

Gemeinde Mötzingen

Erschließungsgebiet Röte II
71159 Mötzingen

Geotechnisches Gutachten

03.11.2020

RBS-Auftrags-Nr. 820024-34

Die vorliegenden Unterlagen sind unser Eigentum und als solches urheberrechtlich geschützt. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung bedarf unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung. Wir weisen darauf hin, dass eine Verletzung unseres Urheberrechts zivilrechtliche Schritte bis hin zum Schadensersatzanspruch zur Folge hat.

Inhalt

1. Aufgabenstellung	4
2. Datengrundlagen	4
2.1 Verwendete Unterlagen	4
2.2 Untersuchungsumfang	5
3. Standort	5
3.1 Lage	5
3.2 Geplante Maßnahmen	5
3.3 Geologie	6
4. Baugrund	7
4.1 Beschreibung der Bodenverhältnisse	7
4.2 Grabbarkeit	8
4.3 Grundwasser	9
4.4 Bodengruppen, Homogenbereiche und Frostempfindlichkeiten	9
4.5 Bodenkennwerte	9
4.6 Erdbebenzone	10
4.7 Ergebnis des Versickerungstests	10
4.8 Frosteinwirkung und Austrocknungstiefe	11
5. Verkehrsflächen und Leitungsgräben	11
5.1 Herstellung von Verkehrsflächen	12
5.2 Herstellung von Leitungsgräben	12
6. Umweltuntersuchung	14
7. Sonstiges	14

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Geologische Einheiten	6
Tabelle 2: Aufgeschlossenen Bodenschichten der Sondierungen	7
Tabelle 3: Ergebnisse Versuche	7
Tabelle 4: Bodengruppen, Homogenbereiche und Frostempfindlichkeitsklassen	9
Tabelle 5: Bodenkennwerte	10
Tabelle 6: Anforderungen an Ersatzboden	11

Verzeichnis der Anlagen

- Anlage 1: Lageplan
- Anlage 2: Schurf- und Bohrprofile
- Anlage 3: Schichtenverzeichnis
- Anlage 4: Rammdiagramme
- Anlage 5: Versickerungsversuch
- Anlage 6: Umwelttechnische Laboruntersuchungen
- Anlage 7: Bodenmechanische Laboruntersuchungen

1. Aufgabenstellung

Die Gemeinde Mötzingen plant die Realisierung des Erschließungsgebietes Röte II, südlich des derzeitigen Ortsrands. Hierfür wurde eine geotechnische Untersuchung durchgeführt. Mit den Untersuchungen wurde RBS wave GmbH, Ettlingen, beauftragt. Der folgende Bericht stellt die Ergebnisse der Untersuchungen vom 03.09.20 und 07.09.20 dar.

2. Datengrundlagen

2.1 Verwendete Unterlagen

- [1] Digitale geologische Karte von Baden-Württemberg, M 1:50.000, Aufruf des Map-Servers des LGRB Freiburg vom 01.08.2017
- [2] DIN 18122 (1997/2000): Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen), Teil 1 und 2; Berlin (Beuth)
- [3] DIN 18123 (2011): Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung; Berlin (Beuth)
- [4] DIN EN 1997 (2009/2010): Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1 und 2; Berlin (Beuth)
- [5] DIN 4020 (2010): Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2; Berlin (Beuth)
- [6] DIN 1054 (2010): Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1; Berlin (Beuth)
- [7] DIN EN ISO 22475-1 (2007): Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung; Berlin (Beuth)
- [8] DIN EN ISO 14688 (2002/2004): Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden, Teil 1 und 2; Berlin (Beuth)
- [9] DIN EN ISO 14689-1 (2011): Beschreibung und Klassifizierung von Fels; Berlin (Beuth)
- [10] DIN 4023 (2006): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen; Berlin (Beuth)
- [11] DIN 18300 (2012): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Erdarbeiten; Berlin (Beuth)
- [12] DIN 18301 (2012): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Bohrarbeiten; Berlin (Beuth)
- [13] DIN 4017 (2006): Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen; Berlin (Beuth)
- [14] DIN 4019 (1979): Baugrund; Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung; Berlin (Beuth)
- [15] DIN 18196 (2011): Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke; Berlin (Beuth)
- [16] FGSV (2012): Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12); Köln (FGSV)

- [17] Floss, R (2011): Handbuch ZTVE-StB – Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau; 4. Aufl.; Bonn (Kirschbaum)
- [18] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, Az.: 25-8980.08M20 Land 3,14. März 07
- [19] LAGA Mitteilungen LAGA M 20

2.2 Untersuchungsumfang

Zur Erstellung dieses Berichts wurden folgende Untersuchungen vorgenommen:

- Ausführen von drei Baggerschürfen bis in maximal 2,20 m Tiefe und schichtenspezifische Aufnahme der aufgeschlossenen Böden (Schurf 1 bis 3).
- Ausführung von zwei Rammkernsondierungen bis in maximal 1,50 m Tiefe und schichtenspezifische Aufnahme der aufgeschlossenen Böden (KRB 1 bis 2).
- Ausführung von zwei schweren Rammkernsondierungen bis maximal 4,0 m Tiefe
- Ausführung von einer Asphaltuntersuchung
- Ausführung von einem Versickerungsversuch
- Punktuelle Freimessung der Aufschlusspunkte hinsichtlich Kampfmittel
- Einfaches Einmessen der Aufschlüsse nach Lage und Höhe
- Umwelttechnische Laboruntersuchungen an einer Bodenprobe
- Bodenmechanische Laboruntersuchungen an zwei Bodenproben

3. Standort

3.1 Lage

Das geplante Erschließungsgebiet mit einer Fläche von ca. 6,44 ha liegt südlich des Ortskerns von Mötzingen am südwestlichen Rand der Bebauung (siehe Anlage 1). Das Gebiet liegt entlang eines Höhenrückens, welcher in südliche Richtung mit ca. 5% abfällt. Derzeit wird das Gebiet ausschließlich landwirtschaftlich genutzt.

Das Gelände liegt auf ca. 505 bis 520 m ü. NN.

Das Erschließungsgebiet liegt innerhalb eines Trinkwasserschutzgebietes in der Zone III und IIIA (Bronnbachquelle, WSG-Nr.-Amt: 416.105).

3.2 Geplante Maßnahmen

Das bisher landwirtschaftlich genutzte Gebiet soll für Wohnbebauung erschlossen werden. Hierzu ist der Bau mehrerer Erschließungsstraßen sowie die Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen vorgesehen. Am südwestlichen Ausläufer des Baugebiets ist der Bau eines Regenrückhaltebeckens geplant.

3.3 Geologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich laut geologischer Karte 1:50.000 des LGRB (GK 50) im Übergangsgebiet der Erfurt-Formation (ku) (Lettenkeuper, Unterer Keuper) in dem stratigraphisch älteren Trigonodusdolomit (bzw. Rottweil-Formation) des Oberen Muschelkalks (moδ).

Die Erfurt-Formation wird für gewöhnlich aus Wechsellagerungen von Tonsteinen, Sandsteinen sowie Dolomitstein aufgebaut. In lokalen Lagen können Gipsstein oder Anhydrit vorkommen.

Der Trigonodusdolomit wird typischerweise aus mikritischen und sparitischen Dolomiten und dolomitischen Kalksteinen aufgebaut, die Lagen von Tonmergelsteinlagen enthalten können.

Überlagert werden die Festgesteine durch natürlich gewachsene bindige Böden, Auffüllungen oder Verwitterungsdecken.

Am südlichen Rand sind holozäne Abschwemmmassen und Verschemmungssedimente vorzufinden. Diese gehen aus früheren Fließgewässern mit Altwasserablagerungen hervor und bestehen aus tonigem, sandigen Schluff mit einer geringen bis fehlenden Porendurchlässigkeit.

Die Gesteine im Untersuchungsgebiet liegen in verschiedenen Verwitterungsstadien vor. Es überwiegen Kiese und Tone. Kalkstein und Dolomitstein sind lokal noch im Felsverband anzutreffen.

Im nördlichen Untersuchungsgebiet stehen laut geologischer Karte des LGRB (GK50) Tonsteine der Erfurt-Formation an. Diese wurden im Baggerschurf BS1, der in diesem Gebiet stattfand, nicht angetroffen. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass z.B. weiter nördlich oder östlich noch Tonsteine anstehen.

Tabelle 1: Geologische Einheiten

	Geol. Kürzel mit Farbkodierung	GK50_ID	Geologische Einheit	Kurzbeschreibung
Quartär	qhz	28	Holozäne Abschwemmmassen	Schluff, wechselnd tonig-sandig, mehr oder weniger humos, lokal schwach kalkhaltig, graubraun bis gelbbraun (Material umgelagerter Kulturböden), lokal mit grusigen/kiesigen Einschaltungen
Trias	kuE	135	Erfurt-Formation (Lettenkeuper)	Wechsellagerung von Tonstein, z. T. sandig, grau, selten rotbraun; Sandstein, fein- bis mittelkörnig, oft tonig, graugrün, braun; und Dolomitstein, grau; Gipsstein oder Anhydrit in Knollen oder lokalen Lagen
	moD	138	Trigonodusdolomit	Kalkstein, dolomitisch und Dolomitstein, mikritisch und sparitisch, gelegentlich bioklastisch und onkolithisch, ockergrau und grau; Tonmergelsteinlagen, grau und graugelb

4. Baugrund

4.1 Beschreibung der Bodenverhältnisse

Aus dem Ergebnis der Felduntersuchungen (Anlage 2) ist folgender Schichtenaufbau der geotechnisch relevanten Lockergesteine abzuleiten:

- Oberboden
- Kiese
- Verwitterungshorizont (Schluffe/ Tone)
- *Tonschicht (Baggerschurf 3)*
- Trigonodusdolomit (Muschelkalk)

Tabelle 2: Aufgeschlossenen Bodenschichten der Sondierungen

angetroffene Schichten	Lage	BS 1	BS 2	BS3	KRB 1	KRB2
Ansatzhöhe	[m+NN]	514,72	508,10	509,2	508,45	510,66
Oberboden	[m u. GOK]	0,00-0,40	0,00-0,20	0,00-0,50	0,00-0,30	0,00-0,30
Kiese/ Sande	[m u. GOK]	0,40-0,70	0,20-0,70	0,50-1,00	0,30-1,50	0,30-1,50
Verwitterungshorizont	[m u. GOK]	0,70-1,60	0,70-0,90			
<i>Tonschicht Baggerschurf 3</i>	<i>[m u. GOK]</i>			<i>1,00-1,80</i>		
Trigonodusdolomit	[m u. GOK]	>1,60	>0,90	>1,8		
Endteufe	[m u. GOK]	2,00	1,30	2,20	1,50	1,50

Zur Verwendungsprüfung der anstehenden Materialien wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt

Die Ergebnisse der Versuche sind in der Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 3: Ergebnisse Versuche

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Versuchsart	Bodengruppe
KRB 2	0,3-1,5	Korngrößenverteilung	GU*
KRB 2	0,0-0,3	Konsistenzgrenzen	TA, TM

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind als Anhang 7 diesem Bericht beigefügt.

Oberboden:

Der Oberboden wurde mit einer Stärke von ca. 0,3 bis 0,4 m angetroffen. Aus den Bodenmechanischen Untersuchungen geht hervor, dass es sich um einen mittelplastischen (TM) bis ausgeprägt plastischen Ton (TA) handelt. Die Konsistenz ist weich bis halbfest. Aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung können lokal größere Mächtigkeiten des Oberbodens auftreten.

Kiese und Sande:

Unterhalb des Oberbodens folgen schluffige, tonige Kiese und Sande. Aus den Ergebnissen der schweren Rammsondierung (DPH) geht hervor, dass die Kiese und Sande in einer dichten Lagerung vorliegen. Das Material wurde erdfeucht bis trocken angetroffen. Das kiesige Material reicht in der Mitte des Baugebiets bis in knapp 2 m Tiefe, nach Süden hin, mit abfallendem Gelände beträgt die Mächtigkeit unter einem Meter. Aus den Bodenmechanischen Untersuchungen geht hervor, dass es sich um schluffige, schwach grobsandige Kiese handelt.

Verwitterungshorizont:

Den Verwitterungshorizont über dem anstehenden Festgestein bilden ockerfarbene bis hellgelbe schluffige bis tonige Kiese mit einer Mächtigkeit von ca. 90 cm. Das Bodenmaterial wurde größtenteils mit halbfester Konsistenz und einer sehr dichten Lagerung bis in eine Tiefe von 1,70 m angetroffen.

Tonschicht (Baggerschurf 3):

Im Bereich von Baggerschurf 3 und des Versickerungsversuchs für ein geplantes Versickerungsbecken wurde eine bindige Tonschicht angetroffen. Diese geht vermutlich aus einem früheren Fließgewässer und Altwasserablagerungen hervor. Südlich des Aufschlusses befindet sich auch ein Entwässerungsgraben, der die Präsenz eines alten Abflusses bestärkt.

Aus dem Versickerungsversuch, welcher in diesem Bereich durchgeführt wurde, geht hervor dass eine Versickerung in diesem Bereich nicht möglich ist, da die Tonschicht als natürliche Abdichtung wirkt. Die Versickerung in den tiefergelegenen Kalkstein ist auch nicht zielführend da dieser auch kaum durchlässig ist (vgl. Ergebnisse versickerungsversuch Röte III).

Trigonodusdolomit:

Der graue Kalkstein steht ab 512 m. u GOK im Norden des Gebietes bzw. ab 507 m. u GOK im Süden unterhalb der Verwitterungsschicht an. Es wurden harte, gebankte Kalksteinlagen angetroffen. Ab ca. 1,60 m war kein weiterer Bohrfortschritt bzw. Baggerfortschritt mehr möglich.

Der detaillierte Schichtenaufbau ist aus den Bohrprofilen der Anlage 2 zu entnehmen.

4.2 Grabbarkeit

Die Grabbarkeit bis in 1 m Tiefe wird nach [1] im Bereich der Hänge als mittelschwer grabbarer Boden eingestuft. Jedoch sind auch schwer bis nicht grabbare Bereiche kartiert. Die Grabbarkeit sollte hierbei tendenziell in südliche Richtung zunehmen. Diese Aussage basiert auf der Bodenkarte Maßstab 1:50.000 (BK50) und ist für den mittleren Maßstabsbereich zur Orientierung vorgesehen; parzellenscharfe Aussagen sind damit nicht möglich.

Beobachtungen aus Baggerschürfen:

Bei den Baggerschürfen am 03.09.2020 war die Grabbarkeit im Bereich des Oberbodens gut. Im Bereich des Verwitterungshorizontes war die Grabbarkeit teilweise nur mäßig bis gut. Im Bereich des Festgesteines war kein weiterer Grabfortschritt mehr möglich.

Beobachtungen aus Bohrarbeiten:

Bei den Bohrarbeiten am 07.09.2020 konnte im Bereich des Oberbodens gut gebohrt werden. In der kiesigen, schwach schluffigen Sandschicht ab 0,30m wurde es mäßig schwer bis schwer zu bohren. Ab 1,50 m war kein Bohrfortschritt mehr möglich. Im Bereich, in dem der Versickerungsversuch durchgeführt wurde, stand toniger Schluff an, dieser war leicht zu bohren.

4.3 Grundwasser

Während der Schurfarbeiten am 03.09.20 und der Bohrarbeiten am 07.09.20 wurde weder Grund- noch Schichtwasser angetroffen. Alle Erkundungsarbeiten waren bis zur Endtiefe trocken. Der Lastfall Grundwasser ist für das Bauvorhaben nicht relevant.

Regenwasser wird durch den undurchlässigen Bodenkörper auf der Oberfläche abgeführt. Nach langanhaltenden, starken Niederschlägen ist aufgrund der bindigen Schichten jedoch mit Schichtenwasser zu rechnen.

4.4 Bodengruppen, Homogenbereiche und Frostepfindlichkeiten

Die aufgeschlossenen Schichten, die in Abschnitt 4.1 anhand der Feldbefunde beschrieben wurden, werden in der nachfolgenden Tabelle 3 den jeweiligen Bodengruppen nach DIN 18196 und Homogenbereichen nach DIN 18300 und 18301 zugeordnet. Die Zuordnung in Bodenklassen nach DIN 18300 erfolgt nachrichtlich. Weiterhin erfolgte eine Einstufung der Schichten in die Frostepfindlichkeitsklassen gemäß ZTV E-StB 09.

Tabelle 4: Bodengruppen, Homogenbereiche und Frostepfindlichkeitsklassen

Bodenart Homogenbereich nach DIN 18300	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300** alt / DIN 18301	Frostepfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 09
Oberboden	[OU, TA/TM]	*) / BB2 – BB3	F3
Kiese und Sande	GU*	3/ BN 2	F3
Verwitterungshorizont	UM	*)4/ BB 3	F3
Trigonodusdolomit	--	6-7 / FV 4 – FV 6	--

* Böden mit einem Feinkorngehalt ($d < 0,063 \text{ mm}$) $\geq 15 \text{ Gew. \%}$ sind in die Bodenklasse 2 einzuordnen, wenn sie breiige oder flüssige Konsistenz aufweisen. Dies kann infolge mechanischer Beanspruchung (Aushub, Befahrung) in Verbindung mit Grund- oder Tagwasser eintreten.

**Nur nachrichtlich gem. DIN 18300 alt

4.5 Bodenkennwerte

Für die aufgeschlossenen Bodenschichten werden in der Tabelle 4 Bodenkenngrößen angegeben. Die angegebenen Werte stellen Erfahrungswerte dar.

Tabelle 5: Bodenkennwerte

Bodenart	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Scherparameter		Steifemodul
	γ_k (kN/m ³)	γ'_k (kN/m ³)	Reibungswinkel φ'_k (°)	Kohäsion c'_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (MN/m ²)
Oberboden	14 – 18,5	8 – 10,5	15 - 27,5	10 - 15	5
Kiese und Sande	20,5	10,5	32	0 - 2	40 - 80
Verwitterungshorizont	20,5	10,5	22,5*	10	40 - 80
Trigonodusdolomit	24,5	14,5	40	40	80 - 120

4.6 Erdbebenzone

Mötzingen (PLZ: 71159) in Baden-Württemberg gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zur Erdbebenzone 2 sowie zur Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund).

Die Erdbebenzone 2 umfasst Gebiete, denen gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus ein Intensitätsintervall von 7.0 bis < 7,5 zugeordnet ist. Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g beträgt in dieser Erdbebenzone 0,6 m/s².

4.7 Ergebnis des Versickerungstests

Auf dem Gelände des geplanten Erschließungsgebietes wurde am 07.09.2020 in einer Rammkernsondierung (KRB VV) ein Versickerungsversuch von der Firma WST GmbH durchgeführt. Die Lage des Versickerungsversuches wurde im Vorfeld mit dem Erschließungsplaner hinsichtlich eines möglichen Standortes für ein Versickerungsbeckens abgestimmt und ist in Anlage 1 dargestellt.

Die Versickerungsversuche wurden in einer Schicht aus schwach tonigem Schluff mit Kalksteinbruch durchgeführt.

Es ist anzumerken, dass dieser durchgeführte Einzelversuch nur eine punktuelle Aussage über den anstehenden Bodenbereich geben kann.

Gemäß der Auswertung wurde in der Sondierung keine Durchlässigkeit beobachtet. Demnach ist der Boden als nicht durchlässig zu klassifizieren.

Sondierung	Versuchsnummer	Tiefe des Bohrlochs [m u. GOK]	Geschätzter kf-Wert [m/s]	Q_{mittel} [l/s]
KRB VV	1	1,00	0,00	0,00
KRB VV	2	1,00	0,00	0,00

4.8 Frosteinwirkung und Austrocknungstiefe

Mötzingen befindet sich in der Frosteinwirkungszone II, sodass die Fundamente hier eine minimale Einbindetiefe von 1,0 m angenommen werden kann. In stark bindigen Böden spielt jedoch nicht nur die Frostempfindlichkeit eine Rolle. Durch Austrocknung kommt es zur Schrumpfung der Böden und damit einhergehenden Setzungen/ Gebäudeschäden, die auch noch nach Jahrzehnten auftreten können. Sollten ausgeprägt bindige Böden angetroffen werden (wie z.B. im Bereich der Abschwemmmassen), ist auch die Austrocknungstiefe zu beachten, die erfahrungsgemäß bei ca. 1,8 m Tiefe anzusetzen ist. Ab ca. 1,5 m u. GOK (Anlage 2) ist im gesamten Erschließungsgebiet mit Kalksteinlagen sowie Dolomitsteinlagen der Bodenklasse 6-7 zu rechnen, die Austrocknungstiefe kann hierbei für die Herstellung von Erschließungsstraßen und Leitungsgräben vernachlässigt werden.

5. Verkehrsflächen und Leitungsgräben

Für evtl. notwendigen Bodenaustausch o. ä. ist ein geeignetes Bodenmaterial zu verwenden bzw. durch Aufbereitungsmaßnahmen herzustellen. Dieses Material hat den Kriterien der nachfolgenden Tabelle zu entsprechen.

Tabelle 6: Anforderungen an Ersatzboden

Bodengruppe n. DIN 18196:	Nicht bindige bis schwach bindige, grob- und gemischtkörnige Böden GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, SU
Feinkornanteil $d \leq 0,063 \text{ mm}$	$\leq 10 \text{ Ma-\%}$
Steinanteil $d \geq 63 \text{ mm}$	$\leq 5 \text{ Ma-\%}$
Größtkorndurchmesser d_{max}	$\leq 100 \text{ mm}$
Ungleichförmigkeitszahl U	$U \geq 3$ für $D_{Pr} \geq 98\%$ bzw. $U \geq 7$ für $D_{Pr} \geq 100\%$
Glühverlust	$\leq 3 \text{ Ma-\%}$
Schütthöhe je Lage	20 – 40 cm, in Abhängigkeit des eingesetzten Verdichtungsgerät

Die Verdichtungsanforderung liegt bei 98% der Proctordichte. Im Bereich des Planums bis 1 m darunter sind $\geq 100\%$ der Proctordichte zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell eine Proctordichte von $\geq 100\%$ gefordert.

5.1 Herstellung von Verkehrsflächen

Zur Bemessung des Fahrbahnaufbaus der Erschließungsstraßen sind die Richtlinien der RStO 12 [16] heranzuziehen.

Im Erschließungsgebiet stehen mit den Kiesen und Sanden weitestgehend F3-Böden an. Ausgehend von einer Belastungsklasse gemäß RStO 12 von BK 1,0 für Wohnstraßen beträgt der frostsichere Aufbau 60 cm, nach Tabelle 7 der RStO 12 ist aufgrund der Frosteinwirkungszone II eine Mehrdicke von 5 cm für den frostsicheren Aufbau zu veranschlagen, der frostsichere Straßenaufbau beträgt somit 65 cm.

Auf dem Erdplanum ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Bei auf dem Erdplanum anstehenden Sanden und Kiesen wird dieses Verformungsmodul voraussichtlich erreicht werden.

Stehen im Bereich des Erdplanums Schluffe an, so ist das Erreichen u.a. auch vom aktuellen Konsistenzzustand abhängig. Es wird empfohlen, repräsentative dynamische oder statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 und nach den TP BF-StB durchzuführen, um die erforderlichen Verformungsmodule nachzuweisen.

Wird die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ auf OK Erdplanum nicht erreicht (Schluffe), dann ist eine qualifizierte Bodenverbesserung durch Bindemittel oder einen Bodenaustausch zu empfehlen.

Erfolgt eine qualifizierte Bodenverbesserung nach ZTV E-StB in einer Dicke von 25 cm oder mehr, so darf der frostempfindliche Untergrund bzw. der Unterbau in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 eingestuft werden.

Dann würde sich die Dicke des Frostsicheren Oberbaus auf 55 cm bemessen.

Unterhalb befestigter Flächen (insbesondere unter Straßen und anderen Verkehrsflächen) müssen die Setzungen der Grabenverfüllung auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Gemäß ZTVE-StB 09 ist ein geeigneter Prüfplan zu erstellen und mit der Bauüberwachung abzustimmen. Die Verdichtung des Einbaus erfolgt gemäß den statischen Erfordernissen.

In Bereichen, in denen bindige Böden im Erdplanum anstehen, empfiehlt sich der Einbau eines Geotextils zwischen anstehendem Boden und der Tragschicht als Trennlage.

5.2 Herstellung von Leitungsgräben

Vor Beginn der Erdarbeiten ist der Oberboden abzuschleppen und zu separieren.

Den Gräben ist zulaufendes Oberflächenwasser durch Drainage-Leitungen fern zu halten. Liegen Baugruben über mehrere Tage offen, sind diese vor Nässe und Frost zu schützen. Im Zuge der Bauausführung ist mit Schichtwasserzutritten zu rechnen. Aufgrund der vorhandenen Geländeneigung ist für längere Leitungsgräben die Errichtung von lehmigen Querriegeln zur Verhinderung der Herausbildung ungewollter Drainage ggf. sinnvoll.

Ab ca. 1,5 m u. GOK (Anlage 2) ist im gesamten Erschließungsgebiet mit Kalksteinlagen sowie Dolomitsteinlagen der Bodenklasse 6-7 zu rechnen, Meißelarbeiten sind voraussichtlich erforderlich.

Das anfallende Aushubmaterial aus dem Verwitterungshorizont ist ohne Zusatzmaßnahmen nur bedingt für den Wiedereinbau in die Hauptverfüllung geeignet. Zusatzmaßnahmen in Form einer

Bodenverbesserung wären denkbar. Dabei sind die Anforderungen der ZTV E-Stb 09 zu beachten.

Alternativ empfiehlt sich der Einbau sandigen Materials der Bodengruppen SE, SI oder SW in die Hauptverfüllung, um eine qualifizierte Rückverdichtung zu erhalten. Es ist großen Wert auf eine sorgfältige und sachgemäße Verdichtung des lagenweise eingebauten Materials in der Verfüll-/Leitungszone zu legen. Die Leitungsgrabensohle sollte möglichst homogen und hinsichtlich von Folgesetzungen nicht anfällig sein. Als einen Erfahrungswert hinsichtlich der Tragfähigkeit kann man einen Verformungsmodul von $E_{vd} \geq 30 \text{ MN/m}^2$ heranziehen. Sollten diese Verhältnisse durch den anstehenden Boden nicht erreicht werden, ist in der Grabenzone ein Bodenaustausch zu empfehlen.

Zudem sind für die Herstellung der Leitungsgräben sind die Vorgaben der DIN 4124 und der DIN EN 1610 einzuhalten.

Leitungsgräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Werden hierbei bindige Böden mit steifer Konsistenz angeschnitten können diese gem. DIN 4124 unter max. 60° geböscht werden. Werden weiche oder nichtbindige (rollige) Schichten angetroffen, ist der Böschungswinkel auf 45° zu verflachen. Wird im Erschließungsgebiet felsartiger Untergrund angeschnitten kann unter max. 80° geböscht werden, das Einfallen der Schichten ist jedoch zu beachten. Dabei sollte ein mindestens 1,5 m breiter Streifen vom Böschungskopf lastfrei gehalten werden.

Bei zusätzlichen Belastungen nicht verbauter Grubenwände durch Bagger, Hebezeuge, Übergänge, Lagerstoffe oder Sonstiges ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

Alternativ kann mit einem Verbau gearbeitet werden. Beim Einbringen eines Verbaus sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten.

Die Grabensohlen kommen im Untersuchungsgebiet innerhalb des Felshorizontes zu liegen. Gemäß DIN EN 1610 ist die Bettung als Typ 1 auszuführen. Da es sich um überwiegend Fels bzw. festgelagerte Böden handelt, darf die untere Bettungsschicht eine Dicke von 150mm nicht unterschreiten.

Werden in der Grabensohle bindige Schichten in weicher Konsistenz angetroffen, so sind diese bis max. 0,2 m Tiefe auszubauen und die Bettungsschicht entsprechend zu vertiefen.

Kanalgräben können in Regelfällen als Kurzzeitböschung ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 bei nicht bindigen Böden und bei weichen bindigen Böden mit einem maximalen Böschungswinkeln von $\leq 45^\circ$ hergestellt werden.

6. Umweltuntersuchung

Für die angetroffenen Böden wurden orientierend umwelttechnische Untersuchungen der geplanten Aushubmassen durchgeführt. Es wurde eine Mischprobe des anstehenden Materials aus den Baggerschürfen 1–3 gebildet. Die Laborproben wurden nach der Verwaltungsvorschrift (VwV) des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 07.09.2020 untersucht und bewertet.

Die untersuchten Bodenstoffe sind aufgrund unauffälliger Werte in die Einbauklasse Z0 einzustufen. Das Material darf uneingeschränkt (z.B. zur Verfüllung) verwendet werden. Jedoch bezieht sich dieser Hinweis lediglich auf die umwelttechnische Eignung zum Wiedereinbau des Materials. Aus bodenmechanischer Sicht erweist sich der Wiedereinbau an den geplanten Bauwerken jedoch erst nach einer Aufbereitung des Materials als sinnvoll. Die Ergebnisse der Untersuchung sind der tabellarischen Auswertung und dem Prüfbericht AR-20-NO-003349-01 in Anlage 6 zu entnehmen.

Auf der Vollmaringer Straße, die das Baugebiet im Norden begrenzt wurde eine Untersuchung des Straßenaufbruchs durchgeführt. Aus der entnommenen Schwarzdecke wurde eine Probe im Labor auf PAK untersucht. Der PAK-Gehalt liegt bei 180 mg/kg. Damit handelt es sich zwar um nicht gefährlichen Abfall gemäß Spiegeleinträgen, die Kriterien der Annahmestellen sind jedoch zu beachten, und können von der abfallrechtlichen Einstufung abweichen. Die Aufbereitung von pechhaltigem Straßenaufbruch muss im Kaltmischverfahren durchgeführt werden. Grundsätzlich darf der Einbau nur unter dichter Deckschicht erfolgen.

Zur Erhöhung der Planungs- und Kostensicherheit im weiteren Verfahren werden Eingrenzungsbohrungen empfohlen.

Werden im Zuge der Aushubarbeiten organoleptisch auffällige Materialien angetroffen, so sind diese zu separieren und der Gutachter bzw. die örtliche Bauleitung unverzüglich zu informieren.

7. Sonstiges

Das ingenieurgeologische Modell des Baugrunds, welches die Grundlage der bau- bzw. umwelttechnischen Empfehlungen bildet, resultiert aus punktuellen Aufschlüssen. Es kann daher lokal zu Abweichungen des Schichtverlaufs kommen. Außerdem können zeitliche Änderungen des Baugrunds (z.B. durch Witterungseinflüsse) insbesondere bei längeren Abständen zwischen Untersuchung und Baumaßnahme nicht ausgeschlossen werden.

Im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher sorgfältig zu überprüfen, ob die angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den im Gutachten erfassten übereinstimmen. Sollte dies nicht der Fall sein oder Zweifel bestehen, so ist der Gutachter unverzüglich zur weiteren Beratung heranzuziehen. Generell ist es zu empfehlen, eine Abnahme von Baugruben bzw. der Gründungssohle durchführen zu lassen.

Die Angaben des Baugrundgutachtens beziehen sich auf den gegenwärtigen Planungsstand und sind in dieser Hinsicht als vorläufig anzusehen. Bei Planungsänderungen ist der Gutachter einzubeziehen.

Aufgestellt:
Ettlingen, den 03.11.2020
RBS wave GmbH



i. V. Daniel Lorch



i. A. Ricarda Köstner