

- Altlasten und Altstandorte
- Baugrunderkundung
- Abbruchobjekte
- Hydrogeologie
- Deponiebau



GEOTEAM Rottweil | Neckartal 93 | D-78628 Rottweil

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

Wohnbau Trossingen GmbH  
Schultheiß-Koch-Platz 1

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

78647 Trossingen

Bericht Nr.: U-1368-2017

Bearbeiter: Utry

Datum: 02.03.2017

**Neubau von 9 Mehrfamilienhäusern, Am Stadtgarten in 78647 Trossingen  
- Baugrundgutachten -**

## INHALT

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>2</b>
1.1	Auftrag.....	2
1.2	Unterlagen.....	2
1.3	Standortbeschreibung.....	2
<b>2</b>	<b>Untersuchungsumfang</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Geologische und hydrogeologische Verhältnisse</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Laboruntersuchungen</b> .....	<b>5</b>
4.1	Zustandsgrenzen.....	5
4.2	CBR-Versuch.....	5
<b>5</b>	<b>Geotechnische Beurteilung</b> .....	<b>5</b>
5.1	Bodenklassifizierung.....	5
5.2	Bodenmechanische Kennwerte .....	6
5.3	Felsmechanische Kennwerte.....	7
5.4	Homogenbereiche und Bodenklassen nach DIN 18300.....	7
5.5	Erdbebenzone und Untergrundklasse gemäß DIN EN 1998 Nationaler Anhang.....	8
<b>6</b>	<b>Gründungsdiskussion</b> .....	<b>8</b>
6.1	Gründung mittels Einzel- oder Streifenfundamenten.....	9
6.2	Allgemeine Angaben zur Gründung .....	9
6.3	Baugruben, Abdichtung der Bauwerke und Wasserhaltung .....	9
6.4	Fahrbahnen .....	10
6.5	Arbeitsraumverfüllung.....	11
6.6	Wiederverwendbarkeit des Erdaushubes.....	12
6.7	Nachbarbebauung .....	12
<b>7</b>	<b>Abschließende Bemerkungen</b> .....	<b>12</b>

### ANLAGEN

- Anlage 1:           Übersichtsplan des Baugeländes
- Anlage 2:           Lageplan der Baggerschürfe
- Anlage 3.1 – 3.3:   Schurfprofile
- Anlage 4.1 – 4.3:   Bodenmechanische Untersuchungen
- Anlage 5:           Photodokumentation

## 1 Einleitung

### 1.1 Auftrag

Das GEOTEAM Rottweil wurde von der Wohnbau Trossingen GmbH beauftragt, eine Baugrunduntersuchung für den Neubau von 9 Mehrfamilienhäusern Am Stadtgarten in Trossingen, Flurstück-Nr. 6588, 6588/32, 6588/33, 6588/34 und 6588/35, durchzuführen und ein Gründungsgutachten zu erstellen.

Mittels der geotechnischen Untersuchungen sollten die Bodenschichtung im Bereich der geplanten Gebäude erkundet, die bodenmechanischen Kennwerte der Schichten ermittelt, die Untergrundverhältnisse geotechnisch beurteilt und klassifiziert sowie ein Gründungsvorschlag erarbeitet 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 1:50.000, Kartenviewer des Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, <http://maps.lgrb-bw.de>
- /2/ Erdbebenzonenkarte des GFZ-Potsdam im Internet
- /3/ Topografische Karte von Baden-Württemberg Maßstab 1:25.000 auf CD-ROM
- /4/ Lageplan, 72 Wohneinheiten, Maßstab 1:500, Bernd Behnisch Mantei, Freier Architekt, 13.10.2016
- /5/ Datenrecherche bezüglich öffentlicher Grundwasserdaten, Wasserschutzgebiete und Überschwemmungsgebiete beim Daten- und Kartendienst der LU BW, <http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/index.xhtml>

### 1.3 Standortbeschreibung

Das Untersuchungsgelände befindet sich im Süden von Trossingen im Randbereich eines Wohngebietes. Entsprechend /4/ ist der Neubau von 9 Mehrfamilienhäusern mit Grundflächen von jeweils etwa 22m x 10m geplant.

Die teil- oder vollunterkellerten Wohngebäude sollen auf einem ca. 7.700 m<sup>2</sup> großen Wiesengelände erstellt werden. Die Geländeoberkante fällt mit geringer Neigung nach Nordosten hin ab und befindet sich auf einer geographischen Höhe zwischen ca. 748 und 745 m über NN.

Die umliegenden Grundstücke sind mit Ein- und Mehrfamilienhäusern bebaut. Im Süden, Westen und Norden grenzen Straßen an das Baugelände.

Es wird von einer Gründungssohle in ca. 2,5 m bis 3 m Tiefe unter Gelände für die unterkellerten Bereiche ausgegangen.

Die Lage des Untersuchungsgeländes kann dem Übersichtsplan in der Anlage 1 entnommen werden. Ein Lageplan der Schurfansatzpunkte befindet sich in der Anlage 2.

## 2 Untersuchungsumfang

Die Untersuchung des Untergrundes beruht auf der Profilaufnahme von 6 Baggerschürfen (Bezeichnung Schurf 1 bis Schurf 6), die eine maximale Tiefe von 3,0 m u. GOK erreichten.

Die Feldarbeiten fanden am 01.02.2017 statt. Die geotechnische Aufnahme der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgte durch das GEOTEAM Rottweil entsprechend den Vorgaben der DIN 4022/DIN EN ISO 14688, der DIN EN ISO 14689 und DIN 18196.

In Anlage 3 sind die angetroffenen Bodenverhältnisse graphisch gemäß DIN 4023 dargestellt.

Zur Ermittlung bodenmechanischer Kennwerte wurden folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

- 2 Bestimmungen der Zustandsgrenzen nach DIN 18122
- 1 CBR-Versuch nach DIN EN 13286-47.

Die Laborergebnisse sind in den Formblättern der Anlage 4 zusammengestellt.

## 3 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Ausweislich der Geologischen Karte, Maßstab 1:25.000 von Baden-Württemberg, Blatt 7917 Villingen-Schwenningen Ost /1/, befindet sich das Untersuchungsgelände innerhalb des schwarzen Juras und zwar sowohl im Bereich der Numismalmergel-Formation als auch der Amaltheenton-Formation. Die Schichtgrenze verläuft innerhalb der Untersuchungsfläche.

Die Amaltheenton-Formation besteht aus grauen Tonsteinen, mit eingelagerten hellgrauen Kalk- und Mergelsteinbänken. Die Numismalmergel-Formation besteht aus hell- bis mittelgrauen Kalk- und Mergelsteinen mit mittel- bis dunkelgrauen Tonsteinlagen.

Im Zuge der Schurfarbeiten wurden folgende Bodenverhältnisse festgestellt:

### a) Oberboden

Der Oberboden weist eine Mächtigkeit von 0,2 m bis 0,4 m auf. Er wird im Zuge der Erdarbeiten abgeschoben und ist geotechnisch nicht relevant.

### b) Verwitterungslehm, Quartär

Unter dem Oberboden folgt ein ca. 0,6 m bis 1,3 m mächtiger Verwitterungslehm, bestehend aus graubraunen, bereichsweise steinigen, schluffigen Tonen in steifer Konsistenz.

### c) Amaltheenton-Formation

Die Amaltheenton-Formation besteht aus stark bis vollständig verwitterten Tonsteinen mit braungrauer bis beiger Farbe. An den Schurfstellen 3 bis 6 war eine 10 cm bis 20 cm mächtige, aufge-

löste Kalksteinbank in die Tonsteine eingelagert. Es wird von einer starken bis vollständigen Verwitterung (Stufe 3 bis 4) ausgegangen.

Die Tonsteine weisen am Top eine halbfeste Zustandsform auf, die mit zunehmender Tiefe in eine halbfeste bis feste Konsistenz übergeht. Beim Aushub zerfallen die Tonsteine zu kleinen Platten und Scherben. Es wird von einer sehr geringen Festigkeit nach Tabelle 5 DIN EN ISO 14689 ausgegangen.

#### d) Numalismergel-Formation

Die Kalksteine der Numalismergel-Formation bilden die Basis der Baggerschürfe. Die harten, festen Kalksteine konnten mit dem Bagger nur oberflächlich gelöst werden. Die einaxiale Druckfestigkeit wird gemäß DIN EN ISO 14689 als mäßig hoch bis hoch abgeschätzt. Es wird von einer mäßigen bis schwachen Verwitterung gemäß DIN EN ISO 14689 (Stufe 1 bis 2) ausgegangen.

Entsprechend den Befunden der ausgewerteten Unterlagen und den durchgeführten Aufschlüssen ergibt sich der in der folgenden Tabelle 1 wiedergegebene vereinfachte Schichtenaufbau. Die Bodenschichtung kann auch den Schurfprofilen in Anlage 3 entnommen werden.

**Tabelle 1: Vereinfachter Schichtenaufbau**

Schichtenbezeichnung	Tiefe Schichtenunterkante [m u. GOK]	Bodenart	Konsistenz / Lagerungsdichte/ Verwitterungszustand
Oberboden	0,2 – 0,4	--	--
Verwitterungslehm	0,9 – 1,7	Ton, schluffig, teils steinig	steif
Amaltheenton-Formation	1,8 – 2,9	Ton, Tonsteinstücke Kalkstein	halbfest, halbfest-fest, fest, vollständig bis stark verwittert, Stufe 3 – 4 <sup>1)</sup> , sehr geringe bis geringe Festigkeit <sup>1)</sup>
Numalismergel-Formation	> Endteufe	Kalkstein	fest, schwach bis mäßig verwittert, Verwitterungsstufe 1 - 2 <sup>1)</sup> , mäßig hohe bis hohe einaxiale Druckfestigkeit

<sup>1)</sup> gemäß DIN EN ISO 14689

#### Hydrogeologie

Im Bereich der Kalksteinbank innerhalb der Amaltheenton-Formation wurde ein geringer Grundwasserzutritt festgestellt. Ansonsten wurde kein Grundwasser oder nasses Baggergut beobachtet.

Die geschätzten hydraulischen Leitfähigkeiten der angetroffenen Schichten sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

**Tabelle 2: Abschätzung der hydraulischen Durchlässigkeiten**

Schichtenbezeichnung	Hydraulische Durchlässigkeit $k_f$ -Wert [m/s]
Verwitterungslehm	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-10}$
Amaltheenton-Formation	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-10}$
Numismalimergel-Formation	$5 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-10}$

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes wird der **Bemessungswasserstand**  $GW_{\text{End}} = \text{GOK}$  angesetzt.

Der Bauwasserstand wird auf  $GW_{\text{Bau}} = 1,8 \text{ m u. GOK}$  festgelegt.

## 4 Laboruntersuchungen

### 4.1 Zustandsgrenzen

**Tabelle 3: Bestimmung der Zustandsgrenzen**

Entnahmestelle/ Entnahmetiefe	Schicht	Wasser- gehalt w [%]	Fließ- grenze $w_L$ [%]	Konsistenz- zahl $I_c$	Boden- gruppe DIN 18196	Zustands- form
Schurf 2 0,5 – 1,5 m	Verwitterungslehm	35	80,9	0,87	TA	steif
Schurf 3 / 1,0 – 2,0 m	Amaltheenton- Formation	19,4	46,6	1,17	TM	halbfest

### 4.2 CBR-Versuch

Der CBR-Versuch erlaubt die Abschätzung der auf der Baustelle zu erwartenden Tragfähigkeiten. Gemessen wird die Kraft, die notwendig ist, einen Stempel mit kreisförmigem Querschnitt der Fläche  $F = 19,63 \text{ cm}^2$  mit einer Vorschubgeschwindigkeit von  $1,25 \text{ mm/min}$  bis zu einer bestimmten Tiefe in den Boden einzudrücken. Aus dem prozentualen Verhältnis zum Stempeldruck eines Standardbodens wird der CBR-Wert (California Bearing Ratio) berechnet. An einer Probe des Verwitterungslehms wurde der CBR-Versuch ausgeführt (siehe Anlage 4.3) und ein CBR-Wert von 5% ermittelt. Hieraus lässt sich ein Verformungsmodul  $E_{v2} = 20 - 25 \text{ MN/m}^2$  ableiten.

## 5 Geotechnische Beurteilung

### 5.1 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 Bo-

dengruppen in den gründungsrelevanten Bereichen und die wichtigsten bodenmechanischen Eigenschaften sind in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengestellt.

**Tabelle 4: Bodenklassifizierung**

Schichtenbezeichnung	Tiefe Schichtunterkante [m u. GOK]	Bodenart nach DIN 4022 / DIN EN ISO 14688-1:2002	Bodengruppe DIN 18196 / DIN EN ISO 14688-2:2004	Frostklasse (1)	Konsistenz / Lagerungsdichte / Verwitterungszustand
Verwitterungslehm	0,9 – 1,7	T, u, x / cosiCl	TA	F 2	steif
Amaltheenton-Formation, Tone	1,8 – 2,9	T, g / grCl	TM	F 3	halbfest, halbfestfest, fest, vollständig bis stark verwittert, Stufe 3 – 4 <sup>1)</sup> , sehr geringe - geringe Festigkeit <sup>1)</sup>
Amaltheenton-Formation, Kalkstein		Kst	Fels	Fels	
Numismalimergel-Formation	> Endteufe	Kst	Fels	Fels	fest, schwach bis mäßig verwittert, Verwitterungsstufe 1 - 2 <sup>1)</sup> , mäßig hohe bis hohe einaxiale Druckfestigkeit

(\*) gem. ZTVE-StB 09 F1 = nicht frostempfindlich  
 F2 = gering bis mittel frostempfindlich  
 F3 = sehr frostempfindlich

<sup>1)</sup> gemäß DIN EN ISO 14689

## 5.2 Bodenmechanische 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 5: Bodenmechanische Kennwerte**

Schichtenbezeichnung	Wichte		Reibungswinkel $\varphi_k$ [°]	Kohäsion		Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
	erdfeucht $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	unter Auftrieb $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]		$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
Verwitterungslehm	18,5	8,5	22,5 (15 – 25) <sup>2)</sup>	12,5 (10 – 15) <sup>2)</sup>	20 – 150	6 – 8 <sup>1)</sup>
Amaltheenton-Formation, Tone	20,5	10,5	22,5 (17,5 – 27,5) <sup>2)</sup>	20 (15 – 25) <sup>2)</sup>	50 - 300	10 – 20 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Werte können für Setzungenberechnungen verdoppelt werden

<sup>2)</sup> Werte in Klammern können für Grenzzustandsbetrachtungen angesetzt werden

Die oben angegebenen Bodenparameter basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Sie beziehen sich auf die aufgeschlos-

senen 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.

### 5.3 Felsmechanische Kennwerte

Tabelle 6: Felsmechanische Kennwerte

Felsart	Wichte feuchtes Gebirge	Reibungs- winkel <sup>1)</sup>	Kohäsion <sup>1)</sup>	Einaxiale Druckfestigkeit	Steifemodul Gebirge
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	E MN/m <sup>2</sup>
Amaltheenton- Formation, Kalk- steinbank	21	32,5	$\geq 0$	5 - 25	250 – 500
Numismalismer- gel-Formation	22	35	$\geq 0$	30 - 100	1.500 – 3.000

<sup>1)</sup> Werte gelten für Scherbeanspruchung entlang von Trennflächen

### 5.4 Homogenbereiche und Bodenklassen nach DIN 18300

Die angetroffenen Bodenschichten können überwiegend folgenden Bodenklassen nach DIN 18300:2012 bzw. Homogenbereichen nach DIN 18300:2015 zugeordnet werden. Gemäß DIN 18300:2015 sind Homogenbereiche des Untergrundes anzugeben, die entsprechend der Lösbarkeit und Wiederverwendung durch den Baugrundgutachter zu definieren sind. Es wird von dem Einsatz eines mittelschweren Baggers (12 t bis 30 t) für den Aushub der Baugruben ausgegangen.

Tabelle 7: Bodenklassen nach DIN 18300:2012 und Homogenbereiche nach DIN 18300:2015

Schichtenbezeichnung	Bodenklasse DIN 18300:2012	Homogenbereich DIN 18300:2015
Oberboden	1	--
Verwitterungslehm	5	A
Amaltheenton-Formation, Tone	4	A
Amaltheenton-Formation, Kalkstein	6 - 7	A
Numismalismergel-Formation	6 - 7	B

Die erkundeten Bodenschichten können in die Homogenbereiche A und B hinsichtlich des Lösens und der Wiederverwendung eingeteilt werden. Die Homogenbereiche werden gemäß DIN 18300:2015-08 und der Zuordnung des Bauvorhabens in die geotechnische Kategorie 1 entsprechend den Angaben in Tabelle 8 und Tabelle 9 beschrieben.

**Tabelle 8: Kenngrößen Homogenbereich A (Lockerböden)**

Homogenbereich mit Schichten	Anteil Steine/Blöcke/große Blöcke [%]	Bodengruppe DIN 18196	Konsistenz / Plastizität	Lagerungsdichte
<b>A</b> Verwitterungslehm, Amaltheenton-Formation, Tone Amaltheenton-Formation, Kalkstein	< 40 / < 30 / < 20	GU, GT, GU*, GT* UL, UM, TL, TM, TA	weich –fest $0,5 \leq I_c \leq 1,5$ leicht plastisch – ausgeprägt plastisch	mitteldicht - dicht

**Tabelle 9: Kenngrößen Homogenbereich B (Fels)**

Homogenbereich mit lokaler Bezeichnung	Verwitterungszustand DIN EN ISO 14689	Veränderlichkeit DIN EN ISO 14689	Trennflächengefüge DIN EN ISO 14689	Gesteinskörperform DIN EN ISO 14689
<b>B</b> Kalkstein Numismalismergel-Formation	stark verwittert – frisch, Stufe 0 – 3	veränderlich Grad 2 - 5	engständig – weitständig 20 - 2000	klein – groß 60 - 2000

Die oben angegebenen Bodenklassen und Angaben zu Homogenbereichen beschränken sich auf den Zustand der punktwise vorgenommenen Bodenaufschlüsse. Die tatsächlichen Bodenklassen und Eigenschaften der Homogenbereiche sind auf der Baustelle in einem großen Aufschluss durch den Baugrundgutachter festlegen zu lassen.

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

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

## 6 Gründungsdiskussion

Es wird von einer Flachgründung der Gebäude ausgegangen. Bei einer Flachgründung mittels Fundamenten oder Bodenplatten werden die Bauwerkslasten über horizontale Sohlfächen in die Bodenschichten unterhalb der Gründungssohle übertragen.

Angaben zur geplanten Gründungstiefe liegen nicht vor. Bei eingeschossiger Unterkellerung gründen die Gebäude im Bereich der Kalksteine der Numismalismergel-Formation. In Teilbereichen liegen eventuell noch Tonsteine bzw. Tone der Amaltheenton-Formation in geringer Restmächtigkeit über der Numismalismergel-Formation an der Gründungssohle vor.

In nicht unterkellerten Bereichen liegt die frostsichere Gründungssohle (1 m Tiefe u. GOK) im Bereich der Verwitterungslehme oder im oberen Bereich der Amaltheenton-Formation.

Die erkundeten Schichten im Bereich der Gründungssohle sind bezüglich der Eignung als Baugrund wie folgt zu beurteilen:

- **Verwitterungslehme:** geringe bis mittlere Tragfähigkeit, setzungsempfindlich
- **Amaltheenton-Formation:** mittlere Tragfähigkeit, mittel setzungsempfindlich
- **Numismalismergel-Formation:** hohe Tragfähigkeit, gering setzungsempfindlich

Die unterkellerten Bereiche können auf der Numismalismergel-Formation gegründet werden.

Um bei einer Teilunterkellerung Setzungsunterschiede zwischen den nicht unterkellerten und unterkellerten Bereichen zu vermeiden, ist die Gründung generell bis auf die Numismalismergel-Formation zu führen. Dies kann vollflächig mittels Betonscheiben oder in Teilbereichen mittels Betonplomben erfolgen, auf denen die bewehrten Fundamentbalken aufsitzen.

### 6.1 Gründung mittels Einzel- oder Streifenfundamenten

Gemäß einer Grundbruchberechnung nach DIN 4017 kann ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d} = 750 \text{ kN/m}^2$  (Lastfall 1, Teilsicherheitskonzept gem. EC 7/DIN 1054:2010) bei der Gründung auf den Kalksteinen der Numismalismergel-Formation angesetzt werden. Die Setzungen betragen max. 1 cm bei Ausschöpfung des angegebenen Wertes.

### 6.2 Allgemeine Angaben zur Gründung

Der oben angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes ist keine zulässige Bodenpressung/aufnehmbarer Sohldruck  $\sigma_{zul}$  im Sinne der DIN 1054:1976/DIN 1054:2005. Dieser kann durch Division mit dem Faktor 1,425 in aufnehmbaren Sohldruck bzw. zulässige Bodenpressung gemäß DIN 1054:2005 /DIN 1054:1976 umgerechnet werden. Seit dem 01.07.2012 ist die DIN 1054:2005 nicht mehr gültig. Für Standsicherheitsnachweise in der Geotechnik ist nur noch die DIN 1054:2010 in Verbindung mit der DIN EN 1997-2 heranzuziehen.

Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes ist für Streifenfundamente als rechteckförmig verteilte Sohldruckspannung auf den gedrückten Querschnitt zu verstehen.

Es wird empfohlen, die Gründungssohle unabhängig von der gewählten Gründung vom Bodengutachter abnehmen zu lassen.

### 6.3 Baugruben, Abdichtung der Bauwerke und Wasserhaltung

Frei geböschte Baugruben können gem. DIN 4124 bis 5 m Tiefe bzw. bis zum Grundwasserspiegel mit folgenden Böschungswinkeln erstellt werden:

<b>Verwitterungslehm</b>	60°
<b>Amaltheenton-Formation</b>	60°
<b>Numismalismergel-Formation</b>	80°

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.

Bei Aushubarbeiten im Bereich bestehender Gebäude sind außerdem die Vorgaben der DIN 4123 zu beachten.

Bei Wasserzutritt aus der Kalksteinbank innerhalb der Amaltheenton-Formation ist in diesem Bereich eine Berme in einer Breite von 0,3 m bis 0,5 m sowie eine offene Wasserhaltung einzuplanen.

Es ist mit lediglich geringen Fördermengen zu rechnen.

Die erkundeten Schichten sind als witterungsempfindlich einzustufen. Das Planum und die Böschungen der Baugrube sind vor der Witterung zu schützen. Ein Wasseraufstau auf den Aushubsohlen ist zu unterbinden. Aufgelockerte oder aufgeweichte Bereiche an der Gründungssohle sind gegen Magerbeton auszutauschen.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit der anstehenden Schichten sowie der grundwasserführenden Kalksteinbank innerhalb der Amaltheenton-Formation sind die erdberührten Bereiche des Gebäudes für den Lastfall „aufstauendes Sickerwasser und von außen drückendes Grundwasser“ gemäß DIN 18195-6 abzudichten.

#### 6.4 Fahrbahnen

Es sind Fahrbahnen und Parkplätze im Bereich der Wohnanlage geplant. Für die Bemessung des Fahrbahnaufbaues sind die Richtlinien der RStO 12 sowie der ZTVE-StB 09 und die DIN 18196 zu beachten.

Für die überwiegend von PKW genutzten Stell- und Fahrflächen ist ein Straßenaufbau der Belastungsklasse 0,3 gemäß RStO 12 durchzuführen. Auf Höhe des Planums lagern die Verwitterungslehme, die der Frostempfindlichkeitsklasse F2 gemäß ZTVE - StB 09 zuzuordnen sind. Trossingen liegt nach der Frosteinwirkungszonenkarte (Fassung 2012) in Zone II. In Anlehnung an die RStO 12 ist folgender Aufbau zu wählen:

Belastungsklasse	0,3
Tabelle 6, Zeile 2 = Richtwert	40 cm
<u>Tabelle 7, Zeile 1.2 = Zone II</u>	<u>+ 5 cm</u>
Gesamtdicke	45 cm

Gemäß ZTVT - StB 95 und ZTVE - StB 09 werden folgende Anforderungen an den Straßenoberbau gestellt:

Oberkante Frostschutzschicht:

Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 103 \%$   
Verformungsmodul  $E_{V2} \geq 120 \text{ MN} / \text{m}^2$   
Verhältniswert  $E_{V2} / E_{V1} \leq 2,2$

Oberkante Planum:

Verformungsmodul  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN} / \text{m}^2$

Auf Höhe des Planums stehen die Verwitterungslehme an. Der geforderte Verformungsmodul wird auf den Verwitterungslehmen nicht erreicht werden. Gemäß dem durchgeführten CBR-Versuch ist mit einem Verformungsmodul  $E_{V2} = 20 - 25 \text{ MN/m}^2$  zu rechnen. Um die erforderliche Tragfähigkeit auf dem Planum zu erreichen, ist ein Teilbodenaustausch oder eine Bodenverbesserung durchzuführen. Bei ausreichend großen Flächen ist die Bodenverbesserung in der Regel die wirtschaftlichere Alternative.

Der Teilbodenaustausch sollte mit grobkörnigen Böden der Gruppen GW bzw. GI oder mit einem gemischtkörnigen Boden der Gruppe GU (z. B. Schottertragschicht 0/45) in einer Schichtstärke von ca. 30 cm erfolgen. Unterhalb des Teilbodenaustausches ist ein geotextiles Vlies zu verlegen. Mit dem Vlies wird verhindert, dass bei der Verdichtung des Bodenaustausches die bindigen Verwitterungslehme in den Bodenaustausch eingearbeitet werden und diesen verschlechtern. Zu verwenden ist ein geotextiles Vlies mit folgenden Kennwerten:

Geotextil-Robustheitsklasse (GRK)  $\geq 3$   
Wirksame Öffnungsweite  $O_{90,W} = 0,1 - 0,15 \text{ mm}$

Das Geotextil ist mit einer seitlichen Überlappung von 0,5 m einzubauen. Für die Ausschreibung des Geotextils ist die TL Geotex E-StB 95 heranzuziehen.

Alternativ kann eine Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln in einer Mächtigkeit von 30 cm ausgeführt werden. Es wird der Einsatz eines Mischbindemittels aus 50 % Weißfeinkalk und 50 % Zement empfohlen. Die Zugabe des Kalk-Zement-Gemisches sollte 3 % betragen. Der empfohlene Zuschlagstoff und die Dosierung sollte an einem Testfeld geprüft werden. Böden der Bodengruppe TA wie der Verwitterungslehm neigen aufgrund der hohen Kohäsion zur Klumpenbildung beim Einfräsen des Kalk-Zement-Gemisches. Es sind daher zusätzliche Fräsübergänge einzuplanen, um eine ausreichende Vermischung zwischen Bindemittel und Boden zu gewährleisten. Die Verdichtung ist mit einem knetenden Gerät (z.B. Schafffußwalze) auszuführen. Anschließend ist eine Glättung mittels einer Glattmantelwalze erforderlich.

Die erreichte Tragfähigkeit auf Höhe des Planums ist für beide vorgenannten Verbesserungsmaßnahmen durch Plattendruckversuche nachzuweisen.

## 6.5 Arbeitsraumverfüllung

Die im Rahmen der Aushubarbeiten entstehenden Arbeitsräume sind grundsätzlich mit nichtbindigem, ausreichend wasserdurchlässigem, steinfreiem Lockergesteinsmaterial zu verfüllen. Zur Gewährleistung einer sachgemäßen Versickerung der Oberflächenwässer sind hierzu beispielsweise Sande und Kiese mit einer kapillarbrechenden Wirkung, resp. einem Durchlässigkeitsbei-

wert von  $> 1 \times 10^{-4}$  m/s zu verwenden. Das Einbaumaterial ist in Lagenstärken von max. 0,3 m einzubringen und mittels Stampfern oder leichten Flächenrüttlern auf mindestens 97 % der Proctordichte (entspricht mitteldichter Lagerung) zu verdichten.

## 6.6 Wiederverwendbarkeit des Erdaushubes

Es wird die Verwertbarkeit aus geotechnischer Sicht bewertet. Die Angaben erfolgen vorbehaltlich der abfallrechtlichen Einstufung in einem separaten Untersuchungsbericht.

Die Verwitterungslehme und die Tonsteine der Amaltheenton-Formation sind aufgrund der bindigen Eigenschaften als bedingt verdichtbar einzustufen. Eine Verwertung sollte nur in Bereichen erfolgen, in denen keine oder nur geringe Lasten abgetragen werden oder Setzungen toleriert werden können. Es ist darauf zu achten, dass die Böden vor dem Einbau möglichst wenig Wasser aufnehmen. Der Einbau muss lageweise erfolgen. Die einzelnen Lagen dürfen eine maximale Dicke von 30 cm nicht überschreiten und sind mit einem knetenden Verfahren zu verdichten.

Steinhaltiger Aushub (Kalksteinbank innerhalb der Amaltheenton-Formation und Kalksteine der Numismalmergel-Formation) ist für die Verfüllung von Arbeitsräumen nicht geeignet, da hierbei die Perimeterdämmung beschädigt werden könnte.

## 6.7 Nachbarbebauung

Es wird davon ausgegangen, dass keine erschütterungsintensiven Arbeiten ausgeführt werden. Beim Einsatz schwerer Verdichtungsgeräte kann eine Erschüttungsübertragung bis zur Nachbarbebauung nicht ausgeschlossen werden. Es wird daher eine Beweissicherung der umliegenden Gebäude empfohlen.

## 7 Abschließende Bemerkungen

Die Erkundung des Baugrundes durch Baggerschürfe 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.

Der vorliegende Bericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

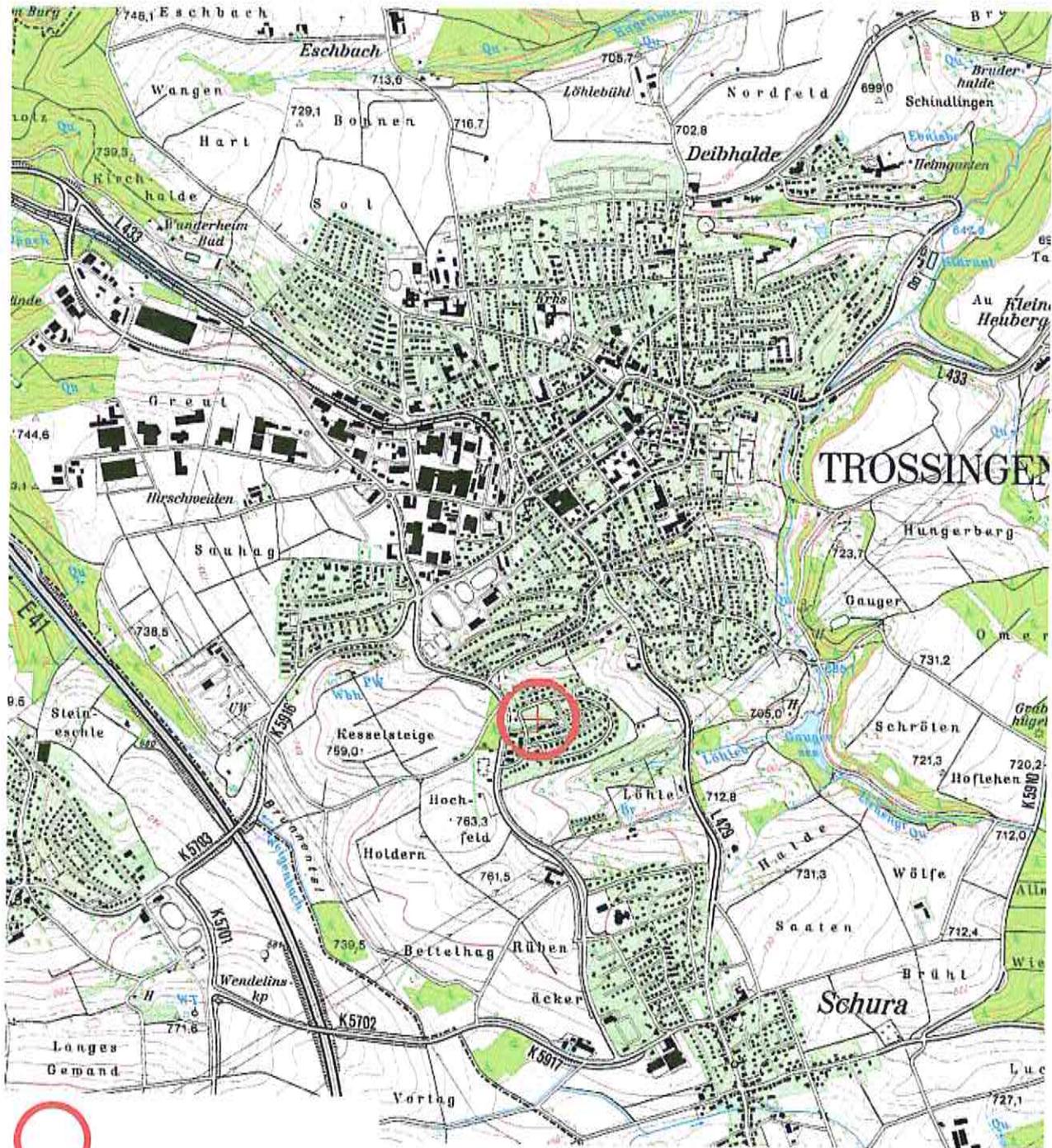
GEOTEAM Rottweil  
Partnerschaft



Eric Utry  
Diplom Geologe



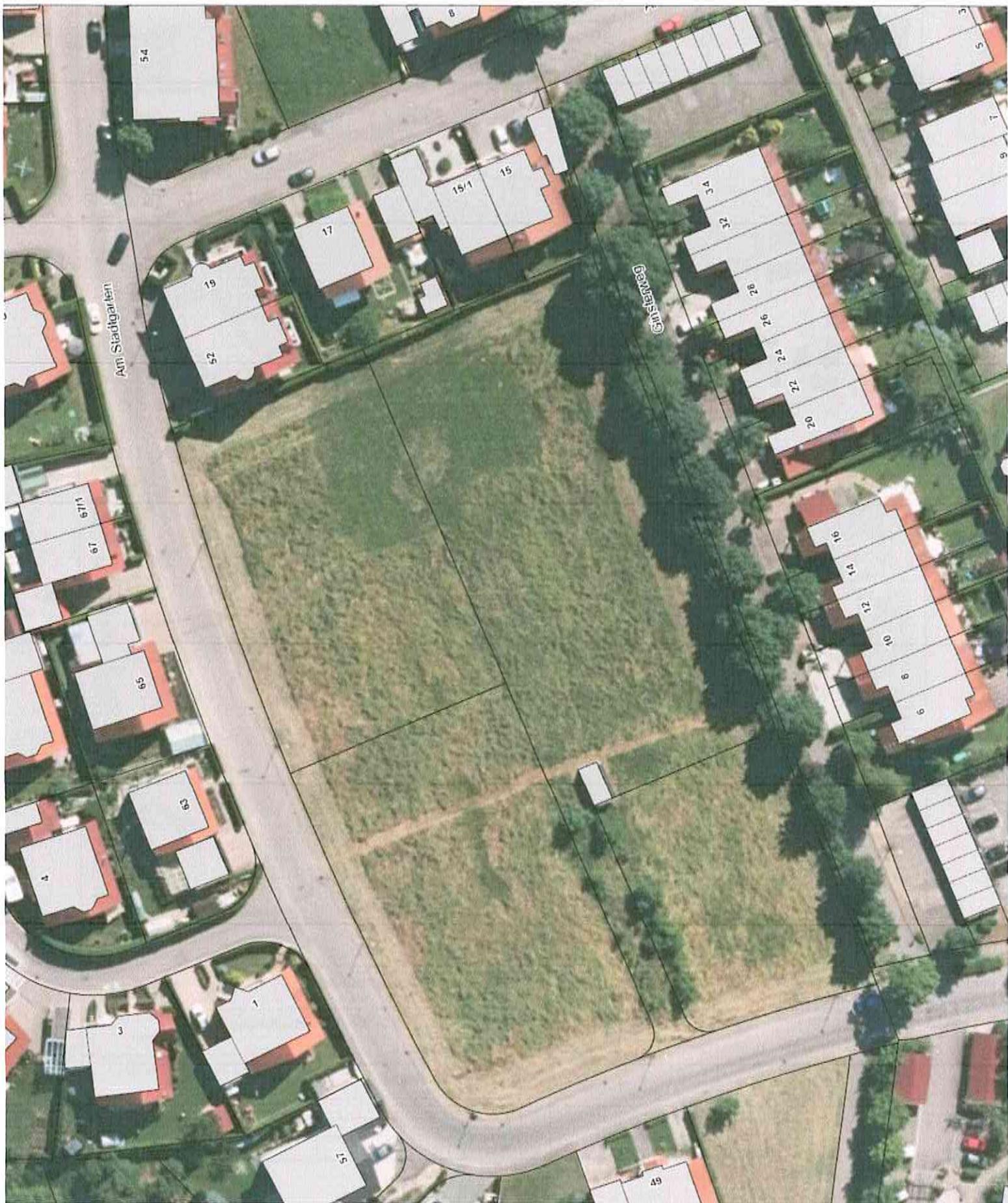
Jörg Egle  
Diplom Geologe



Untersuchungsbereich

**GEOTEAM ROTTWEIL**  
Partnersgesellschaft  
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	BV Am Stadtgarten in Trossingen	
AUFTRAGGEBER	Wohnbau Trossingen GmbH, Schultheiß-Koch-Platz 1	
DARSTELLUNG	Übersichtsplan	PROJEKT-Nr. U-1368-2017
BEARBEITET	Utry	ANLAGE 1
DATUM	Februar 2017	
MASSSTAB	1:19 000	



Am Stadtgarten

Gabelweg

54

15.1

15

17

19

52

67

67/1

65

63

4

3

1

51

49

16

14

12

10

6

6

20

24

26

28

32

34

7

5

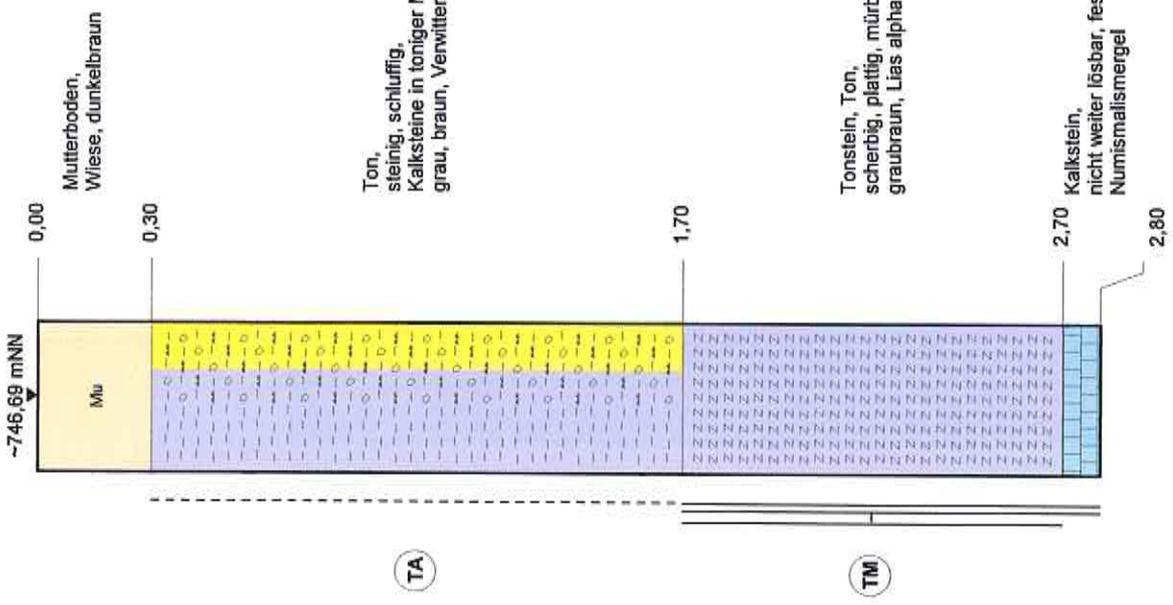
7

9

# Zeichenerklä

Mu	Mutterl
T	Ton
Tst	Tonste
Kst	Kalkst
u	schluff
x	steinig
	Schich
	Schich
:	Schich
gr	grau
grbr	graubr
dbr	dunkel
TM	mittelp
TA	ausgef

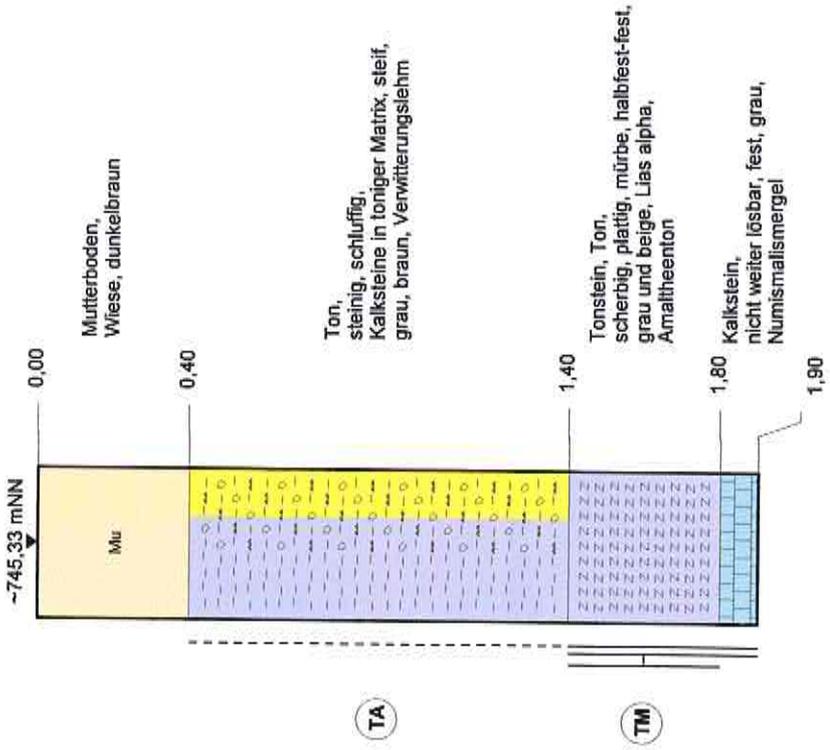
## Schurf 2



Ton, steinig, schluffig, Kalksteine in toniger Matrix, steif, grau, braun, Verwitterungslehm

Tonstein, Ton, scherbig, plattig, mürbe, halbfest-fest, graubraun, Lias alpha, Amaltheenton

## Schurf 1



Ton, steinig, schluffig, Kalksteine in toniger Matrix, steif, grau, braun, Verwitterungslehm

Tonstein, Ton, scherbig, plattig, mürbe, halbfest-fest, grau und beige, Lias alpha, Amaltheenton

Kalkstein, nicht weiter lösbar, fest, grau, Numismalmergel

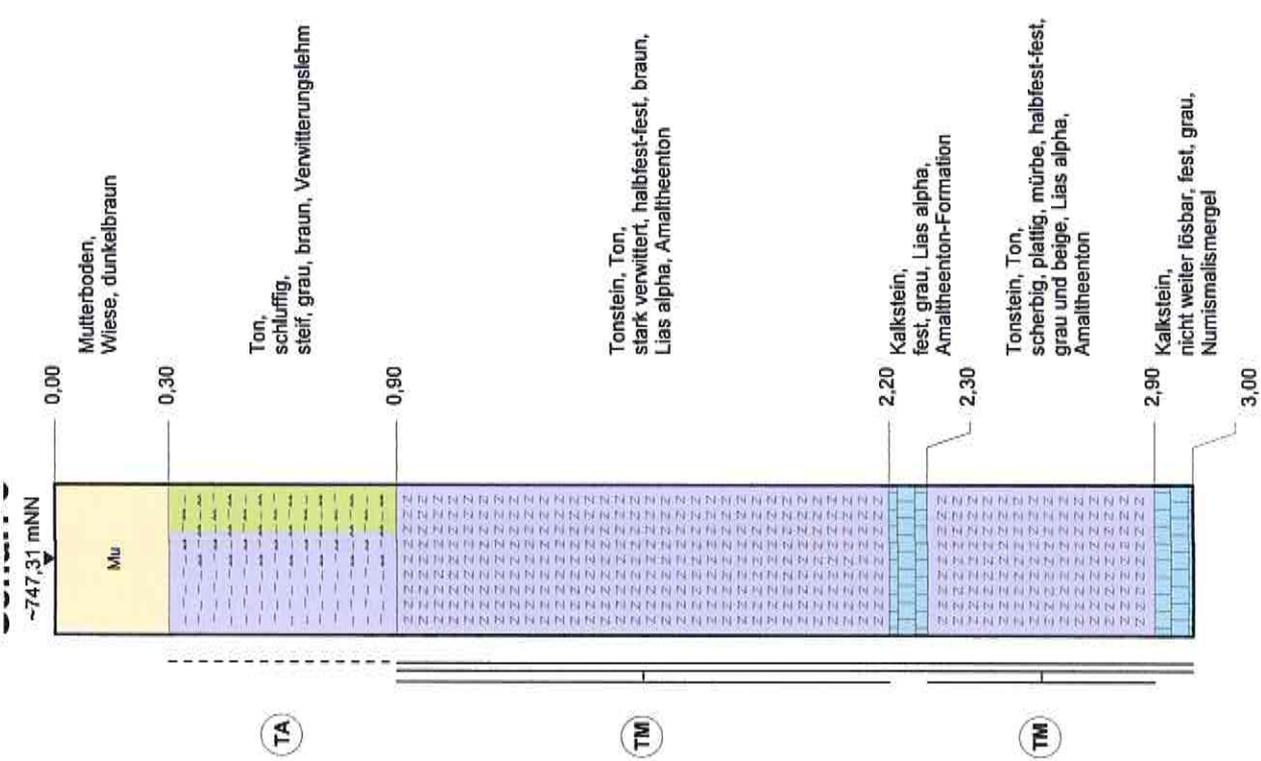
**GEOTEAM Rottweil Partnerschaft**

Neckartal 93  
D-78628 Rottweil  
0741/17560-66

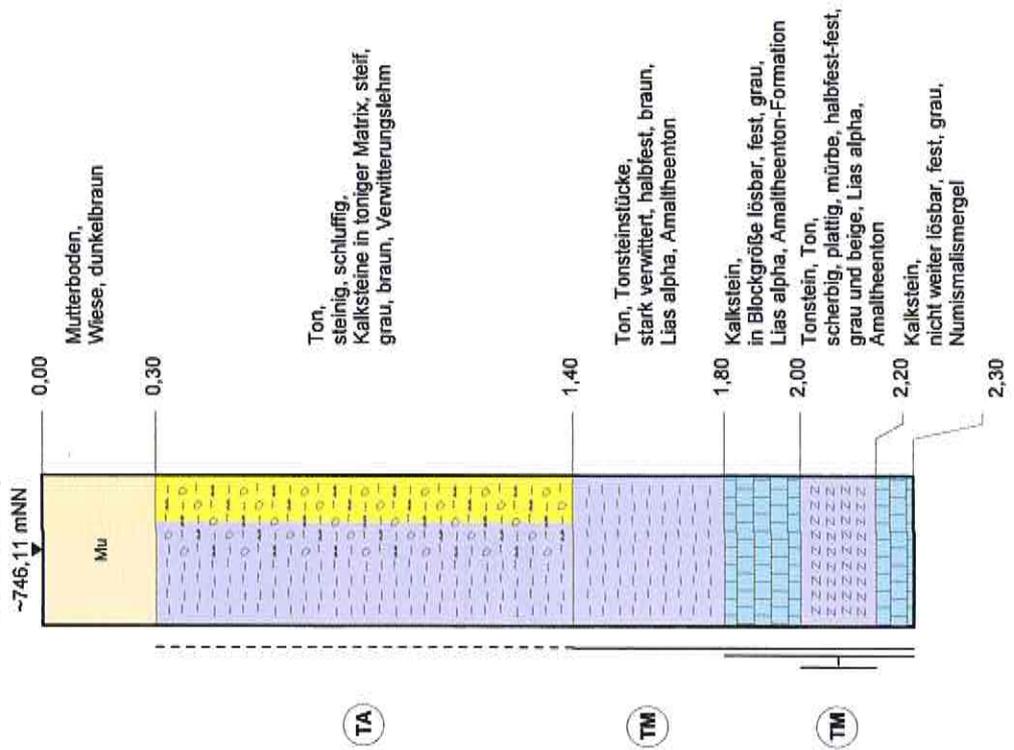
Auftraggeber: **Wohnbau Trossing**  
Schultheiß-Koch-Platz 1.

# Zeichenerklar

Mu	Mutterb.	Mutterb.
T	Ton	Ton
Tst-stick	Tonsteir	Tonsteir
Tst	Tonsteir	Tonsteir
Kst	Kalkstei	Kalkstei
u	schluffig	schluffig
x	steinig	steinig
	Schicht	Schicht
	Schicht	Schicht
	Schicht	Schicht
:	Schicht	Schicht
gr	grau	grau
bn	braun	braun
dbr	dunkelb	dunkelb
TM	mittelple	mittelple
TA	ausgepr	ausgepr



## Schurf 5

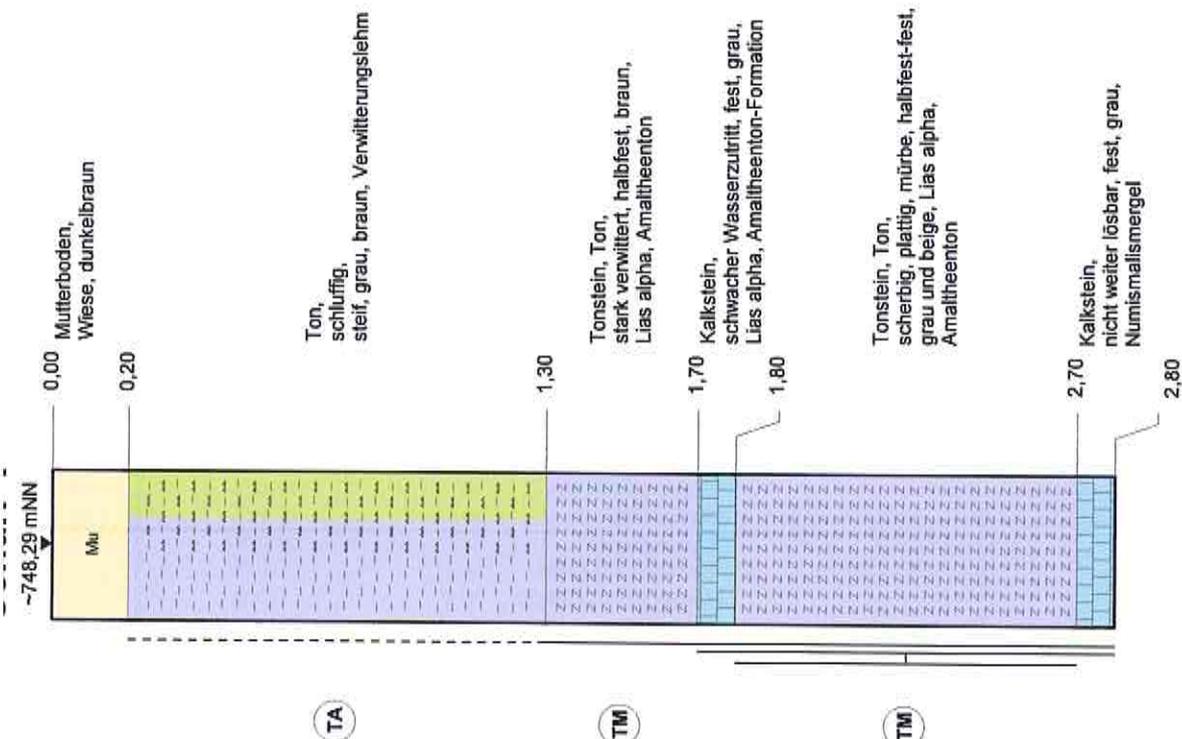


**GEOTEAM Rottwil**  
**Partnerschaft**  
 Neckartal 93  
 D-78628 Rottwil  
 0741/17560-66

Auftraggeber: **Wohnbau Trossinge**  
 Schultheiß-Koch-Platz 1, 1

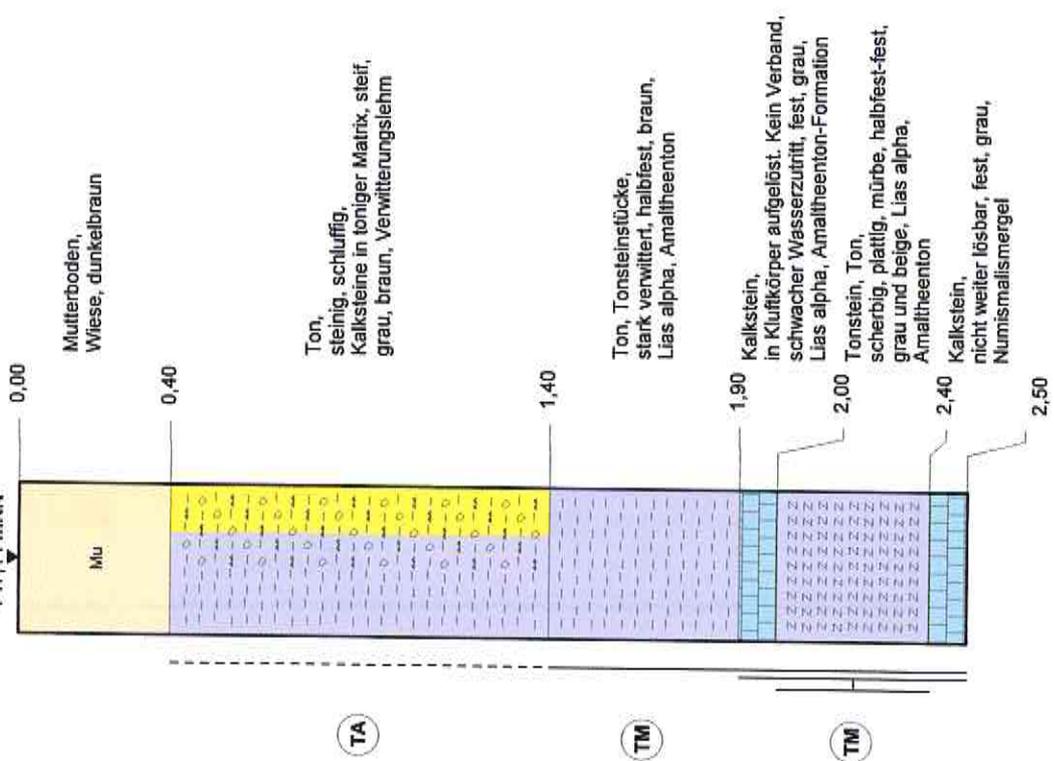
# Zeichenerklä

Mu	Mutterboden	Mutterboden
T	Ton	Ton
Tst-stck	Tonsteinstücke	Tonsteinstücke
Tst	Tonstein	Tonstein
Kst	Kalkstein	Kalkstein
u	schluffig	schluffig
x	steinig	steinig
	Schicht	Schicht
	Schicht	Schicht
;	Schicht	Schicht
gr	grau	grau
bn	braun	braun
db	dunkel	dunkel
TM	mittelpl	mittelpl
TA	ausgef	ausgef



## Schurf 6

~747,14 mNN



**GEOTEAM Rottweil Partnerschaft**  
 Neckartal 93  
 D-78628 Rottweil  
 0741/17560-66

Auftraggeber: **Wohnbau Trossingen**  
 Schultheiß-Koch-Platz 1,

**Zustandsgrenzen** Nr. 1  
nach DIN 18122

Projekt-Nr.: U-1368-2017

Bauvorhaben: Am Stadtgarten Trossingen

Prüfer: Schneider Datum: 16.02.2017

Entnahmestelle: Schurf 2

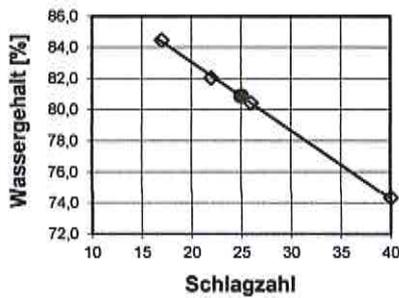
Bodenart: Verwitterungslehm

Tiefe: 0,5-1,5m

Art der Entnahme: gestört

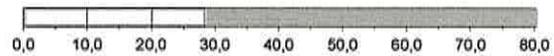
Entn. am: 01.02.2017

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	4	26	8	2	22	5	18
Zahl der Schläge	17	22	40	26			
Feuchte Probe + Behälter [g]	14,59	15,11	16,89	13,08	12,90	11,11	13,21
Trockene Probe + Behälter [g]	9,31	9,67	10,98	8,60	10,70	9,37	10,97
Behälter [g]	3,06	3,04	3,03	3,03	3,07	3,10	3,10
Wasser [g]	5,28	5,44	5,91	4,48	2,20	1,74	2,24
Trockene Probe [g]	6,25	6,63	7,95	5,57	7,63	6,27	7,87
Wassergehalt [%]	84,5	82,1	74,3	80,4	28,8	27,8	28,5

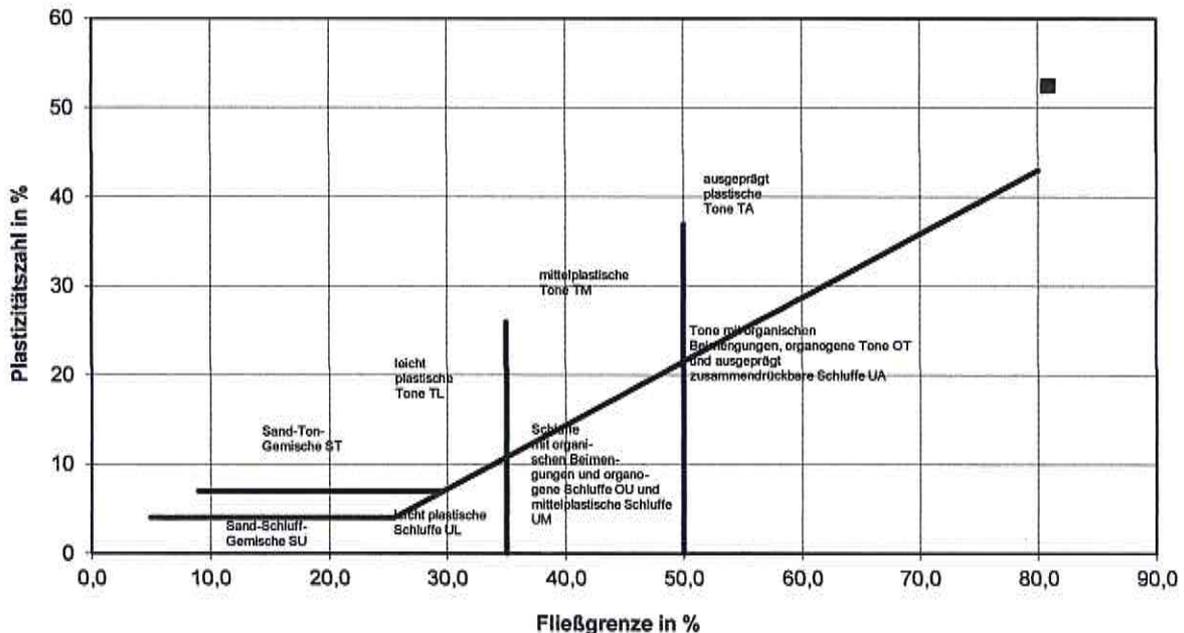
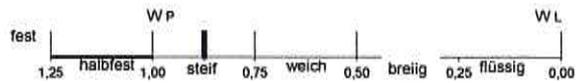


Wassergehalt nat. w 35,0 %  
 Fließgrenze WL 80,9 %  
 Ausrollgrenze WP 28,3 %  
 Überkorn > 0,4 mm ü 0,0 %  
 Wassergehalt Überk. w<sub>ü</sub> 0,0 %  
 Wassergehalt < 0,4 mm 35,0 %

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



Plastizitätszahl I<sub>P</sub> 52,5 %  
 Konsistenzzahl I<sub>C</sub> 0,87  
 korr. Konsistenzzahl I<sub>C<sub>ü</sub></sub>



**Zustandsgrenzen**

Nr. 1

nach DIN 18122

Projekt-Nr.: U-1368-2017

Bauvorhaben: Am Stadtgarten Trossingen

Prüfer: Schneider

Datum: 16.02.2017

Entnahmestelle: Schurf 3

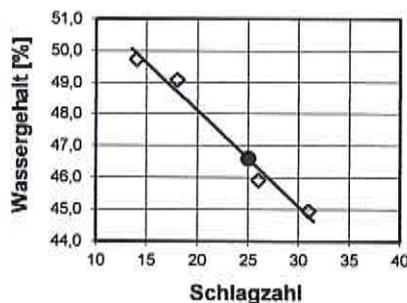
Bodenart: Amaltheenton

Tiefe: 1,0-2,0m

Art der Entnahme: gestört

Entn. am: 01.02.2017

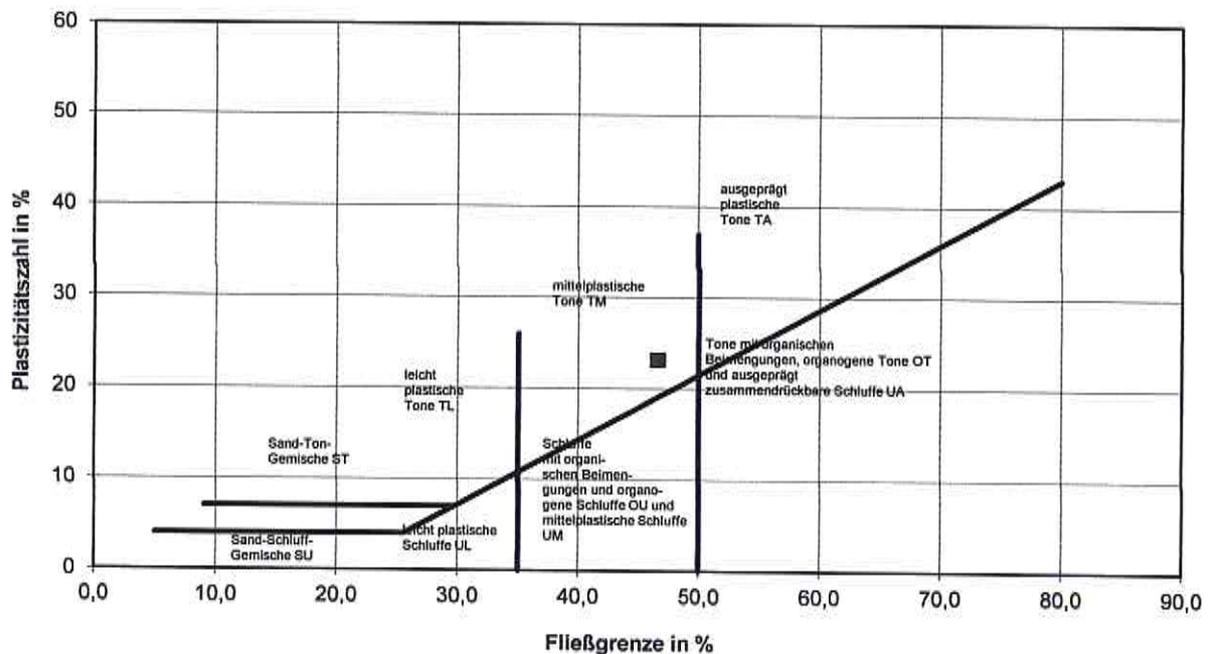
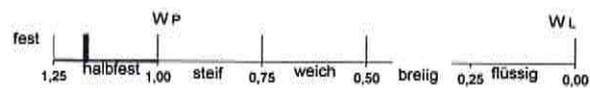
Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	21	28	16	25	15	6	7
Zahl der Schläge	14	18	26	31			
Feuchte Probe + Behälter [g]	14,42	21,67	16,65	17,24	17,52	14,12	15,35
Trockene Probe + Behälter [g]	10,66	15,55	12,37	12,83	14,78	12,02	13,01
Behälter [g]	3,10	3,08	3,05	3,02	3,04	3,02	3,04
Wasser [g]	3,76	6,12	4,28	4,41	2,74	2,10	2,34
Trockene Probe [g]	7,56	12,47	9,32	9,81	11,74	9,00	9,97
Wassergehalt [%]	49,7	49,1	45,9	45,0	23,3	23,3	23,5



Wassergehalt nat.	w	19,4 %
Fließgrenze	w <sub>L</sub>	46,6 %
Ausrollgrenze	w <sub>P</sub>	23,4 %
Überkorn > 0,4 mm	ü	0,0 %
Wassergehalt Überk.	w <sub>ü</sub>	0,0 %
Wassergehalt < 0,4 mm		19,4 %

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


Plastizitätszahl	I <sub>P</sub>	23,2 %
Konsistenzzahl	I <sub>C</sub>	1,17
korr. Konsistenzzahl	I <sub>C</sub> ü	



**CBR EN 13286-47**

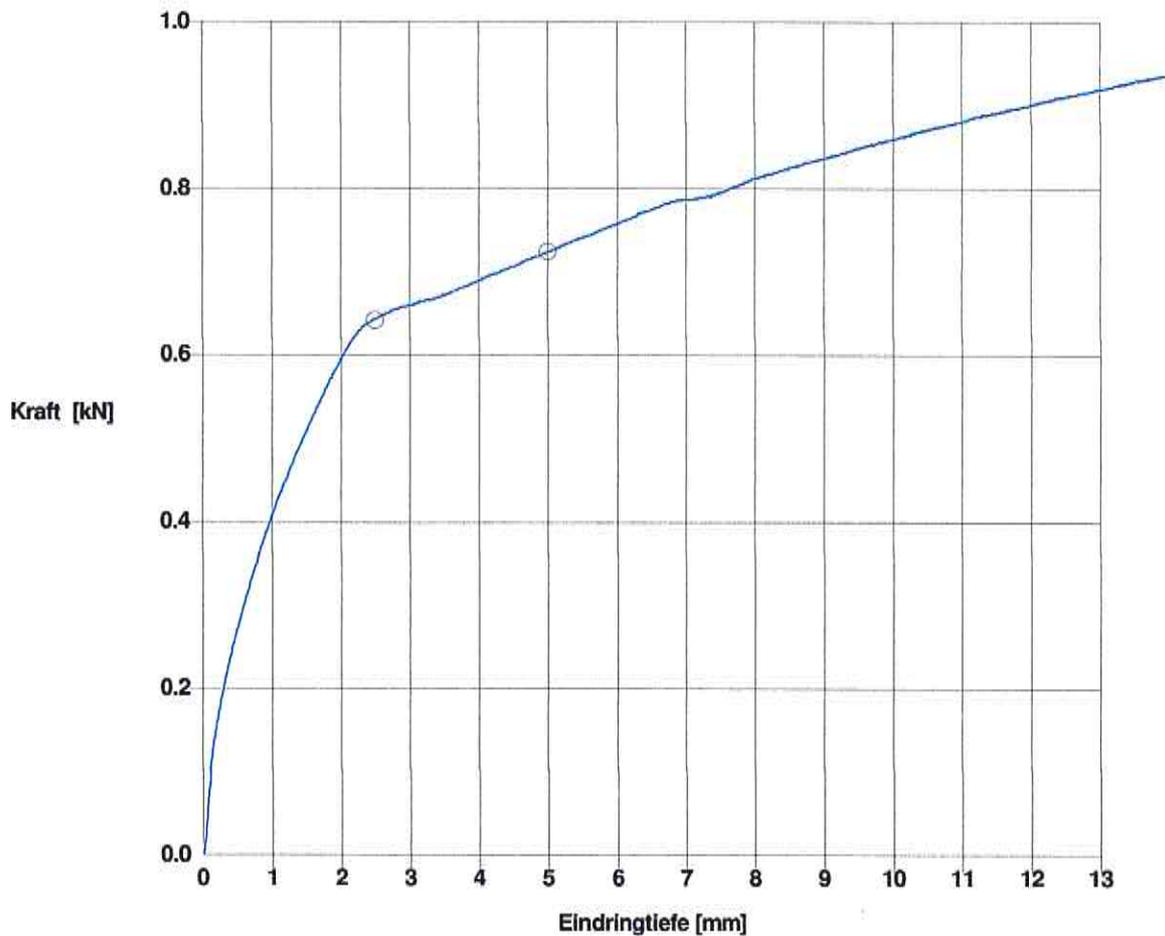
**Anlage 4.3**

		Zeit Min	d mm	F kN	Fp kN	F kN	CBR %
<b>Datum:</b>	16.02.2017	0,41	0,5	0,28			
<b>Zeit:</b>	10:05:31	0,80	1,0	0,41			
		1,20	1,5	0,51			
		1,60	2,0	0,60			
<b>Proben- nummer:</b>		1,99	2,5	0,64	0,64	13,2	4,9
		2,39	3,0	0,66			
		2,79	3,5	0,67			
		3,18	4,0	0,69			
		3,58	4,5	0,71			
		3,98	5,0	0,72	0,72	20,0	3,6
		4,37	5,5	0,74			
		4,77	6,0	0,76			
		5,16	6,5	0,78			
		5,55	7,0	0,79			
		5,95	7,5	0,79			
		6,34	8,0	0,81			
		6,73	8,5	0,83			
		7,12	9,0	0,84			
		7,51	9,5	0,85			
		7,91	10,0	0,86			

CBR-Wert  
direkter Tragindex

**5,0**

**Kraft-Verformungs-Diagramm**



Projekt: Am Stadtgarten in Trossingen



**Bild 1:**

Blick von Nordosten auf  
das Baugelände



**Bild 2:**

Blick von Nordwesten auf  
Schurf 1



**Bild 3:**

Schurf 1



**Bild 4:**

Aushubmaterial S 1



**Bild 5:**

Schurf 2



**Bild 6:**

Aushubmaterial S 2



**Bild 7:**  
Schurf 4



**Bild 8:**  
Aushubmaterial S 4