

Anlage 10 - GD 154/23

Geotechnischer Bericht

zum

Neubau von 9 Mehrfamilienhäusern mit 75 WE und Tiefgarage
Römerstraße 119 - 139
89077 Ulm

BV-Code: BV 00050013

Aktenzeichen: AZ 22 11 084

Bauvorhaben: Neubau von 9 Mehrfamilienhäusern mit 75 WE und Tiefgarage
Römerstraße 119 - 139
89077 Ulm
- Baugrunderkundung -

Auftraggeber: Staatliches Hochbauamt Ulm
Bundesbau Baden-Württemberg
Grüner Hof 2
89073 Ulm

Bauherr: Bundesanstalt für Immobilienaufgaben
Ellerstraße 56
53119 Bonn

Architekt Baumschlager Eberle Lustenau GmbH
Millennium Park 20
A-6890 Lustenau
Österreich

Bearbeitung: M.Sc.-Geol. Alexander Zemel

Datum: 23.02.2023

Änderung vom 11.09.2023: S.6, S.22, S.30: Anpassung Formulierung „Römerstraße“

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Vorgang | 4 |
| 2 | Geomorphologie des Untersuchungsgebietes | 6 |
| 2.1 | Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals | 6 |
| 2.2 | Allgemeine Baugrundbeschreibung..... | 7 |
| 3 | Geotechnisches Baugrundmodell | 9 |
| 3.1 | Bautechnische Beschreibung der Schichten | 9 |
| 3.2 | Bodenmechanische Laborversuche | 13 |
| 3.2.1 | Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1..... | 13 |
| 3.2.2 | Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 | 14 |
| 3.2.3 | Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04 | 15 |
| 3.3 | Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung | 16 |
| 4 | Georisiken | 20 |
| 4.1 | Seismische Aktivität | 20 |
| 5 | Hydrogeologie | 20 |
| 5.1 | Grundwasserverhältnisse | 20 |
| 5.2 | Versickerungsfähigkeit der Böden nach DWA A - 138 (August 2008)..... | 21 |
| 6 | Gründungskonzept und baubegleitende Maßnahmen | 21 |
| 6.1 | Bauwerk | 21 |
| 6.2 | Baugrundsituation | 22 |
| 6.3 | Gründungsempfehlung..... | 23 |
| 6.4 | Baugrube | 27 |
| 6.5 | Trockenhaltung / Entwässerung Bauwerk | 29 |
| 6.6 | Verkehrsflächen | 30 |
| 7 | Abfallrechtliche Ersteinschätzung | 31 |
| 7.1 | Probenahme - Boden | 31 |
| 7.2 | Analysenergebnis und abfallrechtliche Bewertung | 32 |
| 8 | Hinweise und Empfehlungen | 34 |

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Anlagenverzeichnis

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab: unmaßstäblich
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, Maßstab: unmaßstäblich
- 2.1-3 Geotechnische Baugrundschnitte, M.d.H. 1 : 75, M.d.L. unmaßstäblich
- 2.4-5 Ausbauplan temp. GW-Messstelle BK4/23 u. BK8/23, M.d.H 1:75, M.d.L unmaßstäblich
- 3 Fotodokumentation der aufgenommenen Bohrkern
- 4.1-14 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
- 5.1-2 Grundbruch- und Setzungsdiagramme für Einzel- und Streifenfundamente
- 6.1-5 Probeentnahmeprotokolle Bodenproben
- 7 Laboranalysenberichte Umweltlabor BVU, Markt Rettenbach

Verwendete Unterlagen und Literatur

- [1] Baumschlagler Eberle Lustenau GmbH, A-6890 Lustenau, Vorentwurf, Bundeseigene Wohnungen Ulm, Kapitel D, Gebäudehülle und Haustechnik
- [1.1] D1 Grundlagenpläne D 1.1.2 O₃ Schnitte 1-1 und 2-2 Verdichtung (Haus 1- Haus 6), M 1:400
- [1.2] D1 Grundlagenpläne D 1.1.2 O₄ Schnitte 3-3 und 4-4 Verdichtung (Haus 7- Haus 9 / Haus 4 - Haus 7), M 1:400
- [1.3] B2 Rechtliche Grundlagen B 2.2 O₁ Rechtliche Grundlagen Quartier, Gebäudeabriss, M 1:1000
- [1.4] B2 Rechtliche Grundlagen B 2.2 O₂ Rechtliche Grundlagen Quartier, Neubebauung gemäß Vorstudie, M 1:1000
- [1.5] B2 Rechtliche Grundlagen B 2.2 O₃ Rechtliche Grundlagen Quartier, Neubebauung Verdichtung, M 1:1000
- [1.6] E3 Übersicht Nutzung E 3.1.1 O₇ Grundriss Untergeschoss Verdichtung, M 1:750
- [1.7] E3 Übersicht Nutzung E 3.1.1 O₈ Grundriss Erdgeschoss Verdichtung, M 1:750
- [2] Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000; LGRB Kartenviewer Online (www.maps.lgrb-bw.de), abgerufen am 13.02.2023
- [3] DIN EN 1997-1:2014-03, Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
- [4] 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
- [5] DIN EN 1997-2:2010-10, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

- [6] 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
- [7] DIN 1054:2021-04; Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [8] Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben „EAB“, 6. überarbeitete und erweiterte Auflage, Verlag Ernst & Sohn, April 2021, 298 Seiten
- [9] DIN EN 1998-1/NA:2011-01: Karte der Erdbebenzonen in Deutschland
- [10] DIN 4149:2005-04: Karte der geologischen Untergrundklassen in Deutschland
- [11] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef: Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, August 2008
- [12] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, vom 14. März 2007 AZ.: 25-8980.08M20 Land/3
- [13] RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, Ausgabe 2012

1 Vorgang

Der Auftraggeber plant den Neubau von insgesamt neun Mehrfamilienhäusern in der Römerstraße 119 - 139, auf den Flurstücken Nr. 1991, 1991/2 und 1991/3, in 89077 Ulm [1].

Planerisch wird der Bauherr dabei durch das Architekturbüro Baumschlager Eberle Lustenau aus A-6890 Lustenau unterstützt.

Im Zusammenhang mit dem geplanten Neubau wurde die Fa. BauGrund Süd, Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH beauftragt, die geologische und hydrogeologische Beschaffenheit des Untergrundes im Baufeld zu erkunden und die Ergebnisse zusammenfassend gemäß Eurocode 7 in einem geotechnischen Bericht nach DIN EN 1997-1 und DIN EN 1997-2 darzustellen und gründungstechnisch zu bewerten.

Zur Beurteilung bzw. Erfassung der geologischen Schichtenabfolge des Untergrundes im Bereich der geplanten Mehrfamilienhäuser kamen am zwischen dem 19.01. und 24.01.2023 acht Rammkernbohrungen (BK 1-8/23) mit durchgängigem Gewinn gekernter Bodenproben zur Ausführung. Die großkalibrigen Aufschlussbohrungen endeten auftragsgemäß in Endteufen von jeweils 10,00 m unter der Geländeoberkante (GOK).

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Zur Ermittlung des Lagerungszustandes bzw. der Festigkeit des Untergrundes sowie zur weiteren Abgrenzung der geologischen Schichtenfolge wurden zwischen dem 19.01.2023 und dem 20.01.2023 acht Rammsondierungen DPH 1-8/23 mit der schweren Rammsonde (dynamic probing heavy) nach DIN EN ISO 22476-2 abgeteuft. Diese endeten in Tiefen zwischen 8,9 m und 10,0 m u. GOK, bzw. mit dem Erreichen von ausreichend tragfähigem Baugrund.

Die erkundeten Bodenschichten wurden nach DIN EN ISO 14688-1, DIN 18196:2011-05 und DIN 18300:2019-09 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Daher können diese von der genormten Farbgebung für Lockergesteine teilweise abweichen.

In der Anlage 1.1 ist die Lage des Untersuchungsgebietes dargestellt. Die Lage der einzelnen Aufschlusspunkte im Untersuchungsgebiet ist gemeinsam mit den jeweiligen Nord- und Ostwerten (UTM-Koordinaten) in der Anlage 1.2 dargestellt.

Anhand der aus den Rammsondierungen gewonnenen Erkenntnissen zur Bodenbeschaffenheit (Lagerungsdichte/Festigkeit) sowie den Bohrprofilen der Rammkernbohrungen wurde ein entsprechendes Baugrundmodell für das Bauvorhaben entwickelt, das in den Anlagen 2.1-3 als geotechnische Baugrundschnitte wiedergegeben ist.

Die Bohrung BK 4/23 und BK 8/23 wurde im Rahmen der Baugrunderkundung zu einer temporären Grundwasserbeobachtungsmessstelle ausgebaut, deren Ausbauprofile in den Anlagen 2.4-5 dargestellt ist.

Das geförderte und in Kernkisten ausgelegte Bodenmaterial der Rammkernbohrungen ist in der Fotodokumentation der Anlage 3 abgebildet.

Aus den Aufschlussbohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der Laborversuche sind im Detail in der Anlage 4.1-14 dokumentiert.

In der Anlage 5.1-2 sind Grundbruch- und Setzungsdiagramme für die Vorbemessung durch Einzel- und Streifenfundamente in den mindestens steifen Schwemmlahmen enthalten.

Die Probeentnahme-Protokolle der umwelttechnischen Bodenproben sind in der Anlage 6.1-5 aufgeführt. Die zugehörigen Analyseberichte des BVU Umweltlabors liegen der Anlage 7 bei.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes

2.1 Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals

Das Untersuchungsgebiet befindet sich an der Römerstraße 119 - 139 (Fl. St. Nr. 1991, 1991/2 und 1991/3) im Bereich des Stadtgebietes von Ulm.

Dabei sollen die Häuser 1 bis 4 auf dem Flurstück 1991 errichtet werden. Auf einem Teil des Flurstücks Nr. 1991/2, sowie auf dem Flurstück Nr. 1991/3 werden die weiteren Häuser 5 bis 9 errichtet.

Das Baufeld wird mittig derzeit durch einen Abzweig der Römerstraße geteilt, welche zwischen den zukünftigen Häusern 1 - 4 und 5 bis 9 verläuft.

Im Osten und Westen, sowie auf dem restlichen Grundstück der Flur Nr. 1991/2, liegen weitere Wohnblöcke und Doppelhäuser. Im Norden liegt die Römerstraße, an der auch die Straßenbahnlinie verläuft. Im Süden bzw. Südosten begrenzt der Schaffelkinger Weg die Baumaßnahme. Im Südosten, auf der gegenüberliegenden Straßenseite vom Baufeld entfernt, liegt das Fort „Unterer Kuhberg“ als ehemalige Festungsanlage.

Morphologisch fällt das Gelände zur Römerstraße bzw. nach Nordosten hin ab. Der maximale Höhenunterschied im Bereich des Baufeldes beträgt rd. 11 m (von ca. 525 m ü. NHN bis 515 m ü. NHN).

Aus geologischer Sicht wird der tiefere Untergrund im Bereich der geplanten Baufläche von tertiären Ablagerungen der Unteren Süßwassermolasse bzw. der Molasselandschaft des Alpenvorlandes geprägt [3].

Darüber konnten sich Schwemmsedimente in Form von Schwemmlen ablagern, welche durch Erosions- und Ablagerungsprozesse talwärts umgelagert und mit lokal anderen Schichteinheiten (bspw. Kalksteinen aus der Unteren Meeresmolasse oder dem Weißjura) vermischt wurden.

Durch das Einsetzen einer chemischen und physikalischen Verwitterung im Laufe der letzten Warmzeit, fand eine zur Oberfläche zunehmende Zersetzung und Bodenbildung statt, was zur Ausbildung einer Verwitterungsdecke führte.

In weiten Bereichen der Fläche ist allerdings die natürliche Schichtabfolge zumindest oberflächlich durch den Menschen stark beeinflusst, da die Mutterbodenaufgabe und die Verwitterungsdecke durch künstliche Anschüttungen bzw. Auffüllungen ersetzt bzw. ausgetauscht wurden.

In den als Garten bzw. Wiesen ausgebildeten Flächen der Bestandsbebauung schließt ein belebter Ober- bzw. Mutterboden die Schichtenfolge oberhalb der Verwitterungsdecke zur Geländeoberfläche hin ab.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -



Abbildung 1: Blick auf das Baugrundstück mit Altbestand in Richtung Westen zwischen Römerstraße Nr. 137 und Nr. 139

2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung

Mit den abgeteufte Aufschlüssen kann für das projektierte Areal, wie auch die Anlage 2 zeigt, folgende generalisierte Schichtenabfolge zugrunde gelegt werden:

- **Oberboden** (z.T. aufgefüllt) (Rezent)
- **Auffüllung** (Schluff & Kies / Sand) (Rezent)
- **Verwitterungsdecke** (Pleistozän-Holozän)
- **Schwemmlern** (Pleistozän-Holozän)
- **Untere Süßwassermolasse** (Feinsand, Schluff) (Miozän, Tertiär)

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den abgeteufte Aufschlüssen in folgenden Schichttiefen festgestellt:

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen Rammkernbohrungen (bis m unter Gelände)

| Aufschluss | Oberboden (z.T. aufgefüllt) | Auffüllung | Verwitterungs- decke | Schwemmlehm | Obere Süßwasser- molasse |
|------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------|-------------|--------------------------------|
| BK 1/23 | 0,00 - 0,25 | 0,25 - 2,30 | - | 2,30 - 7,30 | 7,30 - 10,00* |
| BK 2/23 | 0,00 - 0,15 | 0,15 - 0,25 | 0,25 - 2,10 | 2,10 - 7,00 | 7,00 - 10,00* |
| BK 3/23 | 0,00 - 0,25 | - | 0,25 - 3,00 | 3,00 - 7,45 | 7,45 - 10,00* |
| BK 4/23 | 0,00 - 0,30 | - | 0,30 - 1,80 | 1,80 - 7,00 | 7,00 - 10,00* |
| BK 5/23 | 0,00 - 0,30 | - | 0,30 - 2,00 | 2,00 - 4,90 | 4,90 - 10,00* |
| BK 6/23 | 0,00 - 0,15 | 0,15 - 0,45 | 0,45 - 2,40 | 2,40 - 6,00 | 6,00 - 10,00* |
| BK 7/23 | 0,00 - 0,20 | 0,20 - 2,00 | - | 2,00 - 5,90 | 5,90 - 10,00* |
| BK 8/23 | 0,00 - 0,25 | 0,25 - 3,40 | - | 3,40 - 7,85 | 7,85 - 10,00* |

* Endtiefe Rammkernbohrung

Tabelle 2: Schichtglieder und Schichttiefen Rammsondierungen (bis m unter Gelände)

| Aufschluss** | Oberboden (z.T. aufgefüllt) | Auffüllung | Verwitterungs- decke | Schwemmlehm | Obere Süßwasser- molasse |
|--------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------|-------------|--------------------------------|
| DPH 1/23 | 0,00 - 0,30 | 0,30 - 2,00 | - | 2,00 - 7,70 | 7,70 - 10,00* |
| DPH 2/23 | 0,00 - 0,30 | 0,30 - 1,40 | 1,40 - 3,30 | 3,30 - 7,70 | 7,70 - 8,90* |
| DPH 3/23 | 0,00 - 0,20 | - | 0,20 - 2,00 | 2,00 - 7,00 | 7,00 - 10,00* |
| DPH 4/23 | 0,00 - 0,30 | - | 0,30 - 2,60 | 2,60 - 7,60 | 7,60 - 10,00* |
| DPH 5/23 | 0,00 - 0,30 | - | 0,30 - 2,00 | 2,00 - 5,90 | 5,90 - 10,00* |
| DPH 6/23 | 0,00 - 0,20 | - | 0,20 - 2,40 | 2,40 - 7,10 | 7,10 - 10,00* |
| DPH 7/23 | 0,00 - 0,20 | - | 0,20 - 3,00 | 3,00 - 7,40 | 7,40 - 10,00* |
| DPH 8/23 | 0,00 - 0,30 | - | 0,30 - 3,30 | 3,30 - 6,50 | 6,50 - 10,00* |

* Endtiefe Rammsondierung

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

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

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 den Anlagen 2.1-3 dargestellt.

Oberboden

Gemäß den Aufschlussergebnissen liegt in einem Teilbereich der nicht versiegelten Fläche des Baugrundstückes ein überwiegend künstlich aufgebracht, aber auch teils gewachsener Oberboden mit einer Mächtigkeit von ca. 0,15 m bis 0,30 m, vor.

Der oberflächennah durchwurzelt, belebte und humose Boden setzt sich ingenieurgeologisch gesehen aus einem braun gefärbten, vereinzelt kiesigen, schwach sandigen bis sandigen, tonigem Schluff mit organischen Nebenbestandteilen wie z.B. Wurzeln zusammen.

Die Konsistenz des teils aufgefüllten Oberbodens ist zum Zeitpunkt der Erkundung als weich, teils weich - steif zu beschreiben, was mit den niedrigen Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen bei Werten von $N_{10} = 1 - 2$ (N_{10} = Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe des Sondiergestänges in das Erdreich) bestätigt wird.

Der Oberboden ist nicht tragfähig. Er ist abzutragen und lediglich in einer gleichartigen Funktion als Oberboden für statisch nicht relevante Geländeangleichungen wieder zu verwenden, da er nach Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) ein schützenswertes Gut ist.

Auffüllung

Die Auffüllung konnte in einigen Aufschlüssen in einer unterschiedlichen Zusammensetzung angetroffen werden.

In der Bohrung BK 8/23 wurden bis 3,0 m u. GOK ein braun bis rotbrauner, schwach schluffiger, schwach steiniger sandiger Fein- bis Grobkies angetroffen. Darunter steht bis 3,3 m u. GOK ein kiesiger, teils schluffiger Fein- bis Mittelsand an.

Bei der Bohrung BK 7/23 konnten von 0,20 m u. GOK bis in eine Tiefe von 2,0 m u. GOK und in der Bohrung BK 1/23 von 0,35 m bis 2,30 m u. GOK bindige Auffüllungen in Form eines braunen bis rotbraunen, teils sandigen, teils feinsandigen, schwach tonigen bis tonigen Schluffes festgestellt werden.

Die mit einem variierenden Anteil (<1% bis 10%) innerhalb der Schicht vorhandenen Ziegelbruchreste belegen die Einordnung als Auffüllung.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Es ist anzunehmen, dass es sich um verhältnismäßig kleinräumige Bereiche von Auffüllungen handelt, sodass eine Übertragung der Schlagzahlen in Bezug auch die Lagerungsdichte bis auf die Konsistenz nur bedingt möglich ist.

Nach unserer Einschätzung kann aber voraussichtlich gemäß des Bohrwiderstands von einer lockeren bis bestenfalls mitteldichten Lagerung der lokal angetroffenen, kiesigen bzw. sandigen Auffüllungen ausgegangen werden.

Die bindigen, schluffigen Auffüllungen können gemäß der ingenieurgeologischen Bodenansprache überwiegend als weich bis steif beschrieben werden.

Lediglich im Bereich der Bohrung BK 8/23 kommen die Auffüllungen vermutlich unterhalb des Gründungsbereiches zu liegen. Sofern im Gründungsplanum uneinheitliche Bodenverhältnisse herrschen, sind die Auffüllungen vollständig aus dem Gründungsbereich zu entfernen.

Je nach auftretenden Massen können die kiesigen Auffüllungen aus bautechnischer Sicht ggf. zur Wiederauffüllung der Arbeitsräume bzw. als Hinterfüllungen genutzt werden.

Die bindigen Auffüllungen sind stark wasser- und frostempfindlich. Sie eignen sich daher nur unter entsprechenden Voraussetzungen wie der Einhaltung des optimalen Wassergehaltes (für eine entsprechend hohe Proctordichte) zur Bauwerkshinterfüllung unterhalb der Frosteinwirkungstiefe und überwiegend nur in Bereichen, in denen hierauf keine setzungsempfindlichen Gewerke gegründet werden sollen.

Verwitterungsdecke

Unterhalb des Oberbodens folgt ein Verwitterungshorizont, dessen Schichtunterkante bis in eine Tiefe von rd. 1,8 m u. GOK (BK 4/23) bzw. bis zu 3,3 m u. GOK (DPH 2/23 bzw. DPH 8/23) reicht.

Es ist anzunehmen, dass die Verwitterungsdecke in den Bereichen, welche durch den Menschen überprägt, bzw. insbesondere im Nahbereich der Bestandsgebäude vollständig durch künstliche eingebrachte Auffüllungen ersetzt wurden.

Der ingenieurgeologischen Ansprache nach handelt es sich bei der **Verwitterungsdecke** um einen lokal noch durchwurzelteten, schwach sandigen bis sandigen, tonigen bis stark tonigen Schluff. Die Farbe der Schicht kann als beigebraun bis braun, hellbraun, sowie auch als ockerbraun beschrieben werden.

Die lehmhaltige Verwitterungsfazies besitzt nach der manuellen Prüfung des Bohrgutes eine überwiegend steife, teils steife bis halbfeste, in einigen Bereichen auch noch weiche bis steife Konsistenz. Dies entspricht Schlagzahlen von überwiegend $N_{10} = 1 - 2$ gemäß der schweren DPH-Rammsondierungen.

Gründungstechnisch betrachtet stellt die Verwitterungsdecke einen insgesamt nur gering tragfähigen Baugrund dar, der je nach Belastungsintensität mit mehr oder weniger starken Setzungen reagieren wird.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Zudem hat der feinkornreiche Boden die Eigenschaft, im Kontakt mit Wasser rasch aufzuweichen. Aufgrund ihres hohen Feinkornanteils sind die Böden der Verwitterungsdecke als sehr frost- und wasserempfindlich zu bewerten.

Gemäß den Erkundungsergebnissen kommt von den geplanten Mehrfamilienhäusern die Gründung voraussichtlich nur bei „Haus 1“ in dieser Schichteinheit zu liegen. Bei allen anderen Gebäuden sollte die Verwitterungsdecke noch in den Aushubbereich der unterkellerten Gebäude fallen, sodass die Schicht dort in Bezug auf die Gründung nicht weiter berücksichtigt werden muss.

Aufgrund der Frostempfindlichkeit der Böden sind diese ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen (bspw. durch Konditionierung) nicht für den Wiedereinbau (insbesondere in der Frosteinwirkungszone) geeignet. Anfallender Aushub kann allenfalls zur Geländemodellierung bzw. für setzungsunrelevante Bereiche herangezogen werden.

Schwemmlehm

Unterhalb der Auffüllungen und Verwitterungsböden reichen bis in eine Tiefe von rd. 4,90 m u. GOK (BK 5/23) bis 7,85 m u. GOK (BK 8/23) die fluviatil umgelagerten Schwemmlahme. Diese bestehen vereinfacht dominierend aus den tieferliegenden Lockergesteinsböden wie der Unteren Süßwassermolasse, jedoch teils auch aus Bestandteilen der geologisch tiefer liegenden Unteren Meeresmolasse, als auch ggf. von aus weiteren Bruchstücken des Weißjuras.

Aus bautechnischer Sicht lassen sich die Böden als schwach tonige bis tonige, schwach sandige bis sandige, teils schwach kiesige Schluffe beschreiben. Innerhalb der bindigen Matrix treten immer wieder einzelne Kiese und Steine als Kalkbruchstücke auf.

Die Farbgebung liegt dabei zwischen beige, braun, ockerbraun, braungrau, grau und beigebraun. Vereinzelt zeigen sich dunkelgraue bis schwarze Schlieren, welche als vermengte Organikreste gedeutet werden können.

Mit den schweren Rammsondierungen konnten Schlagzahlen von $N_{10} = 2$ bis 18 gemessen werden. Werte von $N_{10} = 2$ bis 4 deuten auf eine weitestgehend weiche Konsistenz hin. Bei Werten von $N_{10} = 4$ bis 10 kann von einer steifen bis halbfesten Konsistenz ausgegangen werden.

Werte von $N_{10} > 10$ deuten auf eine halbfeste Konsistenz hin, allerdings muss beachtet werden, dass insbesondere bei stark plastischen Böden die Mantelreibung am Rammgestänge die Ergebniswerte der stark beeinflusst.

Gemäß des durchgehend hohen Feinkorngehaltes und der Einwertung in die Bodengruppe TM und TL können die Schwemmlahme als sehr frostempfindlich (F3) gewertet werden.

Die Böden der Bodengruppe TA nach DIN 18196 sind diese als gering bis mittel frostempfindlich (F2) zu werten. Generell sind die Böden als wasserempfindlich zu werten, da sie unter dem Einfluss von Wasser stark zur Aufweichung neigen.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Aufgrund der Frostempfindlichkeit der Böden sind diese wie die bindigen Auffüllungen ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen (bspw. durch Konditionierung) nicht für den Wiedereinbau (insbesondere in der Frosteinwirkungszone) geeignet. Auch hier gilt, dass anfallender Aushub ohne Bodenverbesserung nur zur Geländemodellierung bzw. in setzungsunrelevanten Bereichen Verwendung finden sollte.

In ihrer weitestgehend mindestens steifen Konsistenz sind die Schwemmlerhe mäßig für eine Gebäudegründung geeignet, und können daher ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen bedingt als Gründungssubstrat herangezogen werden.

Untere Süßwassermolasse

Als durchgehend unterlagernde Schicht wurden die feinkörnigen Sedimente der Unteren Süßwassermolasse ab einer Tiefe zwischen 4,90 m u. GOK (BK 5/23) und 7,85 m u. GOK (BK 8/23) angetroffen. Diese Bodenschicht wurden durchgehend bis zur Endteufe aller Bohrungen aufgeschlossen.

Die Untere Süßwassermolasse wird aufgrund ihrer bindigen Bestandteile überwiegend von Schluffen und Feinsanden dominiert und dadurch die bodenmechanischen Eigenschaften maßgeblich beeinflusst.

Diese schwach tonigen bis stark tonigen, sandigen Schluffe wurden in einer steifen bis halbfesten, lokal vereinzelt weichen bis steifen oder aber auch lokal halbfesten bis festen Konsistenz angetroffen.

Für die auch vorkommenden stark schluffigen, schwach tonigen bis tonigen Feinsande konnte eine dichte Lagerung angenommen werden.

Die Farbgebung der Molasseböden erstreckt sich von beige, lokal mit durch Oxidationsprozesse entstandene orange-rote Schlieren, bis zu teils blaugrau, teils hellbraun und hellgrau.

Die ausgeführten DPH-Sondierungen belegen bei Schlagzahlen von $N_{10} = 10$ bis 24 eine weitestgehend steife bis halbfeste Konsistenz bzw. einen mitteldichten bis dichten Lagerungszustand. Bei Werten von $N_{10} = 6 - 10$ ist von einer weichen bis steifen Konsistenz der Schluffe auszugehen.

Dabei gilt allerdings, wie bei den Schwemmlerhen, dass durch eine mit der Tiefe zunehmende Mantelreibung die Ergebnisse der DPH-Sondierungen verfälscht werden können, sodass eine Zunahme der Schlagzahlen mit zunehmender Tiefe nicht zwangsläufig auch auf eine Erhöhung der Konsistenz hindeutet.

Für die Molasseböden gilt bei einer dichten Lagerung bzw. einer halbfesten Konsistenz, dass diese als gut tragfähig und insgesamt verhältnismäßig setzungsunempfindlich zu werten sind.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Aufgrund der teils hohen Feinkorngehalte bzw. der Zuordnung in entsprechende Bodengruppen TM, TL, SU*, ST, sind die Böden der Unteren Süßwassermolasse insbesondere als sehr frost- und wasserempfindlich (F3) zu werten.

Ein Teil der Böden kann der Bodengruppe TA zugeordnet werden, wodurch die Böden als gering bis mittel frostempfindlich (F2) zu werten sind.

Aufgrund der Frostempfindlichkeit der Böden ist die Untere Süßwassermolasse analog zu den Schwemmlahmen ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen (bspw. durch Konditionierung) nicht für den Wiedereinbau (insbesondere in der Frosteinwirkungszone) geeignet.

Es ist gemäß der derzeitigen Planung und des Baugrundmodells allerdings derzeit nicht davon auszugehen, dass die Untere Süßwassermolasse im Zuge des Baugrubenaushubs freigelegt wird. Sie hat daher für die Gründung nur eine untergeordnete Rolle.

3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Für die bodenmechanischen Laboruntersuchungen wurden vom frischen Bodenmaterial aus den Bohrungen gestörte Bodenproben entnommen und im Hinblick auf ihre Kornverteilungen und ihre Konsistenzgrenzen und untersucht. Die einzelnen Ergebnisse, die im Detail in den Anlagen 4.1-14 dokumentiert sind, werden in den folgenden Ausführungen beschrieben.

3.2.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1

Der Wassergehalt einer Bodenprobe ist das Verhältnis des Gewichtes des Porenwassers zum Gewicht der trockenen Probe. Der natürliche Wassergehalt ist bei einem bindigen Boden ein entscheidender Faktor zur Bestimmung des Bodenzustandes bzw. der Konsistenz.

Die in der Anlage 4.1 aufgeführten Wassergehalte sind in der folgenden Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung

| Aufschluss | Tiefe [m] | Wassergehalt w_n [%] | Stratigraphische Einheit |
|------------|-----------|------------------------|--------------------------|
| BK 1/23 | 6,0 | 27,7 | Schwemmlahm |
| | 7,0 | 22,9 | Schwemmlahm |
| BK 4/23 | 6,0 | 29,6 | Schwemmlahm |
| BK 7/23 | 4,0 | 38,1 | Schwemmlahm |
| | 5,0 | 22,5 | Schwemmlahm |

Für die Schwemmlahme wurden Wassergehalte von $w_n = 22,5$ % bis 38,1 % festgestellt. Hierbei liegt der Schwemmlahm gemäß den Versuchen zur Bestimmung der Zustandsgrenzen und der ingenieurgeologischen Ansprache der Böden in einer weichen bis steifen, sonst überwiegend steifen bis halbfesten Konsistenz vor.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

3.2.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

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

Die Fließ- und Ausrollgrenzen dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt dazu, die Konsistenzzahl (I_c) und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße $\leq 0,063$ mm) zu bestimmen. Die Plastizitätszahl gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei der Aufnahme von Wasser verändern.

Die Bestimmung der Zustandsgrenzen ist im Detail den Anlagen 4.2-11 zu entnehmen. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Übersicht der ermittelten Konsistenzgrenzen

| Aufschluss | Tiefe (m u. GOK) | Konsistenz- zahl (I_c) | Wassergehalt (korr.) [%] | Zustandsform | Boden- gruppe | Schichtbezeichnung |
|------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------|------------------|----------------------------|
| BK 1/23 | 5,0 | 0,85 | 31,4 | steif | TA | Schwemmlehm |
| BK 2/23 | 5,0 | 0,96 | 20,5 | steif | TM | Schwemmlehm |
| BK 3/23 | 4,0 | 1,06 | 22,7 | halbfest | TA | Schwemmlehm |
| BK 4/23 | 4,0 | 0,83 | 21,4 | steif | TM | Schwemmlehm |
| BK 4/23 | 5,0 | 0,84 | 29,2 | steif | TA | Schwemmlehm |
| BK 5/23 | 3,0 | 0,81 | 35,0 | steif | TA | Schwemmlehm |
| BK 5/23 | 4,0 | 0,76 | 30,9 | steif | TA | Schwemmlehm |
| BK 6/23 | 4,0 | 0,69 | 26,8 | weich | TM | Schwemmlehm |
| BK 7/23 | 2,0 | 0,66 | 42,0 | weich | [TA] | Auffüllung, Schluff |
| BK 8/23 | 8,0 | 0,89 | 28,1 | steif | TA | Untere Süßwassermolasse |

Wie die Tabelle 4 aufzeigt, wurden für die Bodenproben aus den bindigen **Schwemmlahmen** Konsistenzzahlen von $I_c = 0,69$ bis 1,06 und somit eine weiche bis halbfeste, jedoch überwiegend steife Konsistenz ermittelt.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Nach dem Plastizitätsdiagramm von Casagrande bzw. nach DIN 18196 sind die untersuchten Böden der Bodengruppe **TM** (mittelplastische Tone) und der Bodengruppe **TA** (ausgeprägt plastische Tone) zuzuordnen.

Böden der Bodengruppe **TM** fallen in die Frostempfindlichkeitsklasse **F3** (sehr frostempfindlich) und Böden der Bodengruppe **TA** in die Frostempfindlichkeitsklasse **F2** (gering bis mittel frostempfindlich).

Aus der Bodenprobe der **Unteren Süßwassermolasse** wurde eine Konsistenzzahl von $I_c = 0,89$ ermittelt. Hieraus ergibt sich eine steife Konsistenz.

Anhand der DIN 18196 bzw. dem Diagramm nach Casagrande kann dabei für die Schichteinheit die Bodengruppe **TA** ermittelt werden. Böden der Bodengruppe **TA** sind der Frostempfindlichkeitsklasse **F2** zuzuordnen.

Aus der bindigen **Schluff-Auffüllung** wurde ebenfalls eine Probe auf ihre Konsistenzgrenze untersucht. Dabei wurde mit einer Konsistenzzahl $I_c = 0,66$ eine weiche Konsistenz ermittelt. Gemäß DIN 18196 kann für die Laborprobe die Bodengruppe **TA** ausgewiesen werden. Diese Bodengruppe wird gemäß o.g. Erläuterungen der Frostempfindlichkeitsklasse **F2** zugeordnet.

3.2.3 Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Eine Korngrößenverteilung liefert eine orientierende Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit, Scherfestigkeit, sowie die Eignung als Filtermaterial. Die aus der Kornverteilungskurve ermittelte Zusammensetzung des Materials ist im Detail in den Anlagen 4.12-14 aufgeführt und in der Tabelle 5 zusammengefasst wiedergegeben.

Tabelle 5: Übersicht durchgeführter granulometrischer Analysen

| Aufschluss | Tiefe [m u. GOK] | Steinanteil [%] | Kiesanteil [%] | Sandanteil [%] | Schluffanteil [%] | Tonanteil [%] | Bodenart | Geologische Einheit | Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s] |
|------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|---------------|--|---------------------|--|
| BK 3/23 | 5,0 | - | 9,5 | 17,6 | 55,0 | 17,9 | Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig | Schwemmlehm | $3,2 \times 10^{-9}$ ¹⁾ $[6,4 \times 10^{-10}]^{**}$ |
| BK 4/23 | 2,0 - 3,0 | - | 1,5 | 13,6 | 58,2 | 26,7 | Schluff, tonig, schwach sandig | Schwemmlehm | $<1 \times 10^{-10}$ ¹⁾ $[< 2 \times 10^{-10}]^{**}$ |
| BK 8/23 | 0,5 - 3,0 | 11,0 | 61,1 | 20,9 | 5,0 | 2,0 | Fein- bis Grobkies, sandig, schwach steinig, schwach schluffig | Auffüllung, Kies | $6,4 \times 10^{-4}$ ¹⁾ $[1,3 \times 10^{-4}]^{**}$ |

¹⁾ Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach USBR

** korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert nach DWA A-138 (Korrekturfaktor x 0,2)

Die durchgeführten Korngrößenverteilung ergibt für den Schwemmlehm einen teils schwach kiesigen, schwach sandigen bis sandigen, tonigen Schluff.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Anhand des hohen Feinkornanteils ist von einer Einstufung Frostempfindlichkeitsklasse **F3** (sehr frostempfindlich) auszugehen.

Gemäß USBR ergibt sich für den Schwemmlehm ein empirisch abgeleiteter Durchlässigkeitsbeiwert zwischen $k_f = 3,2 \times 10^{-9}$ m/s und $< 1,0 \times 10^{-10}$ m/s.

Anhand des Merkblattes DWA-A 138 ist für die Versickerung im Mittel ein um den Faktor x 0,2 korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert von **$k_f = 3,3 \times 10^{-10}$ m/s** auszuweisen.

Die Schwemmlahme sind somit anhand der DIN 18130 als ein annähernd undurchlässiger Boden zu bezeichnen.

Mittels des ausgeführten Laborversuches zur Bestimmung der Korngrößenverteilung an der Probe aus der **kiesigen Auffüllung** konnte für den Boden ein schwach schluffiger, schwach steiniger, sandiger Fein- bis Grobkies ermittelt werden.

Unter Heranziehung der DIN 18196 kann der Probe die Bodengruppe **GU** (Kies-Schluff-Gemisch) zugeordnet werden. Hier gilt die Frostempfindlichkeitsklasse **F2**.

Mit Anwendung der Näherungsformel von USBR kann eine Durchlässigkeit von $k_f = 6,4 \times 10^{-4}$ m/s abgeleitet werden. Unter Korrektur gemäß DWA-A 138 ergibt sich eine korrigierte Durchlässigkeit von **$k_f = 1,3 \times 10^{-4}$ m/s**.

Für die kiesige Auffüllung gilt somit gemäß DIN 18130, dass es sich um durchlässige Böden handelt.

3.3 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden folgende in Tabelle 6 angegebenen Bodenkennwerte zugrunde zu legen:

Tabelle 6: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

| Schichten | Wichte (feucht) γ [kN/m ³] | Wichte (u. Auftrieb) γ' [kN/m ³] | Reib.-winkel dräniert φ_k [°] | Kohäsion dräniert c_k [kN/m ²] | Steifemodul E_s [MN/m ²] |
|-------------------------|---|---|---------------------------------------|--|--|
| Auffüllung, Sand/Kies | 18,0 - 19,5 | 8,0 - 9,5 | 30,0 - 35,0 | 0 - 2* | [10 - 30] |
| Auffüllung, Schluff | 17,5 - 19,0 | 7,5 - 9,0 | 22,5 - 27,5 | 2 - 7 | 2 - 6 |
| Verwitterungsdecke | 17,5 - 19,0 | 7,5 - 9,0 | 22,5 - 27,5 | 2 - 8 | 3 - 8 |
| Schwemmlehm | 18,0 - 19,5 | 8,0 - 9,5 | 20,0 - 25,0 | 8 - 15 | 10 - 20 |
| Untere Süßwassermolasse | 18,0 - 20,0 | 8,0 - 10,0 | 22,5 - 27,5 | 10 - 20 | 20 - 40 |

* Scheinbare Kohäsion

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Entsprechend der derzeit gültigen Normen ist ein Homogenbereich ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020:2010-12 und DIN EN 1997-2:2010-10, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.

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

Tabelle 7: Einteilung der Baugrundabfolge in Homogenbereiche

| Homogenbereich | Baugrundsichten |
|----------------|---|
| A | Mutter-/ Oberboden, Mu |
| B1 | Auffüllung, Sand/Kies, A _{G-S} |
| B2 | Auffüllung, Schluff, A _U |
| C | Verwitterungsdecke, VD |
| D | Schwemmlern, SL |
| E | Untere Süßwassermolasse, USM |

Der Mutter- bzw. Oberboden (Homogenbereich A) wird in der nachfolgenden Unterteilung der Homogenbereiche nicht weiter erfasst bzw. berücksichtigt.

Zwar wird der Ober- bzw. Mutterboden in der DIN 18320:2019-09 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 Ober- bzw. Mutterbodens selbst erfolgt neben der DIN 18320:2019-09 (Landschaftsbauarbeiten) unter Berücksichtigung bodenkundlicher Aspekte auch nach DIN 18915:2018-06 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten) und DIN 19639:2019-09 (Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben).

Entsprechend der Neufassung der DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten) und DIN 18301:2019-09 (Bohrarbeiten) sind Boden und Fels in der Vergabeordnung (VOB-C) in Homogenbereiche einzuteilen. Demnach ist ein Homogenbereich ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997-2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Auf der Basis der vorliegenden Baugrundaufschlussresultate, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundsichten können für die o.a. Homogenbereiche folgende Eigenschaften und Kennwerte zugrunde gelegt werden, wobei davon ausgegangen wird, dass das Bauvorhaben der **geotechnischen Kategorie 2** (GK 2) zuzuordnen ist.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Tabelle 8: Kennwerte/Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 und DIN 18301:2019-09 für Bauwerke der Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2)

| Kennwert / Eigenschaft | | Homogenbereich | | | | |
|--|---|---|--|--------------------------------|---|--|
| | | B1 | B2 | C | D | E |
| Kornverteilung [%] | T | 0 - 5 | 2 - 25 | 5 - 25 | 10 - 30 | 10 - 30 |
| | U | 3 - 15 | 25 - 65 | 30 - 50 | 40 - 65 | 40 - 70 |
| | S | 15 - 60 | 10 - 40 | 10 - 30 | 10 - 20 | 10 - 30 |
| | G | 60 - 80 | 0 - 10 | 0 - 10 | 1 - 10 | 0 - 5 |
| Massenanteil Steine [%] | | 0 - 5 | - | - | - | - |
| Massenanteil Blöcke [%] | | 0 - 1 | - | - | - | - |
| Massenanteil große Blöcke [%] | | - | - | - | - | - |
| Dichte [g/cm ³] | | 1,80 - 1,95 | 1,75 - 1,90 | 1,75 - 1,90 | 1,80 - 1,95 | 1,80 - 2,10 |
| Undrainede Scherfestigkeit c _u [kN/m ²] | | - | 30 - 80 | 40 - 120 | 50 - 150 | 80 - 250 |
| Wassergehalt w _n [%] | | - | 10 - 30 | 15 - 35 | 15 - 40 | 15 - 35 |
| Konsistenz | | - | weich, steif - halbsteif | weich - steif tw. halbsteif | steif - halbsteif, lokal weich - steif | steif - halbsteif, lokal weich |
| Konsistenzzahl I _c [-] | | - | 0,65 - 1,1 | 0,65 - 1,1 | 0,65 - 1,15 | 0,70 - 1,2 |
| Plastizitätszahl I _p [%] | | - | 15 - 40 | 15 - 45 | 15 - 45 | 15 - 45 |
| Lagerungsdichte | | locker | - | - | - | - |
| Organischer Anteil [%] | | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |
| Abrasivität | | schwach abrasiv CAI: 0,5 - 1,0 | kaum abrasiv CAI: 0,3 - 0,5 | kaum abrasiv CAI: 0,3 - 0,5 | kaum abrasiv CAI: 0,3 - 0,5 | kaum abrasiv CAI: 0,3 - 0,5 |
| Bodengruppe | | [GU], [SW/SI] | [TA], [TL/TM] | TA, TM, TL | TL, TM, TA, SU* | TL/TM, TM/TA, TL/ST, SU*/UL |
| Frostempfindlichkeit [ZTVE E-Stb 09, Tab. 1] | | F2, F1 | F3, (F2) | F3, (F2) | F3, (F2) | F3 |
| Ortsübliche Bezeichnung | | Auffüllung, Sand/Kies, A _{S-G} | Auffüllung, Schluff, A _U | Verwitterungs- decke VD | Schwemm- lehm, SL | Untere Süßwasser- molasse USM |

n.b. = nicht bestimmt

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

4 Georisiken

4.1 Seismische Aktivität

Entsprechend der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland (Quelle: DIN EN 1998-1/NA:2011-01, ehemals DIN 4149:2005-04) befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 0** und ist somit als ein Gebiet, in dem gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität I zwischen 6,0 und < 6,5 liegt, zu charakterisieren.

Das Untersuchungsgebiet liegt in der **Untergrundklasse R** (Gebiet mit felsartigem Untergrund).

Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01, Abs. 5.2.3 Baugrundklassen, kann für den anstehenden Untergrund die **Baugrundklasse C** (Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mindestens steifer Konsistenz) zugrunde gelegt werden.

5 Hydrogeologie

5.1 Grundwasserverhältnisse

Während den Baugrundaufschlussarbeiten vom 19.01.2023 bis zum 24.01.2023 wurde in den Rammkernbohrungen BK 1-8/23 kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen.

Die Bohrung BK 4/23 und BK 8/23 wurde für eine längere Beobachtung daraufhin zu einer 3"-Grundwasserbeobachtungsmessstelle ausgebaut, deren Ausbauprofile in der Anlage 2.4-5 dargestellt ist.

Eine Messung von Wasserspiegeln innerhalb der schweren Rammsondierungen (DPH) war verfahrenstechnisch nicht möglich.

Allgemein muss allerdings insbesondere bei stärkeren, langanhaltenden Niederschlagsereignissen auf bindigen Horizonten der Verwitterungsdecke, der Schwemmlöhme und auch der Unteren Süßwassermolasse mit einem unregelmäßigen Aufstau von Hangzug- und Schichtwässern gerechnet werden, welches sich sehr kleinräumig innerhalb von sandigeren Lagen einstauen und im Anschnitt ausfließen können.

Wir empfehlen daher vorerst für einen **Bemessungswasserstand Endzustand**, sofern erforderlich diesen auf Höhe der einzubauenden Ringdrainage zu legen.

Wird keine Drainage verwendet, ist der Bemessungswasserstand Endzustand für das jeweilige Gebäude auf Höhe der Geländeoberkante festzulegen, da es hier durch eindringende Oberflächenwässer langfristig zu einem sogenannten „Wanneneffekt“ kommen kann, bei dem sich Oberflächenwässer im Hinterfüllbereich (bis zur Geländeoberkante) aufstauen.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach DWA A - 138 (August 2008)

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden.

Nach dem DWA A – 138 Merkblatt 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 beträgt.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW), 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 bindigen Böden der Verwitterungsdecke, der Schwemmlerme und der Unteren Süßwassermolasse sind für die Versickerung nicht geeignet, da, wie auch die Laborergebnisse zeigen, hier aufgrund des hohen Feinkornanteils nur geringe Durchlässigkeiten von $k_f \ll 1 \times 10^{-6}$ m/s zu erwarten sind.

6 Gründungskonzept und baubegleitende Maßnahmen

6.1 Bauwerk

Der Auftraggeber plant den Neubau von insgesamt neun Mehrfamilienhäusern in der Römerstraße 133, auf den Flurstücken Nr. 1991, 1991/2 und 1991/3, in 89077 Ulm [1].

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen [1] weist der Neubau der MFH bzw. die gemeinsame Tiefgarage eine Grundfläche (UG) von rd. 4.500 m² auf. Die Gebäude weisen neben dem Kellergeschoss bzw. der Tiefgarage darüber hinaus 3 bzw. 4 Vollgeschosse auf und werden mit Flachdach ausgebildet.

Das angegebene Bauwerksnull für den MFH-Gebäudekomplex (OK FFB EG +/- 0,00) ist mit einer Absoluthöhe von 515,00 m NHN auf Höhe der Römerstraße angegeben.

Die Gebäudehöhen und deren Unterkanten variieren zum Teil aufgrund der vorhandenen Geländemorphologie bzw. des geplanten Gefälles des Tiefgaragengeschosses im Bereich der Häuser 7 bis 9.

Die Unterkante der Tiefgarage bzw. die Kellerschosse befinden sich in etwa auf folgenden Höhen, die in der Tabelle 9 zusammengefasst sind:

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Tabelle 9: Gründungskoten und Bauwerksnull der Häuser

| Gebäude | relative Höhe zum Bauwerksnull | OK FFB EG [m NHN] | relative Höhe zum Bauwerksnull | UK Untergeschoss [m NHN] |
|---------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Haus 1 | +0,74 | 515,74 | +0,44 | 545,44 |
| Haus 2 | +3,80 | 518,80 | +3,50 | 518,50 |
| Haus 3 | +4,00 | 519,00 | +3,65 | 518,65 |
| Haus 4 | +7,06 | 522,06 | +3,55 | 518,55 |
| Haus 5 | +7,50 | 522,50 | +3,55 | 518,55 |
| Haus 6 | +7,50 | 522,50 | +3,55 | 518,55 |
| Haus 7 | +7,14 | 522,14 | +3,60 | 518,60 |
| Haus 8 | +10,20 | 525,20 | von 6,15 bis + 3,60 | von 521,15 bis 518,60 |
| Haus 9 | +10,20 | 525,20 | +6,15 | 521,15 |

Die gemeinsame Tiefgarage verbindet bei den o.g. Höhen die Häuser 4 bis 9. Im Bereich des Haus 3 liegt das EG aufgrund der Hanglage auf Höhe der Tiefgarage. Die Gründungshöhe im Bereich des Haus 8 variiert durch das Gefälle der Tiefgarage.

Laut derzeitiger vorliegender Planung sind die Häuser 1 und 2 nicht an die gemeinsame Tiefgarage angeschlossen.

Die Tiefgaragenzufahrt für den MFH-Gebäudekomplex soll von einem Abzweig der Römerstraße aus erfolgen.

Nähere Angaben, insbesondere zu den einwirkenden Gebäudelasten, liegen dem Unterzeichner nicht vor, so dass im Folgenden allgemein auf die geotechnischen Belange eingegangen wird.

6.2 Baugrundsituation

Der Untergrund im Projektareal wird oberflächennah teils durch den Oberboden, lokale Auffüllungen und die Verwitterungsdecke aufgebaut.

Die o.g. oberflächennahen Schichten fallen allerdings mit Ausnahme des Haus 1 vollständig in den Aushubbereich der Tiefgarage bzw. der unterkellerten Gebäude.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Im Bereich des derzeit geplanten Gründungsniveaus der Gebäude stehen fast durchgehend die Schwemmlöhne an, wobei noch Reste der Verwitterungsdecke insbesondere bei den Häusern Nr. 1,2 und 3 in der Aushubsohle anstehen können.

Die Untere Süßwassermolasse wird gemäß der o.g. Gründungshöhen voraussichtlich nicht unmittelbar aufgeschlossen und spielt in Bezug auf die Gebäudegründung daher nur eine untergeordnete Rolle.

Die Schwemmlöhne sind als Gründungssubstrat sind ohne Bodenverbesserung bspw. durch einen entsprechend mächtigen Kieskoffer nur mäßig gut als Gründungssubstrat bzw. zur Aufnahme der Gebäudelasten geeignet.

In den Bereichen, in denen die Gründung die Böden der Schwemmlöhne nicht erreicht, ist das Gründungspolster aufgrund der zu geringen Tragfähigkeit der Verwitterungsdecke entsprechend mächtiger auszubilden, bzw. die Gründung entsprechend anzupassen.

6.3 Gründungsempfehlung

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand wird davon ausgegangen, dass die Gebäude in den Schwemmlöhnen gründen. Um mögliche Setzungsdifferenzen aufgrund der unterschiedlichen Gebäudelasten und der teils variierenden Zustandsform der Schwemmlöhne auszugleichen, wird empfohlen, die Wohngebäude bzw. die gemeinsame Tiefgarage mittels **Flächengründung** auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** zu gründen.

Alternativ kann unter Voraussetzung, dass mögliche Setzungsdifferenzen überprüft werden, auch eine **Flachgründung** mittels **Einzel- und Streifenfundamenten** in Betracht gezogen werden.

Flächengründung mittels elastisch gebetteter Bodenplatte

Die Unterkante der Bodenplatte der Tiefgarage bzw. der weiteren Gebäudeteile kommt, wie beschrieben, überwiegend bereits weitestgehend in den steifen, teils halbfesten und nur lokal weichen Schwemmlöhnen zu liegen.

Aufgrund der großen Grundfläche des Gebäudekomplexes und der variierend angetroffenen Konsistenzen im Untergrund wird empfohlen, unterhalb der Bodenplatte der **Häuser 4 bis 9** einen entsprechend rd. **d = 0,6 m** mächtigen **Bodenersatzkörper** einzubringen. Dies dient der gleichmäßigen Ableitung der anfallenden Lasten und damit auch der Setzungen. Im Bereich der geneigten Tiefgarage und damit der Gründungsebene (Haus 8) ist der Bodenersatzkörper entsprechend abzutreten.

Der östliche Gebäudekomplex der **Häuser 1 bis 3** kommt teils noch in der Verwitterungsdecke zu liegen. Hier wird empfohlen, den Bodenersatzkörper aufgrund der durchweg geringeren Konsistenz des Verwitterungshorizontes auf **d = 1,0 m** zu erhöhen.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Als kapillarbrechender, vliesunterlegter Bodenersatzkörper ist ein kornabgestuftes, gut verdichtbarer Kies (z.B. FSK 0/45 oder Material der Bodengruppe GW/GI/GU) mit einem Feinkornanteil von < 5 % in Schüttlagen von maximal $d \leq 0,30$ m 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 3) vom Untergrund abzutrennende Gründungspolster ist auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Vor dem Einbringen der Ausgleichsschicht ist die Aushubsohle statisch abzuwalzen.

Der fachgerechte Einbau der Ausgleichsschicht bzw. des Bodenersatzkörpers ist anhand von statischen Plattendruckversuchen (Anforderung: $E_{V2} > 100 \text{ MN/m}^2$; $E_{V2}/E_{V1} < 2,3$, dies entspricht ca. einem $E_{vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ eines dyn. Plattendruckversuches) zu überprüfen. Die erforderlichen Kontrollprüfungen können auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd ausgeführt werden.

Der Bodenersatzkörper dient auch als Arbeitsplanum, da die Schwemmlerme beim Befahren zu deutlichen Auflockerungen, bzw. Aufweichungen und nur zu einer schlechten Verdichtbarkeit neigen.

Alternativ zur Einbringung von Kiesmaterial kann ein verbessertes Gründungspolster prinzipiell auch durch eine Bodenverfestigung bzw. Bodenstabilisierung hergestellt werden. Hierzu sind die Fräslagen auf eine max. Dicke von 0,4 m einzustellen. Die mittels Kalk-Zement-Mischung zu verbessernde Bodenschicht sollte dabei eine Gesamtmächtigkeit von rd. 0,8 m erreichen.

Bauzeitlich ist darauf zu achten, dass sich innerhalb der Kiespolster kein Tagwasser einstaut und dass diese nicht durch den Eintrag von Feinanteilen verschlammten. Dies ist bei der bauzeitlichen Wasserhaltung (siehe Kap.6.4) mit zu berücksichtigen.

Für die Dimensionierung von Plattengründungen sind die Bodenkennwerte aus Kapitel 3.3 zu verwenden. Bei einer Gründung des MFH-Gebäudekomplexes über eine Bodenplatte zusammen mit einem wie weiter oben beschrieben ausgebildetem Kiespolster dürfen für deren Vorbemessung folgende Bettungsmodul in der Größenordnung von angesetzt werden:

Kieskoffer in Schwemmlerme (Haus 4-9): $k_s = 7 - 12 \text{ MN/m}^3$
Kieskoffer in Verwitterungsdecke (Haus 1-3): $k_s = 3 - 8 \text{ MN/m}^3$

abgeschätzt werden.

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen, der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf bei sehr setzungsempfindlichen Gewerken bzw. Konstruktionen nach Vorlage von Lastplänen und Ausführungsplänen anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd ausgeführt werden.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten

Alternativ kann die Gründung der unterkellerten Gebäudeabschnitte (insbesondere die Tiefgarage) über **Einzel- und Streifenfundamente** ausgeführt und damit eine Pflasterbauweise der Tiefgarage in Erwägung gezogen werden.

Diese Gründungsvariante ist allerdings nur dann möglich, solange sie mit einer dauerhaft wirksamen, rückstaufreien, und fachgerecht installierten Drainage nach DIN 4095 kombiniert wird, bzw. diese behördlich gestattet wird.

Die Fundamente sind bei dieser Gründungsvariante einheitlich in die mindestens steifen Schwemmlerme abzusetzen. Hier sind in Bereichen, in denen noch lokal weiche Verwitterungsböden oder auch aufgeweichte Schwemmlerme anstehen, die Fundamente mittels **Magerbetonplomben** soweit tiefer zu führen bis mind. steife Schwemmlerme erreicht werden.

In Bereichen, in denen aufgrund der Bestandsbebauung während der Erkundungsmaßnahmen keine Aufschlüsse ausgeführt werden könnten, können für den Neubau ggf. auf Höhe der geplanten Gründungssohlen noch Auffüllungen unterschiedlicher Ausprägung angetroffen werden. Diese sind ebenfalls soweit auszutauschen bis die Fundamentsohlen in den Schwemmlermen als einheitliches Gründungssubstrat zu liegen kommen.

Zur Vorbemessung der Einzel- und Streifenfundamente, die einheitlich in der mindestens steifen Schwemmlerme abgesetzt werden, kann der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ aus den Anlagen 5.1-2 entnommen werden. Dort sind für mittige Belastungen in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie sowie in Abhängigkeit der Schichtenabfolge Grundbruch- und Setzungsberechnungen ausgeführt.

Berechnungsgrundlage hierfür ist der EC 7 bzw. im Detail die DIN EN 1997-1:2009-09, die DIN EN 1997-1/NA und die DIN 1054:2010-12, sowie die DIN 4017:2006-03.

Es liegt die Bemessungssituation BS-P (ständige Situationen / persistent situations) sowie die Schichtenabfolge der Bohrung BK 7/23 zusammen mit der DPH 7/23 zugrunde, die hinsichtlich der Schichtenabfolge und des Grundbruchs die ungünstigste Situation darstellt. Die Mindesteinbindetiefe der Fundamente wurde zu $t = 0,8$ m angenommen.

Das Verhältnis von veränderlichen zu Gesamtlasten wird mit 0,5 vorausgesetzt. Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1,0$ und Begrenzung der rechnerischen Setzung auf z. B. $s \leq 1,5$ cm, ist je nach gewählter Fundamentgeometrie der im Diagramm benannte Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ anzusetzen.

Die Tabelle 10 und Tabelle 11 enthalten einen exemplarischen Auszug aus den Anlagen 5.1-2.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Tabelle 10: Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie (Einzelfundament in den mind. steifen Schwemmlernen)

| Einzelfundament a x b [m] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | $R_{n,d}$ [kN] | zugh.S [cm] |
|------------------------------|--|-------------------|----------------|
| 1,0 x 1,0 | ~287 | ~287 | ~0,92 |
| 1,5 x 1,5 | ~300 | ~676 | ~1,41 |

Tabelle 11: Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie (Streifenfundament in der mind. steifen Schwemmlernen)

| Streifenfundament a x b [m] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | $R_{n,d}$ [kN/m] | zugh.S [cm] |
|--------------------------------|--|---------------------|----------------|
| 20 x 0,6 | ~209 | ~126 | ~0,96 |
| 20 x 1,0 | ~218 | ~218 | ~1,50 |

In den Anlagen 5.1-2 ist je nach gewählter Fundamentgeometrie entweder die Grundbruchsicherheit (rote Linie), oder die Begrenzung der Setzungen auf 1,5 cm (blaue Linie) maßgebend für den Bemessungswert des Sohldruckwiderstands. **Die Größe der zulässigen Setzungen für das Bauwerk ist vom zuständigen Planer festzulegen.**

Bei den aufgeführten Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Fundamenten nicht berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, die Gründungsvorbemessung nach den Fundamentdiagrammen in den Anlagen 5.1-2 vorzunehmen.

Nach Vorlage der aktuellen Bauwerkslasten sind bei setzungsempfindlichen Tragkonstruktionen die gegenseitigen Beeinflussungen der Fundamente und die Verträglichkeit der Setzungsdifferenzen bzw. Fundamentverdrehungen mit einer Setzungsberechnung zu überprüfen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Die Kellerbodenplatte ist **frei schwimmend** zwischen den Fundamenten auf einer d = 0,40 m starken, vliesunterlegten Ausgleichsschicht aus einem hochverdichtbaren Kies-Sand-Gemisch (z. B. FSK 0/45) abzusetzen.

Für eine **setzungsarme Gründung** ist die Bodenplatte alternativ **deckenartig** auszubilden. Unterhalb der Bodenplatte ist dabei eine kapillarbrechende, mindestens 0,15 m dicke Schicht (Rollierung) vorzusehen. Wird bspw. FSK 0/45 Material verwendet, kann ab einer Mächtigkeit von 0,3 m des BEK eine ausreichende kapillarbrechende Wirkung angenommen werden.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Sollte die Anordnung eines dauerhaft wirksamen, rückstaufreien Drainagesystems behördlich nicht genehmigt werden, ist die Bodenplatte ohnehin deckenartig auszubilden.

Die geplante Tiefgarage kann in Pflasterbauweise ausgeführt werden, sofern eine wie oben beschriebene, vollständig das Untergeschoss umlaufende Drainage gemäß DIN 4095 erstellt und behördlich gestattet wird.

6.4 Baugrube

Böschungen

Für die Errichtung des weitestgehend unterkellerten MFH-Gebäudekomplexes mit gemeinsamer Tiefgarage wird eine rd. 3,5 m bis 5,0 m tiefe Baugrube notwendig.

Sofern Einzel- bzw. Streifenfundamente zur Ausführung kommen, ist deren Aushubtiefe zusätzlich mit in die Betrachtung der Baugrubenböschungstiefe einzubeziehen. Im Fall einer Flächengründung muss ebenfalls der erforderliche Bodenaustausch mit einkalkuliert werden.

In der weichen-steifen Verwitterungsdecke und den Auffüllungen können Baugruben gem. DIN 4124 max. mit einem Böschungswinkel von 45° (1:1) abgeböschet werden. Sofern die Verwitterungsdecke und die Schwemmlerme durchgehend mindestens steif ausgebildet sind können auch Böschungswinkel von bis zu 60° realisiert werden.

Bei Geländeeinschnitten von > 3,00 m soll nach 3,00 m Höhe eine Berme von 1,50 m Breite angeordnet werden.

Geböschte Baugruben mit mehr als 5,00 m Tiefe müssen in ihrer Standsicherheit rechnerisch nachgewiesen werden. Dies gilt auch für den Fall, dass die Böschung steiler als angegeben ausgeführt wird.

Bei den vorliegenden Gründungstiefen werden demnach teilweise (Haus 3, 5, 6, 7, 9) voraussichtlich Standsicherheitsuntersuchungen notwendig.

Eventuell auftretende Schichtwasseraustritte sind mittels Stützscheiben aus Einkornbeton zu fassen und gemeinsam mit dem anfallenden Tagwasser fachgerecht abzuleiten.

Die Böschungen sind umgehend nach Freilegung mit Baufolien, die windfest angebracht werden müssen, abzudecken. An den Böschungsschultern ist ein lastfreier Schutzstreifen von mindestens 1,50 m Breite vorzusehen.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Verbau

Sollten die Platzverhältnisse eine frei geböschte Baugrube nicht gestatten, ist diese im **Schutze eines Verbausystems** auszuheben, das statisch nachzuweisen ist.

Basierend auf den derzeitigen Planunterlagen [1] erscheinen die Platzverhältnisse östlich von Haus 3 und südlich von Haus 4 und Haus 6 und nördlich von Haus 5 und Haus 7, sowie westlich von Haus 9 kritisch, sodass hier zwingend ein Verbau erforderlich wird.

Es kommt beispielsweise ein **Trägerbohlwandverbau** (Berliner Verbau) in Frage. Die Ausfachung zwischen den Trägern kann über Spritzbeton, Stahlplatten oder Holzbohlen erfolgen, wobei im Falle einer Spritzbetonausfachung Drainageöffnungen vorzusehen sind. Die Ausfachung ist dabei so einzubringen, dass ein möglichst gleichmäßiges Anliegen am Erdreich sichergestellt ist.

Dabei darf der Bodenaushub nicht im unzulässigen Maß vorseilen (Abschlagstiefe ist anhand der tatsächlichen Baugrundbeschaffenheit zu wählen). Der Verbau ist zudem statisch nachzuweisen.

Es ist anzumerken, dass der **beschriebene Trägerbohlwandverbau keinen verformungsarmen Verbau** darstellt. Sofern aus statischen Gesichtspunkten eine Verankerung des Verbaus erforderlich werden sollte, weisen wir darauf hin, dass das Einlegen von Ankern der Zustimmung der angrenzenden Eigentümer bedarf.

Die halb feste Untere Süßwassermolasse ist schwer bis sehr schwer rammbaar. Je nach erforderlicher Einbindetiefe der Bohlträger wird es daher wegen der zu erwartenden hohen Rammwiderstände erforderlich sein, diese in vorgebohrte Löcher zu stellen, um Rammerschütterungen zu vermindern. Ggf. sind auch Austauschbohrungen notwendig. Die Vorgaben der DIN 4150-3:2016-12 (Erschütterungen im Bauwesen - Einwirkungen auf bauliche Anlagen) sind hierbei zu beachten. Es wird empfohlen, eine Beweissicherung der Nachbarbebauung durchzuführen.

Alternativ kann auch eine Sicherung mittels aufgelöster Bohrpfahlwand angedacht werden (verformungsarm).

Nach Vorlage aktueller Entwurfs- und Ausführungspläne sowie von detaillierten Höhen- und Geländeprofilen (mit Bestandplänen und Angaben zur Nachbarbebauung), kann das zur Ausführung kommende Baugrubensicherungskonzept auf Wunsch ausgearbeitet sowie die eventuell erforderliche statische Berechnung des Verbausystems von der Firma BauGrund Süd vorgenommen werden.

Baugrubenentwässerung

Eventuell auftretende Hangzug-/Schichtwasseraustritte in frei geböschten Baugrubenflächen sind mittels Stützscheiben z. B. aus Einkornbeton zu fassen.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Anfallende Oberflächenwässer (Tagwässer) durch Niederschlag müssen gemeinsam mit dem Schichtwasser, durch im Randbereich der Baugrube gelegene Entwässerungs- bzw. Drainagegräben geleitet, in einem Pumpensumpf gefasst und geregelt abgeführt werden. Eine einfache, **offene Wasserhaltung** mittels Schmutzwasserpumpen ist daher auf jeden Fall für die gesamte Baumaßnahme einzuplanen.

Behandlung der Baugrubensohle

Freigelegte Sohlflächen auf feinkörnigen, bindigen Schwemmlernen sind unmittelbar nach Erreichen des Aushubsollniveaus zum Schutz gegen Witterungseinflüsse abzudecken bzw. mit der Ausgleichsschicht aus einem Kies-Sand-Gemisch oder mit einer Sauberkeits-/Ausgleichsschicht aus Magerbeton zu belegen.

Die bindigen Schwemmlerne neigen insbesondere bei Befahren mit schweren Baugeräten dazu aufzuweichen bzw. dabei verschlechtern sich die natürliche anstehende, gute Konsistenz der Böden. Daher hat der Aushub auf Endaushubniveau möglichst rückschreitend mit einer glattschneidigen Humusschaufel zu erfolgen.

Die Sohle sollte, wenn nötig, nur statisch abgewalzt werden, da eine dynamische Verdichtung ebenfalls die natürliche, bestehende Konsistenz der feinkornreichen Schwemmlerne und Verwitterungsböden verschlechtert.

Der Aushub sollte nach Möglichkeit nicht während Frostperioden durchgeführt werden, da die stark feinkornreichen, bindigen Böden im Bereich der Sohlfläche zu Frosthebungen neigen. Während der Frostperioden hat bis unmittelbar vor Endaushubniveau eine Schutzschicht von rd. 10 cm zu verbleiben, die erst unmittelbar von Einbringung o.g. Sauberkeitsschicht abgezogen werden soll.

Arbeitsraum

Die Arbeitsraumverfüllung zum unterkellerten Bereich bzw. der Tiefgarage ist treppenartig in Schüttlagen von $\leq 0,30$ m zu verdichten.

Der aus den Aushubarbeiten des Kellergeschosses bzw. der Tiefgarage resultierende Erdaushub ist voraussichtlich, in Abhängigkeit von den zulässigen Setzungen (Anforderung an die Außenanlagen), ohne Verbesserungsmaßnahmen (Bodenkonditionierung) nur bedingt zur Hinterfüllung geeignet.

Bis zum Frosteinflussbereich (bis 1,0 m u. Gelände) ist je nach Anforderungen der Außenanlagen (bspw. Wege/Terrassen) Frostschutzkies (FSK 0-45, bzw. Kies-Sand-Material der Bodengruppe GW/GI) einzubauen.

6.5 Trockenhaltung / Entwässerung Bauwerk

Gemäß den Ergebnissen der Baugrunderkundung wird empfohlen, die erdberührenden Bauteile der unterkellerten Bauwerke nach den Richtlinien der **DIN 18533-1:2017-07, Klasse W1.2-E** (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Bauteilen mit Drainung) abzudichten.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Die dafür nötigen dauerhaft funktionsfähigen, rückstaufreien Drainagen mit kapillarbrechender Wirkung sind nach den Vorgaben der DIN 4095 auszuführen.

Wird die Anordnung eines dauerhaft wirksamen Drainagekonzepts behördlich nicht genehmigt, ist das Gründungskonzept auf eine elastisch gebettete Bodenplatte auszulegen und es müssen die erdberührenden Bauteile aufgrund eines möglichen, fortdauernden Zulaufes von Schicht- bzw. Oberflächenwässern nach **DIN 18533-1:2017-07, Klasse W2-E** (Abdichtung gegen drückendes Wasser) abgedichtet werden. Alternativ kann auch eine Ausführung nach der „WU-Richtlinie“ (Prinzip „Weiße Wanne“) erfolgen.

6.6 Verkehrsflächen

Zur Höhe der geplanten der Fahrbahnoberkante der Verkehrswege im Bereich der neu zu erstellenden MFH liegen uns keine Angaben vor. Die Höhe wird in etwa auf der aktuellen mittleren Geländehöhe von rd. 522,0 m NHN angenommen. Hierbei liegt der Hauptteil der neuen, geplanten Straße (als Abzweig der Römerstraße) oberhalb der neuen Tiefgarage.

Für die Herstellung der Verkehrsflächen wird die RStO 12 [13] zu Grunde gelegt, nach der die Asphaltfläche als „Wohnstraße“ und somit der **Belastungsklasse Bk1,0** zugeordnet wird. Im Bereich der möglichen PKW-Stellflächen kann eine Belastungsklasse von **Bk0,3** angenommen werden.

Die tatsächliche Belastungsklasse ist vom zuständigen Fachplaner festzulegen.

Im Erdplanum werden aufgrund der Tatsache, dass die Straße oberhalb der Tiefgarage verläuft, durchgehend eingebrachte Auffüllungen anstehen. Es wird davon ausgegangen, dass kiesiges, frostsicheres (F1) Liefermaterial, bspw. Frostschutzkies FSK 0/32 oder 0/45 zur Auffüllung bzw. als Unterbau verwendet wird.

Das Projektareal befindet sich in der Frosteinwirkzone II (Zuschlag +5 cm). Gemäß Tabelle 6 und 7 der RStO 12 [13] muss der frostsichere Oberbau der Verkehrsflächen der Belastungsklasse **Bk1,0** damit eine Mächtigkeit von max. **d = 0,50 m** aufweisen.

Im Bereich der PKW-Stellflächen (**Bk0,3**) kann der frostsichere Aufbau auf **d = 0,40 m** reduziert werden. Mehr- und Minderdicken des frostsicheren Oberbaus infolge örtlicher Verhältnisse sind durch den Planer anhand Tabelle 7 der RStO 12 festzulegen.

Nach unserer Einschätzung sollte bei Verwendung von FSK 0/45 Kiesmaterial und der flächenhaften, qualifizierten und lagenweisen Nachverdichtung auf Höhe des Erdplanums der geforderte Prüfwert ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) für die Aufstandsebene leicht erreicht werden.

Daher kann im Anschluss der Überprüfung direkt mit dem Regelstraßenaufbau begonnen werden. Die Tragschichtausbildung ist gem. ZTV T-Stb auszuführen. Die Verdichtungs- und Tragfähigkeitsanforderungen sind nachzuweisen und zu dokumentieren.

Der Nachweis des für das Erdplanum geforderten Prüfwertes von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ ist mittels Plattendruckversuchen (nach DIN 18134) abzunehmen und zu dokumentieren. Die erforderlichen Verdichtungsprüfungen können auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

7 Abfallrechtliche Ersteinschätzung

7.1 Probenahme - Boden

Zur Feststellung eventueller Schadstoffgehalte der anstehenden Böden und der Abklärung der einzuhaltenden Entsorgungs-/Verwertungswege der bei den Erdbauarbeiten anfallenden Aushubmaßen wurden aus den Rammkernsondierungen Mischproben erstellt.

Die Mischproben wurden an das chemische Labor Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH in Markt Rettenbach übergeben.

Die Analyse der Proben wurde teils auf den Parameterumfang der VwV BW (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial) [12] untersucht.

Die jeweilige Probenbezeichnung sowie die Herkunft der entnommenen Proben sind in der nachfolgenden Tabelle 12 zusammengestellt.

Tabelle 12: Bodenproben: Probenbezeichnung, Zusammenstellung Entnahmestelle und -tiefe

| Probenbezeichnung | Herkunft der Einzel-/bzw. Mischprobe | Entnahmetiefe der Probe (m u. GOK) | Bodenansprache |
|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---|
| MP1 | BK 1/23 | 1,5 - 4,0 | <u>Auffüllung / Schwemmlehm:</u> Schluff, schwach tonig - tonig, feinsandig, sehr vereinzelt Ziegelbruchstückchen, braun mit teils schwarzen Schlieren |
| MP2 | BK 1/23 BK 5/23 | 0,30 - 1,80 0,40 - 2,50 | <u>Verwitterungsdecke:</u> Schluff, schwach sandig - sandig, schwach tonig - stark tonig, tw. durchwurzelt, schwach org., ockerbraun - hellbraun / braun |
| MP3 | BK 2/23 BK 3/23 | 0,25 - 1,00 0,25 - 1,45 | <u>Verwitterungsdecke:</u> Schluff, tonig, schwach sandig, beigebraun - hellbraun / braun |
| MP4 | BK 6/23 BK 7/23 | 0,50 - 1,50 0,30 - 2,00 | <u>Verwitterungsdecke/ Auffüllung:</u> Schuff, tonig - stark tonig, vereinzelt Ziegelbruchreste <1%, braun - rotbraun |
| MP5 | BK 2/23 | 2,0 - 3,5 | <u>Schwemmlehm:</u> Feinsand-Schluff-Gemisch / Schluff, tonig, schwach sandig, beigebraun - braun |

Die Probenentnahme-Protokolle zu der durchgeführten Beprobung sind in der Anlage 6.1-5 beigelegt.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

7.2 Analysenergebnis und abfallrechtliche Bewertung

Die in der Tabelle 12 aufgeführten Proben MP1 bis MP5 wurden an das chemische Labor Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH in Markt Rettenbach übergeben und gemäß den Vorgaben der VwV Boden BW, Tabelle 6.1 im Feststoff an der Fraktion <2 mm und im Eluat [12] untersucht und bewertet.

Für eine abfallrechtliche Bewertung der untersuchten Laborproben sind die Parameter sowie die Grenzwerte der VwV BW [12] heranzuziehen.

Die Analysenergebnisse der untersuchten Proben sind im Detail im Laborprüfbericht der Anlage 7 enthalten.

Im Folgenden zeigt die Tabelle 13 eine aus den Ergebnissen der Analysen resultierende Einstufung der o.g. untersuchten Mischproben nach VwV BW [12] mit Verweis auf die maßgebenden Parameter.

Tabelle 13: maßgebende Zuordnungswerte nach der VwV BW

| Probenbezeichnung | Bodenart nach VwV BW | vorläufige Zuordnungskategorie nach VwV BW ¹⁾ | maßgebender Parameter |
|-------------------|----------------------|--|-----------------------|
| MP1 | Lehm/Schluff | Z0 | - |
| MP2 | Lehm/Schluff | Z0 | - |
| MP3 | Lehm/Schluff | Z0 | - |
| MP4 | Lehm/Schluff | Z0 | - |
| MP5 | Lehm/Schluff | Z0 | - |

1) Die Zuordnungswerte sind vorläufig zu betrachten; eine abschließende Bewertung kann lediglich an Aushubchargen (Haufwerke) ermittelt werden

Die Bodenproben **MP1** bis **MP5** aus der Verwitterungsdecke, z.T. aus den Auffüllungen und den Schwemmlernen weisen gemäß der Analyseergebnisse keine erhöhten Schadstoffgehalte auf. Sie sind daher gemäß VwV BW formell in die **Zuordnungsklasse Z0 Lehm** einzuteilen.

Aus umwelttechnischer Sicht können daher nach den vorliegenden Ergebnissen die Böden der Zuordnungsklasse Z0 zur Verfüllung/Wiedereinbau verwendet werden, soweit sie den dafür nötigen geotechnischen Anforderungen entsprechen. Eine Verwendung bspw. zur Geländemodellierung ist daher ohne weiteres möglich.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

Die Verwendung in technischen Bauwerken ist neben der umwelttechnischen Bewertung auch von den geotechnischen Eigenschaften der Böden abhängig. Bindige Böden, wie die stark feinkornreiche Verwitterungsdecke, die Böden der Schwemmlerme und der Unteren Süßwassermolasse, eignen sich (ohne Maßnahmen zur Bodenverbesserung, z.Bsp. Konditionierung) aufgrund des hohen Feinkornanteils nicht für den Einbau in technische Bauwerke, wie z.B. Straßendämme oder zur setzungsarmen Bauwerkshinterfüllung.

Die erstellte Analytik der erkundeten Bodenproben gilt für die in den Probenentnahme-Protokollen dargestellten Ansatzstellen und Tiefenbereiche. Es kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass im Zuge eines Aushubes auch höher belastetes Material angetroffen wird. Bei Aushubarbeiten ist dies zu berücksichtigen. Bei Antreffen von organoleptischen Auffälligkeiten ist ggf. der Gutachter zu informieren.

Die Entsorgung des Erdaushubs bzw. das Entsorgungskonzept ist mit den zuständigen Fachbehörden und der Annahmestelle abzustimmen.

Es kann für den Aushub dabei notwendig werden, diesen auf Haufwerke bzw. Mieten zwischenzulagern und gemäß PN98 fachgerecht zu beproben und analysieren zu lassen. Auf Wunsch kann die Haufwerksbeprobung durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

AZ 22 11 084 Neubau von 9 MFH mit 75 WE und TG, in 89077 Ulm - Baugrunderkundung -

8 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten 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.

Zudem wird empfohlen, zur Abnahme der Gründungssohlen den Unterzeichner des Berichtes heranzuziehen.

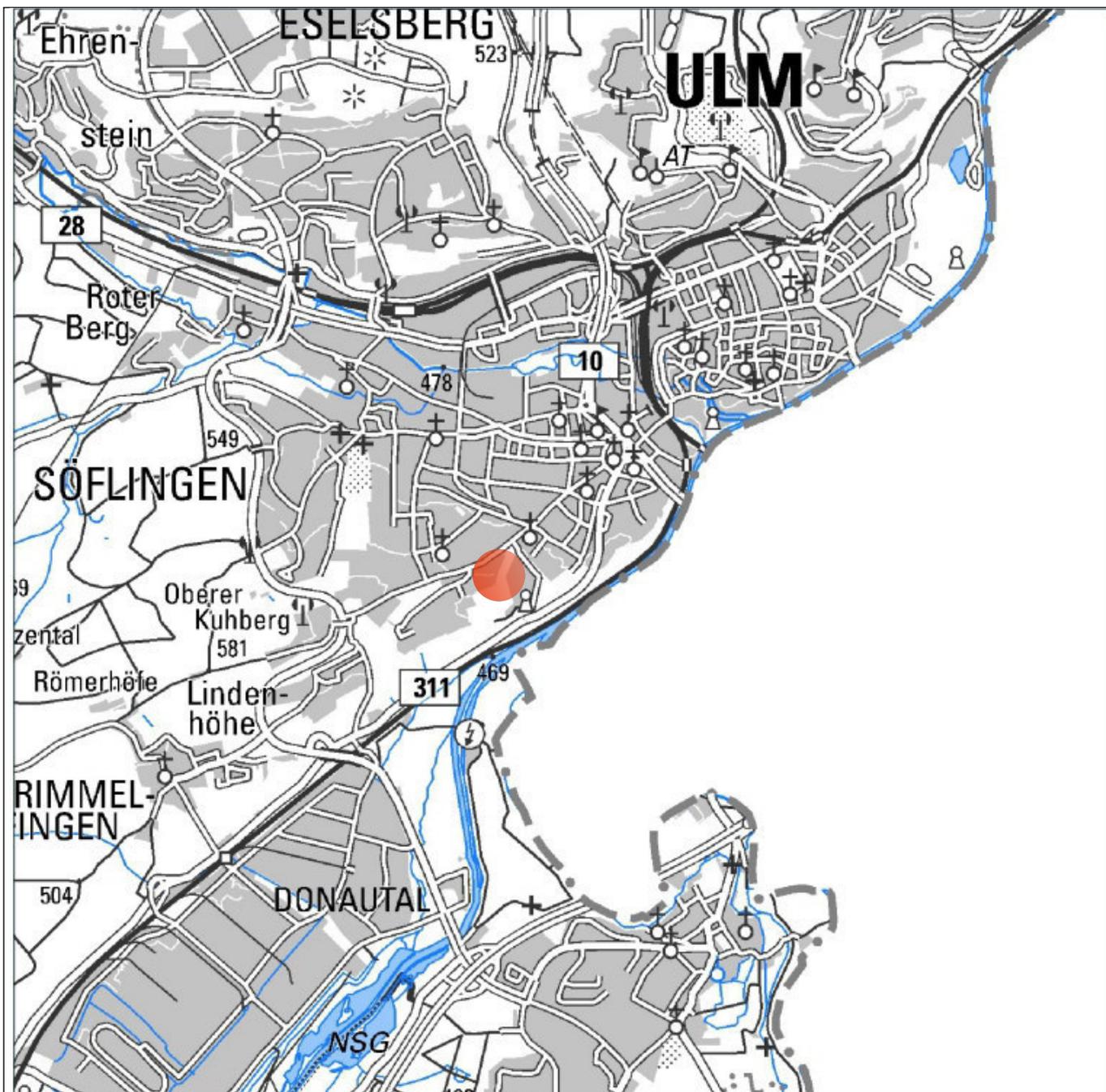
Der vorliegende geotechnische Bericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens vorliegenden Planungsstand. Nachträgliche Änderungen des Planungsstandes sind mit dem Gutachter abzustimmen. Gegebenenfalls sind weitere Aufschlüsse bzw. Berechnungen erforderlich, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Planungsstand bzw. der Ausführungsplanung gegenüber bestätigen zu können.

Die erforderlichen Kontrollprüfungen zur Überprüfung des Verdichtungserfolgs des einzubringenden Bodenersatzkörpers kann auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

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

Alexander Zemel
M.Sc. Geol.



 Untersuchungsgebiet

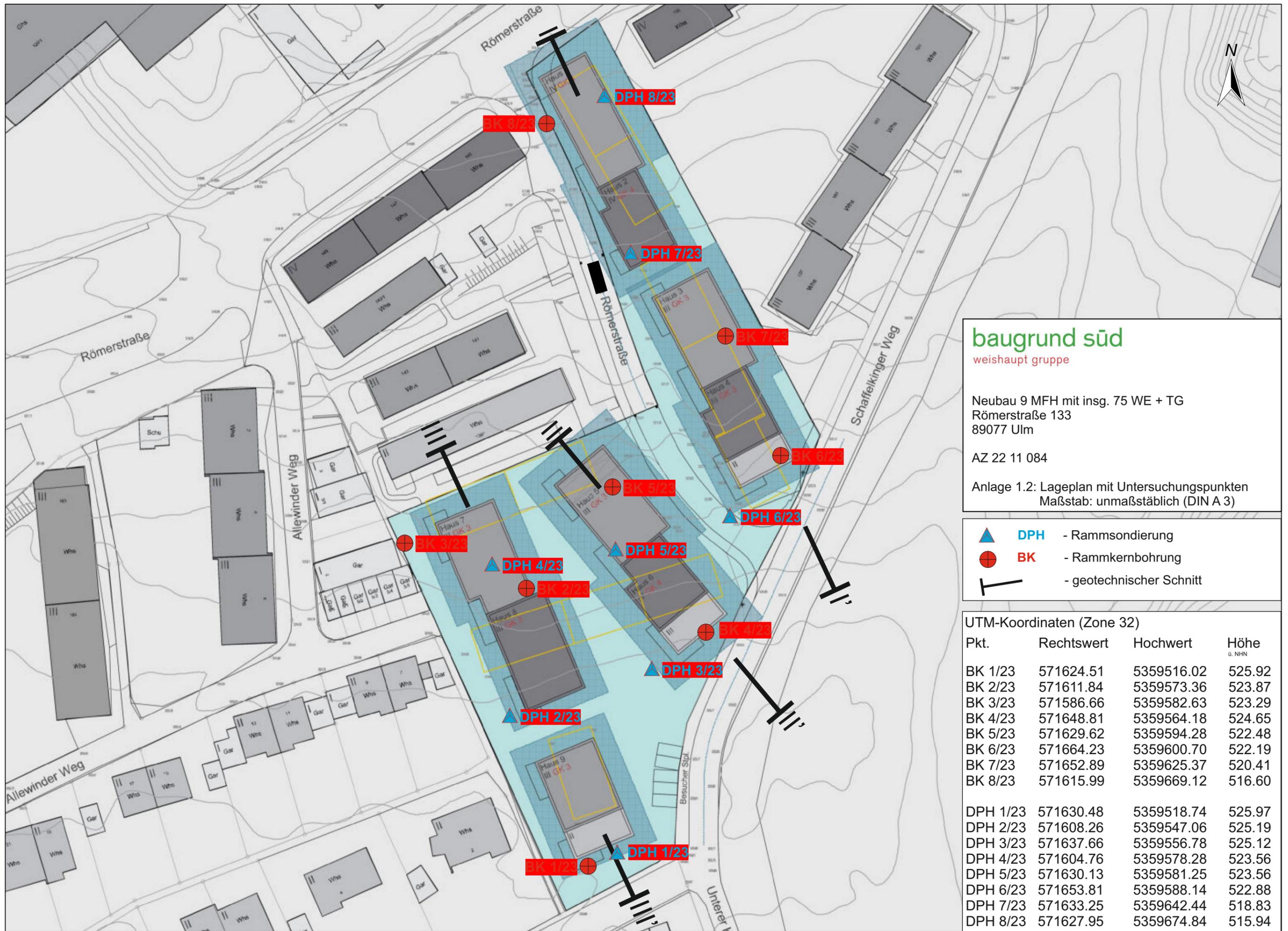
baugrund süd

weishaupt gruppe

Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
Römerstraße 133
89077 Ulm

AZ 22 11 084

Anlage 1.1: Übersichtslageplan
Maßstab: unmaßstäblich



baugrund süd
weishaupt gruppe

Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
Römerstraße 133
89077 Ulm

AZ 22 11 084

Anlage 1.2: Lageplan mit Untersuchungspunkten
Maßstab: unmaßstäblich (DIN A 3)

- ▲ **DPH** - Rammsondierung
- **BK** - Rammkernbohrung
- geotechnischer Schnitt

UTM-Koordinaten (Zone 32)

| Pkt. | Rechtswert | Hochwert | Höhe ü. NNH |
|----------|------------|------------|----------------|
| BK 1/23 | 571624.51 | 5359516.02 | 525.92 |
| BK 2/23 | 571611.84 | 5359573.36 | 523.87 |
| BK 3/23 | 571586.66 | 5359582.63 | 523.29 |
| BK 4/23 | 571648.81 | 5359564.18 | 524.65 |
| BK 5/23 | 571629.62 | 5359594.28 | 522.48 |
| BK 6/23 | 571664.23 | 5359600.70 | 522.19 |
| BK 7/23 | 571652.89 | 5359625.37 | 520.41 |
| BK 8/23 | 571615.99 | 5359669.12 | 516.60 |
| DPH 1/23 | 571630.48 | 5359518.74 | 525.97 |
| DPH 2/23 | 571608.26 | 5359547.06 | 525.19 |
| DPH 3/23 | 571637.66 | 5359556.78 | 525.12 |
| DPH 4/23 | 571604.76 | 5359578.28 | 523.56 |
| DPH 5/23 | 571630.13 | 5359581.25 | 523.56 |
| DPH 6/23 | 571653.81 | 5359588.14 | 522.88 |
| DPH 7/23 | 571633.25 | 5359642.44 | 518.83 |
| DPH 8/23 | 571627.95 | 5359674.84 | 515.94 |

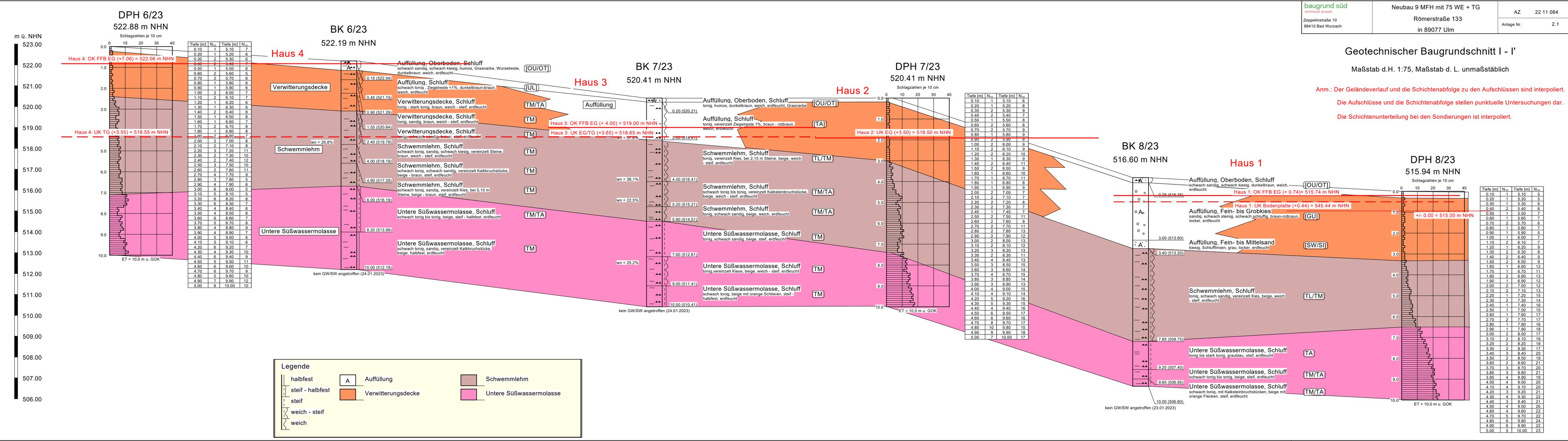
Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

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

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

Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.

Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.



DPH 6/23
522.88 m NHN

BK 6/23
522.19 m NHN

BK 7/23
520.41 m NHN

DPH 7/23
520.41 m NHN

BK 8/23
516.60 m NHN

DPH 8/23
515.94 m NHN

Haus 4

Haus 3

Haus 2

Haus 1

Haus 4: OK FFB EG (+7.06) = 522.06 m NHN

Haus 4: UK TG (+3.55) = 518.55 m NHN

Haus 3: OK FFB EG (+4.00) = 519.00 m NHN

Haus 3: UK EG/TG (+3.65) = 518.65 m NHN

Haus 2: UK EG (+3.50) = 518.50 m NHN

Haus 1: OK FFB EG (+0.74) = 515.74 m NHN

Haus 1: UK Bodenplatte (+0.44) = 545.44 m NHN

+/- 0.00 = 515.00 m NHN

| Tiefe [m] | N ₁₀ | Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 | 5.10 | 7 |
| 0.20 | 1 | 5.20 | 6 |
| 0.30 | 2 | 5.30 | 6 |
| 0.40 | 2 | 5.40 | 7 |
| 0.50 | 1 | 5.50 | 6 |
| 0.60 | 2 | 5.60 | 5 |
| 0.70 | 2 | 5.70 | 6 |
| 0.80 | 1 | 5.80 | 6 |
| 0.90 | 1 | 5.90 | 6 |
| 1.00 | 2 | 6.00 | 7 |
| 1.10 | 2 | 6.10 | 7 |
| 1.20 | 1 | 6.20 | 6 |
| 1.30 | 1 | 6.30 | 6 |
| 1.40 | 2 | 6.40 | 8 |
| 1.50 | 1 | 6.50 | 8 |
| 1.60 | 1 | 6.60 | 7 |
| 1.70 | 2 | 6.70 | 8 |
| 1.80 | 1 | 6.80 | 8 |
| 1.90 | 2 | 6.90 | 7 |
| 2.00 | 2 | 7.00 | 8 |
| 2.10 | 2 | 7.10 | 8 |
| 2.20 | 3 | 7.20 | 11 |
| 2.30 | 2 | 7.30 | 10 |
| 2.40 | 2 | 7.40 | 12 |
| 2.50 | 3 | 7.50 | 10 |
| 2.60 | 2 | 7.60 | 11 |
| 2.70 | 4 | 7.70 | 9 |
| 2.80 | 3 | 7.80 | 5 |
| 2.90 | 4 | 7.90 | 6 |
| 3.00 | 6 | 8.00 | 5 |
| 3.10 | 5 | 8.10 | 5 |
| 3.20 | 6 | 8.20 | 8 |
| 3.30 | 6 | 8.30 | 7 |
| 3.40 | 4 | 8.40 | 6 |
| 3.50 | 4 | 8.50 | 8 |
| 3.60 | 6 | 8.60 | 7 |
| 3.70 | 5 | 8.70 | 8 |
| 3.80 | 4 | 8.80 | 9 |
| 3.90 | 4 | 8.90 | 7 |
| 4.00 | 5 | 9.00 | 6 |
| 4.10 | 5 | 9.10 | 6 |
| 4.20 | 6 | 9.20 | 7 |
| 4.30 | 4 | 9.30 | 10 |
| 4.40 | 6 | 9.40 | 9 |
| 4.50 | 5 | 9.50 | 11 |
| 4.60 | 6 | 9.60 | 10 |
| 4.70 | 6 | 9.70 | 9 |
| 4.80 | 5 | 9.80 | 10 |
| 4.90 | 7 | 9.90 | 12 |
| 5.00 | 6 | 10.00 | 10 |

| Tiefe [m] | N ₁₀ | Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 | 5.10 | 6 |
| 0.20 | 1 | 5.20 | 8 |
| 0.30 | 2 | 5.30 | 9 |
| 0.40 | 2 | 5.40 | 7 |
| 0.50 | 1 | 5.50 | 8 |
| 0.60 | 2 | 5.60 | 8 |
| 0.70 | 2 | 5.70 | 9 |
| 0.80 | 1 | 5.80 | 9 |
| 0.90 | 2 | 5.90 | 8 |
| 1.00 | 2 | 6.00 | 9 |
| 1.10 | 2 | 6.10 | 9 |
| 1.20 | 2 | 6.20 | 10 |
| 1.30 | 1 | 6.30 | 9 |
| 1.40 | 2 | 6.40 | 11 |
| 1.50 | 2 | 6.50 | 9 |
| 1.60 | 1 | 6.60 | 10 |
| 1.70 | 1 | 6.70 | 11 |
| 1.80 | 1 | 6.80 | 8 |
| 1.90 | 1 | 6.90 | 9 |
| 2.00 | 2 | 7.00 | 7 |
| 2.10 | 2 | 7.10 | 7 |
| 2.20 | 2 | 7.20 | 8 |
| 2.30 | 2 | 7.30 | 7 |
| 2.40 | 1 | 7.40 | 7 |
| 2.50 | 2 | 7.50 | 11 |
| 2.60 | 2 | 7.60 | 9 |
| 2.70 | 2 | 7.70 | 11 |
| 2.80 | 2 | 7.80 | 13 |
| 2.90 | 2 | 7.90 | 12 |
| 3.00 | 2 | 8.00 | 13 |
| 3.10 | 2 | 8.10 | 12 |
| 3.20 | 3 | 8.20 | 13 |
| 3.30 | 2 | 8.30 | 11 |
| 3.40 | 4 | 8.40 | 13 |
| 3.50 | 3 | 8.50 | 15 |
| 3.60 | 4 | 8.60 | 14 |
| 3.70 | 4 | 8.70 | 15 |
| 3.80 | 3 | 8.80 | 14 |
| 3.90 | 3 | 8.90 | 13 |
| 4.00 | 4 | 9.00 | 15 |
| 4.10 | 4 | 9.10 | 14 |
| 4.20 | 5 | 9.20 | 16 |
| 4.30 | 5 | 9.30 | 15 |
| 4.40 | 4 | 9.40 | 16 |
| 4.50 | 6 | 9.50 | 17 |
| 4.60 | 6 | 9.60 | 16 |
| 4.70 | 8 | 9.70 | 17 |
| 4.80 | 10 | 9.80 | 15 |
| 4.90 | 9 | 9.90 | 18 |
| 5.00 | 7 | 10.00 | 17 |

| Tiefe [m] | N ₁₀ | Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 | 5.10 | 5 |
| 0.20 | 1 | 5.20 | 5 |
| 0.30 | 1 | 5.30 | 6 |
| 0.40 | 2 | 5.40 | 6 |
| 0.50 | 1 | 5.50 | 7 |
| 0.60 | 1 | 5.60 | 7 |
| 0.70 | 2 | 5.70 | 6 |
| 0.80 | 1 | 5.80 | 7 |
| 0.90 | 1 | 5.90 | 5 |
| 1.00 | 1 | 6.00 | 7 |
| 1.10 | 2 | 6.10 | 7 |
| 1.20 | 1 | 6.20 | 9 |
| 1.30 | 2 | 6.30 | 8 |
| 1.40 | 2 | 6.40 | 6 |
| 1.50 | 2 | 6.50 | 9 |
| 1.60 | 1 | 6.60 | 12 |
| 1.70 | 1 | 6.70 | 11 |
| 1.80 | 2 | 6.80 | 13 |
| 1.90 | 1 | 6.90 | 12 |
| 2.00 | 2 | 7.00 | 12 |
| 2.10 | 2 | 7.10 | 13 |
| 2.20 | 1 | 7.20 | 15 |
| 2.30 | 2 | 7.30 | 14 |
| 2.40 | 1 | 7.40 | 16 |
| 2.50 | 1 | 7.50 | 15 |
| 2.60 | 1 | 7.60 | 17 |
| 2.70 | 2 | 7.70 | 17 |
| 2.80 | 1 | 7.80 | 16 |
| 2.90 | 1 | 7.90 | 18 |
| 3.00 | 2 | 8.00 | 17 |
| 3.10 | 2 | 8.10 | 19 |
| 3.20 | 2 | 8.20 | 18 |
| 3.30 | 2 | 8.30 | 17 |
| 3.40 | 3 | 8.40 | 20 |
| 3.50 | 2 | 8.50 | 19 |
| 3.60 | 2 | 8.60 | 21 |
| 3.70 | 3 | 8.70 | 20 |
| 3.80 | 3 | 8.80 | 21 |
| 3.90 | 4 | 8.90 | 19 |
| 4.00 | 4 | 9.00 | 20 |
| 4.10 | 4 | 9.10 | 20 |
| 4.20 | 3 | 9.20 | 21 |
| 4.30 | 4 | 9.30 | 22 |
| 4.40 | 3 | 9.40 | 21 |
| 4.50 | 4 | 9.50 | 20 |
| 4.60 | 4 | 9.60 | 22 |
| 4.70 | 5 | 9.70 | 22 |
| 4.80 | 6 | 9.80 | 24 |
| 4.90 | 6 | 9.90 | 22 |
| 5.00 | 5 | 10.00 | 23 |

kein GW/SW angetroffen (24.01.2023)

kein GW/SW angetroffen (24.01.2023)

kein GW/SW angetroffen (24.01.2023)

kein GW/SW angetroffen (23.01.2023)

kein GW/SW angetroffen (23.01.2023)

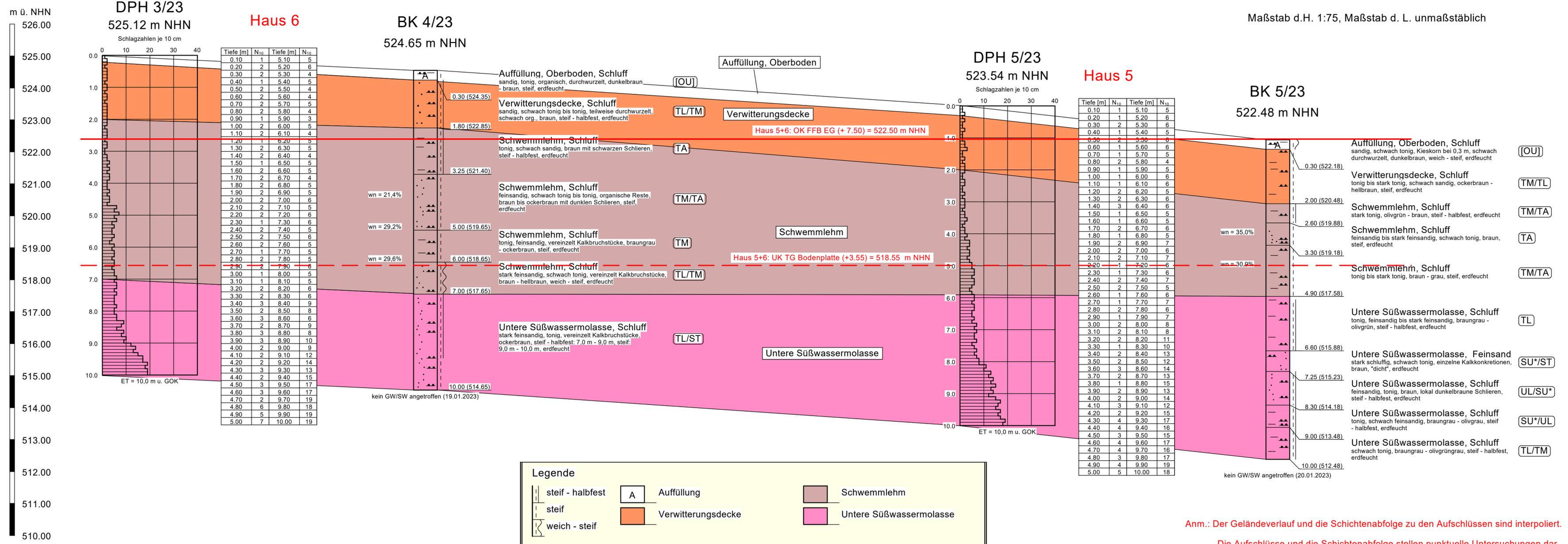
ET = 10,0 m u. GOK

ET = 10,0 m u. GOK

ET = 10,0 m u. GOK

Geotechnischer Baugrundschnitt II - II'

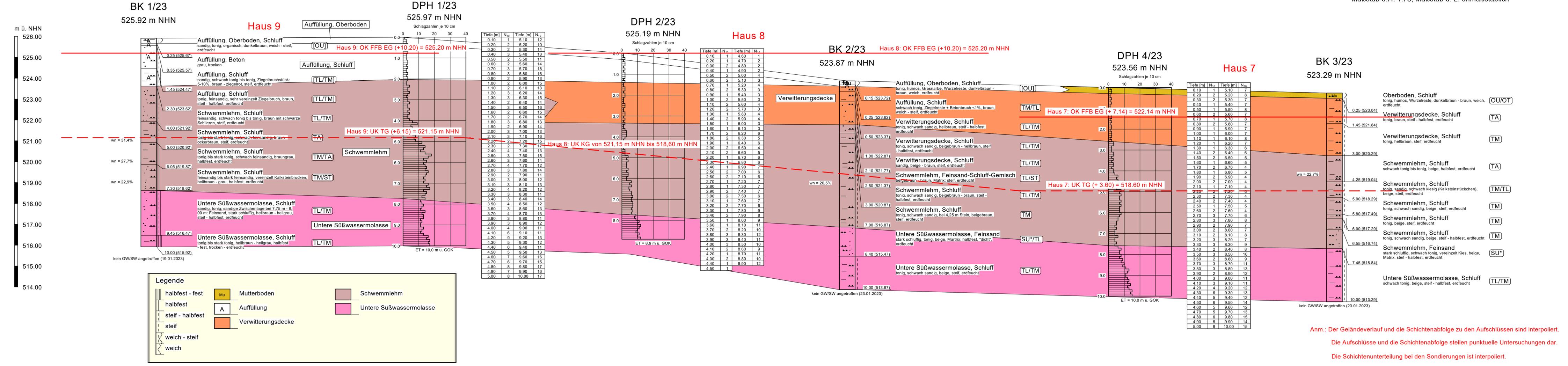
Maßstab d.H. 1:75, Maßstab d. L. unmaßstäblich



Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen sind interpoliert.
Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.
Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

Geotechnischer Baugrundschnitt III - III'

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



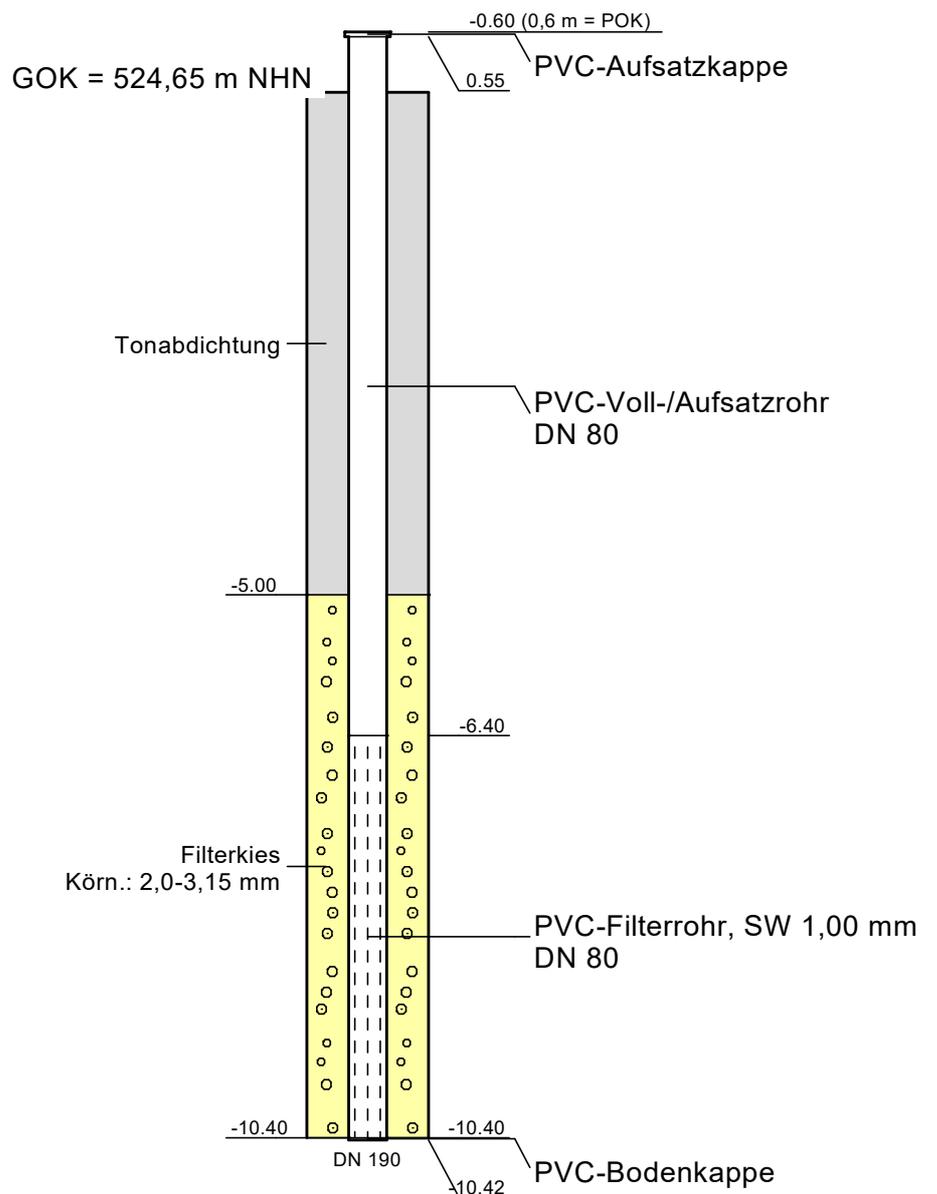
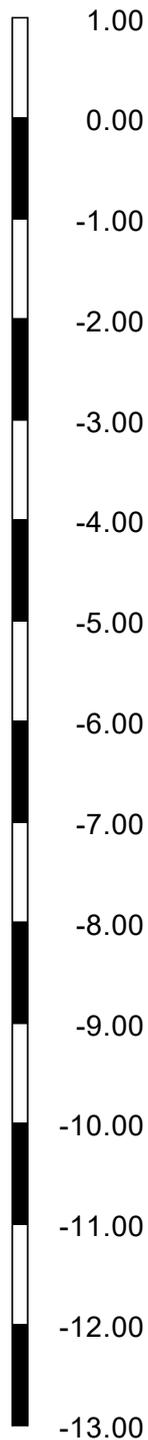
Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen sind interpoliert.
Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.
Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

Messstellenausbau

Maßstab d.H. 1:75

BK 4/23 - Pegel 3"

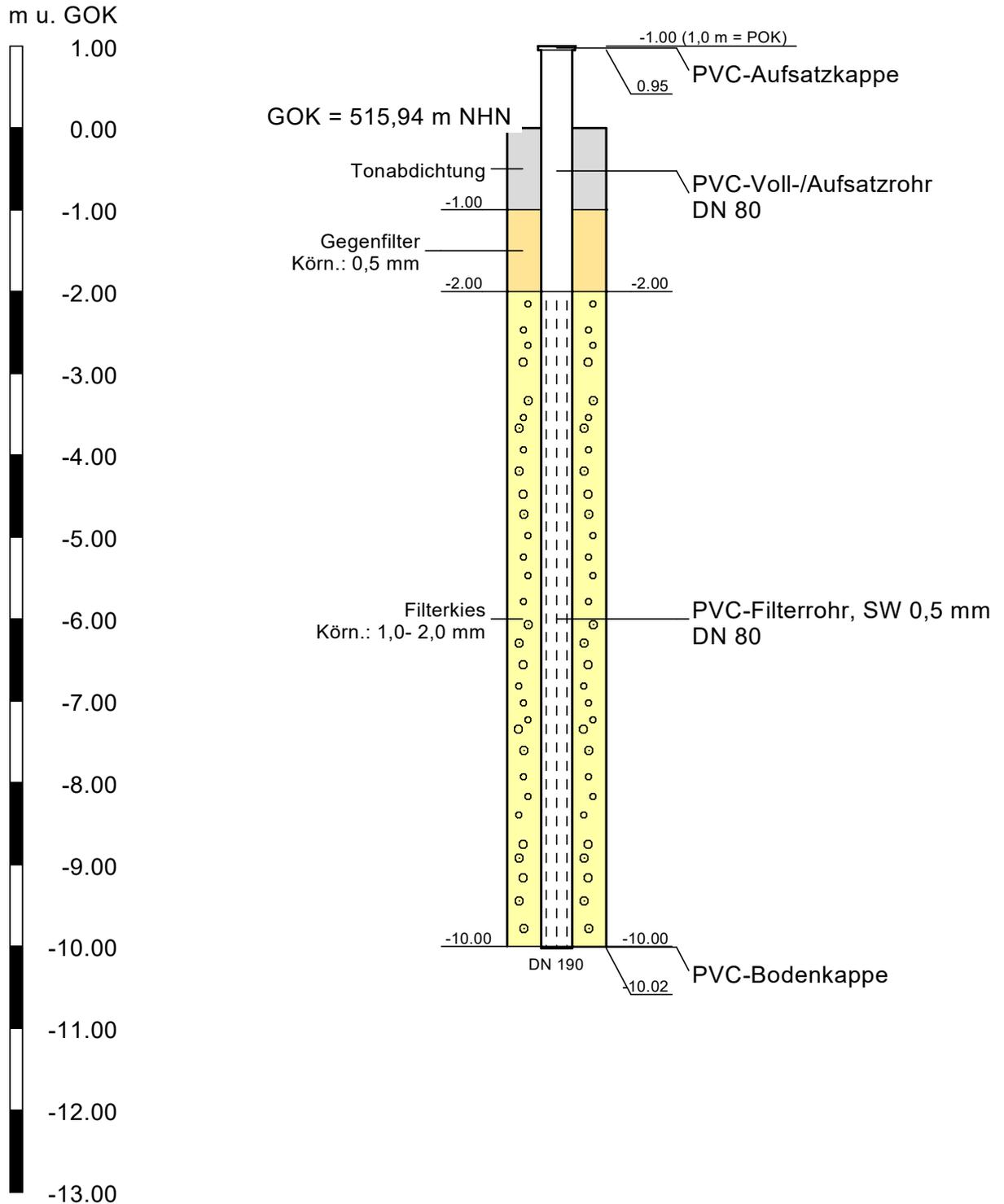
m u. GOK



Messstellenausbau

Maßstab d.H. 1:75

BK 8/23 - Pegel 3"



BK 1/22: 0,0 m bis 4,0 m u. GOK



BK 1/22: 4,0 m bis 8,0 m u. GOK



BK 1/22: 8,0 m bis 10,0 m u. GOK



BK 2/22: 0,0 m bis 4,0 m u. GOK



BK 2/22: 4,0 m bis 8,0 m u. GOK



BK 2/22: 8,0 m bis 10,0 m u. GOK



BK 3/22: 0,0 m bis 4,0 m u. GOK



BK 3/22: 4,0 m bis 8,0 m u. GOK



BK 3/22: 8,0 m bis 10,0 m u. GOK



BK 4/22: 0,0 m bis 4,0 m u. GOK



BK 4/22: 4,0 m bis 8,0 m u. GOK



BK 4/22: 8,0 m bis 10,0 m u. GOK



BK 5/22: 0,0 m bis 4,0 m u. GOK



BK 5/22: 4,0 m bis 8,0 m u. GOK



BK 5/22: 8,0 m bis 10,0 m u. GOK



BK 6/22: 0,0 m bis 4,0 m u. GOK



BK 6/22: 4,0 m bis 8,0 m u. GOK



BK 6/22: 8,0 m bis 10,0 m u. GOK



BK 7/22: 0,0 m bis 4,0 m u. GOK



BK 7/22: 4,0 m bis 8,0 m u. GOK



BK 7/22: 8,0 m bis 10,0 m u. GOK



BK 8/22: 0,0 m bis 4,0 m u. GOK



BK 8/22: 4,0 m bis 8,0 m u. GOK



BK 8/22: 8,0 m bis 10,0 m u. GOK



Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1:2015-3

Staatliches Hochbauamt Ulm
Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
in 89077 Ulm
AZ 22 11 084

Probe entnommen am: 26.01.2023

Bearbeiter: DPe

| Entnahmestelle | BK 1/23 | |
|------------------------------|---------|--------|
| | 1 | 2 |
| Prüfungsnummer | | |
| Entnahmetiefe [m] | 6,0 | 7,0 |
| Behälter Gewicht [g] | 44,10 | 47,74 |
| Probe feucht + Behälter [g] | 250,74 | 161,02 |
| Probe trocken + Behälter [g] | 205,88 | 139,91 |
| Wassergehalt w [%] | 27,73 | 22,90 |

| Entnahmestelle | BK 4/23 | BK 7/23 | |
|------------------------------|---------|---------|--------|
| | 3 | 4 | 5 |
| Prüfungsnummer | | | |
| Entnahmetiefe [m] | 6,0 | 4,0 | 5,0 |
| Behälter Gewicht [g] | 45,36 | 47,93 | 46,65 |
| Probe feucht + Behälter [g] | 233,64 | 218,24 | 277,42 |
| Probe trocken + Behälter [g] | 190,69 | 171,29 | 235,05 |
| Wassergehalt w [%] | 29,55 | 38,06 | 22,49 |

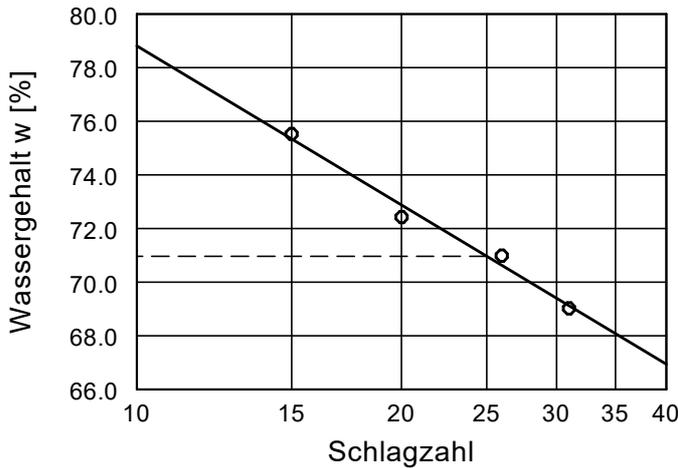
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Staatliches Hochbauamt Ulm
 Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

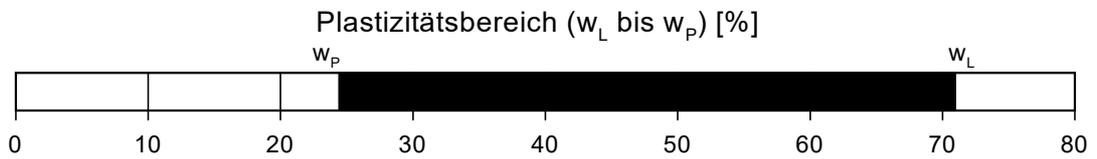
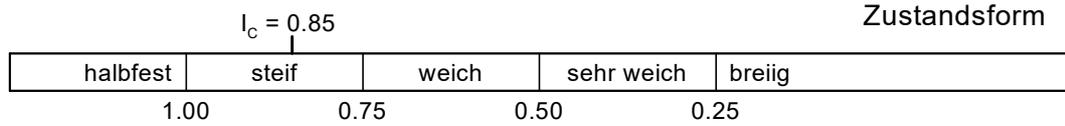
Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

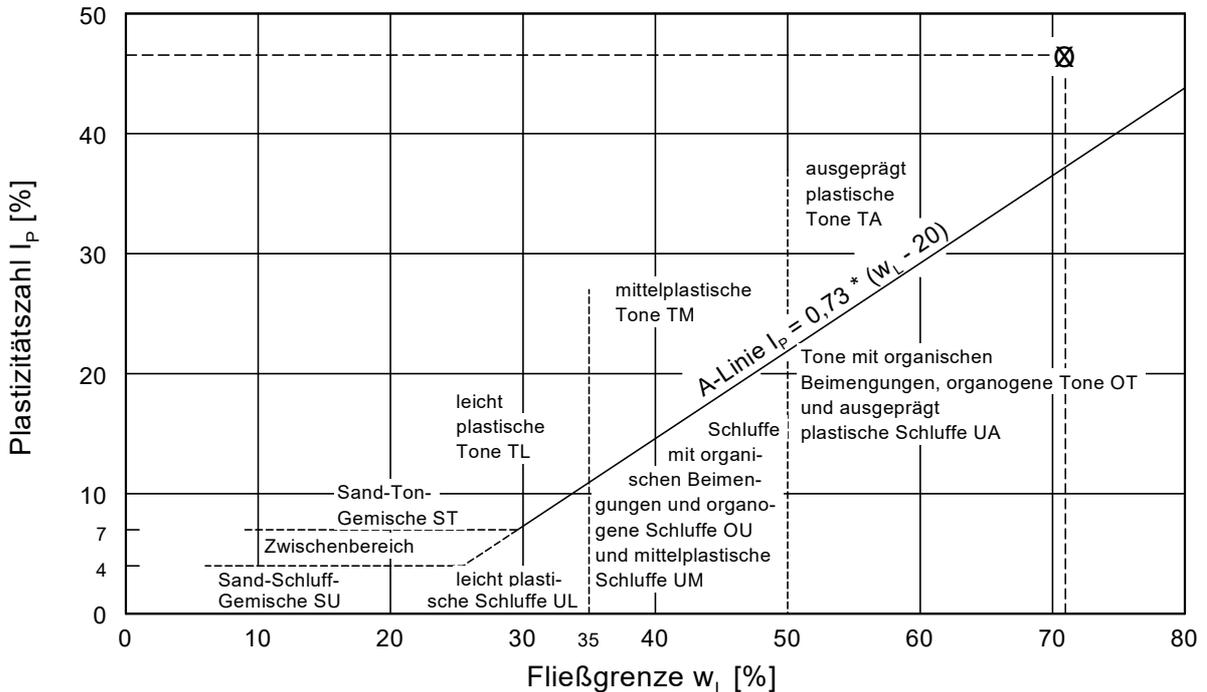
Prüfungsnummer: 1
 Entnahmestelle: BK 1/23
 Tiefe: 5,0 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: TA
 Probe entnommen am: 23.01.2023



Wassergehalt $w = 31.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 71.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 24.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 46.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.85$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Staatliches Hochbauamt Ulm
 Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Prüfungsnummer: 2

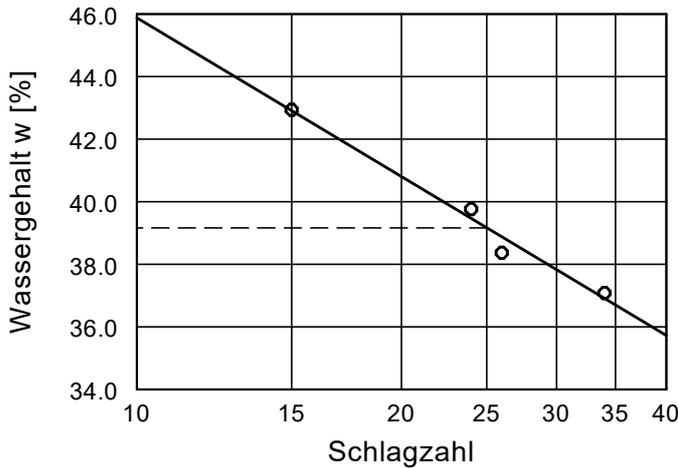
Entnahmestelle: BK 2/23

Tiefe: 5,0 m

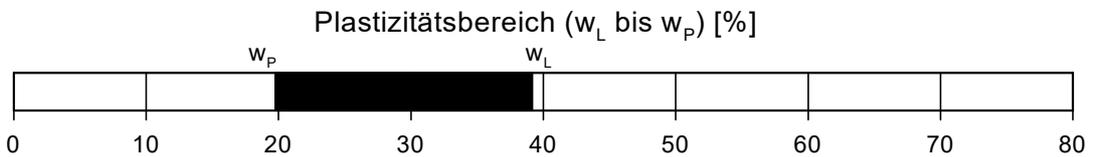
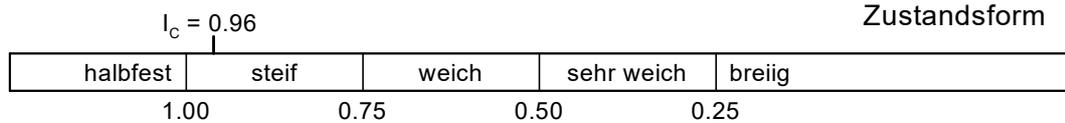
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TM

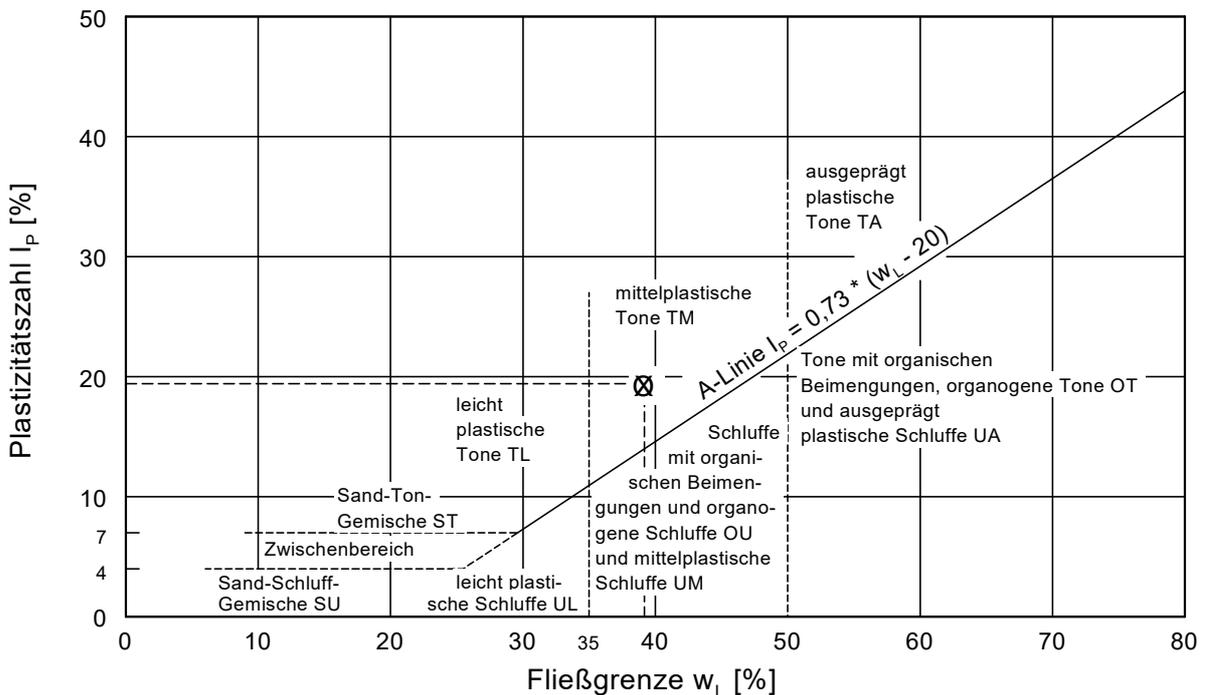
Probe entnommen am: 26.01.2023



Wassergehalt $w = 20.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 39.2 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 19.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 19.5$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.96$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Staatliches Hochbauamt Ulm
 Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Prüfungsnummer: 3

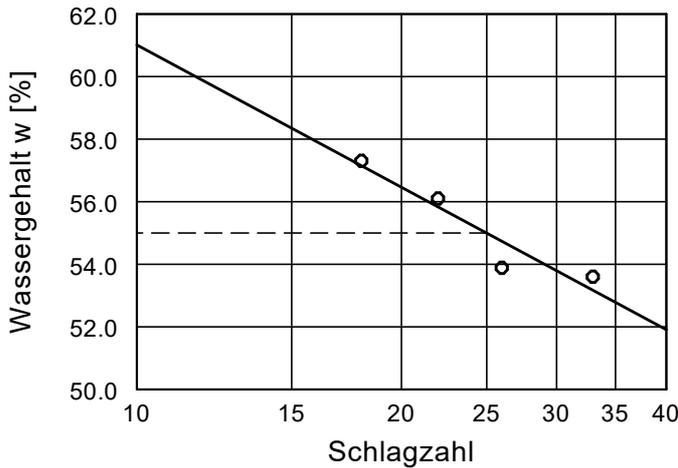
Entnahmestelle: BK 3/23

Tiefe: 4,0 m

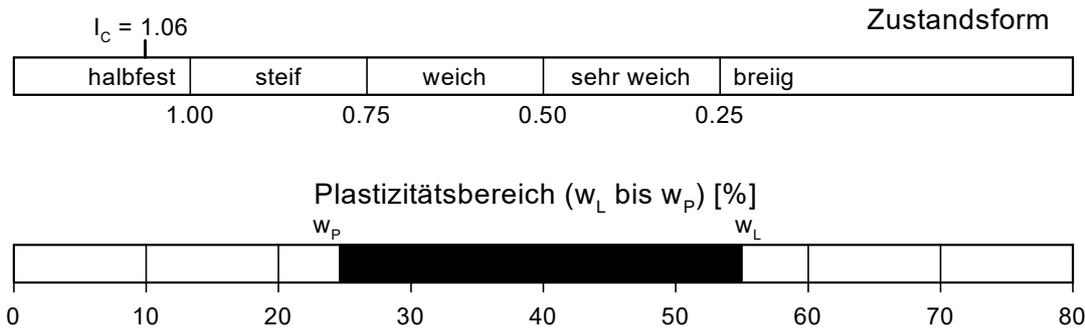
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TA

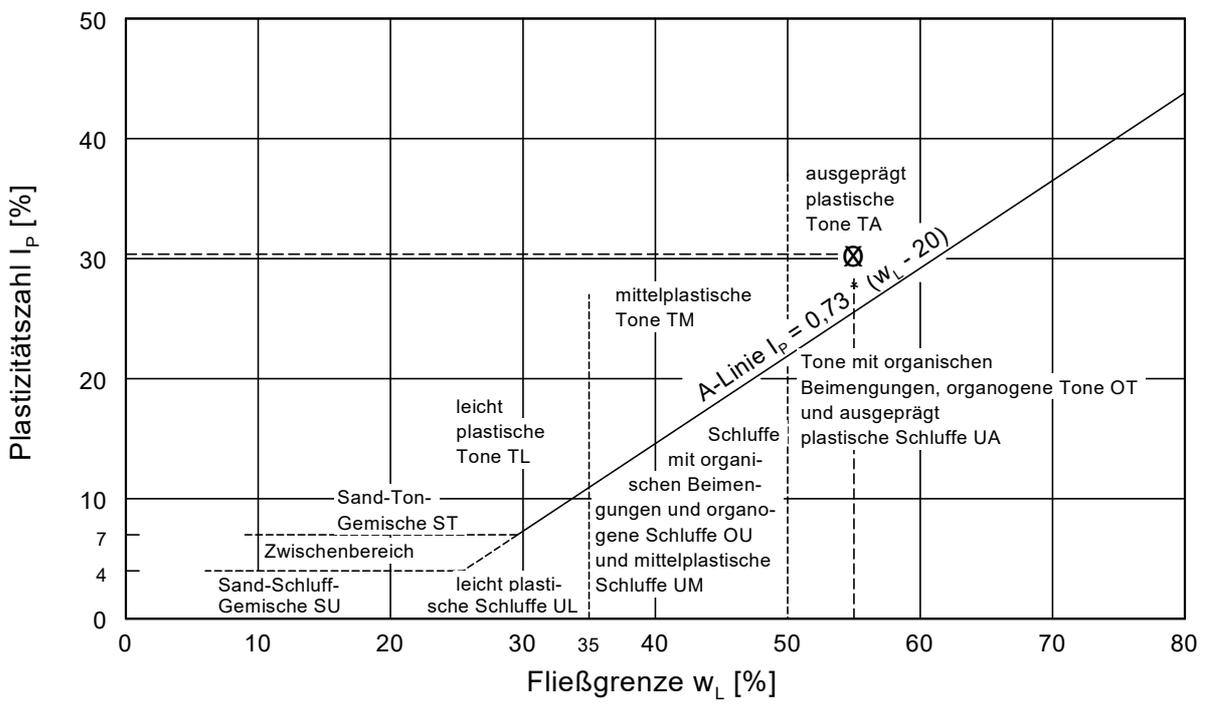
Probe entnommen am: 26.01.2023



| | |
|--------------------------|--------|
| Wassergehalt w = | 22.7 % |
| Fließgrenze w_L = | 55.0 % |
| Ausrollgrenze w_P = | 24.6 % |
| Plastizitätszahl I_P = | 30.4 % |
| Konsistenzzahl I_C = | 1.06 |



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Staatliches Hochbauamt Ulm
 Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Prüfungsnummer: 4

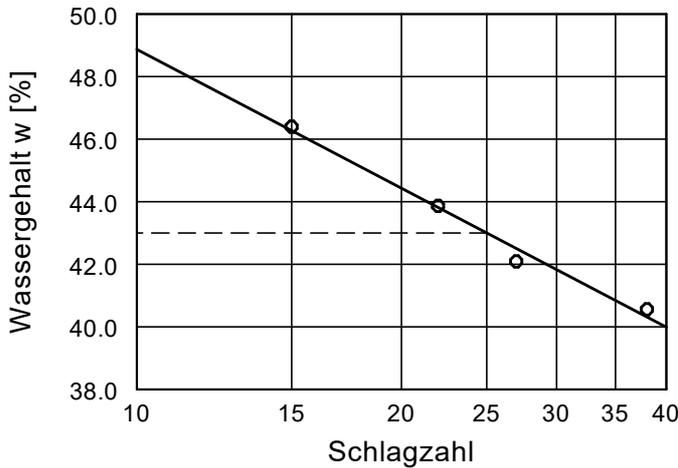
Entnahmestelle: BK 4/23

Tiefe: 4,0 m

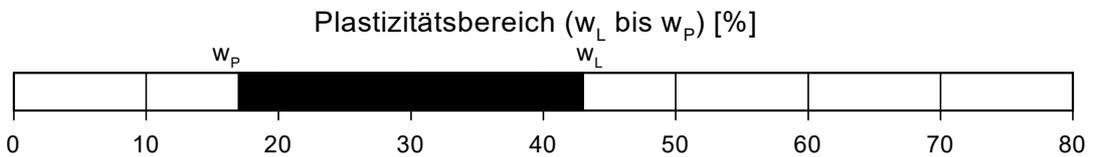
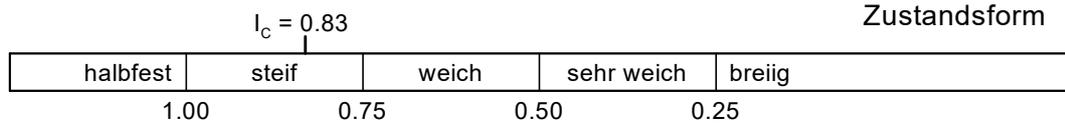
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TM

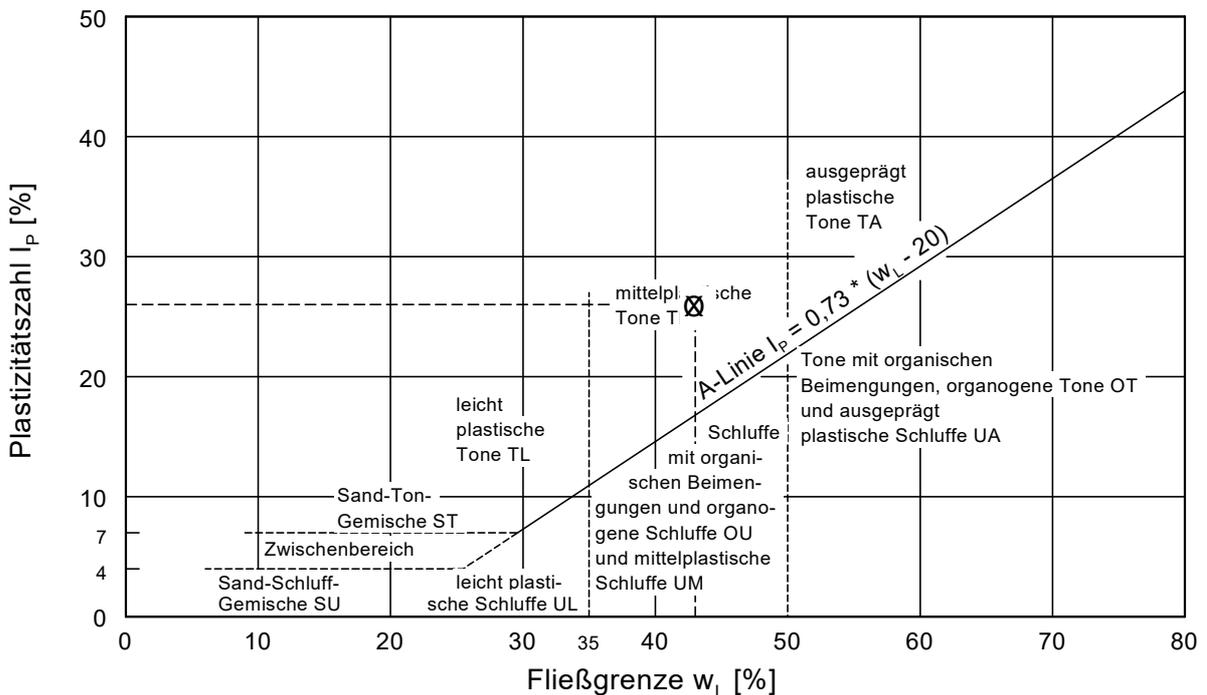
Probe entnommen am: 23.01.2023



Wassergehalt $w = 21.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 43.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 17.0 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 26.0$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.83$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Staatliches Hochbauamt Ulm
 Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Prüfungsnummer: 5

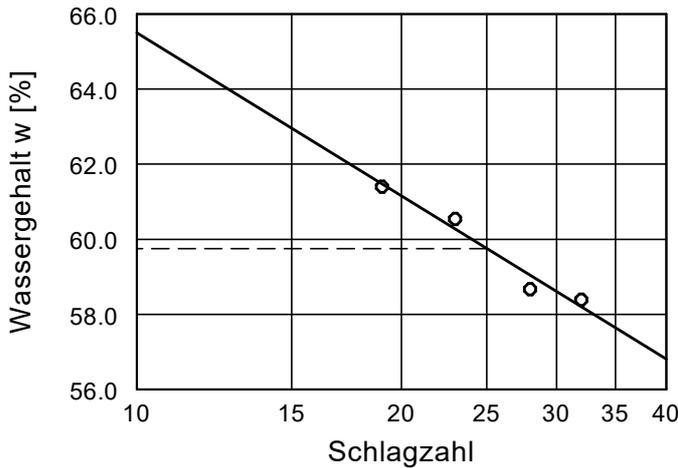
Entnahmestelle: BK 4/23

Tiefe: 5,0 m

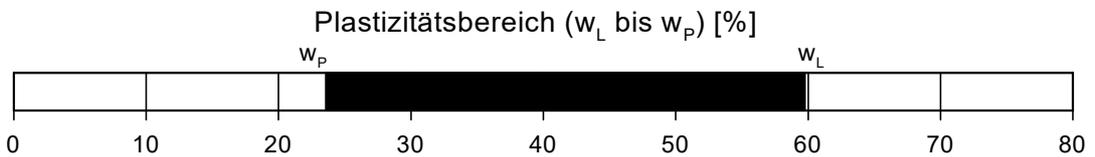
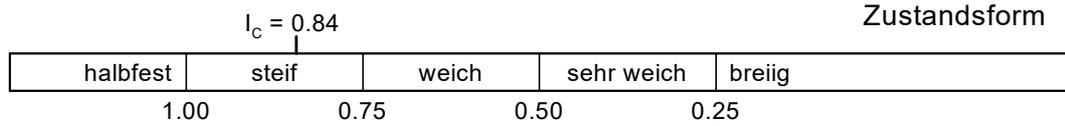
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TA

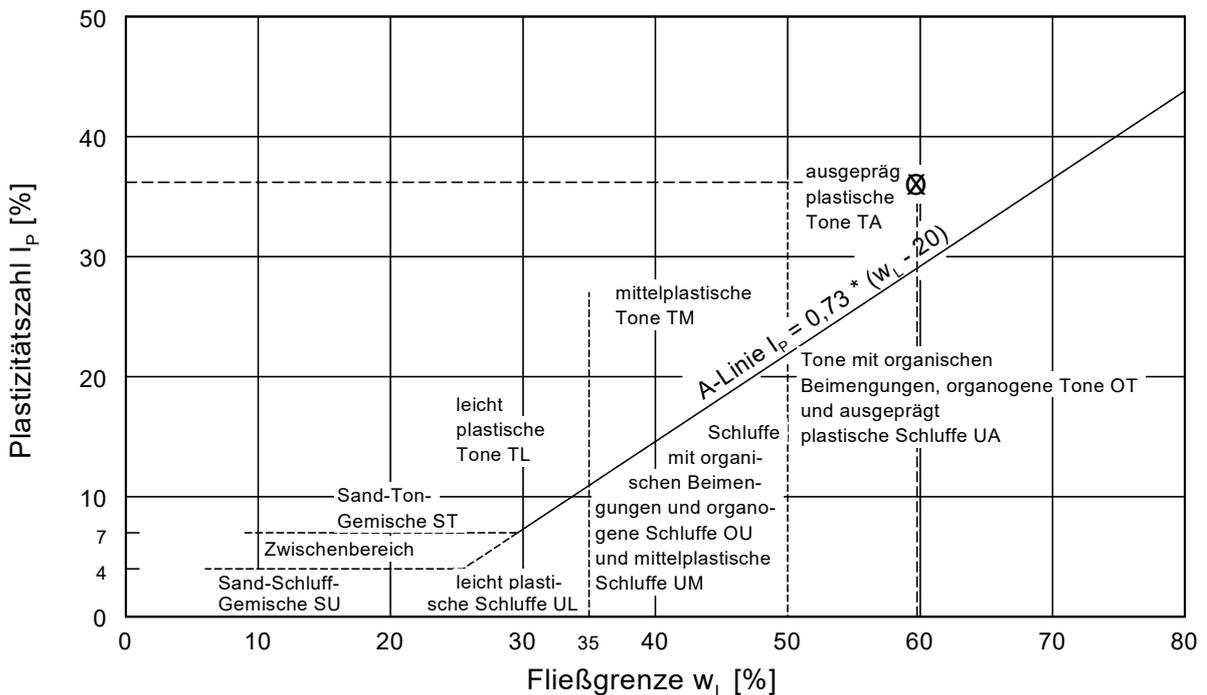
Probe entnommen am: 23.01.2023



Wassergehalt $w = 29.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 59.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 23.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 36.2 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.84$



Plastizitätsdiagramm



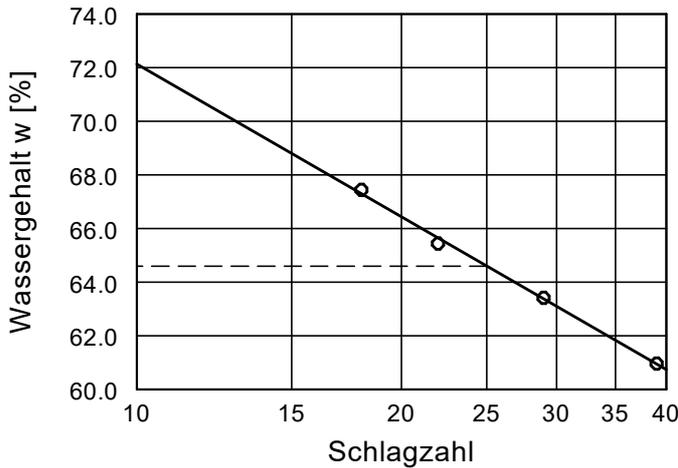
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Staatliches Hochbauamt Ulm
 Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

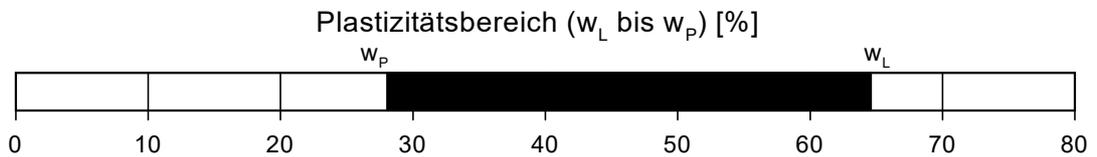
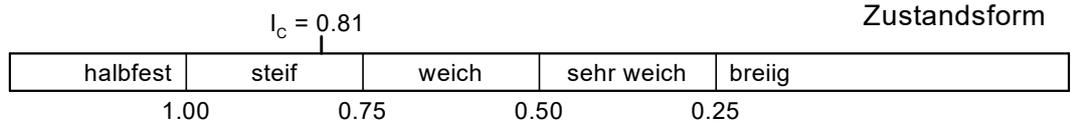
Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

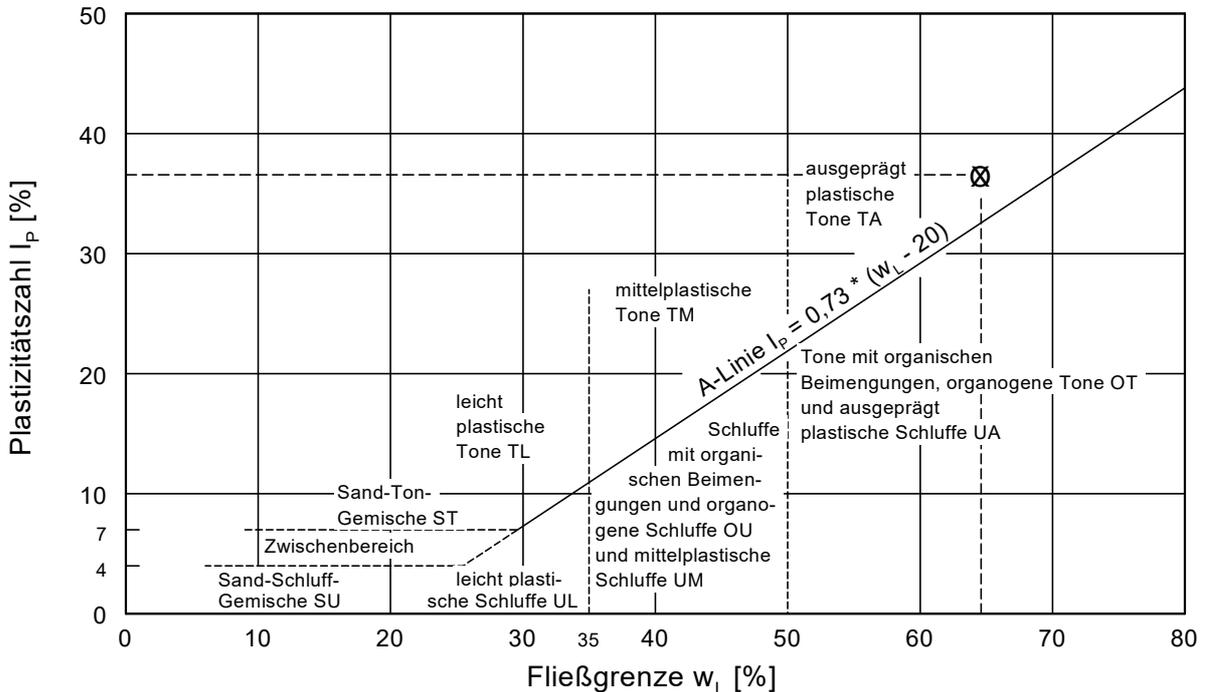
Prüfungsnummer: 6
 Entnahmestelle: BK 5/23
 Tiefe: 3,0 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: TA
 Probe entnommen am: 23.01.2023



Wassergehalt $w = 35.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 64.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 28.0 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 36.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.81$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Staatliches Hochbauamt Ulm
 Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Prüfungsnummer: 7

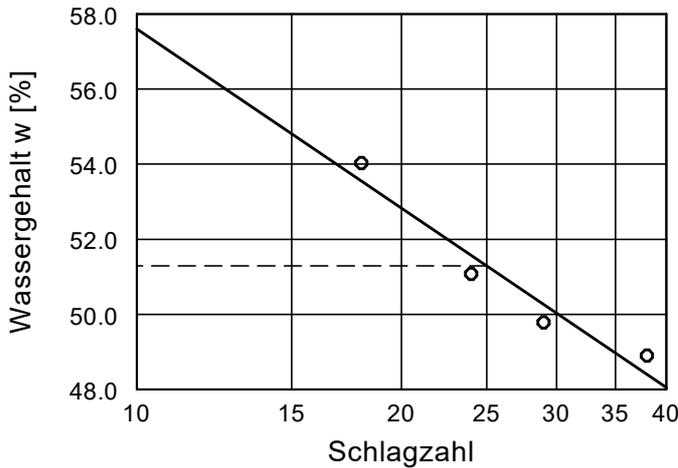
Entnahmestelle: BK 5/23

Tiefe: 4,0 m

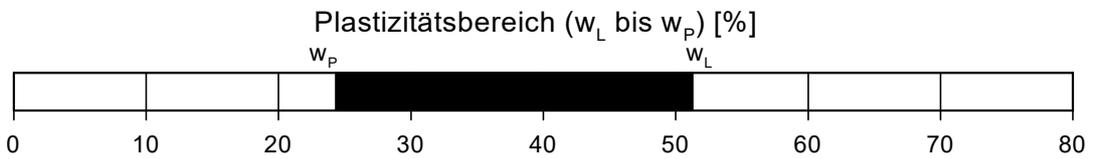
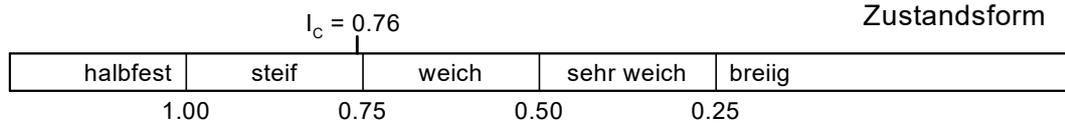
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TA

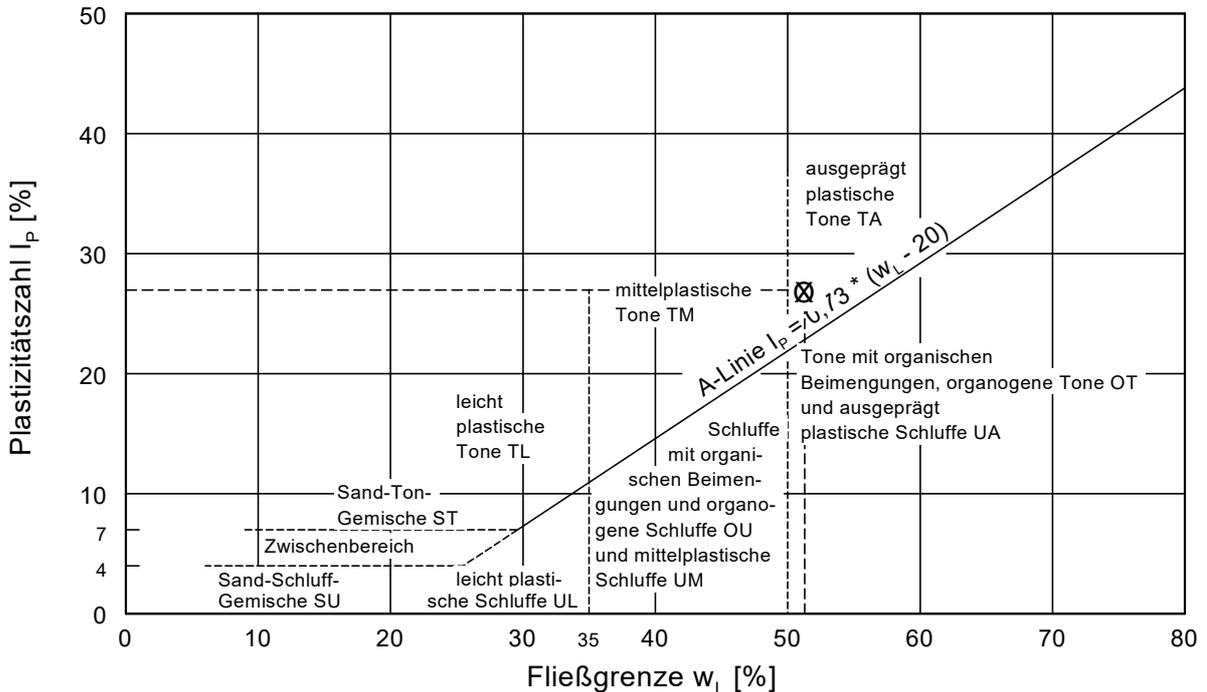
Probe entnommen am: 23.01.2023



| | |
|--------------------------|--------|
| Wassergehalt w = | 30.9 % |
| Fließgrenze w_L = | 51.3 % |
| Ausrollgrenze w_P = | 24.3 % |
| Plastizitätszahl I_P = | 27.0 % |
| Konsistenzzahl I_C = | 0.76 |



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Staatliches Hochbauamt Ulm
 Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Prüfungsnummer: 8

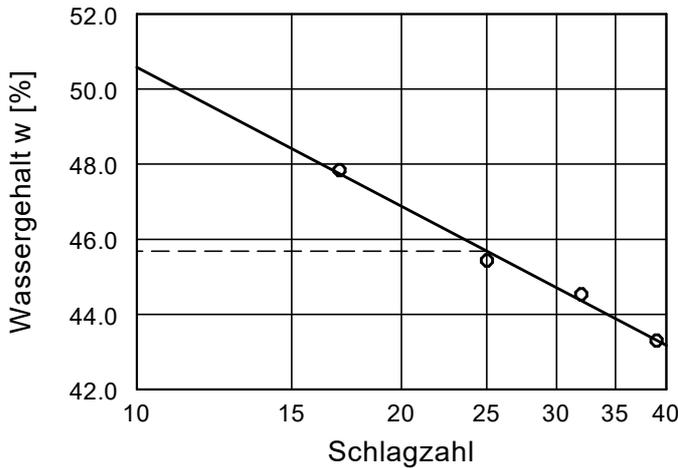
Entnahmestelle: BK 6/23

Tiefe: 4,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TM

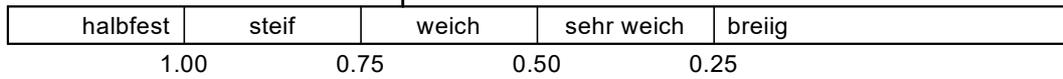
Probe entnommen am: 26.01.2023



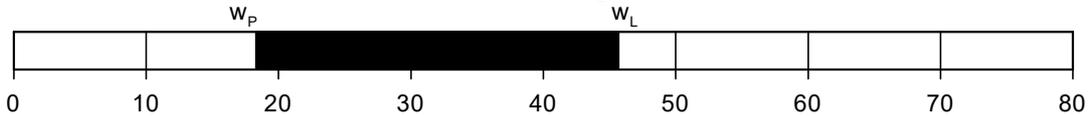
| | |
|------------------------------------|--------|
| Wassergehalt w = | 19.0 % |
| Fließgrenze w_L = | 45.7 % |
| Ausrollgrenze w_p = | 18.3 % |
| Plastizitätszahl I_p = | 27.4 % |
| Konsistenzzahl I_c = | 0.69 |
| Anteil Überkorn \ddot{u} = | 31.2 % |
| Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ = | 2.0 % |
| Korr. Wassergehalt = | 26.8 % |

Zustandsform

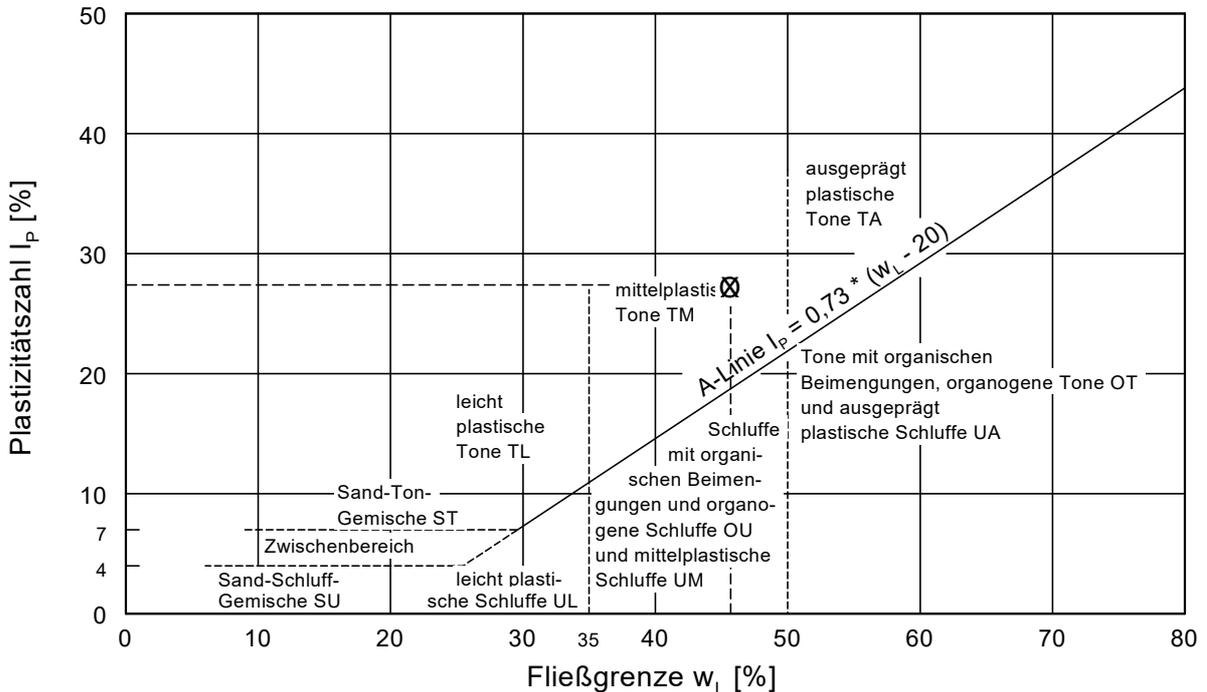
$I_c = 0.69$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Staatliches Hochbauamt Ulm
 Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Prüfungsnummer: 9

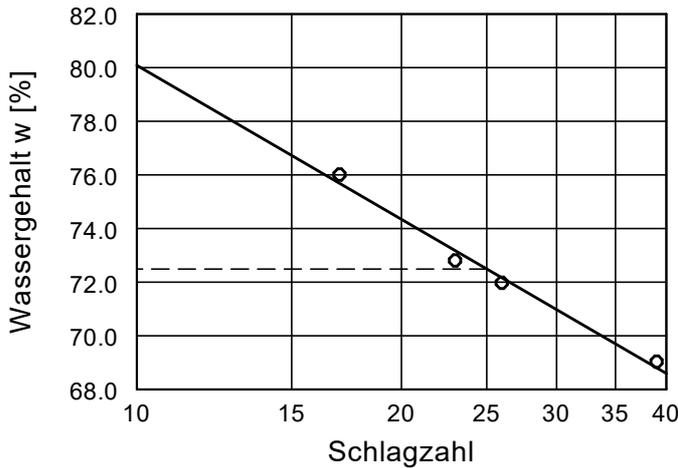
Entnahmestelle: BK 7/23

Tiefe: 2,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TA

Probe entnommen am: 26.01.2023



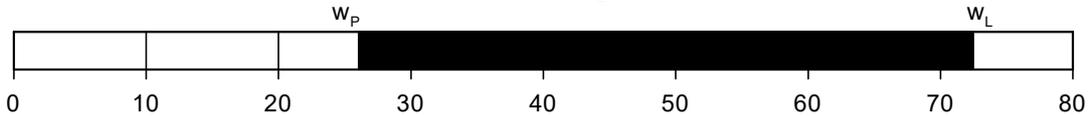
| | |
|------------------------------------|--------|
| Wassergehalt w = | 37.6 % |
| Fließgrenze w_L = | 72.5 % |
| Ausrollgrenze w_p = | 26.0 % |
| Plastizitätszahl I_p = | 46.5 % |
| Konsistenzzahl I_C = | 0.66 |
| Anteil Überkorn \ddot{u} = | 11.2 % |
| Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ = | 2.0 % |
| Korr. Wassergehalt = | 42.0 % |

Zustandsform

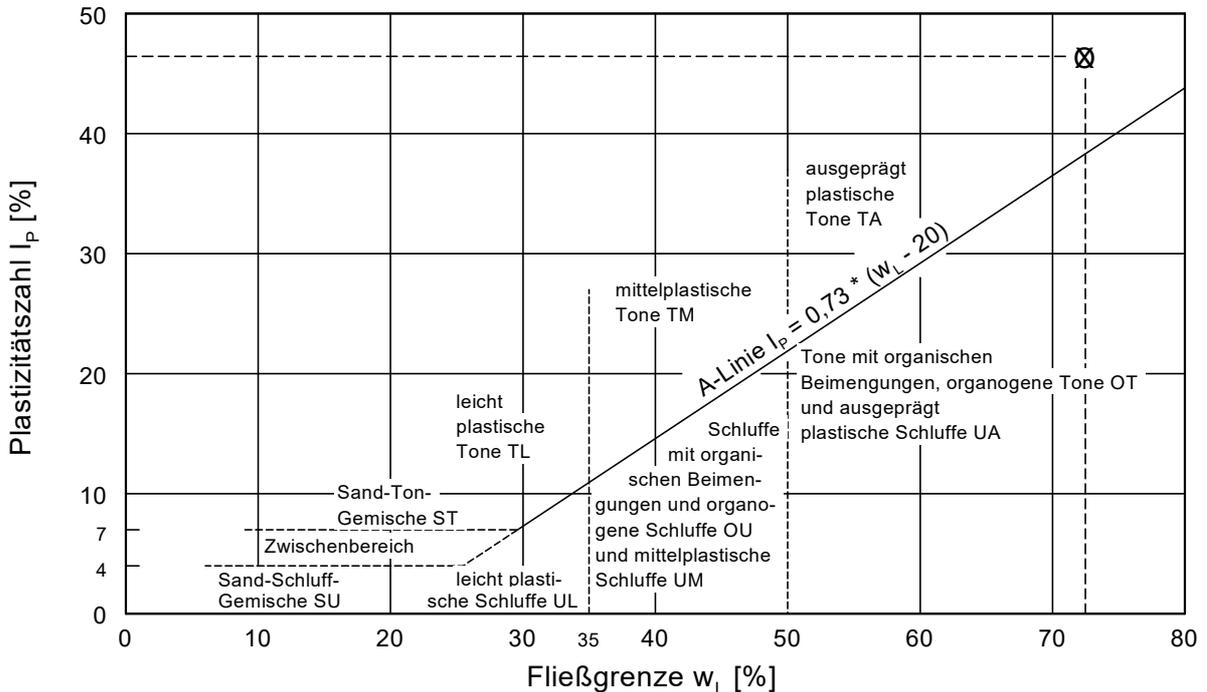
$I_C = 0.66$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Staatliches Hochbauamt Ulm
 Neubau 9 MFH mit insg. 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Prüfungsnummer: 10

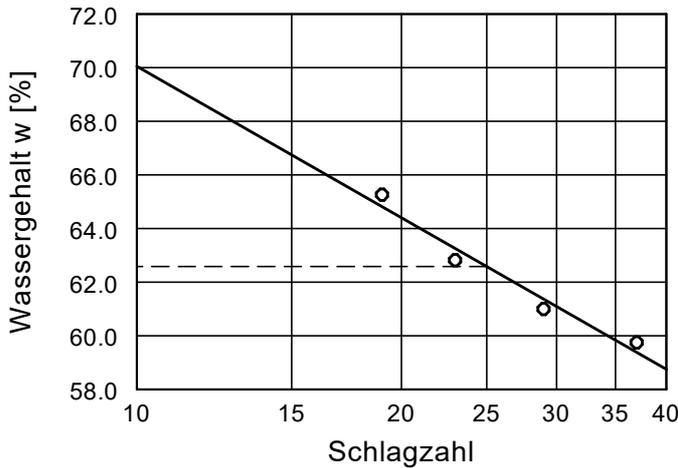
Entnahmestelle: BK 8/23

Tiefe: 8,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TA

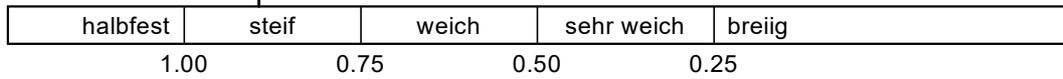
Probe entnommen am: 26.01.2023



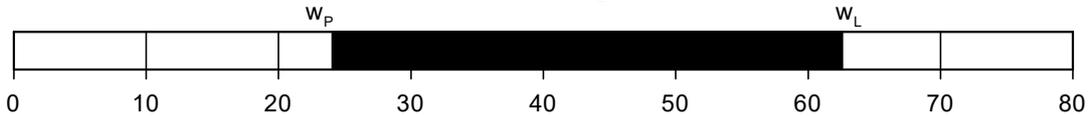
| | |
|------------------------------------|--------|
| Wassergehalt $w =$ | 25.2 % |
| Fließgrenze $w_L =$ | 62.6 % |
| Ausrollgrenze $w_p =$ | 24.1 % |
| Plastizitätszahl $I_p =$ | 38.5 % |
| Konsistenzzahl $I_C =$ | 0.89 |
| Anteil Überkorn $\ddot{u} =$ | 11.2 % |
| Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} =$ | 2.0 % |
| Korr. Wassergehalt $=$ | 28.1 % |

$I_C = 0.89$

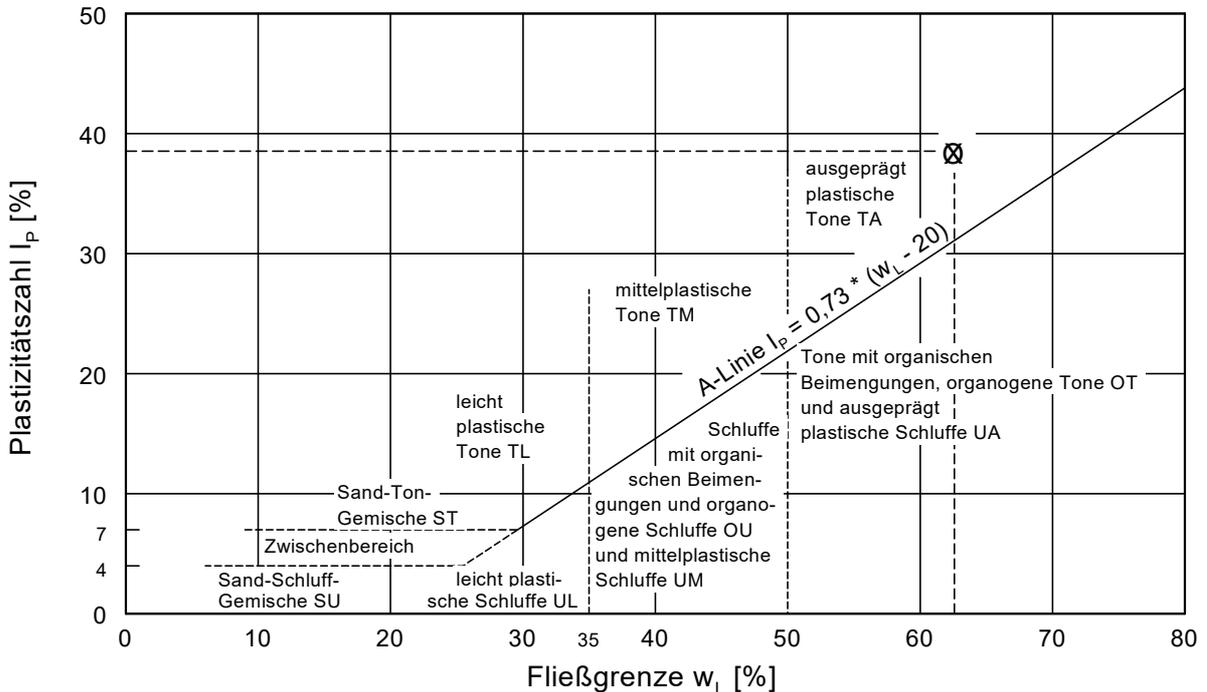
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



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

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Körnungslinie

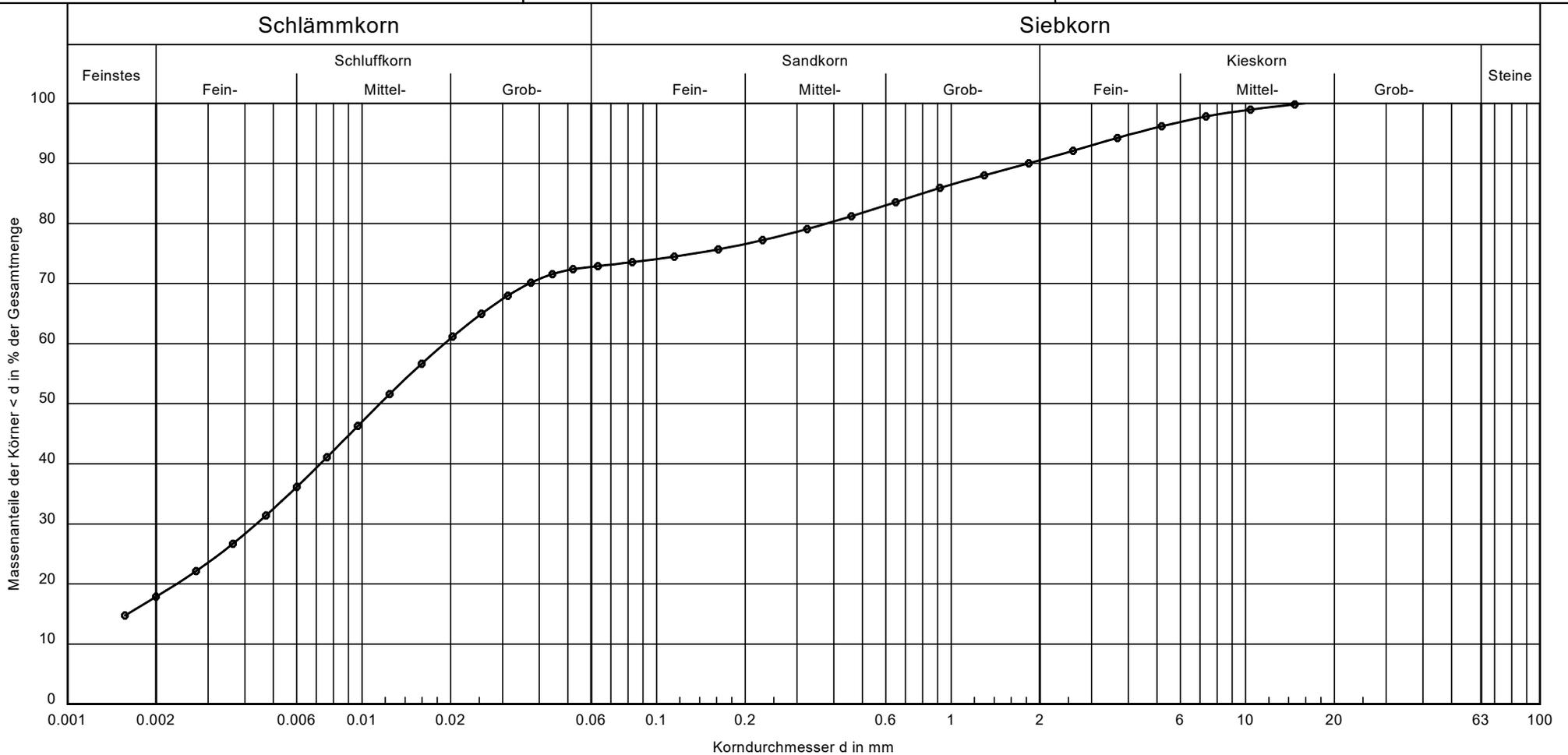
Staatliches Hochbauamt Ulm, Neubau 9 MFH mit
 insg. 75 WE + TG in 89077 Ulm

Prüfungsnummer: 1

Probe entnommen am: 26.01.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung und Schlämmung



Bezeichnung:



Bodenart:

U, t, ms', gs', fg'

Entnahmestelle:

BK 3/23

Tiefe:

5,0 m

U/Cc:

-/-

k [m/s][USBR]:

$3.2 \cdot 10^{-9}$

T/U/S/G [%]:

17.9/55.0/17.6/9.5

Nach DIN 4022:

Schluff, tonig (U, t, s, g')

sandig, schwach kiesig

Bericht:

AZ 22 11 084

Anlage:

4.12

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

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Körnungslinie

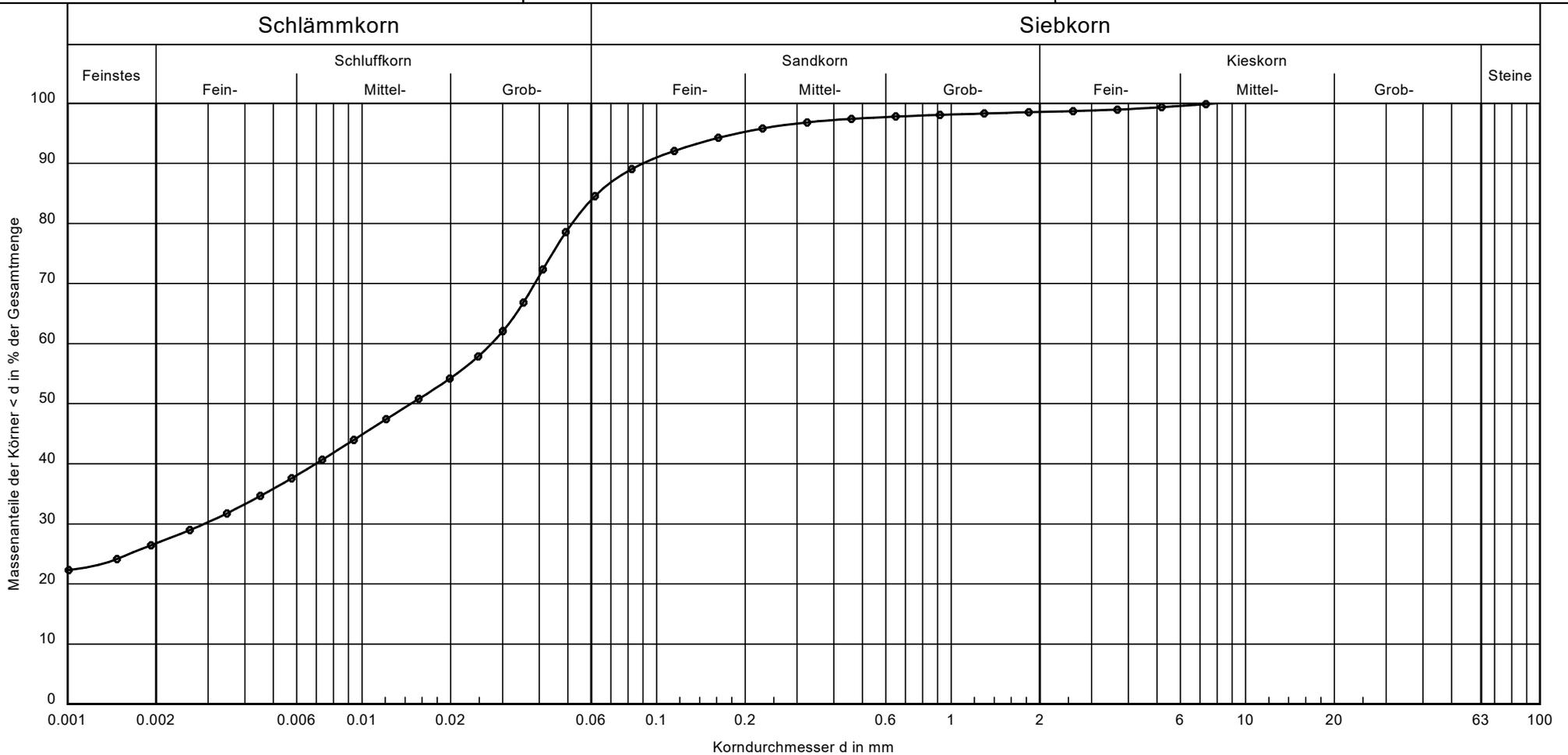
Staatliches Hochbauamt Ulm, Neubau 9 MFH mit
 insg. 75 WE + TG in 89077 Ulm

Prüfungsnummer: 2

Probe entnommen am: 23.01.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung und Schlämmung



| | |
|-----------------|---------------------------|
| Bezeichnung: | —●—●— |
| Bodenart: | U, t, fs' |
| Entnahmestelle: | BK 4/23 |
| Tiefe: | 2,0 - 3,0 m |
| U/Cc: | -/- |
| k [m/s]: | < 1,0 · 10 ⁻¹⁰ |
| T/U/S/G [%]: | 26.7/58.2/13.6/1.5 |

Nach DIN 4022:
 Schluff, tonig (U, t, s')
 schwach sandig

Bericht:
 AZ 22 11 084
 Anlage:
 4.13

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

Bearbeiter: DPe

Datum: 10.02.2023

Körnungslinie

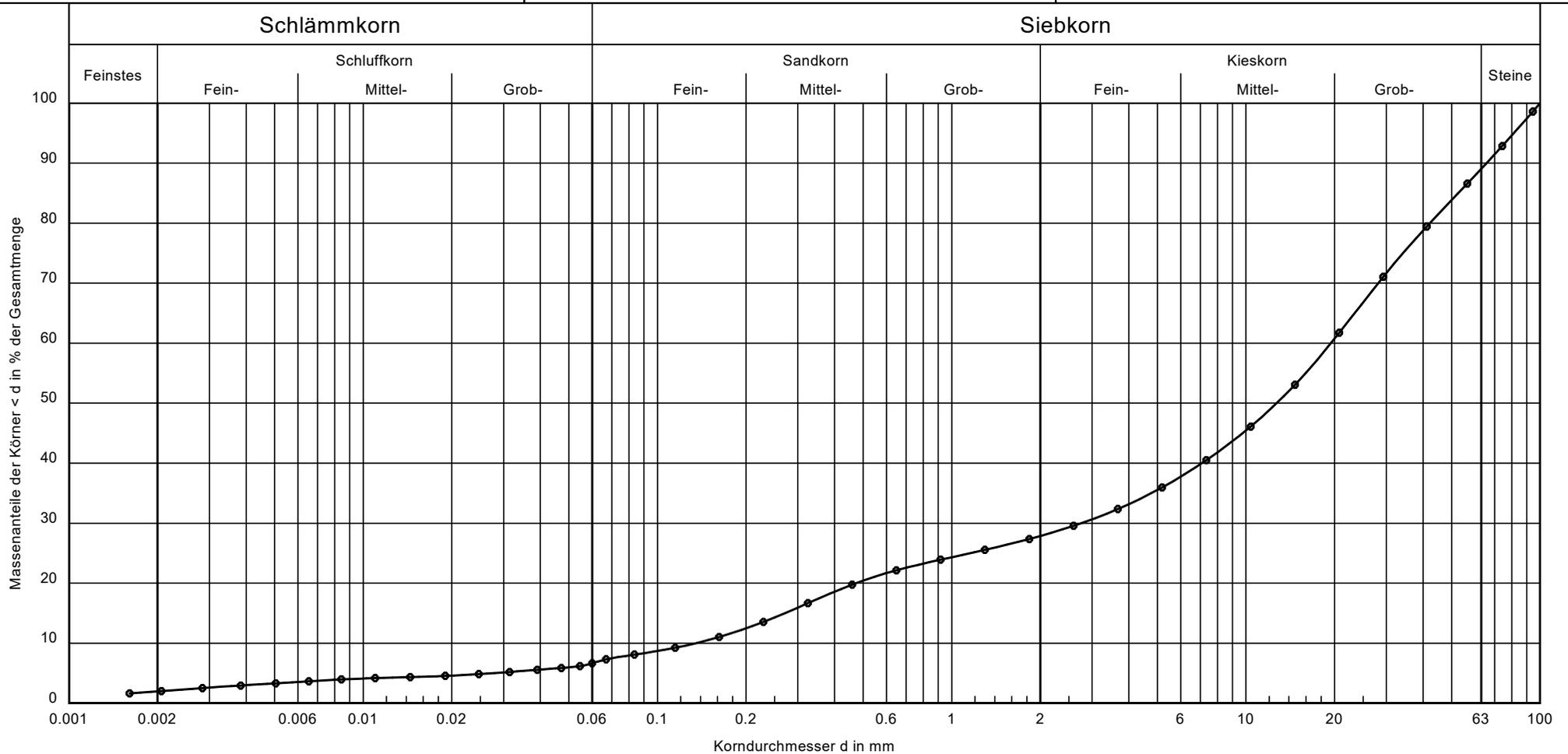
Staatliches Hochbauamt Ulm, Neubau 9 MFH mit
 insg. 75 WE + TG in 89077 Ulm

Prüfungsnummer: 3

Probe entnommen am: 26.01.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung und Schlämmung



| | | | |
|-----------------|--------------------------|---|---|
| Bezeichnung: | | Nach DIN 4022: Kies, sandig (G, s, x', u') schwach steinig, schwach schluffig | Bericht: AZ 22 11 084 Anlage: 4.14 |
| Bodenart: | G, u', x', fs', ms', gs' | | |
| Entnahmestelle: | BK 8/23 | | |
| Tiefe: | 0,5 - 3,0 m | | |
| U/Cc: | 143.9/2.9 | | |
| k [m/s][USBR]: | $6.4 \cdot 10^{-4}$ | | |
| T/U/S/G [%]: | 2.0/5.0/20.9/61.1 | | |

Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch- und Setzungenberechnung Einzelfundament in mind. steifen Schwemmlen, BS-P

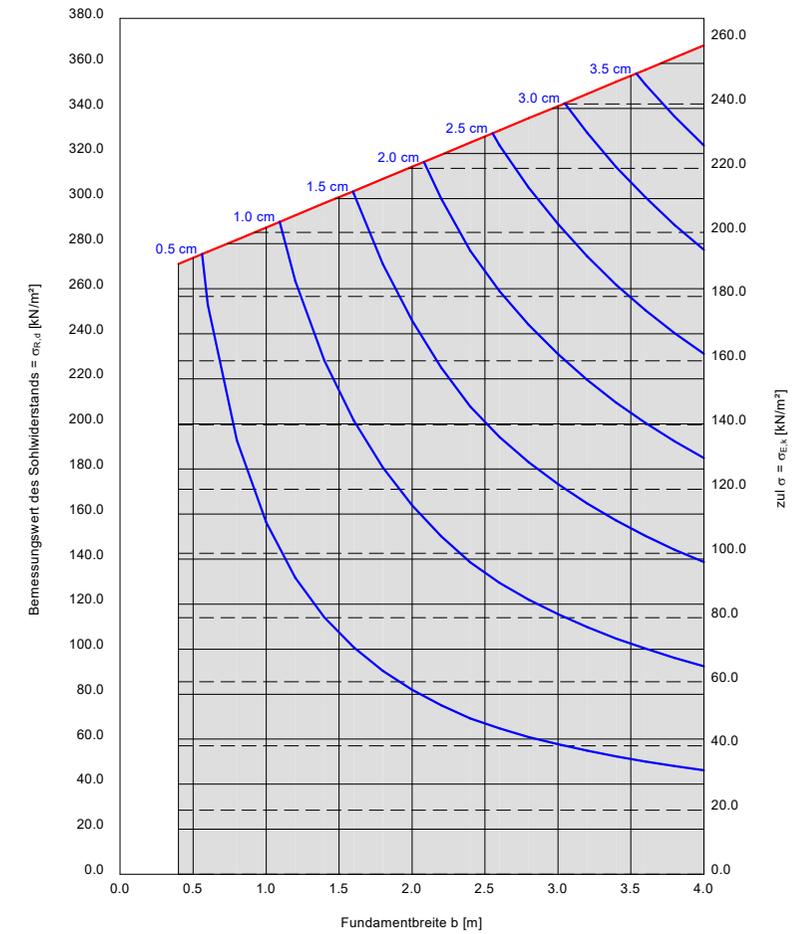
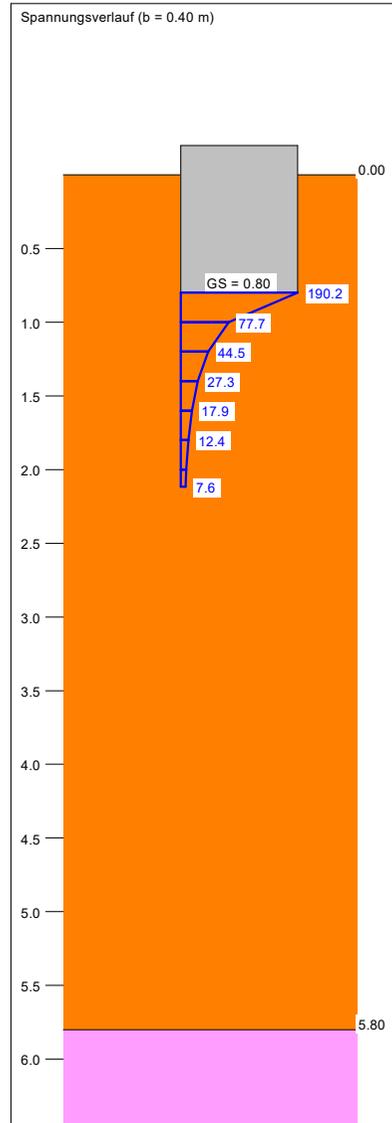
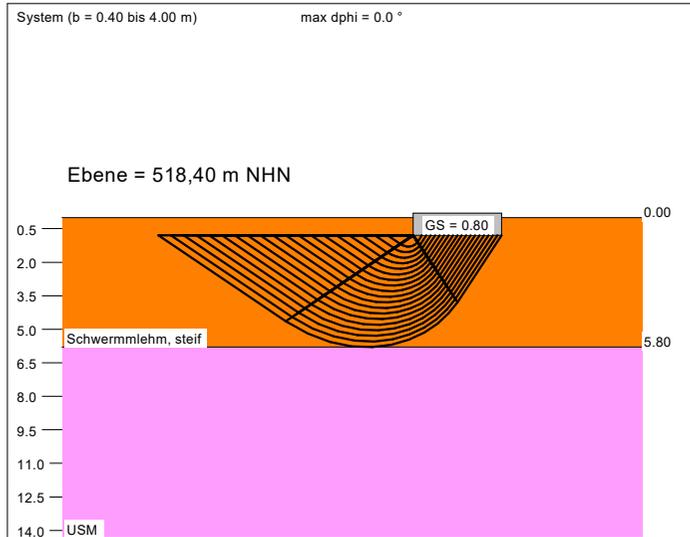
baugrund süd
weishaupt gruppe
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Neubau 9 MFH mit 75 WE + TG
Römerstraße 133
in 89077 Ulm

AZ 22 11 084
Anlage 5.1

| Boden | Tiefe [m] | γ/γ' [kN/m ³] | φ [°] | c [kN/m ²] | v [-] | E_s [MN/m ²] | Bezeichnung |
|---|-----------|---------------------------------------|---------------|------------------------|-------|----------------------------|-------------------|
|  | 5.80 | 18.0/8.0 | 22.5 | 8.0 | 0.00 | 15.0 | Schwemmlen, steif |
|  | >5.80 | 19.0/9.0 | 25.0 | 15.0 | 0.00 | 30.0 | USM |

Berechnungsgrundlagen:
Schichtenabfolge BK 7/23 mit DPH 7/23
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 0.80 m
Grundwasser = 10.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— Sohldruck
— Setzungen



| a [m] | b [m] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | $R_{v,d}$ [kN] | zul $\sigma = \sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | s [cm] | cal φ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | $\sigma_{G,Q}$ [kN/m ²] | t_g [m] | UK L5 [m] |
|-------|-------|-------------------------------------|----------------|--|--------|-------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 0.40 | 0.40 | 271.0 | 43.4 | 190.2 | 0.36 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 2.12 | 1.30 |
| 0.60 | 0.60 | 276.4 | 99.5 | 194.0 | 0.55 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 2.59 | 1.55 |
| 0.80 | 0.80 | 281.8 | 180.3 | 197.7 | 0.73 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 3.01 | 1.80 |
| 1.00 | 1.00 | 287.2 | 287.2 | 201.5 | 0.92 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 3.40 | 2.05 |
| 1.20 | 1.20 | 292.5 | 421.3 | 205.3 | 1.11 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 3.77 | 2.30 |
| 1.40 | 1.40 | 297.9 | 584.0 | 209.1 | 1.31 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 4.12 | 2.55 |
| 1.60 | 1.60 | 303.3 | 776.5 | 212.9 | 1.51 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 4.46 | 2.80 |
| 1.80 | 1.80 | 308.7 | 1000.3 | 216.6 | 1.71 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 4.79 | 3.05 |
| 2.00 | 2.00 | 314.1 | 1256.4 | 220.4 | 1.92 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 5.11 | 3.30 |
| 2.20 | 2.20 | 319.5 | 1546.4 | 224.2 | 2.13 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 5.42 | 3.55 |
| 2.40 | 2.40 | 324.9 | 1871.4 | 228.0 | 2.35 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 5.72 | 3.80 |
| 2.60 | 2.60 | 330.3 | 2232.7 | 231.8 | 2.55 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 6.01 | 4.05 |
| 2.80 | 2.80 | 335.7 | 2631.7 | 235.6 | 2.75 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 6.30 | 4.30 |
| 3.00 | 3.00 | 341.1 | 3069.5 | 239.3 | 2.95 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 6.58 | 4.55 |
| 3.20 | 3.20 | 346.4 | 3547.6 | 243.1 | 3.16 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 6.86 | 4.80 |
| 3.40 | 3.40 | 351.8 | 4067.3 | 246.9 | 3.36 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 7.13 | 5.05 |
| 3.60 | 3.60 | 357.2 | 4629.7 | 250.7 | 3.57 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 7.40 | 5.30 |
| 3.80 | 3.80 | 362.6 | 5236.2 | 254.5 | 3.77 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 7.67 | 5.55 |
| 4.00 | 4.00 | 368.0 | 5888.2 | 258.3 | 3.98 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 7.93 | 5.80 |

zul $\sigma = \sigma_{R,d} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,d} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,d} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch- und Setzungsberechnung Streifenfundament in mind. steifen Schwemmlahmen, BS-P

baugrund süd
weishaupt gruppe

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Neubau 9 MFH mit 75 WE + TG

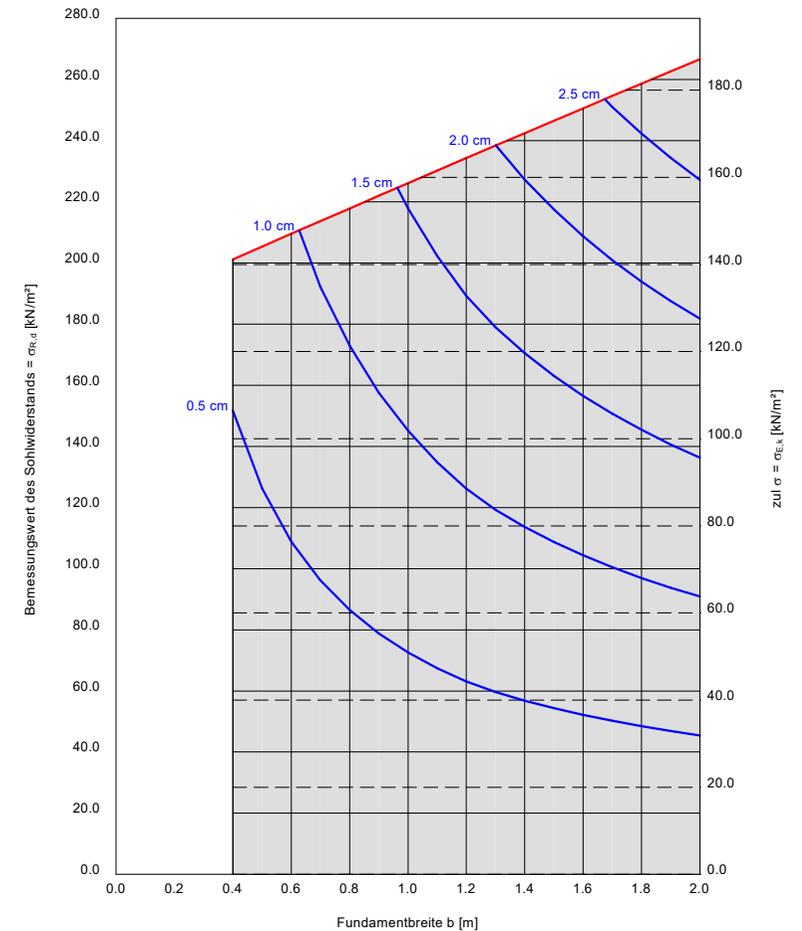
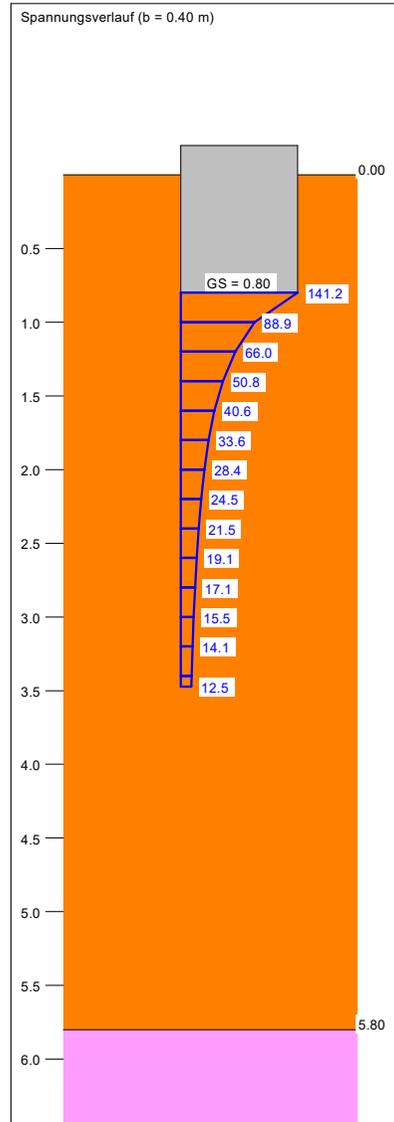
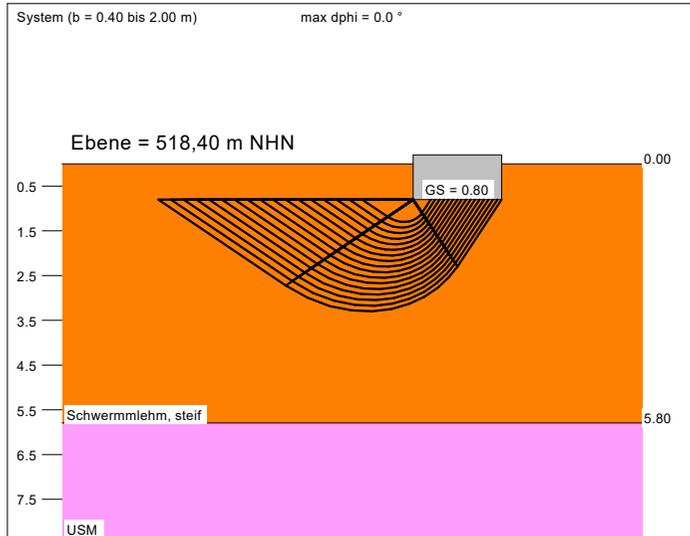
Römerstraße 133
in 89077 Ulm

AZ 22 11 084

Anlage 5.2

| Boden | Tiefe [m] | γ/γ' [kN/m ³] | φ [°] | c [kN/m ²] | v [-] | E_s [MN/m ²] | Bezeichnung |
|---|-----------|---------------------------------------|---------------|------------------------|-------|----------------------------|--------------------|
|  | 5.80 | 18.0/8.0 | 22.5 | 8.0 | 0.00 | 15.0 | Schwemmlehm, steif |
|  | >5.80 | 19.0/9.0 | 25.0 | 15.0 | 0.00 | 30.0 | USM |

Berechnungsgrundlagen:
Schichtenabfolge BK 7/23 mit DPH 7/23
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 20.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 0.80 m
Grundwasser = 10.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— Sohldruck
— Setzungen



| a [m] | b [m] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | $R_{v,d}$ [kN/m] | zul $\sigma = \sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | s [cm] | cal ϕ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | $\sigma_{G,Q}$ [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] |
|-------|-------|-------------------------------------|------------------|--|--------|----------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 20.00 | 0.40 | 201.2 | 80.5 | 141.2 | 0.66 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 3.47 | 1.30 |
| 20.00 | 0.50 | 205.4 | 102.7 | 144.1 | 0.81 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 3.83 | 1.42 |
| 20.00 | 0.60 | 209.5 | 125.7 | 147.0 | 0.96 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 4.15 | 1.55 |
| 20.00 | 0.70 | 213.7 | 149.6 | 150.0 | 1.11 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 4.44 | 1.67 |
| 20.00 | 0.80 | 217.8 | 174.3 | 152.9 | 1.26 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 4.72 | 1.80 |
| 20.00 | 0.90 | 222.0 | 199.8 | 155.8 | 1.41 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 4.98 | 1.92 |
| 20.00 | 1.00 | 226.1 | 226.1 | 158.7 | 1.56 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 5.23 | 2.05 |
| 20.00 | 1.10 | 230.2 | 253.2 | 161.5 | 1.71 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 5.47 | 2.17 |
| 20.00 | 1.20 | 234.3 | 281.2 | 164.4 | 1.86 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 5.71 | 2.30 |
| 20.00 | 1.30 | 238.4 | 309.9 | 167.3 | 2.00 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 5.93 | 2.42 |
| 20.00 | 1.40 | 242.5 | 339.4 | 170.1 | 2.13 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 6.14 | 2.55 |
| 20.00 | 1.50 | 246.5 | 369.8 | 173.0 | 2.27 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 6.35 | 2.67 |
| 20.00 | 1.60 | 250.6 | 400.9 | 175.8 | 2.40 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 6.55 | 2.80 |
| 20.00 | 1.70 | 254.6 | 432.8 | 178.7 | 2.53 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 6.75 | 2.92 |
| 20.00 | 1.80 | 258.6 | 465.5 | 181.5 | 2.67 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 6.95 | 3.05 |
| 20.00 | 1.90 | 262.6 | 499.0 | 184.3 | 2.80 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 7.14 | 3.17 |
| 20.00 | 2.00 | 266.6 | 533.3 | 187.1 | 2.93 | 22.5 | 8.00 | 18.00 | 14.40 | 7.32 | 3.30 |

zul $\sigma = \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 22 11 084
 Projekt: Neubau 9 MFH mit 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Staatliches Hochbauamt Ulm / Bundesbau Baden-Württemberg
 Straße/Postfach: Grüner Hof 2
 PLZ, Ort: 89073 Ulm

Baustelle / Ort der Probenahme: Römerstraße 133 / Kernlager der BGS
 Fl.St.Nr. 1991, 1991/2 u. 1991/3
 89077 Ulm

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Abfallrechtliche/umwelttechnische Vorbewertung
 Analysenumfang: VwV Baden-Württemberg
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: M.Sc. Alexander Zemel
 Probenahmedatum: 24.01.2023

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| Probenbezeichnung | MP1 | |
| Tiefenintervall [m]: | BK 1/23: 1,5 - 4,0 m | |
| Materialart / Beimengungen: | Auffüllung / Schwemmlerhm Schluff, schwach tonig - tonig, feinsandig, sehr vereinzelt Ziegelbruchstückchen | |
| Farbe / Geruch: | braun teils mit schwarzen Schlieren, unauffällig | |
| Konsistenz: | steif | |
| vermutete Schadstoffe | - | |
| Witterung | 4°C, trocken | |
| Probenentnahme | | |
| Entnahmeverfahren: | Probenentnahme aus Kernkiste | |
| Entnahmegesät: | Edelstahlschaufel | |
| Anzahl Einzelproben: | 4 | |
| Volumen Einzelproben: | ca. 0,5 l | |
| Misch-/Sammelprobe: | ja | |
| Homogenisierung: | ja | |
| Teilung: | | |
| Menge Laborprobe: | ca. 2,0 L | |
| Probengefäß: | 5l- PE-Eimer (luftdicht verschlossen) | |
| Rückstellprobe: | ja | |
| Untersuchungsstelle | BVU GmbH, 87733 Markt Rettenbach | |
| Probentransfer | Laboreigene Spedition | |
| Versanddatum: | 24.01.23 | |
| Kühlung/Lagerung: | - | |
| Bemerkungen: | | |
| Unterschrift / Probenehmer: | Alexander Zemel  | |

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 22 11 084
 Projekt: Neubau 9 MFH mit 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Staatliches Hochbauamt Ulm / Bundesbau Baden-Württemberg
 Straße/Postfach: Grüner Hof 2
 PLZ, Ort: 89073 Ulm

Baustelle / Ort der Probenahme: Römerstraße 133 / Kernlager der BGS
 Fl.St.Nr. 1991, 1991/2 u. 1991/3
 89077 Ulm

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Abfallrechtliche/umwelttechnische Vorbewertung
 Analysenumfang: VwV Baden-Württemberg
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: M.Sc. Alexander Zemel
 Probenahmedatum: 24.01.2023

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

| | | |
|------------------------------------|---|--|
| Probenbezeichnung | MP2 | |
| Tiefenintervall [m]: | BK 1/23: 0,30 - 1,80 m; BK 5/23: 0,40 - 2,50 m | |
| Materialart / Beimengungen: | Verwitterungsdecke Schluff, schwach sandig - sandig, schwach tonig - stark tonig, tw. durchwurzelt, schwach org. | |
| Farbe / Geruch: | ockerbraun - hellbraun / braun, unauffällig | |
| Konsistenz: | steif - halbfest | |
| vermutete Schadstoffe | - | |
| Witterung | 4°C, trocken | |
| Probenentnahme | | |
| Entnahmeverfahren: | Probenentnahme aus Kernkiste | |
| Entnahmegesetz: | Edelstahlschaufel | |
| Anzahl Einzelproben: | 8 | |
| Volumen Einzelproben: | ca. 0,5 l | |
| Misch-/Sammelprobe: | ja | |
| Homogenisierung: | ja | |
| Teilung: | | |
| Menge Laborprobe: | ca. 4,0 L | |
| Probengefäß: | 5l- PE-Eimer (luftdicht verschlossen) | |
| Rückstellprobe: | ja | |
| Untersuchungsstelle | BVU GmbH, 87733 Markt Rettenbach | |
| Probentransfer | Laboreigene Spedition | |
| Versanddatum: | 24.01.23 | |
| Kühlung/Lagerung: | - | |
| Bemerkungen: | | |
| Unterschrift / Probenehmer: | Alexander Zemel  | |

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 22 11 084
 Projekt: Neubau 9 MFH mit 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Staatliches Hochbauamt Ulm / Bundesbau Baden-Württemberg
 Straße/Postfach: Grüner Hof 2
 PLZ, Ort: 89073 Ulm

Baustelle / Ort der Probenahme: Römerstraße 133 / Kernlager der BGS
 Fl.St.Nr. 1991, 1991/2 u. 1991/3
 89077 Ulm

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Abfallrechtliche/umwelttechnische Vorbewertung
 Analysenumfang: VwV Baden-Württemberg
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: M.Sc. Alexander Zemel
 Probenahmedatum: 26.01.2023

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| Probenbezeichnung | MP3 | |
| Tiefenintervall [m]: | BK 2/23: 0,25 - 1,00 m; BK 3/23: 0.25 - 1,45 m | |
| Materialart / Beimengungen: | Verwitterungsdecke Schluff, tonig, schwach sandig | |
| Farbe / Geruch: | beigebraun - hellbraun / braun, unauffällig | |
| Konsistenz: | steif - halbfest | |
| vermutete Schadstoffe | - | |
| Witterung | 3°C, trocken | |
| Probenentnahme | | |
| Entnahmeverfahren: | Probenentnahme aus Kernkiste | |
| Entnahmegesetz: | Edelstahlschaufel | |
| Anzahl Einzelproben: | 8 | |
| Volumen Einzelproben: | ca. 0,5 l | |
| Misch-/Sammelprobe: | ja | |
| Homogenisierung: | ja | |
| Teilung: | | |
| Menge Laborprobe: | ca. 4,0 L | |
| Probengefäß: | 5l- PE-Eimer (luftdicht verschlossen) | |
| Rückstellprobe: | ja | |
| Untersuchungsstelle | BVU GmbH, 87733 Markt Rettenbach | |
| Probentransfer | Laboreigene Spedition | |
| Versanddatum: | 26.01.23 | |
| Kühlung/Lagerung: | - | |
| Bemerkungen: | | |
| Unterschrift / Probenehmer: | Alexander Zemel  | |

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 22 11 084
 Projekt: Neubau 9 MFH mit 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Staatliches Hochbauamt Ulm / Bundesbau Baden-Württemberg
 Straße/Postfach: Grüner Hof 2
 PLZ, Ort: 89073 Ulm

Baustelle / Ort der Probenahme: Römerstraße 133 / Kernlager der BGS
 Fl.St.Nr. 1991, 1991/2 u. 1991/3
 89077 Ulm

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Abfallrechtliche/umwelttechnische Vorbewertung
 Analysenumfang: VwV Baden-Württemberg
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: M.Sc. Alexander Zemel
 Probenahmedatum: 26.01.2023

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| Probenbezeichnung | MP4 | |
| Tiefenintervall [m]: | BK 6/23: 0,50 - 1,50 m; BK 7/23: 0,30 - 2,00 m | |
| Materialart / Beimengungen: | Verwitterungsdecke / Auffüllung | |
| | Schluff, tonig, - stark tonig, vereinzelt Ziegelreste <1% | |
| Farbe / Geruch: | braun - rotbraun, unauffällig | |
| Konsistenz: | weich - steif | |
| vermutete Schadstoffe | - | |
| Witterung | 3°C, trocken | |
| Probenentnahme | | |
| Entnahmeverfahren: | Probenentnahme aus Kernkiste | |
| Entnahmegesetz: | Edelstahlschaufel | |
| Anzahl Einzelproben: | 6 | |
| Volumen Einzelproben: | ca. 0,5 l | |
| Misch-/Sammelprobe: | ja | |
| Homogenisierung: | ja | |
| Teilung: | | |
| Menge Laborprobe: | ca. 3,0 L | |
| Probengefäß: | 5l- PE-Eimer (luftdicht verschlossen) | |
| Rückstellprobe: | ja | |
| Untersuchungsstelle | BVU GmbH, 87733 Markt Rettenbach | |
| Probentransfer | Laboreigene Spedition | |
| Versanddatum: | 26.01.23 | |
| Kühlung/Lagerung: | - | |
| Bemerkungen: | | |
| Unterschrift / Probenehmer: | Alexander Zemel  | |

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 22 11 084
 Projekt: Neubau 9 MFH mit 75 WE + TG
 in 89077 Ulm

A. Allgemeine Angaben

Auftraggeber: Staatliches Hochbauamt Ulm / Bundesbau Baden-Württemberg
 Straße/Postfach: Grüner Hof 2
 PLZ, Ort: 89073 Ulm

Baustelle / Ort der Probenahme: Römerstraße 133 / Kernlager der BGS
 Fl.St.Nr. 1991, 1991/2 u. 1991/3
 89077 Ulm

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Abfallrechtliche/umwelttechnische Vorbewertung
 Analysenumfang: VwV Baden-Württemberg
 Probenehmende Stelle: Baugrund Süd 88410 Bad Wurzach, Zeppelinstraße 10
 Probenehmer: M.Sc. Alexander Zemel
 Probenahmedatum: 26.01.2023

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| Probenbezeichnung | MP5 | |
| Tiefenintervall [m]: | BK 2/23: 2,0 - 3,5 m | |
| Materialart / Beimengungen: | Schwemmlehm Feinsand-Schluff-Gemisch / Schluff, tonig schwach sandig | |
| Farbe / Geruch: | beigebraun - braun, unauffällig | |
| Konsistenz: | steif | |
| vermutete Schadstoffe | - | |
| Witterung | 3°C, trocken | |
| Probenentnahme | | |
| Entnahmeverfahren: | Probenentnahme aus Kernkiste | |
| Entnahmegesetz: | Edelstahlschaufel | |
| Anzahl Einzelproben: | 4 | |
| Volumen Einzelproben: | ca. 0,5 l | |
| Misch-/Sammelprobe: | ja | |
| Homogenisierung: | ja | |
| Teilung: | | |
| Menge Laborprobe: | ca. 2,0 L | |
| Probengefäß: | 5l- PE-Eimer (luftdicht verschlossen) | |
| Rückstellprobe: | ja | |
| Untersuchungsstelle | BVU GmbH, 87733 Markt Rettenbach | |
| Probentransfer | Laboreigene Spedition | |
| Versanddatum: | 26.01.23 | |
| Kühlung/Lagerung: | - | |
| Bemerkungen: | | |
| Unterschrift / Probenehmer: | Alexander Zemel  | |

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 303/6402 | Datum: | 30.01.2023 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
 Projekt : AZ221 1084 Hochbauamt Ulm, NB 9 MFH/MP1-2
 Projekt-Nr. : AZ2211084 Kostenstelle :
 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : Art der Probe : Boden
 Entnahmedatum : 24.01.2023 Probeneingang : 25.01.2023
 Originalbezeich. : MP1 Probenbezeich. : 303/6402
 Probenehmer : BG Süd - Alexander Zemel
 Untersuch.-zeitraum : 25.01.2023 – 30.01.2023

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | | | | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode |
|--|-----------|----------|-----------------|---|---|---|------|-------|------------------------|---------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | DIN 19747:2009-07 | |
| Trockensubstanz | [%] | 82,1 | - | - | - | - | - | - | DIN EN 14346 : 2007-03 | |
| Fraktion < 2 mm | [Masse %] | 100 | - | - | - | - | - | - | Siebung | |

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | | | | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode |
|----------------------------|------------|----------|-----------------|-----|-----|-----|------|---------------------------|-----|---------|
| Arsen | [mg/kg TS] | 13 | 10 | 15 | 15 | 45 | 150 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Blei | [mg/kg TS] | 22 | 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] | 46 | 30 | 60 | 120 | 180 | 600 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Kupfer | [mg/kg TS] | 21 | 20 | 40 | 80 | 120 | 400 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Nickel | [mg/kg TS] | 33 | 15 | 50 | 100 | 150 | 500 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Quecksilber | [mg/kg TS] | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 | 1,5 | 5 | DIN EN ISO 12846 :2012-08 | | |
| Thallium | [mg/kg TS] | < 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 2,1 | 7 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Zink | [mg/kg TS] | 77 | 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/L) | Z 0* | Z 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 | | | | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 3 | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | n.n. | 3 | 3 | 3 / 9 | 30 | DIN ISO 18287 :2006-05 |

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 | [-] | 8,11 | | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 | DIN EN ISO 10523 04-2012 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 112 | | 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 | | - 125 | 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 30.01.2023

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

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 303/6403 | Datum: | 30.01.2023 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
 Projekt : AZ221 1084 Hochbauamt Ulm, NB 9 MFH/MP1-2
 Projekt-Nr. : AZ2211084 Kostenstelle :
 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : Art der Probe : Boden
 Entnahmedatum : 24.01.2023 Probeneingang : 25.01.2023
 Originalbezeich. : MP2 Probenbezeich. : 303/6403
 Probenehmer : BG Süd - Alexander Zemel
 Untersuch.-zeitraum : 25.01.2023 – 30.01.2023

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | | | | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode |
|--|-----------|----------|-----------------|---|---|---|------|-------|------------------------|---------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | | | | | | | | |
| Trockensubstanz | [%] | 80,5 | - | - | - | - | - | - | DIN EN 14346 : 2007-03 | |
| Fraktion < 2 mm | [Masse %] | 99 | - | - | - | - | - | - | Siebung | |

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | | | | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode |
|----------------------------|------------|----------|-----------------|-----|-----|-----|------|---------------------------|-----|---------|
| Arsen | [mg/kg TS] | 12 | 10 | 15 | 15 | 45 | 150 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Blei | [mg/kg TS] | 31 | 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] | 52 | 30 | 60 | 120 | 180 | 600 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Kupfer | [mg/kg TS] | 28 | 20 | 40 | 80 | 120 | 400 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Nickel | [mg/kg TS] | 40 | 15 | 50 | 100 | 150 | 500 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Quecksilber | [mg/kg TS] | 0,07 | 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] | 83 | 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/L) | Z 0* | Z 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 | | | | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 3 | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | n.n. | 3 | 3 | 3 / 9 | 30 | DIN ISO 18287 :2006-05 |

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 | [-] | 8,22 | | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 | DIN EN ISO 10523 04-2012 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 134 | | 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 | | - 125 | 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 30.01.2023

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

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 303/6411 | Datum: | 02.02.2023 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
 Projekt : AZ221 1084 Hochbauamt Ulm, NB 9 MFH/MP3-5
 Projekt-Nr. : AZ2211084 Kostenstelle :
 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : Art der Probe : Boden
 Entnahmedatum : 26.01.2023 Probeneingang : 27.01.2023
 Originalbezeich. : MP3 Probenbezeich. : 303/6411
 Probenehmer : BG Süd - Alexander Zemel
 Untersuch.-zeitraum : 27.01.2023 – 02.02.2023

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | | | | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode |
|--|-----------|----------|-----------------|---|---|---|------|-------|------------------------|---------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | | | | | | | | |
| Trockensubstanz | [%] | 80,7 | - | - | - | - | - | - | DIN EN 14346 : 2007-03 | |
| Fraktion < 2 mm | [Masse %] | 100 | - | - | - | - | - | - | Siebung | |

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | | | | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode |
|----------------------------|------------|----------|-----------------|-----|-----|-----|------|---------------------------|-----|---------|
| Arsen | [mg/kg TS] | 11 | 10 | 15 | 15 | 45 | 150 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Blei | [mg/kg TS] | 28 | 40 | 70 | 140 | 210 | 700 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Cadmium | [mg/kg TS] | 0,15 | 0,4 | 1 | 1 | 3 | 10 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Chrom (gesamt) | [mg/kg TS] | 48 | 30 | 60 | 120 | 180 | 600 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Kupfer | [mg/kg TS] | 30 | 20 | 40 | 80 | 120 | 400 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Nickel | [mg/kg TS] | 36 | 15 | 50 | 100 | 150 | 500 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Quecksilber | [mg/kg TS] | 0,14 | 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] | 84 | 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/L) | Z 0* | Z 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 | | | | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 3 | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | n.n. | 3 | 3 | 3 / 9 | 30 | DIN ISO 18287 :2006-05 |

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 | [-] | 8,08 | | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 | DIN EN ISO 10523 04-2012 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 117 | | 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 | | - 125 | 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 02.02.2023

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

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 303/6412 | Datum: | 02.02.2023 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
 Projekt : AZ221 1084 Hochbauamt Ulm, NB 9 MFH/MP3-5
 Projekt-Nr. : AZ2211084 Kostenstelle :
 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : Art der Probe : Boden
 Entnahmedatum : 26.01.2023 Probeneingang : 27.01.2023
 Originalbezeich. : MP4 Probenbezeich. : 303/6412
 Probenehmer : BG Süd - Alexander Zemel
 Untersuch.-zeitraum : 27.01.2023 – 02.02.2023

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | | | | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode |
|--|-----------|----------|-----------------|---|---|---|------|-------|------------------------|---------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | | | | | | | | |
| Trockensubstanz | [%] | 80,4 | - | - | - | - | - | - | DIN EN 14346 : 2007-03 | |
| Fraktion < 2 mm | [Masse %] | 100 | - | - | - | - | - | - | Siebung | |

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | | | | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode |
|----------------------------|------------|----------|-----------------|-----|-----|-----|------|---------------------------|-----|---------|
| Arsen | [mg/kg TS] | 7,1 | 10 | 15 | 15 | 45 | 150 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Blei | [mg/kg TS] | 18 | 40 | 70 | 140 | 210 | 700 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Cadmium | [mg/kg TS] | 0,1 | 0,4 | 1 | 1 | 3 | 10 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Chrom (gesamt) | [mg/kg TS] | 31 | 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] | 28 | 15 | 50 | 100 | 150 | 500 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Quecksilber | [mg/kg TS] | 0,04 | 0,1 | 0,5 | 1 | 1,5 | 5 | DIN EN ISO 12846 :2012-08 | | |
| Thallium | [mg/kg TS] | < 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 2,1 | 7 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Zink | [mg/kg TS] | 63 | 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/L) | Z 0* | Z 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 | | | | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 3 | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | n.n. | 3 | 3 | 3 / 9 | 30 | DIN ISO 18287 :2006-05 |

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 | [-] | 8,16 | | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 | DIN EN ISO 10523 04-2012 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 110 | | 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 | | - 125 | 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 02.02.2023

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

BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

| | | | |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Analysenbericht Nr. | 303/6413 | Datum: | 02.02.2023 |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BauGrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
 Projekt : AZ221 1084 Hochbauamt Ulm, NB 9 MFH/MP3-5
 Projekt-Nr. : AZ2211084 Kostenstelle :
 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : Art der Probe : Boden
 Entnahmedatum : 26.01.2023 Probeneingang : 27.01.2023
 Originalbezeich. : MP5 Probenbezeich. : 303/6413
 Probenehmer : BG Süd - Alexander Zemel
 Untersuch.-zeitraum : 27.01.2023 – 02.02.2023

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | | | | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode |
|--|-----------|----------|-----------------|---|---|---|------|-------|------------------------|---------|
| Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe | | | | | | | | | | |
| Trockensubstanz | [%] | 86,5 | - | - | - | - | - | - | DIN EN 14346 : 2007-03 | |
| Fraktion < 2 mm | [Masse %] | 100 | - | - | - | - | - | - | Siebung | |

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | | | | Z 0* | Z 1/2 | Z 2 | Methode |
|----------------------------|------------|----------|-----------------|-----|-----|-----|------|---------------------------|-----|---------|
| Arsen | [mg/kg TS] | 3,4 | 10 | 15 | 15 | 45 | 150 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Blei | [mg/kg TS] | 12 | 40 | 70 | 140 | 210 | 700 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Cadmium | [mg/kg TS] | 0,05 | 0,4 | 1 | 1 | 3 | 10 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Chrom (gesamt) | [mg/kg TS] | 20 | 30 | 60 | 120 | 180 | 600 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Kupfer | [mg/kg TS] | 16 | 20 | 40 | 80 | 120 | 400 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Nickel | [mg/kg TS] | 20 | 15 | 50 | 100 | 150 | 500 | EN ISO 11885 :2009-09 | | |
| Quecksilber | [mg/kg TS] | < 0,02 | 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] | 52 | 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/L) | Z 0* | Z 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 | | | | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | < 0,04 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 3 | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Benzo(g,h,i)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 | [-] | 8,18 | | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 | DIN EN ISO 10523 04-2012 |
| elektr. Leitfähigkeit | [μ S/cm] | 74 | | 250 | 250 | 1500 | 2000 | DIN EN 27 888 : 1993 |
| Arsen | [μ g/l] | < 4 | | - 14 | 14 | 20 | 60 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Blei | [μ g/l] | < 5 | | - 40 | 40 | 80 | 200 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Cadmium | [μ g/l] | < 0,2 | | - 1,5 | 1,5 | 3 | 6 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Chrom (gesamt) | [μ g/l] | < 5 | | - 125 | 12,5 | 25 | 60 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Kupfer | [μ g/l] | < 5 | | - 20 | 20 | 60 | 100 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Nickel | [μ g/l] | < 5 | | - 15 | 15 | 20 | 70 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Quecksilber | [μ g/l] | < 0,15 | | - 0,5 | 0,5 | 1 | 2 | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Thallium | [μ g/l] | < 1 | | | | | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Zink | [μ g/l] | < 10 | | - 150 | 150 | 200 | 600 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Phenolindex | [μ g/l] | < 10 | | 20 | 20 | 40 | 100 | DIN EN ISO 14402:1999-12 |
| Cyanid (gesamt) | [μ g/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 02.02.2023

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