

Herren Joachim und Alexander Beck  
Riedstraße 7

72458 Albstadt

Partnerschaft  
Dipl. Geol. Eric Utry  
Dipl. Geol. Jörg Egle

Neckartal 93  
D-78628 Rottweil  
Tel.: 0741 / 1756066  
Fax: 0741 / 1756086  
info@geoteam-rottweil.de  
www.geoteam-rottweil.de

Bericht Nr.: U-1546-2019

Bearbeiter: Utry

Datum: 22.02.2019

**Bohrpfahlwand auf dem Gelände Fa. Steinmeyer GmbH & Co. KG**

**Meßstetter Straße in Albstadt, Flurstück-Nr. 2017/4**

**- Geotechnischer Bericht -**

**INHALT**

|          |                                                                             |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung.....</b>                                                      | <b>2</b>  |
| 1.1      | Auftrag.....                                                                | 2         |
| 1.2      | Unterlagen.....                                                             | 2         |
| 1.3      | Standortbeschreibung.....                                                   | 3         |
| <b>2</b> | <b>Untersuchungsumfang .....</b>                                            | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>Geologische und hydrogeologische Verhältnisse.....</b>                   | <b>3</b>  |
| 3.1      | Oberboden .....                                                             | 3         |
| 3.2      | Auffüllung .....                                                            | 4         |
| 3.3      | Hangschutt .....                                                            | 4         |
| 3.4      | Impressamergel-Formation .....                                              | 4         |
| 3.5      | Schichtenaufbau / Geologisches Modell .....                                 | 4         |
| 3.6      | Hydrogeologische Verhältnisse.....                                          | 5         |
| <b>4</b> | <b>Geotechnische Beurteilung .....</b>                                      | <b>5</b>  |
| 4.1      | Bohrlochrammsondierungen.....                                               | 5         |
| 4.2      | Bodenmechanische Untersuchungen .....                                       | 6         |
| 4.3      | Bodenklassifizierung.....                                                   | 6         |
| 4.4      | Boden- und felsmechanische Kennwerte .....                                  | 7         |
| 4.5      | Homogenbereiche und Bodenklassen nach VOB /C.....                           | 8         |
| 4.6      | Erdbebenzone und Untergrundklasse gemäß DIN EN 1998 Nationaler Anhang ..... | 9         |
| 4.7      | Weitere geotechnische Randbedingungen und Eigenschaften .....               | 9         |
| <b>5</b> | <b>Bautechnische Folgerungen .....</b>                                      | <b>10</b> |
| 5.1      | Bodenkennwerte Bohrpfähle und Rückverhängung .....                          | 10        |
| 5.2      | Baugrube und Wasserhaltung .....                                            | 11        |
| <b>6</b> | <b>Abschließende Bemerkungen .....</b>                                      | <b>12</b> |

## **ANLAGEN**

- Anlage 1: Übersichtsplan
- Anlage 2: Lageplan der Kernbohrungen
- Anlage 3: Graphische Darstellung der Bohrprofile
- Anlage 4: Bodenmechanische Untersuchungen
- Anlage 5: Bohrlochrammsondierungen (Standard-Penetrationstest)
- Anlage 6: Fotodokumentation

## **1 Einleitung**

### **1.1 Auftrag**

Das GEOTEAM Rottweil wurde per e-mail vom 19.11.2018 mit der Durchführung einer geotechnischen Untersuchung für den Bau einer Bohrpfahlwand auf dem Gelände der Firma August Steinmeyer, auf Flurstück-Nr. 2017/4, entlang der Meßstetter Straße in 72458 Albstadt, beauftragt. Grundlage der Beauftragung war unser Angebot vom 08.11.2018.

Mittels geotechnischer Untersuchungen sollten die Bodenschichtung im Bereich der geplanten Bohrpfahlwand erkundet, die bodenmechanischen Kennwerte der Schichten ermittelt, die Untergrundverhältnisse geotechnisch beurteilt und klassifiziert sowie ein Baugrundgutachten erstellt werden.

Die Ergebnisse der geotechnischen Bodenuntersuchungen sind in dem vorliegenden Bericht dokumentiert.

### **1.2 Unterlagen**

Neben der Fachliteratur und den relevanten DIN-Normen standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /1/ Geologische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1:10.000, <http://maps.lgrb-bw.de/>, herausgegeben vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 2018;
- /2/ Ingenieurgeologische Gefahrenkarte von Baden-Württemberg, Maßstab 1:50.000, <http://maps.lgrb-bw.de/>, herausgegeben vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 2018;
- /3/ Erdbebenzonenkarte des GFZ-Potsdam im Internet;
- /4/ Topografische Karte von Baden-Württemberg Maßstab 1:25.000 auf CD-ROM;
- /5/ Datenrecherche bezüglich öffentlicher Grundwasserdaten, Wasserschutzgebiete und Überschwemmungsgebiete beim Daten- und Kartendienst der LUBW, <http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/index.xhtml>;
- /6/ Lageplan, Gesamtübersicht Masterplan Variante A-03, Maßstab 1:500, Wäschle Architekten, Stand 07.11.2016;
- /7/ Lageplan Bohrpunkte, Maßstab 1 : 500, Dipl.-Ing. Huber und Timo Wesner, Vermessung und Tiefbau, 07.01.2019;

### 1.3 Standortbeschreibung

Das Firmengelände der Fa. Steinmeyer liegt im Südwesten von Ebingen, im Tal der Schmiecha, auf einer Höhe von ca. 733 m ü. NN und steigt zur Meßstetter Straße hin steil auf ca. 739 m ü. NN an.

Im Zuge einer geplanten Firmenerweiterung soll die Böschung zwischen Werksgelände und der Meßstetter Straße durch eine 45 m lange Bohrpfahlwand ersetzt werden.

Die Lage des Untersuchungsgeländes kann dem Übersichtsplan in Anlage 1 entnommen werden. Ein Lageplan des Baugeländes mit den Bohransatzpunkten befindet sich in der Anlage 2. Die Fotodokumentation in Anlage 6 vermittelt einen Eindruck der Örtlichkeiten.

## 2 Untersuchungsumfang

Die Untersuchung des Untergrundes beruht auf der Profilaufnahme von 3 Kernbohrungen (Bezeichnung KB 1 bis KB 3), die Tiefen zwischen 15 m und 17 m unter GOK erreichten. Die Bohrungen wurden als Rammkernbohrungen nach DIN EN ISO 22475 ausgeführt. In den Bohrungen wurden Bohrlochrammsondierungen (BDP Borehole Dynamic Probing) nach DIN 4094-2 ausgeführt. Die Rammzahlen sind der Anlage 5 zu entnehmen. Dort sind die Bohrlochrammsondierungen als SPT=Standard-Penetrationstests bezeichnet.

Die Feldarbeiten fanden in Januar 2019 statt. Die geotechnische Aufnahme der Kernstrecken erfolgte durch das GEOTEAM Rottweil gemäß DIN 4022/DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689 und DIN 18196. Es wurden Homogenbereiche gemäß VOB/C 2016 ausgewiesen.

In Anlage 3 sind die Bodenverhältnisse graphisch dargestellt. Die Fotodokumentation in Anlage 6 vermittelt einen Eindruck der örtlichen Verhältnisse.

Es wurden folgende bodenmechanischen Untersuchungen an gestörten Bodenproben ausgeführt (siehe Anlage 4):

- 2 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122
- 3 x Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18123

## 3 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Ausweislich der Geologischen Karte von Baden-Württemberg /1/ liegt das Untersuchungsgelände im Bereich von quartärem Hangschutt, der auf der Impressamergel-Formation des Oberen Jura lagert.

Im Zuge der Bohrarbeiten wurden folgende Bodenverhältnisse festgestellt:

### 3.1 Oberboden

Der Oberboden weist eine Mächtigkeit von 0,3 m bis 0,5 m auf. Er wird im Zuge der Baumaßnahme abgeschoben und ist geotechnisch nicht relevant.

### 3.2 Auffüllung

Bei KB 2 wurde eine ca. 40 cm mächtige, dunkelgraue Auffüllung aus sandigen, kiesigen Steinen mit Betonbruchstücken über dem Oberboden angetroffen.

### 3.3 Hangschutt

Unter dem Oberboden folgt quartärer Hangschutt in einer Mächtigkeit von 12,2 m bis > 14,5 m. Der Hangschutt besteht überwiegend aus tonigen, stark schluffigen, steinigen Kiesen. Gelegentlich sind steinige, kiesige Tonlinsen oder auch nahezu einkörnige Kalksteinschotterlagen eingeschaltet. Der überwiegend gemischtkörnige Hangschutt weist eine überwiegend steife und untergeordnet eine halbfeste Zustandsform auf.

### 3.4 Impressamergel-Formation

Im Liegenden des Handschutts folgen bei KB 2 und KB 3 graugrüne, schluffige Tone in halbfester bis fester Konsistenz, welche der Impressamergel-Formation zugeordnet werden. Bei KB 1 wurden bis zur Endteufe in 15 m unter GOK keine Impressamergel angetroffen.

### 3.5 Schichtenaufbau / Geologisches Modell

Entsprechend den Befunden der ausgewerteten Unterlagen und den durchgeführten Aufschlüssen ergibt sich der nachfolgend wiedergegebene, vereinfachte Schichtenaufbau. Die Bodenschichtung kann auch den Bohrprofilen in Anlage 3 entnommen werden.

**Tabelle 1: Vereinfachter Schichtenaufbau**

| Schichtbezeichnung                             | Schichtunterkante<br>[m u. GOK] | Bodenart                                                                                             | Konsistenz /<br>Lagerungsdichte/<br>Verwitterungszustand |
|------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Auffüllung</b>                              | Nur KB 2: 0,4                   | Steine, kiesig, sandig, Betonbruchstücke                                                             | locker                                                   |
| <b>Oberboden</b>                               | 0,3 – 0,7                       | Lehm, humos                                                                                          | weich                                                    |
| <b>Hangschutt</b>                              | 13 - > 15                       | Steine, Kies, stark schluffig, sandig, tonig<br>Ton, schluffig, kiesig, steinig<br>Kalksteinschotter | steif – halbfest<br>steif - weich<br>mitteldicht         |
| <b>Impressamergel-<br/>Formation, zersetzt</b> | > Endteufe                      | Ton, schluffig                                                                                       | halbfest - fest                                          |

### 3.6 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Zuge der Bohrarbeiten wurde kein Grundwasser oder nasses Bohrgut festgestellt. Dennoch muss vor allem in lokal auftretenden Kalksteinschotterlagen mit Stau- oder Sickerwasserlinsen gerechnet werden.

Im Hangschutt kann somit ein schwach durchlässiger bis durchlässiger Porengrundwasserleiter ausgebildet sein. Die Impressamergel sind als Grundwasserstauer einzustufen.

Das Baugelände befindet sich gemäß /5/ außerhalb von Wasserschutz- und Überschwemmungsgebieten.

Die abgeschätzten Durchlässigkeitsbeiwerte  $k_f$  der anstehenden Schichten sind der folgenden Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Abgeschätzte hydraulische Durchlässigkeit

| Schichtbezeichnung                 | Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$<br>[m/s] |
|------------------------------------|----------------------------------------|
| Auffüllung                         | $1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-6}$  |
| Hangschutt, gemischtkörnig         | $5 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$  |
| Hangschutt, tonig                  | $1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-10}$ |
| Hangschutt, Kalksteinschotter      | $5 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-5}$  |
| Impressamergel-Formation, zersetzt | $1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-9}$  |

Folgende Bemessungswasserstände für den Bau- und Endzustand werden (mit Sicherheitszuschlag) empfohlen:

Bauzeitlicher Bemessungswasserstand **GW<sub>Bau</sub> = 724 m ü. NN**

Bemessungswasserstand Gebrauchstauglichkeit Bauwerke **GW<sub>End</sub> = GOK**

Aufgrund der flächendeckend anstehenden, gering durchlässigen Hangschuttmassen wird der Bemessungswasserstand auf Höhe der GOK angesetzt. Bei Einbau einer Drainage nach DIN 4095 oder anderen rückstaufreien Entwässerungsmaßnahmen deren Funktion dauerhaft gewährleistet wird, kann der Bemessungswasserstand **GW<sub>End</sub>** auf die Einbauhöhe der Drainage abgesenkt werden.

## 4 Geotechnische Beurteilung

### 4.1 Bohrlochrammsondierungen

Tabelle 3: Schlagzahlen der Bohrlochrammsondierungen BDB nach DIN 4094-2

| Bohrung | Tiefe<br>BDP<br>[m u. GOK] | Schicht    | Schlagzahlen    |    |                 |    | Lagerungsdichte<br>gemäß DIN EN ISO<br>14688-2 |
|---------|----------------------------|------------|-----------------|----|-----------------|----|------------------------------------------------|
|         |                            |            | N <sub>15</sub> |    | N <sub>30</sub> |    |                                                |
| KB 1    | 8,0 – 8,45                 | Hangschutt | 29              | 37 | 18              | 55 | sehr dicht                                     |
| KB 2    | 5,5 – 5,95                 | Hangschutt | 25              | 33 | 28              | 61 | sehr dicht                                     |
| KB 3    | 4,2– 4,65                  | Hangschutt | 4               | 9  | 17              | 26 | dicht                                          |

## 4.2 Bodenmechanische Untersuchungen

**Tabelle 4: Zustandsgrenzen nach DIN 18122**

| Bohrung     | Entnahmetiefe<br>[m u. GOK] | Schicht        | Wassergehalt<br>[%] | Fließgrenze<br>$w_L$<br>[%] | Konsistenz-<br>zahl<br>$I_c$ | Zustands-<br>form | Boden-<br>gruppe<br>DIN 18196 |
|-------------|-----------------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| <b>KB 2</b> | 15 – 17                     | Impressamergel | 15                  | 39,9                        | 1,15                         | halbfest          | TM                            |
| <b>KB 3</b> | 13 – 14                     | Impressamergel | 14,1                | 41,5                        | 1,19                         | halbfest          | TM                            |

Die Impressamergel-Formation ist entsprechend der Bestimmung der Zustandsgrenzen in die Bodengruppe der mittelplastischen Tonen TM gemäß DIN 18196 einzustufen.

Die natürlichen Wassergehalte der Impressamergel-Formation liegen im Übergangsbereich der Verwitterungsstufen "stark verwittert und zersetzt".

**Tabelle 5: Kornverteilung nach DIN 18123**

| Bohrung     | Entnahmetiefe<br>[m u. GOK] | Schicht    | Feinkorn-<br>anteil<br>< 0,063<br>[%] | Bodenart<br>DIN 4022/<br>DIN EN ISO<br>14688 | Durchlässig-<br>keitsbeiwert*<br>$k_f$<br>[m/s] | Bodengruppe<br>DIN 18196 |
|-------------|-----------------------------|------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>KB 1</b> | 5,0 – 5,7                   | Hangschutt | 33,8                                  | G, s, u*                                     | $8,4 \times 10^{-8}$                            | GU*                      |
| <b>KB 2</b> | 3,0 - 6,0                   | Hangschutt | 22,2                                  | G, s, u                                      | $9,8 \times 10^{-7}$                            | GU                       |
| <b>KB 2</b> | 8,0 – 9,0                   | Hangschutt | 30,6                                  | G, s', u                                     | $1,6 \times 10^{-7}$                            | GU*                      |

\* nach Kaubisch

Die untersuchten Hangschuttproben werden in die Bodengruppe der stark schluffigen Kiese GU\* gemäß DIN 18196 eingestuft.

## 4.3 Bodenklassifizierung

Die Benennung und Beschreibung der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgt nach Maßgabe der DIN 4022 / DIN EN ISO 14688-1 und -2 (Benennung und Beschreibung von Bodenarten und Fels) und der DIN 18196 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke). Die festgestellten Bodengruppen in den gründungsrelevanten Bereichen und die wesentlichen bodenmechanischen Eigenschaften sind in der nachfolgenden Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6: Bodenklassifizierung

| Schichtbezeichnung       | Schichtunterkante [m u. GOK] | Bodenart nach DIN 4022 / DIN EN ISO 14688-1:2002      | Bodengruppe DIN 18196 / DIN EN ISO 14688-2:2004 | Frostklasse (*) | Verdichtbarkeit |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Auffüllung               | Nur KB 2: 0,4                | A [X, g, s] / MgsagrCo<br>A [X, G, t, u] / MgsiclGrCo | A [GW]                                          | F 1             | V1              |
| Hangschutt               | 13 - > 15                    | G, X, u*, s, t / clsasiCogr                           | GU*                                             | F 3             | V2              |
|                          |                              | T, u, g, x / cogrsiCl                                 | TL                                              | F 3             | V3              |
|                          |                              | G, x / coGr                                           | GW-GU                                           | F 1-F3          | V 1             |
| Impressamergel-Formation | > Endteufe                   | T, u / siCl                                           | TM                                              | F 3             | V3              |

(\*) gem. ZTVE-StB 17 F1 = nicht frostempfindlich  
F2 = gering bis mittel frostempfindlich  
F3 = sehr frostempfindlich

V 1 gut verdichtbar  
V 2 mittelschwer verdichtbar  
V 3 schwer verdichtbar

#### 4.4 Boden- und felsmechanische Kennwerte

Entsprechend den Ergebnissen unserer Untersuchungen können in Verbindung mit den Angaben der DIN 1055 sowie der allgemeinen Erfahrung nachfolgende Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen angesetzt werden:

Tabelle 7: Bodenmechanische Kennwerte

| Schichtbezeichnung            | Wichte                          |                                  | Reibungswinkel    | Kohäsion             |                      | Steifemodul |
|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------|
|                               | erdfeucht                       | unter Auftrieb                   |                   | $c'_k$               | $c_{u,k}$            |             |
|                               | $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ] |                   | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] |             |
| Auffüllung                    | 18                              | 10                               | 30                | -                    | -                    | 40 – 50     |
| Hangschutt, gemischtkörnig    | 20                              | 10                               | 27,5<br>(25 – 30) | 10<br>(5 – 15)       | 40 – 300             | 15 – 30     |
| Hangschutt, tonig             | 19,5                            | 9,5                              | 25                | 10                   | 30 – 150             | 8 – 10      |
| Hangschutt, Kalksteinschotter | 22                              | 14                               | 35                | -                    | -                    | 60 – 90     |
| Impressamergel-Formation      | 20,5                            | 10,5                             | 25                | 25                   | 50 – 300             | 15 – 20     |

Die oben angegebenen Bodenparameter basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Sie beziehen sich auf die aufgeschlossenen Bodenschichten im ungestörten Zustand und gelten für die angegebenen Konsistenzen und Lagerungsdichten. Durch Störungen, wie z.B. Auflockerungen und in Auffüllungsbereichen, können sich die angegebenen Parameter erheblich reduzieren.

#### 4.5 Homogenbereiche und Bodenklassen nach VOB /C

Gemäß VOB/C 2016 sind Homogenbereiche des Untergrundes anzugeben, die entsprechend ihrer Bearbeitbarkeit vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Die Homogenbereiche sind somit baugeräte- und gewerkespezifisch festzulegen und können aus einer oder mehreren Boden- bzw. Felsschichten bestehen.

Die Homogenbereiche und deren Eigenschaften beschreiben den Zustand von Boden und Fels vor dem Lösen. Bei den angegebenen Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit von Boden und Fels verwendet werden können.

Da die Bauverfahren noch nicht abschließend festgelegt sind, erfolgt die Einteilung der Homogenbereiche entsprechend den üblicherweise verwendeten Bauverfahren. Falls Bohrarbeiten ausgeführt werden, wird vom Einsatz von Großbohrgeräten für Pfahlbohrungen bzw. Lafettenbohrgeräten für Ankerbohrungen ausgegangen.

Die angetroffenen Bodenschichten können folgenden Homogenbereichen nach DIN 18300:2015 zugeordnet werden. Es wird vom Einsatz eines mittelschweren Baggers (10 t bis 30 t) für den Baugrubenaushub ausgegangen. Die Angaben der Bodenklassen nach DIN 18300:2012 und 18301:2012 erfolgen informativ.

**Tabelle 8: Bodenklassen nach DIN 18300:2012 bzw. 18301:2012 und Homogenbereiche nach DIN 18300:2015 bzw. 18301:2015**

| Schichtbezeichnung            | Bodenklasse<br>DIN 18300:2012 | Homogenbereich<br>DIN 18300:2015 | Bodenklasse<br>DIN 18301:2012 | Homogenbereich<br>DIN 18301:2015 |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Auffüllung                    | 3 - 4                         | A                                | BN 2<br>BS 1 – BS4            | A                                |
| Oberboden                     | 1                             | -                                | -                             | -                                |
| Hangschutt, gemischtkörnig    | 4 – 6 <sup>1)</sup>           | A                                | BB1 – BB3<br>BS1 – BS3        | A                                |
| Hangschutt, tonig             | 4                             | A                                | BB2 – BB3<br>BS1 - BS2        | A                                |
| Hangschutt, Kalksteinschotter | 3 – 6 <sup>1)</sup>           | A                                | BN1 – BN2<br>BS 1 – BS4       | A                                |
| Impressamergel-Formation      | 4                             | A                                | BB2 – BB4<br>BS1              | A                                |

<sup>1)</sup> Bodenklassen 5 bis 7 in Abhängigkeit des Anteiles an Steinen und Blöcken

**Tabelle 9: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300, 18301 und 18304 für Erd- und Bohrarbeiten sowie für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten in Lockerböden**

| Eigenschaft / Kennwert                                  | Homogenbereich                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         | A                                                                                                                                                                                                           |
| ortsübliche Bezeichnung                                 | Auffüllung, Hangschutt, Impressamergel-Formation zersetzt                                                                                                                                                   |
| Bodenart,<br>Korngrößenverteilung                       | G, s'-s, u'-u, t'-t, h'-h / S, u'-u, g'-g, t'-t, h'-h /<br>U, g'-g s'-s, t'-t, h'-h / T, g'-g, s'-s, u'-u, h'-h<br>enggestuft, weitgestuft bis intermittierend enggestuft, weitgestuft -<br>intermittierend |
| Massenanteil:<br>Steine / Blöcke / große Blöcke [%]     | < 40 / < 25 / < 5                                                                                                                                                                                           |
| Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]                      | < 40                                                                                                                                                                                                        |
| undrainierte Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ] | < 250                                                                                                                                                                                                       |
| Wassergehalt $w_n$ [%]                                  | 5 - 30                                                                                                                                                                                                      |
| Plastizität $I_p^{1)}$                                  | 5 % $\leq I_p \leq$ 80 %, leicht – ausgeprägt plastisch                                                                                                                                                     |
| Konsistenz $I_c^{1)}$                                   | 0,25 $\leq I_c \leq$ 1,5, breiig - fest                                                                                                                                                                     |
| bezogene Lagerungsdichte $I_D^{1)}$                     | 0,15 $\leq I_D \leq$ 0,85, locker – sehr dicht                                                                                                                                                              |
| Abrasivität LCPC <sup>2)</sup>                          | nicht abrasiv – abrasiv <sup>3)</sup>                                                                                                                                                                       |
| Bodengruppe                                             | A[ ], GU*, GU, GE, GI, GW, GT, GT*, SE, SW, SI<br>SU, SU*, UL, UM, UA, TA, TL, OT, OU                                                                                                                       |

<sup>1)</sup> Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

<sup>2)</sup> Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010

<sup>3)</sup> Werte nur geschätzt, keine Laborversuche nach LCPC ausgeführt

Für die Ausschreibung von Verbauarbeiten nach DIN 18 303 gelten entsprechend VOB 2016 die Regelungen gemäß DIN 18 300.

Die in Tabelle 8 und Tabelle 9 angegebenen Bodenklassen und Angaben zu Homogenbereichen beschränken sich auf den Zustand der punktwise vorgenommenen Bodenaufschlüsse.

#### 4.6 Erdbebenzone und Untergrundklasse gemäß DIN EN 1998 Nationaler Anhang

Gemäß /1/ befindet sich das Bauvorhaben in der Erdbebenzone 3. Es liegt die Baugrundklasse B-R gemäß DIN EN 1998 NA vor. Angaben zu Bemessungswerten der Bodenbeschleunigung sind der DIN EN 1998 zu entnehmen.

#### 4.7 Weitere geotechnische Randbedingungen und Eigenschaften

- Der Projektstandort ist nach der RStO-12 der Frosteinwirkungszone II zuzuordnen.
- Bei schwer rambbaren Böden und Böden die Rammhindernisse enthalten, sind Zusatzmaßnahmen vorzusehen. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit der erforderlichen Einbindetiefe Lockerungs- oder Austauschbohrungen erforderlich werden. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu berücksichtigen. Es wird eine Proberammung mit gleichzeitiger Erschütterungsmessung an den nächstgelegenen Gebäuden empfohlen.

**Tabelle 10: Rammbarkeit der erkundeten Schichten**

| Boden                                   | Rammbarkeit <sup>1)</sup>                         |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Auffüllung                              | schwer                                            |
| Hangschutt                              | mittelschwer – schwer rammbar,<br>Rammhindernisse |
| Impressamergel-Formation, zer-<br>setzt | schwer rammbar – nicht rammbar                    |

1) Bezeichnungen gemäß Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag

## 5 Bautechnische Folgerungen

Aufgrund der nahegelegenen Meßstetter Straße sollte die Bohrpfahlwand verformungsarm geplant werden. Bei der Bemessung der Bohrpfahlwand wird daher ein Ansatz des erhöhten aktiven Erddruckes mit  $e_a' = 0,5 \times e_a + 0,5 \times e_0$  empfohlen. Die bodenmechanischen Kennwerte für Stand-sicherheitsberechnungen eines Baugrubenverbauaus können Tabelle 7 entnommen werden. Für die Bemessung einer Verbauwand darf der Wandreibungswinkel für Bohrträgerwände, Spundwände und Bohrpfahlwände höchstens mit  $|\delta_{a/p}| = 2/3 \phi_k'$  angesetzt werden.

Es wird empfohlen, durch eine Perforation der Bohrpfahlwand oder den Einbau von Drainmatten bzw. drainierendem Material hinter der Ausfachung einer aufgelösten Bohrpfahlwand einen Si-ckerwasseraufstau zu unterbinden. Für diesen Fall kann der Bemessungswasserstand auf die GOK an der Luftseite abgesenkt werden. Der Ansatz des Wasserdruckes kann bei einer dauer-haften Drainage hinter Bohrpfahlwand entfallen.

### 5.1 Bodenkennwerte Bohrpfähle und Rückverhängung

Für die Ableitung von Bohrpfahlwiderständen ohne Probelastungen wird in der EA-Pfähle eine Pfahleinbindung von mindestens 2,5 m in den tragfähigen Boden gefordert. Dies ist ab einer Ein-bindung von 2,5 m in den Hangschutt gegeben.

Zur Bemessung von Bohrpfählen können die in Tabelle 11 aufgeführten Pfahlspitzenwiderstände und charakteristischen Pfahlmantelreibungswerte, abgeleitet aus der EA Pfähle, angesetzt wer-den.

**Tabelle 11: Charakteristische Kennwerte für Bohrpfähle**

| Schicht                  | Bruchwert $q_{s,k}$ der<br>Pfahlmantelreibung<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |                |                      |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|----------------------|
|                          |                                                                       | $s/D_s = 0,02$                                      | $s/D_s = 0,03$ | $s/D_s = s_g = 0,10$ |
| Auffüllungen             | --                                                                    | --                                                  | --             | --                   |
| Hangschutt               | 100                                                                   | 1.000                                               | 1.300          | 2.900                |
| Impressamergel-Formation | 50                                                                    | 600                                                 | 700            | 1.200                |

Die in der Tabelle 11 angegebenen Werte gelten für Einzelpfähle. Für alle Pfahlsysteme ist bei Anordnung von mehreren Pfählen in unmittelbarer Nachbarschaft bzw. mit geringem Abstand zueinander die Pfahlgruppenwirkung nach EA Pfähle zu berücksichtigen.

Die **charakteristische horizontale Pfahlbettung**  $k_{s,k}$  einzelner Pfähle kann nach EC 7, Abschnitt 7.7.3, über den charakteristischen Steifemodul  $E_{s,k}$  und den Pfahlschaftdurchmesser  $D_s$  zu  $k_{s,k} = E_{s,k} / D_s$  ermittelt werden. Für  $D_s > 1,0$  m ist  $D_s = 1,0$  m anzusetzen. Für  $E_{s,k}$  können die in Tabelle 7 angegebenen Werte  $E_{s,k}$  angesetzt werden. Bei der Ermittlung des Bettungsmoduls ist für jede Tiefenlage zu prüfen, ob der ermittelte örtliche Pressungswert an keiner Stelle die Erdwiderstandsspannung  $e_{ph,k}$  überschreitet. Bzgl. des Nachweises der horizontalen Pfahlbettung sind auch die Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (EA-Pfähle) zu beachten.

Der **horizontale Bettungsmodul**  $k_{sh,k}$  der Bohrpfahlwand kann entsprechend den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben EAB (EB 102) aus dem horizontalen Steifemodul  $E_{sh,k}$  und der von der Bettung erfassten Einbindelänge  $t_B$  berechnet werden:

$$k_{sh,k} = E_{sh,k} / t_B$$

Der horizontale Steifemodul  $E_{sh,k}$  kann aus dem in Tabelle 7 angegebenen vertikalen Steifemodul  $E_{sv,k}$  durch Multiplikation mit dem Faktor 0,5 berechnet werden.

Für die Bemessung von Ankern können die in der folgenden Tabelle 12 genannten charakteristischen Mantelreibungen angesetzt werden.

**Tabelle 12: Charakteristische Mantelreibung für Verpressanker zur Vorbemessung**

| Schicht                  | charakteristische Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Hangschutt               | 200                                                            |
| Impressamergel-Formation | 150                                                            |

1) mit doppeltem Nachverpressen

Jeder Bauwerksanker ist einer Abnahmeprüfung zu unterziehen. Die Regelungen insbesondere des Normenhandbuchs EC 7, der DIN EN 1537 und der DIN SPEC 18 537 sind zu beachten.

Um einen verformungsarmen Verbau zu erreichen, sind die Verpressanker auf mindestens 80 % der charakteristischen Beanspruchung im Bauzustand vorzuspannen und festzulegen.

## 5.2 Baugrube und Wasserhaltung

Frei geböschte Baugruben können gem. DIN 4124 mit folgenden Böschungswinkeln erstellt werden:

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| <b>Auffüllung</b>                         | 45° |
| <b>Hangschutt</b>                         | 45° |
| <b>Impressamergel-Formation, zersetzt</b> | 60° |

Die Baugrubentiefe ist ohne statischen Nachweis auf 5 m bzw. auf das Niveau des Grundwasserspiegels zu begrenzen. Steilere Böschungen und tiefere Baugruben sind möglich, sie sind statisch

jedoch nachzuweisen und falls der Nachweis nicht geführt werden kann, mit einem Verbau zu sichern. Die weiteren Vorgaben der DIN 4124 sind bei der Herstellung der Böschungen und z. B. auch beim Befahren der Böschungsschulter mit schwerem Gerät zu beachten.

Der Bauwasserstand dürfte unter der Baugrubensohle (Annahme max. 5 m tiefe Baugrube) liegen. Es wird das Vorhalten von Schmutzwasserpumpen und das Anlegen von Pumpensümpfen entsprechend einer offenen Wasserhaltung empfohlen, um Schicht-, Sicker- und Regenwasser aus der Baugrube ableiten zu können. Es ist ein ausreichendes Gefälle zu den Drainagegräben und Pumpensümpfen einzurichten.

Die erkundeten Schichten sind als witterungsempfindlich einzustufen. Das Planum und Böschungen sind vor der Witterung zu schützen. Ein Wasseraufstau auf den Aushubsohlen ist zu unterbinden. Bei dynamischer Belastung (z. B. Befahren) und Nässe gehen die Böden in breiigen bis flüssigen Zustand über. Der Boden ist dann nicht mehr tragfähig und für einen Wiedereinbau ungeeignet. Das Planum darf daher bei Nässe nicht befahren werden.

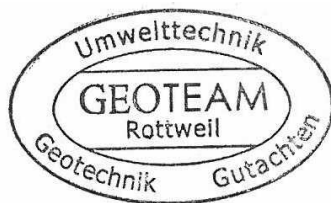
## 6 Abschließende Bemerkungen

Die Erkundung des Baugrundes durch Kernbohrungen ergibt zwangsläufig nur punktförmige Aufschlüsse über den Aufbau des Untergrundes. Im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher sorgfältig zu überprüfen, ob die angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den Angaben im Gutachten übereinstimmen. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter zu verständigen.

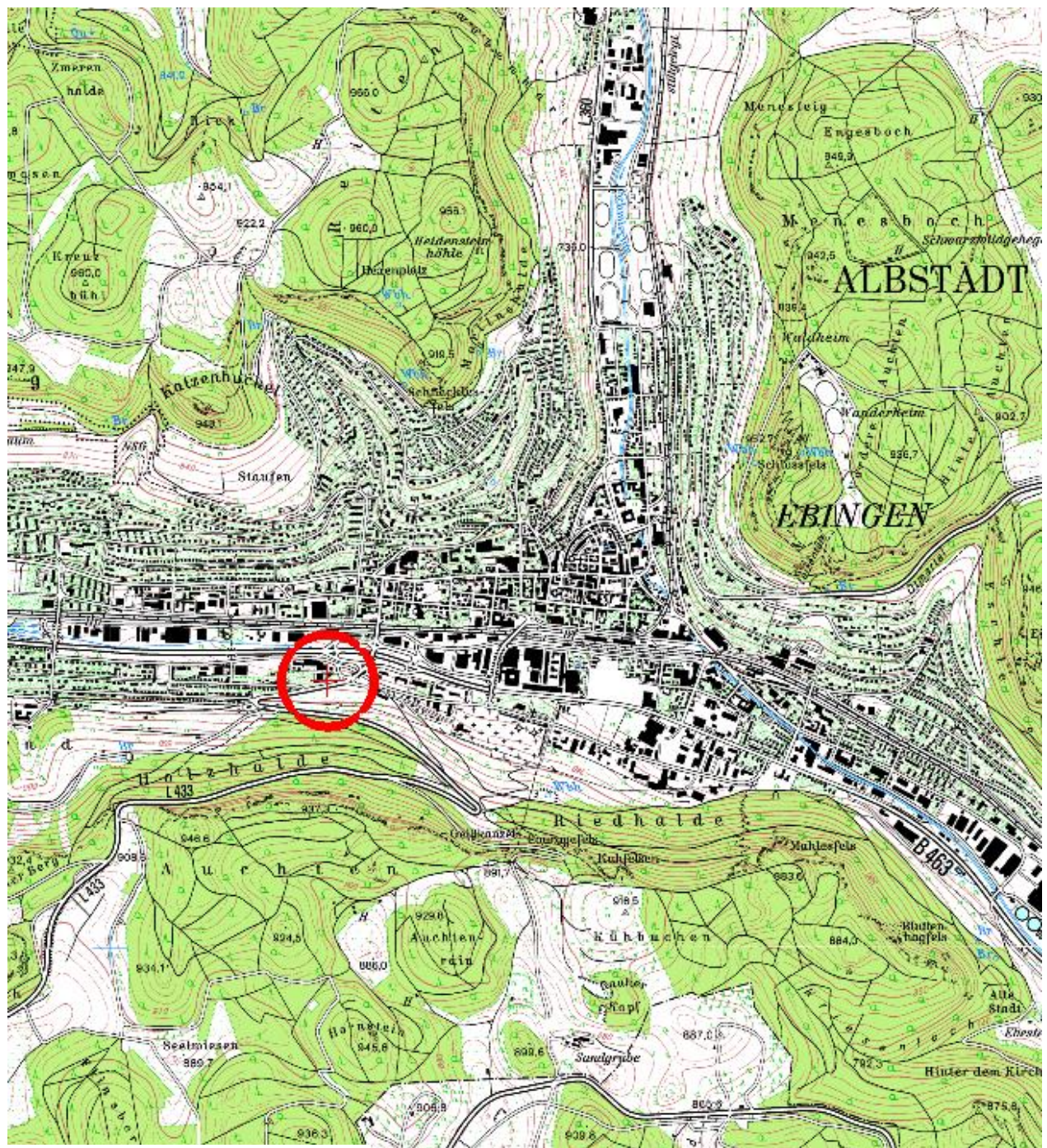
GEOTEAM Rottweil  
Partnerschaft



Eric Utry  
Diplom Geologe



Jörg Egle  
Diplom Geologe

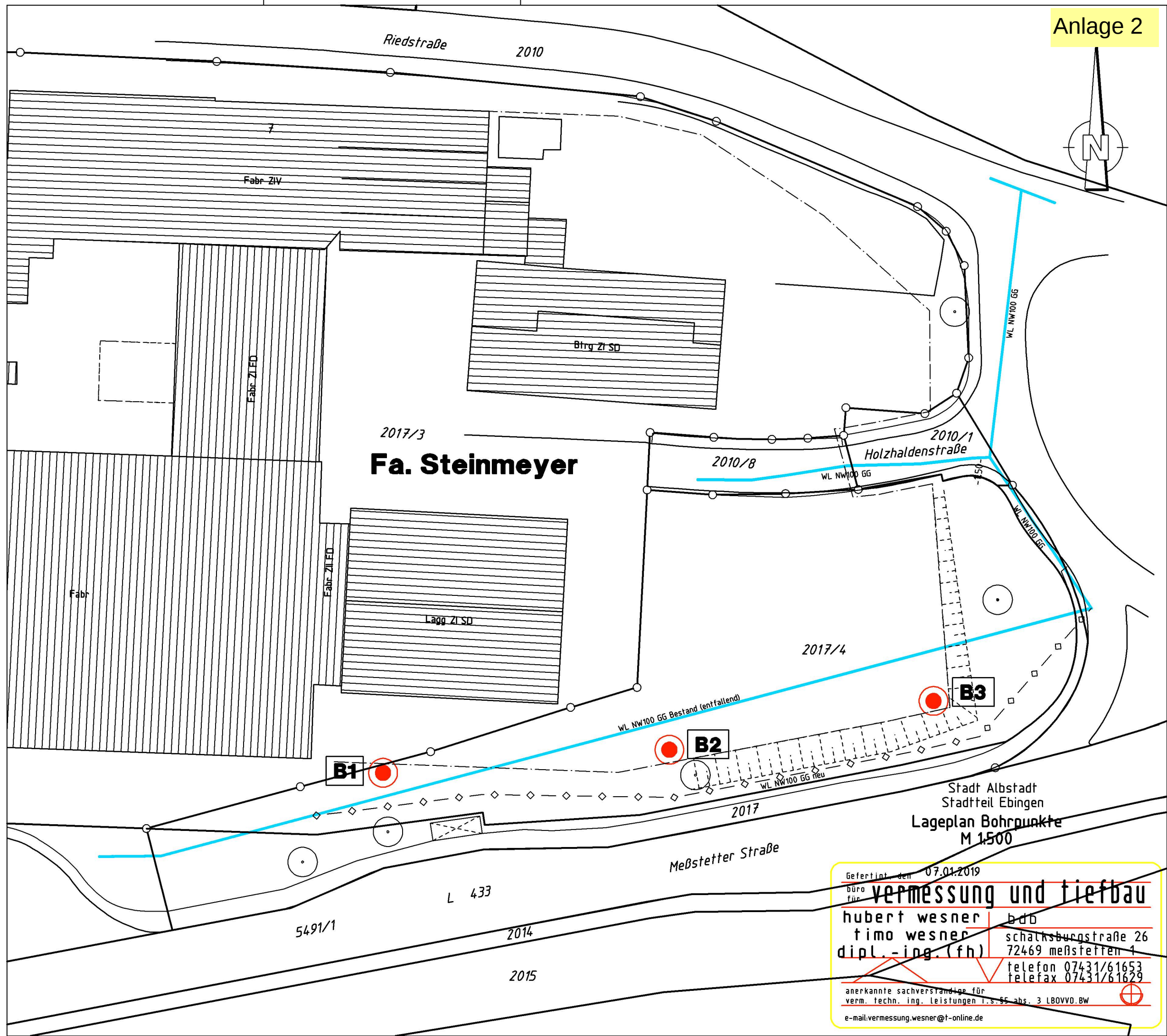


Untersuchungsbereich

**GEOTEAM ROTTWEIL**  
Partnergeseellschaft  
Neckartal 93  
78628 Rottweil

Tel.: 0741/1756066  
Fax: 0741/1756086  
Mail: [info@geoteam-rottweil.de](mailto:info@geoteam-rottweil.de)  
Web: [www.geoteam-rottweil.de](http://www.geoteam-rottweil.de)

|                   |                                                                                                                 |                            |  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--|
| PROJEKT           | Bohrpfahlwand auf dem Gelände der Fa. August Steinmeyer GmbH & Co. KG entlang der Meßstetter Straße in Albstadt |                            |  |
| AUFTRAG-<br>GEBER | Joachim und Alexander Beck, Riedstraße 7, 72458 Albstadt                                                        |                            |  |
| DAR-<br>STELLUNG  | Übersichtsplan                                                                                                  | PROJEKT-Nr.<br>U-1546-2019 |  |
| BEARBEITER        | Utry                                                                                                            |                            |  |
| DATUM             | Januar.2019                                                                                                     | ANLAGE 1                   |  |
| MASSSTAB          | 1:25.000                                                                                                        |                            |  |



Gefertigt am 07.01.2019

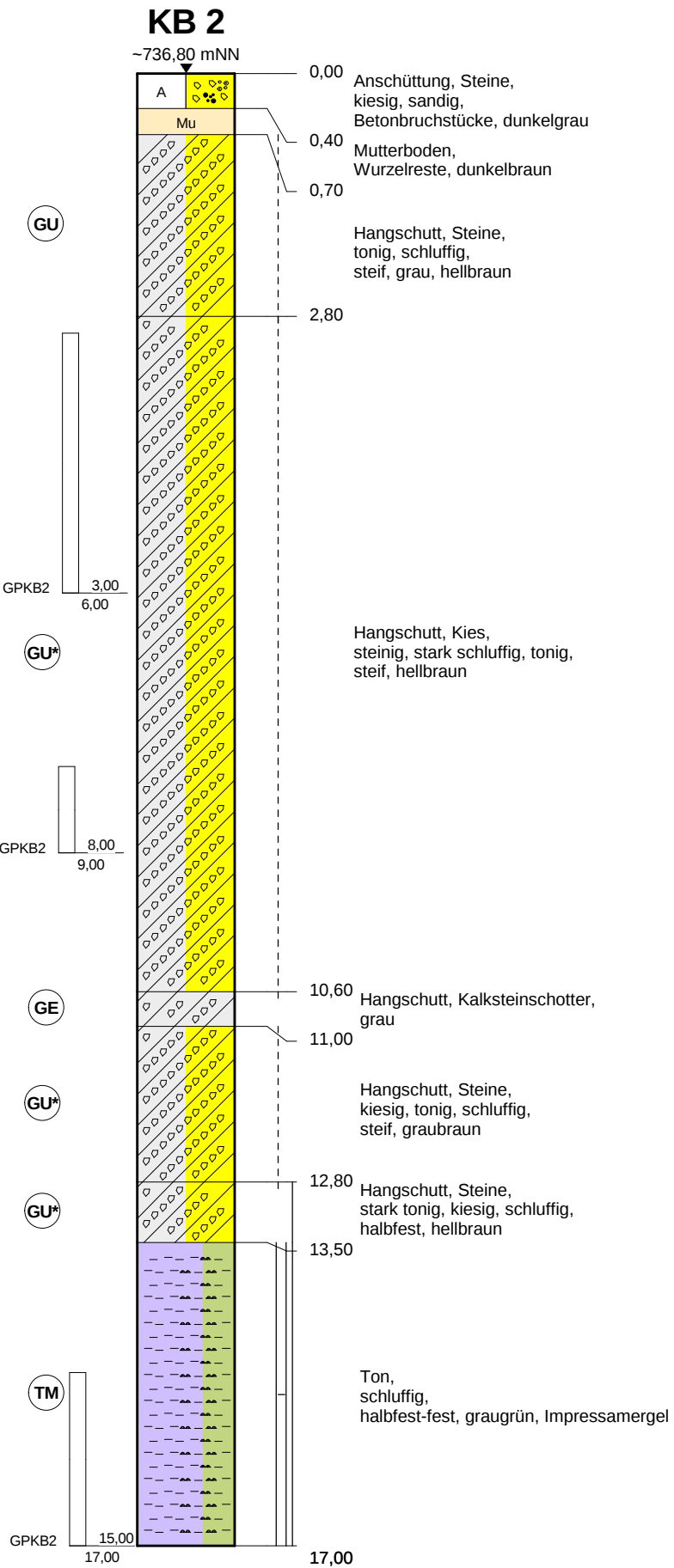
Büro für **vermessung und tiefbau**

hubert wesner bdb  
timo wesner schalksburgstraße 26  
dipl.-ing.(fh) 72469 meßstetten 1

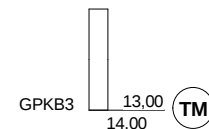
telefon 07431/61653  
telefax 07431/61629

anerkannte sachverständige für  
verm. techn. ing. leistungen i.S. 65 abs. 3 LBOVVO.BW

e-mail:vermessung.wesner@t-online.de



nach DIN 4022/23



N:\Berichte\2019\Utry\U-1546-2019-Ebingen Fa. Steinmeyer\Anlage 3.wbfx

|        |  |                       |
|--------|--|-----------------------|
| Mu     |  | Mutterboden           |
| A      |  | Anschüttung           |
| G      |  | Kies                  |
| X      |  | Steine                |
| T      |  | Ton                   |
| Lx     |  | Hangschutt            |
| Kst-So |  | Kalksteinschotter     |
| u      |  | schluffig             |
| s      |  | sandig                |
| g      |  | kiesig                |
| x      |  | steinig               |
| t      |  | tonig                 |
| GPx    |  | gestörte Probe        |
|        |  | Schicht halbfest-fest |
|        |  | Schicht halbfest      |
|        |  | Schicht weich         |
|        |  | Schicht weich-steif   |
|        |  | Schicht steif         |



# Korngrößenverteilung Nr.

nach DIN 18123-5

Projekt-Nr.: U-1546-2019

Bauvorhaben: Fa. August Steinmeyer GmbH &amp; Co. KG

Prüfer: P. Utry

Datum: 13.02.2019

Entnahmestelle: KB 2

Tiefe: 3-6m

Mineralstoffart: Hangschutt

Art der Entnahme: gestört

Entn. am: 29.01.2019

| Bezeichnung                 | Masse mit<br>Feinanteil [g] | Masse ohne<br>Feinanteil [g] | Feinanteil [g]   |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|
|                             | 3.009,4                     | 2.348,3                      | 661,1            |
| Nennöffnungs-<br>weite [mm] | Rückstand<br>[g]            | Rückstand<br>[%]             | Durchgang<br>[%] |
| 63                          | 0,0                         |                              | 100,0            |
| 31,5                        | 411,0                       | 13,7                         | 86,3             |
| 16                          | 274,7                       | 9,1                          | 77,2             |
| 8                           | 648,1                       | 21,5                         | 55,7             |
| 4                           | 369,0                       | 12,3                         | 43,4             |
| 2                           | 184,4                       | 6,1                          | 37,3             |
| 1                           | 143,8                       | 4,8                          | 32,5             |
| 0,5                         | 104,5                       | 3,5                          | 29,0             |
| 0,25                        | 86,6                        | 2,9                          | 26,2             |
| 0,125                       | 66,5                        | 2,2                          | 23,9             |
| 0,063                       | 51,3                        | 1,7                          | 22,2             |
| <0,063                      | 668,7                       | 22,2                         |                  |
| Summe                       | 3.008,6                     | 100,0                        |                  |
| Siebverlust                 | 0,8                         | 0,0                          |                  |

## Granulometrische Kennwerte

|         |              |     |      |
|---------|--------------|-----|------|
| Kies    | 2 - 60 mm    | [%] | 62,7 |
| Sand    | 0,063 - 2 mm | [%] | 15,1 |
| Schluff | < 0,063 mm   | [%] | 22,2 |

|     |      |  |
|-----|------|--|
| d10 |      |  |
| d30 | 0,61 |  |
| d60 | 9,19 |  |
| U   |      |  |
| C   |      |  |

Sieblinienverlauf:

Bodenart  
nach DIN 4022 T. 1: G,s,u

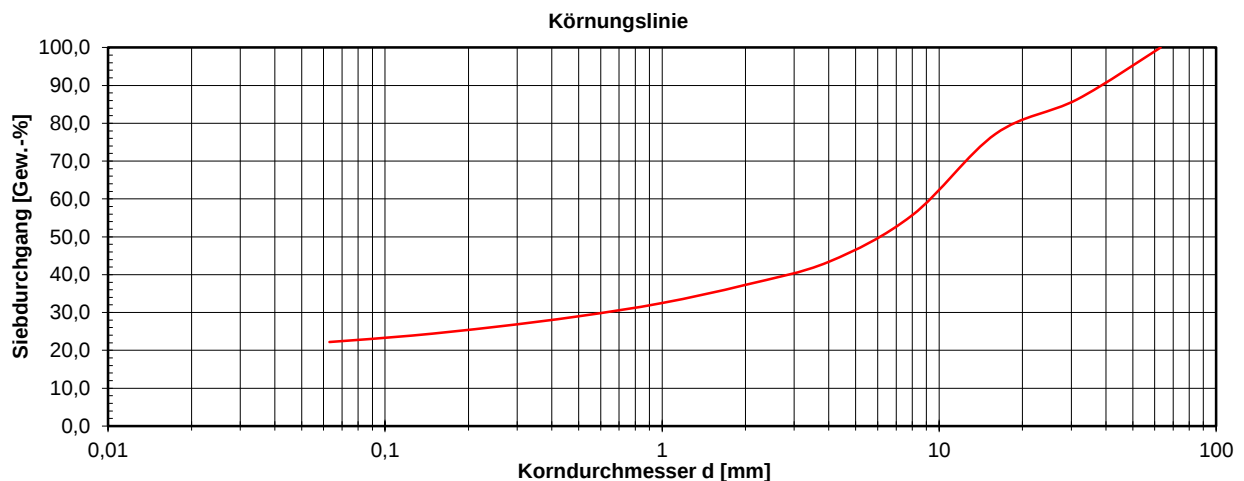
Bodenart  
nach DIN 18196: GU\*

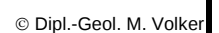
Bodenklassen  
nach DIN 18300: 4

Verdichtbarkeits-  
klasse: V2

Frostempfindlichkeits-  
klasse: F3

Durchlässigkeitsbeiwert  
nach Beyer k [m/s]

Durchlässigkeit  
nach DIN 18130 Teil 1




## Zustandsgrenzen

nach DIN 18122

Projekt-Nr.: U-1546-2019

Bauvorhaben: Fa. August Steinmeyer GmbH & Co. KG

Prüfer: P. Utry

Datum: 13.02.2019

Entnahmestelle: KB 2

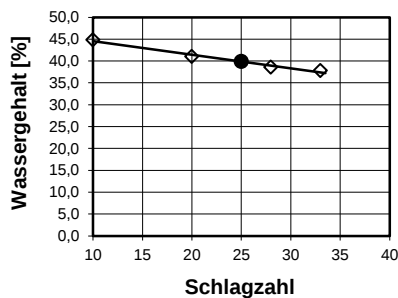
Bodenart: Impressamergel

Tiefe: 15-17m

Art der Entnahme: gestört

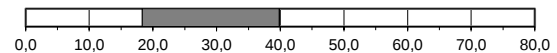
Entn. am: 29.01.2019

|                           |     | Fließgrenze |      |      |      | Ausrollgrenze |      |      |
|---------------------------|-----|-------------|------|------|------|---------------|------|------|
|                           |     | 4           | 7    | 8    | 16   | 22            | 24   | 26   |
| Behälter-Nr.              |     |             |      |      |      |               |      |      |
| Zahl der Schläge          |     | 10          | 20   | 28   | 33   |               |      |      |
| Feuchte Probe + Behälter  | [g] | 8,99        | 8,12 | 8,73 | 8,30 | 4,74          | 4,56 | 4,47 |
| Trockene Probe + Behälter | [g] | 7,17        | 6,66 | 7,16 | 6,87 | 4,49          | 4,32 | 4,25 |
| Behälter                  | [g] | 3,11        | 3,10 | 3,09 | 3,09 | 3,10          | 3,03 | 3,05 |
| Wasser                    | [g] | 1,82        | 1,46 | 1,57 | 1,43 | 0,25          | 0,24 | 0,22 |
| Trockene Probe            | [g] | 4,06        | 3,56 | 4,07 | 3,78 | 1,39          | 1,29 | 1,20 |
| Wassergehalt              | [%] | 44,8        | 41,0 | 38,6 | 37,8 | 18,0          | 18,6 | 18,3 |

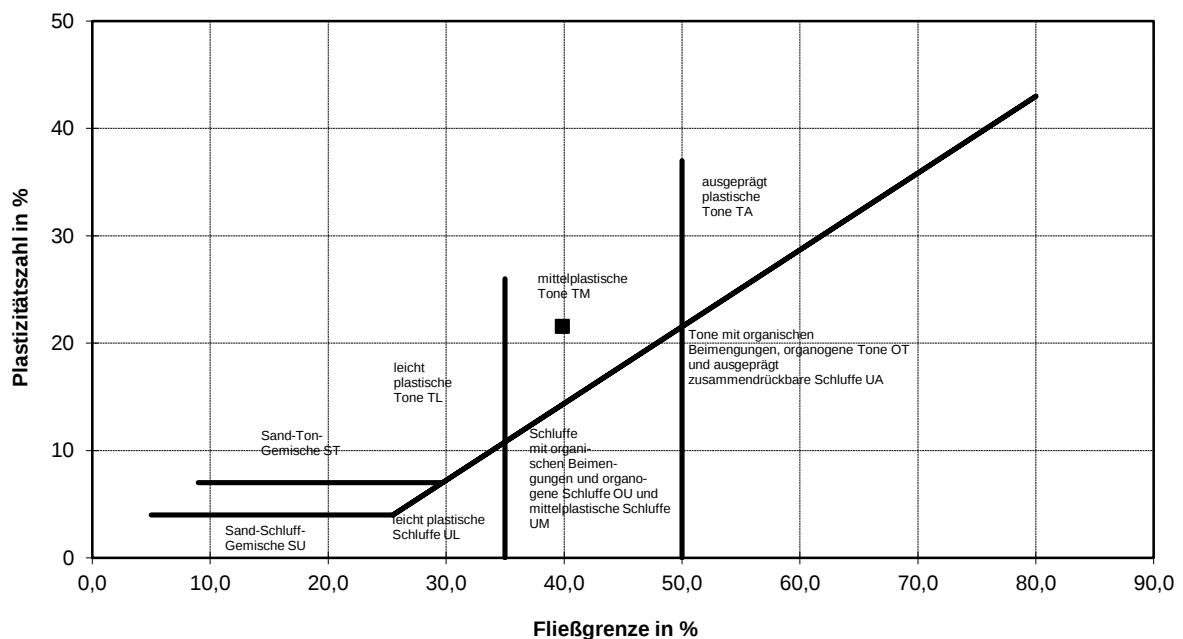
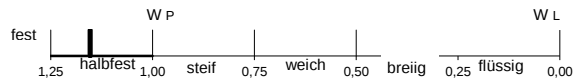


|                       |                |        |
|-----------------------|----------------|--------|
| Wassergehalt nat.     | W              | 15,0 % |
| Fließgrenze           | W <sub>L</sub> | 39,9 % |
| Ausrollgrenze         | W <sub>P</sub> | 18,3 % |
| Überkorn > 0,4 mm     | ü              | %      |
| Wassergehalt Überk.   | W <sub>ü</sub> | %      |
| Wassergehalt < 0,4 mm |                | 15,0 % |

Plastizitätsbereich w<sub>L</sub> bis w<sub>P</sub>



Plastizitätszahl I<sub>P</sub> 21,6 %  
 Konsistenzzahl I<sub>c</sub> 1,15  
 kor. Konsistenzzahl I<sub>c</sub> ü



## Zustandsgrenzen

**nach DIN 18122**

**Projekt-Nr.:** U-1546-2019

**Bauvorhaben:** Fa. August Steinmeyer GmbH & Co. KG

Prüfer: P. Utry

**Datum: 13.02.2019**

Entnahmestelle: KB 3

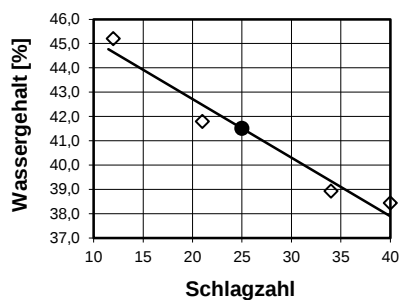
**Bodenart:** Impressamergel

**Tiefe:** 13-14 m

**Art der Entnahme:** gestört

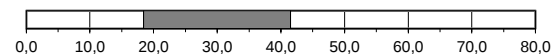
Entn. am: 29.01.2019

|                           |     | Fließgrenze |      |      |      | Ausrollgrenze |      |      |
|---------------------------|-----|-------------|------|------|------|---------------|------|------|
| Behälter-Nr.              |     | 2           | 3    | 9    | 14   | 20            | 27   | 29   |
| Zahl der Schläge          |     | 12          | 21   | 34   | 40   |               |      |      |
| Feuchte Probe + Behälter  | [g] | 8,83        | 8,60 | 8,18 | 7,52 | 5,35          | 5,21 | 5,03 |
| Trockene Probe + Behälter | [g] | 7,04        | 6,97 | 6,74 | 6,29 | 4,99          | 4,88 | 4,72 |
| Behälter                  | [g] | 3,08        | 3,07 | 3,04 | 3,09 | 3,06          | 3,07 | 3,03 |
| Wasser                    | [g] | 1,79        | 1,63 | 1,44 | 1,23 | 0,36          | 0,33 | 0,31 |
| Trockene Probe            | [g] | 3,96        | 3,90 | 3,70 | 3,20 | 1,93          | 1,81 | 1,69 |
| Wassergehalt              | [%] | 45,2        | 41,8 | 38,9 | 38,4 | 18,7          | 18,2 | 18,3 |

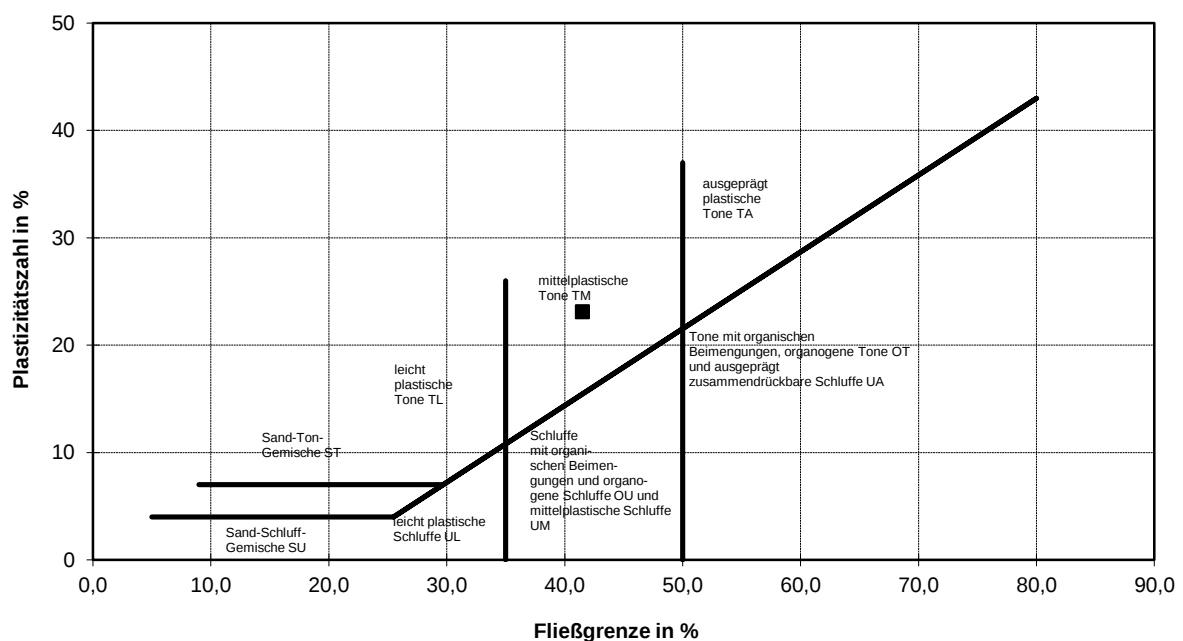
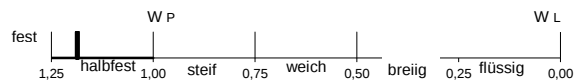


|                       |                |        |
|-----------------------|----------------|--------|
| Wassergehalt nat.     | W              | 14,1 % |
| Fließgrenze           | W <sub>L</sub> | 41,5 % |
| Ausrollgrenze         | W <sub>P</sub> | 18,4 % |
| Überkorn > 0,4 mm     | ü              | %      |
| Wassergehalt Überk.   | W <sub>ü</sub> | %      |
| Wassergehalt < 0,4 mm |                | 14,1 % |

**Plastizitätsbereich  $w_L$  bis  $w_P$**



|                      |       |        |
|----------------------|-------|--------|
| Plastizitätszahl     | I P   | 23,1 % |
| Konsistenzzahl       | I C   | 1,19   |
| korr. Konsistenzzahl | I C ü |        |





## Standard Penetrationstest (SPT)

Projekt: Albstadt

08.02.2019

|              |       |    |    |  |       |  |
|--------------|-------|----|----|--|-------|--|
|              | Tiefe |    |    |  | Tiefe |  |
| <b>BK 1</b>  | 8,0 m |    |    |  |       |  |
| Schlagzahlen | 29    | 37 | 18 |  |       |  |

|              |       |       |    |       |  |  |
|--------------|-------|-------|----|-------|--|--|
|              |       | Tiefe |    | Tiefe |  |  |
| BK 2         | 5,5 m |       |    | m     |  |  |
| Schlagzahlen | 25    | 33    | 28 |       |  |  |

|              |       |   |    |       |  |  |
|--------------|-------|---|----|-------|--|--|
|              | Tiefe |   |    | Tiefe |  |  |
| <b>BK 3</b>  | 4,2 m |   |    | m     |  |  |
| Schlagzahlen | 4     | 9 | 17 |       |  |  |

|              |       |  |  |       |  |  |
|--------------|-------|--|--|-------|--|--|
|              | Tiefe |  |  | Tiefe |  |  |
| <b>BK</b>    | m     |  |  | m     |  |  |
| Schlagzahlen |       |  |  |       |  |  |

|              |       |  |  |       |  |  |
|--------------|-------|--|--|-------|--|--|
|              | Tiefe |  |  | Tiefe |  |  |
| <b>BK</b>    | m     |  |  | m     |  |  |
| Schlagzahlen |       |  |  |       |  |  |

|              |       |  |  |       |  |  |
|--------------|-------|--|--|-------|--|--|
|              | Tiefe |  |  | Tiefe |  |  |
| <b>BK</b>    | m     |  |  | m     |  |  |
| Schlagzahlen |       |  |  |       |  |  |

**Projekt: Bohrfahlwand auf dem Gelände der Fa. Steinmeyer GmbH & Co. KG  
Meßstetter Straße in Albstadt-Ebingen**



**Bild 1:**

Blick von Süden über die  
Meßstetter Straße auf  
KB 1



**Bild 2:**

Blick von Osten auf KB 2

Im Hintergrund KB1



**Bild 3:**

Blick von Osten auf KB 3



**Bild 4:**

Bohrprofil KB 2: 0 - 6m



**Bild 7:**

Bohrprofil KB 2: 6 - 12m

**Bild 8:**

Bohrprofil KB 2: 12 - 17m