



**Baugebiet Sauerbrunnen, südliche Erweiterung**

**Geotechnische Baugrunduntersuchung  
mit abfalltechnischer Bewertung**

Projekt-Nr.: **118364**

Bericht-Nr.: **01**

Erstellt im Auftrag von:  
**Große Kreisstadt Crailsheim**  
**Fachbereich Planen und Bauen**  
**Marktstraße 1**  
**74564 Crailsheim**

Dipl.-Geoök. Peter Bauer  
Dipl.-Geogr. Christine Heyder-Bühringer

2018-04-25

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>1</b>	<b>VORBEMERKUNG ..... 4</b>
<b>2</b>	<b>UNTERLAGEN..... 5</b>
<b>3</b>	<b>LAGE UND GEOLOGISCHER ÜBERBLICK ..... 6</b>
<b>4</b>	<b>BAUWERKE..... 6</b>
<b>5</b>	<b>UNTERSUCHUNGSUMFANG ..... 6</b>
5.1	Geländearbeiten ..... 6
5.2	Bodenmechanische Laboruntersuchungen ..... 7
5.3	Abfalltechnische Laboruntersuchungen ..... 8
<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE DER BAUGRUNDUNTERSUCHUNGEN ..... 9</b>
6.1	Schichtenaufbau ..... 9
6.1.1	Künstliche Auffüllungen ..... 10
6.1.2	Verwitterungslehm ..... 10
6.1.3	Verwitterungszone des Gipskeupers ..... 11
6.2	Charakteristische bodenmechanische Kennwerte und Klassifikation ..... 11
6.3	Homogenbereiche ..... 12
6.4	Grundwasserverhältnisse ..... 14
<b>7</b>	<b>GRÜNDUNG..... 14</b>
7.1	Tragfähigkeit der Bodenschichten ..... 14
7.2	Kanalbauwerke ..... 15
7.3	Allgemeine Hinweise zur Gründung von Gebäuden ..... 16
7.3.1	Gebäude ohne Unterkellerung ..... 16
7.3.2	Gebäude mit Unterkellerung ..... 17
<b>8</b>	<b>ALLGEMEINE AUSFÜHRUNGSHINWEISE ..... 18</b>
8.1	Erdbau und Aushub ..... 18
8.2	Eignung der aufgeschlossenen Bodenschichten zur Versickerung von Oberflächenwasser ..... 18
8.3	Baugrubensohlen / Gründungssohlen ..... 18
8.4	Arbeitsräume ..... 19
8.5	Verkehrsflächen ..... 19
<b>9</b>	<b>ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN ..... 20</b>
9.1	Zusammensetzung der Mischproben ..... 20
9.2	Ergebnisse ..... 20
<b>10</b>	<b>SCHLUSSBEMERKUNG ..... 21</b>

## TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 5.1	Untersuchte Bodenproben und Untersuchungsumfang ..... 8
Tabelle 6.1	Lage der Oberkanten sowie Mächtigkeiten der aufgeschlossenen Schichteinheiten ..... 9
Tabelle 6.2	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche ..... 11
Tabelle 6.3	Oberkante der Verwitterungszone des Gipskeupers ..... 11
Tabelle 6.4	Charakteristische bodenmechanische Kennwerte für erdstatiche Berechnungen ..... 12
Tabelle 6.5	Einstufung der angetroffenen Schichteinheiten nach DIN 18 300 (alt), DIN 18 196 und ZTVE-StB 17/ Fassung 2017 ..... 12
Tabelle 6.6:	Homogenbereiche nach DIN 18300 / DIN 18301 ..... 13
Tabelle 6.7	Ergebnisse der Wasserstandsmessungen ..... 14
Tabelle 9.1	Einstufung nach VwV Boden ..... 20

## ANLAGENVERZEICHNIS

### **Anlage 1**    **Lagepläne**

- Anlage 1.1    Übersichtslageplan, M 1 : 25.000
- Anlage 1.2    Lageplan mit Darstellung der Aufschlusspunkte, M 1 : 1000
- Anlage 1.3    Ausschnitt aus der Geologischen Karte, M 1 : 25000

### **Anlage 2**    **Geländebefunde**

- Anlage 2.1    Profile der Rammkernsondierungen gemäß DIN 4023 und Rammdiagramme
- Anlage 2.2    Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen gemäß DIN 4022
- Anlage 2.3    Profilschnitt

### **Anlage 3**    **Bodenmechanische Untersuchungsergebnisse**

### **Anlage 4**    **Umweltchemische Laborversuche**

- Anlage 4.1    Einstufung nach VwV Boden Baden-Württemberg
- Anlage 4.2    Prüfbericht Nr. UST-18-0040437/01-1, Synlab Analytics & Services Germany
- Anlage 4.3    Prüfbericht Nr. UST-18-0040347/01-1, Synlab Analytics & Services Germany

## 1 VORBEMERKUNG

Die Große Kreisstadt Crailsheim plant die südliche Erweiterung des Wohngebietes „Sauerbrunnen“ in Crailsheim.

Auf der Grundlage des Angebots Nr. A118364/01 vom 30.01.2018 wurde die CDM Smith Consult GmbH, Crailsheim am 26.02.2018 mit der Erstellung eines geotechnischen Baugrundgutachtens mit abfalltechnischer Einstufung inkl. der erforderlichen Erkundungs- und Laborarbeiten beauftragt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse waren 3 Rammkernsondierungen (RKS) sowie 4 Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) bis in eine maximale Tiefe von ca. 5 m unter Geländeoberkante (GOK) bzw. bis zur Rammbarkeitsgrenze geplant.

Die Festlegung der Aufschlusspunkte erfolgte auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Plangrundlagen. Die Erkundungspunkte wurden seitens der Stadt Crailsheim durch einen Vermesser vorab ausgepflockt.

Der vorliegende Bericht zur Baugrunduntersuchung mit abfalltechnischer Bewertung im Bereich des geplanten Wohngebietes soll Empfehlungen hinsichtlich der Bebaubarkeit im Allgemeinen und für spätere Erschließungsmaßnahmen (Kanal-, Straßenbau) geben. Des Weiteren sollen erste abfalltechnische Einschätzungen erfolgen.

## 2 UNTERLAGEN

- [U1] Topographische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 6826, Crailsheim, M 1:25.000, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg
- [U2] Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 6826, Crailsheim, M 1:25.000, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, 1. Auflage (1980)
- [U3] Karte der Erdbebenzonen und Geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, M 1:35.000, Innenministerium Baden-Württemberg, 1. Auflage (2005)
- [U4] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, [www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de), abgerufen am 25.04.2018.
- [U5] Grimm Ingenieure: Stadtwerke Crailsheim, BG Sauerbrunnen – südliche Erweiterung, Ausführungsplanung, Maßstab 1: 500, Februar 2018
- [U6] Große Kreisstadt Crailsheim, SG Tiefbau: Südliche Erweiterung BG Sauerbrunnen, Bohrpunkte Absteckung, Maßstab 1 : 1000, 22.03.2018
- [U7] CDM Smith Consult GmbH: Westliche Erweiterung des Baugebiets Sauerbrunnen in Crailsheim, Geotechnische Baugrunderkundung mit abfalltechnischer Bewertung, Proj.-Nr. 106590/2, Bericht 01, 04.02.2015
- [U8] Eurocode 7 - Geotechnische Bemessung, Band 1 (2. Auflage, 2015) und Band 2 (1. Auflage, 2011), Beuth Verlag
- [U9] DWA-Arbeitsblatt A 138, 2005-04
- [U10] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau: ZTVE-StB 17 / Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau (2017)
- [U11] Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen: RStO 12 / Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012
- [U12] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007, Vorschriftensammlung der Gewerbeaufsicht Baden-Württemberg, Version 01/2016.

### **3 LAGE UND GEOLOGISCHER ÜBERBLICK**

Das Untersuchungsgebiet liegt westlich des Crailsheimer Stadtkerns und grenzt im Süden an die ab den 50er Jahren errichtete Sauerbrunnensiedlung an. Bis jetzt wurde die Fläche überwiegend als Kleingartenanlage genutzt, die in Einzelparzellen unterteilt war. Im Südosten grenzt das Untersuchungsgebiet an ein Sportfeld, von dem der nördlichste Teil in die Erschließungsmaßnahmen miteinbezogen werden soll.

Gemäß Vermessungsplan [U6] liegen die Aufschlusspunkte und somit das Höhengniveau der Geländeoberkante (GOK) zwischen ca. 417,76 m ü. NN im Westen und ca. 422,33 m ü. NN im Osten und weist einen Höhenunterschied von rd. 4,5 m auf.

Nach der geologischen Karte von Baden-Württemberg, Blatt 6826, Crailsheim, Maßstab 1:25.000 [U2] ist im Untersuchungsgebiet mit den aufgelösten Grundgipsschichten (km1a), im Osten ggfl. überdeckt von rißeiszeitlichen sandig-lehmigen Terrassenschottern der Jagst zu rechnen. Die aufgelösten Grundgipsschichten treten als stark verstürzte, rötlichgraue Tonsteine mit Steinmergelbrocken auf.

Nach aktueller Information der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) [U4] befindet sich das Bauvorhaben weder in einem rechtskräftig festgelegten noch in einem vorläufig angeordneten Wasserschutzgebiet in Baden-Württemberg.

### **4 BAUWERKE**

Im Bereich des geplanten Wohngebietes sollen auf Grundlage dieser Voruntersuchungen Empfehlungen hinsichtlich der Bebaubarkeit im Allgemeinen und für spätere Erschließungsmaßnahmen (Kanal- und Straßenbau) gegeben werden. Des Weiteren sollen erste abfalltechnische Einschätzungen der anstehenden Bodenschichten erfolgen.

Für das Wohngebiet ist eine Bebauung in Form von Einfamilienhäusern mit und ohne Unterkellerung geplant. Genaue Angaben über den Verlauf der Erschließungsstraße sowie über Verlauf und Tiefe der Ver- und Entsorgungsleitungen liegen der CDM Smith Consult GmbH nicht vor.

### **5 UNTERSUCHUNGSUMFANG**

#### **5.1 Geländearbeiten**

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich des Erschließungsgebietes wurden am 27.03.2018 drei Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 3) bis in eine maximale Tiefe von 5 m

unter Gelände bzw. bis zur Rammbarkeitsgrenze durchgeführt. Das erhaltene Bohrgut wurde geotechnisch angesprochen und in Schichtenverzeichnissen nach DIN EN ISO 14688 (vgl. Anlage 2.2) dokumentiert. Zusätzlich zu den durchgeführten direkten Aufschlussbohrungen wurden noch 4 Schwere Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 4) als indirekte Aufschlussverfahren durchgeführt.

Alle direkten und indirekten Aufschlussbohrungen wurden nach Abschluss der Erkundungsarbeiten fachgerecht mit Quellton verfüllt.

Der westlichste Teil des geplanten Baugebietes konnte bei den durchgeführten Geländeuntersuchungen in Abstimmung mit dem Auftraggeber nicht berücksichtigt werden, da hier keine Kampfmittelfreigabe vorliegt.

Aus den angetroffenen Bodenschichten wurden schicht- bzw. meterweise Proben für bodenmechanische und abfalltechnische Untersuchungen entnommen.

Bei der RKS 3 sowie der Rammsondierung DPH 4 war im Zuge der Aufschlussbohrungen Wasserzutritt zu verzeichnen. Aufgrund der höheren Wassersäule war eine Probenahme nur bei der DPH 4 möglich. Die entnommene Wasserprobe RS4-WP wurde im akkreditierten Labor der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH auf den Parameterumfang der Betonaggressivität nach DIN 4030 analysiert. Die Ergebnisse sind der Anlage 4.3 zu entnehmen und werden in Kapitel 6.4 aufgeführt.

Die Aufschlusspunkte wurden durch den Auftraggeber nach Lage und Höhe eingemessen und sind in der Anlage 1.2 dargestellt. Die Anlage 2.2 enthält die Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen. In Anlage 2.1 sind die zugehörigen Bohrprofile nach DIN 4023 zu finden.

## **5.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen**

Zur Festlegung bodenmechanischer Kennwerte und zur Klassifizierung der aufgeschlossenen Böden wurden im geotechnischen Labor der FeBoLab GmbH folgende bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt:

- 7 Bestimmungen des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892
- 2 Bestimmungen der Korngrößenverteilung nach DIN 18123
- 3 Bestimmungen der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122, Teil 1

Die Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Versuche sind in der Anlage 3 dargestellt.

### 5.3 Abfalltechnische Laboruntersuchungen

Folgende entnommenen Einzelproben des angetroffenen gewachsenen Bodens wurden zu einer Mischprobe (MP) zusammengefasst und im Labor gemäß dem Parameterumfang der VwV Boden Baden-Württemberg [U12] durchgeführt.

Die nachfolgende Tabelle 5.1 gibt eine Übersicht über die Zusammenstellung der Mischprobe und der untersuchten Parameter.

Tabelle 5.1 Untersuchte Bodenproben und Untersuchungsumfang

Aufschluss	Einzelprobe	Entnahmetiefe [m]	Untersuchungsumfang	Mischprobe
RKS 1	B4	2,0 – 3,0	VwV	MP
	B6	4,0 – 4,3		
RKS 2	B3	1,0 – 1,9		
	B4	1,9 – 2,0		
RKS 3	B2	0,9 – 1,8		
	B3	1,8 – 2,8		
	B4	2,8 – 3,5		

Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** behandelt die abfalltechnische Beurteilung der untersuchten Bodenmischprobe. Die Bodenproben wurde in dem akkreditierten Labor der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH chemisch analysiert Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind als Anlage 4.2 beigefügt.

## 6 ERGEBNISSE DER BAUGRUNDUNTERSUCHUNGEN

### 6.1 Schichtenaufbau

In den Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 3 wurden von der Geländeoberkante aus nach unten die folgenden Bodenschichten angetroffen:

- Mutterboden/ Oberboden
- Künstliche Auffüllungen (RKS 1)
- Verwitterungslehm

Die Tabelle 6.1 gibt eine Übersicht über die Mächtigkeit und Tiefenlage der aufgeschlossenen Schichteinheiten.

Tabelle 6.1 Lage der Oberkanten sowie Mächtigkeiten der aufgeschlossenen Schichteinheiten

Aufschluss	RKS 1	RKS 2	RKS 3
Ansatzhöhe [m ü. NN]	422,33	417,76	418,99
Mutterboden/ Oberboden	--	417,76 0,20	418,99 0,20
Künstliche Auffüllung	422,33 2,00	--	--
Verwitterungslehm	420,33 3,00	417,56 1,80	426,79 3,70
Endtiefe [m u. GOK]	5,00	2,00	3,90
Endtiefe [m ü. NN]	417,33	415,76	415,09

Erste Ziffer  
Zweite Ziffer  
--

Schichtoberkante in m ü. NN  
Schichtmächtigkeit in m  
unbekannt/ nicht angetroffen

Zuoberst steht in den Aufschlüssen RKS 2 und RKS 3 ab der Geländeoberkante eine 0,10 m bis 0,20 m mächtige Mutter-/ Oberbodenschicht an. Auf den Mutter-/ Oberboden wird im Folgenden nicht näher eingegangen, da er aus geotechnischer Sicht als nicht relevant einzuordnen ist.

Bei RKS 1 hingegen wurden ca. 2,0 m mächtige, überwiegend tonig-schluffige Auffüllungen in weicher bis halbfester Konsistenz angetroffen. Oberflächennah bis ca. 1,0 m unter GOK weisen die Auffüllungen organische Beimengungen auf.

Unter dem angetroffenen Oberboden bzw. den Auffüllungen wurde Verwitterungslehm des Gipskeupers in Mächtigkeiten von 1,8 m bis 3,7 m angetroffen. Es wird davon ausgegangen, dass darunter die Verwitterungszone des Gipskeupers in Form von ausgelaugten Grundgipsschichten aus angewitterten bis verwitterten Mergel- und Tonsteinen zu erwarten ist. Dieser Übergang zum Festgestein konnte nur mit den durchgeführten Schweren Rammsondierungen bestätigt werden.

Im Anschluss werden die angetroffenen Baugrundsichten im Einzelnen beschrieben:

### **6.1.1 Künstliche Auffüllungen**

Die angetroffenen Auffüllungen (RKS 1) wurden im Gelände als sandige, schwach kiesige Tone und Schluffe in dunkelbrauner bis rot- und ockerbrauner Farbe angesprochen. Die Auffüllungsschicht weist im Bereich des Aufschlusses RKS 1 eine Gesamtmächtigkeit von ca. 2,0 m auf. Gemäß Feldansprache weisen die bindigen Böden eine weiche bis halbfeste Konsistenz auf.

Oberflächennah bis 1,0 m unter GOK zeichnen die Auffüllungen organische Beimengungen aus. Bei ca. 1,5 m bis 2,0 m unter GOK setzen sich die Auffüllungen aus tonig, schluffigem Sand zusammen.

### **6.1.2 Verwitterungslehm**

Der Verwitterungslehm des Gipskeupers wurde, den Erkundungsergebnissen nach, in Schichtstärke von ca. 1,8 m bis 3,7 m angetroffen.

Im Gelände wurde der Verwitterungslehm als kiesiger, schwach sandiger Ton und Schluff in überwiegend steifer bis halbfester Konsistenz angesprochen. Lokal tritt der Verwitterungslehm auch in weichplastischer Form auf. Der hier angetroffene Schluff/ Ton hat eine graubraune bis rotbraune Farbe.

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen des Verwitterungslehms sind in Anlage 3 aufgeführt und werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 6.2 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Aufschluss	Probe	Entnahmetiefe [mGok]	Wassergehalt [%]	Feinkornanteil $\varnothing < 0,06 \text{ mm}$ [%]	Bodenart DIN 4022	Konsistenz ( $I_c$ )	Bodengruppe DIN 18196
RKS 1	B4	2,0-3,0	14,3	-	T/U, g'	halbfest (1,05)	TM
	B5+6	3,0-4,3	-	70	T/U, s	-	TM
	B7	4,3-5,0	12,9	-	U/T, (s)	-	TL
RKS 2	B2	0,6-1,0	24,0	82	T, g'	-	TA
	B3	1,0-1,9	17,0	-	U/T, s	weich-steif (0,75)	TL
RKS 3	B2+3	0,9-2,8	18,3	-	T/U, g	steif-halbfest (0,96)	TM
	B4	2,8-3,5	5,7	-	G, u – U, g	-	TM/GU*
	B5	3,5-3,9	12,3	-	U/T, g	-	TL

### 6.1.3 Verwitterungszone des Gipskeupers

Die Oberkante der Verwitterungszone des Gipskeupers wurde bei den Schweren Rammsondierungen in einer Tiefe zwischen 3,2 m (DPH 2B) und 5,0 m (DPH 1) unter GOK erreicht. Der hier angetroffene Übergang zur Festgesteinszersatzzone liegt zwischen 414,56 m NN und 416,76 m NN. Bei der Rammsondierung DPH 2 musste wegen vertikaler Ablenkung ggfl. durch ein Rammhindernis umgesetzt werden. Bei Durchführung der DPH 1 wurde bis zum Erreichen der Endteufe bei 417,33 m NN die Zersatzzone des Festgesteins nicht angetroffen.

Tabelle 6.3 Oberkante der Verwitterungszone des Gipskeupers

Aufschluss	DPH 1	DPH 2A	DPH 2B	DPH 3	DPH 4
Ansatzhöhe [m ü. NN]	422,33	417,76		418,99	420,08
Oberkante der Verwitterungszone des Gipskeupers [m ü. NN], [m u. GOK]	--	416,76	414,56	414,59	415,78
	--	1,00 (Abbruch)	3,20	4,40	4,30

(--) OK Verwitterungszone nicht erreicht

## 6.2 Charakteristische bodenmechanische Kennwerte und Klassifikation

Den Baugrundsichten werden die in Tabelle 6.4 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte zugewiesen. Die Festlegung der Werte erfolgte auf der Grundlage der Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sowie anhand der bei CDM Smith Consult GmbH vorliegenden Erfahrungen für ähnliche Bauvorhaben.

Grundbruchnachweise sind mit den ungünstigeren genannten Werten durchzuführen. Setzungsberechnungen sollten, um einen Überblick über die Schwankungsbreite von wahrscheinlichen und von möglichen Setzungen und über mögliche Setzungsunterschiede zu erlangen, grundsätzlich mit beiden Grenzwerten durchgeführt werden.

Tabelle 6.4 Charakteristische bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Schichteinheit	Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte $\gamma'$ unter Auftrieb [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Künstliche Auffüllung	18,5-21	8,5-11	20-30	0-10	-
Verwitterungslehm	18,5-21	8,5-11	20-30	0-20	2-20

In der folgenden Tabelle 6.5 sind die aufgeschlossenen Schichteinheiten klassifiziert:

Tabelle 6.5 Einstufung der angetroffenen Schichteinheiten nach DIN 18 300 (alt), DIN 18 196 und ZTVE-StB 17/ Fassung 2017

Schichteinheit	Bodenklasse nach DIN 18300 (alt)	Bodengruppe nach DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB
Künstliche Auffüllungen	4 (3)	TM, TL, ST	F3, F2
Verwitterungslehm	4 (5)	TM, TL, TA (GU*)	F3, F2

(..) untergeordnet

Nach DIN EN 1998-1:2010-12 ist der Projektstandort der Erdbebenzone 0 zuzuordnen (vgl. Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg (2005) [U3]).

### 6.3 Homogenbereiche

Die gewachsenen und aufgeschütteten Baugrundsichten werden gemäß DIN 18300 (Erdarbeiten), DIN 18301 (Bohrarbeiten) in die folgenden Homogenbereiche eingeteilt. Mutterboden/ Oberboden wird hierbei nicht berücksichtigt.

Tabelle 6.6: Homogenbereiche nach DIN 18300 / DIN 18301

Parameter	Einheit	DIN 18300 GK2, GK3	DIN 18301	Schicht 1: Auffüllung	Schicht 2: Verwitterungslehm
Bodengruppe	[-]	X	X	TM, TL, ST	TM, TL, TA (GU*)
ortsübliche Bezeichnung	[-]	X	X	Auffüllung	Verwitterungslehm Gipskeuper
Homogenbereich	[-]	X	X	E1, B1	E2, B2
Korngrößenverteilung:					
Ton					15-50
Schluff	[%]	X	X	-	30-55
Sand					10-30
Kies					0-50
Massenanteil: Steine, Blöcke, große Blöcke	[%]	X	X	0-20%	0-50%
Dichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	X		1,8-2,1	1,8-2,1
Kohäsion	[kN/m <sup>2</sup> ]		X	0-10	0-20
undrained Scherfestigkeit	[kN/m <sup>2</sup> ]	X	X	5-100	5-100
Wassergehalt	[%]	X	X	-	5-25
Konsistenzzahl	[-]	X	X	-	0,5- > 1,0
Plastizitätszahl	[%]	X	X	-	16-22
Lagerungsdichte	[-]	X	X	1-10	1-17
Durchlässigkeit	[m/s]	X	X	$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	$\leq 1 \cdot 10^{-6}$
Organischer Anteil	[%]	X		0-10%	<5%
Verwitterungsgrad	[-]		X	-	stark verwittert, zersetzt
Abrasivität			X	kaum bis schwach abrasiv	kaum bis schwach abrasiv

(..) untergeordnet, (-) nicht untersucht/ nicht bekannt

## 6.4 Grundwasserverhältnisse

Im Zuge der Baugrunderkundung war in den Aufschlüssen DPH 2B, RKS 3 und DPH 4 Wasserzufluss zu verzeichnen. Die mit dem Lichtlot in den Bohrlöchern ermittelten Wasserstände sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 6.7 Ergebnisse der Wasserstandsmessungen

Aufschluss	RKS 1 / DPH 1	RKS 2/ DPH 2A	RKS 3 / DPH 3	DPH 4
Ansatzhöhe [m ü. NN]	422,33	417,76	418,99	420,08
ermittelter Wasserstand [m ü. NN], [m u. GOK]	--	415,52 2,24 (DPH)	415,29 3,70	418,09 1,99 (DPH)

(--) Kein Wasser angetroffen

Bei den in 2015 zur geotechnischen Erkundung - Westliche Erweiterung BG Sauerbrunnen [U7] durchgeführten Kernbohrungen, die in Bezug auf die Geländeoberfläche mit rd. 416,5 m NN deutlich tiefer liegen, wurde kein durchgehender Grundwasserspiegel festgestellt. Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen sowie der Erkenntnisse aus [U7] handelt es sich bei den angetroffenen Wässern am ehesten um Schichtwasser. Im Zuge der Baumaßnahme ist in den überwiegend auftretenden, wechsellagernden Tonen und Schluffen mit dem Zutritt von Schicht- und Sickerwässern zu rechnen.

Da die Wassersäule bei den Aufschlüssen DPH 2 nach Bohrlochzufall und RKS 3 aufgrund der erreichten Erkundungstiefe zu gering war, konnte hier keine Wasserprobe entnommen werden. Bei der Rammsondierung DPH 4 war eine ausreichende Wassersäule vorhanden. Hier wurde mittels Fußventilpumpe die Wasserprobe RS4-W1 entnommen und gem. dem Parameterumfang der DIN 4030 analysiert. Wie der Analyseergebnisse zeigen, ist das angetroffene Grund-/ Schichtwasser als nicht Beton angreifend einzustufen.

## 7 GRÜNDUNG

### 7.1 Tragfähigkeit der Bodenschichten

Der an der Oberfläche anstehende Oberboden/ Mutterboden ist zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet und daher abzutragen.

Die im Bereich der RKS 1 angetroffenen künstlichen Auffüllungen sind aufgrund der inhomogenen Zusammensetzung und zum Teil oberflächennah angetroffenen organischen Beimengungen zur Abtragung von Bauwerkslasten ebenfalls nicht geeignet.

Im Bereich des Verwitterungslehms stehen überwiegend kiesige Tone und Schluffe in steifer bis halbfester Konsistenz an. Die Schluffe und Tone können bei einer mindestens steifen Konsistenz zum Abtrag von kleinen bis mittleren Bauwerkslasten herangezogen werden.

Unterhalb des Verwitterungslehmes ist die Verwitterungszone des Gipskeupers zu erwarten. Der hier erwartete Ton- /Mergelstein weist erfahrungsgemäß eine ausreichende Tragfähigkeit zum Abtrag von auftretenden Bauwerkslasten auf. Davon abhängig können zur genauen Erkundung des Festgesteins nach DIN 4020 Kernbohrungen erforderlich werden.

Im Zuge der Bohrarbeiten wurden kein Gips oder gipshaltige Beimengungen festgestellt, können jedoch auf Grund der punktuellen Untersuchungsorte nicht vollständig ausgeschlossen werden.

## **7.2 Kanalbauwerke**

Bei einer angenommenen Gründungstiefe der Kanalbauwerke und Rohrleitungen zwischen 2,0 m und 4,0 m unter Gelände kommen diese im Bereich der Verwitterungslehme zu liegen. Die Verwitterungslehme liegen hier überwiegend in einer steifen bis halbfesten Konsistenz vor und sind als ausreichend tragfähig einzustufen. Die Tone und Schluffe sind sehr wasserempfindlich und vor Witterungseinflüssen zu schützen. Werden im Bereich der Aushubsohle durchnässte, weiche Bodenschichten oder verschlammte Lagen angetroffen, ist ein zusätzlicher Bodenaustausch mit nicht bindigem, gut verdichtbare Ersatzmaterial (z. B. GW/GU) in einer Mächtigkeit von 0,3 m bis 0,4 m als Rohraufleger durchzuführen.

Für weitere Festlegungen zu Rohrauflegerung und Rohrbettung sind die einschlägigen technischen Regeln zu beachten. Geotechnische Abnahmen der Aushubsohlen werden empfohlen.

Unterhalb des Verwitterungslehmes steht die Verwitterungszone des Gipskeupers an. Der verwitterte Mergel-/Tonstein des Gipskeupers weist erfahrungsgemäß an der Oberfläche eine überwiegend mitteldichte bis dichte Lagerung auf und ist zum Abtrag der hier auftretenden Bauwerkslasten geeignet.

### Baugrubenböschung/ Verbau

Die erforderlichen Kanalgräben dürfen bis zu einer Tiefe von 1,25 m senkrecht geböschet werden. Bei tieferen Gräben ist in den angetroffenen Auffüllungen ein Böschungswinkel von maximal 45°, im anstehenden Ton/Schluff bei mindestens steifer Konsistenz ein Böschungswinkel von 60° zulässig. Bei Baugruben über 3,0 m Tiefe ist eine Berme als lastfreier Schutzstreifen anzulegen. Ab 5,0 m unter GOK ist ein rechnerischer Nachweis zur Standsicherheit der Baugrube erforderlich.

Eine weitere Möglichkeit zur Sicherung der Baugruben ist ein Linearverbau z. B. mit Kanaldielen oder Bohlen.

### Wasserhaltung

Nach den Ergebnissen der Erkundungsarbeiten muss in den anstehenden, bindigen Böden in der Baugrube bereichsweise mit dem Zutritt von Schicht- und Sickerwasser gerechnet werden. Das dem Baufeld zufließende Wasser muss mit einer geeigneten Wasserhaltung gefasst und abgeleitet werden. Die Vorhaltung einer offenen Wasserhaltung, d.h. ausreichend dimensionierte Pumpen wird empfohlen.

### Verfüllung der Leitungsgräben

Für die Wiederverfüllung der Leitungsgräben sind die hier angetroffenen mittel bis stark frostempfindlichen, Tone und Schluffe nicht geeignet und sollten nicht verwendet werden.

In der Leitungszone ist als Füllmaterial steinfreier Boden mit einem Größtkorn von 20 mm zu verwenden (aus z. B. DIN EN 1610, Merkblatt für das Verfüllen von Leitungsgräben). Hierzu kommen z. B. Sand-Splitt-Gemische mit entsprechender Kornabstufung in Betracht. Oberhalb der Leitungszone hängen die Anforderungen an Art und Qualität des Verfüllmaterials im Wesentlichen von der späteren Nutzung ab. In Straßenbereichen sind insbesondere ZTVE [U9] und RStO [U11] zu beachten. Es sind Verdichtungsprüfungen vorzunehmen.

## **7.3 Allgemeine Hinweise zur Gründung von Gebäuden**

Im Folgenden werden allgemeine Hinweise und erste Empfehlungen zur Gründung der geplanten Wohngebäude gegeben. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass Art und Umfang der durchgeführten Geländearbeiten nach [U7] nicht ausreichend sind, um an dieser Stelle Gründungsempfehlungen für Einzelgebäude zu geben. Hierzu sind im Einzelfall Untersuchungen in Form von zum Beispiel Rammkernsondierungen mit zugehörigem bodenmechanischen Laborprogramm und Rammsondierungen notwendig. Gegebenenfalls werden hierbei zur Erkundung des Festgesteins auch Kernbohrungen nach DIN 4020 erforderlich.

### **7.3.1 Gebäude ohne Unterkellerung**

Bei Gebäuden ohne Unterkellerung liegt die Gründungssohle bei einer frostsicheren Gründungstiefe zum Teil im Bereich der künstlichen Auffüllungen (RKS 1 / DPH 1). Diese sind aufgrund ihrer Inhomogenität als nicht gründungsfähig einzustufen und es muss ein Bodenaustausch erfolgen.

Die übrigen Aufschlüsse zeigen im Gründungsbereich den anstehenden Verwitterungslehm in Form von Tonen und Schluffen, die in überwiegend steifer bis halbfester Konsistenz vorliegen

und somit zum Abtrag von kleinen und mittleren Lasten geeignet sind. Die mindestens steife Konsistenz ist mittels Laborversuch (Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1) und/ oder mittels Rammsondierung zu bestätigen und abhängig von den zu erwartenden Lasten ein Bodenaustausch vorzunehmen. Die Mächtigkeit des notwendigen Bodenaustauschs ist im Zuge der Einzelfalluntersuchung an Hand von Setzungsberechnungen für Streifen- und Einzelfundamente zu definieren. Vernässung und Aufweichen der wasser- und frostempfindlichen Böden ist zu vermeiden.

### **7.3.2 Gebäude mit Unterkellerung**

Bei einer geplanten Unterkellerung der Einfamilienhäuser liegen die Gründungssohlen bei angenommenen Gründungstiefen von 3 m unter GOK ebenfalls im Bereich des Verwitterungslehms. Diese sind grundsätzlich als ausreichend tragfähig für den Abtrag kleiner und mittlerer Bauwerkslasten einzustufen. Dies ist ebenfalls im Zuge von Einzelfalluntersuchungen mittels Setzungsberechnung für Streifen- und Einzelfundamente zu bestätigen bzw. falls notwendig ein zusätzlicher Bodenaustausch zu berücksichtigen.

Beim Anlegen der Baugrubenböschungen ist die DIN 4124 zu beachten. Baugrubensohlen und -böschungen sind vor Witterungseinflüssen, insbesondere vor Niederschlägen, z. B. mittels Folien zu schützen.

Nach den Ergebnissen der Erkundungsarbeiten muss in den bindigen Böden in der Baugrube bereichsweise mit dem Zutritt von Schicht- und Sickerwasser gerechnet werden. Das dem Bauwerk zufließende Wasser muss mit einer geeigneten Wasserhaltung gefasst und abgeleitet werden. Die Vorhaltung einer offenen Wasserhaltung, d.h. ausreichend dimensionierte Pumpen wird empfohlen.

Bei der Planung und Ausführung der „Abdichtung bzw. von Gebäudeteilen gegen Bodenfeuchte und/oder nichtdrückendes und drückendes Grundwasser“ sind die DIN 18533-1 und die einschlägigen Beton-Richtlinien zu beachten. Unter den Bodenplatten ist eine ca. 10-15 cm mächtige kapillarbrechende Schicht der Körnung 2/32 auszuführen.

Arbeitsräume sind entsprechend den Festlegungen in den ZTVE-StB 17 [U9] mit gut verdichtbarem Material lagenweise zu verfüllen und auf  $D_{Pr} = 100\%$  zu verdichten, um nennenswerte Setzungen zu vermeiden.

Um Wasserwegigkeiten in die Arbeitsräume zu verhindern, empfehlen wir, die obersten ca. 50 cm der Arbeitsräume mit bindigem Material abzudichten.

## **8 ALLGEMEINE AUSFÜHRUNGSHINWEISE**

### **8.1 Erdbau und Aushub**

Die oberflächennah anstehenden zum Teil bindigen Auffüllungen sowie die Schichten des Verwitterungslehms sind aufgrund ihres bindigen Charakters stark wasserempfindlich und neigen bei dynamischer Beanspruchung infolge von Baufahrzeugen in Verbindung mit auftretenden Niederschlägen zum Aufweichen. Auf die Frostepfindlichkeit der anstehenden Bodenschichten wird hingewiesen.

Die angetroffenen Auffüllungen sind aufgrund ihrer Inhomogenität als nicht gründungsfähig einzustufen und vollständig auszuheben.

Für sämtliche Erdarbeiten gelten die einschlägigen Richtlinien des Erdbaus (u. a. Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTVE-StB 17/Fassung 2017, 3. Auflage) [U9].

### **8.2 Eignung der aufgeschlossenen Bodenschichten zur Versickerung von Oberflächenwasser**

Anhand der Bodenansprach wird die Wasserdurchlässigkeit der oberflächennahen bindigen Bodenschichten auf  $k_f \leq 1 \times 10^{-6}$  m/s abgeschätzt.

Gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138, Stand Januar 2002, soll für eine Versickerung von Oberflächenwasser der Untergrund eine Durchlässigkeit von  $k_f > 1 \times 10^{-6}$  m/s aufweisen. Die anstehenden Böden erfüllen nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen diese Anforderungen nicht und sind demnach für eine Versickerung im Sinne des o. g. Arbeitsblattes nicht geeignet. Für eine abschließende Prüfung sind bei Bedarf entsprechende Versickerungsversuche durchzuführen.

### **8.3 Baugrubensohlen / Gründungssohlen**

Die Gründungssohlen müssen in Tagesabschnitten, bei schlechten Witterungsverhältnissen ggfls. „vor Kopf“ hergerichtet und nach Abnahme durch den Baugrundsachverständigen sofort mit Unterbeton versiegelt werden. Ein Vernässen/ Aufweichen der Gründungssohlen ist zu vermeiden.

## 8.4 Arbeitsräume

Arbeitsräume sind entsprechend den Festlegungen in den ZTV E-StB 17 mit gut verdichtbarem Material lagenweise zu verfüllen und auf  $D_{Pr} = 100\%$  zu verdichten, um nennenswerte Setzungen zu vermeiden.

Um Wasserwegigkeiten in die Arbeitsräume zu verhindern, empfehlen wir, in den obersten ca. 50 cm der Arbeitsräume bindiges Material einzubauen.

## 8.5 Verkehrsflächen

In Bereichen geplanter Verkehrsflächen sind die angetroffenen, inhomogenen Auffüllungen als nicht gründungsfähig einzustufen und müssen ausgehoben werden, um spätere Setzungen der Verkehrsflächen zu vermeiden. Auf dem anstehenden Planum aus Verwitterungslehm ist ein Verformungsmodul  $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$  mittels statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 nachzuweisen. Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen ist zu erwarten, dass der erforderliche Verformungsmodul  $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$  nur knapp oder erst nach einem Bodenaustausch (Mächtigkeit ca. 0,3 m - 0,4 m) erreicht werden wird.

Alternativ könnte eine Bodenverbesserung mittels Kalk-/Kalkzementzugabe ausgeführt werden. Auf die Kalkstaubentwicklung wird hingewiesen. Wir empfehlen die Zusammensetzung und Zugabemenge des Mischbinders an Hand einer Eignungsprüfung im Labor oder mit Probefeldern vor Ort festzulegen.

Der Aufbau der Verkehrsflächen ist gem. RStO 12 [U11] vorzunehmen. Die örtlichen Verhältnisse sowie die daraus ermittelte Minstdicke des frostsicheren Oberbaus gem. RStO 12 der als Wohnweg eingestuften Verkehrsfläche ist Tabelle 8-1 zu entnehmen:

Der anstehende Ton bzw. Schluff ist als stark frostempfindlich (F3) einzustufen. Das Untersuchungsgebiet (Crailsheim) ist nach [U11] der Frosteinwirkungszone II zuzuordnen.

Tabelle 8-1 Empfehlungen zur Minstdicke des frostsicheren Oberbaus

Belastungsklasse	Bk0,3 (Wohnweg)	
Frostempfindlichkeitsklasse	F3	50 cm
Frosteinwirkung	Zone II	+ 5 cm
Kleinräumige Klimaunterschiede	keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm
Wasserverhältnisse im Untergrund	kein Wasser bis 1,5 m	±0
Lage der Gradienten	Einschnitt, Anschnitt	+ 5 cm
Entwässerung der Fahrbahn/ Ausführung der Randbereiche	Entwässerung über Rinnen/ Abläufe	- 5 cm
Minstdicke:		<b>55 cm</b>

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus beträgt gem. RStO 12 abhängig von Frostempfindlichkeit des anstehenden Planums 55 cm. Sollte die tatsächlich angesetzte Belastungsklasse mit o. g. Annahme nicht übereinstimmen, ist die Tabelle entsprechend anzupassen.

## 9 ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN

### 9.1 Zusammensetzung der Mischproben

Die entnommenen Einzelproben aus dem anstehenden Erdplanum wurde zu einer Mischprobe zusammengefasst (MP) und im Partnerlabor der Synlab Analytics & Services Germany GmbH gemäß der „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ analysiert.

### 9.2 Ergebnisse

Gemäß den vorliegenden Analysenergebnissen (Anlage 4.2) sowie der Einstufungstabelle in Anlage 4.1 kann das dem Verwitterungslehm zuzuordnende untersuchte Material (MP-RKS1-3) nach VwV Boden [U12] wie folgt zugeordnet werden.

Tabelle 9.1 Einstufung nach VwV Boden

Probe	MP
Bodenmaterial	Schluff/Ton
einstufungsrelevanter Parameter	Blei
Einstufung	Z0*

Gemäß den vorliegenden Analyseergebnissen der entnommenen Mischprobe aus den RKS 1 bis RKS 3 ist das untersuchte Material gemäß VwV Boden als Z0\* einzustufen. Das Aushubmaterial kann somit gem. den Angaben der Verwaltungsvorschrift [U12] mit einem ausreichenden Abstand zum Grundwasser von > 1 m und einer Abdeckung inkl. durchwurzelbarer Bodenschicht von > 2 m bei der Verfüllung von Abgrabungen wiederverwendet werden.

Darüber hinaus ist eine Verwendung in technischen Bauwerken ohne definierte technische Sicherungsanforderungen ohne Einschränkung möglich.

Eine zusätzliche abfalltechnische Überprüfung der in RKS 1 angetroffenen Auffüllungen kann bei Bedarf an Hand von Rückstellproben erfolgen.

**10 SCHLUSSBEMERKUNG**

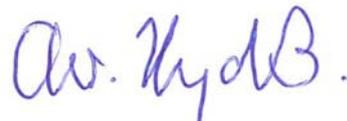
Aufgrund der punktuellen Erkundung und der geringen Aufschlussdichte sind Abweichungen der Untergrundverhältnisse von den im Gutachten enthaltenen Aussagen nicht auszuschließen. Daher sind eine sorgfältige Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich mit den im Gutachten enthaltenen Angaben erforderlich. Wir empfehlen die Gründungssohlen vom geotechnischen Sachverständigen abnehmen zu lassen. Für die Wohngebäude sind diese Untersuchungen als Anhaltspunkt gedacht, ersetzen jedoch nicht eine Baugrunderkundung im Einzelfall nach Eurocode 7 [U7] unter Einbezug der Gebäudeplanung sowie von zu erwartenden Lasten.

CDM Smith Consult GmbH  
2018-04-25

erstellt:



Dipl.-Geoök. Peter Bauer

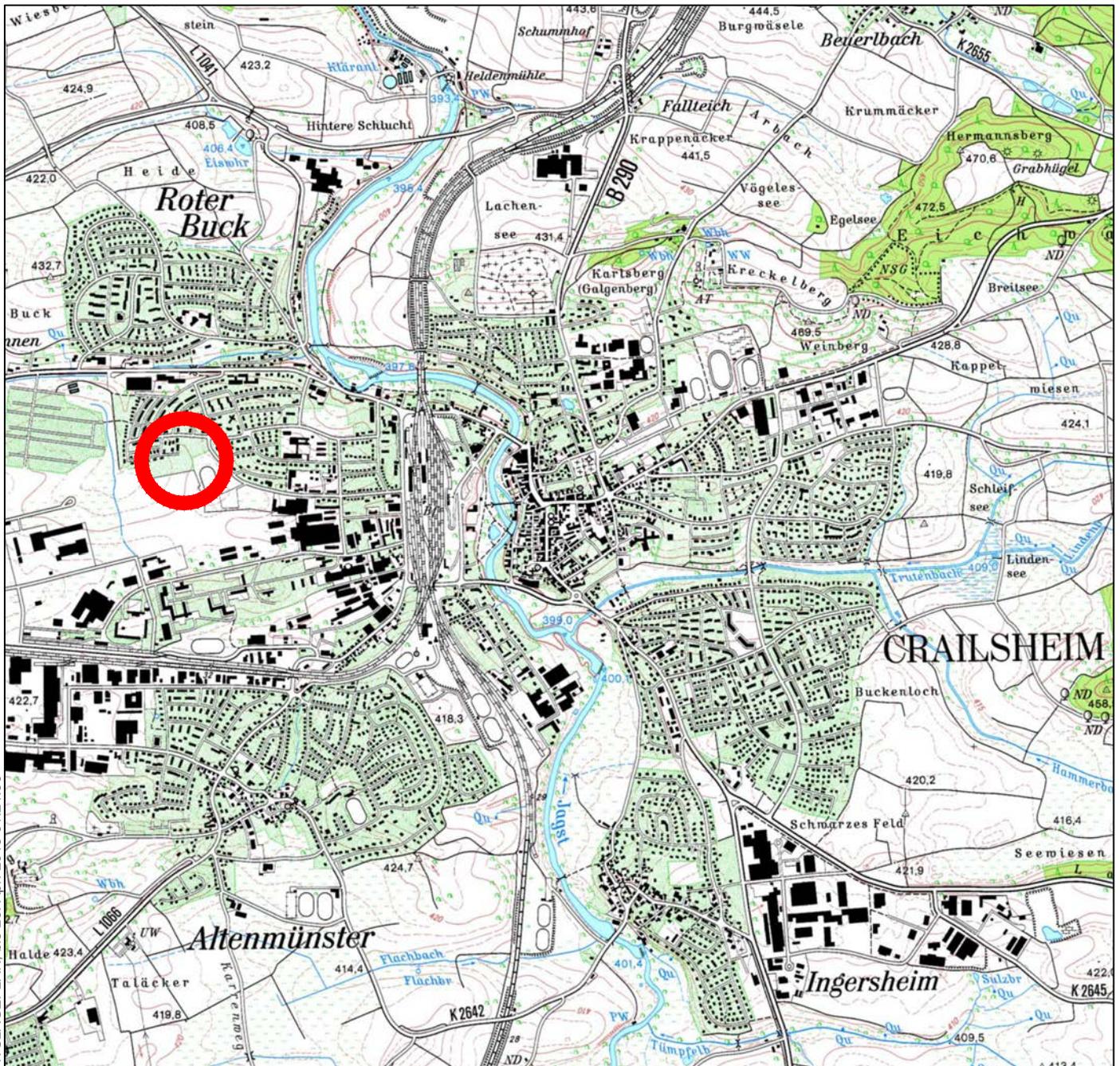


Dipl.-Geogr. Christine Heyder-Bühringer

## **ANLAGE 1      LAGEPLÄNE**

---

Anlage 1.1	Übersichtslageplan, M 1 : 25.000
Anlage 1.2	Lageplan mit Darstellung der Aufschlusspunkte, M 1 : 1000
Anlage 1.3	Ausschnitt aus der Geologischen Karte, M 1 : 25000

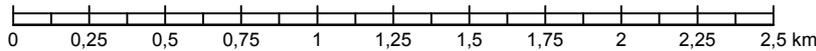


Q:\118000-118499\118364\500 CAD\520 GUTACHTEN\521 ARDA\118364-0-01-001 ÜBERSICHTSLAGEPLAN\_bie 23. Apr. 2018 01:21:36

## Legende

 Untersuchungsgelände

1:25.000



Stadt Crailsheim, Fachbereich Bauen und Planen  
Südliche Erweiterung BG Sauerbrunnen  
Geotechnische Erkundung

Projekt-Nr.  
118364  
Bericht-Nr.  
01

**CDM  
Smith**

Übersichtslageplan (Ausschnitt aus TOP25)

Maßstab  
1:25000

Datum  
23.04.2018  
Gezeichnet  
bie

Anlage-Nr.  
1.1

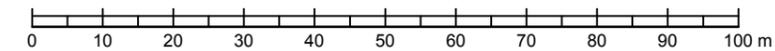


QA:118000-118499\118364\500 CAD\520 GUTACHTEN\621 ARDA\118364-0-01-002 LAGEPLAN\_RKS\_bie 23. Apr. 2018 01:21:32

### Legende

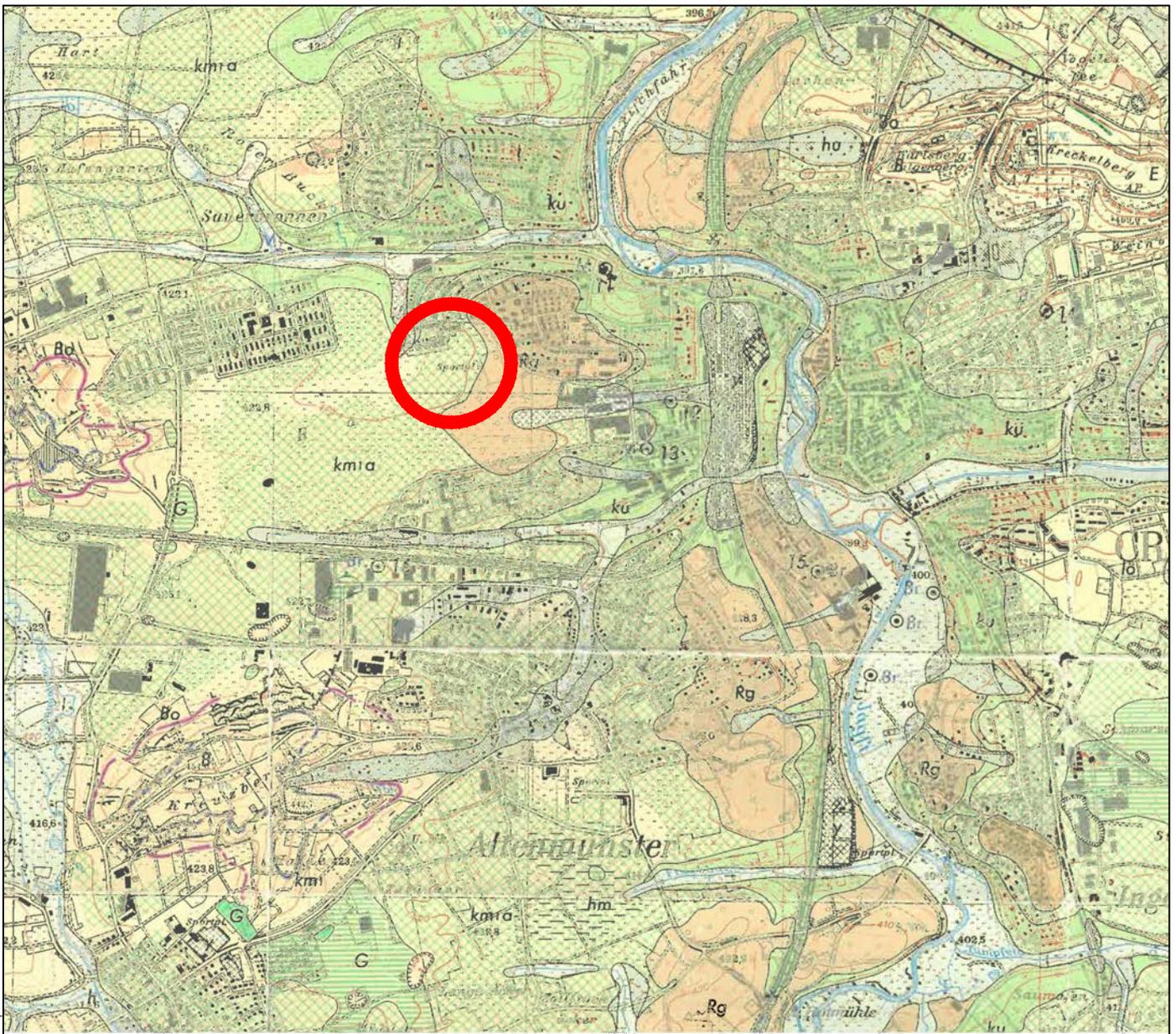
- ⊕ Rammkernsondierung RKS1 - RKS3
- ⊙ Schwere Rammsondierung DPH1 - DPH4

1:1.000



Plangrundlage: Lageplan Abseckung Bohrpunkte Stadt Crailsheim vom 22.03.2018

Stadt Crailsheim, Fachbereich Bauen und Planen Südliche Erweiterung BG Sauerbrunnen Geotechnische Erkundung	Projekt-Nr. 118364	<b>CDM Smith</b>
	Bericht-Nr. 01	
Lageplan mit Darstellung der Bohransatzpunkte	Maßstab 1:1000	Datum 23.04.2018
		Gezeichnet bie
		Anlage-Nr. <b>1.2</b>



## Legende

 Untersuchungsgebiet



### Aufgelöste Grundgips-Schichten

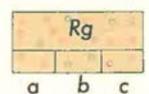
Stark verströzte, rötlichgraue Tonsteine mit geringen Gipsresten, Auslaugungsrückständen und Steinmergelbrocken



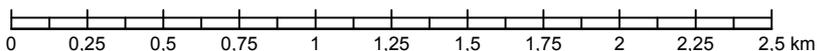
### Terrassenschotter, wohl ribeiszeitlich

Grobe Flußschotter aus Geröllen verschiedener Herkunft, oft sandig oder sandig-lehmig

a) Feuerstein-, b) Kieselsandstein-, c) Muschelkalkgerölle



1:25.000



Stadt Crailsheim, Fachbereich Bauen und Planen  
Südliche Erweiterung BG Sauerbrunnen  
Geotechnische Erkundung

Projekt-Nr.  
118364

Bericht-Nr.  
01

**CDM  
Smith**

Auszug aus der geologischen Karte  
Crailsheim, Blatt 6826

Maßstab  
1:25000

Datum  
24.04.2018  
Gezeichnet  
bie

Anlage-Nr.

1.3

## **ANLAGE 2      GELÄNDEBEFUNDE**

---

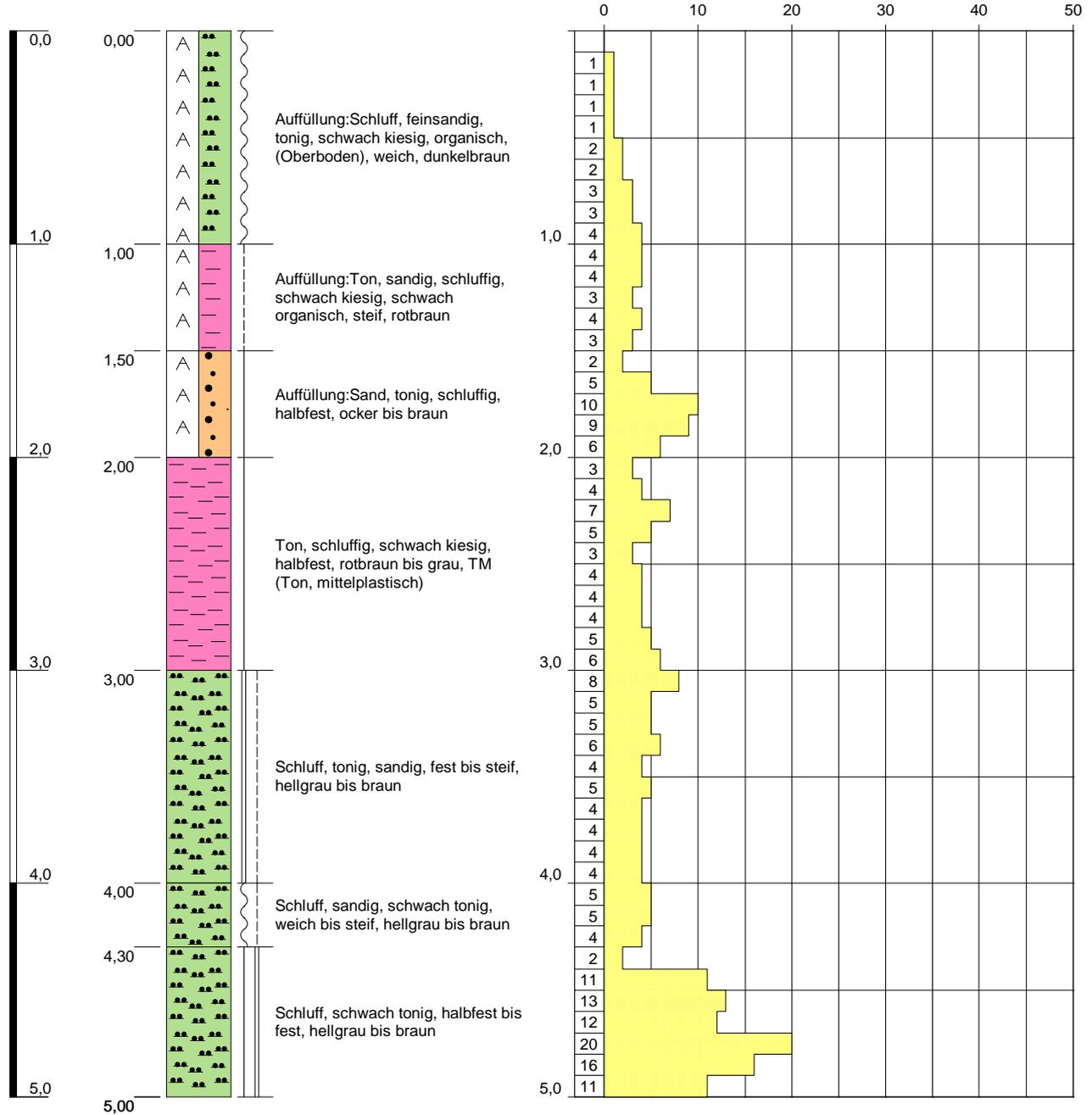
- |            |   |
|------------|---|
| Anlage 2.1 | Profile der Rammkernsondierungen gemäß DIN 4023 und Rammdiagramme |
| Anlage 2.2 | Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen gemäß DIN 4022    |
| Anlage 2.3 | Profilschnitt   |

Tiefe  
m u. GOK

RKS1

DPH1

Schlagzahl  
pro 10cm  
Eindringtiefe



Höhenmaßstab: 1:30

**Projekt:** Geot. Baugrunduntersuchung, Sauerbrunnen, Crailsheim  
Projekt Nr. 118364

**Aufschluss:** RKS1

Auftraggeber: Stadt Crailsheim

Rechtswert: -

Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH

Hochwert: -

Bearbeiter: C. Heyder / U. Biehler

Ansatzhöhe: 422,33 mNN

Bohr-Datum: 27.03.2018

Anlage: 2.1

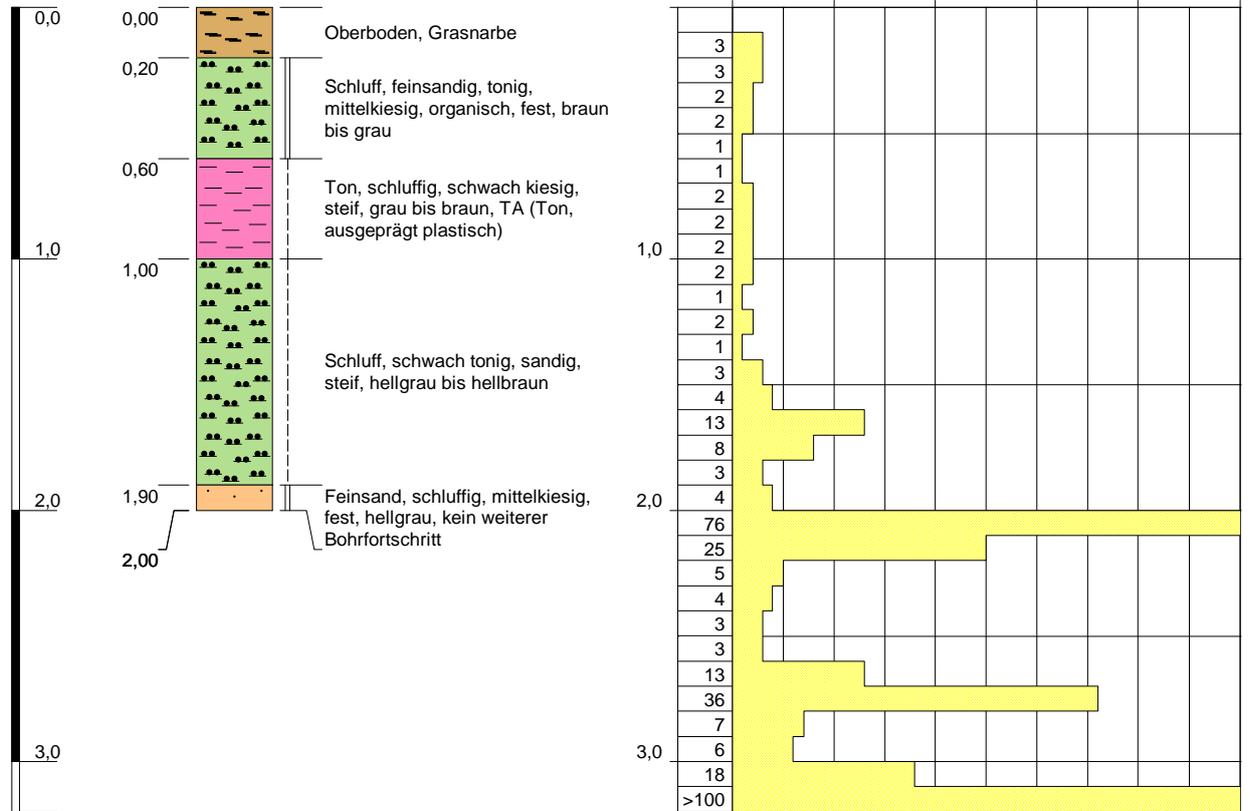
**CDM  
Smith**

Tiefe  
m u. GOK

**RKS2**

**DPH2B**

Schlagzahl  
pro 10cm  
Eindringtiefe



Höhenmaßstab: 1:30

**Projekt:** Geot. Baugrunduntersuchung, Sauerbrunnen, Crailsheim  
Projekt Nr. 118364

**Aufschluss:** RKS2

Auftraggeber: Stadt Crailsheim

Rechtswert: -

Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH

Hochwert: -

Bearbeiter: C. Heyder / U. Biehler

Ansatzhöhe: 417,76 mNN

Bohr-Datum: 27.03.2018

Anlage: 2.1

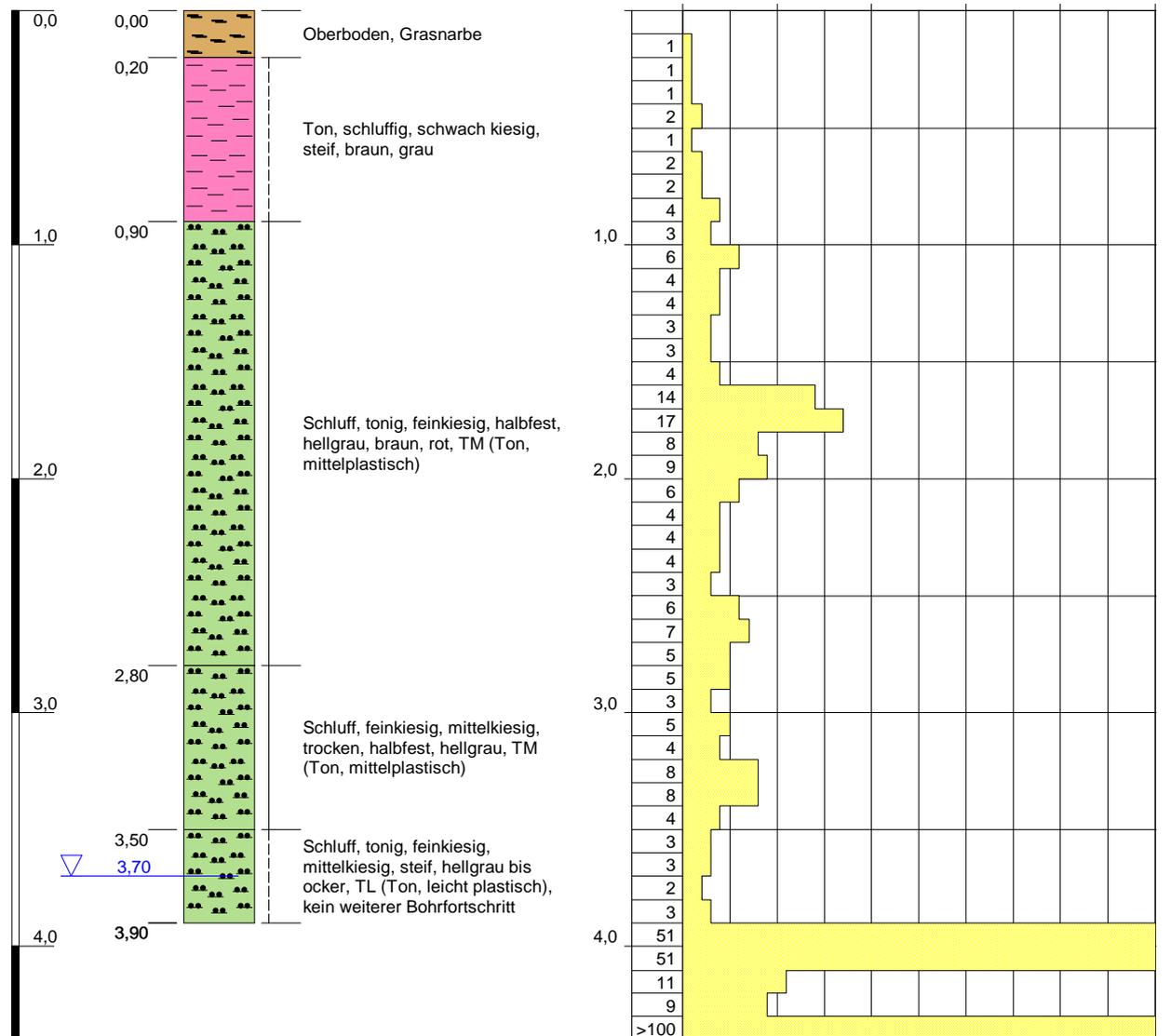
**CDM  
Smith**

Tiefe  
m u. GOK

**RKS3**

**DPH3**

Schlagzahl  
pro 10cm  
Eindringtiefe



Höhenmaßstab: 1:30

**Projekt:** Geot. Baugrunduntersuchung, Sauerbrunnen, Crailsheim  
Projekt Nr. 118364

**Aufschluss:** RKS3

Auftraggeber: Stadt Crailsheim

Rechtswert: -

Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH

Hochwert: -

Bearbeiter: C. Heyder / U. Biehler

Ansatzhöhe: 418,99 mNN

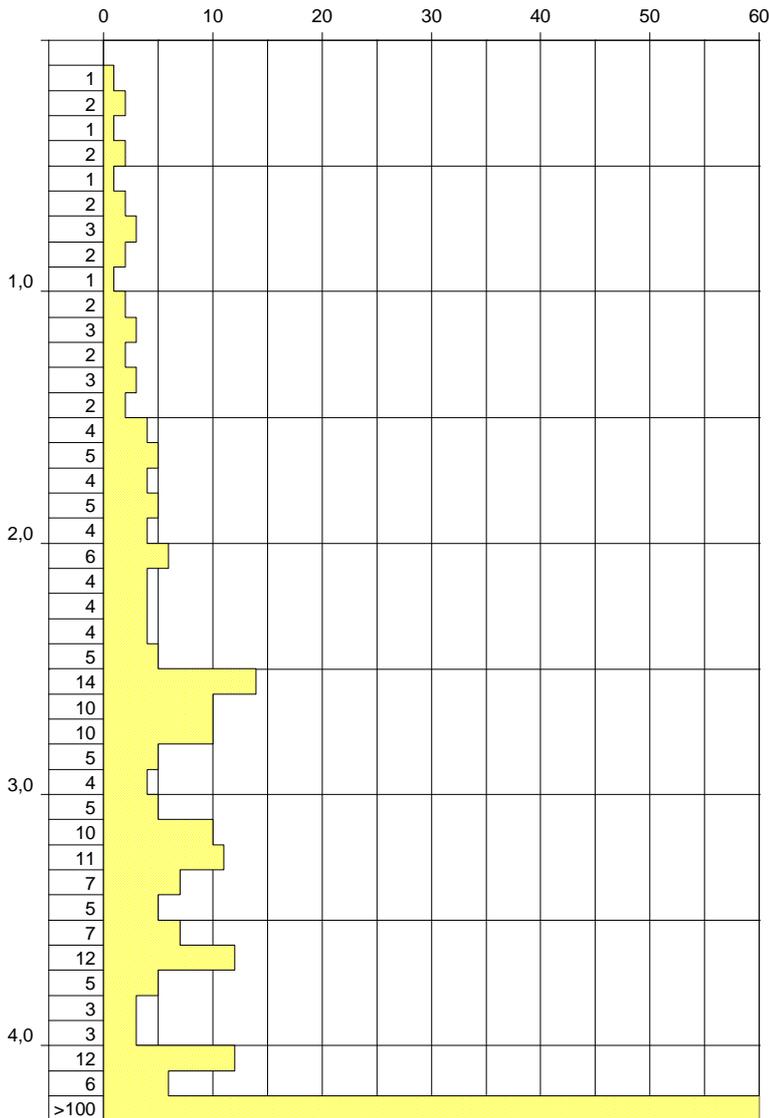
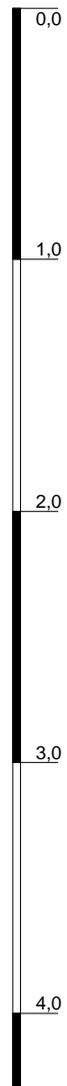
Bohr-Datum: 27.03.2018

Anlage: 2.1

**CDM  
Smith**

Tiefe  
m u. GOK

**DPH4**



Schlagzahl  
pro 10cm  
Eindringtiefe

Höhenmaßstab: 1:30

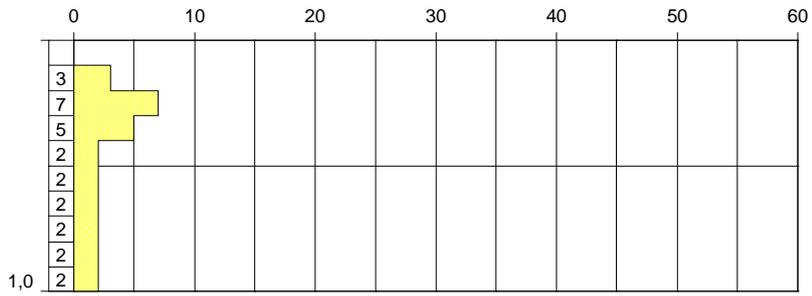
<b>Projekt: Geot. Baugrunduntersuchung, Sauerbrunnen, Crailsheim Projekt Nr. 118364</b>	
<b>Aufschluss: DPH4</b>	
Auftraggeber: Stadt Crailsheim	Rechtswert: -
Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH	Hochwert: -
Bearbeiter: C. Heyder / U. Biehler	Ansatzhöhe: 420,08 mNN
Bohr-Datum: 27.03.2018	Anlage: 2.1



Tiefe  
m u. GOK



**DPH2A**



Schlagzahl  
pro 10cm  
Eindringtiefe

Höhenmaßstab: 1:30

**Projekt:** Geot. Baugrunduntersuchung, Sauerbrunnen, Crailsheim  
Projekt Nr. 118364

**Aufschluss:** DPH2A

Auftraggeber: Stadt Crailsheim

Rechtswert: -

Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH

Hochwert: -

Bearbeiter: C. Heyder / U. Biehler

Ansatzhöhe: 417,76 mNN

Bohr-Datum: 27.03.2018

Anlage: 2.1



Anlage 2.2

**Schichtenverzeichnisse der  
Rammkernsondierungen ge-  
mäß DIN 4022**

---

		<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage: 2.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: 118364 geotechn. Baugrunduntersuchung Sauerbrunnen, Crailsheim						Datum: 27.03.2018		
Bohrung: RKS1								
1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1,00	a) Auffüllung: Schluff, feinsandig, tonig, schwach kiesig, organisch, (Oberboden)						B1	1,00
	b)							
	c) weich	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h)	i)				
1,50	a) Auffüllung: Ton, sandig, schluffig, schwach kiesig, schwach organisch						B2	1,50
	b)							
	c) steif	d)	e) rotbraun					
	f)	g)	h)	i)				
2,00	a) Auffüllung: Sand, tonig, schluffig						B3	2,00
	b)							
	c) halbfest	d)	e) ocker bis braun					
	f)	g)	h)	i)				
3,00	a) Ton, schluffig, schwach kiesig						B4	3,00
	b)							
	c) halbfest	d)	e) rotbraun bis grau					
	f)	g)	h) TM	i)				
4,00	a) Schluff, tonig, sandig						B5	4,00
	b)							
	c) fest bis steif	d)	e) hellgrau bis braun					
	f)	g)	h)	i)				

		<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage: 2.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2		
Projekt: 118364 geotechn. Baugrunduntersuchung Sauerbrunnen, Crailsheim						Datum: 27.03.2018		
Bohrung: RKS1								
1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
4,30	a) Schluff, sandig, schwach tonig						B6	4,30
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) hellgrau bis braun					
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Schluff, schwach tonig						B7	5,00
	b)							
	c) halbfest bis fest	d)	e) hellgrau bis braun					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

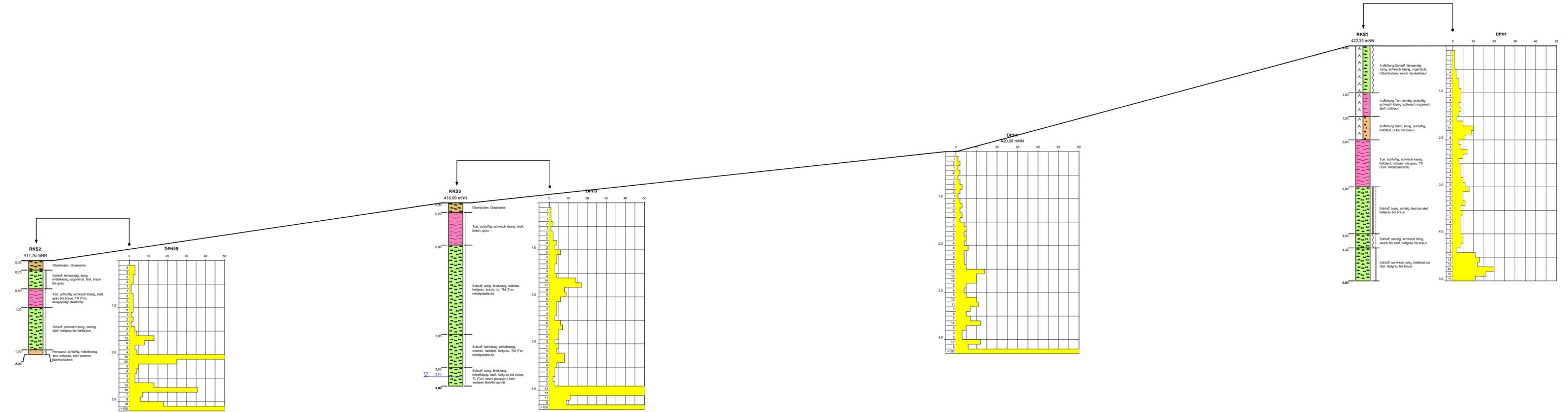
		<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage: 2.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: 118364 geotechn. Baugrunduntersuchung Sauerbrunnen, Crailsheim						Datum: 27.03.2018		
Bohrung: RKS2								
1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,20	a) Oberboden, Grasnarbe							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0,60	a) Schluff, feinsandig, tonig, mittelkiesig, organisch						B1	0,60
	b)							
	c) fest	d)	e) braun bis grau					
	f)	g)	h)	i)				
1,00	a) Ton, schluffig, schwach kiesig						B2	1,00
	b)							
	c) steif	d)	e) grau bis braun					
	f)	g)	h) TA	i)				
1,90	a) Schluff, schwach tonig, sandig						B3	1,90
	b)							
	c) steif	d)	e) hellgrau bis hellbraun					
	f)	g)	h)	i)				
2,00	a) Feinsand, schluffig, mittelkiesig				kein weiterer Bohrfortschritt		B4	2,00
	b)							
	c) fest	d)	e) hellgrau					
	f)	g)	h)	i)				

		<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage: 2.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: 118364 geotechn. Baugrunduntersuchung Sauerbrunnen, Crailsheim						Datum: 27.03.2018		
Bohrung: RKS3								
1	2			3		4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe			i) Kalk- gehalt		
0,20	a) Oberboden, Grasnarbe							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
0,90	a) Ton, schluffig, schwach kiesig						B1	0,90
	b)							
	c) steif	d)	e) braun, grau					
	f)	g)	h)					
2,80	a) Schluff, tonig, feinkiesig						B2	2,80
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellgrau, braun, rot					
	f)	g)	h) TM					
3,50	a) Schluff, feinkiesig, mittelkiesig						B3	3,50
	b)							
	c) trocken, halbfest	d)	e) hellgrau					
	f)	g)	h) TM					
3,90	a) Schluff, tonig, feinkiesig, mittelkiesig			kein weiterer Bohrfortschritt Wasserzutritt 3.70m			B4	3,90
	b)							
	c) steif	d)	e) hellgrau bis ocker					
	f)	g)	h) TL					

## Anlage 2.3 Profilschnitt

---

Q:\118000-118499\118364\500 CAD\520 GUTACHTEN\521 ARD\118364-01-004 SCHNITT. Die 25. Apr. 2018 12:50:22



**Legende**

BK Baugrundaufschlussbohrung

RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2:2005

	DPL	DPM	DPH
	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser:	3.57 cm	3.57 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt:	10.00cm <sup>2</sup>	10.00cm <sup>2</sup>	15.00cm <sup>2</sup>
Gestängedurchmesser:	2.20 cm	3.20 cm	3.20 cm
Rambärgewicht:	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
Fallhöhe:	50.00 cm	50.00 cm	50.00 cm

RAMMDIAGRAMM

Schlagzahl für 10 cm Eindringtiefe N10

ZEICHENERKLÄRUNG

Bodenarten (DIN EN ISO 14688-1)	Felsarten (DIN EN ISO 14689-1)	Bautechnische Eigenschaften
G Kies	Sst Sandstein	breiig
S Sand	^t Tonstein	weich
U Schluff	^d Dolomitstein	steif
T Ton		
X Steine		
	<b>Boden-/Felsarten (nicht-petrographisch)</b>	
	Mu Mutterboden	
	A Auffüllung	
	L Lehm	

Grundwasserstand nach Bohrende Angaben in m u. GOK

Grundwasser angebohrt Angaben in m u. GOK

naß (Vermässungzone oberhalb des Grundwassers)

weiche ( $\nabla 0,90$ )

steife ( $\nabla 1,60$ )

Weitere Unterteilungen bei Kies und Sand

g = grob (gG, gg, gS, gs)	Korngrößenbereich
m = mittel (mG, mg, mS, ms)	
f = fein (fG, fg, fS, fs)	

Nebenanteil (x,g,s,u,t,h.)

- schwach (<15% Nebengemengteil, z.B. s' = schwach sandig)
- stark (ca. 30-40% Nebengemengteil, z.B. ũ = stark schluffig)

Stad Crailsheim, Fachbereich Bauen und Planen Südliche Erweiterung BG Sauerbrunnen Geotechnische Erkundung	Projekt-Nr. 118364	
	Bericht-Nr. 01	
Geotechnischer Schnitt Ost - West	Maßstab L: 1:500 V: 1:50	Datum 25.04.2018 Gezeichnet bie
		Anlage-Nr. 2.3

**ANLAGE 3      BODENMECHANISCHE UN-  
TERSUCHUNGSERGEBNISSE**

---

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	RKS1	RKS1	RKS1	RKS2	RKS2	RKS3	RKS3		
Entnahmestelle					B4	B5+B6	B7	B2	B3	B2+B3	B4		
Zusätzliche Angaben					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Entnahmetiefe	von	m			gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört		
	bis	m			T/U,s,g'	T/U,s	U/T,s,g'	T,s',g'	U/T,s	T/U,s'	G,u/t,s		
Entnahmeart				TM	TM	TL	TA	TL	TM	GU* / GT*			
Probenbeschreibung													
Bodengruppe nach DIN18196													
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>										
Stratigraphie													
Kom-vertig.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil		%	1		21 / 49 / 25 / 5		46 / 36 / 13 / 5					
	bzw. --T/U--/S/G		Vers.-Typ			Komb.		Komb.					
Dichtebestimmung	Korndichte		ρ <sub>s</sub> t/m <sup>3</sup>	2									
	Feuchtdichte		ρ t/m <sup>3</sup>	3									
	Wassergehalt		w %	4		14,3		12,9		24,0	17,0	18,3	5,7
	Trockendichte		ρ <sub>d</sub> t/m <sup>3</sup>	5									
Verdichtungsg. / Lagerungsd. D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>				% / -	6								
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w %	7		18,2			19,0	18,9			
	Fließgrenze		w <sub>L</sub> %	8		41,4			31,2	38,6			
	Ausrollgrenze		w <sub>p</sub> %	8		19,4			15,0	18,0			
	Plastizitätszahl		I <sub>p</sub> %	8		22,0			16,2	20,6			
Glühverlust				V <sub>gl</sub> %	9								
Kalkgehalt nach SCHEIBLER				V <sub>Ca</sub> %	9								
Durchlässigkeitsbeiwert				k <sub>10°</sub> m/s	10								
Versuchsspannung				σ MN/m <sup>2</sup>	10								
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p <sub>n</sub> MN/m <sup>2</sup>	11									
	Steifemodul		E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp MN/m <sup>2</sup>	11									
	Konsolidierungsbeiwert		c <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /s	11									
Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven					12								
Quellversuche	Quellspannung		σ <sub>q</sub> MN/m <sup>2</sup>	13									
	Versuchsdauer		d	14									
	Quelldehnung		ε <sub>q,0</sub> %	15									
	Versuchsdauer		d	16									
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K %	17									
	Versuchsdauer		d	18									
Einaxiale Druckfestigk./-modul				q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub> MN/m <sup>2</sup>	19								
Probendurchmesser				cm	19								
Scherwiderst. d. Flügelsonde				τ <sub>FS</sub> MN/m <sup>2</sup>	20								
Scher-versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21									
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22									
	Reibungswinkel		φ °	23									
	Kohäsion		c MN/m <sup>2</sup>	23									
Einfache Proctordichte				ρ <sub>Pr</sub> t/m <sup>3</sup>	24								
Optimaler Wassergehalt				W <sub>Pr</sub> %	24								
Einbau-w / % Proctorenergie				W <sub>e</sub> /.. %	25								
Erreichte Trockendichte				ρ <sub>de</sub> t/m <sup>3</sup>	25								
Lockerste Lagerung				ρ <sub>d min</sub> t/m <sup>3</sup>	26								
Dichteste Lagerung				ρ <sub>d max</sub> t/m <sup>3</sup>	26								
Versuchsgerät / Durchmesser				-/cm	26								
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27									
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %	27									
	Schwellmaß / Dauer		% / d	27									
	CBR <sub>o</sub> ohne Wasserlagerung		%	28									
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%	28										
PDV	Verformungsmodul		E <sub>v1</sub> MN/m <sup>2</sup>	29									
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub> -	29									
	dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub> MN/m <sup>2</sup>	29									

Bemerkungen:

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

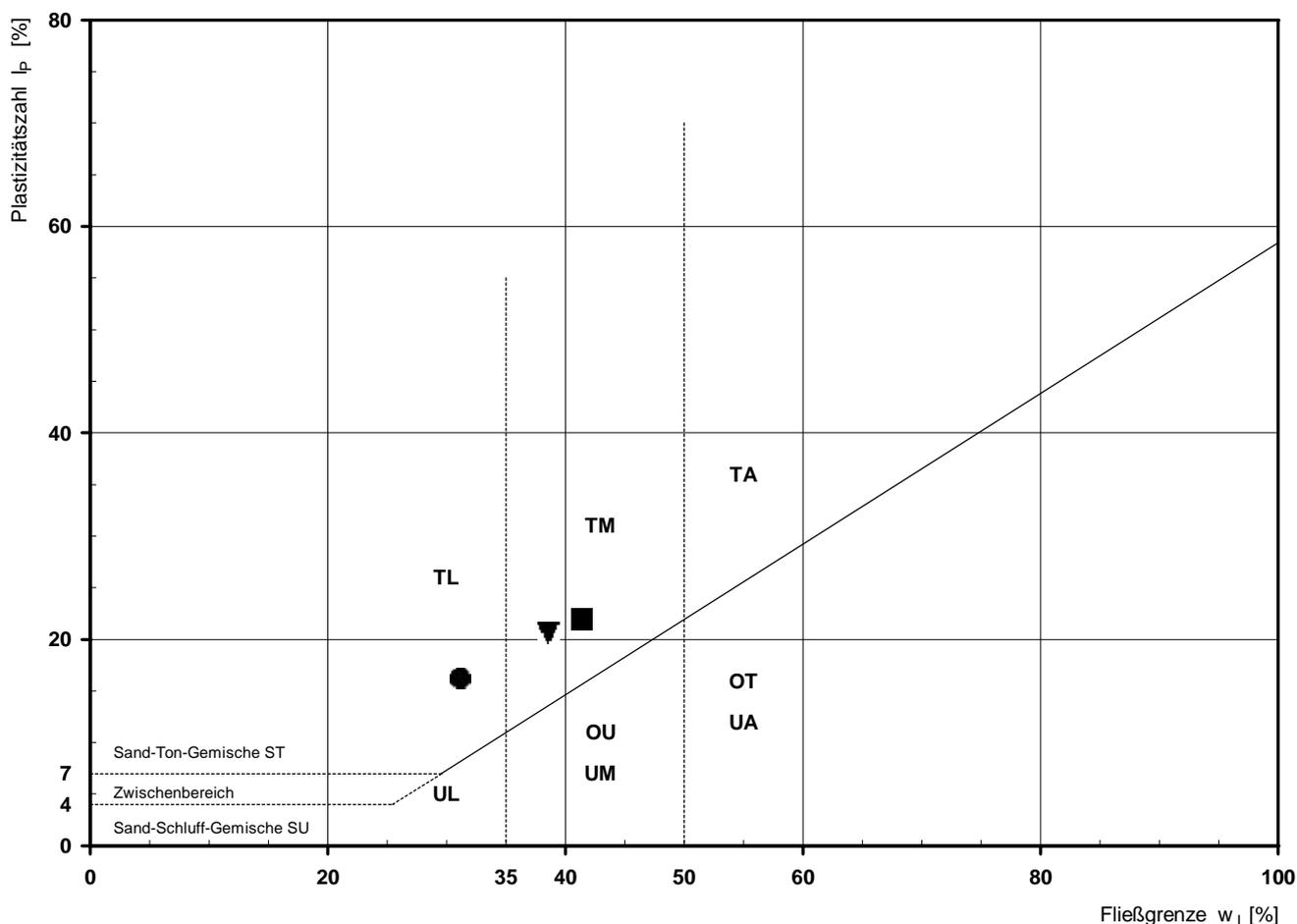
Entnahmedaten		Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:						
Entnahmestelle					RKS3					
Zusätzliche Angaben					B5					
Entnahmetiefe	von	m			0,00					
	bis	m			gestört					
Entnahmeart				U/T,g,s						
Probenbeschreibung				TL						
Bodengruppe nach DIN18196										
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>							
Stratigraphie										
Kom- vertig.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil		%	1						
	bzw. --T/U--/S/G		Vers.-Typ							
Dichte- bestimmung	Korndichte		ρ <sub>s</sub> t/m <sup>3</sup>	2						
	Feuchtdichte		ρ t/m <sup>3</sup>	3						
	Wassergehalt		w %	4	12,3					
	Trockendichte		ρ <sub>d</sub> t/m <sup>3</sup>	5						
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6						
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w %	7						
	Fließgrenze		w <sub>L</sub> %							
	Ausrollgrenze		w <sub>p</sub> %	8						
	Plastizitätszahl		I <sub>p</sub> %							
Glühverlust		V <sub>gl</sub>	%	9						
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub>	%							
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub>	m/s	10						
Versuchsspannung		σ	MN/m <sup>2</sup>							
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p <sub>n</sub> MN/m <sup>2</sup>							
	Steifemodul		E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp MN/m <sup>2</sup>	11						
	Konsolidierungsbeiwert		c <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /s							
	Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven			12						
Quellversuche	Quellspannung		σ <sub>q</sub> MN/m <sup>2</sup>	13						
	Versuchsdauer		d	14						
	Quelldehnung		ε <sub>q,0</sub> %	15						
	Versuchsdauer		d	16						
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K	%	17					
Versuchsdauer		σ <sub>0</sub> MN/m <sup>2</sup>	d	18						
Einaxiale Druckfestigk./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>	19						
Probendurchmesser			cm							
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>	20						
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21						
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22						
	Reibungswinkel		φ °	23						
	Kohäsion		c MN/m <sup>2</sup>							
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub>	t/m <sup>3</sup>	24						
Optimaler Wassergehalt		W <sub>Pr</sub>	%							
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> /..	%	25						
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub>	t/m <sup>3</sup>							
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub>	t/m <sup>3</sup>	26						
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub>	t/m <sup>3</sup>							
Versuchsgerät / Durchmesser			-/cm							
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27						
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %							
	Schwellmaß / Dauer		% / d							
	CBR <sub>o</sub> ohne Wasserlagerung		%							
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%	28							
PDV	Verformungs- modul		E <sub>v1</sub> MN/m <sup>2</sup>	29						
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub> -							
	dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub> MN/m <sup>2</sup>							

Bemerkungen:

## Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:		1	2	3				
Symbol:		■	●	▼				
Entnahmestelle:		RKS1 B4	RKS2 B3	RKS3 B2+B3				
Entnahmetiefe: von bis [m]		0,00	0,00	0,00				
Probenbeschreibung:		T/U,s,g'	U/T,s	T/U,s'				
Stratigraphie:								
Natürlicher Wassergehalt: (Feinanteil ≤ 0,4 mm) $w_F$ [%]		18,2	19,0	18,9				
Fließgrenze: $w_L$ [%]		41,4	31,2	38,6				
Ausrollgrenze: $w_P$ [%]		19,4	15,0	18,0				
Plastizitätszahl: $I_P$ [%]		22,0	16,2	20,6				
Konsistenzzahl: $I_C$ [-]		1,05	0,75	0,96				
Bodengruppe nach DIN 18196:		TM	TL	TM				
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischt-körnigen Böden)								

## Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle  
RKS1 B5+B6

Tiefe unter GOK: 0,00 m

Entnahmeart: gestört

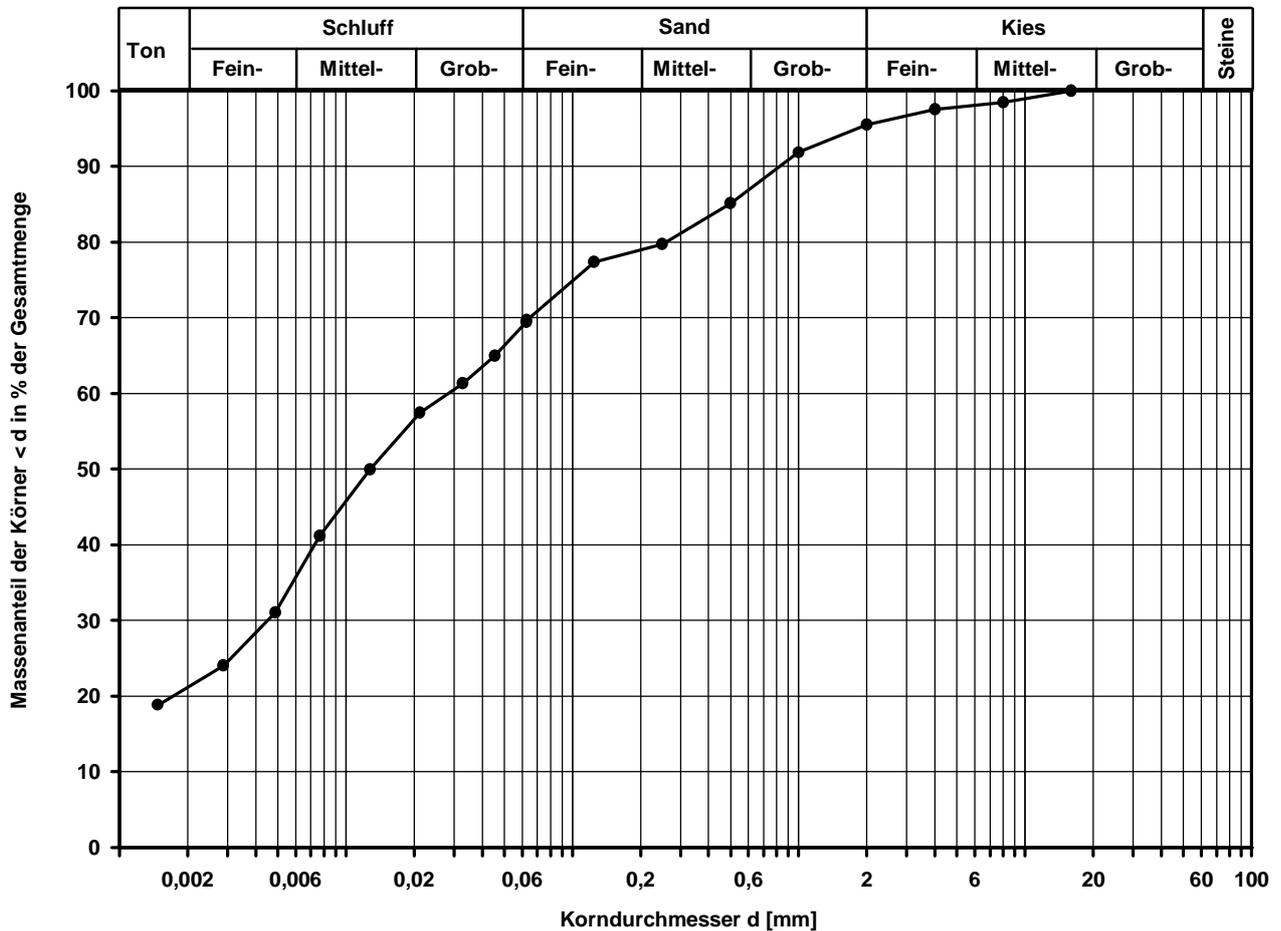
Probenbeschreibung: T/U,s	Bodengruppe: TM	Stratigraphie:
------------------------------	--------------------	----------------

Ausgeführt von: Bandmann	am: 06.04.2018	Gepr.:
Ausgewertet von: Rhode	am: 12.04.2018	

Entrn. am: 27.03.2018 von: CDM Smith

Kennziffer [%]	Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$	Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
21 / 49 / 25 / 5			0,0283	0,0128	0,0017	

Berechnung  $k_f$  Wert:  
nach Bialas: 1,536E-09 m/s



Bemerkungen:

## Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123  
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle

RKS2 B2

Tiefe unter GOK:

0,00 m

Entnahmeart:

gestört

Probenbeschreibung:

T, s', g'

Bodengruppe:

TA

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Kornmann

am: 09.04.2018

Gepr.:

Ausgewertet von: Rhode

am: 12.04.2018

Entrn. am: 27.03.2018

von: CDM Smith

Kennziffer  
[%]

46 / 36 / 13 / 5

Krümmungszahl  $C_c$   
 $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$

Ungleichförmigkeitszahl U  
 $U = d_{60} / d_{10}$

d60  
[mm]

0,0047

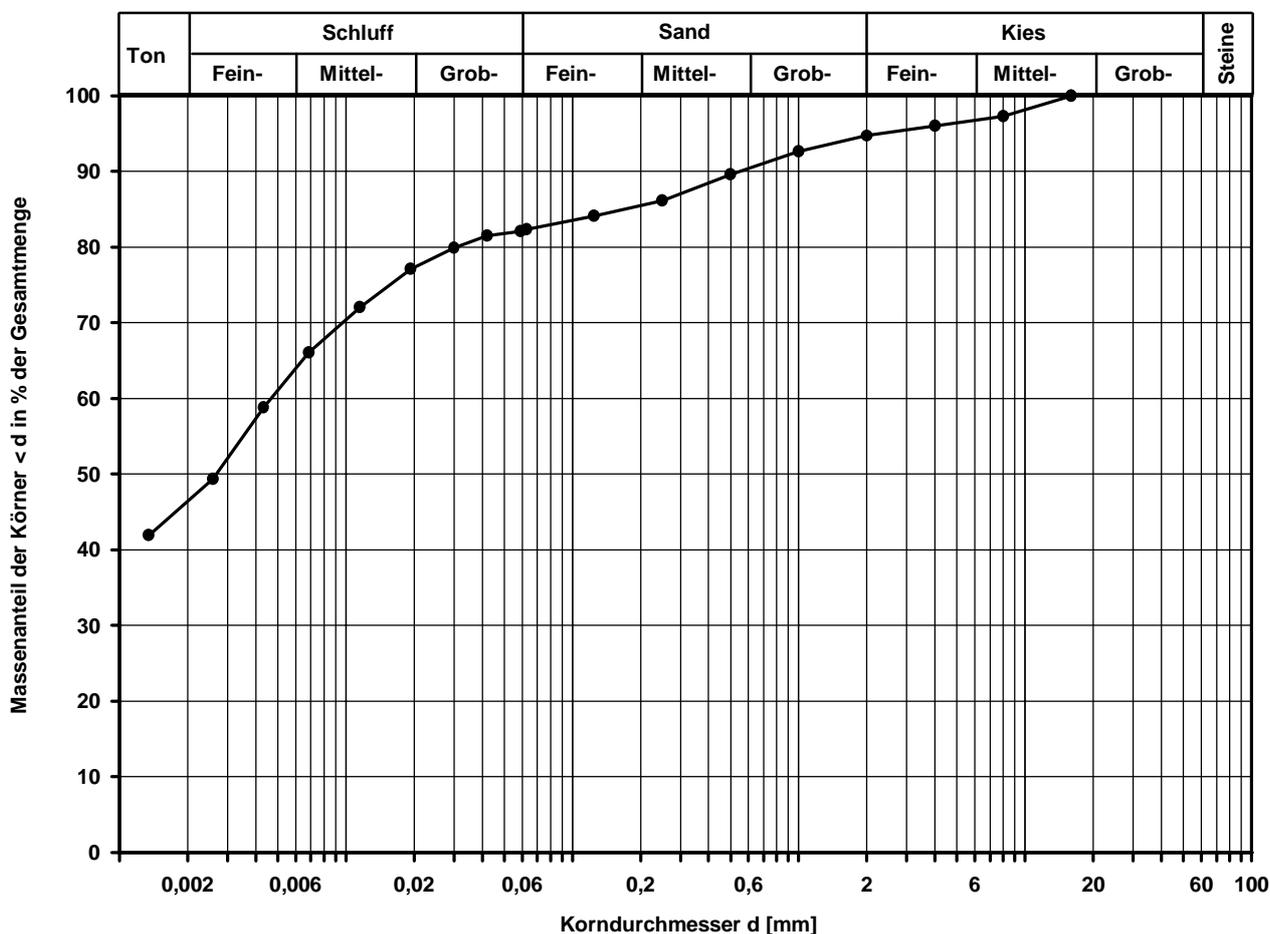
d50  
[mm]

0,0027

d20  
[mm]

d10  
[mm]

Berechnung  $k_f$  Wert:



Bemerkungen:

**ANLAGE 4      UMWELTCHEMISCHE LABOR-  
VERSUCHE**

---

- Anlage 4.1      Einstufung nach VwV Boden Baden-Württemberg
- Anlage 4.2      Prüfbericht Nr. UST-18-0040437/01-1, Synlab Analytics & Services Germany
- Anlage 4.3      Prüfbericht Nr. UST-18-0040347/01-1, Synlab Analytics & Services Germany

Anlage 4.1      **Einstufung nach VwV Boden  
Baden-Württemberg**

---



Anlage 4.2

**Prüfbericht Nr. UST-18-  
0040437/01-1, Synlab Analytics  
& Services Germany**

---

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Hohnerstraße 23 -  
70469 Stuttgart

CDM Smith Consult GmbH  
Frau Christine Heyder-Bühringer  
Hofwiesenstraße 17  
74564 Crailsheim

## Standort Stuttgart

Telefon: 0711-16272-0  
Telefax: 0711-16272-51  
E-Mail: [sui-stuttgart@synlab.com](mailto:sui-stuttgart@synlab.com)  
Internet: [www.synlab.de](http://www.synlab.de)

Seite 1 von 4

Datum: 09.04.2018

Prüfbericht Nr.: UST-18-0040437/01-1  
Auftrag-Nr.: UST-18-0040437  
Ihr Auftrag: schriftlich vom 29.03.2018  
Projekt: Auftrags-Nr. 118364-14218 / Erweiterung Sauerbrunnen,  
Crailsheim  
Eingangsdatum: 29.03.2018  
Probenahme durch: Auftraggeber  
Probenahmedatum: 27.03.2018  
Prüfzeitraum: 29.03.2018 - 09.04.2018  
Probenart: Boden



**Probenbezeichnung: MP (RKS 1-3)**  
Probe Nr.: UST-18-0040437-01

### Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	89,2	DIN EN 14346:2007-03
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN ISO 11262:2012-04 (UAU)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (UAU)



**Aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Summe BTXE	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS

**Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2013-05

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)

**Polychlorierte Biphenyle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
Summe PCB	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)

**Schwermetalle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasserauflschluss	--	-	DIN EN 13657:2003-01
Arsen	mg/kg TS	13	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	mg/kg TS	84	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	mg/kg TS	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	46	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	mg/kg TS	28	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	mg/kg TS	36	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	mg/kg TS	69	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Thallium	mg/kg TS	0,4	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

**Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	--	8,4	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	80	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	8,62	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403:2002-07 (UAU)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (UAU)

**Schwermetalle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	µg/l	2,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	µg/l	1,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	µg/l	<0,1	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	µg/l	2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

(UAU) - Augsburg

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.  
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 09.04.2018 um 15:27 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Anlage 4.3

**Prüfbericht Nr. UST-18-  
0040347/01-1, Synlab Analytics  
& Services Germany**

---

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Hohnerstraße 23 -  
70469 Stuttgart

## Standort Stuttgart

CDM Smith Consult GmbH  
Frau Christine Heyder-Bühringer  
Hofwiesenstraße 17  
74564 Crailsheim

<i>su/hey</i>				
Eing.: 12. April 2018				
CDM Smith Consult GmbH				

Telefon:  
Telefax:  
E-Mail:  
Internet:

0711-16272-0  
0711-16272-51  
sui-stuttgart@synlab.com  
www.synlab.de

Datum:

Seite 1 von 2

04.04.2018

Prüfbericht Nr.: UST-18-0040347/01-1  
Auftrag-Nr.: UST-18-0040347  
Ihr Auftrag: schriftlich vom 29.03.2018  
Projekt: Auftrags-Nr. 118364-13818 / Sauerbrunnen, Crailsheim  
Eingangsdatum: 29.03.2018  
Probenahme durch: Auftraggeber  
Probenahmedatum: 27.03.2018  
Prüfzeitraum: 29.03.2018 - 04.04.2018  
Probenart: Wasser



**Probenbezeichnung:** RS4 W1  
 Probe Nr.: UST-18-0040347-01

**Laboruntersuchungen**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Aussehen	--	viel Bodensatz	sensorisch
Geruch	--	eigenartig	sensorisch
Farbe	--	farblos	sensorisch
pH-Wert	--	6,52	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
Gesamthärte	°dH	24,8	DIN 38 409-H 6:1986-01
Nichtkarbonathärte	°dH	2,00	DIN 38 409-H 6:1986-01
Karbonathärte	°dH	22,8	DIN 38 409-H 7-2:2005-12
Permanganat-Index ( als O2)	mg/l	<0,50	DIN EN ISO 8467:1995-05
Chlorid	mg/l	2,22	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	18,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Ammonium	mg/l	0,020	DIN ISO 15923-1:2014-07
Sulfid gelöst (S)	mg/l	<0,01	DIN 38 405-D 26:1989-04
Calcium	mg/l	87,8	DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12
Magnesium	mg/l	54,5	DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12
Kalklösekapazität	mg CO2/l	<1	DIN 4030:2008-06 (*)

(\*) - nicht akkreditiertes Verfahren

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.  
 Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

  
 Robert Ottenberger  
 Niederlassungsleiter / Dipl.-Ing.