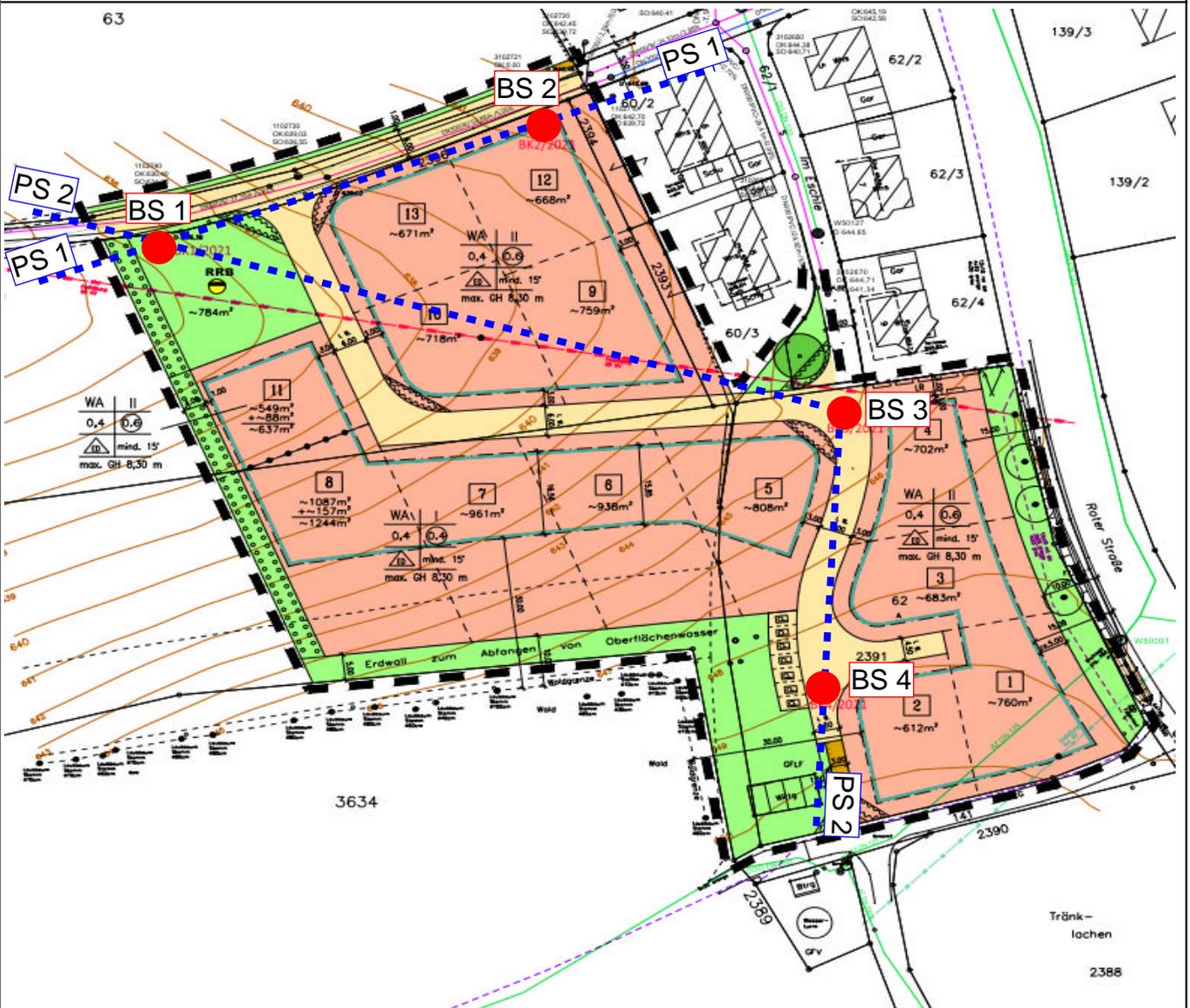
Projekt: Erschließung Baugebiet "Eschle" in 88416 Eichbühl - Erlenmoos



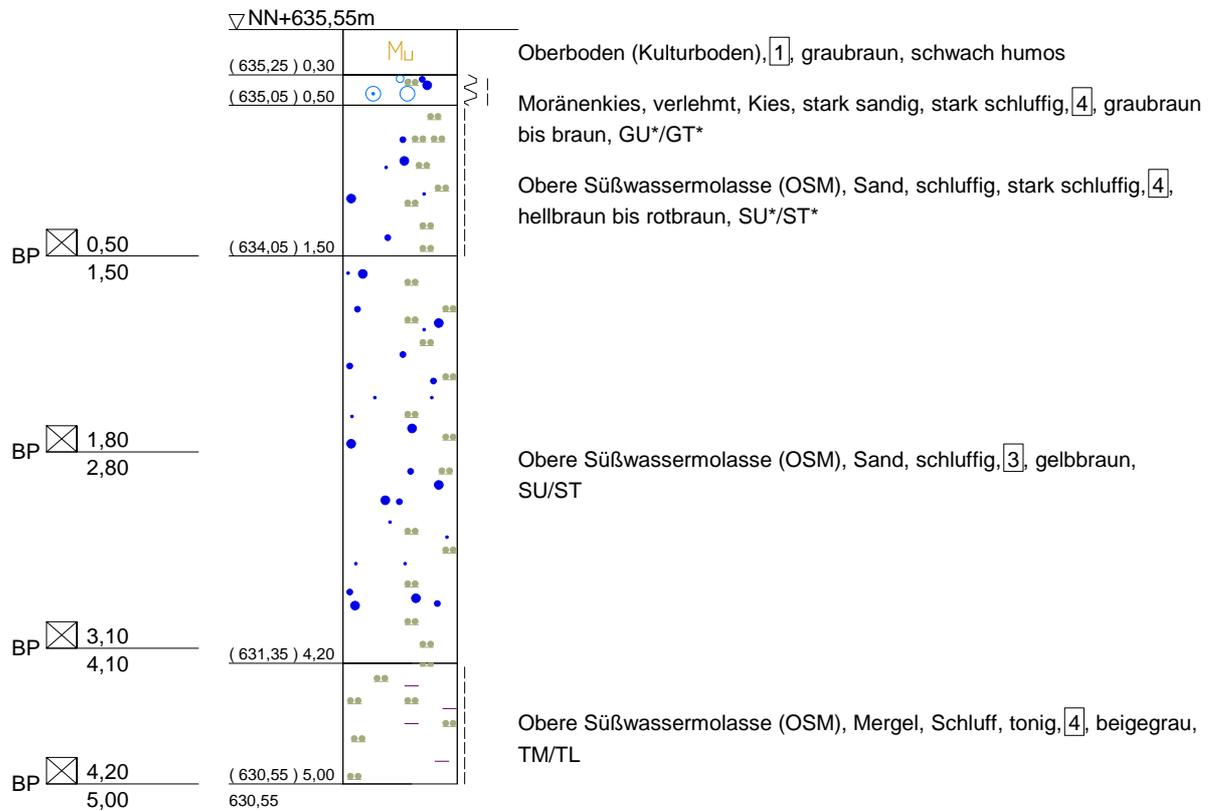
Karte: © openstreetmap

Lageplan der Untersuchungspunkte

Projekt: Erschließung Baugebiet "Eschle" in 88416 Eichbühl - Erlenmoos

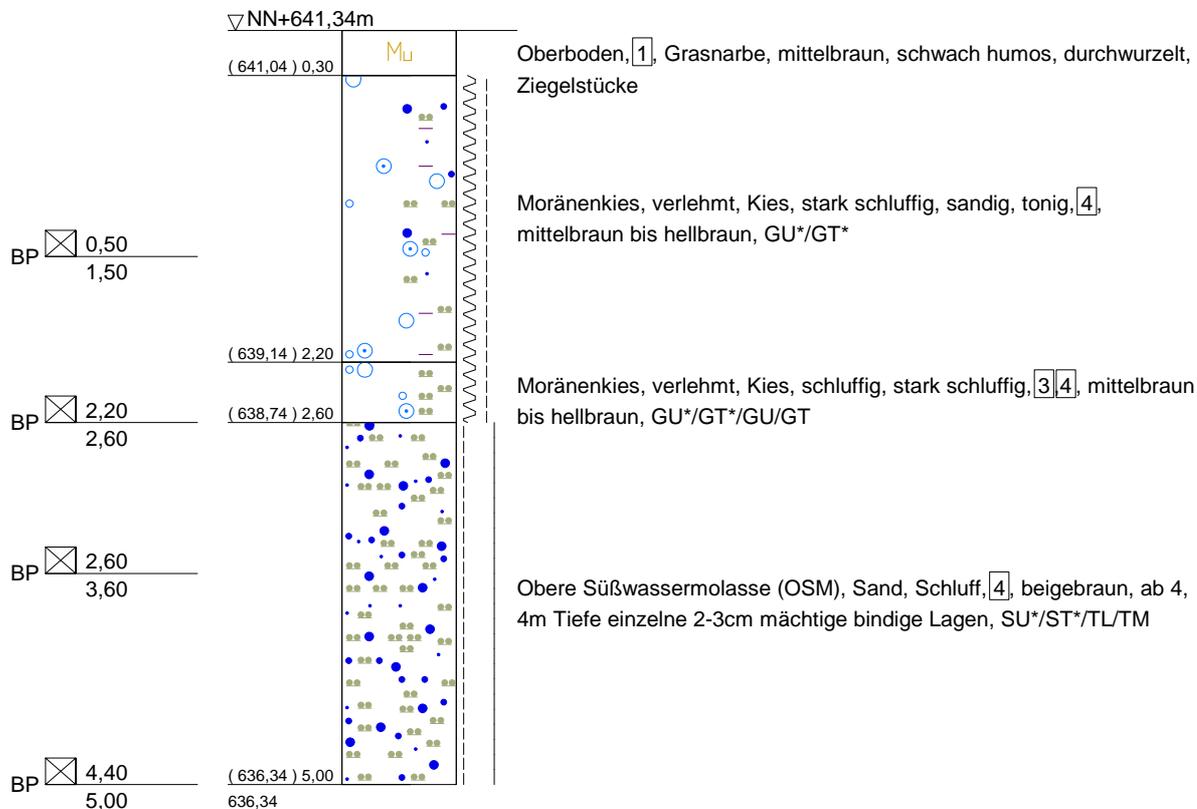


BS 1/21



Bauvorhaben: BV Erschließung Baugebiet "Eschle" in 88416 Erlenmoos - Eichbühl	
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 1/21	
Plan-Nr: EBBESCH BS 1/21	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw Datum: 12.05.21
	Gezeichnet: _____
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: EBBESCH	

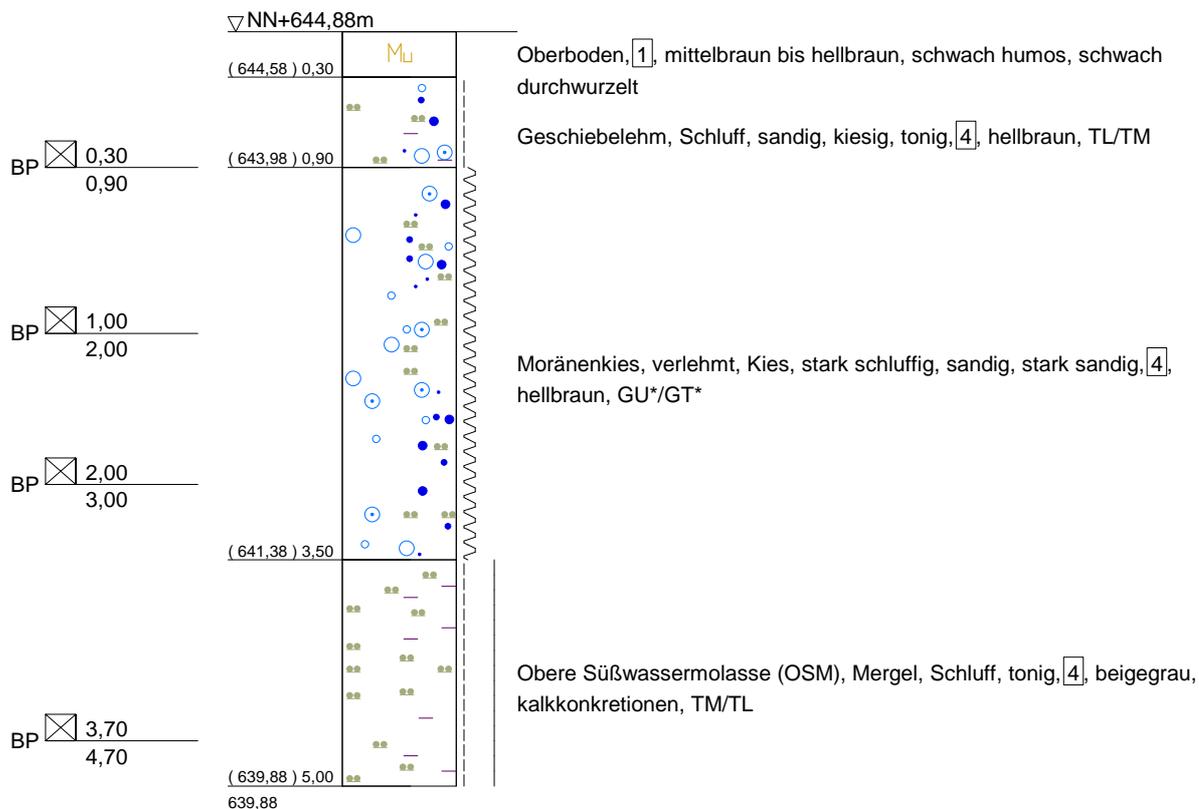
BS 2/21



Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,99m u.GOK
kein Wasser festgestellt

Bauvorhaben: BV Erschließung Baugebiet "Eschle" in 88416 Erlenmoos - Eichbühl	
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 2/21	
Plan-Nr: EBBESCH BS 2/21	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw
	Gezeichnet: 12.05.21
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: EBBESCH	

BS 3/21



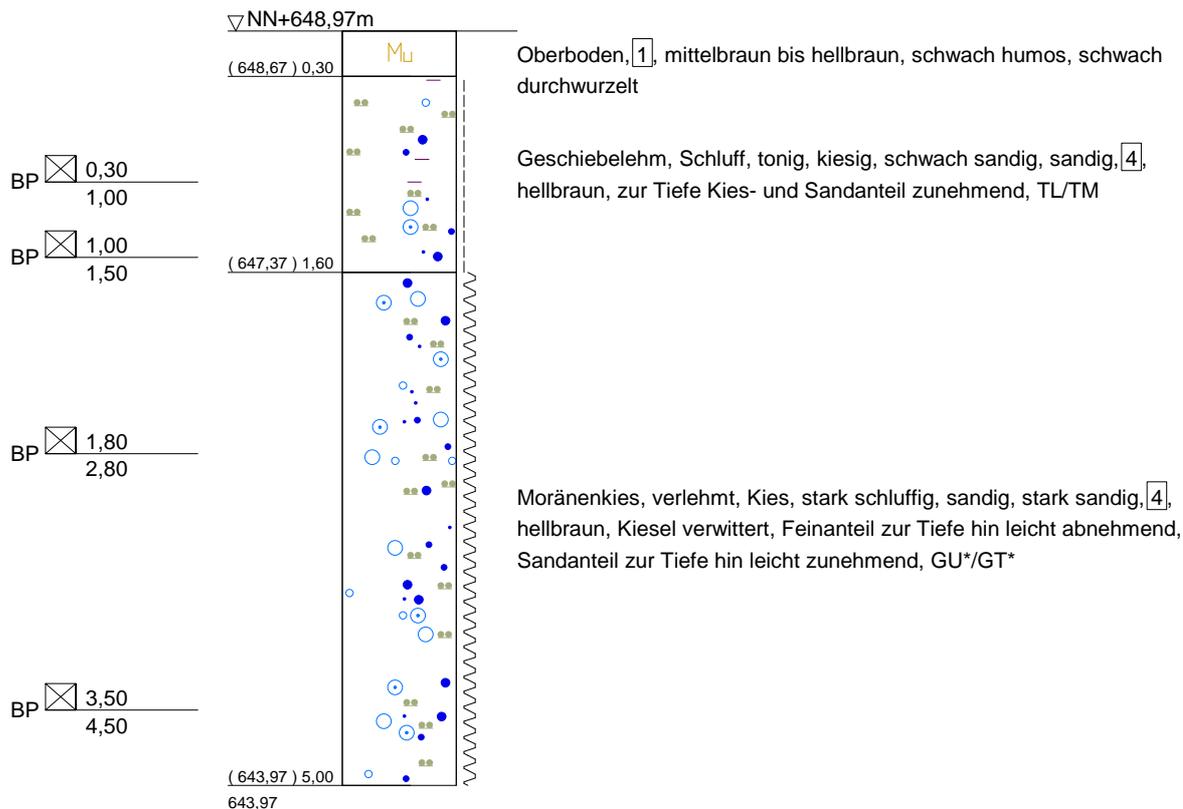
Sondierloch nach Bohrende standfest bis 5,00m u.GOK
kein Wasser festgestellt

Bauvorhaben:
 BV Erschließung Baugebiet "Eschle"
 in 88416 Erlenmoos - Eichbühl

Planbezeichnung:
 Bohrsondierung (BS) 3/21

Plan-Nr: EBBESCH BS 3/21	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw	Datum: 12.05.21
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: EBBESCH		

BS 4/21



Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,96m u.GOK
kein Wasser festgestellt

Bauvorhaben:

**BV Erschließung Baugebiet "Eschle"
in 88416 Erlenmoos - Eichbühl**

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 4/21

Plan-Nr: EBBESCH BS 4/21	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw	Datum: 12.05.21
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: EBBESCH		

ANLAGE 2.5

Bodenarten

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

Felsarten

Fels allgemein	Z	
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

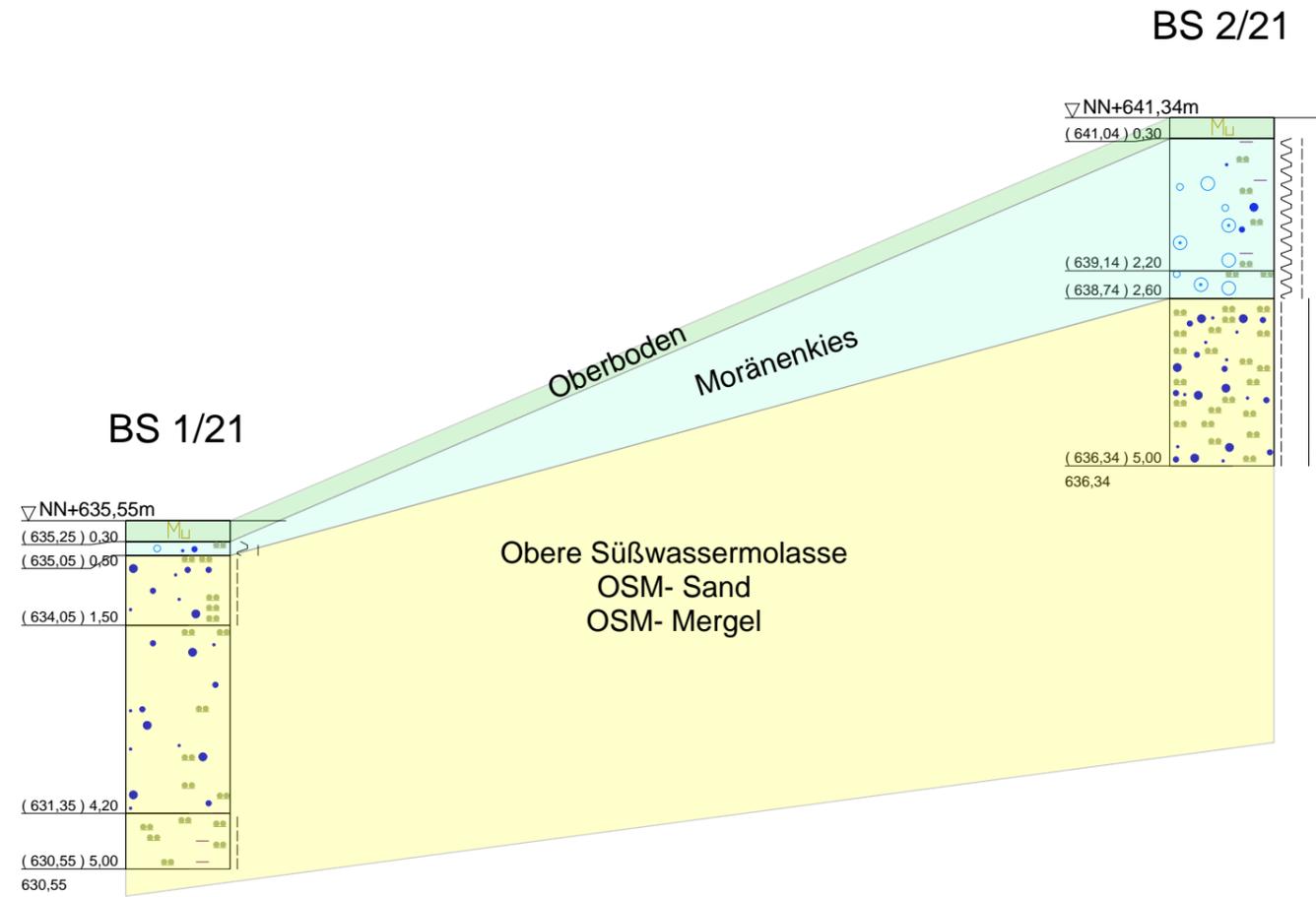
t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
ḡ	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

Konsistenz/ Lagerungsdichte

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

Probenentnahmen und Grundwasser

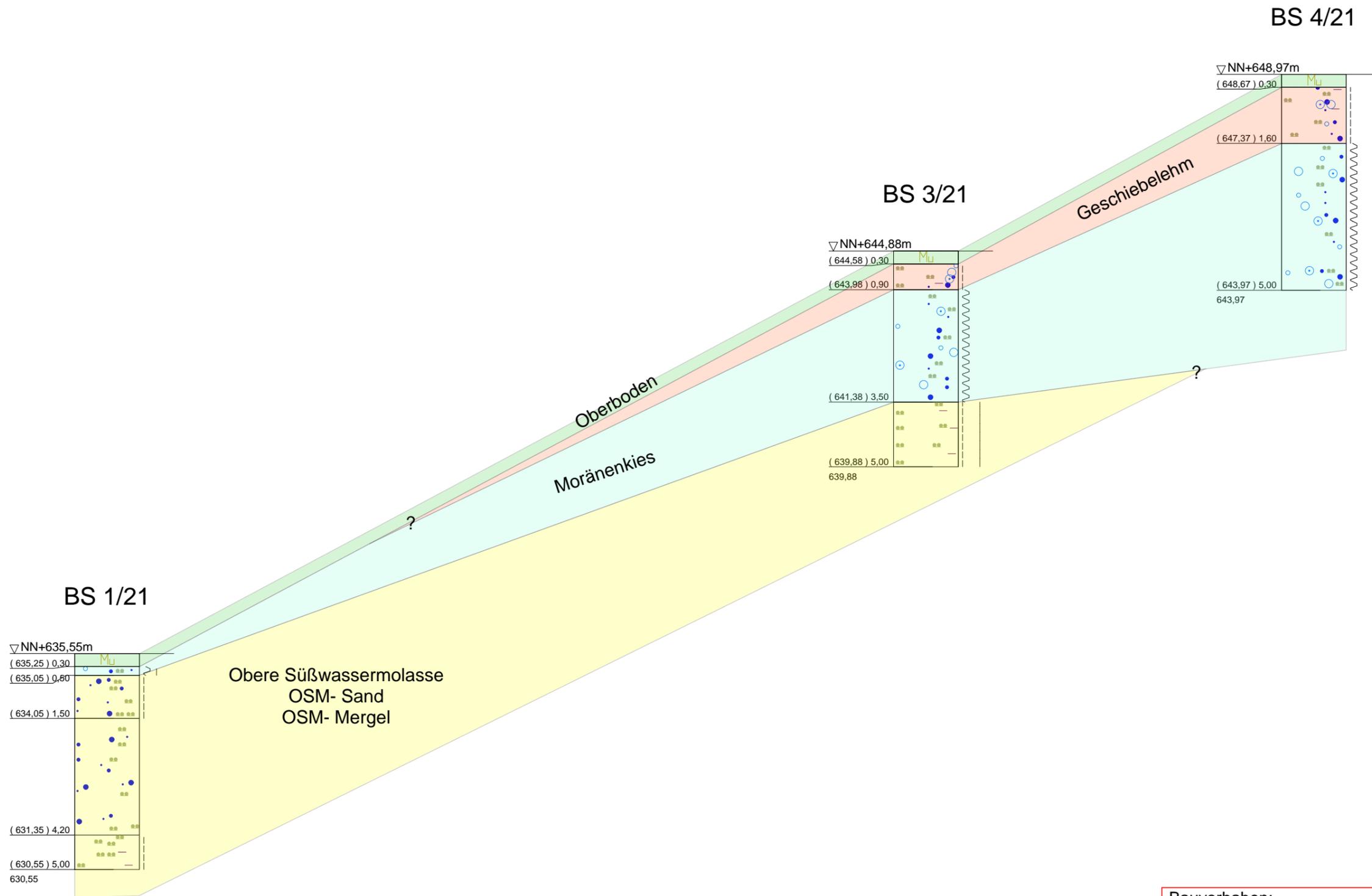
BP		Becherprobe
EP		Eimerprobe
FP		Felsprobe
GP		Glasprobe
MP		Mischprobe
ZP		Zylinderprobe
UP		ungestörte Probe
		Grundwasser angebohrt
		Grundwasser nach Bohrende
		Ruhewasserstand
k. GW		kein Grundwasser



Bauvorhaben:
BV Erschließung Baugebiet "Eschle"
in 88416 Erlenmoos - Eichbühl

Planbezeichnung:
Profilschnitt (PS) 1

Plan-Nr: EBBESCH PS 1	Maßstab: H 1:100, B 1:500	
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: mr	Datum: 08.07.21
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: EBBESCH	



Bauvorhaben: BV Erschließung Baugebiet "Eschle" in 88416 Erlenmoos - Eichbühl		
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 2		
Plan-Nr:	EBBESCH PS 2	Maßstab: H 1:100, B 1:750
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:	mr
	Gezeichnet:	08.07.21
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr:	EBBESCH

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

Analysenbericht Nr.	555/2715	Datum:	07.06.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik
 Projekt : EBBESCH
 Projekt-Nr. :
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : Probeneingang : 02.06.2021
 Originalbezeich. : MP 1 Probenbezeich. : 555/2715
 Untersuch.-zeitraum : 02.06.2021 – 07.06.2021

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0				Z 2	Methode
			(S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,9	-	-	-	-		DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	7,7	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	12	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	34	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	16	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]	0,04	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]	53	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]	0,06					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,1	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Markt Rettenbach, den 07.06.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

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

Analysenbericht Nr.	555/2716	Datum:	07.06.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik
 Projekt : EBBESCH
 Projekt-Nr. :
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : Probeneingang : 02.06.2021
 Originalbezeich. : MP 2 Probenbezeich. : 555/2716
 Untersuch.-zeitraum : 02.06.2021 – 07.06.2021

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	[%]	85,2	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	7,3	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	9,2	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	< 0,05	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	30	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	19	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	21	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]	48	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]	0,16					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,1					
Pyren	[mg/kg TS]	0,07					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,41	3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Markt Rettenbach, den 07.06.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

Projekt: BV Erschließung Baugebiet "Eschle" in Eichbühl - Erlenmoos										Projektkürzel: EBBESCH						
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
BS 1 / 0,5-1,5	OSM- Sand	22,8							SU*/ST*							Feinanteil: 28,7%
BS 1 / 1,8-2,8	OSM- Sand	7,7														
BS 1 / 3,1-4,1	OSM- Sand	14,7							SU/ST							Feinanteil: 8,9%
BS 1 / 4,2-5,0	OSM- Mergel	38,0														
BS 2 / 0,5-1,5	Moränenkies	21,2							GU*/GT*							Feinanteil: 22,1%
BS 2 / 2,2-2,6	Moränenkies	16,9							GU/GT							Feinanteil: 13,6%
BS 2 / 2,6-3,6	OSM- Mergel	22,3							TL/TM							Feinanteil: 50,5%
BS 2 / 4,4-5,0	OSM- Mergel	21,9														
BS 3 / 0,3-0,9	Geschiebelehm	19,3														
BS 3 / 1,0-2,0	Moränenkies	18,7							GU*/GT*							Feinanteil: 20,7%
BS 3 / 2,0-3,0	Moränenkies	24,1							GU*/GT*							Feinanteil: 18,8%
BS 3 / 3,7-4,7	OSM- Mergel	21,1														
BS 4 / 0,3-1,0	Geschiebelehm	21,7														
BS 4 / 1,0-1,5	Geschiebelehm	25,3														
BS 4 / 1,8-2,8	Moränenkies	18,7							GU*/GT*							Feinanteil: 17,5%
BS 4 / 3,5-4,5	Moränenkies	20,7														

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand w_n

E_s = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m²

ANLAGE 5