GBI

Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH

Auf der Steige 18
71287 Weissach
Tel.: 07044 / 97 49 - 41
Fax: 07044 / 97 49 - 42

info@gbi-weissach.de
http://www.gbi-weissach.de

71263 Weil der Stadt, 3. Erweiterung des Gewerbegebiets Münklingen, Merklinger Str.

Baugrundgutachten mit hydrogeologischer Bewertung: Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Folgerungen für die Erschließung und Bebauung

Unsere Projekt-Nr.:	01617
Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil der Stadt Marktplatz 4 71263 Weil der Stadt
Auftragsdatum:	16.10.2017/19.12.2017
Erkundungsdatum:	06.12.2017
Berichtsdatum:	19.01.2018
Textseiten:	45
Anlagen:	5 (14 Blatt einschl. Deckblätter)
Anhang:	-
Datei:	01617 BG 3.Erw. GE Münklingen 180119e.pdf
Verteiler:	
Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil der Stadt, Stadtbauamt (per Email und Belegexemplar)
Behörden:	Landratsamt Böblingen, Amt für Wasserwirtschaft (Anlage 1 bis 3.2 per Email).

Projektleiter und Bearbeiter Bautechnik: Dr.-Ing. Claus Brinkmann

Bearbeiter Baugrund, Geologie: Dr. Ulrich Jordan, Dipl.-Geologe

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung ... 4
2. Verwendete Unterlagen ... 5
3. Lage und geologische, hydrogeologische Verhältnisse ... 6
4. Vorarbeiten, Umfang der Untersuchungen ... 7
5. Untersuchungsergebnisse ... 8
5.1 Schichtaufbau ... 8
5.2 Hydrogeologische Situation ... 13
5.3 Betonaggressivität, Korrosionswahrscheinlichkeit ... 14
5.4 Homogenbereiche, Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300, Bodengruppen nach DIN 18 196, Frost- und Witterungsempfindlichkeit ... 14
5.5 Abfallrechtliche Einstufung des Aushubs ... 17
5.6 Verwertungsmöglichkeiten des Aushubmaterials vor Ort ... 19
5.7 Erdstatische Kennwerte ... 19
5.8 Erdbebenzone ... 21
6. Hinweise zum Erdbau, Anlegen von Baugruben (Bauzustand), Arbeitsraumverfüllung ... 21
6.1 Anwendungsbereich ... 21
6.2 Allgemeines ... 21
6.3 Böschungen, Baugruben ... 23
6.4 Mögliche Auswirkungen auf Nachbarbauwerke, Beweissicherung ... 25
6.5 Arbeitsraumverfüllung ... 25
7. Folgerungen für die Erschließung ... 26
7.1 Planungsstand, Annahmen ... 26
7.2 Hinweise für den Kanal- und Leitungsbau ... 26
7.3 Hinweise zum Straßenbau, Verkehrsflächen ... 31

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

8. Versickerungsanlagen bzw. Retentionsflächen für Niederschlagswasser 34

8.1 Aufgabenstellung 34

8.2 Anforderungen 34

8.3 Abschätzung der Versickerungsfähigkeit, Wasserdurchlässigkeit 35

8.4 Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise 36

9. Folgerungen für die Bebauung 38

9.1 Vorläufige Angaben, Erfordernis projektbezogener Untersuchungen 38

9.2 Geländesituation 38

9.3 Allgemeine Baugrundbeurteilung 38

9.4 Ausblick auf Gründungsmaßnahmen 40

9.5 Geländeanhebung, Tragschichtaufbau 41

9.6 Bauwerksdränage, Bauwerksabdichtung 43

9.7 Fernhalten von Oberflächenwasser, Freiflächenplanung 44

10. Weitere geotechnische Mitwirkung bei der Planung und Ausführung 44

Anlagenverzeichnis (14 Blatt einschl. Deckblätter)

Übersichtslageplan (M 1:10.000) Anlage 1

Lageplan (M 1:1.000): Lage der Schürfgruben mit Ansatzhöhen (m ü. NN) Anlage 2

Schichtenprofile der Schürfgruben, vereinfachte Geländeschnitte
(M-Höhe 1:50; M-Länge ca. 1:200; 4-fach überhöht):
Schnittlage „West“: S1 – S2 – S3 Anlage 3.1
Schnittlage „Ost“: S4 – S5 – S6 Anlage 3.2

Zusammenstellung der bodenmechanischen Laborergebnisse Anlage 4.1-4.3

Chemische Laboruntersuchungen: Prüfbericht Nr. 1712145, Analytik-Team GmbH Anlage 5

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

1. Aufgabenstellung

Die Stadt Weil der Stadt plant südlich der K1020 (Anlage 1) und östlich des bereits bestehenden Gewerbegebiets (Anlage 2) die 3. Erweiterung des Gewerbegebiets Münklingen, Merklinger Straße. Die leicht nach Norden abfallende Erweiterungsfläche umfasst rd. 0,9 ha.

Laut Angaben des Stadtbauamtes /U1/ liegen aus der früheren Erschließungsmaßnahme und der bisherigen Erweiterung des bestehenden Gewerbegebiets keine Vorgutachten zu den dort anstehenden Baugrund- und Wasserverhältnissen vor.

Mit Schreiben vom 16.10.2017 wurde die ***GBI GEOTECHNIK UND BAUTECHNIK INGENIEURGESELLSCHAFT MBH*** von dem Stadtbauamt der Stadt Weil der Stadt auf der Grundlage des Leistungs- und Honorarangebots Nr. A171016_BG beauftragt, zur Aufstellung des Bebauungsplans und Planung der Erschließung die auf der 3. Erweiterungsfläche anstehenden geotechnischen und hydrogeologischen Verhältnisse durch das Anlegen von sechs Schürfgruben zu erheben und zu bewerten. Nach Abschluss der Feldarbeiten wurde die ***GBI*** am 19.12.2017 zur ergänzenden Durchführung chemischer Laboruntersuchungen beauftragt, um eine erste Einstufung des anstehenden Bodenmaterials hinsichtlich der Verwertung und Entsorgung von Aushubmaterial und hinsichtlich der Betonaggressivität vorzunehmen. Zusätzlich wurden bodenmechanische Klassifikationsversuche ausgeführt.

Die Vorarbeiten und der Umfang der ausgeführten Untersuchungen sind in Kapitel 4 beschrieben. Die Untersuchungsergebnisse werden in Kapitel 5 dargestellt. Hinweise zum Erdbau und Anlegen von Baugruben finden sich in Kapitel 6. Bautechnische Auswertungen hinsichtlich den Arbeiten des Kanal-, Leitungs- und Straßenbaus werden in Kapitel 7 vorgenommen. Kapitel 8 behandelt Aspekte der Regenwasserbewirtschaftung (Versickerungsanlagen bzw. Retentionsflächen für Niederschlagswasser).

Auftragsgemäß wurde in dem Erschließungsgutachten in Kapitel 9 für die spätere Bebauung ergänzend eine allgemeine Baugrundbeurteilung aufgenommen und daraus erste Folgerungen zur Bauwerksgründung und zum Schutz der Gebäude vor Durchfeuchtung (Bauwerksdränage, -abdichtung) abgeleitet.

Im Hinblick auf die spätere Bebauung ist das Gutachten als Übersichtsgutachten einzustufen. Das vorliegende Gutachten kann eine detaillierte parzellenbezogene Begutachtung und Bewertung der Baugrundverhältnisse im Zuge einer späteren Bebauung mit Einzelgebäuden daher nicht ersetzen. Vielmehr sind dann unter Berücksichtigung der Höhenlage von Bauwerken, deren abzutragenden Bauwerkslasten und den Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit bauwerksbezogene Erkundungen und Untersuchungen auszuführen bzw. zu ergänzen. Dies bezieht sich auch auf geotechnische Fachberatungen, welche bei Geländeanhebungen und Umsetzung dieser qualifizierten Erdbaumaßnahmen erforderlich werden können.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

2. Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Berichts wurden folgende Unterlagen verwendet:

/U1/ Stadtbauamt Weil der Stadt (09.10.2017): Preisanfrage B-Plan "Merklinger Str.-3.Erweiterung". Übersichtslageplan M 1:1.000 (05.12.2016). Lageplan M 1:1.000 (ohne Datum). Email. Datei: doc20171009133742.pdf.

/U2/ Stadtbauamt Weil der Stadt (10.11.2017): Unterlagen zur Leitungsauskunft im Bereich des Untersuchungsgebietes sowie Mitteilung über das Einverständnis von privaten Grundstückseigentümern. Email.

/U3/ Stadtbauamt Weil der Stadt (16.11.2017): Lagepläne im pdf-Format, jeweils im Maßstab 1:500. Email.

/U4/ Stadtbauamt Weil der Stadt (28.11.2017): Information zur Leitungsauskunft der Telekom sowie Angaben aus den Kanalplänen. Email.

/U5/ Stadtbauamt Weil der Stadt (30.11.2017): Vorentwurfsskizze „Bebauungsplan und örtliche Bauvorschriften Merklinger Str." mit verzeichneter Retentionsfläche auf Flst.Nr. 3101 (M 1:1.000).
Email. Datei: doc20171130164040.pdf.

/U6/ Vermessungsbüro Schöllhorn + Böhret GbR (06.12.2017): Punkteliste der Schürfgruben S1 bis S6. Email. Datei: 414.asc.

/U7/ Geologische Karte von Baden-Württemberg - GeoLa (M 1:50 000).

/U8/ VwV „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (UM Baden-Württemberg, Fassung 14.03.2007).

/U9/ ZTV E-StB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Ausgabe 2009 einschl. Kommentar. Ausgabe 2017.

/U10/ RStO: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen.
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Ausgabe Dezember 2012.

/U11/ DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen.

/U12/ Arbeitsblatt DWA-A 139: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen.

/U13/ Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.

/U14/ Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (2008): Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg. LGRB-Information Nr. 20. März 2008.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

3. Lage und geologische, hydrogeologische Verhältnisse

Lage

Das untersuchte Gelände liegt im Landkreis Böblingen rund 1 km östlich des Zentrums von Münklingen (Anlage 1) und oberhalb der weiter nördlich verlaufenden Kreisstraße K1020 sowie des dort verlaufenden Burggrabens. Im Süden grenzt das Gelände an die Begonienstraße bzw. anschließenden Münklinger Straße an (Anlage 2).

Die 3. Erweiterungsfläche schließt sich an das westlich bestehende Gewerbegebiet (Carl-Zeiss-Straße) an und ist somit als Osterweiterung einzustufen. Nach /U1/ umfasst die ca. 0,9 ha große Erweiterungsfläche folgende Flurstücke der Gemarkung Münklingen: Flst.Nr. 602/2, 603, 604/2, 605, 606, 607/1, 607/2, 607/4, 608. Die geodätischen Grundstücksdaten (hier: Lage der Schürfgruben) sind in der Anlage 2 angegeben.

Zum Zeitpunkt der Erkundung wurde das Gelände überwiegend als Acker- und Grünfläche landwirtschaftlich genutzt und grenzt in östlicher Richtung an weitere Ackerflächen an. Weiter östlich befindet sich ein Umspannwerk (siehe Anlage 1: UW).

Das Gelände der Erweiterungsfläche fällt, ausgehend von der Begonienstraße, leicht in nordwestlicher Richtung ab. Mit den Ansatzhöhen der ausgeführten Schürfgruben lässt sich ein mittleres Gefälle von ca. 6 bis 7 % abschätzen.

Geologie

Nach der geologischen Karte /U7/ sind in dem durch eine Hanglage gekennzeichneten Baufeld die Schichten der Plattensandstein- und Rötton-Formation (soPL, SoT) zu erwarten, welche zunächst als Verwitterungszone anstehen und durch Quartäre Deckschichten mit unterschiedlicher Mächtigkeit überlagert bzw. durchmengt sein können.

Hydrogeologie, Wasserschutzgebiet

In wasserwirtschaftlicher Hinsicht befindet sich das Baufeld in keiner Wasserschutzzone. Aufgrund der Hanglage der zu bebauenden Flächen und nach Süden angrenzenden weiteren Hangflächen ist insbes. bei ungünstigen Witterungsverhältnissen von einem erhöhten Abfluss von Oberflächenwasser auszugehen. Des weiteren ist mit dem zeitweisen Auftreten von Sicker- und Schichtenwasser zu rechnen.

Jegliche Maßnahmen, welche das Grundwasser berühren können, wie z.B. die Ausführung von Versickerungsanlagen, sind in baurechtlicher und wasserrechtlicher Hinsicht mit dem zuständigen Landratsamt, Wasserwirtschaftsamt, abzustimmen und rechtzeitig anzuzeigen.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

4. Vorarbeiten, Umfang der Untersuchungen

Aufgrund des möglichen Antreffens von Sicker- und Schichtenwasser wurden die geplanten Erkundungsmaßnahmen dem Landratsamt Böblingen, Wasserwirtschaftsamt mit Schreiben vom 20.10.2017 angezeigt. Auf Nachfrage wurde dann am 10.11.2017 seitens des Landratsamtes mitgeteilt, dass für die geplante Ausführung von Schürfgruben kein Wasserrechtsverfahren notwendig wird, jedoch einzelne Auflagen zu berücksichtigen sind. Den Auflagen entsprechend wurde zunächst eine Beginnanzeige durch unser Büro am 04.12.2017 versandt und das Ende der Arbeiten am 07.12.2017 angezeigt. Gemäß den weiteren Auflagen wurden die Anlagen 1 bis 3.2 des vorliegenden Gutachtens an das Wasserwirtschaftsamt (siehe Verteiler) übersandt.

Nach Freigabe der Fläche im Hinblick auf unterirdisch verlaufende Grundleitungen und Vorliegen der Betretungserlaubnis für private Grundstücke (Flst. 604/2 und 607/1) gemäß /U2/ /U4/ erfolgte am 04.12.2017 die Absteckung sowie Lage- und Höhenaufnahme der geplanten Erkundungspunkte durch das Vermessungsbüro Schöllhorn + Böhret GbR /U6/. Die geodätischen Daten wurden in der Anlage 2 mit aufgenommen (Plangrundlage /U3/).

Das Ziel der Erkundung war es, Informationen zur Ausbildung der Deckschichten und zur Tiefenlage der Festgesteins-Oberfläche sowie zu den Wasserverhältnissen zu erhalten. Dazu wurden von der Firma Kilper Erdbau, Rutesheim, am 06.12.2017 unter fachtechnischer Aufsicht der ***GBI*** mit einem Kettenbagger Liebherr 914 insgesamt sechs Schürfgruben mit Tiefen zwischen 2,2 und 4,4 m mittels Tieflöffel hergestellt. Die Aushubtiefe wurde dabei durch die Lösbarkeit des Baugrunds mit dem eingesetzten Bagger bestimmt. Nach Abschluss der Arbeiten wurden die Gruben mit dem angefallenen Aushub lagenweise ohne eine qualifizierte Verdichtung wieder verfüllt.

Die in den Baggerschürfen aufgeschlossenen Untergrundverhältnisse wurden nach ingenieurgeologischen, geotechnischen und felsmechanischen Gesichtspunkten durch einen Mitarbeiter unseres Büros insbes. in Anlehnung an DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1 aufgenommen und durch manuelle Feldversuche ergänzt. Der vereinfachte Schichtaufbau ist in Anlehnung an DIN 4023 in den Querprofilen der Anlagen 3.1 und 3.2 (Geländeschnitte in Schnittlage „West“ und „Ost“) dargestellt.

Des Weiteren wurden schichtbezogene gestörte Boden- und Festgesteinsproben für boden-, felsmechanische und chemische Laboruntersuchungen aus den Schürfgruben entnommen.

Die Klassifikation der aufgeschlossenen Böden erfolgt im vorliegenden Gutachten vorwiegend anhand der Feldansprache und der ausgeführten Feldversuche zum Zeitpunkt der Erkundung. Zur Ergänzung der augenscheinlichen Feldansprache und zur Bestimmung von Klassifikationsmerkmalen wurden im bodenme-

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

chanischen Labor ergänzend einzelne Bodenproben untersucht. Die Ergebnisse finden sich in Anlage 4.1 bis 4.3. Auf die Durchführung von weiteren boden- und felsmechanischen Laborversuchen wurde in der Planungsphase der Erschließung zunächst verzichtet. Gerne können diese Ergebnisse durch weiterführende Laboruntersuchungen ergänzt werden. An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass alle Proben nach Abgabe des Gutachtens zunächst drei Monate aufbewahrt und danach, sofern keine gegenteilige schriftliche Mitteilung seitens des Auftraggebers erfolgt, ohne Ankündigung vollständig entsorgt werden.

Zur Einschätzung der Verwertungs- und Entsorgungsmöglichkeiten des Aushubs wurden Bodenmischproben nach Tab. 6.1 der VwV Boden /U8/ (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial) sowie die Betonaggressivität nach der DIN 4030 untersucht. Sämtliche chemische Untersuchungen wurden dabei durch das akkreditierte Labor Analytik-Team GmbH, 70736 Fellbach-Oeffingen ausgeführt. Der zugehörige Prüfbericht liegt als Anlage 5 bei.

5. Untersuchungsergebnisse

Die im Baufeld vorhandene Baugrund- und Wassersituation wird nachfolgend durch die bei der Ausführung der sechs Schürfgruben S1 bis S6 am 06.12.2017 aufgeschlossenen Boden- und Festgesteinsschichten beschrieben.

5.1 Schichtaufbau

Der in den Schürfgruben angetroffene Schichtaufbau wurde unter Angabe der jeweiligen Schichtunterkante (m ü. NN) in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst.

Durch lineare Interpolation der Schichtgrenzen zwischen den zwangsläufig punktuellen Aufschlüssen wurden vereinfacht die Geländeschnitte „West“ und „Ost“ (überhöhte Darstellung) erstellt, welche als Anlage 3.1 und 3.2 beiliegen. Der hierbei dargestellte lineare Schichtgrenzenverlauf kann im flächigen Anschnitt natürliche Abweichungen aufweisen.

Von oben nach unten wurden vereinfacht dargestellt folgende Schichten angetroffen:

Schicht 1: Oberboden

Schicht 2: Verwitterungszone Plattensandstein
(einschl. Quartär, Hanglehm, Verwitterungszone Rötton)

Schicht 3: Plattensandstein, geschichtet

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Aufschluss, Ansatzhöhe [m ü. NN]	Oberboden (Schicht 1)	Verwitterungszone Plattensandstein (einschl. Quartär, Hanglehm, Verwitterungszone Rötton) (Schicht 2)	Plattensandstein, geschichtet (Schicht 3)
S1 433,2	- 0,3 432,9	- 2,4 430,8	*- 3,2* *430,0*
S2 430,4	- 0,3 430,1	- 2,1 428,3	*- 3,6* *426,8*
S3 427,8	- 0,3 427,5	- 1,8 426,0	*- 2,2* *425,6*
S4 433,5	- 0,3 433,2	- 1,6 431,9	*- 3,2* *430,3*
S5 430,8	- 0,6 430,2	- 1,1 429,7	*- 3,1* *427,7*
S6 428,2	- 0,3 427,9	- 1,2 427,0	*- 4,4* *423,8*

Tabelle 1: Jeweilige Schichtunterkante der aufgeschlossenen Bodenschichten
(kursiv = Endtiefe; In der angelegten Schürfgrube war wegen hoher Festigkeit bzw. geringerem Durchtrennungsgrad kein weiterer Aushub mit dem eingesetzten Kettenbagger mit Tieflöffel möglich.)

Anthropogene Auffüllungen, schädliche Bodenveränderungen

Eine Untersuchung auf schädliche Bodenveränderungen war aufgrund der bisherigen Nutzung nicht Gegenstand der Beauftragung. In den punktuell auf dem Baufeld ausgeführten direkten Aufschlüssen wurden am Aushubmaterial keine organoleptischen Auffälligkeiten festgestellt.

Kleinräumige bzw. lokal vorhandene, teilweise überwachsene, jedoch augenscheinlich erkennbare anthropogene künstliche Ablagerungen finden sich im nördlichen Böschungsbereich entlang der Begonienstraße/ Münklinger Straße zum Flurstück 602/2 hin.

Des Weiteren ist auf den Lageplan zum Bebauungsplan der 2. Erweiterung aus dem Jahr 2006 *(Quelle: Internet, Homepage der Stadt Weil der Stadt)* hinzuweisen. Dort ist im Bereich der südlich liegenden Flurstücke 602/2 und 603 noch die Querung eines Schutzstreifens einer 20 kV Doppelfreileitung verzeichnet.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Zum Zeitpunkt der Erkundung am 06.12.2017 befanden sich hier keine Leitungsmasten und auch keine im Luftraum querende Leitungen mehr. Inwieweit im Baufeld noch früher lokal vorhandene und ggfs. nicht vollständig zurückgebaute Mastfundamentierungen bzw. Rückstände davon vorhanden sind, entzieht sich unserer Kenntnis. Ggfs. muss in solchen Rückbaubereichen mit gewissen Störungen des Untergrunds gerechnet werden.

Schicht 1: Oberboden

Auf der vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Ackerfläche wurde in den sechs ausgeführten Baggerschürfe S1 bis S6 ein Oberboden im Sinne der DIN 18 300 mit Mächtigkeiten von meist 0,3 m und 0,6 m (in Schurf S5 evtl. umgelagert) angetroffen. Er bestand aus einem meist braunen bis graubraunen, durchwurzelten, tonigen, sandigen Schluff. Zum Zeitpunkt der Erkundung wies der aufgeschlossene Boden meist eine weiche Konsistenz auf. In allen direkten Bodenaufschlüssen ist der dort angetroffene Oberboden als organoleptisch unauffällig einzustufen.

Schicht 2: Verwitterungszone Plattensandstein
(einschl. Quartär, Hanglehm, Verwitterungszone Röttton)

Aufgrund vergleichbarer bodenmechanischer Eigenschaften werden nachfolgend die Verwitterungszone des Plattensandsteins und die Schichten des Quartärs, Hanglehm und die Verwitterungszone des Röttons vereinfacht als Schicht 2 zusammengefasst. Eine detaillierte Abgrenzung einzelner Bodenschichten untereinander ist aufgrund fließender Schichtübergänge und geologisch bedingter jüngerer Durchmengungen und Umlagerungen von Einzelschichten nicht fassbar. Die Schichten des Röttons, welche sich durch eingelagerte Tonsteine abgrenzen lassen, sind vermutlich nur im südlich gelegenen Baufeld (Bereich Schürfgrube S1 und S4) zu finden und laufen dort in unbekannter Höhenlage aus.

Die ursprünglichen Sandsteine und Schlufftonsteine des Plattensandsteins sind im Baufeld zuoberst bis zu 2,4 m unter Gelände meist vollständig (W5) zu einem tonigen Schluff-Sand-Gemenge verwittert. Dabei eingebettete schwankende grobsandige bis steinige Nebenanteile liegen mit meist sehr mürber bis mürber Qualität vor. In den Schürfgruben S1, S3 und S5 wurden auch vereinzelt eingelagerte Blöcke angetroffen (S5: max. Blockgröße 50 x 15 x 10 cm; sehr mürbe bis mäßig mürbe Gesteinsqualität). In den bergseitig ausgeführten Schürfgruben S1, S4 handelte es sich dabei vorwiegend um Tonsteine, untergeordnet Sandsteine und in den restlichen Schürfgruben vorwiegend um Sandsteine. Die Ober- und Schichtflächen der Steine und Blöcke waren dabei feucht und teilweise nass.

Diese Böden sind als bindige Mischböden bis feinkörnige Böden einzustufen. Die nichtbindigen Nebenanteile, einschl. der Blöcke, waren inhomogen verteilt und bildeten kein zusammenhängendes Korngerüst.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Für die Lastabtragung werden somit die bindigen Anteile maßgebend, die zum Zeitpunkt der Erkundung nach der Feldansprache eine schwankende Konsistenz im Bereich weich bis steif/halbfest aufwiesen. Beim Anlegen der Schürfgrube S6 wurde ein Nachbrechen der südwestlichen Schürfgrubenwand bis ca. 1,2 m unter Gelände im Bereich weicher Bodenschichten beobachtet.

Die Charakterisierung der bindigen Anteile wurde an zwei Bodenproben (S2 1,4-2,1 m; S4 0,3-1,6 m) durch die Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1 vorgenommen (Anlage 4.2 und 4.3). Bei den untersuchten Proben handelt es sich nach den Einstufungskriterien der DIN 18 196 um einen leicht plastischen Ton (TL), nahe zum Bereich der Sand-Ton-Gemische (ST). Erfahrungen zeigen, dass solche Böden auch als mittelplastisch einzustufen sind (insbes. im Bereich des Röttons ggfs. ausgeprägt plastisch). Mit den nach DIN 18 122-1 korrigierten Wassergehalten lässt sich ein Konsistenzbereich zwischen steif und steif/halbfest ableiten. Die Laborergebnisse sind dabei vergleichbar mit der zugehörigen Feldansprache.
In der Gesamtschau lässt sich unter Einbeziehung weiterer korrigierter Wassergehalte (Anlage 4.1) eine Bandbreite der Konsistenz von weich bis steif/halbfest abschätzen, wie sie auch bei der Feldansprache ermittelt wurde.

Wie aus den beiliegenden Schnitten (Anlage 3.1 und 3.2) entnommen werden kann, verläuft die Schichtunterkante der Schicht 2 - ausgehend von den sechs ausgeführten Schürfgruben - ungefähr hangparallel zur Geländeoberfläche. Mit den in Tabelle 1 gelisteten Schichtunterkanten weist die Schicht 2 in den ausgeführten Schürfgruben stark schwankende Mächtigkeiten auf, wobei ausgehend von der westlichen Grundstücksgrenze tendenziell eine Abnahme nach Osten zu verzeichnen ist. Die größten Mächtigkeiten der Schicht 2 wurden entlang der Schnittlage „West“ mit 1,5 m (Nord, talseitige Schürfgrube: S3) bis 2,1 m (Süd, bergseitig: S1) angetroffen. Geringere Mächtigkeiten von 0,9 m (Nord: S6), 0,5 m (S5) und 1,3 m (Süd: S4) wurden in den Schürfgruben entlang der Schnittlage „Ost“ angetroffen.

Schicht 3: Plattensandstein, geschichtet

Unter der Schicht 2 wurden in den sechs Schürfgruben bis zur jeweils ausgeführten Endtiefe geschichtete (Fein-)Sandsteine (Sediment-, Festgestein) aufgeschlossen, die stratigrafisch dem Plattensandstein (Oberer Buntsandstein) zuzuordnen sind. Aufgrund der stark schwankenden Festigkeit und des wechselnden Durchtrennungsgrads der Sandsteine und den unregelmäßig auftretenden bindigen Zwischenlagen konnte die Schicht 3 mit dem eingesetzten Kettenbagger und dem verwendeten Tieflöffel zwischen 0,3 m (S3) und 3,2 m (S6) aufgeschlossen werden.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Unter Berücksichtigung der in den sechs Schürfgruben angetroffenen Schichtgrenzen, lässt sich ein leichtes Fallen der Oberkante der Schicht 3 (ca. 6 %) in ungefähr nordwestliche bis nordnordwestliche Richtung erkennen.

Die Schichtfugen-/Bankmächtigkeit des aufgeschlossenen Sandsteins ist meist als sehr dünn bis dünn und im Bereich der Schürfgrube S1 teilweise als dünn bis mittel einzustufen. Geringmächtige sandige, tonige, schluffige Zwischenlagen und Kluftfüllungen (Dicke meist im mm- bis cm-Bereich; S2: bis ca. 2 cm) führen zu einer Ausbildung von Körpern unterschiedlicher Größe. Für die bindigen Anteile kann zum Zeitpunkt der Erkundung eine vorwiegend weiche bis weich/steife Konsistenz angegeben werden.

In der talseitig gelegenen Schürfgrube S3 konnte der glimmerreiche und mäßig harte bis harte Sandstein lediglich im Tiefenbereich von 1,8 m bis 2,2 m aufgeschlossen werden. Eine Tieferführung der Schürfgrube war mit dem eingesetzten Bagger trotz mehrmaligem Ansetzen und sehr intensivem Einschlagen und Reißen mit den Zähnen des Tieflöffels nicht möglich.

In der ebenfalls talseitig ausgeführten Schürfgrube S6 stand in einer Tiefe von ca. 1,2 m bereits ab Oberkante des Plattensandsteins eine Bank (nach Lösen: große Blöcke) an, die jedoch nach mehrmaligem Ansetzen des Baggers gelöst und ein weiterer Aushub ausgeführt werden konnte. In einer Tiefe von rd. 3,2 m wurde unter einer rund 20 cm mächtigen glimmerreichen mäßig harten bis harten Sandsteinlage eine weiche, ca. 10 cm dicke Feinsand-/Schlufflage und darunter bis zur Endtiefe eine geschichtete Wechsellagerung von Sand- und Tonsteinen angetroffen.

Nach dem Lösen des Plattensandsteins lagen meist Steine bis große Blöcke mit Kantenlängen größer 63 cm vor (max. Kantenlängen, z.B. S1 100 x 61 x 20 cm, S6 120 x 70 x 18 cm). Die Schichtflächen waren meist feucht bis nass.

Nach DIN EN ISO 14689-1 handelte es sich bei den Blöcken und großen Blöcken nach dem Lösen meist um tafelförmige Gesteinskörper. Die maximalen Durchschnittsabmessungen der Gesteinskörper sind als mittel bis groß zu bezeichnen.

Eine Abschätzung der einaxialen Gesteinsdruckfestigkeit wurde in Anlehnung an DIN EN ISO 14689-1 und den dort genannten Feldversuchen vorgenommen. Die aufgeschlossenen Sand- und Tonsteine weisen dabei eine große Bandbreite von außerordentlich gering bis sehr gering (weniger als 1 bis 5 MN/m²) bis zu hoch (50 bis 100 MN/m²) auf. Nach der Felsklassifikation der DIN 1054 sind Gesteinsdruckfestigkeiten kleiner 1,25 MN/m² als „sehr mürbe“ und zwischen 12,5 und 100 MN/m² als „mäßig hart bis hart“ zu bezeichnen.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Bei der Bewertung der Einaxialen Druckfestigkeiten muss beachtet werden, dass sich die Festigkeiten auf die Gesteine beziehen. Die Gebirgsfestigkeiten sind wegen der vorhandenen Trennflächen und den verwitterten Anteilen als wesentlich geringer einzustufen.

5.2 Hydrogeologische Situation

In wasserwirtschaftlicher Hinsicht befindet sich das Baufeld in keiner Wasserschutzzone. Vorfluter ist die nördlich der Erweiterungsfläche liegende Talrinne und der dort von West nach Ost verlaufende Burggraben.

Aufgrund der Hanglage ist insbes. bei ungünstigen Witterungsverhältnissen von einem erhöhten Abfluss von Oberflächenwasser auszugehen.

In den sechs Schürfgruben wurden zum Zeitpunkt der Erkundung am 06.12.2017 bis zur jeweils ausgeführten Endtiefe, welche zwischen 2,2 und 4,4 m lag, kein frei auslaufendes Schichten-, Sicker- oder Grundwasser angetroffen. Nach einer gewissen Wartezeit blieben auch die jeweiligen Schurfsohlen trocken. Feuchte bis nasse Schicht- und Oberflächen wurden am Aushubmaterial im Bereich des aufgeschlossenen Plattensandsteins (Schicht 3) angetroffen, welche auf eine gewisse Schichtwasserführung entlang der Kluftflächen hindeuten. Ein zusammenhängender Grundwasserleiter ist erst in einer Tiefe von einigen 10-er Metern im Bereich des Unteren Plattensandsteins zu erwarten.

In der Gesamtschau muss im Bauzustand beim Anlegen von Baugruben und Gräben, wie auch während der Dauerstandzeit von Bauwerken, Böschungen, etc. jedoch mit dem zeitweisen Auftreten von Sicker- und Schichtenwasser gerechnet werden, wobei die Wasserdruckhöhe und -intensität jahreszeitlich, auch aufgrund der anstehenden Hangsituation, stark schwanken kann. Dabei können im Bereich mit erhöhten grobkörnigen Anteilen lokal erhöhte Schichtwasserzutritte nicht ausgeschlossen werden. Während Trockenperioden hingegen können Wasserzutritte ggfs. ausbleiben. Darüber hinaus sind jahreszeitliche Veränderungen der Konsistenz der bindigen Bodenanteile infolge einer Wasseraufnahme bzw. -abgabe zu erwarten.

Eine Einschätzung der aufgeschlossenen Böden hinsichtlich ihrer Wasserdurchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit findet sich in Kapitel 8 *(Versickerungsanlagen bzw. Retentionsflächen für Niederschlagswasser).*

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

5.3 Betonaggressivität, Korrosionswahrscheinlichkeit

Im vorliegenden Fall war eine gezielte Entnahme von repräsentativen Wasserproben zur Untersuchung der Betonaggressivität nach DIN 4030 nicht möglich. Daher wurde die Betonaggressivität labortechnisch an folgenden Bodenmischproben (Schichtbezeichnung nach Kapitel 5.1) untersucht:

Schicht 2 Bodenmischprobe MP2
(S1 0,3-2,4 m + S2 0,3-2,1 m + S3 0,3-1,8 m + S4 0,3-1,6 m + S5 0,6-1,1 m + S6 0,3-1,2 m)

Schicht 3 Bodenmischprobe MP3
(S1 2,4-3,2 m + S2 2,1-3,6 m + S3 1,8-2,2 m + S4 1,6-3,2 m + S5 1,1-3,1 m + S6 1,2-4,4 m)

Nach dem beiliegenden Prüfbericht (Anlage 5, S.5) sind diese Proben als „nicht angreifend“ einzustufen.

Eine Untersuchung zur Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 (Korrosion der Metalle. Teil 3: Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) wurde zunächst zurückgestellt.

5.4 Homogenbereiche, Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300, Bodengruppen nach DIN 18 196, Frost- und Witterungsempfindlichkeit

Auftragsgemäß erfolgt die Einstufung der aufgeschlossenen Bodenschichten nach Boden- und Felsklassen nach der DIN 18 300 (Ausgabe 09-2012). Auf eine detaillierte Einstufung in sogenannte Homogenbereiche nach der aktuell gültigen DIN 18 300 (Ausgabe 09-2016) anhand einer Vielzahl von boden- und felsmechanischen Laborversuchen wurde auftragsgemäß zunächst verzichtet. Die Einteilung in Homogenbereiche erfolgt im vorliegenden Gutachten vorwiegend anhand der Feldansprache, der ausgeführten Feldversuche zum Zeitpunkt der Erkundung und einzelnen bodenmechanischen Laborversuchen (Anlage 4.1 bis 4.3). Im Detail wird hierzu auf die schichtbezogenen Beschreibungen des Kapitels 5.1 verwiesen. Maßgebliche Leitparameter wurden in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Gerne können diese Ergebnisse durch weitere Laboruntersuchungen präzisiert bzw. ergänzt werden. Bei Bedarf wird um eine Mitteilung gebeten. An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass alle im Zuge der Erkundung entnommenen Proben nach Abgabe des Gutachtens zunächst drei Monate aufbewahrt und danach, sofern keine gegenteilige schriftliche Mitteilung seitens des Auftraggebers erfolgt, ohne Ankündigung vollständig entsorgt werden.

Die aufgeschlossenen Böden und Festgesteine können für Erdarbeiten nach DIN 18 300 in die Homogenbereiche O1, B1 und X1 (Tabelle 2) eingeteilt werden:

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Eigenschaft	Homogenbereich O1	Homogenbereich B1	Homogenbereich X1
Schichtzuordnung	hier: Schicht 1	hier: Schicht 2	hier: Schicht 3
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Verwitterungszone Plattensandstein (einschl. Quartär, Hanglehm, Verwitterungszone Rötton)	Plattensandstein, geschichtet
Verwitterung	-	meist vollständig verwittert (W5)	Sandsteine: meist schwach bis mäßig verwittert; Zwischenlagen: stark bis vollständig verwittert
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke (DIN EN ISO 14688-1) ***x)***	geschätzt: < 5 %	geschätzt: Steine < 20 % Blöcke, große Blöcke < 5 %	geschätzt: 80 bis 100 %
Laborversuche	-	siehe Anlage 4.1 bis 4.3	-
Plastizität (Feldansprache)	leicht- bis mittelplastisch	leicht- bis mittelplastisch	-
Konsistenz (Feldansprache)	weich bis weich/steif	weich bis steif/halbfest	-
Lagerungsdichte (Feldanspr.)	-	geschätzt: mitteldicht, tw. locker	-
Organischer Anteil	geschätzt: < 4 %	-	-
Bodengruppen (DIN 18196)	-	TL, TM, ST*/SU*, GT*/GU*, Steine, Blöcke (TA, ST/SU, GT/GU)	-
Benennung von Fels (DIN EN ISO 14689-1)	-	-	Sandstein, Tonstein (untergeordnet)
Einaxiale Druckfestigkeit (geschätzt anhand Feldversuche)	-	-	sehr mürb bis hart
Trennflächenrichtung (DIN EN ISO 14689-1)	-	-	Streichen: ca. NW, NNE sowie ENE
Trennflächenabstand (DIN EN ISO 14689-1)	-	-	sehr engständig bis engständig, mittelständig
Gesteinskörperform (DIN EN ISO 14689-1)	-	-	tafelförmig, teilweise prismatisch

Tabelle 2: Homogenbereiche O1, B1 und X1 für Erdarbeiten DIN 18 300

Anmerkungen: reduzierter Umfang bei den labortechnischen Bestimmungen: siehe Texterläuterung; Wertangaben sind geschätzt. Abweichungen hiervon können nicht ausgeschlossen werden.

x) *Nach VOB/C DIN 18300: Bestimmung durch Aussortieren und Vermessen bzw. Sieben, anschließend Wiegen und dann auf die zugehörige Aushubmasse beziehen. Solche Maßnahmen konnten nicht ausgeführt werden.*

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Gemäß den Inhalten der aktuellen DIN 18 300 sind auch umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten. Zur Festlegung des Verwertungs- bzw. Entsorgungswegs von Aushubmaterial wurden im Zuge der Feldarbeiten entsprechende Bodenproben entnommen und chemische Laboruntersuchungen zur Klassifikation nach VwV Boden (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007 - Az.: 25-8980.08M20 Land/3 -) ausgeführt. Der zugehörige Prüfbericht liegt als Anlage 5 bei. Demnach sind geogene Hintergrundbelastungen durch einen erhöhten Arsen- und Nickel-Gehalt im Feststoff zu erwarten. Details sind dem Kapitel 5.5 zu entnehmen.

Anhand der aufgeschlossenen Untergrundverhältnisse bzw. aufgrund von Erfahrungswerten kann die in Tabelle 3 genannte Einstufung nach Boden- und Felsklassen gemäß DIN 18 300 (Ausgabe 09-2012) sowie die Einstufung nach der Frostempfindlichkeit gemäß ZTV E-StB (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*) vorgenommen werden. Da die Einstufung der aufgeschlossenen Bodenschichten auf der Basis von punktuellen Aufschlüssen erfolgt, können Abweichungen im flächigen Anschnitt von Baugruben und in Fundament-, Leitungs-, Kanalgräben nicht ausgeschlossen werden. Beim Aushub bzw. bei der Herstellung von Baugruben und Gräben jeglicher Art können auch Fundamentreste, alte Leitungen, Auffüllungen, etc. sowie Arbeitsraum-/Grabenverfüllungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Schichtbezeichnung	Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 (Ausgabe 09-2012)	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB [1)]
Schicht 1: Oberboden	1	F3
Schicht 2: Verwitterungszone Plattensandstein (einschl. Quartär, Hanglehm, Verwitt.zone Rötton)	4, (3), teilweise Steine u. Blöcke [*)] 6 (bei fester Konsistenz) 2 (breiige, flüssige Konsistenz)	F3
Schicht 3: Plattensandstein, geschichtet (bis zur aufgeschlossenen Tiefe)	6, 7 [*)]	F1 bis F2

Tabelle 3: Boden- und Felsklassen der aufgeschlossenen Schichten nach DIN 18 300 (Ausgabe 09-2012), Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB

[1)] F1... nicht frostempfindlich; F2... gering bis mittel frostempfindlich; F3... sehr frostempfindlich

[*)] Nach DIN 18 300 (Ausgabe September 2012) sind Korngrößen > 630 mm der Klasse 7 zuzuordnen, entscheidend sind die angegebenen Felsarten. Siehe auch Textteil.

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Die angeschnittenen natürlichen Böden mit vorwiegend bindigen Anteilen (Schicht 1 und 2) weisen eine erhöhte Witterungsempfindlichkeit auf. Sie weichen durch Sicker-, Schichtwasser und Niederschläge rasch auf und können eine Verschlechterung der Tragfähigkeit erfahren. Bei unsachgemäßer Lagerung ist eine relativ schnelle Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften zu erwarten, die auch eine ungünstige Befahrbarkeit nach sich ziehen kann. Breiige und flüssige Böden sind nach DIN 18 300 (Ausgabe 09-2012) in die Bodenklasse 2 einzustufen.

Blöcke, große Blöcke: Wie bei der ausgeführten Erkundungsmaßnahme festgestellt werden konnte, sind im Aushubbereich der Schicht 2 auch eingelagerte Blöcke zu erwarten (Bezeichnung nach EN ISO 14688-1 / 14689-1: Kantenlänge von > 200 bis 630 mm). Große Blöcke mit einer Kantenlänge von über 630 mm, wie sie in der Schicht 3 (Plattensandstein, geschichtet) angetroffen wurden, können auch in der Schicht 2 nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Dabei ist anzuführen, dass nach dem Lösen im Bereich des geschichteten Plattensandsteins große Blöcke mit max. Kantenlängen von bis zu 120 x 70 x (18-20) cm vorlagen. Die Gesteinsfestigkeit des angetroffenen Plattensandsteins schwankte zwischen sehr mürb und hart.

Anmerkungen zu geologisch bedingtem Mehraushub**:** Ein maßhaltiger Aushub im Bereich des geschichteten Plattensandsteins (Schicht 3) kann nicht erzielt werden, da das Festgestein (Boden- und Felsklasse 6 und 7 gemäß DIN 18 300, Ausgabe Sept. 2012) nur an Schichtfugen und Klüften gelöst werden kann. Felsbänke und Kluftkörper können in der Regel nur vollständig gelöst werden und bedingen somit ein unvermeidbares geologisches Überprofil. Auch ist trotz einem schonenden Aushub und einem schichtparallelen Lösen mit dem Entstehen von Auflockerungszonen zu rechnen. Insbesondere kann bei einem linienhaften und punktuellen Aushub - wie er u.a. bei Kanalarbeiten und Streifen- und Einzelfundamenten notwendig wird - und einer entsprechenden Festigkeit und Bankigkeit des Felses der Einsatz von Meißelarbeiten zur Erleichterung des Lösens erforderlich werden. Dabei muss von einer Einstufung in die Bodenklasse 6 und Klasse 7 (schwer lösbarer Fels) ausgegangen werden.

5.5 Abfallrechtliche Einstufung des Aushubs

Hinsichtlich der Verwertungs- und Entsorgungsmöglichkeiten des Aushubs wurden folgende Bodenproben (Schichtbezeichnung nach Kapitel 5.1) nach Tab. 6.1 der VwV Boden /U8/ (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial) untersucht):

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Schicht 1 Bodenmischprobe MP1
(S1 0-0,3 m + S2 0-0,3 m + S3 0-0,3 m + S4 0-0,3 m + S5 0-0,6 m + S6 0-0,3 m)

Schicht 2 Bodenmischprobe MP2
(S1 0,3-2,4 m + S2 0,3-2,1 m + S3 0,3-1,8 m + S4 0,3-1,6 m + S5 0,6-1,1 m + S6 0,3-1,2 m)

Schicht 3 Bodenmischprobe MP3
(S1 2,4-3,2 m + S2 2,1-3,6 m + S3 1,8-2,2 m + S4 1,6-3,2 m + S5 1,1-3,1 m + S6 1,2-4,4 m)

Der zugehörige Prüfbericht liegt als Anlage 5 bei.

Die maßgebliche Einstufung für die Bodenmischproben MP1, MP2 (Zuordnung erfolgt anhand der Bodenart Lehm/Schluff) in die Zuordnungsklasse Z1.1 ergibt sich durch die geogen bedingten erhöhten Arsen-Gehalte im Feststoff von 33 mg/kg TS bzw. 18 mg/kg TS. Die weiteren untersuchten Parameter (Feststoff- und Eluatuntersuchungen) liegen noch im Bereich des jeweiligen Zuordnungswertes Z0 bis Z0*IIIA.

Bei einer Verwertung des Oberbodens (Bodenmischprobe MP1) können hinsichtlich der Nutzung weitere Untersuchungen nach der Bundesbodenschutzverordnung erforderlich bzw. nicht ausgeschlossen werden.

Für die untersuchte Bodenmischprobe MP3 (Zuordnung erfolgt anhand der Bodenart Sand) wurde ein geogen bedingter Arsen-Gehalt im Feststoff mit 13 mg/kg TS bestimmt, welcher im Bereich des Zuordnungswertes Z0* liegt. Der ebenfalls geogen bedingte Nickel-Gehalt im Feststoff (17 mg/kg TS) gestattet eine günstigere Einstufung und befindet sich im Bereich des Zuordnungswertes Z0*IIIA. Sämtliche weitere untersuchte Parameter (Feststoff- und Eluatuntersuchungen) halten den jeweiligen Zuordnungswert Z0 ein.

Fazit, Empfehlungen für die Ausschreibung: Bei den untersuchten Proben handelt es sich genau genommen um Stichproben. Im Zuge der Umsetzung von Einzelbaumaßnahmen kann in Abhängigkeit von den Annahmebedingungen einer Erd-/Bauschuttdeponie die Notwendigkeit einer ergänzenden Deklarationsanalytik von anfallendem Aushub nicht ausgeschlossen werden. Es wird empfohlen, hierzu frühzeitig entsprechende Abstimmungen zu führen. Hierbei kann eine Zwischenlagerung einzelner Bodenmaterialien erforderlich werden, wobei ggfs. entsprechende Flächen für ein Zwischenlager einzuplanen sind.

Im Hinblick auf eine Ausschreibung wird empfohlen, zu vereinbaren, dass Böden der Zuordnungsklasse Z0, Z0*IIIA und Z0* ohne Preisaufschlag entsorgt werden. Für Böden der Zuordnungsklassen Z1.1 sowie Z1.2 und Z2 sowie für Bauschutt sollten die Entsorgungskosten ebenfalls vorab vereinbart werden.

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

5.6 Verwertungsmöglichkeiten des Aushubmaterials vor Ort

Oberboden (Schicht 1) ist abzuschieben und bei einer später geplanten Wiederverwendung in Mieten fachgerecht zwischenzulagern.

Das beim Aushub anfallende Bodenmaterial der Schicht 2 ist aufgrund des festgestellten schwankenden bzw. teilweise erhöhten Wassergehalts und der zu erwartenden inhomogenen Zusammensetzung (u.a. Anteile: Steine und Blöcke) ohne zusätzliche Aufbereitungsmaßnahmen für einen verdichteten setzungsarmen Wiedereinbau nach qualifizierten Verdichtungsanforderungen nicht geeignet. Auch gilt dies für das in vorwiegend grober Stückigkeit anfallende Ausbruchmaterial des Plattensandsteins (Schicht 3: Steine bis große Blöcke; schwankende Festigkeit). Auch hier ist ein verdichteter, hohlraumarmer Einbau ohne eine gezielte Aufbereitung nicht zu erwarten.

Im Bereich von Grünflächen werden gewisse Sackungen in der Regel in Kauf genommen. Unter befestigten Flächen und bei Arbeitsräumen, wo es auf eine setzungsarme Verfüllung ankommt, ist Fremdmaterial unter Beachtung der erdbautechnischen Regeln der ZTV E-StB mit geeignetem Gerät lagenweise verdichtet einzubauen.

Eine gesonderte Einstufung für den Leistungsbereich Leitungs- und Kanalbau findet sich in Kapitel 7.2.

Hinsichtlich der Verwertung und Entsorgung des Aushubs sind die Inhalte der VwV „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ (UM Baden-Württemberg, Fassung 14.03.2007) /U8/ zu beachten. Bei der Verwertung bzw. Entsorgung des Aushubs ist an dieser Stelle auch auf die in Kapitel 5.5 beschriebene geogene Belastung des Aushubmaterials hinzuweisen.

5.7 Erdstatische Kennwerte

Für den anstehenden Baugrund bzw. für die einzelnen Bodenschichten kann für erdstatische Berechnungen die in Tabelle 4 angegebene Bandbreite boden- und felsmechanischer Kennwerte angesetzt werden. Für die Dimensionierung bzw. statische Berechnungen von Baugruben und evtl. Sicherungsmaßnahmen sind ergänzend die Inhalte der EAB *(Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben)* zu beachten.

Erddruckansatz auf Bauwerkswände: Als Erddruckbelastung für Außenwände sind insbes. Belastungen aus angrenzenden Bauwerken, die zusätzlichen Belastungen aus Verkehrslasten und aus der Verdichtung von Arbeitsraumverfüllungen, etc. sowie evtl. geplante Geländeanschüttungen (Ansatz der maßgeblichen Höhe des Geländes über dem Kellerfußboden) zu berücksichtigen. Für Hinterfüllungen von Bauwerken ist i.a. ein erhöhter aktiver Erddruck anzusetzen.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Bei geböschten Baugruben sind für die Ermittlung des Erddrucks in der Regel Kennwerte des Hinterfüllmaterials maßgebend. Für verdichtet eingebaute Fremdmaterialien (100 % Proctordichte) können die in Tabelle 5 angegebenen Werte verwendet werden.

	Wichten		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul
	γ_k	γ'_k	φ'_k	c'_k	$E_{S,k}$ [1)]
Schichtbezeichnung	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[MN/m²]
Schicht 2: Verwitterungszone Plattensandstein (einschl. Quartär, Hanglehm, Verwitt.zone Rötton); weiche bis steife/halbfeste Konsistenz	19	9	22,5 bis 27,5	2 bis 15	3 bis 10
Schicht 3 (bis zur aufgeschlossenen Tiefe): Plattensandstein, geschichtet; sehr mürbe bis mürbe, mäßig hart bis hart	21 bis 22	11 bis 12	27,5 bis 32,5	5 bis 80 [2)]	30 bis > 200

Tabelle 4: Charakteristische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

[1)] Steifemodul für Setzungsberechnungen ist insbes. abhängig vom Spannungsbereich, von der Vorbelastung und der Belastungsspur.

[2)] Die Kohäsion des Plattensandsteins (Schicht 3) ist eine sogenannte technische Kohäsion, ein rechnerischer Wert für die Gebirgsfestigkeit, dessen Größe Einflüsse aus Durchtrennungsgrad des Gebirges, der Beschaffenheit der Trennflächen und mögliche Kluftfüllungen berücksichtigt.

	Wichten		Reibungswinkel
	γ_k	γ'_k	φ'_k
Material	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]
Schottermaterial	21	11	35
Kiesgemische und Siebschutt	20	10	32,5

Tabelle 5: Charakteristische Kennwerte für erdstatische Berechnungen (verdichtet eingebautes Fremdmaterial, 100 % Proctordichte)

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

5.8 Erdbebenzone

Das Untersuchungsgebiet liegt gemäß der Karte „Erdbebenzonen für Baden-Württemberg“ (Maßstab 1:350.000; Ausgabe 2005) in der Erdbebenzone 1 und ist der Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund) zuzuweisen.

Unter Berücksichtigung geologischer Aspekte ist nach DIN EN 1998-1 für die Schicht 2 bei mindestens steifer Konsistenz von einer Zuordnung in die Baugrundklasse C (feinkörnige Lockergesteine) auszugehen. Nach den Inhalten der DIN EN 1998-1 sind Erdbebeneinwirkungen für die Schicht 2 mit weich bis weich/ steifer Konsistenz gesondert zu betrachten. Die aufgeschlossene Schicht 3 ist in die Baugrundklasse B (mäßig verwitterte Festgesteine oder grob- bis gemischtkörnige Lockergesteine in fester Konsistenz) einzustufen.

6. Hinweise zum Erdbau, Anlegen von Baugruben (Bauzustand), Arbeitsraumverfüllung

6.1 Anwendungsbereich

Die nachfolgenden Ausführungen gelten sowohl für die Erschließungsmaßnahmen wie auch für die spätere Bebauung einzelner Parzellen. Für diese erdbautechnischen Maßnahmen wird eine geotechnische Betreuung empfohlen, die wir erbringen können.

6.2 Allgemeines

Vorschriften: Bei der Ausführung sind die allgemein gültigen Vorschriften bei der Herstellung von Baugruben und Böschungen (DIN 4124, EAB, UVV, Arbeitsschutz) und ggf. Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude und anderer baulicher Anlagen (DIN 4123) sowie ggfs. baubehördliche Auflagen zu berücksichtigen.

Bei der Baugrubengestaltung sind angrenzende Gebäude und ggf. vorhandene Leitungen, aber auch der geplante Aufstellort von Kränen zu berücksichtigen.

Nicht standfeste Graben- und Baugrubenwände sind zu verbauen.

Kanal- und Leitungsbau: Hier sind zusätzlich die Angaben der DIN EN 1610 /U11/ *(Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen)* und des Arbeitsblattes DWA-A 139 /U12/ *(Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen)* zu beachten. Weitere Angaben finden sich hierzu in Kapitel 7.2.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Erdarbeiten: Für Erdarbeiten - auch für ggfs. erforderliche Geländeanhebungen - sind die erdbautechnischen Regeln der ZTV E-StB /U9/ (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*) zu beachten.

Anlegen von Zwischenlagern: Bei einer geplanten Wiederverwendung von Aushubmaterial ist auf die erhöhte Wasser-, Witterungs- und Frostempfindlichkeit insbesondere der Schicht 2 hinzuweisen. Bis zum Wiedereinbau müssen diese Böden fachgerecht, d.h. auf einem Zwischenlager abgewalzt und mit witterungsbeständigen Folien abgedeckt, zwischengelagert werden. Gesonderte Bedingungen sind bei einer Zwischenlagerung von Oberböden zu beachten.

Festlegung von Arbeitsräumen, Abstand zum Böschungsfußpunkt: An dieser Stelle ist insbes. auf den Aufbau von Filter-, Tragschichten und Geländeanhebungen unter Bodenplatten und anderweitigen Gründungskörpern hinzuweisen.

Zur Gewährleistung einer sicheren Lastabtragung sind diese Schichten an den umlaufenden Randbereichen der Bodenplatten mit Überstand und unter Berücksichtigung eines Lastausbreitungswinkels von 45° aufzubauen. Insbesondere im Randbereich ist auf eine sorgfältige Verdichtung zu achten. Bei der Festlegung von Baugrubenböschungen muss somit der notwendige seitliche Arbeitsraum der eingesetzten Arbeits- und Verdichtungsgeräte zusätzlich berücksichtigt werden. Dies gilt ebenso bei geplanten Maßnahmen zur Bodenbehandlung, Baugrundverbesserung und zur Herstellung von Gründungskörpern.

Baugrubensohle, Herstellung Planum: Die in den Baugrubensohlen anstehenden sowie beim Kanal- und Leitungsbau zu befahrenden Flächen der Schicht 2 sind als witterungsempfindlich (Vernässung, Austrocknung) und als sehr frostempfindlich einzustufen. Eine Herabsetzung der Tragfähigkeit des Untergrunds durch ungünstige Witterungseinflüsse ist zu erwarten. Unter Umständen sind zur Befahrbarkeit der Zuwege bzw. der Sohlen zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, wie z.B. der Einbau von Schroppen oder Schottertragschichten mit Geotextilunterlage.

Die erforderlichen Erdarbeiten sollten bevorzugt bei günstigen Witterungsverhältnissen ausgeführt werden. Planumsflächen sollten aufgrund ihrer Witterungsempfindlichkeit nur für kurze Zeiten offen stehen. Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen kann in Anlehnung an DIN 18 300 auch nur ein Teilaushub vorgenommen werden und eine mindestens ca. 30 cm mächtige Schutzschicht belassen werden. Durch den anschließend auszuführenden Erdaushub bis zur planmäßigen Sohle fallen jedoch Zusatzkosten an.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Offene Wasserhaltung: Oberflächenwasser und im vorliegenden Fall insbes. auch Oberflächenwasser infolge der vorhandenen Hanglage ist durch gezielte Maßnahmen zu fassen und außerhalb von Baugruben und Gräben abzuleiten. Planumsflächen sind durch eine entsprechende Profilierung zu entwässern. Zum Ableiten von Wasser, welches im Rahmen der Bauzeit anfällt, empfiehlt sich, das Planum möglichst mit Gefälle bzw. Dachprofil auszubilden, da ein Versickern des Wassers nicht möglich ist bzw. ein Aufweichen des Bodens im Bereich der Baugruben- und Fundamentsohlen tunlichst vermieden werden sollte. Am Tiefpunkt ist hierzu ein Pumpensumpf herzustellen. Der Wasserandrang kann witterungsbedingt Schwankungen aufweisen. Die zu erwartenden Wassermengen können derzeit nicht abgeschätzt bzw. verbindlich vorhergesagt werden.

Für die spätere Bebauung ist darauf hinzuweisen, dass Regenwasser aus Dachflächen, etc. schon während der Rohbauphase durch Provisorien gezielt abzuleiten ist und keinesfalls in den Unterbau bzw. in die Baugruben- und Fundamentsohlen gelangen darf.

Das Einleiten/Ableiten von Wasser in den Kanal kann genehmigungspflichtig sein. Dies ist im Vorfeld mit der Stadtverwaltung abzuklären.

Winterbau: Für den Fall, dass Baumaßnahmen im Winter bzw. bei Frosttemperaturen ausgeführt werden, ist darauf hinzuweisen, dass der Unterbau keinesfalls auf gefrorenem Untergrund aufgebracht werden darf. Auch ein nachträgliches Unter- bzw. Auffrieren von Fundamenten und des Unterbaus ist zu vermeiden.

6.3 Böschungen, Baugruben

Bei der Herstellung von Baugruben sind die Inhalte der DIN 4124 (Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) maßgebend und einzuhalten. Die darin genannten Einschränkungen sind zu berücksichtigen. Insbesondere sind die Böschungskronen lastfrei zu halten.

Liegen z.B. Bauwerke, Leitungen, ständige Lasten und/oder Verkehrslasten - auch z.B. Kranlasten -, etc. im Einflussbereich von Böschungen, so ist die zugehörige Lastausbreitung entsprechend zu berücksichtigen und die Standsicherheit im Bauzustand zu überprüfen.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Im vorliegenden Fall können freie Baugrubenböschungen bis 4 m Höhe bei ausreichenden Platzverhältnissen nach DIN 4124 unter Einhaltung der dort genannten Randbedingungen mit folgenden Neigungen angelegt werden:

Schicht 1: Oberboden (Schicht 1),	
Schicht 2: Verwitterungszone Plattensandstein (einschl. Quartär, Hanglehm, Verwitt.zone Rötton), weiche Konsistenz	ß ≤ 45° [1)]
Schicht 2, mindestens steife Konsistenz	ß ≤ 60°
Schicht 3: Plattensandstein, geschichtet; mindestens sehr mürbe	ß ≤ 60° bis 70° [2)]

[1)] *Im Bereich von Auffüllungen können weitere Abflachungen nicht ausgeschlossen werden.*

[2)] *Eine einzelfallbezogene Bewertung ist zu empfehlen. Zur Baugrube hin einfallende Schichten und Kluftfüllungen sind gesondert zu beurteilen.*

Beim Anlegen von Böschungen kann eine Auflockerung und ein gewisser Nachfall von losem Material nicht ausgeschlossen werden. Insbes. im Bereich des Plattensandsteins (Schicht 3) muss von einem nicht profilgerechten Aushub (Lösen von Kluftkörpern, Blöcke bis große Blöcke) bzw. Erschwernissen ausgegangen werden, die zu einem geologisch bedingten Mehraushub führen können. Böschungsflächen sind entsprechend zu beräumen. Beim Auftreten von Schicht-/Sickerwasser in den Böschungsflächen und eindringendem Oberflächenwasser bzw. Niederschlag können Teilausbrüche bzw. Schollenabbrüche und ein Nachfall nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Wird Schichtwasser während des Aushubs von Baugruben oder Gräben angetroffen, ist dieses zu fassen und ggfs. besondere Sicherungsmaßnahmen zu veranlassen.

Eine Rückverlagerung der Böschungswände wird u.a. durch Witterungseinflüsse verursacht. Es wird empfohlen, die Böschungsbereiche im Bauzustand durch stabile Folien gegen Witterungseinflüsse zu schützen und anfallendes Oberflächenwasser kontrolliert außerhalb der Baugruben abzuführen. Ein Eindringen von Wasser in den Bereich der geplanten Fundamente ist auf Dauer zu unterbinden.

Die Planung von Böschungen und deren Sicherung für die Dauerstandszeit hat gesondert zu erfolgen, wobei hier insbes. auf eine ausreichende Zugänglichkeit auch nach einer Bauwerkserstellung geachtet werden sollte.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

6.4 Mögliche Auswirkungen auf Nachbarbauwerke, Beweissicherung

Bei sämtlichen Maßnahmen sind die Inhalte der DIN 4123 Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude sowie Anlagen jeglicher Art zu beachten. Die Anwendbarkeit der genannten Norm ist zu überprüfen.

Auch bei sorgfältiger und sachgemäßer Bauausführung können Einwirkungen auf angrenzende Bauwerke, Kanäle, Leitungen, etc. nicht völlig ausgeschlossen werden. Diese können im Zuge der einzelnen Baumaßnahmen z.B. durch den Aushub von Baugruben und Gräben, Geländeanschüttungen und Verfüllungen, Erschütterungen durch Verdichtungsmaßnahmen, etc. verursacht werden.

Es wird empfohlen, die Notwendigkeit einer Beweissicherung einzelfallbezogen noch vor dem eigentlichen Beginn der jeweiligen Baumaßnahme zu überprüfen.

6.5 Arbeitsraumverfüllung

Es ist anzustreben, dass zwischen der Herstellung/Fertigstellung der Baugrubensohle, des Unterbaus und dem Aufbringen von Bodenplatten sowie der Verfüllung von Arbeitsräumen jeglicher Art ein möglichst enges Zeitfenster eingehalten wird.

Es ist zu prüfen, ob Bereiche der Arbeitsräume oberhalb von durchlässigen und nicht überbauten Arbeitsraumverfüllungen mit Material geringer Durchlässigkeit zu verfüllen sind, um ein Eindringen von Oberflächenwasser in die höher durchlässige Arbeitsraumverfüllungen und den Untergrund zu minimieren. Wobei insbes. im Bereich nicht unterkellerter Gebäude eine Ableitung von Oberflächenwasser dauerhaft sichergestellt sein muss.

Bezüglich der möglichen Wiederverwendbarkeit des anfallenden Aushubmaterials sei auf die Inhalte des Kapitels 5.6 verwiesen. Unter befestigten Flächen und bei Arbeitsräumen, wo es auf eine setzungsarme Verfüllung ankommt, ist Fremdmaterial unter Beachtung der erdbautechnischen Regeln der ZTV E-StB mit geeignetem Gerät lagenweise verdichtet einzubauen. Ergänzend sind für den Leitungs-, Kanalbau und für den Straßenbau die Inhalte der Kapitel 7.2 und 7.3 zu beachten.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

7. Folgerungen für die Erschließung

7.1 Planungsstand, Annahmen

Detaillierte Planungen zur Erschließung bzw. Anbindung der 3. Erweiterungsfläche an die bestehende Infrastruktur, zur Bebauung sowie zur gezielten und sicheren Ableitung und Bewirtschaftung von anfallendem Niederschlagswasser liegen noch nicht vor.

Die nachfolgenden Ausführungen zur Erschließung beruhen auf den seitens des Stadtbauamtes vorgelegten Unterlagen bzw. Vorentwürfen /U1/ /U4/ /U5/ und müssen dem jeweiligen Planungsstand entsprechend zu einem späteren Zeitpunkt ggfs. überprüft und angepasst werden.

7.2 Hinweise für den Kanal- und Leitungsbau

Annahmen zur Planung

Nach der Planunterlage /U1/ ist davon auszugehen, dass die Anbindung der Osterweiterung an das bestehende Gewerbegebiet insbesondere über den Wendehammer (Anlage 2) und daran die Erschließungstrasse vermutlich nahezu in geradliniger Verlängerung zur Carl-Zeiss-Straße erfolgen wird. Zur Beurteilung der entlang dieses Trassenverlaufs anstehenden Baugrundverhältnisse werden nachfolgend die dort in örtlicher Nähe angelegten Schürfgruben S2 und S5 herangezogen.

Aus den vorgelegten Kanalplänen /U4/ (DN300) und der im nordöstlichen Bereich des o.g. Wendehammers für den Schacht H23742/1 angegebene Geländehöhe (429,69 m ü. NN) und Sohlhöhe (426,99 m ü. NN) kann dort eine Kanalgrabentiefe von rund 2,7 m abgeleitet werden.

Bei der nachfolgenden Bewertung wurden voraussichtliche Tiefenlagen von Leitungen und Kanälen mit etwa 1 bis 3,5 m angenommen. Eine abschließende Überprüfung der nachfolgenden Ausführungen muss ggfs. anhand der tatsächlichen Ausführungsmerkmale vorgenommen werden.

Vorschriften

Bei der Herstellung von Gräben sowie Verlegung von Leitungen und Kanälen sind insbes. die Inhalte der ZTV E-StB /U9/, der DIN 4124 *(Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten)* sowie der DIN EN 1610 /U11/ *(Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen)* und des Arbeitsblattes DWA-A 139 /U12/ *(Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen)* zu beachten. Des weiteren sind spartenspezifische Regelwerke und Anforderungen der einzelnen Leitungsbetreiber zu berücksichtigen.

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Baugrundverhältnisse, Herstellung von Gräben

Die beim Kanal- und Leitungsbau zu befahrenden Flächen der Schicht 2 sind als stark witterungsempfindlich und als sehr frostempfindlich einzustufen. Unter Umständen sind zur Befahrbarkeit der Zuwege bzw. der Sohlen zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, wie z.B. der Einbau von Schroppen oder Schottertragschichten mit Geotextilunterlage.

Je nach Tiefenlage von Leitungen/Kanälen muss beim Grabenaushub mit wechselnden Baugrundverhältnissen gerechnet werden. Auch ist von einem geologisch bedingten Mehrausbruch und beim Lösen entstehenden Auflockerungszonen auszugehen. Beim Antreffen von höheren Gesteinsfestigkeiten kann für den Aushub ein am Bagger montierter Meißel zweckmäßig sein bzw. erforderlich werden.

Mit dem eingesetzten Kettenbagger mit Tieflöffel konnten in den Schürfgruben S2 und S5 Endtiefen von 3,6 m und 3,1 m ausgeführt werden (entspricht: 426,8 bzw. 427,7 m ü. NN). Bis in eine Tiefe von 2,1 m bzw. 1,1 m wurden die Schicht 2 mit einer stark schwankenden Konsistenz zwischen weich/steif bis steif/halbfest (S2) und weich (S5) aufgeschlossen, wobei in der Schürfgrube S5 auch eingelagerte Blöcke

(max. Kantenlänge: 50 x 15 x 10 cm) angetroffen wurden. Bis zur jeweiligen Endtiefe lag dann der geschichtete Sandstein (Schicht 3) mit unterschiedlicher Festigkeit zwischen sehr mürb und hart vor. Wobei in der Gesamtschau nach dem Lösen neben der Steinfraktion und Blöcken auch größere Blöcke mit maximalen Kantenlängen von (70-75) x (45-78) x (18-6) cm vorlagen.

Gräben können im vorliegenden Fall zwar geböscht werden. Wobei nach DIN 4124 bei unverbauten Baugruben bei Wandhöhen über 1,25 m für weiche Böden ein Böschungswinkel von max. 45°, für mindestens steife Böden von max. 60° und im Bereich von mindestens sehr mürben Festgestein von ca. 60° bis 70° anzusetzen wäre. Jedoch resultieren aus solchen Maßnahmen gegenüber verbauten Gräben größere Aushub- und Wiederverfüllmassen.

Insbesondere bei größeren Grabentiefen dürfte in der Regel die Herstellung mit gängigen Grabenverbau-Plattensystemen wirtschaftlicher und aus technischer Sicht besser umsetzbar sein. Der Verbau ist dabei so tief zu führen, dass auch ein ggfs. erforderlichen Mehraushub (z.B. für Verbesserungsmaßnahmen) erfasst wird.

Baugruben, Leitungs- und Kanalgräben sind vor dem Zufluss von Oberflächenwasser - insbes. auch aufgrund der anstehenden Hanglage - durch geeignete Maßnahmen zu schützen. Die Sohle ist während Frostperioden und niederschlagsreichen Perioden durch geeignete Maßnahmen zu schützen. Bei der Aus-

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

schreibung ist eine offene Wasserhaltung zu berücksichtigen. Die Genehmigungspflicht ist frühzeitig vor Beginn der Arbeiten mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt abzustimmen.

Rohrauflager

Bei einer Regelausführung (Bettung Typ 1) nach DIN EN 1610 /U11/ darf die Dicke der unteren Bettungsschicht a, gemessen unter dem Rohrschaft, folgende Werte nicht unterschreiten:

- 100 mm bei normalen Bodenverhältnissen;
- 150 mm bei Fels oder festgelagerten Böden.

Die Dicke b der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung entsprechen.

Im vorliegenden Fall muss je nach Tiefenlage der Rohrauflagerung zwischen den nachfolgend beschriebenen Auflagerungsverhältnissen unterschieden werden. Die genauen Festlegungen zur Ausführung müssen in beiden Fällen unter Berücksichtigung der Planungsanforderungen und der Inhalte DIN EN 1610 / DWA-A 139 erfolgen.

Bei Rohrauflagerungen im Bereich der Schicht 2 sind die schwankende Konsistenz und mögliche Grobkorneinlagerungen (bis Blockgröße) zu beachten. Stehen weiche bis weich/steife Böden an, sind diese auszutauschen und die planmäßige Rohrbettung durch einen partiellen Bodenaustausch zu verstärken. Die erforderliche Dicke hängt insbes. vom Durchmesser der Rohrleitung ab. Nach DIN EN 1610 / DWA-A 139 sollte die Austauschtiefe dieser Gründungsschicht mindestens 30 cm betragen. Die Einflüsse der Gründungsschicht müssen ggfs. in der Rohrstatik berücksichtigt werden. Geeignetes Material wird in den o.g. Regelwerken beschrieben. Körniger Bodenaustausch muss verdichtet eingebaut werden und zur Trennung gegenüber dem Weichboden allseits mit einem reißfesten Geotextil (Filtervlies GRK4; $\geq$ 250 g/cm³) umhüllt werden.

Bei Rohrauflagerungen im Bereich der Schicht 3 (geschichteter Plattensandstein) stehen in der Grabensohle Fels, steiniger Boden oder Böden mit fester Konsistenz bzw. dichter Lagerung an. Beim Anlegen der Grabensohle im Plattensandstein ist von einem nicht maßhaltigen Aushub (geologisch bedingter Mehrausbruch entlang von Klüften) und beim Lösen entstehenden Auflockerungszonen auszugehen.

Nach DIN EN 1610 muss die ursprüngliche Tragfähigkeit durch geeignete Maßnahmen wieder erreicht werden. Ein Überprofil ist mit geeignetem Material auszugleichen.

Unter Einbeziehung der Angaben in DWA-A 139 ist die untere Bettungsschicht unter dem Rohrschaft in einer Dicke a = 100 mm + 1/5 DN auszuführen. Sie muss mindestens 150 mm dick sein, um Lastkonzent-

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755
Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan
Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

rationen zu vermeiden. Für die untere und obere Bettungsschicht muss das gleiche Material verwendet werden.

Grabenverfüllung

Die Leitungszone umfasst die Verfüllung im Bereich des Rohres, bestehend aus Bettung, Seitenverfüllung und Abdeckung. Baustoffe für die Leitungszone müssen eine dauerhafte Stabilität und die Lastaufnahme der Rohrleitung im Boden sicherstellen. Diese Baustoffe dürfen das Rohr, den Rohrwerkstoff oder das Grundwasser nicht beeinträchtigen. Gefrorenes Material darf nicht verwendet werden.

Baustoffe für die Leitungszone müssen mit den Planungsanforderungen übereinstimmen. Als Füllboden der Leitungszone ist in der Regel Boden der Verdichtbarkeitsklasse V1 (nichtbindige bis schwach bindige Böden) nach ZTV A-StB zu verwenden. Nach den Inhalten der DIN EN 1610 / DWA-A 139 dürfen diese Materialien entweder anstehender Boden, dessen Brauchbarkeit geprüft wurde, oder angelieferte Baustoffe sein. Baustoffe für die Bettung sollten keine Bestandteile enthalten, die größer sind als 22 mm bei DN ≤ 200 bzw. 40 mm bei DN > 200 bis DN ≤ 600.

Bei Leitungsgräben innerhalb und außerhalb des Straßenkörpers gilt nach ZTV E-StB für die Leitungszone eine Anforderung an den Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97$ %.

Für die Verfüllzone bzw. Hauptverfüllung, welche zwischen Oberkante der Leitungszone und Oberkante Gelände bzw. Unterkante von Straßenkonstruktionen definiert ist, gelten die nachfolgenden Angaben: Der Einbau und die Verdichtung des Füllmaterials soll lagenweise erfolgen. Bis 1 m über dem Rohrscheitel darf nur mit leichten, bis 3 m auch mit mittelschwerem und darüber auch mit schwerem Gerät verdichtet werden.

Gemäß den Richtlinien der ZTV E-StB muss der Untergrund bzw. Unterbau von Verkehrsflächen Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad und das Verformungsmodul genügen. Die Anforderungen (Verdichtungsgrad und Luftprorenanteil) für unterschiedliche Bodengruppen sind der Tabelle 4 der ZTV-E StB zu entnehmen. Vor Einbau des Oberbaus auf dem Planum ist ein Verformungsmodul von mindestens $E_{V2} \geq 45$ MN/m² erforderlich bzw. nachzuweisen (siehe hierzu auch Kapitel 7.3).

Aus geotechnischer Sicht ist ein Wiedereinbau des Grabenaushubs wie folgt zu bewerten:

Die Materialanforderungen für die Leitungszone (Böden der Verdichtbarkeitsklasse V1) werden von dem zu erwartenden Aushubmaterial nicht erfüllt. In der Leitungszone ist Fremdmaterial einzubauen, welches die Anforderungen der DIN EN 1610 / DWA-A 139 erfüllen muss.

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Aufgrund der in der Schicht 2 (bindige Mischböden, feinkörnige Böden; sehr frostempfindlich) angetroffenen und erfahrungsgemäß enthaltenen größeren Gesteinsbrocken und der schwankenden Konsistenz (weich bis steif/halbfest) ist ein gezielter Wiedereinbau des Aushubs in der Verfüllzone nur bedingt möglich. Ohne Aufbereitungsmaßnahmen, wie das Aussortieren oder Zerkleinern größerer Gesteinsbrocken und eine Bodenverbesserung mit Homogenisierung des Materials werden die Material- und insbes. Verdichtungsanforderungen nicht in ausreichendem Maße zu erreichen sein. Die laterale Verteilung und anfallende Kubatur steifer bis halbfester Materialien ist nicht abschätzbar. Auch ist an dieser Stelle auf die erhöhte Witterungsempfindlichkeit des Materials hinzuweisen, welche ein gezielte Zwischenlagerung des Aushubs erforderlich macht. Ergänzende Hinweise zu einer Bodenbehandlung sind auch in Kapitel 7.3 enthalten.

Ist der Wiedereinbau des Aushubs des geschichteten Plattensandsteins (Schicht 3) vorgesehen, sind auch hier Aufbereitungsmaßnahmen zu erwarten. Nach dem Lösen stehen dabei meist Kiese bis große Blöcke an, die zum hohlraumarmen Wiedereinbau auf ein möglichst weitgestuftes Korngemisch zu zerkleinern sind.

Bei Leitungsgräben innerhalb des Straßenkörpers sind für den Aufbau die Ausführungen in Kapitel 7.3 (Hinweise zum Straßenbau) ergänzend zu beachten.

Beim Einbau in frostbeanspruchten Zonen ist auf die Einhaltung einen maximalen Feinkornanteils von 5 % zu achten.

Die vorgenannten Maßnahmen sollten auch unter wirtschaftlichen Aspekten im Hinblick auf die Verfüllkubaturen überprüft werden. Ist ein Einbau der Aushubböden nicht möglich oder erwünscht, empfiehlt es sich zur Gewährleistung eines witterungsabhängigen und zügigen Einbaus Fremdmaterial zur Grabenverfüllung vorzusehen. Die in der ZTV E-StB, DIN EN 1610 und DWA-A 139 genannten Auswahlkriterien und Verdichtungsanforderungen sind dabei zu beachten.

Der jeweils erzielte Verdichtungsgrad bzw. Verformungsmodul in der Grabenverfüllung, auf dem Planum sowie auf der Tragschicht der (Bau-)Straße ist vom Auftragnehmer im Rahmen der Fremdüberwachung sorgfältig nachzuweisen, auch wenn der eigentliche Straßenaufbau erst später erfolgt (Gewährleistung). Daneben sind Kontrollprüfungen (Fremdüberwachung) im Auftrag der Bauherrschaft vorzusehen. Prüfverfahren und -umfang sind insbes. nach den Inhalten der ZTV E-StB festzulegen.

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass bei der weiteren Planung des Kanal- und Leitungsbaus neben den vorgenannten Ausführungen unter geotechnischen Aspekten sämtliche Planungsanforderungen zu berücksichtigen sind.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

7.3 Hinweise zum Straßenbau, Verkehrsflächen

Für die Planung bzw. Dimensionierung des Aufbaus von Verkehrsflächen jeglicher Art sei an dieser Stelle insbesondere auf die Inhalte der ZTV E-StB /U9/ (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*), RStO /U10/ (*Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen*) und ZTV Pflaster-StB (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen)* verwiesen.

Die Aufbauten der Verkehrsflächen sind durch den Verkehrsplaner in Abhängigkeit von der Straßenkategorie und den Belastungsklassen nach der RStO bzw. der Nutzung festzulegen.

Die Dicke des Straßenaufbaus ist so festzulegen, dass zum einen die Tragfähigkeit und zum anderen die Frostsicherheit gewährleistet sind. Bei der Festlegung der Mindestdicken des frostsicheren Oberbaus ist Folgendes zu beachten:

Die geländenah auf dem Erdplanum anstehenden Böden (Schicht 2) sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen. Sie sind als stark witterungsempfindlich einzustufen.

Das Baufeld liegt nach der Karte der Frosteinwirkungszonen [i] am Rand der Frosteinwirkungszone 1, nahe zur Zone 2. Für die Zone 2 ist auf den Ausgangswert zur Bestimmung eines frostsicheren Straßenaufbaus nach der Tabelle 7 der RStO 2012 ein Zuschlag von +5 cm vorzusehen. Ggfs. anzusetzende Mehr- bzw. Minderdicken sind durch den Planer zu prüfen bzw. festzulegen. Auch ist hier auf eine dauerhaft wirksame Planumsentwässerung und eine ausreichende Entwässerung über Mulden, Gräben, Böschungen zu achten.

Bodenaustausch/Bodenbehandlung

Für das Niveau des Erdplanums wird nach ZTV E-StB bzw. RStO eine Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² gefordert. Im Bereich von überbauten Leitungs- und Kanalgräben sind die Inhalte des Kapitels 7.2 zu beachten.

Die im Zuge der Erkundung oberflächennah aufgeschlossenen Böden (Schicht 2) wiesen in den punktuellen Aufschlüssen meist eine weiche bis weich/steife Konsistenz auf, welche nach Erfahrungen E_{V2}-Werte von bis etwa 10 MN/m² erwarten lassen. Bei günstigeren Konsistenzen von steif bis halbfest ist von Werte bis etwa 25 MN/m² auszugehen. In Verwitterungsböden können je nach Verwitterungszustand auch höhere

[i] BAST (Bundesanstalt für Straßenwesen): Karte der Frosteinwirkungszonen. 2015.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Werte erreicht werden. Bei einem Abtrag bis auf den geschichteten Plattensandstein (Schicht 3) kann die geforderte Tragfähigkeit vermutlich erreicht werden.

Eine Überprüfung bzw. Beurteilung des anstehenden Untergrunds auf Höhe des jeweiligen Planums ist in der Regel zu Beginn des eigentlichen Schüttvorgangs vorzunehmen. Hierzu sind die Ausgangstragfähigkeiten mittels statischem Plattendruckversuch nach DIN 18 134 festzustellen und die erforderlichen Maßnahmen eines Bodenaustausch (Einbau Tragschicht) oder einer Bodenverbesserung auf die erzielten Ergebnisse abzustimmen. Eine genauere Eingrenzung der Maßnahmen und Abschätzung der erreichbaren Tragfähigkeit lässt sich in der Regel durch das Anlegen von Probefeldern erreichen.

Für einen Bodenaustausch lassen sich die erforderlichen Mächtigkeiten einer Tragschicht mit Hilfe des allgemeinen Bemessungsdiagramms im Kommentar der ZTV E-StB, in Abhängigkeit von verschiedenen Ausgangstragfähigkeiten abschätzen, um den auf dem Erdplanum geforderten E_{V2}-Wert von 45 MN/m² zu erreichen (siehe Tabelle 6).

Als Trennlage ist auf dem freigegebenen Planum ein stabiles Bauvlies mit ausreichender Festigkeit zu verlegen. Die erforderliche Geotextilrobustheitsklasse (GRK3 oder GRK4) ist in Abhängigkeit des verwendeten Tragschichtmaterials und der Einbaubeanspruchung festzulegen.

Als Material für Tragschichten kommen in erster Linie frostsichere Schottertragschichten, z.B. 0/32 oder 0/45 mit entsprechender güteüberwachter Kornabstufung nach TL SoB-StB in Betracht. Der Einbau sollte nach ZTV SoB-StB erfolgen. Das Tragschichtmaterial muss lagenweise nach den einschlägigen Richtlinien aufgebracht und verdichtet werden (siehe hierzu Vorgaben der ZTVE-StB).

Ausgangstragfähigkeit auf dem Untergrunds $E_{v2,U}$ [MN/m²]	zusätzliche Schichtdicke der Tragschicht d [cm]
5	(60-70)
10	40
20	20
30	15

Tabelle 6: Abschätzung der Dicke zur Planumsverbesserung auf $E_{V2} \geq 45$ MN/m² mit Frostschutzmaterial GW/GI
(Der Klammerwert wurde aus den Angaben im Kommentar der ZTV E-StB extrapoliert)

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Hinsichtlich der Qualitätssicherung der Material- und Einbauanforderungen im Zuge des Einbaus werden in Anlehnung an die Regelwerke eine Eigenüberwachung durch die ausführende Firma und entsprechende Kontrollprüfungen durch den Bauherrn empfohlen.

Abschließend ist die geforderte Tragfähigkeit bzw. Verdichtungsqualität des eingebauten Materials auf Oberkante der Tragschicht z.B. durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen. Es wird empfohlen, den Mindestprüfumfang und die Prüfwerte gemäß den Angaben in der ZTVE-StB einzuhalten.

Alternativ zum Bodenaustausch kann auch eine gezielte Bodenbehandlung ausgeführt werden. Aufgrund der im vorliegenden Fall angetroffenen Steine und Blöcke und schwankender Wassergehalte ist das Bodenmaterial der Schicht 2 als bedingt geeignet einzustufen. Es sind Aufbereitungsmaßnahmen zum Erreichen der Stückigkeit, zur Homogenisierung und Einstellen eines ausreichenden Wassergehalts zu erwarten. Steine und Blöcke über 63 mm sind auszusortieren, sofern sie bei angewittertem Zustand nicht ausreichend zerkleinert werden können. Für eine Aufbereitung wird in der Regel Mischbindemittel in den zu verbessernden Boden mittels einer Fräse homogen eingemischt, wobei übliche Frästiefen bis in eine Tiefe von ca. 40 cm reichen. Bei der eigentlichen technischen Umsetzung sind i.d.R. ergänzend Eignungsprüfungen im Labor und vor Ort durch das Anlegen von Testfeldern auszuführen. Dabei werden auch geeignete Einbauverfahren zur Einhaltung von Verdichtungsanforderungen festgelegt.

Bei Herstellung einer qualifizierten Bodenverbesserung nach den Regeln der ZTVE-StB /U9/ (Bindemittelzugabe von $\geq$ 3 % bezogen auf Trockenmasse Boden; Schichtdicke $\geq$ 25 cm, Verformungsmodul auf Erdplanum $E_{V2} \geq 70$ MN/m²) kann der Untergrund in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 eingestuft werden. Ferner kann bei Durchführung von Bodenverbesserungs- bzw. Verfestigungsmaßnahmen das wasserempfindliche Planum bei längerer Liegezeit und bei niederschlagsreichen und Frost-Perioden geschützt werden.

Für die Ausführung von Bodenbehandlungen wird insbes. auf das *Merkblatt über Bodenverfestigungen mit Bindemitteln (FGSV 551, Ausgabe 2004),* das *Merkblatt zur Herstellung, Wirkungsweise und Anwendung von Mischbindemitteln (FGSV 564, Ausgabe 2012)* und die Inhalte der aktuellen *ZTV E-StB* hingewiesen.

Empfehlung: Nach unserer Einschätzung sollte eine ggfs. geplante Ausführung einer Bodenbehandlung unter wirtschaftlichen Aspekten nach folgenden Punkten überprüft werden: Größe der Bearbeitungsfläche, oben genannte Aufbereitungsmaßnahmen sowie zu erwartende Kosten von Eignungsprüfungen (u.a. Laborversuche im Vorlauf von Maßnahmen). Dabei sollten auch örtliche Erfahrungswerte aus den bisherigen Erschließungsmaßnahmen und ggfs. angrenzenden Baumaßnahmen mit einbezogen werden.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

8. Versickerungsanlagen bzw. Retentionsflächen für Niederschlagswasser

8.1 Aufgabenstellung

In der seitens des Stadtbauamtes am 30.11.2017 im Nachgang der Beauftragung vorgelegten Vorentwurfsskizze zum Bebauungsplan /U5/ ist eine Retentionsfläche im südlich liegenden talseitigen Baufeldbereich (Anlage 2: Flst.Nr. 3101, Gemarkung Münklingen) verzeichnet. Nach mündlicher Mitteilung des Stadtbauamtes am 01.12.2017 befindet sich dessen Planung (Damm- oder Einschnittsbauwerk, Speichervolumen, Sohlhöhe, etc.) noch in der Entwurfsphase und ist insbesondere abhängig von den dort zu erwartenden Untergrundverhältnissen. Daher wurde mit dem Stadtbauamt vereinbart, in einem ersten Schritt eine allgemeine Beurteilung der zu erwartenden Schichtlagerungsverhältnisse anhand der dort in örtlicher Nähe ausgeführten Schürfgruben S3 und S6 vorzunehmen und zunächst auf aufwändige Feld- und Laborversuche zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit, etc. zu verzichten.

In Abstimmung mit dem Stadtbauamt am 16.01.2018 wurde in Kapitel 8.3 eine erste Einschätzung der zu erwartenden Bandbreite der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Schichten anhand von Literaturangaben vorgenommen. Ergänzend werden in Kapitel 8.4 erste Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise bei der Planung ausgesprochen.

8.2 Anforderungen

Für Versickerungsanlagen sind die Inhalte des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 138 *Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser* /U13/ zu beachten.

Demnach reicht der für Versickerungen entwässerungstechnisch relevante Bereich der Durchlässigkeit von etwa $1 * 10^{-3}$ bis $1 * 10^{-6}$ m/s. Das heißt, für Versickerungsanlagen kommen z.B. bindige Böden nur dann in Frage, wenn ihre Durchlässigkeit größer ist als $1 * 10^{-6}$ m/s.

Grundsätzlich kann eine eingeschränkte Versickerungsrate durch die Bereitstellung von Speichervolumen in der Versickerungsanlage ausgeglichen werden. Das Speichervolumen muss dabei umso größer werden, je geringer die Versickerungsleistung der Anlage ist, wobei diesem Ausgleich physikalische Grenzen gesetzt sind. Praktisch endet die Einsatzmöglichkeit von Einzelanlagen zur Versickerung von Niederschlagsabflüssen spätestens bei einer Durchlässigkeit von $1 * 10^{-6}$ m/s.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

8.3 Abschätzung der Versickerungsfähigkeit, Wasserdurchlässigkeit

Die Wasserdurchlässigkeit der Schicht 2 (Verwitterungszone Plattensandstein, einschl. Quartär, Hanglehm, Verwitt.zone Rötton), welche in den talseitig gelegenen Schürfgruben S3 und S6 bis Tiefen von 1,8 m bzw. 1,2 m reichte und als Schluff-Sand-Gemisch mit inhomogen verteilten nichtbindigen Nebenanteilen beschrieben werden kann, ist als stark schwankend einzustufen. In Anlehnung an das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 /U13/ sind für einen schluffigen Sand und sandigen Schluff Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von ca. 10^{-8} bis 10^{-4} m/s anzunehmen. Tonige Anteile können zu einer Verringerung der Werte führen, eingelagerte Grobkornanteile hingegen zu einer Erhöhung.

Die unterlagernde Plattensandstein-Formation ist in der Gesamtschau nach /U7/ als Kluftgrundwasserleiter mit mäßiger Durchlässigkeit einzustufen. Nach /U14/ *(Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg)* ist diese Formation als Grundwassergeringleiter bzw. Kluftgrundwasserleiter mit schwebendem Grundwasservorkommen definiert. Gemäß der hydrogeologischen Kartieranleitung ist von einer Durchlässigkeit von $1*10^{-5}$ bis $1*10^{-6}$ m/s auszugehen.

Ein zusammenhängender Grundwasserleiter ist erst in einer Tiefe von einigen 10-er Metern im Bereich des Unteren Plattensandsteins zu erwarten. Hydraulisch sind die Sandsteine im unteren Teil der Plattensandstein-Formation dem Kluftgrundwasserleiter des Mittleren und Unteren Buntsandsteins zuzurechnen.

Die im Baufeld aufgeschlossenen oberen Schichten des Plattensandsteins (Schicht 3) stehen in geschichteter Form an. Die Gebirgsdurchlässigkeit richtet sich dabei nach der Porosität, den mikrofeinen Diskontinuitäten und der Ausbildung von Trennflächen. Im vorliegenden Fall kann eine lokal verringerte Durchlässigkeit durch die angetroffenen bindigen Zwischenlagen nicht ausgeschlossen werden. Diese Zwischenlagen wirken eher wasserstauend und damit trennend, wobei je nach Ausbildung und lateraler Ausdehnung von einer reduzierten Versickerungsfähigkeit auszugehen ist. Durch den heterogenen Aufbau des Untergrunds kann es somit zur Ausbildung von Schichtwasserhorizonten kommen. Im Kommentar zur ZTV E-StB 09 /U9/ sind in Abhängigkeit des Kluftabstands für offene Trennflächenabstände Durchlässigkeitsbeiwerte von 10^{-4} bis 10^{-6} m/s (Abstand < 6 cm) bzw. 10^{-6} bis 10^{-9} m/s (Abstand 6 bis 60 cm) angegeben.

An dieser Stelle ist insbesondere auf den in den talseitig gelegenen Schürfgruben S3 und S6 angetroffenen unterschiedlichen Schichtaufbau einzugehen. Nach dem vorgelegten Vorentwurf /U5/ ist talseitig von diesen Aufschlüssen auf dem Flurstück 3101 die Retentionsfläche ausgewiesen (Anlage 2).

In der Schürfgrube S3 konnte der ab einer Tiefe von 1,8 m anstehende Plattensandstein aufgrund der hohen Festigkeit und des geringer Durchtrennungsgrads lediglich 0,4 m aufgeschlossen werden. In der

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Schürfgrube S6 stand in einer Tiefe von ca. 1,2 m bereits ab Oberkante des Plattensandsteins eine Bank (nach Lösen: große Blöcke) an, die nach mehrmaligem Ansetzen des Baggers gelöst und ein weiterer Aushub ausgeführt werden konnte. In einer Tiefe von rd. 3,2 m wurde unter einer rund 20 cm mächtigen glimmerreichen mäßig harten bis harten Sandsteinlage dann eine weiche, ca. 10 cm dicke Feinsand-/ Schlufflage und darunter bis zur Endtiefe eine geschichtete Wechsellagerung von Sand- und Tonsteinen angetroffen.

Inwiefern im Bereich der geplanten Retentionsfläche ein lokaler hydraulischer Anschluss an Großklüfte besteht, der ein schnelles Versickern zulässt, kann nicht abgeschätzt werden. Von einer ausreichenden Filterwirkung ist bei solchen Großklüften jedoch nicht auszugehen.

8.4 Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise

Bestimmung der tatsächlich zu erwartenden Versickerungsfähigkeit: Aufgrund der beschriebenen Untergrundsituation, insbes. im talseitigen Bereich der geplanten Retentionsfläche (noch unterhalb der Schürfgruben S3, S6) können die dort zu erwartenden Versickerungsverhältnisse derzeit nicht abschließend abgeschätzt werden. Zur Planung der Regenwasserbewirtschaftung und von Versickerungsanlagen wird empfohlen, die hydraulischen Standortvoraussetzungen des im geplanten Retentionsbereichs anstehenden Untergrunds durch Feldversuche genauer zu überprüfen.

Zur Durchführung solcher Feldversuche müssen zunächst jedoch die Ausdehnung bzw. Lage einer solchen Anlage abgegrenzt und die Prüfhorizonte bzw. die Höhenlage der Versickerungssohle anhand weiterer Planungsschritte durch den Planer festgelegt werden. Wie z.B.:

Behördliche Abstimmung: Grundsätzlich wird empfohlen, im Vorfeld durch den Planer frühzeitig eine Abstimmung mit dem zuständigen Landratsamt bezüglich der Genehmigungsfähigkeit, Auflagen und Notwendigkeit einer wasserrechtlichen Genehmigung sowie deren Umfang vorzunehmen.

Grundlagenermittlung: Sofern noch nicht geschehen, sollten in einem ersten Schritt durch den Entwässerungsplaner auch die zu erwartenden Abflussverhältnisse, Abfluss- bzw. Rückhaltemengen erfasst und die mögliche (Teil-)Ableitung in den Kanal und/oder einer oberirdischen Vorflut (z.B. Burggraben ?) dokumentiert werden.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass aufgrund der Hanglage bei ungünstigen Witterungsverhältnissen (Starkniederschläge, gefrorene Böden mit und ohne Schneeauflage, Schneeschmelze) von einem erhöhten Abfluss von Oberflächenwasser auszugehen ist. Es wird daher eine Überprüfung da-

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

hingehend empfohlen, inwieweit bereits auf der Hangseite (entlang der Begonienstr./Münklinger Str.) das Oberflächenwasser mit Mulden abgefangen und gezielt über Gräben abgeleitet werden kann.

Anschließend sollte auf dieser Basis eine erste Abschätzung der benötigten Retentionsflächen vorgenommen und mit den verfügbaren Flächen abgeglichen werden.

Auch sollte für weitere Bewertungen eine geodätische Gesamtaufnahme des Einflussbereichs vorliegen, welche auch die angrenzende nördliche Geländesituation im Bereich von Unterliegern bzw. ggfs. bis zum Burggraben umfassen sollte.

Weitere Planungsüberlegungen: Gemäß den Inhalten des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 138 /U13/ dürfen von Versickerungsanlagen keine Schäden an Gebäuden und Anlagen ausgehen. Daher ist ein Mindestabstand zu Gebäuden, etc. einzuhalten. Bei Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung sollten Versickerungsanlagen grundsätzlich nicht in Verfüllbereichen in Gebäudenähe und anderer Anlagen ausgeführt werden (z.B. Baugruben, Leitungsgräben, Straßenunterbau, Arbeitsraumverfüllungen, Flächenfilter unter Gebäuden, etc.), da hier eine Einspeisung von Wasser durch einen hydraulischen Kontakt tunlichst ausgeschlossen werden sollte.

Abschließend ist im vorliegenden Fall darauf hinzuweisen, dass aufgrund der topographischen Lage die Gefahr einer Vernässung der unterhalb der geplanten Retentionsfläche in Hanglage angrenzenden Flurstücke (Fremdeigentum ?) nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann. Versickerndes Wasser wird sich nicht nur in vertikaler, sondern auch in der Fallrichtung des Geländes bzw. entlang von wasserwegsamen Zwischenlagen oder an Schichtgrenzen bewegen. Im Wasserabstrom kann dies evtl. zu einer Verstärkung des Schichtwasseranfalls führen, was zu einer Beeinträchtigung der talseitig liegenden Flächen führen kann. Auswirkungen auf die Standsicherheit insbes. im Bereich der Verwitterungszone (Schicht 2) können nicht ausgeschlossen werden.

Ausführung: Bei der Ausführung einer Versickerungsanlage ist u.a. zu beachten, dass eine Versickerung gemäß den Vorschriften in Baden-Württemberg nur über eine mindestens 30 cm mächtige belebte Bodenschicht oder Gleichwertiges zulässig ist. Ein Flurabstand zum Grund- oder Schichtwasserspiegel von mindestens 1 m ist einzuhalten.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

9. Folgerungen für die Bebauung

9.1 Vorläufige Angaben, Erfordernis projektbezogener Untersuchungen

Bei der Auswahl technisch geeigneter und wirtschaftlicher Gründungssysteme sind die Art und Größe der abzutragenden Bauwerkslasten und die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen, welche sich nach statischen Gesichtspunkten ergeben. In der derzeitigen Planungsphase der Erschließung liegen solche Informationen noch nicht vor. Daher wird im Folgenden die Gründung von nicht unterkellerten Gewerbe- und Industriebauten allgemein diskutiert.

Die hier gegebenen Hinweise können eine konkrete, parzellenbezogene Beratung im Einzelfall unter Berücksichtigung der jeweiligen Planung nicht ersetzen. Dabei kann es notwendig werden, das bisherige Erkundungsraster durch weitere Aufschlüsse zu ergänzen bzw. weitere geotechnische Untersuchungen auszuführen. Die Notwendigkeit weiterer geotechnischer Beratungsleistungen sind dabei auch bei ggfs. erforderlichen Geländeanhebungen und Tragschichtaufbauten zu erwarten, welche als qualifizierte Erdbaumaßnahmen umzusetzen sind. Hierzu beraten wir gerne.

9.2 Geländesituation

Wie die Geländeschnitte der Anlage 3.1 und 3.2 mit überhöhter Darstellung vereinfacht zeigen, können, abhängig von den Gebäudeabmessungen, der Gebäudeausrichtung sowie Einbindung und einer Geländeprofilierung (Bodenabtrag, Geländeanhebung) in dem Hanggelände Bodenplatten bzw. Gründungskörper in unterschiedlichen Bodenhorizonten (hier: Schicht 2 bzw. 3) zum Liegen kommen. Es ist explizit darauf hinzuweisen, dass die in den oben genannten Anlagen verzeichneten Verläufe von Schichtgrenzen interpoliert sind und im flächigen Anschnitt Abweichungen nicht ausgeschlossen werden können.

Auf die Ausführung ggfs. notwendiger Geländeanhebungen bzw. eines Tragschichtaufbaus wird in Kapitel 9.5 eingegangen.

9.3 Allgemeine Baugrundbeurteilung

Der im Bereich des Baufeldes anstehende Oberboden (Schicht 1) ist vor Beginn der eigentlichen Erdbauarbeiten abzuschieben und bei einer später geplanten Wiederverwendung in Mieten fachgerecht an Ort und Stelle zwischenzulagern bzw. getrennt zu verwerten. Für Oberbodenarbeiten sind die Inhalte der DIN 19731 maßgeblich zu beachten.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Die anstehende Schicht 2 (Verwitterungszone Plattensandstein, einschl. Quartär, Hanglehm, Verwitt.zone Rötton), welche im Baufeld mit einer unterschiedlichen Konsistenz angetroffen wurde, bildet einen kompressiblen Baugrund. Aufgrund der schwankenden Konsistenz des Bodens von weich bis steif/halbfest ist teilweise von einer geringen Tragfähigkeit und größeren Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen bei der Abtragung von Bauwerkslasten auszugehen. Allgemein gültige zulässige Bemessungswerte für Gründungskörper in Anlehnung an den EC7 lassen sich hierfür nicht angeben, da die dort genannten Anwendungsgrenzen nicht erfüllt sind. Soll die Schicht 2 zur Lastabtragung herangezogen werden, wird eine einzelfallbezogene Beurteilung unter Berücksichtigung der abzutragenden Bauwerkslasten und den Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit empfohlen.

Bei im Lastabtragungsbereich nachweislich durchgängig vorhandenen steifen Bodenschichten kann für die Vorbemessung von Streifen- und Einzelfundamenten ein Bemessungswert des Sohlwiderstands von $\sigma_{R,d}$ ~ 200 kN/m² (kleinste Einbindetiefe des Fundaments von 1,0 m) angenommen werden. Der aufnehmbare Sohldruck ergibt sich durch Division mit einem Teilsicherheitsbeiwert von ~1,4. Bei der Dimensionierung von Gründungen sind die Inhalte des EC7 in seiner Gesamtheit zu berücksichtigen.

Die Böden der aufgeschlossenen Schicht 2 weisen eine erhöhte Witterungsempfindlichkeit auf und sind als sehr frostempfindlich (F3) einzustufen. Auch ist auf die chemische Einstufung der untersuchten Bodenmischproben der Schicht 1 und 2 (vgl. Kapitel 5.5) in die Zuordnungsklasse Z1.1 (erhöhter Arsengehalt) hinzuweisen.

Die tiefer liegenden Schichten des Plattensandsteins (Schicht 3) sind dem gegenüber nur gering kompressibel und gut zur Lastabtragung geeignet. Bindige Anteile mit meist geringer Mächtigkeit konzentrieren sich dabei vorwiegend auf Schichtflächen und Klüfte. Der aufgeschlossene Plattensandstein weist günstige Eigenschaften hinsichtlich der Tragfähigkeit und Setzungen auf. Jedoch stehen dem ein erhöhter Aufwand beim Aushub bzw. Lösen entgegen. Auch ist in diesen Schichten von einem geologisch bedingten Mehraushub und beim Lösen entstehenden Auflockerungszonen auszugehen, welche besondere Maßnahmen bei der Ausführung von Gründungsarbeiten erforderlich machen können.

Bei Industrie- und Gewerbebauten werden häufig auch sogenannte Bohrfundamente ausgeführt. Aufgrund der angetroffenen inhomogen verteilten Beimengungen von Steinen und Blöcken wird empfohlen, diese Ausführung entsprechend zu überprüfen. Ggfs. sind gegrabene Fundamentierungen zu bevorzugen.

Zur Vorbemessung von Streifen- und Einzelfundamenten kann für die Schicht 3 mit mindestens sehr mürber bis mürber Qualität ein Bemessungswert des Sohlwiderstands von $\sigma_{R,d}$ ~ 300 bis 400 kN/m² angenommen werden. Der aufnehmbare Sohldruck ergibt sich durch Division mit einem Teilsicherheitsbeiwert

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

von ~1,4. Bei der Dimensionierung von Gründungen sind die Inhalte des EC7 in seiner Gesamtheit zu berücksichtigen.

Abschließend ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die ausgeführten Schürfgruben (Anlage 2) ohne eine qualifizierte Verdichtung mit dem Aushub wieder verfüllt wurden. Liegen diese Aushub- bzw. Verfüllmaßnahmen in einem späteren Lastabtragungsbereich, sind solche Bereiche einer Einzelfallbetrachtung zu unterziehen und ggfs. gezielte Bodenaustauschmaßnahmen vorzunehmen.

9.4 Ausblick auf Gründungsmaßnahmen

Die Bauwerksgründungen können in der Regel als Flachgründung ausgeführt werden, wobei zwischen der Abtragung von linien- und punktförmigen Bauwerkslasten über Streifen- und Einzelfundamente (ggfs. mit Tieferführung) und von Flächenlasten über elastisch gebettete Bodenplatten zu unterscheiden ist. Bei sehr hohen Bauwerkslasten, erhöhten Anforderungen an die Setzungsbegrenzung und bei Maschinenfundamentierungen (Schwingung) können auch anderweitige höherwertige Maßnahmen nicht ausgeschlossen werden.

Voraussetzung für die Ausführung einer Flachgründung ist, dass sich ungefähr gleiche Setzungsbeträge ergeben. Bei wechselhaften Baugrundverhältnissen innerhalb einer Baugrube ist darauf zu achten, dass keine schädlichen Setzungsdifferenzen auftreten. Gründungsbauteile sind daher bevorzugt einheitlich im geringer kompressiblen Untergrund (hier: Schicht 3) abzusetzen.

Liegen die tragfähigen Schichten noch unterhalb der geplanten Gründungssohle sind bei geringen Überbrückungstiefen Fundamenttieferführungen mittels Magerbeton herzustellen. Bei größeren Tiefen kommen in der Regel Pfeiler- oder Brunnengründungen zur Ausführung. Eine Lastverteilung kann z.B. über sogenannte Fundamentbalken und Balkenroste erfolgen.

Die Ausführbarkeit sogenannter Bohrfundamente ist aufgrund der im vorliegenden Fall angetroffenen inhomogen verteilten Beimengungen von Steinen und Blöcken zu überprüfen.

<u>Plattengründung (Bodenplatten), Betonfußböden</u>
Plattengründungen werden i.d.R. bevorzugt bei ungünstig anstehenden Baugrundverhältnissen (z.B. weiche bis weich/steife Konsistenz) ausgeführt. Bei der Ausführung von Plattengründungen kann im Vergleich zu Streifen- und Einzelfundamenten ein geringeres Setzungsmaß und ein gleichmäßigeres Setzungsverhalten erreicht werden, da die Steifigkeit der Gründungsplatte Verformungsunterschiede eher auszugleichen und zu erwartende Bauwerkslasten mit größerer Setzungsverträglichkeit abzutragen vermag.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Bei Gewerbe-, Lager- und Produktionshallen werden bei der Festlegung der Konstruktion von Betonfußböden und Plattengründungen sowie des Unterbaus meistens auch punktförmig wirkende Einzellasten maßgebend. Diese erzeugen Biege- und Zugbeanspruchungen, die bei zu großer Nachgiebigkeit des Unterbaus und Untergrunds zu Rissen führen. Insbesondere hohe Einzellasten belasten den Unterbau und die darunter anstehenden Schichten sehr stark, sodass bei ungenügendem Unterbau (Tragschicht) und/oder unterlagernden kompressiblen Schichten trotz Lastverteilung durch die Bodenplatte Verformungen auftreten.

Der genaue Aufbau des Unterbaus unter einer Bodenplatte ist nach Vorliegen der Bauwerkslasten nach bautechnischen, statischen und grundbautechnischen Gesichtspunkten festzulegen. Auch sind dabei die im Bereich einzelner Anlagenteile ggfs. geplanten Geländeanhebungen bzw. Tragschichtaufbauten zu berücksichtigen und deren Anforderungen an die Tragfähigkeit festzulegen.

Die Angabe eines Bemessungswertes des Sohlwiderstands nach Regelfällen ist bei einer Plattengründung nicht möglich. Die Größe des Bettungsmoduls k_S ist variabel und direkt abhängig von der Verteilung und Größe der Sohlspannungen unter der Bodenplatte, die durch die Größe und Verteilung der abzutragenden Bauwerkslasten bestimmt wird. Solche Angaben liegen aufgrund der derzeitigen Planungsphase der Erschließung nicht vor.

9.5 Geländeanhebung, Tragschichtaufbau

Aufgrund der anstehenden Hanglage können, je nach geplanter Höhenlage der Bebauung, zur Herstellung ebener Auflagerungsflächen für Gebäude ggfs. Geländeanhebungen erforderlich werden. Tragschichten zur Bauwerksgründung können dabei Teil des Schüttkörpers von sowieso erforderlichen Geländeanhebungen sein. Auch ist es möglich, den Schüttkörper in seiner Gesamtheit einer Tragschicht entsprechend aufzubauen.

An die Festigkeit einer Tragschicht und unterlagernder Schichten sind bestimmte Anforderungen zu stellen, die von den Bemessungslasten abhängig sind, welche während der Dauerstandzeit des Bauwerks auf die Betonplatte einwirken.

Bei der Festlegung der Ausdehnung des Schüttkörpers und von Tragschichten sind mögliche Lastausbreitungen (z.B. Bauwerks-, Gründungs-, Verkehrslasten) zu berücksichtigen. Insbes. talseitig ist dabei die geplante Überbauung der Retentionsfläche (Flst. 3101) und weiterer angrenzender Flächen zu berücksichtigen.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Um eine sichere Lastabtragung auf Dauer zu gewährleisten, sind die Einbauanforderungen sowie Ausführungsmerkmale von Geländeanhebungen und Tragschichtaufbauten bauwerksspezifisch und parzellenbezogen festzulegen. Bei der Materialauswahl sind neben den geotechnischen Anforderungen (Einbau-, Verdichtungsfähigkeit, Frostsicherheit) u.a. auch ergänzende behördliche Festlegungen zu beachten.

Bei Geländeanhebungen und dem Aufbau von Tragschichten handelt es sich um qualifizierte Erdarbeiten. Dabei sind die erdbautechnischen Regeln der ZTVE-StB /U9/ (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*) in ihrer Gesamtheit zu beachten.

Eine Überprüfung bzw. Beurteilung des anstehenden Untergrunds auf Höhe des jeweiligen Planums ist in der Regel zu Beginn des eigentlichen Schüttvorgangs zum Aufbau der Geländeanhebung bzw. Tragschicht vorzunehmen, da eine negative Veränderung der auf Planumshöhe anstehenden Böden durch ungünstige Witterungsverhältnisse nicht ausgeschlossen werden können. An dieser Stelle ist insbesondere auf die erhöhte Witterungsempfindlichkeit der anstehenden natürlichen Böden hinzuweisen.

Genaue Werte für den anstehenden Untergrund und auf Oberkante einer Tragschicht lassen sich versuchstechnisch in-situ durch statische Plattendruckversuche nach DIN 18 134 bestimmen, wobei in der Regel Probefelder anzulegen sind. Somit ist vor der eigentlichen Umsetzung von gewissen Vorlaufzeiten auszugehen.

Die Gesamtsetzung ab Oberkante einer Geländeanschüttung setzt sich aus den Eigensetzungen der verdichtet eingebauten Schüttung und den Setzungen des anstehenden Untergrunds durch die Flächenlast der Schüttung zusammen. Auch bei Einhaltung der Verdichtungsanforderungen nach der ZTV E-StB ist erfahrungsgemäß noch mit Eigensetzungen der verdichteten Schüttung in der Größenordnung von 1 bis 2 % der Gesamthöhe der Schüttung zu rechnen.

Empfehlungen: Die erforderlichen geotechnischen und erdbautechnischen Maßnahmen sind parzellengenau und bauwerksbezogen festzulegen. Wir empfehlen den jeweiligen Bauherren, hierzu eine entsprechende fachtechnische Beratung in Anspruch zu nehmen, die wir gerne erbringen. Es wird empfohlen zur Qualitätssicherung die Verdichtungsqualität des eingebauten Materials durch z.B. Plattendruckversuche nach DIN 18 134 durch die Eigen- und Fremdüberwachung versuchsmäßig unter Berücksichtigung der Prüfkriterien und nach den Inhalten der ZTV E-StB auszuführen. Auch hierzu stehen wir gerne zur Verfügung.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

9.6 Bauwerksdränage, Bauwerksabdichtung

Im vorliegenden Fall muss während der Dauerstandzeit von einer Wasserbeanspruchung von erdeingebundenen und nicht unterkellerten Gebäuden ausgegangen werden, welche durch Schichten-/Sickerwasser aus dem natürlichen Untergrund, der anstehenden Hanglage, aber auch durch Niederschlagswasser hervorgerufen wird. Dabei gelangen solche Wässer auch in höher durchlässige Arbeitsraumverfüllungen. Die auf Höhe von Baugrubensohlen zu erwartenden Böden sind als wenig durchlässig einzustufen ($k < 10^{-4}$ m/s) und lassen keine gezielte Versickerung zu.

Daher muss mit zeitweise aufstauendem Sickerwasser und folglich mit einer Druckwasserbeanspruchung gerechnet werden, sofern keine dauerhaft wirksame Dränanlage eingebaut wird.

Ausblick auf Abdichtungs- und Dränagemaßnahmen
Eingangs ist zu erwähnen, dass die eigentliche und bauwerksbezogene Abdichtungs- und Entwässerungsplanung in der Planungsverantwortung des Architekten bzw. Planers liegt.

Eine Begrenzung der Wasserstandshöhe kann durch entsprechende dauerhaft wirksame Dränagemaßnahmen und eine ausreichende Dimensionierung von Dränagen nach den zugehörigen technischen Regelwerken künstlich erzeugt werden. Sollte eine rückstaufreie Ableitung mit freiem Gefälle nicht möglich sein, so ist eine Hebeanlage vorzusehen.

Um die Ausbildung von (zeitweise) drückendem Wasser zu verhindern, stellen somit die Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser nach DIN 18195-4 in Kombination mit einer Dränanlage nach den gesamten Inhalten der DIN 4095 *„Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung“* eine mögliche technische Lösung zum Schutz der erdberührenden Bauteile gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund dar.

Für die Planungssicherheit ist die Zulässigkeit der Herstellung einer Dränage und die Ableitungsmöglichkeit des Sicker-/Schichten- und Dränagewassers in den Kanal/Vorfluter und/oder Retentionsflächen rechtzeitig durch den Entwässerungsplaner abzuklären.

Bei der Ausführungsplanung von Bauwerksabdichtungen sind zur Vermeidung von Bauwerksschäden grundsätzlich die Vorgaben der aktuellen DIN 18 195 mit allen Teilen zu berücksichtigen. Dabei ist zu beachten, dass Abdichtungen gemäß DIN 18 195 Teil 4 und Teil 10 durch Schutzschichten vor Beschädigung zu schützen sind. Für den Übergangsbereich zwischen Bodenplatten und aufgehender erdberührender Außenwände, An- und Abschlüsse und Durchdringungen müssen insbesondere die Inhalte in Teil 9 der DIN 18 195 beachtet werden.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

9.7 Fernhalten von Oberflächenwasser, Freiflächenplanung

Im Bauzustand sollten Baugruben, Gräben und Arbeitsräume nur für eine geringe Zeitdauer offen stehen und frühzeitig verfüllt werden. Regenwasser aus Dachflächen ist schon während der Rohbauphase durch Provisorien gezielt abzuleiten und darf keinesfalls in den Unterbau bzw. in Baugruben- und Fundamentsohlen gelangen.

Ob und in welchem Umfang in einer Dränage Wasser anfällt, hängt somit auch wesentlich von der Gestaltung von Außenflächen ab. Bei der Freiflächenplanung ist durch eine geeignete Geländemodellierung sicherzustellen, dass Wasser aus befestigten Flächen von Gebäuden auf Dauer ferngehalten werden. Dabei sind auch Verkehrsflächen oder andere befestigte Flächen mit einem vom Gebäude weg gerichteten Gefälle auszubilden. Oberflächenwasser ist so zu fassen, dass Unter- und Anlieger bzw. angrenzende Gebäude und Straßenbereiche auf Dauer davon unbeeinflusst bleiben. Eine geordnete Ableitung von Hof- und Dachwasser ist sicherzustellen.

10. Weitere geotechnische Mitwirkung bei der Planung und Ausführung

Das geologische Modell des Baugrunds, das Grundlage unserer bautechnischen Empfehlungen für die rd. 0,9 ha große Erweiterungsfläche ist, beruht auf den punktuell ausgeführten Schürfgruben S1 bis S6 und den dabei erreichten Endtiefen. Es kann der Baugrund daher nicht exakt beschrieben werden, und Abweichungen, vor allem hinsichtlich Schichtgrenzen zwischen den Erkundungspunkten, sind möglich.

Das vorliegende geotechnische Gutachten wurden in erster Linie für die Aufstellung des Bebauungsplanes und Folgerungen für die Erschließung (Leitungs-, Kanal-, Straßenbau) erstellt und enthält hierzu entsprechende Empfehlungen und Hinweise. Im Zuge der weiteren Planung wird empfohlen, diese Baugrunderkenntnisse mit der Detailplanung abzustimmen.

Hinsichtlich der Umsetzung einer geplanten Regenwasserbewirtschaftung wird auf die Inhalte und Empfehlungen des Kapitels 8 verwiesen.

Bei der Bauausführung ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Boden- und Wasserverhältnisse anhand der Untersuchungsergebnisse und Folgerungen dieses Gutachtens zu empfehlen. Beim Auftreten von wesentlichen Abweichungen sind wir umgehend zu informieren.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Wichtiger Hinweis für die spätere Bebauung einzelner Parzellen

Für die spätere Bebauung werden im Gutachten allgemeine Hinweise zu möglichen Gründungsmaßnahmen und zur Trockenhaltung von Bauwerken gegeben. Dies kann jedoch eine konkrete, parzellenbezogene Beurteilung für einzelne Bauwerke und bauliche Anlagen unter Berücksichtigung der Lage und Einbindetiefe und den abzutragenden Lasten sowie Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit nicht ersetzen. Hierzu wird es notwendig sein, das Erkundungsraster durch weitere Aufschlüsse und Untersuchungen zu ergänzen. Ebenso sind ggfs. Geländeanhebungen und der Aufbau von Tragschichten zu planen und nach den erdbautechnischen Regeln auszuführen, um eine sichere und dauerhafte Abtragung der Bauwerkslasten zu gewährleisten.

Für eine weitergehende fachtechnische Beratung und baubegleitende Maßnahmen im Zuge der Erschließung wie auch der späteren Überbauung der Erweiterungsfläche stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.

Weissach, 19.01.2018

GBI
Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH

Dr.-Ing. Claus Brinkmann Dr. Ulrich Jordan, Dipl.-Geologe

Dieses Dokument trägt im Falle des elektronischen Versands keine Unterschrift.

GBI Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Sitz Weissach
Amtsgericht Stuttgart, HRB 252755

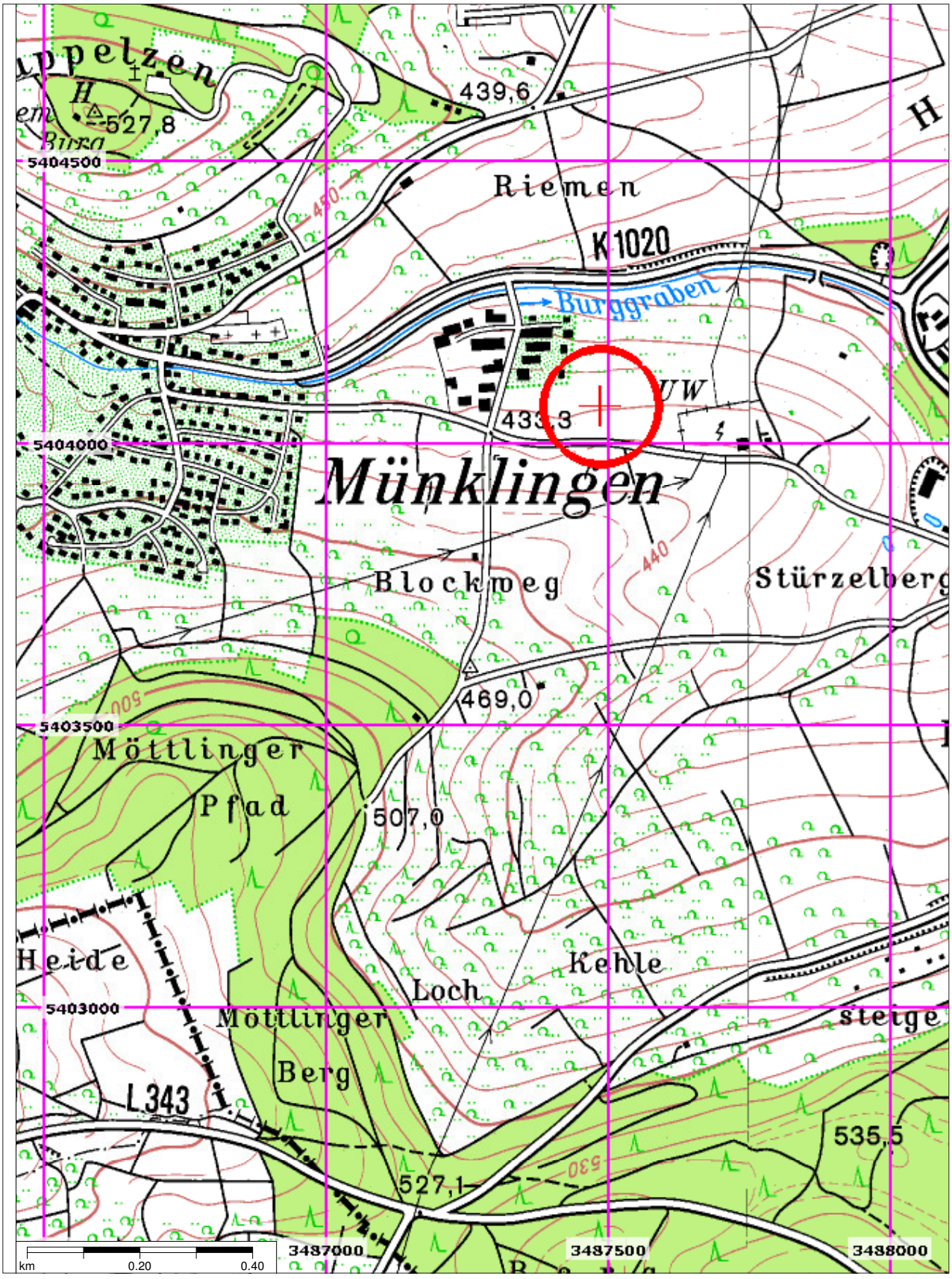
Geschäftsführer
Dr.-Ing. Claus Brinkmann
Dr. rer. nat. Ulrich Jordan

Bankverbindung
Raiffeisenbank Weissach
IBAN: DE21603619230043777007
BIC: GENODES1WES

Anlagen

Übersichtslageplan M 1:10.000

Anlage 1



© Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2002: Top. Karte 1:25000 Baden-Württemberg (Nord) = Maßstab 1:10000

Lageplan M 1:1.000: Lage der Schürfgruben mit Ansatzhöhen (m ü. NN) Anlage 2



Plangrundlage

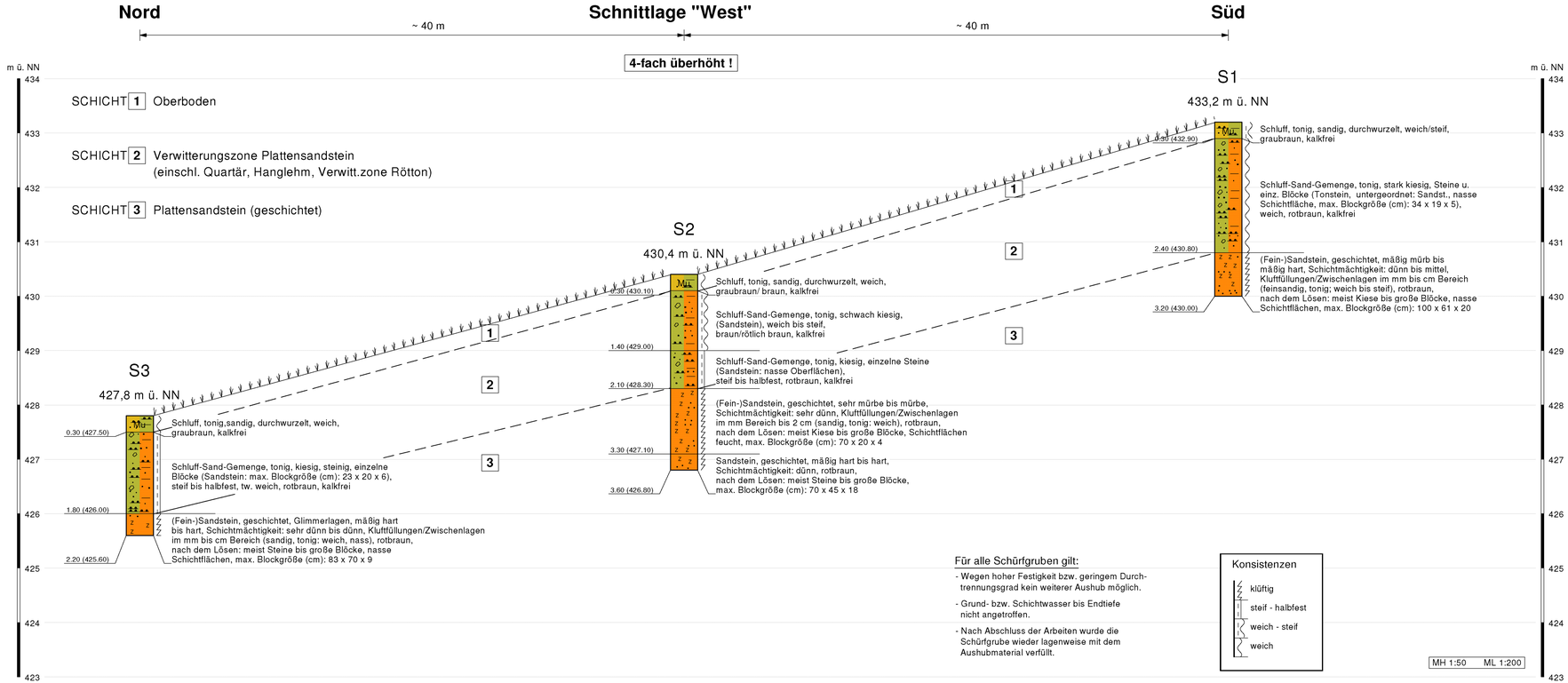
Stadt Weil der Stadt - Stadtverwaltung
Marktplatz 4
71263 Weil der Stadt

für die Richtigkeit des Planes keine Gewähr
Maßstab 1:500 (1 cm : 5.00 m)
Datum 16.11.2017
Stand ALK: März 2017

Vermessung

Schürfgrube	Rechtswert	Hochwert	Ansatzhöhe [m ü. NN]
S1	3487444.80	5404011.81	433.2
S2	3487442.47	5404051.18	430.4
S3	3487440.17	5404090.58	427.8
S4	3487501.97	5404015.75	433.5
S5	3487497.16	5404055.02	430.8
S6	3487491.67	5404094.09	428.2

Vermessungsbüro Schöllhorn + Böhret GbR
71032 Böblingen, Hüttentalstraße 34



Anlage 3.1

Erläuterungen:

Die Lage der Schürfgruben kann aus dem Lageplan der Anlage 2 entnommen werden.

Der dargestellte Schichtgrenzenverlauf ergibt sich aus dem linearen Verbinden der angetroffenen Schichtgrenzen in der jeweiligen Schürfgrube.

Im flächigen Anschnitt sind Abweichungen der hier dargestellten Schichtgrenzen möglich.

71263 Weil der Stadt,
3. Erweiterung des Gewerbegebiets Münklingen, Merklinger Str.

Baugrundgutachten mit hydrogeologischer Bewertung: Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Folgerungen für Erschließung und Bebauung

Schichtenprofile der Schürfgruben, vereinfachte Geländeschnitte:

Schnittlage „West“: S1 - S2 - S3

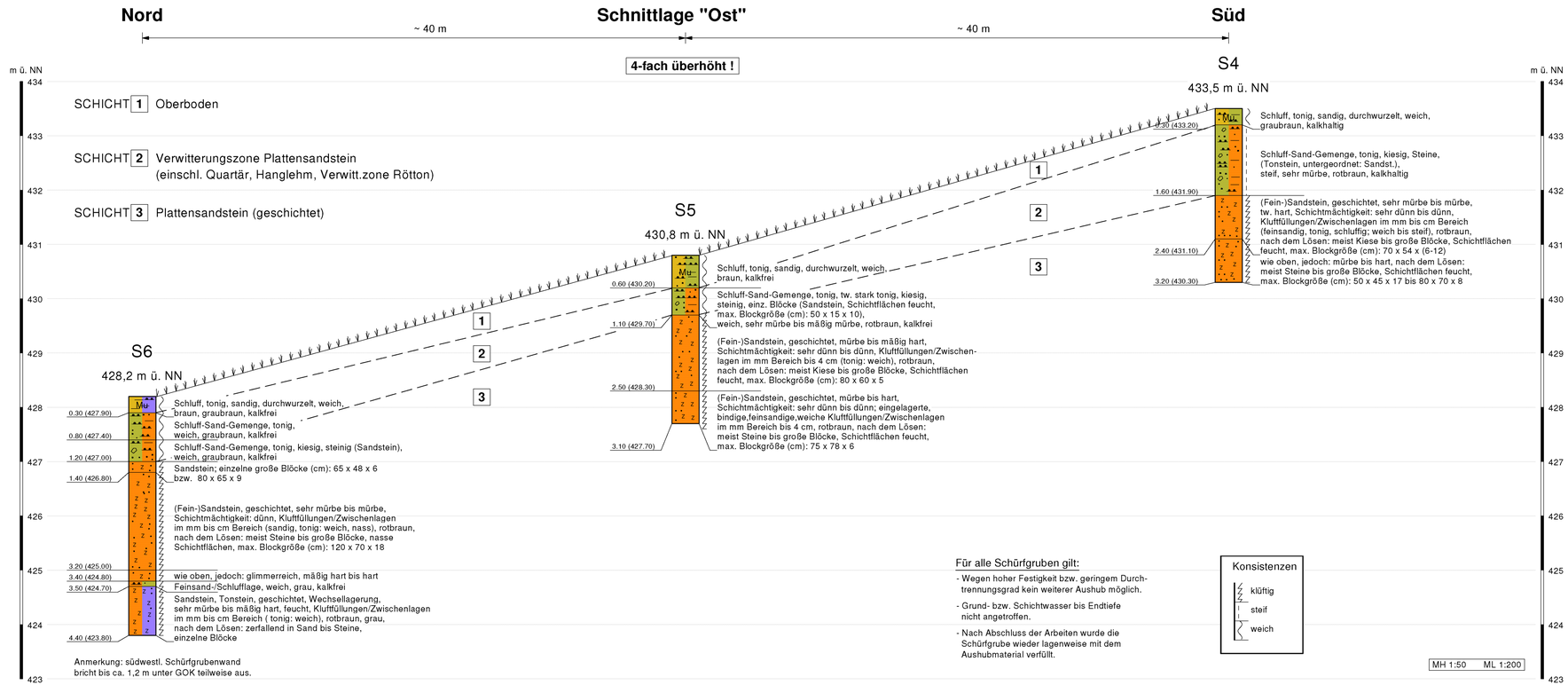
Plan-Nr.	Maßstab	Projektnummer/-bezeichnung
P-03.1	ML 1:200 MH 1:50	01617 BG 3.Erw. GE Münklingen

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH

71287 Weissach, Auf der Steige 18

Tel. 07044 / 97 49 - 41 Fax 07044 / 97 49 - 42

	Datum	Name
bearbeitet	15.01.18	
geprüft	19.01.18	



Anlage 3.2

Erläuterungen:

Die Lage der Schürfgruben kann aus dem Lageplan der Anlage 2 entnommen werden.

Der dargestellte Schichtgrenzenverlauf ergibt sich aus dem linearen Verbinden der angetroffenen Schichtgrenzen in der jeweiligen Schürfgrube.

Im flächigen Anschnitt sind Abweichungen der hier dargestellten Schichtgrenzen möglich.

71263 Weil der Stadt,
3. Erweiterung des Gewerbegebiets Münklingen, Merklinger Str.

Baugrundgutachten mit hydrogeologischer Bewertung: Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Folgerungen für Erschließung und Bebauung

Schichtenprofile der Schürfgruben, vereinfachte Geländeschnitte:

Schnittlage „Ost": S4 - S5 - S6

Plan-Nr.	Maßstab	Projektnummer/-bezeichnung
P-03.2	ML 1:200 MH 1:50	01617 BG 3.Erw. GE Münklingen

GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH

71287 Weissach, Auf der Steige 18

Tel. 07044 / 97 49 - 41 Fax 07044 / 97 49 - 42

	Datum	Name
bearbeitet	15.01.18	
geprüft	19.01.18	

Zusammenstellung der bodenmechanischen Laborergebnisse

Anlage 4.1

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1 (Schicht 2)

Aufschluss	Entnahmetiefe t [m]	Probenart: UP = ungestört, GP = gestört, KS = Kernstück	Schichtbezeichnung [1]	korrigierter Wassergehalt w_{korr} [%] (für Zustandsgrenzen)[2]	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_P [%]	Konsistenzzahl I_C [-]	Zustandsform f = flüssig; br = breiig; w = weich; st = steif; hf = halbfest	Klassifizierung nach DIN 18 196
S1	0,3-2,4	GP	2	21,7				*0,66*	*w*	
S2	0,3-1,4	GP	2	20,2				*0,77*	*w / st*	
S2	1,4-2,1	GP	2	17,2	30,4	17,3	13,1	1,01	st / hf	TL (ST)
S3	0,3-1,8	GP	2	17,3				*1,00*	*st / hf*	
S4	0,3-1,6	GP	2	19,2	29,7	17,3	12,4	0,85	st	TL (ST)
S5	0,6-1,1	GP	2	21,7				*0,66*	*w*	
S6	0,8-1,2	GP	2	22,7				*0,58*	*w*	

[1] Schichtbezeichnungen:

2 Verwitterungszone Plattensandstein
(einschl. Quartär, Hanglehm, Rötton-Verwitt.zone)

[2] Gemäß DIN 18 122-1 wurde bei der Bestimmung der Zustandsgrenzen Material < 0,4 mm verwendet und bei der Auswertung der korrigierte Wassergehalt angesetzt.

Anmerkung: Die angegebenen korrigierten Wassergehalte beziehen sich auf den Zeitpunkt der Erkundung und können natürlichen Schwankungen bzw. jahreszeitlichen Veränderungen unterliegen.

0,75 zurückgerechnete bzw. abgeschätzte Konsistenzzahl I_C und Zustandsform (kursive Schrift, unterstrichen) aus den bodenphysikalischen Werten w_L und w_P (= jew. Mittelwert aus labortechnischen Bestimmungen für die zugehörige Schicht)

GBI
Geotechnik und Bautechnik Ing.ges. mbH
Auf der Steige 18
71287 Weissach

Bericht: 01617

Anlage: 4.2

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

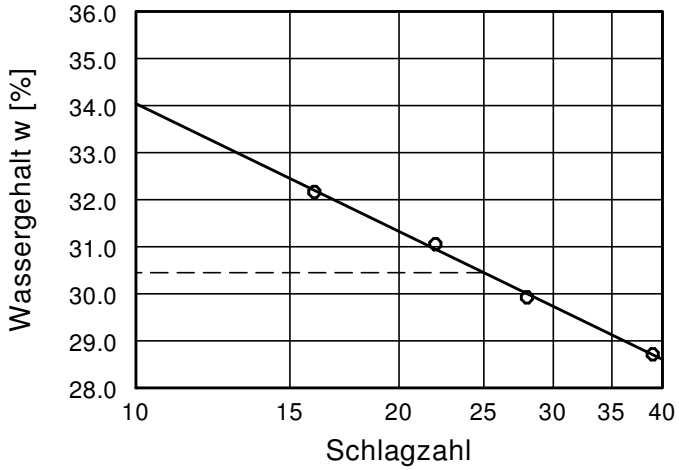
01617 71263 Weil der Stadt

3. Erweit. Gew.gebiet Münklingen

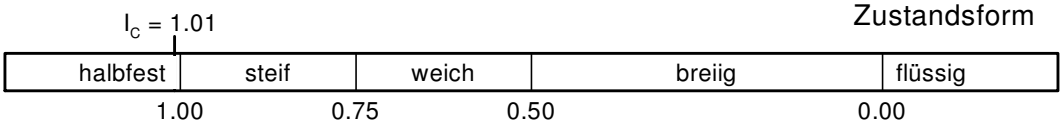
Bearbeiter: Bri Datum: 27.12.2017

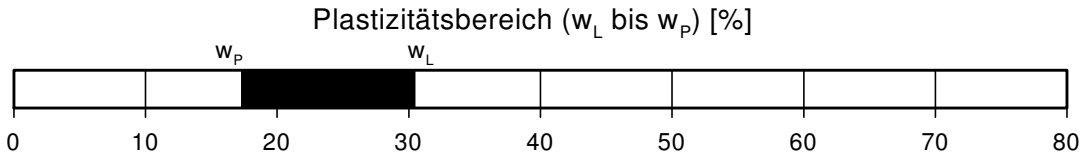
Prüfungsnummer: 01617
Entnahmestelle: Schurf S2
Tiefe: 1,4-2,1 m

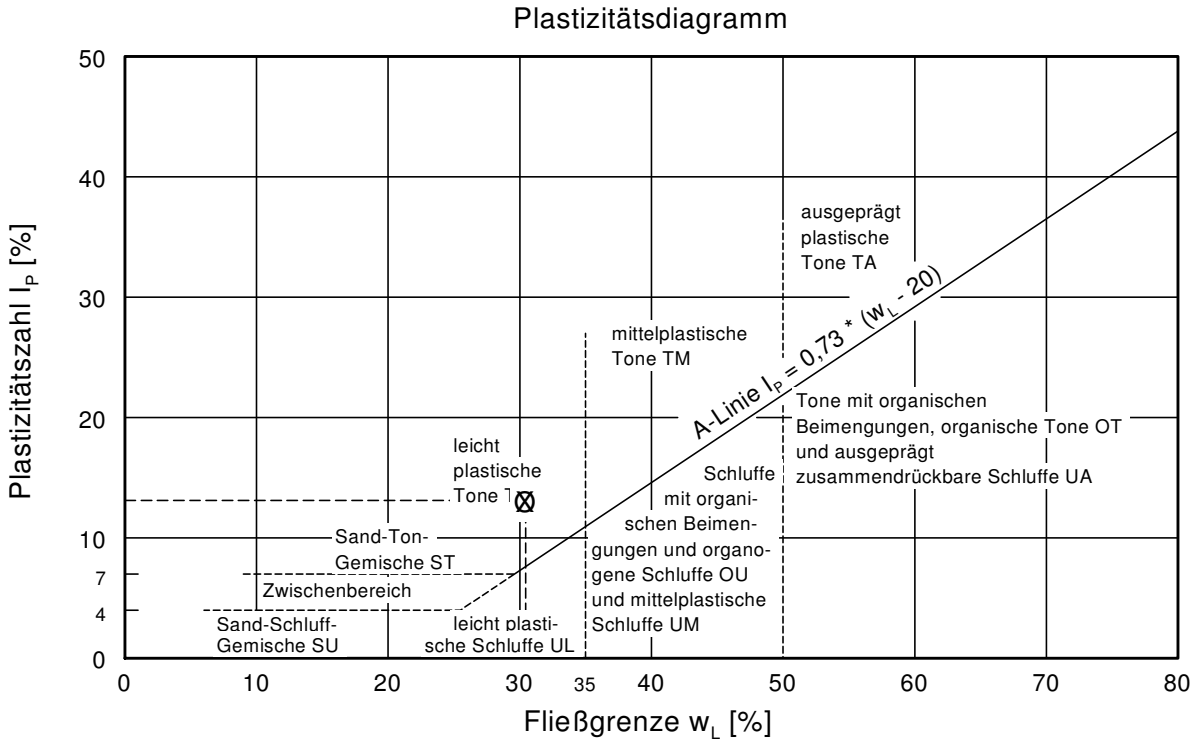
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 06.12.2017



Wassergehalt w =	16.0 %
Fließgrenze w_L =	30.4 %
Ausrollgrenze w_P =	17.3 %
Plastizitätszahl I_P =	13.1 %
Konsistenzzahl I_C =	1.01
Anteil Überkorn ü =	7.0 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	17.2 %







geprüft: 19.01.2018 GBI

GBI
Geotechnik und Bautechnik Ing.ges. mbH
Auf der Steige 18
71287 Weissach

Bericht: 01617

Anlage: 4.3

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

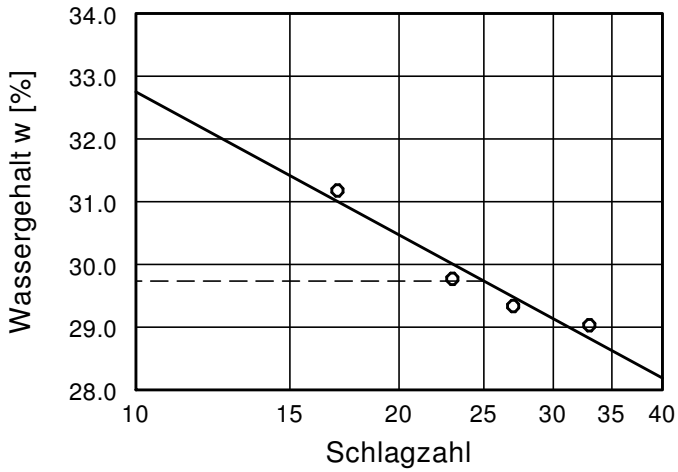
01617 71263 Weil der Stadt

3. Erweit. Gew.gebiet Münklingen

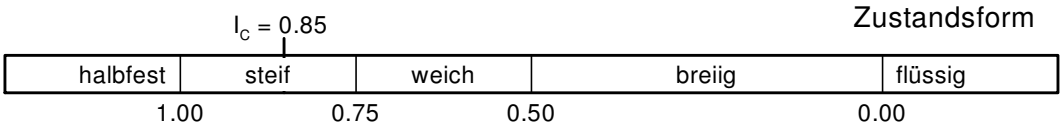
Bearbeiter: Bri Datum: 27.12.2017

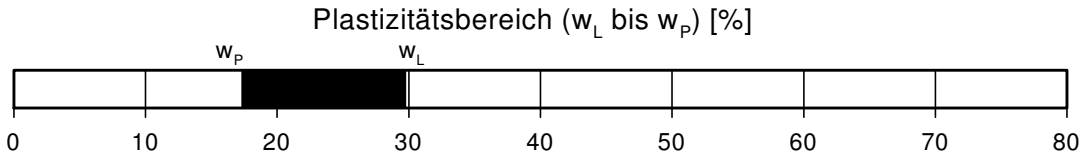
Prüfungsnummer: 01617
Entnahmestelle: Schurf S4
Tiefe: 0,3-1,6 m

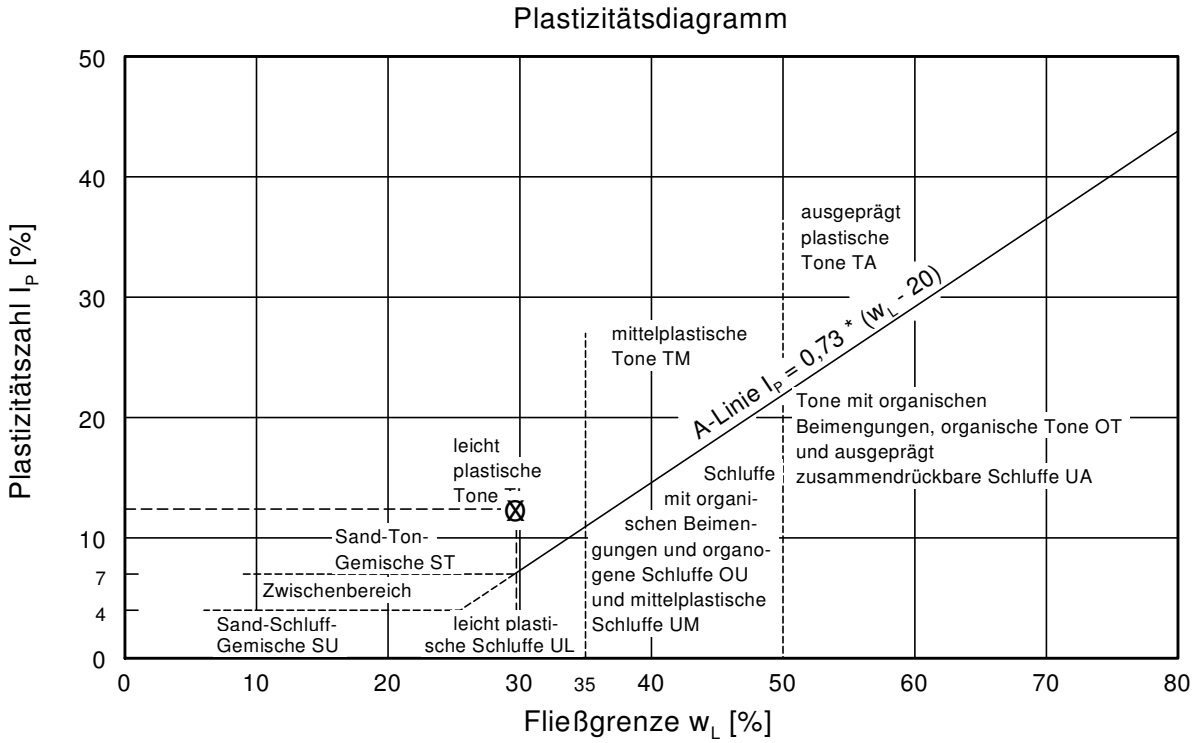
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 06.12.2017



Wassergehalt w =	18.0 %
Fließgrenze w_L =	29.7 %
Ausrollgrenze w_P =	17.3 %
Plastizitätszahl I_P =	12.4 %
Konsistenzzahl I_C =	0.85
Anteil Überkorn ü =	6.1 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	19.2 %







geprüft: 19.01.2018 GBI

Chemische Laboruntersuchungen: Prüfbericht

Anlage 5

Untersuchung gemäß VwV „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ (UM Baden-Württemberg, Fassung 14.03.2007).

Prüfbericht Nr. 1712145 vom 11.01.2018 der Analytik-Team GmbH (Seite 1 bis 4):
Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff und im Eluat.

Bodenmischprobe MP1
(S1 0-0,3 m + S2 0-0,3 m + S3 0-0,3 m + S4 0-0,3 m + S5 0-0,6 m + S6 0-0,3 m)

Bodenmischprobe MP2
(S1 0,3-2,4 m + S2 0,3-2,1 m + S3 0,3-1,8 m + S4 0,3-1,6 m + S5 0,6-1,1 m + S6 0,3-1,2 m)

Bodenmischprobe MP3
(S1 2,4-3,2 m + S2 2,1-3,6 m + S3 1,8-2,2 m + S4 1,6-3,2 m + S5 1,1-3,1 m + S6 1,2-4,4 m)

Untersuchung nach DIN 4030 (Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden, Gase).

Prüfbericht Nr. 1712145 vom 11.01.2018 der Analytik-Team GmbH (Seite 5):
Feststoff.

Bodenmischprobe MP2
(S1 0,3-2,4 m + S2 0,3-2,1 m + S3 0,3-1,8 m + S4 0,3-1,6 m + S5 0,6-1,1 m + S6 0,3-1,2 m)

Bodenmischprobe MP3
(S1 2,4-3,2 m + S2 2,1-3,6 m + S3 1,8-2,2 m + S4 1,6-3,2 m + S5 1,1-3,1 m + S6 1,2-4,4 m)

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH

Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 01617/ 71263 Weil der Stadt, Gewerbegebiet Münklingen, Merklinger Str.- 3. Erweiterung; Baugrunderkundung
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 06.12.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 21.12.2017- 11.01.2018

Untersuchungsbefund:

Parameter	MP1 (S1 0-0,3m+ S2 0-0,3m+ S3 0-0,3m+ S4 0-0,3m + S5 0-0,6m+ S6 0-0,3m)	MP2 (S1 0,3-2,4m+ S2 0,3-2,1m+ S3 0,3-1,8m+ S4 0,3-1,6m+ S5 0,6-1,1m+ S6 0,3-1,2m)	MP3 (S1 2,4-3,2m+ S2 2,1-3,6m+ S3 1,8-2,2m+ S4 1,6-3,2m+ S5 1,1-3,1m+ S6 1,2-4,4m)	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: **PAK 16**				
Naphthalin	0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Acenaphthylen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Acenaphthen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Fluoren	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Phenanthren	0,01	< 0,01	0,02	mg/kg TS
Anthracen	0,01	< 0,01	0,01	mg/kg TS
Fluoranthen	0,02	< 0,01	0,04	mg/kg TS
Pyren	0,02	< 0,01	0,02	mg/kg TS
Benzo(a)anthracen	0,01	0,01	0,02	mg/kg TS
Chrysen	0,01	< 0,01	0,02	mg/kg TS
Benzo(b/k)fluoranthen	0,02	0,01	0,03	mg/kg TS
Benzo(a)pyren	0,01	< 0,01	0,01	mg/kg TS
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,01	< 0,01	0,01	mg/kg TS
Benzo(ghi)perylen	0,01	< 0,01	0,01	mg/kg TS
Summe PAK 16*	0,13	0,02	0,19	mg/kg TS
Polychlorierte Biphenyle: **PCB**				
PCB 28	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 52	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 101	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 138	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 153	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 180	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Summe PCB*	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.
Analytik: PAK: DIN ISO 18287
PCB DIN EN 15308

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH

Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 01617/ 71263 Weil der Stadt, Gewerbegebiet Münklingen, Merklinger Str.- 3. Erweiterung; Baugrunderkundung
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 06.12.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 21.12.2017- 11.01.2018

Untersuchungsbefund:

Parameter	MP1 (S1 0-0,3m+ S2 0-0,3m+ S3 0-0,3m+ S4 0-0,3m + S5 0-0,6m+ S6 0-0,3m)	MP2 (S1 0,3-2,4m+ S2 0,3-2,1m+ S3 0,3-1,8m+ S4 0,3-1,6m+ S5 0,6-1,1m+ S6 0,3-1,2m)	MP3 (S1 2,4-3,2m+ S2 2,1-3,6m+ S3 1,8-2,2m+ S4 1,6-3,2m+ S5 1,1-3,1m+ S6 1,2-4,4m)	Dimension
Dichlormethan	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
1,1-Dichlorethan	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Trichlormethan	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Tetrachlormethan	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Trichlorethen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Tetrachlorethen	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Summe LHKW*	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Benzol	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Toluol	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Ethylbenzol	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
m/p-Xylol	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
o-Xylol	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Summe BTEX*	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: LHKW: DIN EN ISO 10301, GC-ECD
BTEX: DIN 38407-9, GC-FID

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH

Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 01617/ 71263 Weil der Stadt, Gewerbegebiet Münklingen, Merklinger Str.- 3. Erweiterung; Baugrunderkundung
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 06.12.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 21.12.2017- 11.01.2018

Untersuchungsbefund:

Parameter	MP1 (S1 0-0,3m+ S2 0-0,3m+ S3 0-0,3m+ S4 0-0,3m + S5 0-0,6m+ S6 0-0,3m)	MP2 (S1 0,3-2,4m+ S2 0,3-2,1m+ S3 0,3-1,8m+ S4 0,3-1,6m+ S5 0,6-1,1m+ S6 0,3-1,2m)	MP3 (S1 2,4-3,2m+ S2 2,1-3,6m+ S3 1,8-2,2m+ S4 1,6-3,2m+ S5 1,1-3,1m+ S6 1,2-4,4m)	Dimension
Extrah. org. Halogenverb. **EOX**	< 0,50	0,56	< 0,50	mg/kg TS
Kohlenwasserstoffe **C_{10}-C_{22}**	< 50	< 50	< 50	mg/kg TS
Kohlenwasserstoffe **C_{10}-C_{40}**	< 50	< 50	< 50	mg/kg TS
Cyanide, ges. **CN^-**	< 0,10	< 0,10	< 0,10	mg/kg TS
Schwermetalle:				
Arsen **As**	33	18	13	mg/kg TS
Blei **Pb**	24	12	5,3	mg/kg TS
Cadmium **Cd**	< 0,40	< 0,40	< 0,40	mg/kg TS
Chrom, ges. **Cr**	35	26	19	mg/kg TS
Kupfer **Cu**	46	12	7,2	mg/kg TS
Nickel **Ni**	31	24	17	mg/kg TS
Quecksilber **Hg**	< 0,10	< 0,10	< 0,10	mg/kg TS
Thallium **Tl**	< 0,50	< 0,50	< 0,50	mg/kg TS
Zink **Zn**	54	35	21	mg/kg TS

Analytik:				
	EOX:	DIN 38414-17	KW-GC:	DIN EN 14039
	Cyanide, ges.:	ISO 11262	Säureaufschluss:	DIN EN 13657
	Quecksilber:	DIN EN ISO 12846	Metalle außer Hg:	DIN EN ISO 11885

Probenahme und Erstellung von Analysen

auf den Gebieten Wasser, Boden, Luft, Abfall, Altlasten und Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM GmbH

Daimler Str. 6
70736 Fellbach-Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Eluat

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 01617/ 71263 Weil der Stadt, Gewerbegebiet Münklingen, Merklinger Str.- 3. Erweiterung; Baugrunderkundung
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 06.12.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 21.12.2017- 11.01.2018

Untersuchungsbefund:

Parameter		MP1 (S1 0-0,3m+ S2 0-0,3m+ S3 0-0,3m+ S4 0-0,3m + S5 0-0,6m+ S6 0-0,3m)	MP2 (S1 0,3-2,4m+ S2 0,3-2,1m+ S3 0,3-1,8m+ S4 0,3-1,6m+ S5 0,6-1,1m+ S6 0,3-1,2m)	MP3 (S1 2,4-3,2m+ S2 2,1-3,6m+ S3 1,8-2,2m+ S4 1,6-3,2m+ S5 1,1-3,1m+ S6 1,2-4,4m)	Dimension
pH-Wert	bei 23°C	7,6	7,7	7,9	--
Leitfähigkeit	bei 25°C	160	69	58	µS/cm
Chlorid	**Cl^-**	< 3,0	< 3,0	< 3,0	mg/l
Sulfat	**SO_4^{2-}**	< 3,0	< 3,0	< 3,0	mg/l
Cyanide, ges.	**CN^-**	< 5,0	< 5,0	< 5,0	µg/l
Phenolindex	**PI**	14	11	17	µg/l
Schwermetalle:					
Arsen	**As**	< 3,0	< 3,0	< 3,0	µg/l
Blei	**Pb**	< 10	< 10	< 10	µg/l
Cadmium	**Cd**	< 1,0	< 1,0	< 1,0	µg/l
Chrom, ges.	**Cr**	< 10	< 10	< 10	µg/l
Kupfer	**Cu**	< 10	< 10	< 10	µg/l
Nickel	**Ni**	< 10	< 10	< 10	µg/l
Quecksilber	**Hg**	< 0,10	< 0,10	< 0,10	µg/l
Zink	**Zn**	< 25	< 25	< 25	µg/l

Analytik:
Eluat: DIN EN 12457-4
Leitfähigkeit: DIN EN 27888
Cyanide, ges: DIN 38405-13
Quecksilber: DIN EN ISO 12846
pH-Wert: DIN 38404-5
Chlorid, Sulfat: DIN EN ISO 10304
Phenolindex: DIN 38409-16
Metalle außer Quecksilber: DIN EN ISO 11885

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP1 (S1 0-0,3m+ S2 0-0,3m+ S3 0-0,3m+ S4 0-0,3m + S5 0-0,6m+ S6 0-0,3m)	MP2 (S1 0,3-2,4m+ S2 0,3-2,1m+ S3 0,3-1,8m+ S4 0,3-1,6m+ S5 0,6-1,1m+ S6 0,3-1,2m)	MP3 (S1 2,4-3,2m+ S2 2,1-3,6m+ S3 1,8-2,2m+ S4 1,6-3,2m+ S5 1,1-3,1m+ S6 1,2-4,4m)
Labornummer:	1712145-1	1712145-2	1712145-3
Matrix:	Feststoff	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Eimer	PE-Eimer	PE-Eimer
Probenmenge:	5,0kg	5,0kg	5,0kg

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH

Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Analytik im Feststoff

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 01617/ 71263 Weil der Stadt, Gewerbegebiet Münklingen, Merklinger Str.- 3. Erweiterung; Baugrunderkundung
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 06.12.2017 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 21.12.2017- 11.01.2018

Untersuchungsbefund:

Parameter	MP2 (S1 0,3-2,4m+ S2 0,3-2,1m+ S3 0,3-1,8m+ S4 0,3-1,6m+ S5 0,6-1,1m+ S6 0,3-1,2m)	MP3 (S1 2,4-3,2m+ S2 2,1-3,6m+ S3 1,8-2,2m+ S4 1,6-3,2m+ S5 1,1-3,1m+ S6 1,2-4,4m)	Dimension
Chlorid	< 100	< 100	mg/kg TS
Sulfat	< 200	< 200	mg/kg TS
Sulfid	< 5,0	< 5,0	mg/kg TS
Säuregrad	14	14	ml / kg
Beurteilung nach DIN 4030	Nicht angreifend	Nicht angreifend	---

Analytik: Sulfat DIN EN 192-2 Chlorid: DIN EN ISO 10304
Säuregrad DIN 4030-2 Sulfid DIN 19682- 13:2009-01

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP2 (S1 0,3-2,4m+ S2 0,3-2,1m+ S3 0,3-1,8m+ S4 0,3-1,6m+ S5 0,6-1,1m+ S6 0,3-1,2m)	MP3 (S1 2,4-3,2m+ S2 2,1-3,6m+ S3 1,8-2,2m+ S4 1,6-3,2m+ S5 1,1-3,1m+ S6 1,2-4,4m)
Labornummer:	1712145-2	1712145-3
Matrix:	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Eimer	PE-Eimer
Probenmenge:	5,0kg	5,0kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 11. Januar 2018
Analytik-Team GmbH
i.V.

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14414-01-00

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.