baugrund süd
weishaupt gruppe
Gesellschaft
für Bohr- und Geotechnik

BauGrund Süd, Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach

Geotechnischer Bericht

zur

Erschließung des Baugebietes „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“
in 88250 Weingarten

BV-Code:	BV 000 50332
Aktenzeichen:	AZ 22 12 039
Bauvorhaben:	Erschließung des Baugebietes „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“ 88250 Weingarten - Baugrunderkundung -
Auftraggeber:	Stadt Weingarten Abteilung Stadtplanung und Bauordnung Kirchstraße 2 88250 Weingarten
Bearbeitung:	M.Sc.-Geol. Rainer Schumacher
Datum:	06.04.2023

AZ 22 12 039, Erschließ. BG „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“ in 88250 Weingarten
- Baugrunderkundung -

1 Vorgang 5

2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes 6

2.1 Morphologie des Untersuchungsareals 6
2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung 7

3 Geotechnisches Baugrundmodell 8

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten 8
3.2 Bodenmechanische Laborversuche 10
3.2.1 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 10
3.2.2 Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 11
3.3 Bodenmechanischer Feldversuch - Sickerversuch im Baggerschurf 12
3.4 Bodenkennwerte und -klassifizierung 12

4 Georisiken 15

5 Hydrogeologie 15

5.1 Grundwasserverhältnisse 15
5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach dem DWA-A 138 15

6 Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen 17

6.1 Erschließungsmaßnahme und Baugrundsituation 17
6.2 Gründungsempfehlung 18
6.2.1 Wohngebäude ohne Unterkellerung 18
6.2.2 Wohngebäude mit Unterkellerung 20
6.3 Baugrube 21
6.4 Entwässerung / Trockenhaltung Gebäude 23
6.5 Kanalbau 23
6.6 Verkehrsflächen / Außenanlagen 25

7 Hinweise und Empfehlungen 27

Anlagen

1.1 Übersichtslageplan, Maßstab: unmaßstäblich

1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, Maßstab: unmaßstäblich

2 Geotechnischer Baugrundschnitt, M.d.H. 1:75, M.d.L. unmaßstäblich

3 Fotodokumentation zu den Baggerschürfen

4.1-3 Bodenmechanische Laborversuche

5 Bodenmechanischer Feldversuch (Sickerversuch im Baggerschurf)

6 Abfall- und bodenschutzrechtliche Stellungnahme

Verwendete Unterlagen und Literatur

[1] Stadt Weingarten, Abteilung Stadtplanung und Bauordnung, Kirchstraße 2, 88250 Weingarten: Bebauungsplan und örtliche Bauvorschriften „Köpfinger Straße - am obern Bürgerholz“, Entwicklungsskizze, Maßstab 1:500 (DIN A3), gez. 07.11.2022

[2] Zimmermann Ingenieurgesellschaft mbH, Fohlenweide 41, 88279 Amtzell: Zufahrt Köpfingen 8 Weingarten, Vorplanung, Lageplan, Maßstab 1:250 (Format: 855 x 320 mm), Stand: 06.12.2022 (mit eingetragenem Untersuchungsraster)

[3] Geologische Karten

[3.1] Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 8123 Weingarten, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Freiburg i. Br. 2001

[3.2] Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.) (2021): LGRB-Kartenviewer – Layer GeoLa-GK50: Geologische Einheiten (Flächen), https://maps.lgrb-bw.de/ [abgerufen am 03.04.2023]

[4] DIN EN 1997, Eurocode 7

[4.1] DIN EN 1997-1:2014-03, Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln

[4.2] DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln

[4.3] DIN EN 1997-2:2010-10, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

[4.4] DIN EN 1997-2/NA:2010-12, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

[5] DIN EN 1998-1/NA:2021-07, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkung und Regeln für Hochbauten, mit CD-ROM

[6] BWK-Regelwerk: Merkblatt BWK-M8 - Ermittlung des Bemessungswasserstandes für Bauwerksabdichtungen, September 2009

[7] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Arbeitsblatt DWA-A 138 - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - April 2005

[8] DIN 1054:2012-12 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

[9] DIN 4124:2012-01, Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

[10] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.): Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB), 6. Auflage

[11] DIN 18533 1:2017-07, Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

[12] DIN EN 1610:2015-12, Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015

[13] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, RStO 12, Ausgabe 2012

1 Vorgang

In Weingarten im Landkreis Ravensburg soll das Baugebiet „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“ für eine Wohnbebauung erschlossen werden.

Im Zusammenhang mit der geplanten Erschließungsmaßnahme wurde die Fa. BauGrund Süd beauftragt, die geologische und hydrogeologische Situation des Untergrundes im Projektareal zu erkunden. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung werden nunmehr, gemäß Eurocode 7 (EC 7), im vorliegenden geotechnischen Bericht nach DIN EN 1997-1 [4.2] bzw. DIN EN 1997-2 [4.3] zusammenfassend dargestellt und aus geotechnischer Sicht bewertet.

Zur Erfassung bzw. Beurteilung der geologischen Schichtenabfolge im geplanten Baugebiet wurden am 21.02.2023 fünf Schürfgruben mit den Bezeichnungen SG 1-5/23 bis in Tiefen zwischen 2,9 m und 3,4 m unter der Geländeoberkante (u. GOK) angelegt.

Zuvor wurden zur Ermittlung der Festigkeit des Untergrunds sowie zur weiteren Abgrenzung des geologischen Aufbaus am 17.02.2023 zwei schwere Rammsondierungen DPH 1-2/23 (Dynamic Probing Heavy) nach DIN EN ISO 22476-2 bis in eine Tiefe von jeweils 6,0 m u. GOK ausgeführt.

Der Standort des Untersuchungsgebiets kann auf dem Übersichtslageplan in der Anlage 1.1 eingesehen werden. Die Einmessung der Ansatzpunkte der Aufschlüsse nach Lage und Höhe erfolgte mittels GPS durch einen Mitarbeiter der Fa. BauGrund Süd. Die entsprechenden UTM-Koordinaten (Rechts- und Hochwerte) sowie die Absoluthöhen (nach DHHN 2016) in Meter über Normalhöhennull (m ü. NHN) sind dem Lageplan in der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Die erkundeten Bodenschichten wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1, DIN 18196, DIN 18300 und DIN 18301 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Daher können diese von der genormten Farbgebung für Lockergesteine teilweise abweichen. Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Baggerschürfe sowie den Diagrammen der Rammsondierungen die Ausarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches als geotechnischer Baugrundschnitt in der Anlage 2 wiedergegeben ist.

Die mit den Schürfgruben freigelegten Bodenprofile sind in der Fotodokumentation in der Anlage 3 abgebildet.

Aus dem gewonnenen Schürfgut wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der durchgeführten Laborversuche sind im Detail in den Anlagen 4.1-3 dokumentiert.

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit bzw. Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 [7] wurde im Baggerschurf SG 3/23 ein Absinkversuch ausgeführt. Die Auswertung des Feldversuches ist in der Anlage 5 beigefügt.

Um eventuelle Schadstoffgehalte des als Aushub anfallenden Bodens festzustellen und um eine abfall- und bodenschutzrechtliche Ersteinschätzung abgeben zu können, wurden die aufgeschlossenen Bodenschichten stichpunktartig beprobt. Die Untersuchung der Proben erfolgte im Labor der BVU GmbH in Markt Rettenbach.

Die Ergebnisse der durchgeführten chemischen Analysen sowie deren Bewertung sind in der abfall- und bodenschutzrechtlichen Stellungnahme in der Anlage 6 aufgeführt und können dort im Detail entnommen werden.

2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes

2.1 Morphologie des Untersuchungsareals

Das geplante Wohnbaugebiet befindet sich am östlichen Stadtrand von Weingarten, rd. 1,1 km östlich der Basilika St. Martin.

Das Projektareal wird in nördliche Richtung durch die Köpfinger Straße begrenzt. Hinter der Straße und in westliche Richtung schließt sich eine Wohnbebauung an. Die Mischwaldflächen des Gewanns „Oberes Bürgerholz“ umrahmen das Erschließungsgebiet in östliche und südliche Richtung. Die Landesstraße L 317 (Wolfegger Straße) ebenso wie der teilweise verdolte Stille Bach verlaufen durch das bzw. südlich des angrenzenden Waldgebietes. Das Untersuchungsgelände selbst (Gewann „Am Russenbühl“, vgl. Abbildungen 1 und 2) wurde zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung als Grünlandfläche landwirtschaftlich genutzt. Auf dem, mit Ausnahme eines nordöstlichen Teilstücks, vollständig umzäunten bzw. umfriedeten Grundstück standen außerdem noch ein paar wenige Laub- und Obstbäume sowie Sträucher.

Abbildung 1: Blick von der südöstlichen Ecke über das Untersuchungsareal in westliche Richtung

Abbildung 2: Blick vom Baggerschurf SG 2/23 über das Untersuchungsareal in südöstliche Richtung

Die Höhendifferenz zwischen den Ansatzpunkten der Aufschlüsse beträgt max. 11,80 m, bezogen auf eine Distanz von ca. 83 m zwischen den Schürfgruben SG 5/23 und SG 1/23. Allgemein liegt ein mäßiges bis starkes Gefälle in nordwestliche Richtung vor, wobei das Gelände im nördlichen Bereich teilweise steiler zur Köpfinger Straße hinabfällt.

An der nordwestlichen Ecke der Erschließungsfläche wurde dieser Abhang mittels einer Rampe abgeflacht.

Geomorphologisch betrachtet ist Weingarten und das Projektareal Teil der Jungmoränenlandschaft des nördlichen Alpenvorlandes. Den tieferen Untergrund bilden die tertiären Sedimente der Oberen Süßwassermolasse, die mit den Baggerschürfen und Sondierungen jedoch nicht aufgeschlossen wurden.

Auf der Tertiärbasis lagerte der Rheingletscher bei seinem letztmaligen Vorstoß während der Würm-Kaltzeit Moränensedimente ab, die im Untersuchungsgebiet vorwiegend als eine feinkörnige Grundmoräne, lokal auch als ein gemischtkörniger Moränenkies erkundet wurden.

Nach dem Rückzug des Gletschers führten oberflächennahe, chemische und physikalische Prozesse verbreitet zur Ausbildung einer lehmigen Verwitterungsdecke variierender Mächtigkeit. Teilweise wurden die Moränensedimente durch Sicker- und Schichtenwasser auch lediglich aufgeweicht und der verwitterungstypische Farbumschlag blieb aus. Zur Geländeoberfläche hin wird die Schichtenabfolge durch eine Mutterbodenauflage abgeschlossen.

2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung

Mit den abgeteuften Aufschlüssen kann für das projektierte Areal folgende generalisierte Schichtenabfolge zugrunde gelegt werden.

Mutterboden	(rezent)
Verwitterungsdecke (Verwitterungslehm)	(Pleistozän - Holozän)
Moränenablagerungen (Grundmoräne, Moränenkies)	(Pleistozän, Würm)

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den abgeteuften Bohrungen und Sondierungen in folgenden Schichttiefen nach den Tabellen 1 und 2 festgestellt.

Tabelle 1: Schichtglieder und -tiefen Baggerschürfe (bis m u. GOK)

Aufschluss	Mutterboden	Verwitterungsdecke	Moränenablagerungen
SG 1/23	0,00 - 0,30	0,30 - 0,80	0,80 - 3,40*
SG 2/23	0,00 - 0,20	0,20 - 1,40	1,40 - 3,10*
SG 3/23	0,00 - 0,20	0,20 - 1,60	1,60 - 2,90*
SG 4/23	0,00 - 0,30	-	0,30 - 3,20*
SG 5/23	0,00 - 0,40	0,40 - 1,50	1,50 - 3,40*

* Endtiefe Baggerschurf

Tabelle 2: Schichtglieder und -tiefen Rammsondierungen (bis m u. GOK)

Aufschluss**	Mutterboden	Verwitterungsdecke	Moränenablagerungen
DPH 1/23	0,00 - 0,30	0,30 - 1,30	1,30 - 6,00*
DPH 2/23	0,00 - 0,40	0,40 - 1,40	1,40 - 6,00*

* Endtiefe Rammsondierung
** Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die Schichtgrenzen als Interpolation zu betrachten.

3 Geotechnisches Baugrundmodell

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Durch Interpolation der punktuellen Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge ein räumliches Baugrundmodell entwickelt. Der Aufbau, die Zusammensetzung sowie die bautechnischen Eigenschaften des Untergrundes werden nachfolgend beschrieben. Das für das Bauvorhaben zugrunde gelegte Baugrundmodell ist dabei zusammenfassend in der Anlage 2 dargestellt.

Mutterboden
Die Schichtenabfolge im Projektgebiet beginnt mit einem 0,20 m bis 0,40 m starken, dunkelbraun bis braun gefärbten Mutterboden. Dieser setzt sich der Bohrkernaufnahme nach aus einem mittel bis stark humosen, schwach kiesigen, sandigen, Schluff zusammen, der von Wurzelresten durchsetzt ist.

Die Zustandsform des Oberbodens wurde in der manuellen Prüfung als weich bestimmt. Dieser Befund deckt sich mit den Ergebnissen der umliegend um die Bohrungen durchgeführten Rammsondierungen, bei der nahe der Geländeoberfläche Schlagzahlen von N_{10} = 1 - 2 (N_{10} = Anzahl der Schläge pro 0,10 m Eindringen des Sondiergestänges in den Untergrund) registriert wurden.

Der Mutterboden ist aufgrund seines organischen Anteils ein setzungswilliger Boden. Daher ist dieser zu Beginn von Bau- und Erschließungsmaßnahmen flächig abzutragen und in statisch nicht relevanten Bereichen, z. B. zur Geländeangleichung, wiederzuverwerten.

Baumaßnahmen mit einer zu bebauenden Fläche von mehr als 0,5 ha machen ein Bodenschutzkonzept nach § 2 Abs. 3 LBodSchAG erforderlich, welches auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd erstellt werden kann.

Verwitterungsdecke

Im Liegenden des obersten Bodenhorizonts folgt verbreitet eine mit 0,50 m bis 1,40 m variabel mächtige Verwitterungsdecke. Das braun bis rotbraun gefärbte Verwitterungssediment wurde ausschließlich in lehmiger Ausbildung erkundet.

Der Verwitterungslehm setzt sich der geologischen Ansprache nach überwiegend aus einem, schwach sandigen bis sandigen, kiesigen bis stark kiesigen Schluff zusammen. Teilweise wurde auch eine schwach kiesige Fazies aufgenommen.

Die Konsistenz des Verwitterungsbodens ist nach der manuellen Prüfung des Schürfguts mit sehr weich bis weich, bereichsweise mit steif anzugeben. Diese Beobachtung steht im Einklang mit Schlagzahlen von N_{10} = 1 - 3, die für den Tiefenbereich des Verwitterungshorizonts ermittelt wurden.

Der Verwitterungslehm in sehr weicher bis weicher Konsistenz ist als ein lediglich gering tragfähiges Gründungssubstrat zu bewerten. Das feinkörnige Verwitterungssediment ist ein frost- und witterungsempfindlicher Boden und dementsprechend vor Frost- und Nässeeinwirkung zu schützen. In Kontakt mit Wasser neigen diese zudem dazu, rasch aufzuweichen und weiter an Tragfähigkeit zu verlieren.

Moränenablagerungen

Den Abschluss der erkundeten Baugrundschichtung bilden würmzeitliche, hellbraun, hellgrau, grau bis blaugrau gefärbte Moränenablagerungen. Aufgrund der variablen Mächtigkeit der überlagernden Verwitterungsdecke bzw. deren Fehlens schwankt die obere Schichtgrenze der Moränensedimente zwischen 0,30 m und 1,60 m u. GOK.

Die Moränenböden wurden vorwiegend als eine feinkörnige Grundmoräne aufgeschlossen, die sich aus einem stellenweise schwach tonigen, sandigen, kiesigen bis stark kiesigen Schluff bzw. kiesigen, schluffigen Feinsand zusammensetzt. Lokal steigt der Kiesanteil derart an, dass die Kiesfraktion zur Hauptbodenart wird und das Sediment dann als ein gemischtkörniger Moränenkies vorliegt. Wie bei Moränensedimenten üblich fehlen Stein- und Blockkomponenten (sog. Findlinge) mancherorts komplett und häufen sich andernorts stark an.

Die Moränenablagerungen liegen nach oben hin zumeist in einem weichen Zustand vor. Deshalb sind sie in diesem Bereich lediglich durch ihre hellbraune bis graue Färbung von den ebenfalls weichen, braun bis rotbraun gefärbten Verwitterungssedimenten zu unterscheiden.

Ab Tiefen zwischen 0,90 m und 2,40 m u. GOK erfolgt der allmähliche Übergang der Moränensedimente in eine steife bis halbfeste Konsistenz. Die Erhöhung der Bodenfestigkeit spiegelt sich auch in einem Anstieg der Schlagzahlen von anfänglich N_{10} = 1 - 3 auf N_{10} = 4 - > 15 wider. Oftmals zieht sich die weiche bis steife Konsistenz jedoch bis zur Schürfgrubensohle in einer Tiefe von bis zu 3,4 m u. GOK.

Die Grundmoräne in weicher bis steifer Konsistenz verfügt über eine geringe (weich) bis mäßige (steif), der locker gelagerte Moränenkies mit einer weichen, lehmigen Matrix über eine mäßige Tragfähigkeit. In steifer bis halbfester Konsistenz ist die Grundmoräne hingegen als ausreichend tragfähiger Untergrund zu beurteilen, der Bauwerkslasten setzungsarm abzutragen vermag. Die bindigen Moränenböden sind, wie bereits die Verwitterungsböden zuvor, frost- und witterungsempfindlich und vor einem drohenden Tragfähigkeitsverlust durch Frost und Nässe zu schützen.

3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zusätzlich zu der manuellen Ansprache des Schürfgutes wurden bodenmechanische Laborversuche an ausgewählten Bodenproben durchgeführt. Die einzelnen Ergebnisse werden in den folgenden Ausführungen beschrieben.

3.2.1 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Nach Atterberg wird der Übergang von der flüssigen zur bildsamen (knetbaren) Zustandsform als Fließgrenze w_L, der von der knetbaren zur halbfesten als Ausrollgrenze w_P und der von der halbfesten zur festen Zustandsform als Schrumpfgrenze w_S bezeichnet.

Die Fließ- und Ausrollgrenzen dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt w_n dazu, die Konsistenzzahl I_C und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße ≤ 0,063 mm) zu bestimmen. Die Plastizitätszahl I_P gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei Wasseraufnahme ändern.

Die Auswertung zur Bestimmung der Zustandsgrenzen ist detailliert in den Anlagen 4.1-2 hinterlegt. Die Tabelle 3 gibt eine Übersicht der wichtigsten abgeleiteten Kenngrößen aus den Atterberg-Versuchen wieder.

Tabelle 3: Übersicht der bestimmten Zustandsgrenzen

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Konsistenz-zahl I_C [-]	w_n (korr.)* [%]	Zustands-form	Boden-gruppe	Geologische Einheit
SG 4/23	0,3 - 0,9	0,70	14,0	weich	ST	Grundmoräne
	0,9 - 2,7	0,89	12,8	steif	SU/ST	

* korrigierter Wassergehalt

Die Auswertung der Atterberg-Versuche ergibt für die Bodenproben aus der **Grundmoräne** Konsistenzzahlen von I_C = 0,70 und I_C = 0,89 bei korrigierten, natürlichen Wassergehalten von w_n (korr.) = 14,0 % und w_n (korr.) = 12,8 %. Daraus lässt sich eine weiche bis steife Konsistenz für das Moränensediment ableiten.

Die untersuchte Grundmoräne ist im Plastizitätsdiagramm nach Casagrande der Bodengruppe ST (Sand-Ton-Gemische) bzw. am Übergang zur Bodengruppe SU (Sand-Schluff-Gemische) nach DIN 18196 einzuordnen.

Die festgestellten Überkornanteile von 24,1 % und 22,7 % sind ein Indiz für die charakteristisch weitgestufte Zusammensetzung der Grundmoräne.

3.2.2 Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Eine Korngrößenverteilung liefert eine erste Beurteilung des Baugrunds hinsichtlich der Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit, Scherfestigkeit und Eignung als Filtermaterial. Zur Ermittlung der Kornverteilung werden die Korngrößen getrennt, und zwar für die Korngrößen $d > 0{,}063$ mm durch Sieben und für $d < 0{,}063$ mm durch Sedimentation („Schlämmen“). Bei gemischtkörnigen Böden mit größeren Anteilen größer bzw. kleiner als $d = 0{,}063$ mm wird eine kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse durchgeführt.

Die detaillierte Auswertung ist der Anlage 4.3 zu entnehmen. Eine Kurzfassung der Ergebnisse zeigt die Tabelle 4.

Tabelle 4: Übersicht zur Bestimmung der Korngrößenverteilung

Auf-schluss	Tiefe [m u. GOK]	Kies-anteil [%]	Sand-anteil [%]	Schluff-/ Tonanteil [%]	Bodenart	Geologische Einheit	Durchlässigkeits-beiwert k_f [m/s]
SG 3/23	1,6 - 2,9	38,6	29,1	26,4 / 5,9	Fein- bis Grobkies, sandig, schluffig, schwach tonig	Moränen-kies	$3{,}4 \times 10^{-7}$* [$6{,}8 \times 10^{-8}$]**

* Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach USBR
** korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert nach dem DWA-A 138 [7], Korrekturfaktor 0,2

Die Sieb-Schlämm-Analyse einer Bodenprobe aus dem **Moränenkies** ergab eine Zusammensetzung aus einem schwach tonigen, schluffigen, sandigen Fein- bis Grobkies. Damit ist dem Moränensediment die Bodengruppe GU* (Kies-Schluff-Gemische mit erhöhtem Feinkornanteil) nach DIN 18196 und die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) nach ZTV E-StB 17 zuzuweisen.

Aus der Sieblinie lässt sich nach USBR ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 3{,}4 \times 10^{-7}$ m/s ableiten. Somit ist der beprobte Moränenkies nach DIN 18130-1 als schwach durchlässig zu bezeichnen.

3.3 Bodenmechanischer Feldversuch - Sickerversuch im Baggerschurf

Zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Bodenschichten wurde im Baggerschurf SG 3/23 ein Sickerversuch ausgeführt. Details zu dem Versuch finden sich in der Anlage 5. Die Versuchsergebnisse sind in der Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Ergebnisse der Absinkversuche in den Rammkernbohrungen

Aufschluss	Versuchstiefe [m u. GOK]	Bodenart	Geologische Einheit	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
SG 3/23	1,00 - 1,50	Fein- bis Grobkies, sandig, schluffig, schwach tonig	Moränenkies	$7{,}39 \times 10^{-7}$* [$1{,}48 \times 10^{-6}$]**

* Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach Prinz
** korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert nach dem DWA-A 138 [7], Korrekturfaktor 2,0

Der Absinkversuch wurde bei einem Wasserstand von 0,50 m über der Grubensohle in einer Tiefe von 2,90 m gestartet. Über die gesamten Versuchsdauer von 61 Minuten konnte eine Absenkung des Wasserspiegels um 0,01 m auf 0,49 m über der Sohle beobachtet werden.

Mit der Formel nach Prinz lässt sich daraus ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 7{,}39 \times 10^{-7}$ m/s ableiten. Gemäß DIN 18130-1 ist der untersuchte **Moränenkies** damit als ein schwach durchlässiger Boden zu beurteilen.

3.4 Bodenkennwerte und -klassifizierung

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden folgende Bodenkennwerte aus der Tabelle 6 zugrunde zu legen.

Tabelle 6: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schichten	Wichte (feucht) γ [kN/m³]	Wichte (u. Auftrieb) γ' [kN/m³]	Reib.-winkel dräniert φ_k[°]	Kohäsion dräniert c'_k [kN/m²]	Steifemodul E_s [MN/m²]
Mutterboden	15 - 17	5 - 7	17,5 - 20,0	1 - 3	0,5 - 1
Verwitterungslehm	16 - 18	6 - 8	22,5 - 25,0	2 - 4	2 - 4
Grundmoräne (weich bis steif)	16 - 18	6 - 8	22,5 - 25,0	2 - 4	3 - 5
Moränenkies (locker)	18 - 20	8 - 10	27,5 - 32,5	0 - 2*	10 - 20
Grundmoräne (mind. steif)	18 - 20	8 - 10	25,0 - 30,0	4 - 8	20 - 40

* scheinbare Kohäsion

Entsprechend den derzeit gültigen Normen ist ein Homogenbereich ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997-2 [4.3], dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.

Der Mutter- bzw. Oberboden wird in der nachfolgenden Unterteilung der Homogenbereiche nicht erfasst bzw. berücksichtigt. Zwar wird der Oberboden in der DIN 18320 als eigenständiger Homogenbereich bezeichnet, aber in den folgenden Ausführungen nicht mit aufgenommen, da der vorliegende geotechnische Bericht sich auf die geotechnischen und nicht bodenkundlichen Fragestellungen zum Bauvorhaben bezieht.

Eine Bewertung bzw. Einstufung des Oberbodens selbst erfolgt neben der DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten) unter Berücksichtigung bodenkundlicher Aspekte auch nach DIN 18915 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten) und DIN 19639 (Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben).

Auf der Basis der vorliegenden Baugrundaufschlussergebnisse, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundschichten wird vorgeschlagen, die anstehenden Böden in die **Homogenbereiche** gemäß der Tabelle 7 zu unterteilen.

Tabelle 7: Einteilung der Baugrundabfolge in Homogenbereiche

Homogenbereich	Baugrundschichten
A	Verwitterungslehm (VL)
B1	Grundmoräne (GMO)
B2	Moränenkies (MG)

Gemäß DIN 18300 können für die o. a. Homogenbereiche die Eigenschaften und Kennwerte gemäß der Tabelle 8 zugrunde gelegt werden, wobei die **Geotechnische Kategorie 2** (GK 2) angenommen wird.

Tabelle 8: Kennwerte / Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erfahrungswerte)

Kennwert / Eigenschaft		Homogenbereich		
		A	B1	B2
Kornverteilung [%]	T	3 - 10	1 - 8	1 - 8
	U	30 - 85	15 - 60	10 - 30
	S	5 - 30	5 - 50	20 - 40
	G	5 - 40	5 - 40	35 - 60
Massenanteil Steine [%]		0 - 10	0 - 40	0 - 40
Massenanteil Blöcke [%]		0 - 3	0 - 5	0 - 5
Massenanteil große Blöcke [%]		0 - 1	0 - 3	0 - 3
Lagerungsdichte		-	-	locker
Konsistenz		sehr weich bis weich, lokal steif	weich bis steif, lokal halbfest	Matrix: weich
Konsistenzzahl I_c		0,25 - 0,75, lokal 0,75 - 1,00	0,50 - 1,00, lokal > 1,00	Matrix: 0,50 - 0,75
Plastizitätszahl I_P [%]		4 - 20	4 - 20	Matrix: 4 - 20
Undränierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]		10 - 60, lokal 60 - 80	20 - 100, lokal > 100	-
Wassergehalt w_n [%]		10 - 30	5 - 30	8 - 20
Organischer Anteil [%]		1 - 3	< 1	< 1
Bodengruppe nach DIN 18196		TL/ST, TL/GU*, TL	TL/ST, TL/GU*, SU/ST, ST, TL	GU*/TL
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17, Tab. 1		F3	F3	F3
Ortsübliche Bezeichnung		VL	GMO	MG

4 Georisiken

Seismische Aktivität

Nach DIN EN 1998-1/NA [5] (ehemals DIN 4149) befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 1** (Gebiet, in dem gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus rechnerisch die Intensitäten 6,5 bis < 7,0 zu erwarten sind) und der **Untergrundklasse S** (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung). Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g beträgt in dieser Erdbebenzone 0,4 m/s^2.

Für eine Gründung in der Grundmoräne in mind. steifer Konsistenz ist nach DIN EN 1998-1/NA die **Baugrundklasse C** (gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mind. steifer Konsistenz oder feinkörnige (bindige) Lockergesteine in mind. steifer Konsistenz) zugrunde zu legen.

5 Hydrogeologie

5.1 Grundwasserverhältnisse

Bei den am 17.02. und 21.02.2023 durchgeführten Baugrundaufschlussarbeiten konnte kein Wasserzutritt beobachtet werden. Eine Messung des Wasserspiegels in den Rammsondierungen war nicht möglich, da die Sondierlöcher nach dem Ziehen des Sondiergestänges in sich zusammenfielen.

Die erkundeten fein- und gemischtkörnigen Verwitterungs- und Moränensedimente stellen aufgrund ihrer bodenmechanischen Zusammensetzung keinen Porengrundwasserleiter im Projektgebiet dar, sondern weisen grundwasserstauende bzw. -hemmende Eigenschaften auf. Innerhalb dieser Bodenschichten gibt es jedoch kiesige und sandige Fazies in unregelmäßiger Häufigkeit und Verteilung. Aderförmig miteinander verbunden dienen diese als Drainage für das umgebende, feinkornreiche Lockergestein.

Insbesondere nach langanhaltenden oder intensiven Niederschlägen ist mit der Bildung von Schichten- bzw. Hangzugwasser im Untersuchungsgebiet zu rechnen. Das führt zu einer, wenngleich meistens wenig ergiebigen Wasserführung in den feinkornarmen Linsen und Zwischenlagen innerhalb der Verwitterungsdecke und Moränenablagerungen. Die bereichsweise Durchnässung und damit einhergehende Aufweichung der oberflächennahen Bodenschichten sind ein Indiz für das Vorhandensein von Wasser.

Aufgrund des sich bei Einbindung der geplanten Bauwerke in die bindigen Moränensedimente ergebenden „Wannen“-Effekts ist der **Bemessungswasserstand**, gemäß dem Merkblatt BWK-M8 [6], auf das **Niveau der Geländeoberkante** festzusetzen.

5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach dem DWA-A 138

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss im Stande sein, die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen zu können.

Die Versickerung des Niederschlags kann entweder direkt erfolgen oder über eine ausreichend dimensionierte Sickeranlage, die dem Untergrund durch verzögerte Versickerung die Niederschlagsmengen in Trockenperioden zuführt.

Nach dem DWA-A 138 [7] sind Böden zur Versickerung geeignet, deren Wasserdurchlässigkeit zwischen $k_f = 1{,}0 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1{,}0 \times 10^{-6}$ m/s liegt.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f << 1{,}0 \times 10^{-6}$ m/s ist eine Regenwasserbeseitigung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abgeleitet werden müssen.

Die Korngrößenanalyse im Labor ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 3{,}4 \times 10^{-7}$ m/s für den Moränenkies. Mit dem Sickerversuch in den Moränenkies in der Schürfgrube SG 3/23 konnte ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 7{,}39 \times 10^{-7}$ m/s ermittelt werden.

Gemäß dem DWA-A 138 [7], Anhang B „Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit“, sind die im Labor bestimmten Durchlässigkeitsbeiwerte für die Bemessung von Versickerungsanlagen mit dem Korrekturfaktor 0,2 zu multiplizieren. Für Feldversuche beträgt der Korrekturfaktor 2,0. Somit verringert sich der Laborwert aus der Tabelle 4 auf $k_f = 6{,}8 \times 10^{-8}$ m/s. Der Feldwert aus der Tabelle 5 erhöht sich dadurch auf $k_f = 1{,}48 \times 10^{-6}$ m/s.

Der Moränenkies stellt somit einen Grenzfall bzgl. des Durchlässigkeitskriteriums dar. Die Grundmoräne und der Verwitterungslehm weisen aus Erfahrung noch geringere Durchlässigkeitsbeiwerte auf.

Aufgrund des linsenartigen, nicht zusammenhängenden Vorkommens des Moränenkieses ist der unterirdische Abfluss von Sickerwasser nicht sichergestellt. Zudem besteht bei dem Boden angesichts des feinkornreichen Umgebungsgesteins die Gefahr des allmählichen Zusetzens („Zuschlämmens“) durch Feinkorneintrag, was eine Herabsetzung der Durchlässigkeit zur Folge hat. **Daher wird von einer Versickerung von Niederschlagswasser abgeraten.**

Sollte dennoch eine Versickerung geplant werden, so empfiehlt es sich, die tatsächliche Versickerungsleistung am Standort der geplanten Einrichtung anhand eines Sickerversuches im Baggerschurf nochmals bestätigen zu lassen.

Alle weiteren Planungen bzgl. der Entwässerung von Bauwerken im Erschließungsgebiet sind grundsätzlich mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

6 Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen

6.1 Erschließungsmaßnahme und Baugrundsituation

In und auf der Gemarkung Weingarten soll das Baugebiet „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“ für eine Bebauung mit Ein- und Mehrfamilienhäusern erschlossen werden. Das Erschließungsgebiet umfasst die Flst. Nr. 787/4, 787/5 und 798 mit einer Gesamtfläche von rd. 1,0 ha.

Genaue Angaben zur geplanten Bauausführung der einzelnen Wohnbebauungen (unterkellert / nicht unterkellert) sowie zu den aus den Bauwerken auf den Untergrund einwirkenden Bauwerkslasten lagen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden geotechnischen Berichts nicht vor. In den folgenden Erläuterungen wird daher allgemein auf die Bebaubarkeit des Baugebietes eingegangen.

Des Weiteren wird auf die für die Erschließung notwendige Anlegung der Ver- und Entsorgungseinrichtungen (Wasserversorgungsleitungen, Abwasserkanäle usw.) und Verkehrsflächen (Erschließungsstraßen) Bezug genommen.

Grundlage der Baugrundbeurteilung sind die beschriebenen geotechnischen Aufschlussergebnisse. Mit den punktuellen Aufschlüssen wurde eine im Vergleich zum gesamten Erweiterungsgebiet nur relativ kleine Fläche direkt untersucht und die daraus gewonnenen Erkenntnisse auf die Gesamtfläche übertragen. Die Verhältnisse auf den einzelnen Baugrundstücken können von dieser Interpretation und Interpolation jedoch abweichen.

Es wird daher empfohlen, ergänzende standort- und objektspezifische Baugrunduntersuchungen an den einzelnen Bauplätzen durchzuführen, um jeweils ein auf das jeweilige Bauvorhaben abgestimmtes Gründungskonzept ausarbeiten zu können.

Das für die Erschließungsmaßnahme entwickelte Baugrundmodell ist in der Anlage 2 dargestellt und die Schichtenabfolge im Projektgebiet in Kapitel 3.1 im Detail beschrieben.

Diese beginnt mit einem dunkelbraun gefärbten Mutterboden. Im Liegenden des obersten, organischen Bodenhorizonts schließt sich ein überwiegend rotbraun bis braun gefärbter Verwitterungslehm an. Darauf folgt eine vorwiegend hellbraun bis grau gefärbte Grundmoräne in einem aufgeweichten Zustand, die aufgrund einer lokal fehlenden Verwitterungsdecke den Oberboden teilweise direkt unterlagert.

In Tiefen zwischen 0,90 m und 2,40 m u. GOK geht die Grundmoräne in eine steife bis halbfeste Zustandsform über und stellt somit das gut tragfähige Gründungssubstrat im Baugebiet dar. Jedoch liegt die Grundmoräne oftmals auch noch in größerer Tiefe lediglich in weicher bis steifer Zustandsform vor.

6.2 Gründungsempfehlung

Da derzeit keine Bauwerkspläne zur geplanten Wohnbebauung des Erschließungsgebietes vorliegen, wird im Folgenden allgemein auf die Bauwerksgründung für Gebäude mit und ohne Unterkellerung eingegangen.

6.2.1 Wohngebäude ohne Unterkellerung

Für diesen Abschnitt wird angenommen, dass die Gründungssohle mit dem Urgelände identisch ist bzw. teilweise darüber zu liegen kommt. Angesichts der somit erforderlichen Geländeaufschüttung wird empfohlen, das Gründungskonzept **nicht unterkellerter Bauwerke** auf eine **elastisch gebettete Bodenplatte** auszulegen, die auf einem qualifizierten Geländeauftrag bzw. Bodenersatzkörper von **mind. 0,80 m** Mächtigkeit abgesetzt wird. Der Mutterboden ist zu Beginn der jeweiligen Baumaßnahme flächig abzutragen.

Als **Schüttmaterial** für den Bodenaustausch bzw. die Geländeanfüllung ist ein kornabgestufter, hochverdichtbarer Kies (z. B. FSK 0/45) mit einem Feinkornanteil < 5 % einzubringen. Das lastverteilende Polster ist dabei am Plattenrand so breit auszubilden, dass sich dort ein Lastausbreitungswinkel von 45° einstellen kann. Das mit einem Trennvlies (GRK 4) zu unterlegende Gründungspolster ist in Schüttlagen von d ≤ 0,3 m einzubauen und in kreuzweisen Übergängen auf mind. 98 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Sollte das Erdplanum in den lehmig-bindigen Böden nach seiner Freilegung in einem aufgeweichten Zustand vorliegen, ist ggf. vorab eine ca. 0,10 m bis 0,20 m starke Grobkornlage (z. B. Bruchkorn, 32/63- oder 60/80-Körnung) zu dessen Stabilisierung statisch in den Untergrund einzuwalken. Die Notwendigkeit einer Grobkornlage ist vom Gutachter im Zuge der geologischen Sohlabnahme festzulegen.

Der fachgerechte Einbau des Kiespolsters ist anhand statischer oder dynamischer Lastplattendruckversuche (Anforderungen: $E_{v2} \geq 80$ MN/m² und $E_{v2}/E_{v1} \leq 2{,}5$ oder $E_{vd} \geq 40$ MN/m^2) nachzuweisen. Auf Nachfrage kann die Einbaukontrolle durch die Fa. BauGrund Süd vorgenommen werden.

Zur Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte für ein Wohngebäude ohne Untergeschoss, die wie oben beschrieben hergestellt wird, kann ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

$$\mathbf{k_s = 2 - 5\ MN/m^3}$$

abgeschätzt werden.

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen, der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf der o. g. Bodenplatte nach Vorlage von Lasten- und Ausführungsplänen anhand einer detaillierten

Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Die Berechnung des Bettungsmoduls kann auf Wunsch seitens der Fa. BauGrund Süd übernommen werden.

Alternativ zur Bodenplatte kann die Gründung nicht unterkellerter Wohnhäuser auch über **Einzelfundamente**, die ggf. mittels Magerbetonplomben einheitlich bis in die Grundmoräne in mind. steifer Konsistenz tiefer geführt werden, erfolgen. Dazu sind die Verwitterungsdecke und die weichen Moränenablagerungen, nach dem Abtrag des Mutterbodens, vollständig mit den Gründungselementen zu durchstoßen.

Für die Zeit der Gründungsmaßnahmen kann davon ausgegangen werden, dass die Fundamentvertiefungen in den wasserungesättigten Böden kurzfristig senkrecht, unter 90°, standfest bleiben. Der Aufenthalt von Personen in den ausgehobenen Fundamentgruben ist jedoch zu untersagen.

Zur Vorbemessung von Fundamenten, die in der Grundmoräne in mind. steifer Konsistenz und in frostsicherer Tiefe von mind. 1,00 m u. GOK (**Frosteinwirkungszone II**) abgesetzt werden, empfehlen wir die Bemessungswerte in der Tabelle 9 gemäß DIN 1054 [8], Tabelle A 6.7. Die auf der Grundlage der Tabelle 9 bemessenen Fundamente können bei mittiger Belastung zu Setzungen in der Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen.

Tabelle 9: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf tonig-schluffigem Boden (UM, TL, TM nach DIN 18196) mit Breiten b bzw. b‘ von 0,50 m bis 2,00 m

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m²]		
	mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,50	170	240	390
1,00	200	290	450
1,50	220	350	500
2,00	250	390	560
mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m²	120 bis 300	300 bis 700	> 700
ACHTUNG –– Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.			

Zur bauwerksspezifischen Auslegung der Fundamente ist eine detaillierte Grundbruch- und Setzungsberechnung nach Angabe der Bauwerkslasten im Rahmen einer objekt- und bauplatzbezogenen Baugrunderkundung durchzuführen. Auf Wunsch kann diese Leistung von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden. Es wird geraten, die Aufstandsebene der Fundamente geologisch abnehmen zu lassen.

Die Bodenplatte kann **freischwimmend** zwischen den Fundamenten auf einem mind. 0,60 m starken, vliesunterlegten Bodenersatzkörper abgesetzt werden. Als Einbaumaterial ist wiederum ein kornabgestufter, hochverdichtbarer Kies (z. B. FSK 0/45) mit einem Feinkornanteil < 5 % zu wählen.

Bzgl. der Wahl des Schüttmaterials, dessen lagenweise Einbau und Verdichtung sowie der Prüfung des Verdichtungserfolgs (Prüfkriterien: $E_{v2} \geq 80$ MN/m^2 und $E_{v2}/E_{v1} \leq 2{,}5$ oder $E_{vd} \geq 40$ MN/m^2) ist auf dieselbe Weise zu verfahren wie im Fall der elastisch gebetteten Bodenplatte zuvor geschildert.

6.2.2 Wohngebäude mit Unterkellerung

Für diesen Fall wird angenommen, dass die Gründungssohle 3,0 m unter dem Urgelände liegt. Damit wird sich die Sohle teilweise innerhalb der steifen bis halbfesten Grundmoräne, teilweise aber noch in deren weichen bis steifen Fazies befinden. Aufgrund der wechselnden Baugrundverhältnisse wird empfohlen, auch **unterkellerte Bauwerke** auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** zu gründen.

Stehen die Moränensedimente an der Gründungsebene flächig in mind. steifer Konsistenz an, genügt es vor der Herstellung der Bodenplatte, eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton aufzutragen. Wird die Bodenplatte innerhalb der weichen Grundmoräne abgesetzt, ist zuvor ein Bodenaustausch in einer Mindeststärke von **mind. 0,60 m** vorzunehmen.

Geht der Boden bereits in geringerer Tiefe in eine steife oder halbfeste Konsistenz über, kann der mit einem Geovlies (GRK 4) zu unterlegende Bodenersatzkörper bis auf diese Tiefenlage begrenzt werden. Dennoch ist eine Stärke von 0,30 m als Ausgleichschicht zur Schaffung eines einheitlichen Gründungssubstrats nicht zu unterschreiten. Die Ausgleichschicht kann ggf. als entsprechend verstärkte Magerbetonschicht ausgeführt werden.
Der Bodenersatzkörper, die Ausgleich- und Sauberkeitsschicht sind dabei stets bis zum Böschungsfuß auszubilden.

Ggf. ist auf Anordnung des Unterzeichners eine Grobkornlage zur Schaffung eines tragfähigen Arbeitsplanums statisch in den Untergrund einzudrücken. Die Notwendigkeit dieser Stabilisierungslage ist im Zuge der geologischen Abnahme der Baugrubensohle abschließend festzulegen.

Als **Schüttmaterial** ist ein kornabgestufter, hochverdichtbarer Kies (z. B. GW/GI) mit einem Feinkornanteil < 5 % zu wählen. Das lastverteilende Polster ist dabei am Plattenrand so breit auszubilden, dass sich dort ein Lastausbreitungswinkel von 45° einstellen kann. Der Einbau, die Verdichtung und deren Prüfung (Anforderungen: $E_{v2} \geq 80$ MN/m^2 und $E_{v2}/E_{v1} \leq 2{,}5$ oder $E_{vd} \geq 40$ MN/m^2) sind wie im Fall der nicht unterkellerten Bauwerke auszuführen.

Zur Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte für ein Wohngebäude mit Untergeschoss, die wie oben beschrieben hergestellt wird, kann in Abhängigkeit des Gründungssubstrats, ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

k_s = 5 - 10 MN/m³ (Grundmoräne in mind. steifer Konsistenz) und
k_s = 3 - 7 MN/m³ (Bodenersatzkörper oder Ausgleichschicht)

abgeschätzt werden.

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen, der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf der o. g. Bodenplatte nach Vorlage von Lasten- und Ausführungsplänen anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Die Berechnung des Bettungsmoduls kann auf Wunsch seitens der Fa. BauGrund Süd übernommen werden.

Sollte auch für die unterkellerten Bauwerke eine Gründung über Einzel- und Streifenfundamente, die in der Grundmoräne in mind. steifer Konsistenz aufsetzen, in Betracht gezogen werden, können die Bemessungswerte für den Sohlwiderstand ebenfalls der Tabelle 9 entnommen werden. Diese Gründungsvariante setzt allerdings die Möglichkeit und Zulässigkeit einer Drainage voraus.

6.3 Baugrube

Für nicht unterkellerte Wohngebäude ist eine Baugrube im eigentlichen Sinn nicht erforderlich. Für unterkellerte Bauwerke ist mitsamt Bodenersatzkörper und unter Berücksichtigung der mäßigen bis starken Hangneigung ein Aushub bis in eine Tiefe von 3,80 m und mehr notwendig. Lassen die Platzverhältnisse eine freie Böschung zu, kann diese in den anstehenden Verwitterungs- und Moränensedimenten unter max. 1:1 (45°) geböscht werden.

Bei einer Baugrubentiefe von mehr als 3,0 m wird die Anordnung einer mind. 1,5 m breiten Berme empfohlen. Für Baugruben mit einer Tiefe von mehr als 5,0 m ist ein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit zu führen. Dies gilt auch für den Fall, dass steiler geböscht wird als in diesem Bericht angegeben oder die Böschungen dauerhaft angelegt werden. Auf Wunsch kann diese Leistung durch die Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Es ist sicherzustellen, dass Fahrzeuge mit einem Gewicht von bis zu 12 t einen Mindestabstand von 1,0 m bzw. Fahrzeuge mit einem Gewicht zwischen 12 t und 40 t einen Mindestabstand von 2,0 m zur Böschungskrone einhalten.

Die Böschungen sind nach ihrer Freilegung umgehend mit windfest angebrachten Folien / Planen vor Erosionsvorgängen zu schützen. Evtl. austretendes Schichten- bzw. Hangzugwasser ist mittels Stützscheiben / Auflastfilter aus Einkornbeton zu fassen und gemeinsam mit anfallendem Tagwasser fachgerecht abzuleiten.

Bindet das Bauwerk in den Hang ein, wird es bei Böden mit hohem Wassersättigungsgrad für sinnvoll erachtet, wenige Meter hinter der und quer zur hangseitigen Böschungskrone einen Drainagegraben oder mehrere Drainagegräben hochgestaffelt anzulegen, um ggf. Schichten- bzw. Hangzugwasser vorzeitig abzufangen und -leiten zu können.

Sollten die örtlichen Gegebenheiten eine geböschte Baugrube gemäß den o. g. Angaben nicht ermöglichen, ist diese im Schutze eines Verbausystems auszuheben. Als kostengünstiges Verbausystem bietet sich hier ein Trägerbohlwandverbau (**Berliner Verbau**) an.

Die Bohlträger sind in vorgebohrte Löcher (Austauschbohrungen) zu stellen. Der zwischen Träger und Bohrlochwandung verbleibende Hohlraum ist mit Beton oder sonstigem, hydraulisch gebundenem Material bis zur Oberkante der Baugrubensohle zu verfüllen. Dabei darf der Bodenaushub dem Einbohlen nicht in einem unzulässigen Maß vorauseilen (Abschlagstiefe ist anhand der tatsächlichen Baugrubenbeschaffenheit zu wählen).

Die Ausfachung zwischen den Trägern kann in Form von Spritzbeton oder Holzbohlen erfolgen, wobei im Falle der Spritzbetonausfachung Drainageöffnungen vorzusehen sind. Die Ausfachung ist dabei so einzubringen, dass ein möglichst gleichmäßiges Anliegen am Erdreich sichergestellt ist.

Bei vorübergehend standfesten, nichtbindigen Böden darf der Einbau der Ausfachung höchstens um 0,5 m, bei mind. steifen, bindigen Böden höchstens um 1,0 m zurück sein. Bei wenig standfesten Böden, z. B. bei locker gelagerten oder gleichkörnigen (rolligen) Sand- und Kiesböden, kann es erforderlich sein, die Höhe der Abschachtung auf die Höhe der Einzelteile der Ausfachung zu beschränken.

Ob eine Verankerung des Verbaus notwendig ist, ist im Zuge der statischen Verbau-Vorbemessung zu klären. Das Einlegen von Verpresskörpern in Nachbargrundstücken bedarf jedoch der Zustimmung der jeweiligen Grundstückseigentümer.

Um die Bohlträger möglichst kurz zu halten und um ggf. eine Rückverankerung zu umgehen, kann der Verbau mit einem Vorabtrag kombiniert werden. Auch der Vorabtrag darf nicht steiler als unter 1:1 (45°) geböscht werden.

Der Verbau ist statisch zu bemessen. Es sei darauf hingewiesen, dass es sich beim Trägerbohlwandverbau um kein verformungsarmes Verbausystem handelt.

Auf Wunsch kann seitens der Fa. BauGrund Süd im Zuge der weiteren Entwurfs- und Ausführungsplanung ein Baugrubensicherungskonzept mit einer entsprechenden Verbau-Vorbemessung (Vorstatik) ausgearbeitet werden. Hierfür sind detaillierte Planunterlagen zu der geplanten Bebauung (Schnitt, Lageplan, etc.) vorzulegen.

Zur Vermeidung von Aufweichungen des Einbaumaterials und Erdplanums durch Tagwasser ist in den bindigen Böden ein leichtes Längs- und Quergefälle auf Höhe der Aushubsohle zu einer Ringdrainage hin vorzusehen. Freigelegte Sohlflächen sind unmittelbar nach Erreichen der finalen Aushubsohle mit einer Schutzschicht aus Magerbeton zu überziehen. Alternativ kann es sinnvoll sein, eine gewisse Aushubrestmächtigkeit bis unmittelbar vor dem Einbau des Bodenersatzkörpers zu belassen.

Zur Trockenhaltung einer Baugrube wird eine offene Wasserhaltung, die anfallendes Tagwasser über Drainagegräben und Pumpensümpfe abführt, für ausreichend befunden.

6.4 Entwässerung / Trockenhaltung Gebäude

Die erdberührten Bauteile sowohl nicht unterkellerter als auch unterkellerter Wohngebäude sind nach den Vorgaben der **DIN 18533-1 [11], Klasse W1.2-E** (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung) in Verbindung mit einem dauerhaft funktionsfähigen, rückstaufreien Drainagesystem nach DIN 4095 abzudichten.
Dies setzt allerdings die Genehmigung der zuständigen Fachbehörde voraus, das Drainagewasser in die öffentliche Kanalisation einleiten lassen zu dürfen und können.

Sollte das ausgearbeitete Drainagekonzept nicht genehmigt werden, sind die erdberührten Bauteile nach **DIN 18533-1 [11], Klasse W2-E** gegen drückendes Wasser abzudichten. Alternativ sind diese nach der „WU-Richtlinie“ (Prinzip „Weiße Wanne“) herzustellen.

Bei nicht unterkellerten Bauwerken ist eine Reduktion der Abdichtungsmaßnahmen auf die Richtlinien der **DIN 18533-1 [11], Klasse W1.1-E** (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden) möglich. Voraussetzung dafür ist, dass sich die unterste Abdichtungsebene **mind. 0,5 m oberhalb des Bemessungswasserspiegels** (hier: Geländeoberkante) auf stark durchlässigem Baugrund oder Bodenaustausch (**$k_f \geq 10^{-4}$ m/s**) befindet.
Diese Bedingungen können als erfüllt gelten, wenn der qualifiziert hergestellte Bodenersatzkörper, wie in Kapitel 6.2.1 beschrieben, zumindest teilweise als Geländeauftrag hergestellt wird und ein seitliches Abfließen von Wasser somit jederzeit gewährleistet ist.

6.5 Kanalbau

Die Sohle der Kanalgräben wird im Folgenden in einer Tiefe zwischen 2,0 m und 4,0 m u. GOK angenommen. Beim vorzunehmenden Grabenaushub sind die Ausführungen der DIN 4124 [9] bzw. die Angaben im Kapitel 6.3 und der DIN EN 1610 [12] einzuhalten.

Bei einer Gründung des Kanalsystems in der Grundmoräne in mind. steifer Zustandsform kann die Rohrbettung, nach dem Auftrag einer Sauberkeitsschicht aus Magerbeton, direkt auf dem gewachsenen Grund eingebracht werden. Liegt die Grabensohle noch in der Verwitterungsdecke oder in den weichen bis steifen Moränensedimenten, ist ein Bodenersatzkörper aus einem hochverdichtbaren Kies-Sand-Gemisch (V1) mit einer Mindestmächtigkeit von 0,30 m oder bis zur oberen Schichtgrenze der mind. steifen Grundmoräne qualifiziert einzubauen. Der Kieskoffer ist mit einem Trennvlies (GRK 3) zu unterlegen. Sofern die Böden in einem aufgeweichten Zustand vorliegen, ist zur Stabilisierung der Aushubsohle eine Grobkornlage vorab statisch einzuwalken.

Alternativ zur freien Böschung der Baugruben bietet sich im Fall der Rohrgräben weitestgehend die Verwendung von großflächigen Verbauplatten, ein Kammerdielen- oder Gleitschienenverbau an, welche vom Hersteller statisch nachzuweisen sind.

Es ist davon auszugehen, dass der anstehende Boden vorübergehend standfest ist, um einen Grabenverbau im Voraushub einzubringen.

Wie in der Baugrundbeschreibung in Kapitel 3.1 bereits angesprochen, handelt es sich bei den bindigen Verwitterungs- und Moränensedimenten um frost- und witterungsempfindliche Böden. Daher sollten die Kanalsohlen nur bei frostfreier, trockener Witterung freigelegt werden. Je nach Fortschritt der Arbeiten ist eine gewisse Restmächtigkeit als Schutzschicht vor dem Endabtrag zu belassen. Die Grabensohle in den lehmigen Böden ist mit einem Glattlöffel abzuziehen.

Um eine Drainagewirkung der Kanaltrasse und Aufweichungsprozesse des Erdplanums zu vermeiden, sind abschnittsweise sog. Lehmschläge vorzusehen und die Kanalgrabensohle mit Magerbeton zu versiegeln.

Unter Berücksichtigung der Aushubentlastung ergeben sich aus den Kanalbauwerkslasten keine nennenswerten, setzungsrelevanten Zusatzlasten.

Die Ausführung des Rohrauflagers kann aus einem kornabgestuften Sand-Kies- oder Sand-Splitt-Gemisch hergestellt werden. Die Stärke (S) des Auflagers richtet sich nach dem vorgesehenen Kanalrohrdurchmesser (S = 100 mm + 1/10 x Nennweite des Kanalrohres).

Im Bereich der Leitungszone ist generell ein gut verdichtbares Ersatzmaterial (V1) zu schütten und auf 97 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. In der Hauptverfüllzone ist, je nach Verfüllmaterial, eine Verdichtung auf 95 % bis 98 % der Proctordichte zu erreichen. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung zu prüfen und nachzuweisen (dynamische und statische Plattendruckversuche / Rammsondierungen / Dichtebestimmung im Feld).

Der anfallende Aushub aus dem Verwitterungslehm, der Grundmoräne oder des Moränenkieses kann für eine Verfüllung des Rohrgrabens nicht herangezogen werden, da dieser nicht ausreichend verdichtbar (V3) ist. Alternativ kann als Ersatz- und Verfüllmaterial auch jedes verdichtbare, inerte Mineralgemisch, z. B. ein Sand-Kies- oder Sand-Splitt-Schotter-Gemisch, eingebaut werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das bindige, nicht organische Aushubmaterial mittels Kalk-Zement zu stabilisieren bzw. zu konditionieren. Vorbehaltlich ergänzender bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Mischbindemittel (z. B. Dorosol C30) mit einer Zugabemenge von 2 - 8 Gew.-% ausgegangen werden. Art und Zugabemenge des Bindemittels sind in Labor- und Feldversuchen genauer zu bestimmen. Auf Anfrage können diese Versuche durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Weiterhin gilt, dass eine Konditionierung mittels Kalk-Zement nur in frostfreien Perioden erfolgen kann. Der Ausgangswassergehalt des zu verbessernden Bodenmaterials kann sich durch Niederschlagsereignisse deutlich erhöhen. Dies hat zur Folge, dass entweder die Zugabemenge erhöht oder das Additiv gewechselt werden muss.

Bei der Ausführung einer qualifizierten Bodenverbesserung (Kalk-Zement-Stabilisierung) ist gemäß der ZTV E-StB 17 anzumerken, dass ein Prüfwert von $E_{v2} \geq 70$ MN/m² an deren Oberkante (OK Planum Bodenverbesserung) einzuhalten ist.

Bei der Gründung der Schachtbauwerke ist gleichermaßen zu verfahren.

Aufgrund der anstehenden Schichtenabfolge ist nur mit geringen Schichten- bzw. Hangwasserzutritten zu rechnen, so dass zur Trockenhaltung des Rohrgrabens eine offene Wasserhaltung ausreichend ist.

6.6 Verkehrsflächen / Außenanlagen

Den vorliegenden Planunterlagen [1][2] zufolge ist eine rd. 100 m lange Stichstraße zur Erschließung des Neubaugebiets geplant. Die Straße zweigt auf Höhe des Flst. Nr. 787/5 von der Köpfinger Straße in südliche Richtung mit einer Querschnittsbreite von 5,50 m ab und verengt sich zum Ausgang einer S-förmigen Kurve hin bis auf 5,00 m. Ab dort verläuft die Erschließungsstraße in etwa östliche Richtung und in 24 m bis 20 m Entfernung längs zur Köpfinger Straße und endet nach rd. 66 m.

Angaben zur Gradiente der Verkehrsflächen liegen nicht vor, so dass davon ausgegangen wird, dass sich diese in etwa auf Höhe des Urgeländes befinden wird.
Für die Herstellung des Straßenaufbaus wird die RStO 12 [13] zu Grunde gelegt.

Der Mutterboden ist generell nicht als Erdplanum für den Straßenbau geeignet und daher zu Beginn der Straßenbauarbeiten vollständig abzutragen. Beim Verwitterungslehm und der weichen bis steifen Grundmoräne handelt es sich um Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3.

Die Erschließungsstraße wird der **Belastungsklasse Bk0,3** (Wohnstraße) gemäß der RStO 12 [13] zugeordnet. Nach den getroffenen Annahmen in Bezug auf das Niveau der Verkehrsoberflächen kommt deren Erdplanum innerhalb des Verwitterungslehms oder der aufgeweichten Grundmoräne zu liegen. Somit muss die Mächtigkeit des frostsicheren Oberbaus, ohne Zu- und Abschläge, mind. 0,50 m betragen (RStO 12 [13], Tabelle 6).

Nach dem Bild 6 der RStO 12 [13] ist der zu bewertende Standort der Frosteinwirkungszone II zuzuordnen. Daher wird für die Mächtigkeit des Oberbaus ein Aufschlag von 0,05 m fällig (RStO 12 [13], Tabelle 7). Demnach ist ein frostsicherer Oberbau von insgesamt **mind. 0,55 m** Mächtigkeit vorzusehen.

Es ist davon auszugehen, dass das Erdplanum im Verwitterungslehm und in der weichen bis steifen Grundmoräne den geforderten Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² für den weiteren, frostsicheren Aufbau nicht erfüllen wird. Daher ist ein **mind. 0,40 m** mächtiger Bodenaustausch vorzunehmen.

Als **Bodenersatzkörper** ist ein kornabgestufter, hochverdichtbarer Kies (z. B. FSK 0/45) mit einem Feinkornanteil < 5 % einzubringen.

Das mit einem Geovlies (GRK 3) zu unterlegende Kiespolster ist in Schüttlagen von d ≤ 0,30 m einzubauen und lagenweise zu verdichten.
Zur Schaffung eines tragfähigen Arbeitsplanums ist ggf. zuvor eine Grobkornlage statisch in den Untergrund einzudrücken.

Die ausreichende Verdichtung ist mittels Lastplattendruckversuchen (Anforderung: $E_{v2} \geq 45$ MN/m^2) nachzuweisen. Diese Prüfung kann auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Als **Alternative** zu einem Bodenaustausch kann auch eine **Stabilisierung bzw. Konditionierung des weichen Bodens mittels Kalk-Zement** in Betracht gezogen werden. Dabei darf eine Frästiefe von t = 0,40 m nicht unterschritten werden.

Wie bereits bei der Kanalgrabenverfüllung in Kapitel 6.5 erwähnt, sind Art und Zugabemenge durch Eignungsprüfungen im Labor und Feld zu ermitteln, die auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd ausgeführt werden können.

Aufgrund der möglichen Staubentwicklung beim Einfräsen des Additivs ist ggf. ein staubarmes Bindemittel zu wählen. Ferner gilt es bei einer Kalk-Zement-Stabilisierung zu beachten, dass unter den Verkehrsflächen verlegte Leitungen bei späteren Revisionsarbeiten nur mit erhöhtem technischem Aufwand wieder erreicht werden können.

Auf dem verbesserten Erdplanum kann anschließend der eigentliche frostsichere Straßenaufbau gemäß der RStO 12 [13] beginnen. Die Tragschichtausbildung ist gemäß den Zentralen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien (ZTV) im Straßenbau (ZTV T StB 95, ZTV SoB-StB 20, ZTV Beton-StB 07) auszuführen.

7 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die o. g. Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können aufgrund der Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Die in den Rammsondierungen dargestellten Schichtgrenzen sind als Interpretation zu sehen. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. **Es wird deshalb empfohlen, die Gründungssohlen bzw. das Erdplanum durch den Unterzeichner des Berichts abnehmen zu lassen.**

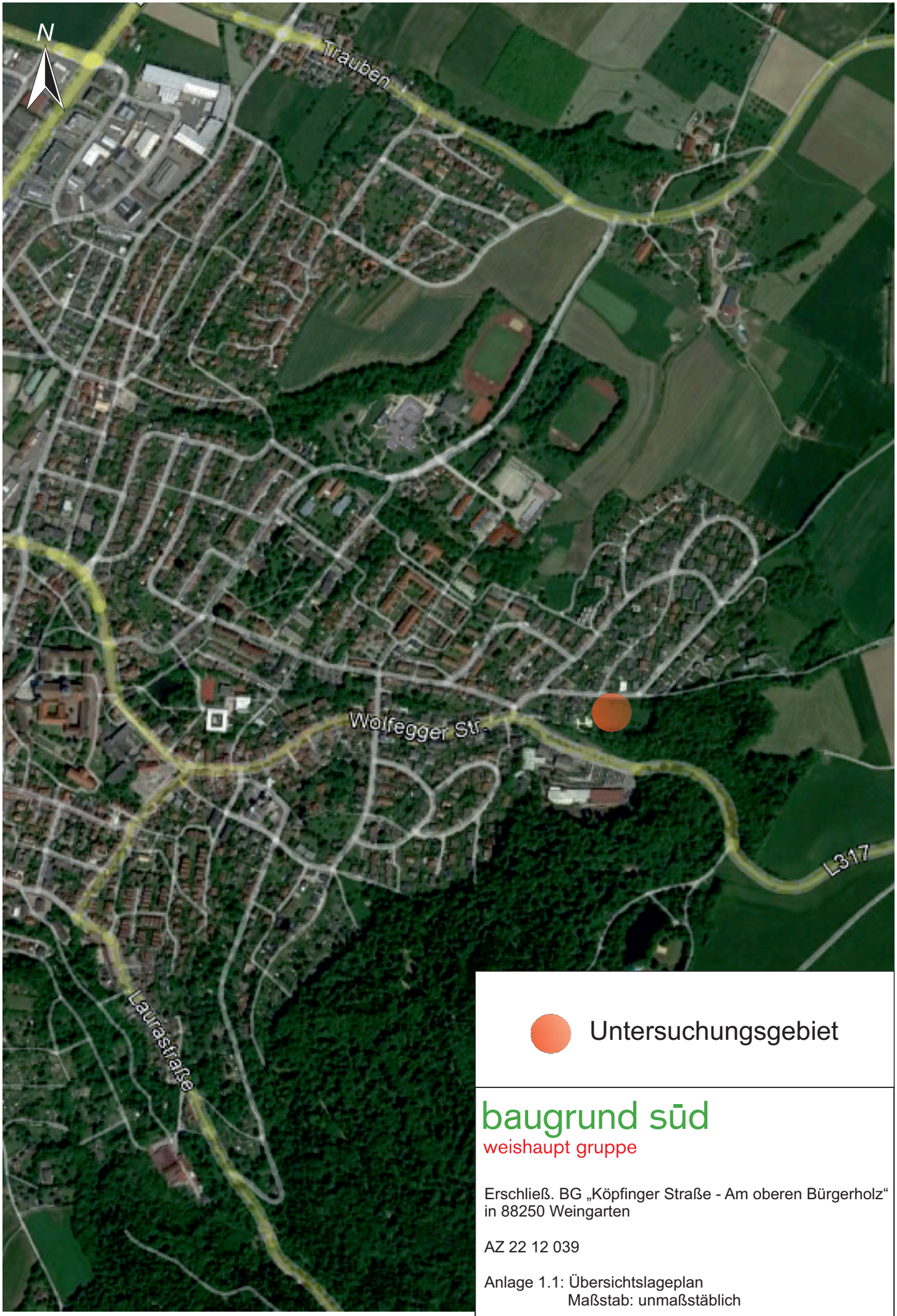
Standort- und objektspezifische Baugrunduntersuchungen, Verdichtungsprüfungen, z. B. eines Bodenersatzkörpers oder einer Kanalgrabenverfüllung, sowie Labor- und Feldversuche zu Bodenverbesserungsmaßnahmen mit Kalk-Zement können auf Wunsch und Nachfrage durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Der vorliegende geotechnische Bericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes vorliegenden Planungsstand. Weitere Ausführungen der Planung sind ggf. mit den Gutachtern abzustimmen. Ggf. sind weitere Aufschlüsse bzw. Berechnungen erforderlich, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Planungsstand bzw. der Ausführungsplanung gegenüber bestätigen zu können.

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Alois Jäger
Geschäftsführer

Rainer Schumacher
M.Sc.-Geol.



Untersuchungsgebiet

baugrund süd
weishaupt gruppe

Erschließ. BG „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“
in 88250 Weingarten

AZ 22 12 039

Anlage 1.1: Übersichtslageplan
Maßstab: unmaßstäblich

baugrund süd
weishaupt gruppe

Erschließ. BG „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“
in 88250 Weingarten

AZ 22 12 039, Stand 21.02.2023

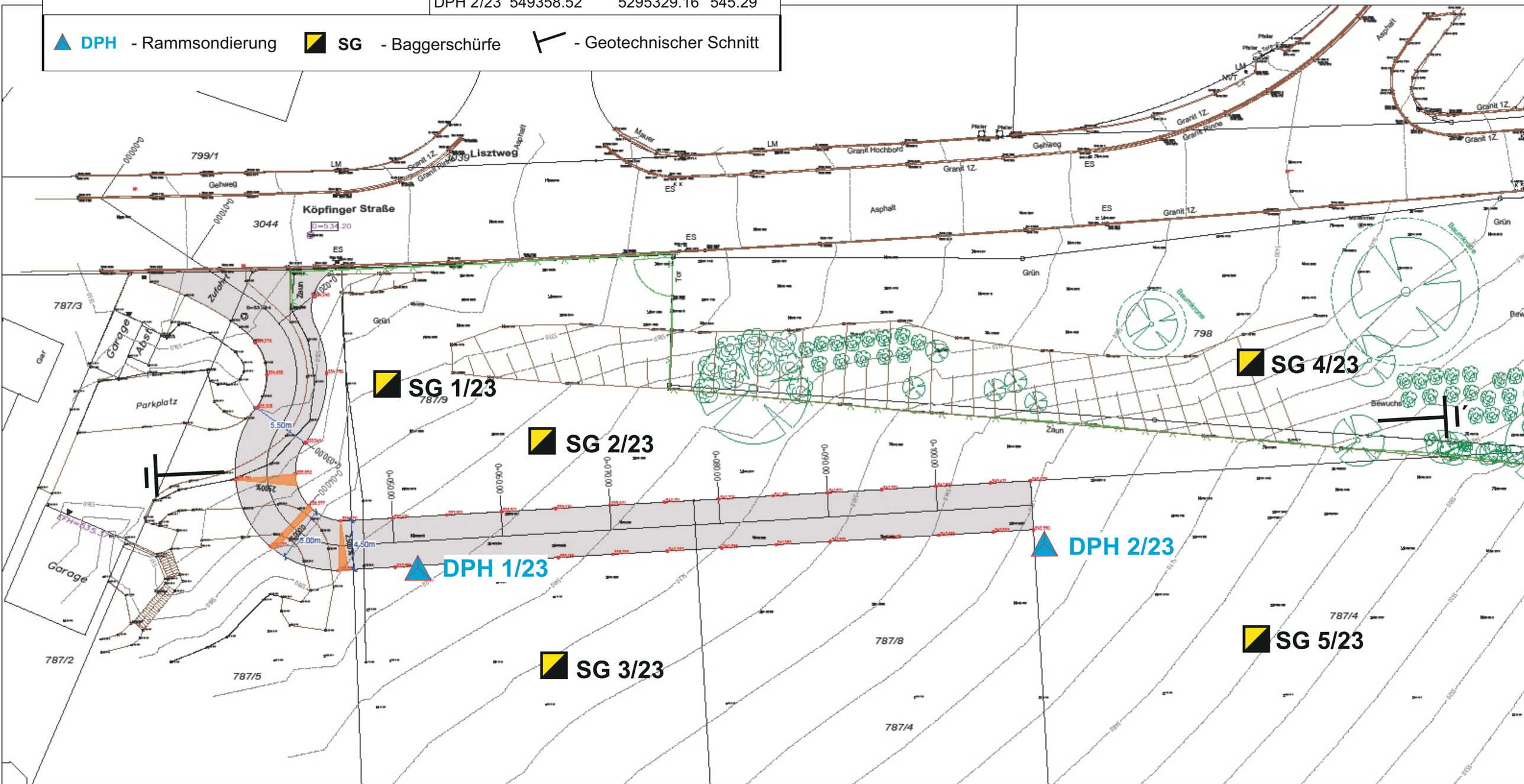
Anlage 1.2: Lageplan mit Untersuchungspunkten
Maßstab: unmaßstäblich

UTM-Koordinaten (Zone 32)

Pkt.	Rechtswert	Hochwert	Höhe m ü. NHN
SG 1/23	549298.52	5295343.78	536.95
SG 2/23	549312.53	5295338.77	539.44
SG 3/23	549313.73	5295318.09	542.07
SG 4/23	549377.32	5295345.77	543.64
SG 5/23	549377.88	5295320.52	548.74
DPH 1/23	549301.29	5295326.99	539.67
DPH 2/23	549358.52	5295329.16	545.29

N

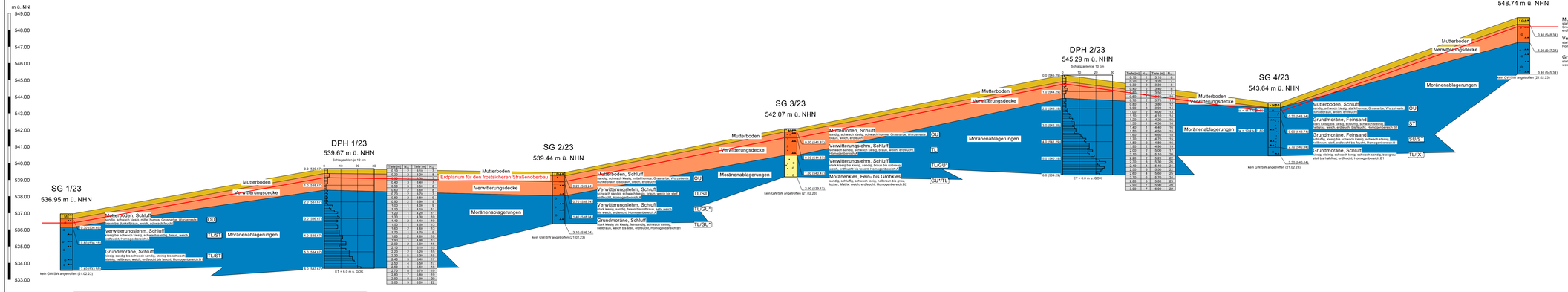
DPH - Rammsondierung SG - Baggerschürfe - Geotechnischer Schnitt



baugrund süd weishaupt gruppe Zeppelinstraße 19 88410 Bad Wurzach	Erschließ. BG „Köpfinger Straße – Am oberen Bürgerholz" in 88250 Weingarten	AZ Anlage Nr.	22 12 039 2

Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

Maßstab d.H. 1:75, Maßstab d. L. unmaßstäblich



Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert.

Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.

Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

SG 1/23: 0,0 bis 3,4 m u. GOK

SG 2/23: 0,0 bis 3,1 m u. GOK

SG 3/23: 0,0 bis 2,9 m u. GOK

SG 4/23: 0,0 bis 3,2 m u. GOK

SG 5/23: 0,0 bis 3,4 m u. GOK

BauGrund Süd
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach
Tel.: 07564 - 93130

Bericht: AZ 22 12 039

Anlage: 4.1

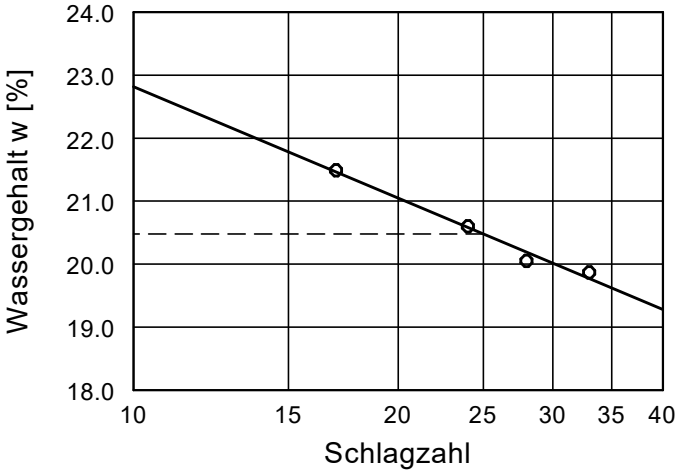
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Erschließ. BG „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“

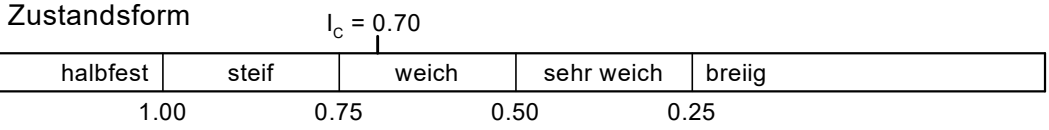
in 88250 Weingarten

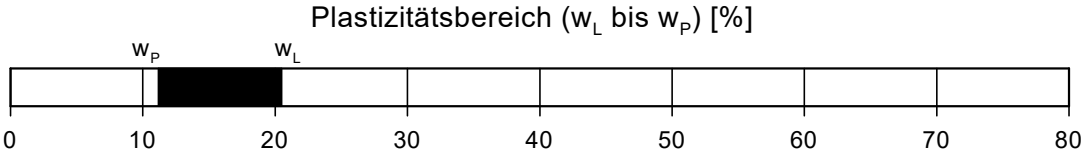
Bearbeiter: DSv Datum: 23.03.2023

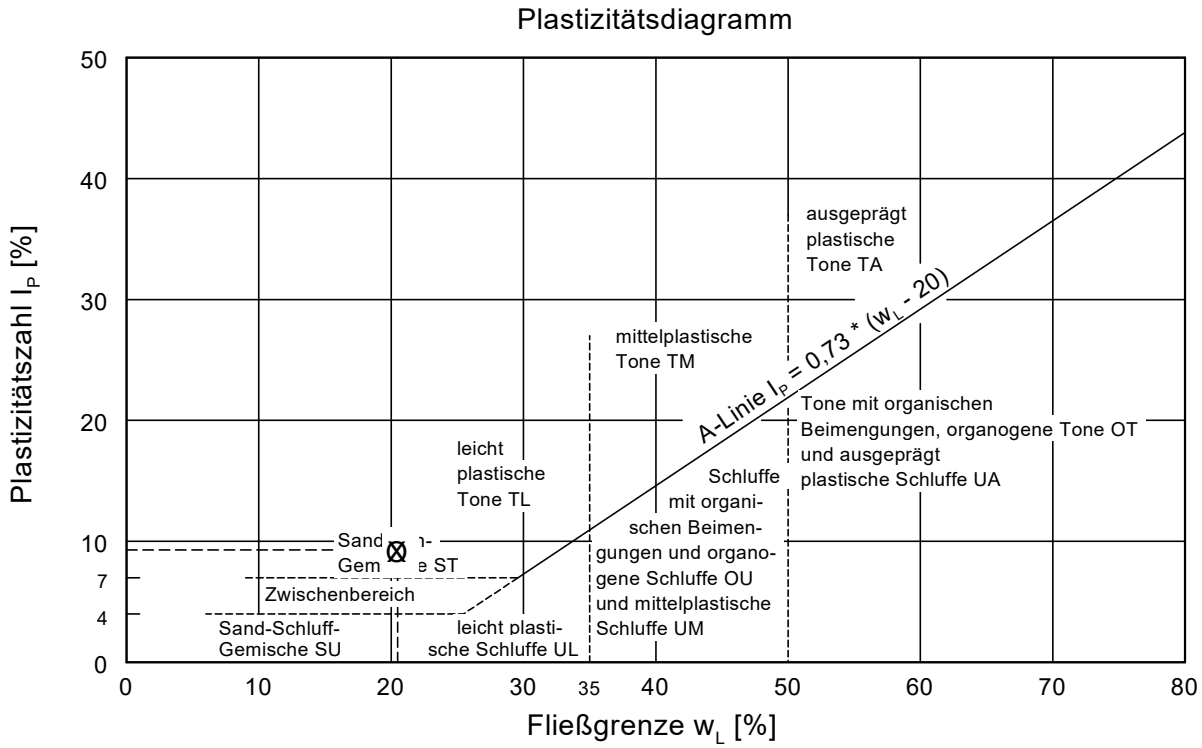
Prüfungsnummer: 1
Entnahmestelle: SG 4/23
Tiefe: 0,3 - 0,9 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: ST
Probe entnommen am: 21.02.2023



Wassergehalt w =	11.1 %
Fließgrenze w_L =	20.5 %
Ausrollgrenze w_P =	11.2 %
Plastizitätszahl I_P =	9.3 %
Konsistenzzahl I_C =	0.70
Anteil Überkorn ü =	24.1 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	2.0 %
Korr. Wassergehalt =	14.0 %







BauGrund Süd
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach
Tel.: 07564 - 93130

Bericht: AZ 22 12 039

Anlage: 4.2

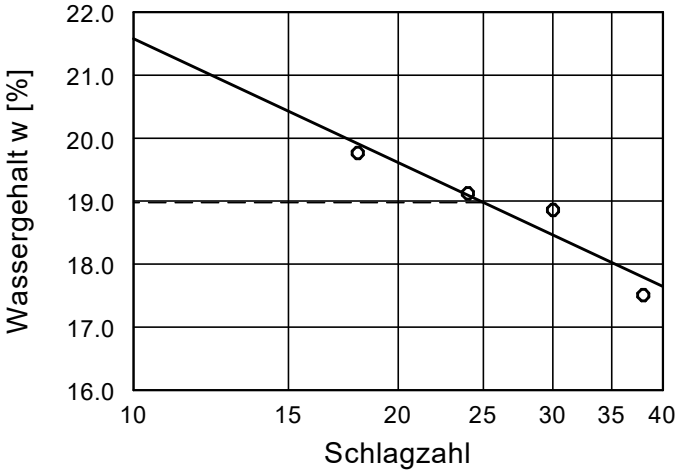
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Erschließ. BG „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“

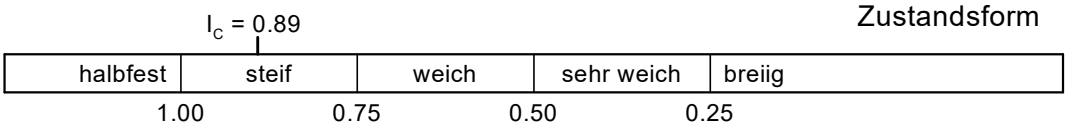
in 88250 Weingarten

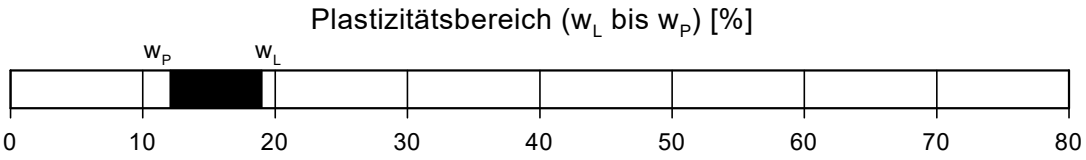
Bearbeiter: DSv Datum: 23.03.2023

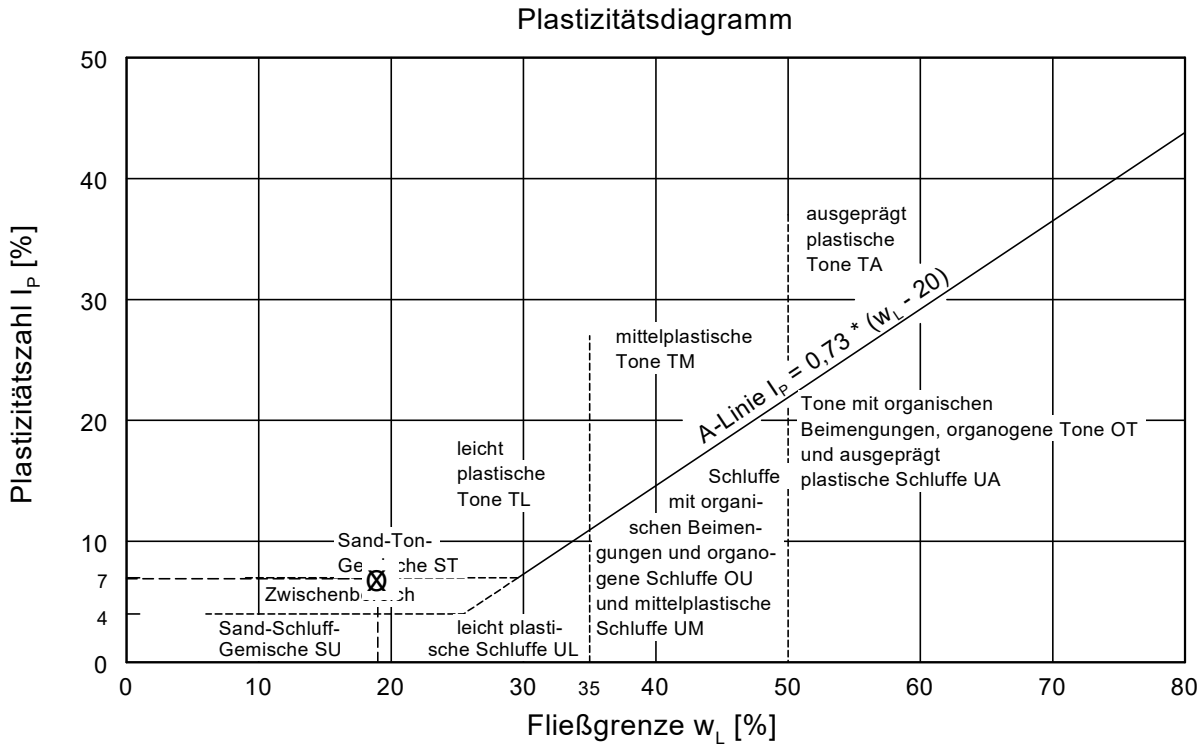
Prüfungsnummer: 2
Entnahmestelle: SG 4/23
Tiefe: 0,9 - 2,7 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: SU/ST
Probe entnommen am: 21.02.2023



Wassergehalt w =	10.4 %
Fließgrenze w_L =	19.0 %
Ausrollgrenze w_P =	12.1 %
Plastizitätszahl I_P =	6.9 %
Konsistenzzahl I_C =	0.89
Anteil Überkorn ü =	22.7 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	2.0 %
Korr. Wassergehalt =	12.8 %







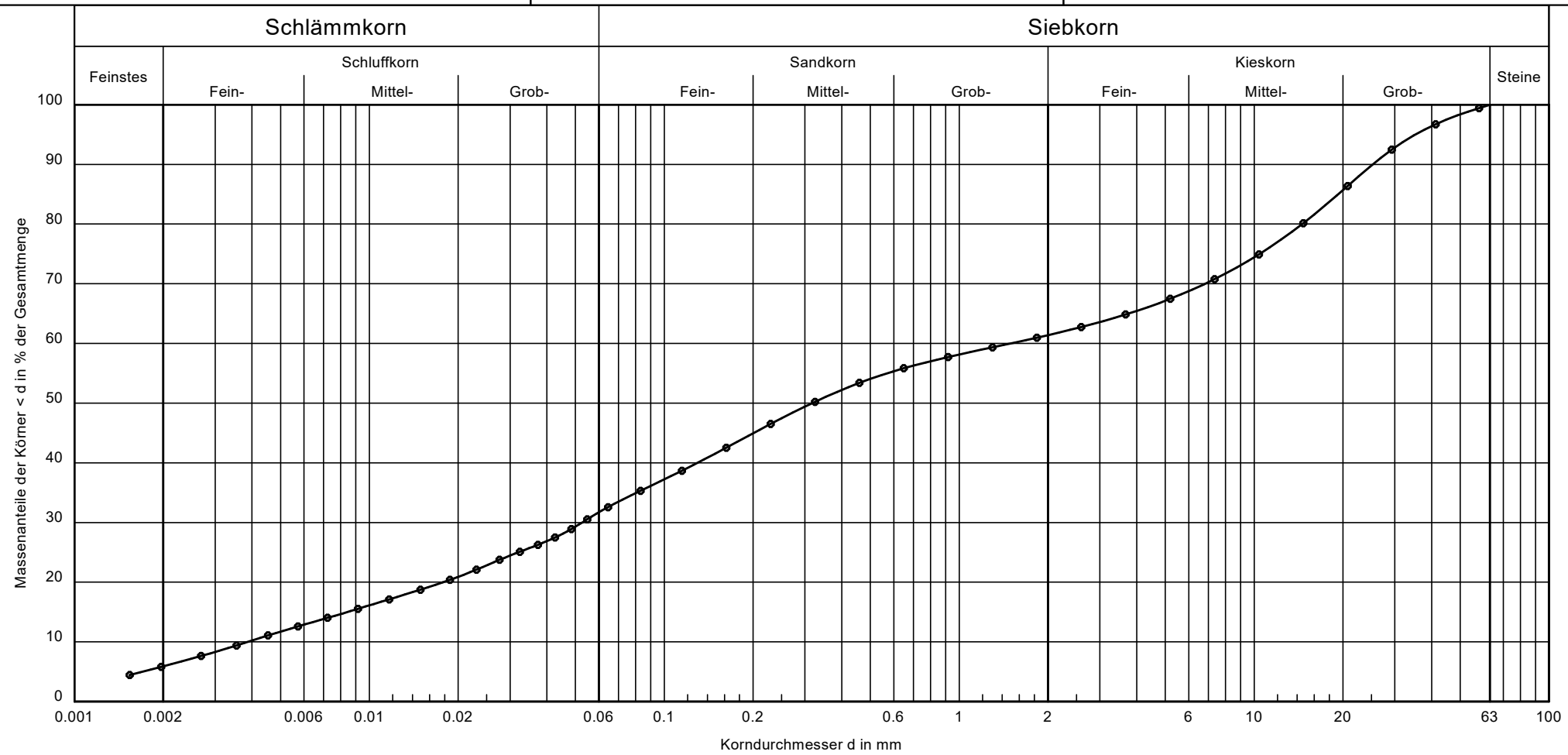
BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Bearbeiter: DSv Datum: 23.03.2023

Körnungslinie

Erschließ. BG „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“
in 88250 Weingarten

Prüfungsnummer: 1
Probe entnommen am: 21.02.2023
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebung und Schlämmung



Bezeichnung:	
Bodenart:	G, u, t', fs', ms', gs'
Entnahmestelle:	SG 3/23
Tiefe:	1,6 - 2,9 m
U/Cc:	385.8/0.5
k [m/s][USBR]:	$3.4 \cdot 10^{-7}$
T/U/S/G [%]:	5.9/26.4/29.1/38.6

Nach DIN 4022:
Kies, sandig (G, s, u, t')
schluffig, schwach tonig

Bericht:
AZ 22 12 039
Anlage:
4.3

baugrund süd
weishaupt gruppe

Sickerversuch (Schürfgrube)

Verfahren zur orientierenden Bestimmung der Gebirgsdurchlässigkeit
(nach: Empfehlung E 1-4 des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke"
der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.)

Projekt-Nr.: AZ 22 12 039
Projekt: Erschließ. BG „Köpfinger Straße – Am oberen Bürgerholz“
in 88250 Weingarten

Versuchsdaten Schurf

Versuch: SG 3/23 Versuchsdatum: 21.02.2023
Bodenart: Moränenkies: Fein- bis Grobkies, sandig, schluffig, schwach tonig

Länge =	**1,50**	**m**
Breite =	**0,60**	**m**
Tiefe Sohle =	**2,90**	**m**
Fläche Sohle =	**0,90**	**m²**
Bezugsradius =	**0,54**	**m**
Wasserhöhe bei Versuchsbeginn =	**0,50**	**m**
Wasserhöhe bei Versuchsende =	**0,49**	**m**

Nach Prinz:

$$k_f = \frac{2r \cdot \Delta h}{8 \cdot \Delta t \cdot h_m}$$

Versuchsauswertung

Zeit [s]	Δt [s]	Wasserstand [m ü. Sohle]	Δh [m]	h_m [m]	k_f [m/s]
0		0,50			
	3660		0,01	0,50	**7,39E-07**
3660		0,49			

Anlage 6

Erschließung des Baugebiets
„Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“
in 88250 Weingarten

AZ 22 12 039

Abfall- und bodenschutzrechtliche Stellungnahme

baugrund süd
weishaupt gruppe
Gesellschaft
für Bohr- und Geotechnik mbH

BauGrund Süd, Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach

Abfall- und bodenschutzrechtliche Stellungnahme

zur

Erschließung des Baugebietes „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“
in 88250 Weingarten

BV-Code:	BV 000 50332
Aktenzeichen:	AZ 22 12 039
Bauvorhaben:	Erschließung des Baugebietes „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“ 88250 Weingarten - Abfall- und bodenschutzrechtliche Vorbewertung -
Auftraggeber:	Stadt Weingarten Abteilung Stadtplanung und Bauordnung Kirchstraße 2 88250 Weingarten
Bearbeitung:	M.Sc.-Geol. Rainer Schumacher
Datum:	06.04.2023

Anlagen

1.1-3 Probenahme-Protokolle

2 Laboranalysebericht der BVU GmbH

Verwendete Unterlagen und Literatur

[1] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Ausfertigungsdatum 12.07.1999, Stand 2021

[2] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden - Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007- AZ .: 25-8980.08M20 Land/3

1 Vorgang

In Weingarten im Landkreis Ravensburg soll das Baugebiet „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“ für eine Wohnbebauung erschlossen werden.

Die geologische sowie hydrologische Beschaffenheit des Baugrundes ist im geotechnischen Bericht der Fa. BauGrund Süd dargestellt, welchem die vorliegende Stellungnahme als separate Anlage beigelegt ist.

Zur Feststellung eventueller Schadstoffgehalte der anstehenden Böden und der Abklärung der einzuhaltenden Entsorgungs- / Verwertungswege der bei den Erdbauarbeiten anfallenden Aushubmassen wurde auftragsgemäß eine stichpunktartige Beprobung und Analytik der erkundeten Bodenschichten durchgeführt.

Nachfolgend wird über die Ergebnisse der durchgeführten chemischen Analysen berichtet und die Bodenproben aus abfall- und bodenschutzrechtlicher Sicht bewertet.

2 Probenahme

Die Beprobung erfolgte manuell an dem gewonnenen Bodenmaterial der Schürfgruben SG 1-5/23. Im Zuge der Beprobung wurden Einzel- und Mischproben aus dem Mutterboden und dem darunter folgenden Verwitterungslehm entnommen bzw. erstellt.

Die Probenbezeichnung sowie die Herkunft und Entnahmetiefe der Proben sind in der Tabelle 1 dargestellt. Ebenso wurde in die Tabelle 1 der jeweilige Untersuchungsumfang für die ausgewählten Laborproben mitaufgenommen.

Tabelle 1: Probenbezeichnung, Entnahmestelle und -tiefe der Proben

Proben-bezeichnung	Entnahme-stelle	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Materialansprache	Analyse
BP1	SG 1/23 SG 2/23 SG 3/23 SG 5/23	0,00 - 0,30 0,00 - 0,20 0,00 - 0,20 0,00 - 0,40	Mutterboden Schluff, sandig, schwach kiesig, mittel humos, Grasnarbe, Wurzelreste	BBodSchV [1], Anhang 2, Tab. 4.1-2, Feststoff < 2 mm zzgl. Arsen
BP2	SG 4/23	0,00 - 0,30	Mutterboden Schluff, sandig, schwach kiesig, stark humos, Grasnarbe, Wurzelreste	
BP3	SG 1/23 SG 2/23 SG 3/23 SG 5/23	0,30 - 0,80 0,20 - 0,70 0,20 - 0,50 0,40 - 1,50	Verwitterungslehm Schluff, stark kiesig bis kiesig, sandig bis schwach sandig	VwV Boden BW [2], Tabelle 6-1, Feststoff < 2 mm + Eluat

Die Probenahme-Protokolle zu den entsprechenden Laborproben sind in den Anlagen 1.1-3 zu finden.

3 Analyseergebnisse / Bewertung

Die in der Tabelle 1 aufgeführten Proben wurden zur Analyse dem chemischen Labor der BVU GmbH in Markt Rettenbach übergeben.

In der Tabelle 2 sind die jeweiligen Laborproben mit Angabe eines abfall- und bodenschutzrechtlichen Bewertungsvorschlages aufgeführt, die sich nach den Vorsorgewerten der BBodSchV [1] sowie der VwV Boden BW [2] richtet. Die Analyseergebnisse finden sich im Detail in der Anlage 2.

Tabelle 2: Analyseergebnisse der Bodenproben

Proben-bezeichnung	Materialansprache	Boden-art	Vorsorgewerte nach der BBodSchV [1]	Verwertungskategorie nach VwV Boden BW [2]
BP1	Mutterboden Schluff, sandig, schwach kiesig, mittel humos, Grasnarbe, Wurzelreste	Lehm / Schluff	**eingehalten**	Z 0[1)]
BP2	Mutterboden Schluff, sandig, schwach kiesig, stark humos, Grasnarbe, Wurzelreste	Lehm / Schluff	**eingehalten**	Z 0[1)]
BP3	Verwitterungslehm Schluff, stark kiesig bis kiesig, sandig bis schwach sandig	Lehm / Schluff	-	**Z 0**

1) Einstufung anhand des Parameterumfangs der BBodSchV [1], Anhang 2, Tab. 4.1-2, Feststoff < 2 mm zzgl. Arsen

Wie der Tabelle 2 sowie dem detaillierten Analysebericht der Anlage 2 zu entnehmen ist, halten die Bodenproben BP1 und BP2 aus dem **Mutterboden** die Vorsorgewerte nach der BBodSchV [1] ein.

Die Mischprobe BP1 erfüllt das 70%-Kriterium nach derselben Verordnung jedoch nicht (BP1: Cr = 43 mg/kg), weswegen eine Verwertung auf ortsfremden, landwirtschaftlichen Flächen nicht ohne weiteres möglich ist. Bei der Einzelprobe BP2 hingegen liegt keine Verletzung des 70%-Kriteriums vor.

Die Mischprobe BP3 aus dem **Verwitterungslehm** überschreitet die Grenzwerte für eine Einstufung in die Verwertungskategorie Z 0 nicht. Damit ist eine uneingeschränkte Wiederverwertung nach den Vorgaben der VwV Boden BW [2] möglich.

Die Einstufung der Proben des Mutterbodens in die Verwertungskategorie Z 0 nach der VwV Boden BW [2] dient lediglich als Orientierung, da organische bzw. humose Böden einer möglichst hochwertigen Verwertung als Oberboden zuzuführen sind.

4 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die o. g. Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können aufgrund der Heterogenität des Untergrundes bzw. des hier vorliegenden Untersuchungsrasters nicht ausgeschlossen werden.

Die vorgenommene abfall- und bodenschutzrechtliche Untersuchung stellt lediglich eine erste Bewertung für die im Probenahme-Protokoll genannten Ansatzstellen und Tiefenbereiche dar. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Zuge des Aushubs auch höher belastetes Material angetroffen wird. Sollte bei den Aushubarbeiten organoleptisch oder optisch auffälliges Bodenmaterial angetroffen werden, so ist dieses zu separieren und der Unterzeichner des vorliegenden Berichtes hinzuzuziehen.

Inwiefern ggf. eine direkte Abfuhr der auszuhebenden Böden ohne Zwischenlagerung erfolgen kann, ist im Vorfeld mit der annehmenden Stelle sowie der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.
Wird einer direkten Abfuhr des Materials nicht zugestimmt, so sind die Böden nach ihrer Zusammensetzung zu separieren und am Haufwerk gemäß LAGA PN 98 zu beproben. Die Probenahme kann von der Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Es ist darauf hinzuweisen, dass bei Baumaßnahmen mit einer zu bebauenden Fläche von mehr als 0,5 ha nach § 2 Abs. 3 LBodSchAG ein Bodenschutzkonzept und bei einer Aushubmenge von mehr als 500 m³ nach § 3 Abs. 4 LKreiWiG ein Abfallverwertungskonzept bei den zuständigen Behörden vorzulegen ist. Auf Wunsch können diese Konzepte von der Fa. BauGrund Süd ausgearbeitet werden.

Das weitere Vorgehen bzw. die Abfuhr- und Wiederverwertung der als Aushub anfallenden Böden ist frühzeitig vor Baubeginn mit der vorgesehenen Annahmestelle sowie den Fachbehörden abzustimmen, um Verzögerungen im Bauablauf zu vermeiden.

Bei einer Wiederverwertung des Aushubs vor Ort ist ebenfalls Rücksprache mit der zuständigen Fachbehörde zu halten.
Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Alois Jäger
Geschäftsführer

Rainer Schumacher
M.Sc.-Geol.

Probenahme-Protokoll

baugrund süd
weishaupt gruppe

Anlage 1.1

Projekt-Nr.	**AZ 22 12 039**
Projekt:	**Erschließ. BG „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“ in 88250 Weingarten**

A. Allgemeine Abgaben

Auftraggeber:	Stadt Weingarten, Abteilung Stadtplanung und Bauordnung
Straße / Postfach:	Kirchstraße 2
PLZ, Ort:	88250 Weingarten
Baustelle / Ort der Probenahme:	Flst. Nr. 787/4 (Gemarkung Weingarten)
Zweck der Probenentnahme / Untersuchung:	Abfall- und bodenschutzrechtliche Vorbewertung
Analysenumfang:	BBodSchV (1999), Anhang 2, Tab. 4.1-2, Feststoff < 2 mm zzgl. Arsen
Probenehmende Stelle:	BauGrund Süd, Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach
Probenehmer:	M.Sc.-Geol. Rainer Schumacher
Probenahmedatum:	23.02.2023

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Probenbezeichnung	BP1			
Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK]	SG 1/23	0,00 - 0,30	SG 3/23	0,00 - 0,20
	SG 2/23	0,00 - 0,20	SG 5/23	0,00 - 0,40
Materialart / Beimengungen:	Mutterboden			
	Schluff, sandig, schwach kiesig, mittel humos, Grasnarbe, Wurzelreste			
Farbe / Geruch / Konsistenz:	dunkelbraun bis braun / unauffällig, erdig / weich			
Probenentnahme				
Entnahmeverfahren:	Entnahme aus Schürfgut (SG)			
Entnahmegerät:	Edelstahlschaufel			
Anzahl Einzelproben:	4			
Volumen Einzelproben:	1 l			
Misch- / Sammelprobe:	ja			
Homogenisierung:	ja			
Teilung:	nein			
Menge Laborprobe:	4 l			
Probengefäß:	Eimer (luftdicht verschlossen)			
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen nach Probeneingang im Labor)			
Untersuchungsstelle	BVU GmbH, 87733 Markt Rettenba			
Probentransfer	Kurier Labor			
Versanddatum:	24.02.2023			
Kühlung / Lagerung:	nein / ja			

Unterschrift / Probenehmer:	Rainer Schumacher

Probenahme-Protokoll

baugrund süd
weishaupt gruppe

Anlage 1.2

Projekt-Nr.	**AZ 22 12 039**
Projekt:	**Erschließ. BG „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“ in 88250 Weingarten**

A. Allgemeine Abgaben

Auftraggeber:	Stadt Weingarten, Abteilung Stadtplanung und Bauordnung
Straße / Postfach:	Kirchstraße 2
PLZ, Ort:	88250 Weingarten
Baustelle / Ort der Probenahme:	Flst. Nr. 798 (Gemarkung Weingarten)
Zweck der Probenentnahme / Untersuchung:	Abfall- und bodenschutzrechtliche Vorbewertung
Analysenumfang:	BBodSchV (1999), Anhang 2, Tab. 4.1-2, Feststoff < 2 mm zzgl. Arsen
Probenehmende Stelle:	BauGrund Süd, Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach
Probenehmer:	M.Sc.-Geol. Rainer Schumacher
Probenahmedatum:	23.02.2023

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Probenbezeichnung	BP2	
Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK]	SG 4/23	0,00 - 0,30
Materialart / Beimengungen:	Mutterboden	
	Schluff, sandig, schwach kiesig, stark humos, Grasnarbe, Wurzelreste	
Farbe / Geruch / Konsistenz:	dunkelbraun/ unauffällig, erdig / weich	
Probenentnahme		
Entnahmeverfahren:	Entnahme aus Schürfgut (SG)	
Entnahmegerät:	Edelstahlschaufel	
Anzahl Einzelproben:	1	
Volumen Einzelproben:	2 l	
Misch- / Sammelprobe:	nein	
Homogenisierung:	nein	
Teilung:	nein	
Menge Laborprobe:	2 l	
Probengefäß:	Eimer (luftdicht verschlossen)	
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen nach Probeneingang im Labor)	
Untersuchungsstelle	BVU GmbH, 87733 Markt Rettenba	
Probentransfer	Kurier Labor	
Versanddatum:	24.02.2023	
Kühlung / Lagerung:	nein / ja	

Unterschrift / Probenehmer:	Rainer Schumacher

Probenahme-Protokoll

baugrund süd
weishaupt gruppe

Anlage 1.3

Projekt-Nr.	**AZ 22 12 039**
Projekt:	**Erschließ. BG „Köpfinger Straße - Am oberen Bürgerholz“ in 88250 Weingarten**

A. Allgemeine Abgaben

Auftraggeber:	Stadt Weingarten, Abteilung Stadtplanung und Bauordnung
Straße / Postfach:	Kirchstraße 2
PLZ, Ort:	88250 Weingarten
Baustelle / Ort der Probenahme:	Flst. Nr. 787/4 (Gemarkung Weingarten)
Zweck der Probenentnahme / Untersuchung:	Abfall- und bodenschutzrechtliche Vorbewertung
Analysenumfang:	VwV Boden BW (2007), Tabelle 6-1, Feststoff Fraktion < 2 mm + Eluat
Probenehmende Stelle:	BauGrund Süd, Zeppelinstraße 10, 88410 Bad Wurzach
Probenehmer:	M.Sc.-Geol. Rainer Schumacher
Probenahmedatum:	23.02.2023

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Probenbezeichnung	BP3			
Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK]	SG 1/23	0,30 - 0,80	SG 3/23	0,20 - 0,50
	SG 2/23	0,20 - 0,70	SG 5/23	0,40 - 1,50
Materialart / Beimengungen:	Verwitterungslehm			
	Schluff, stark kiesig bis kiesig, sandig bis schwach sandig			
Farbe / Geruch / Konsistenz:	braun / unauffällig, erdig / weich			
Probenentnahme				
Entnahmeverfahren:	Entnahme aus Schürfgut (SG)			
Entnahmegerät:	Edelstahlschaufel			
Anzahl Einzelproben:	4			
Volumen Einzelproben:	1 l			
Misch- / Sammelprobe:	ja			
Homogenisierung:	ja			
Teilung:	nein			
Menge Laborprobe:	4 l			
Probengefäß:	Eimer (luftdicht verschlossen)			
Rückstellprobe:	ja (6 Wochen nach Probeneingang im Labor)			
Untersuchungsstelle	BVU GmbH, 87733 Markt Rettenba			
Probentransfer	Kurier Labor			
Versanddatum:	24.02.2023			
Kühlung / Lagerung:	nein / ja			

Unterschrift / Probenehmer:	Rainer Schumacher

BVU

Anlage 2
Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	**303/6668**	**Datum:**	**02.03.2023**

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	:	BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH			
Projekt	:	AZ2212039 Weingarten			
Projekt-Nr.	:		Entnahmestelle	:	
Art der Probenahme	:		Art der Probe	:	Boden
Probenehmer	:	BG Süd - Rainer Schumacher	Entnahmedatum	:	23.02.2023
Probeneingang	:	24.02.2023	Originalbezeich.	:	BP1
Probenbezeich.	:	303/6668	Untersuch.-zeitraum	:	24.02.2023 – 02.03.2023

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BBodSchV Tab. 4.1)

Parameter	**Einheit**	**Messwert**					**Methode**	**MU* [%]**
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07	
Trockensubstanz	[%]	79,9		-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09	1,9
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	69					Siebung	-
Glühverlust	[% TS]	4,0					DIN EN 15169 :2007-05	5,1
TOC	[% TS]	1,4		-	-	-	DIN EN 15936 :2012-11	4,7
Humusgehalt (H)	[% TS]	2,3		-	-	-	berechnet	-

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BBodSchV Tab. 4.1)

Parameter	**Einheit**	**Messwert**		Sand	Lehm	Ton	**Methode**	**MU* [%]**
pH-Wert	[-]	6,6					DIN ISO 10390:2021-04	3
Arsen	[mg/kg TS]	7,7					EN ISO 11885 :2009-09	16
Blei	[mg/kg TS]	20		40	70	100	EN ISO 11885 :2009-09	11
Cadmium	[mg/kg TS]	0,2		0,4	1	1,5	EN ISO 11885 :2009-09	12
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	43		30	60	100	EN ISO 11885 :2009-09	8
Kupfer	[mg/kg TS]	23		20	40	60	EN ISO 11885 :2009-09	5
Nickel	[mg/kg TS]	23		15	50	70	EN ISO 11885 :2009-09	8
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,06		0,1	0,5	1,0	DIN EN ISO 12846 :2012-08	9
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4					EN ISO 11885 :2009-09	10
Zink	[mg/kg TS]	61		60	150	200	EN ISO 11885 :2009-09	7

4 Polychlorierte Biphenyle (PCB), PAK

Parameter	Einheit	Messwert		H < 8%	H > 8%		Methode	MU* [%]
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						26
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						25
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						26
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01						21
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						17
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						24
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						27
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	**n.n.**		0,05	0,1		DIN EN 17322:2021-03	
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						22
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						33
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						30
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						26
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						30
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,04						16
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						17
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						21
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						25
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,04						25
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	1,0			15
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						35
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04						20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	**0,08**		3	10		DIN ISO 18287 :2006-05	

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (BBodSchV:2021-02) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt.
Es handelt sich um absolute Messwerte. MU*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 02.03.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

BVU
Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	**303/6669**	**Datum:**	**02.03.2023**

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	:	BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH			
Projekt	:	AZ2212039 Weingarten			
Projekt-Nr.	:		Entnahmestelle	:	
Art der Probenahme	:		Art der Probe	:	Boden
Probenehmer	:	BG Süd - Rainer Schumacher	Entnahmedatum	:	23.02.2023
Probeneingang	:	24.02.2023	Originalbezeich.	:	BP2
Probenbezeich.	:	303/6669	Untersuch.-zeitraum	:	24.02.2023 – 02.03.2023

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BBodSchV Tab. 4.1)

Parameter	**Einheit**	**Messwert**					**Methode**	**MU* [%]**
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07	
Trockensubstanz	[%]	70,5		-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09	1,9
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	62					Siebung	-
Glühverlust	[% TS]	8,2					DIN EN 15169 :2007-05	5,1
TOC	[% TS]	3,5		-	-	-	DIN EN 15936 :2012-11	4,7
Humusgehalt (H)	[% TS]	5,9		-	-	-	berechnet	-

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BBodSchV Tab. 4.1)

Parameter	**Einheit**	**Messwert**		Sand	Lehm	Ton	**Methode**	**MU* [%]**
pH-Wert	[-]	7,7					DIN ISO 10390:2021-04	3
Arsen	[mg/kg TS]	8					EN ISO 11885 :2009-09	16
Blei	[mg/kg TS]	28		40	70	100	EN ISO 11885 :2009-09	11
Cadmium	[mg/kg TS]	0,25		0,4	1	1,5	EN ISO 11885 :2009-09	12
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	40		30	60	100	EN ISO 11885 :2009-09	8
Kupfer	[mg/kg TS]	24		20	40	60	EN ISO 11885 :2009-09	5
Nickel	[mg/kg TS]	22		15	50	70	EN ISO 11885 :2009-09	8
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,08		0,1	0,5	1,0	DIN EN ISO 12846 :2012-08	9
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4					EN ISO 11885 :2009-09	10
Zink	[mg/kg TS]	70		60	150	200	EN ISO 11885 :2009-09	7

4 Polychlorierte Biphenyle (PCB), PAK

Parameter	Einheit	Messwert		H < 8%	H > 8%		Methode	MU* [%]
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						26
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						25
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						26
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01						21
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						17
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						24
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						27
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	**n.n.**		0,05	0,1		DIN EN 17322:2021-03	
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						22
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						33
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						30
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,06						26
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						30
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,15						16
Pyren	[mg/kg TS]	0,13						17
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,08						21
Chrysen	[mg/kg TS]	0,09						25
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,12						25
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,04						19
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,08		0,3	1,0			15
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						35
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,07						20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,06						19
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	**0,88**		3	10		DIN ISO 18287 :2006-05	

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (BBodSchV:2021-02) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt.
Es handelt sich um absolute Messwerte. MU*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 02.03.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

BVU
Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bvu@bvu-analytik.de

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/6670	Datum:	02.03.2023

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	:	BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH			
Projekt	:	AZ2212039 Weingarten			
Projekt-Nr.	:		Kostenstelle	:	
Entnahmestelle	:				
Art der Probenahme	:		Art der Probe	:	Boden
Entnahmedatum	:	23.02.2023	Probeneingang	:	24.02.2023
Originalbezeich.	:	BP3	Probenbezeich.	:	303/6670
Probenehmer	:	BG Süd - Rainer Schumacher			
Untersuch.-zeitraum	:	24.02.2023 – 02.03.2023			

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (VwV:2007-03)

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S | L/tL)	Z 0*	Z1.1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,0		-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	60		-	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (VwV:2007-03)

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S | L/tL)		Z 0*	Z1.1/2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	8		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	12		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,12		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	50		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	18		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	30		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	55		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01

2.1 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S | L/tL)	Z 0*	Z1.1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	**n.n.**		0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Σ BTXE:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01						
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01						
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ LHKW:	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Σ PAK (EPA Liste):	**[mg/kg TS]**	**n.n.**		3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*		Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung									DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,96		6,5-9,5		6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	183		250		250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		-	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		-	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		-	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		-	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		-	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		-	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		-	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1							DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		-	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20		20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5		5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30		30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50		50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 02.03.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

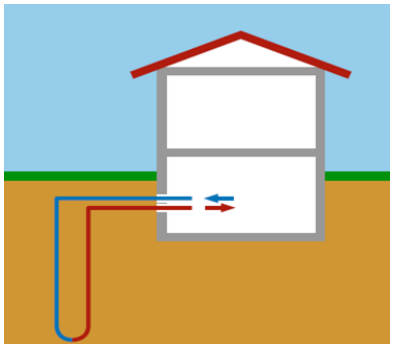
Standortbeurteilung BauGrund Süd

Standort

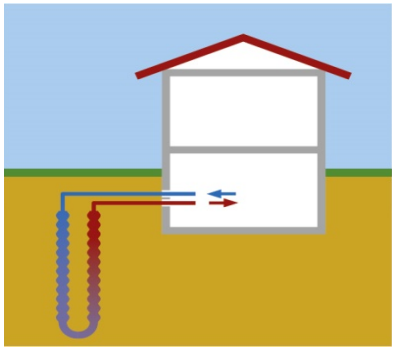
Köpfinger Straße
88250 Weingarten

Standortbewertung

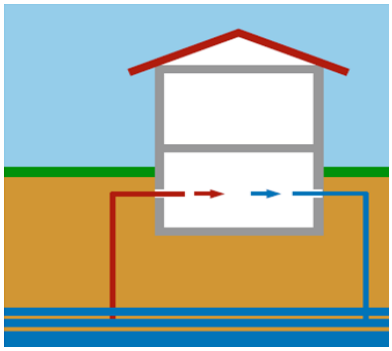
Erdwärmesonde:
zu empfehlen



Wellrohrsonde:
nicht zu empfehlen



Brunnen:
nicht zu empfehlen



- Der Bau einer Erdsondenanlage ist nach unserer ersten Einschätzung möglich, Bedarf aber einer Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde.
- Das Bauvorhaben liegt außerhalb eines Wasserschutzgebietes (WSG).

Quellen

- Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)
- GIS-Datenbank BauGrund Süd

Gerne unterbreiten wir Ihnen kostenfrei ein Angebot und bitten Sie, uns hierzu über die von Ihnen geplante Heiz-und Kühllast zu informieren.
Sie erreichen uns unter 07564/9313-40 oder info@baugrundsued.de. Informationen zu unserem Leistungs-spektrum und zum Thema Förderungen finden Sie unter: **www.baugrundsued.de**

Heizen und Kühlen mit Erdwärme - gut für Sie und gut für die Umwelt
Wir beraten Sie gerne!