



Baugebiet Hummelsberg/ Heckenbühl

Orientierende Baugrunduntersuchung mit abfalltechnischer Voreinstufung

Projekt-Nr.: **242061**

Bericht-Nr.: **01**

Erstellt im Auftrag von:
Stadtverwaltung Crailsheim
Ressort Bauen und Verkehr, SG Tiefbau
Marktplatz 1
74564 Crailsheim

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

Crailsheim, 2019-11-28

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG..... 5
2	UNTERLAGEN 6
3	LAGE UND GEOLOGISCHER ÜBERBLICK..... 7
4	UNTERSUCHUNGSUMFANG 7
4.1	Geländearbeiten..... 7
4.2	Bodenmechanische und analytische Laboruntersuchungen 8
5	ERGEBNISSE DER GELÄNDEARBEITEN 9
5.1	Schichtenaufbau des Untergrundes 9
5.2	Grundwasserverhältnisse 10
6	ERGEBNISSE DER LABORUNTERSUCHUNGEN..... 11
6.1	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen 11
6.2	Ergebnisse der analytischen Laboruntersuchungen 12
6.3	Bodenmechanische Kennwerte 13
6.4	Zuordnung zu Homogenbereichen 13
7	BEWERTUNG..... 14
7.1	Tragfähigkeit des Untergrundes 14
7.2	Baugrubenböschung 15
7.3	Wasserhaltung 15
7.4	Versickerungsfähigkeit des oberflächennahen Untergrundes 16
7.5	Allgemeine Hinweise für die Erdarbeiten 16
8	EMPFEHLUNGEN ZUM WEITEREN VORGEHEN..... 16
9	SCHLUSSBEMERKUNG..... 17

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 4.1: Laborproben zur Deklarationsanalytik	9
Tabelle 5.1: Lage Oberkanten sowie Mächtigkeiten der aufgeschlossenen Schichteinheiten	9
Tabelle 6.1: Kornverteilungen.....	11
Tabelle 6.2: Zustandsgrenzen	12
Tabelle 6.3: Natürliche Wassergehalte	12
Tabelle 6.4: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	13
Tabelle 6.5: Bodengruppen (DIN 18196) u. Homogenbereiche (DIN 18300/18301) ..	13

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1** **Lageplan mit Darstellung der Aufschlusspunkte**

- Anlage 2** **Geländebefund**
 - Anlage 2.1 Schichtprofile (RKS1 – RKS4), Schlagzahldiagramme (DPH1-DPH4)
 - Anlage 2.2 Schichtenverzeichnisse

- Anlage 3** **Bodenmechanische Laborergebnisse**

- Anlage 4** **Umweltchemische Untersuchungen**
 - Anlage 4.1 Abfalltechnische Einstufung nach VwV Boden
 - Anlage 4.2 Laborprüfbericht Boden (UST-19-0150399/01-1)

- Anlage 5** **Fotodokumentation Baggerschurf**

1 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Crailsheim plant die Erschließung des Baugebietes Hummelsberg/ Heckenbühl in Crailsheim – Roßfeld.

Auf der Grundlage unseres Angebotes A124053 vom 02.10.2019 wurde die CDM Smith Consult GmbH am 11.10.2019 mit einer orientierenden Baugrunderkundung inkl. abfalltechnischer Bewertung sowie der Ausführung der hierfür notwendigen Erkundungs- und Laborarbeiten beauftragt.

Nach Auswertung der zur Verfügung gestellten Unterlagen zur Kampfmittelvorerkundung [U4] wurden im Vorfeld der Aufschlussarbeiten alle Bohrpunkte von einem Vermessungstechniker der Stadt Crailsheim ausgeflockt und mittels Oberflächendetektion durch einen Feuerwerker nach § 20 SprengG freigemessen.

Der vorliegende Bericht dokumentiert und bewertet die Untersuchungsergebnisse der geotechnischen Erkundung sowie der bodenmechanischen und analytischen Laboruntersuchungen in Hinblick auf den geplanten Kanal- und Leitungsbau sowie die Erstellung der Verkehrsflächen.

2 UNTERLAGEN

- [U1] Landesvermessungsamt Baden-Württemberg: TOP25: Digitale Topographische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 6826 Crailsheim, M 1 : 25.000
- [U2] Geologisches Landesamt Baden-Württemberg: Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 6826 Crailsheim, M 1 : 25.000, 1980
- [U3] Stadt Crailsheim: BG Hummelsberg/ Heckenbühl, Roßfeld, Baugrunduntersuchung, Ressort 9, SG Bauen und Verkehr, 20.08.2019
- [U4] Kampfmittelbeseitigungsdienst, Regierungspräsidium Stuttgart: Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen / Luftbildauswertung, Roßfeld, Martha-McCarthy-Straße, Flst.: 950/1, 975/21, 975/9,946+946/1; Aktenzeichen 16-1115.8/SHA-2752, inkl. Karte NO6163, M1:2500, 09.05.2017
- [U5] DIN EN 1997, EC 7 Entwurf, Bemessung und Berechnung in der Geotechnik- Teil 1: Allgemeine Regeln, 2014-03; Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds, 2010-10
- [U6] DIN 18300, VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), Erdarbeiten, 2016-09
- [U7] DIN 18301, VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), Bohrarbeiten, 2016-09
- [U8] ZTV E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- [U9] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007, Vorschriftensammlung der Gewerbeaufsicht Baden-Württemberg, Version 01/2016.
- [U10] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Fahrzeug und Fahrbahn: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12), Ausgabe 2012
- [U11] DWA Arbeitsblatt 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2. korrigierte Auflage, April 2005.

3 LAGE UND GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Das Untersuchungsgelände schließt im Süden an die bestehende Wohnbebauung der Straße „Zu den Hirtenwiesen“ und eine Gewerbeeinheit der Haller Straße im Crailsheimer Stadtteil Roßfeld an. Im Südwesten wird die geplante Erschließungsfläche begrenzt durch landwirtschaftliche Grünflächen und im Südosten durch die Bebauung der Martha-McCarthy-Straße.

Das Untersuchungsgelände steigt ausgehend von Süden mit einer Geländehöhe von ca. 430 m NN nach Norden auf ca. 441 m NN an.

Die Lage des Untersuchungsgeländes ist dem Übersichtslageplan in Anlage 1 zu entnehmen.

Nach den Angaben der Geologischen Karte von Baden Württemberg [U2] stehen im zu untersuchenden Gelände die Schichtpakete des Gipskeupers (km1) in Form von rotem und graugrünem Ton- und Mergelstein an. Von Westen zieht die Bochinger Bank (Bo) überdeckt von Lesesteindecken aus feinkörnigem, graubraunem Quarzit in das Untersuchungsgebiet ein.

4 UNTERSUCHUNGSUMFANG

4.1 Geländearbeiten

Die Aufschlusspunkte wurden unter Berücksichtigung des Verlaufs der geplanten Erschließungsstraße vorab festgelegt und vom Auftraggeber vor Ort ausgepflockt. Am 23. und 24.10.2019 wurden im Untersuchungsgebiet vier Rammkernsondierungen (RKS) zur Erkundung des Schichtenaufbaus im Untergrund bis zur Rammbarkeitsgrenze abgeteuft. Das erbohrte Material aus den Rammkernsondierungen wurde in bergfrischem Zustand angesprochen und in Schichtenverzeichnissen aufgenommen. Aus dem Bohrgut wurden je Bohrmeter bzw. schichtspezifisch Bodenproben entnommen, welche für bodenmechanische und analytische Laboruntersuchungen verwendet wurden bzw. zur Beweissicherung zurückgestellt sind.

Zur Ermittlung der Eindringwiderstände und zur Erkundung der Festigkeitseigenschaften wurden neben den Rammkernsondierungen in einem Abstand von ca. 0,5 m insgesamt vier schwere Rammsondierungen (DPH) bis bis zur Rammbarkeitsgrenze bzw. bis zur Maximaltiefe von 9,9 m unter GOK abgeteuft.

Des Weiteren wurde im Bereich der Bohransatzpunkte RKS4/DPH4 ein Baggerschurf durchgeführt, nachdem bei der Rammkernsondierung in einer Tiefe von 2,5 bis 4,7 m unter GOK ein Hohlraum lokalisiert wurde. Die in unmittelbarer Nähe durchgeführte schwere Rammsondierung wies von 2,8 m bis 4,9 m unter GOK einen sehr geringen Rammwiderstand mit zum Teil 1 Schlag pro 40 cm auf. Der Bagger eröffnete im Bereich der Bohrungen einen Hohlraum mit einer seitlichen Ausdehnung von bis zu 3 m, der bis ca. 1 m unter GOK schachtförmig ausläuft.

Unterhalb des Hohlraums waren mit der DPH bis zur Endteufe von knapp 10 m Schlagzahlen von 1-2 Schlägen pro 10 cm Tiefe zu verzeichnen.

Die Bohrprofile der Rammkernsondierungen, sowie die Schlagzahldiagramme der schweren Rammsondierungen sind in der Anlage 2.1 dargestellt. Bei den abgebildeten Schlagzahldiagrammen ist die Anzahl der genormten Sondierschläge N10, die jeweils für einen Sondierfortschritt von 10 cm erforderlich sind, über die Tiefe aufgetragen. Die Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 2.2 enthalten.

Die Ansatzpunkte der Rammkern- und schweren Rammsondierungen sind im Lageplan der Anlage 1 dargestellt.

Bis zum Ende der Bohrarbeiten war lediglich bei der Sondierung DPH2 Grundwasserzutritt ab 6,4 m unter GOK zu verzeichnen. Der Wasserspiegel war nach zwei Stunden auf ca. 4,6 m angestiegen.

Nach Abschluss der Erkundungsarbeiten wurden alle Bohrlöcher mit Quellton oberflächeneben verfüllt.

4.2 Bodenmechanische und analytische Laboruntersuchungen

Ergänzend zur Profilaufnahme im Gelände wurden an ausgewählten Proben als Grundlage zur Festlegung von bodenmechanischen Kennwerten und zur Einstufung der angetroffenen Schichteinheiten im bodenmechanischen Labor der FeBoLab GmbH folgende bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt:

- 6 x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123
- 6 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122/T1
- 6 x Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes nach DIN 18 121

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind detailliert in Anlage 3 dargestellt.

Zur Bestimmung der Entsorgungs-/Wiedereinbaumöglichkeiten der in den Erkundungsbohrungen erschlossenen Bodenschichten wurden an ausgewählten Einzelproben, die nicht für bodenmechanische Versuche verwendet wurden, abfalltechnische Deklarationsanalysen nach dem Parameterumfang der VwV Boden (Baden Württemberg) [U9] durchgeführt.

Hierzu wurden die in Tabelle 4.1 aufgeführten Einzelproben untersucht.

Tabelle 4.1: Laborproben zur Deklarationsanalytik

Einzelprobe	Material	Parameterumfang
RKS1 (2,0-3,5m)	Ton, stark schluffig	VwV Boden
RKS3 (0,2-1,0m)	Ton, schwach organisch	VwV Boden
RKS3 (2,5-3,2m)	Tonstein, Tonmergelstein	VwV Boden
RKS4 (2,0-2,5m)	Ton, stark schluffig	VwV Boden

Die detaillierten Ergebnisse der analytischen Untersuchungen sind unter Angabe der Einstufung des Bodenmaterials gemäß VwV Boden [U9] in Anlage 4.1 sowie in Kapitel 6.2 dargestellt.

5 ERGEBNISSE DER GELÄNDARBEITEN

5.1 Schichtenaufbau des Untergrundes

Die Erkundungsbohrungen RKS1 bis RKS4 wurden als Rammkernsondierungen ausgeführt. Ausgehend von der Geländeoberkante bis zur Endteufe wurden die folgenden Bodenschichten aufgeschlossen.

- Mutterboden
- Verwitterungslehm
- Gipskeuper: Ton-/ Mergelstein

Die Mächtigkeiten und Tiefenlagen der aufgeschlossenen Schichteinheiten sind nachfolgend in Tabelle 5.1 zusammengefasst.

Tabelle 5.1: Lage Oberkanten sowie Mächtigkeiten der aufgeschlossenen Schichteinheiten

Aufschluss	RKS1	RKS2	RKS3	RKS4
Ansatzhöhe [m ü. NN]	433,50	430,05	433,20	441,49
Mutterboden	433,50 0,25	430,05 0,20	433,20 0,20	441,49 0,20
Verwitterungslehm	433,25 3,25	429,85 3,60	433,00 2,60	Hohlraum: OK 2,50 (438,99 mNN) UK 4,70 (436,79 mNN) darunter Nachfall, locker gelagert
Gipskeuper	430,00 1,70	426,25 0,20	430,40 0,40	
Endtiefe [m ü. NN]	428,3	426,05	430,00	433,49
Endtiefe [m u. GOK]	5,20	4,00	3,20	8,00

Erste Ziffer: Schichtoberkante in m (unter GOK)
Zweite Ziffer: Schichtmächtigkeit in m

Die in der nachfolgenden Schichtbeschreibung aufgeführten Angaben zur Konsistenz (feinkörnige Böden) basieren neben der vor Ort am Bohrgut erfolgten Bodenansprache auf den ermittelten Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen und den vorliegenden Ergebnissen der bodenmechanischen Laboruntersuchungen.

Nach den geotechnischen Erkundungen der mittels Rammkernsondierungen durchhörten Bodenschichten ergibt sich im Bereich des geplanten Erschließungsgebietes Hummelsberg/Heckenbühl folgendes Bild über den Untergrund:

- Die Geländeoberfläche der RKS1 bis RKS4 wird von einer Mutterbodenschicht gebildet, die mit einer Mächtigkeit von 0,20 bis 0,25 m nachgewiesen ist.
- Unterhalb des Mutterbodens steht im geplanten Baugebiet der gewachsene Boden in Form von Verwitterungslehm aus schluffigem zum Teil auch sandigen Ton in überwiegend steifer und halbfester Konsistenz an. Nach den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen (DPH1 bis DPH4) wurden für den angetroffenen Verwitterungslehm eher niedrigere Schlagzahlen im Bereich von $N_{10} = 3$ bis 6 ermittelt. Die über die Ansprache des entnommenen Bohrgutes sowie durch die bodenmechanischen Laborversuche nachgewiesene Zustandsform weist eher auf steife bis halbfeste Konsistenz der überwiegend bindigen Bodenschichten hin.
- Darunter wurde zwischen 426,25 m NN (RKS2) und 430,40 m NN (RKS3) der Übergang zum Festgestein in Form von Ton- und Mergelgestein erreicht. Diese wurden in eher entfestigten bis zersetzten Verwitterungsgraden angetroffen. Nach den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen (DPH1 bis DPH3) steigen die Schlagzahlen im verwitterten Festgestein auf $N_{10} = 6$ bis 15 an. Bis zum Erreichen der Endteufe von rd. 9,9 m unter GOK wurde im gesamten Erschließungsgebiet kein unverwittertes Festgestein der ehemaligen Bodenklasse 7 erschlossen.

Detaillierte Angaben zu den angetroffenen Bodenschichten und den entnommenen Proben sind den Schichtenverzeichnissen in Anlage 2.2 und den Bohrprofilen in Anlage 2.1 zu entnehmen.

5.2 Grundwasserverhältnisse

In den Aufschlussbohrungen RKS1, RKS3 und RKS4 und zugehörigen Rammsondierungen wurde im Zuge der Erkundungsarbeiten kein zutretendes Grund- oder Schichtwasser angetroffen.

Lediglich bei der schweren Rammsondierung DPH2 war nach dem Ziehen des Gestänges ein Wasserzutritt bei 6,4 m unter GOK zu verzeichnen. Der Ruhewasserspiegel stellte sich nach ca. 2 Stunden bei 4,6 m unter GOK ein. Folglich ist von gespannten Grundwasserverhältnissen auszugehen. Zur Überprüfung der tatsächlichen Grundwasserverhältnisse wird die Errichtung einer Messstelle im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens empfohlen.

6 ERGEBNISSE DER LABORUNTERSUCHUNGEN

6.1 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Zur Festlegung der bodenmechanischen Kennwerte und zur Einstufung der in den Rammkernsondierungen angetroffenen Schichteinheiten wurden im bodenmechanischen Labor Versuche zur Bestimmung der Kornverteilung, der Zustandsgrenzen und der natürlichen Wassergehalte durchgeführt.

Kornverteilungen:

Aus sechs ausgewählten Bodenproben des angetroffenen gewachsenen Bodens wurden Kornverteilungen durch kombinierte Sieb- und Schlämmanalysen nach DIN 18 123 durchgeführt.

Die ermittelten Gewichtsprozent der einzelnen Kornfraktionen sind nachfolgend in Tabelle 6.1 zusammengefasst.

Tabelle 6.1: Kornverteilungen

Probe	Korndurchmesser [Gew.-%]			Bodenart	Boden- gruppe
	≤ 0,063 mm	0,06 bis ≤ 2,0 mm	2,0 bis ≤ 100 mm		
RKS1(1,0-2,0m)	96	4	0	U/T	TL
RKS2 (0,5-2,0m)	98	2	0	T/U	TM
RKS2 (3,0-3,8m)	90	9	1	T/U,s'	TM
RKS3 (1,0-2,5m)	89	10	1	T,s'	TA
RKS4 (0,9-2,0m)	60	37	3	U/T,s*	TL
RKS4(5,7-7,5m)	72	23	5	T/U,s (Tst)	TM

Zustandsgrenzen:

An ausgewählten Proben aus dem gewachsenen Boden wurden die Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1 ermittelt.

Die Untersuchungsergebnisse sind nachfolgend in Tabelle 6.2 dargestellt.

Tabelle 6.2: Zustandsgrenzen

Probe	Konsistenzzahl	Plastizitätszahl	Zustandsform	Bodenart	Bodengruppe DIN 18196
	(I _c)	(I _p) [%]			
RKS1(1,0-2,0m)	1,11	16,2	halbfest	U/T	TL
RKS2 (0,5-2,0m)	1,14	20,5	halbfest	T/U	TM
RKS2 (3,0-3,8m)	1,05	23,8	halbfest	T/U,s'	TM
RKS3 (1,0-2,5m)	0,84	34,0	steif	T,s'	TA
RKS4 (0,9-2,0m)	0,84	16,1	steif	U/T,s*	TL
RKS4(5,7-7,5m)	1,39	17,8	halbfest	T/U,s (Tst)	TM

Natürliche Wassergehalte:

Der natürliche Wassergehalt wurde an 6 ausgewählten Bodenproben nach DIN 18 121/T1 durch Ofentrocknung bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6.3 zusammengefasst.

Tabelle 6.3: Natürliche Wassergehalte

Probe	Nat. Wassergehalt [Gew.-%]	Bodenart	Bodengruppe DIN 18196
RKS1(1,0-2,0m)	15,7	U/T	TL
RKS2 (0,5-2,0m)	17,6	T/U	TM
RKS2 (3,0-3,8m)	18,6	T/U,s'	TM
RKS3 (1,0-2,5m)	27,2	T,s'	TA
RKS4 (0,9-2,0m)	19,4	U/T,s*	TL
RKS4(5,7-7,5m)	12,2	T/U,s (Tst)	TM

Die aus den anstehenden Böden entnommenen Proben weisen Wassergehalte zwischen 12,2% und 27,2% auf.

Alle detaillierten Einzelergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind der Anlage 3 zu entnehmen.

6.2 Ergebnisse der analytischen Laboruntersuchungen

Als Grundlage für die Ermittlung von Entsorgungs-/Wiedereinbaumöglichkeiten wurden bei ausgewählten Einzelproben der in den Erkundungsbohrungen erschlossenen Bodenschichten Deklarationsanalysen nach dem Parameterumfang der VwV Boden (Baden Württemberg) [U9] durchgeführt.

Entsprechend den Ergebnissen der Deklarationsanalysen ist das untersuchte Bodenmaterial des gewachsenen Bodens im Erschließungsgebiet als Z0-Material gemäß [U9] einzustufen.

Die detaillierten Ergebnisse der analytischen Untersuchungen sind unter Angabe der Einstufung des Bodenmaterials gemäß VwV Boden in Anlage 4.1 dargestellt. Die Laborprüfberichte sind in Anlage 4.2 enthalten.

6.3 Bodenmechanische Kennwerte

Den Baugrundsichten werden die in der Tabelle 6.4 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte zugewiesen. Die Festlegung der Werte erfolgt auf Grundlage der Ergebnisse aus den Aufschlussbohrungen und schweren Rammsondierungen, den bodenmechanischen Laborversuchen sowie anhand der CDM Smith vorliegenden Erfahrungen mit vergleichbaren Baugrundverhältnissen.

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

Tabelle 6.4: Charakteristische bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Schichteinheit	Wichte γ [kN/m ³]	Wichte γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Verwitterungslehm/ Verwitterungszone Gipskeuper: TL, TM, TA (GT*)	18-21	8-11	17,5-30	10-30	3-20

6.4 Zuordnung zu Homogenbereichen

In Tabelle 6.5 erfolgt eine Zuordnung der im Bereich des Erschließungsgebietes aufgeschlossenen Bodenschichten zu den Bodengruppen nach DIN 18196 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke) und zu den Homogenbereichen nach DIN 18300 (Boden- und Felsklassifikationen für Erdarbeiten gemäß VOB, Teil C).

Der angetroffene Mutterboden/ Oberboden wird hierbei nicht berücksichtigt, da er aus erdbau-technischer Sicht nicht relevant ist.

Tabelle 6.5: Bodengruppen (DIN 18196) u. Homogenbereiche (DIN 18300/18301)

Parameter	Einheit	Schicht 1: Verwitterungslehm/ Verwitterungszone Gipskeuper
Maximaltiefe (unter GOK)	[m]	0,2 – 10,0+
Bodengruppe	[-]	TL, TM, TA (GT*)

Parameter	Einheit	Schicht 1: Verwitterungslehm/ Verwitterungszone Gipskeuper
ortsübliche Bezeichnung	[-]	Ton, schluffig, zum Teil sandig, Tonstein-Zersatz
Frostempfindlichkeit	-	F3 (F2)
Homogenbereich	[-]	B
Korngrößenverteilung: Ton/ Schluff Sand Kies	[%]	72-98 2-37 0-5 (nimmt mit zunehmender Tiefe zu)
Massenanteil: Steine, Blöcke, große Blöcke	[%]	0 - 50
Dichte	[g/cm ³]	1,8 - 2,1
Kohäsion	[kN/m ²]	10 - 30
undräßierte Scherfestigkeit	[kN/m ²]	30 - 70
Wassergehalt	[%]	12,2 - 27,2
Konsistenzzahl	[-]	0,84 - 1,39
Plastizitätszahl	[-]	16,1 - 34,0
Lagerungsdichte	[-]	locker bis mitteldicht
Durchlässigkeit	[m/s]	10 ⁻⁸ bis 10 ⁻⁹ m/s
Organischer Anteil	[%]	0 - 5
Verwitterungsgrad	[-]	stark verwittert bis zersetzt
Abrasivität		nicht bis kaum abrasiv

(*) untergeordnet

Die Angaben wurden im Zuge der geotechnischen Erkundung auf Grundlage der bodenmechanischen Laborergebnisse erhoben. Abweichungen bei der Bauausführung sind möglich.

7 BEWERTUNG

7.1 Tragfähigkeit des Untergrundes

Mit den durchgeführten Baugrundaufschlüssen wurden unter dem vorhandenen Mutterboden gewachsene Bodenschichten in Form von schluffigen Tonen mit sandigen Bestandteilen in überwiegend steifer bis halbfester Konsistenz erbohrt.

Die anstehenden bindigen Bodenschichten sind mittel bis stark frostempfindlich (Bodengruppen TA, TM, TL) und den Frostempfindlichkeitsklasse F3 und F2 nach ZTVE-StB 17 [U8]

zuzuordnen. Für eine direkte Gründung eines standardisierten Straßenaufbaus entsprechend RStO 12 [U10] sind die Anforderungen an die Tragfähigkeit des Erdplanum von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ einzuhalten. Gemäß unserer Erfahrung wird der geforderte Wert auf den oberflächennah anstehenden bindigen Böden von überwiegend steifer Konsistenz nur knapp erreicht. Folglich ist ein zusätzlicher Bodenaustausch von mindestens 40-50 cm oder bodenverbessernde Maßnahmen unter dem Regelstraßenaufbau vorzusehen. Die Zusammensetzung und Zugabemenge des Bindemittels ist an Hand von Eignungsprüfungen im Labor oder durch die Erstellung und Abnahme von Probefeldern im Vorfeld der Baumaßnahme zu ermitteln und den aktuellen, bauzeitlichen Witterungsverhältnissen anzupassen.

Bei den Aufschlussbohrungen wurden oberflächennah keine oder nur schwach organische Böden angetroffen.

Auf Grund der festgestellten leicht gespannten Grundwasserverhältnisse im Bereich der Bohrung RKS2 ab ca. 4,6 m unter GOK kommt die Gründungssohle der Kanalbauwerke unter Umständen in aufgeweichten Bodenschichten zu Liegen. Hier ist ein zusätzlicher Bodenaustausch als Rohraufleger von mindestens 40 cm notwendig.

Als Bodenaustauschmaterial sind vorzugsweise gut verdichtbare, frostsichere, kiesige Korngemische (Bodengruppen GW, GI, GU gemäß DIN 18196) zu verwenden. Die Bodenaustauschschicht ist lagenweise verdichtet einzubauen.

7.2 Baugrubenböschung

In den anstehenden bindigen Böden oberhalb des Grundwasserspiegels können die für den Kanal- und Leitungsbau notwendigen Kanalgräben ab 1,2 m Tiefe bei mindestens steifer Konsistenz der Tone mit 60° geböschet werden. Liegen die Böden in nur weicher Konsistenz vor, ist ein maximaler Böschungswinkel von 45° zulässig. Alternativ ist ein Verbau vorzusehen. Bei Baugrubenböschung über 5 m ist die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen.

7.3 Wasserhaltung

Bei der Aufschlussbohrung DPH2 wurde Grundwasser erbohrt. Die ermittelten Wasserstände lagen nach Abschluss der Bohrarbeiten bei 4,6 m unter GOK.

Da im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens ohnehin die Errichtung einer Grundwassermessstelle geplant ist, empfehlen wir diese im Zuge der geologischen Detailerkundung ausführen zu lassen, um für die Dimensionierung einer ggfls. notwendigen Bauwasserhaltung die Wasserstände in Abhängigkeit von dem Witterungsgeschehen bis Baubeginn beobachten zu können. Des Weiteren wird empfohlen aus der GWM eine Wasserprobe zu entnehmen und auf Betonaggressivität zu analysieren.

7.4 Versickerungsfähigkeit des oberflächennahen Untergrundes

Wie die durchgeführten Kornverteilungskurven in Anlage 3 zeigen, liegt bei den untersuchten tonigen Böden der rechnerisch ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert nach *Bialas* bei $<10^{-8}$ m/s. Folglich ist der anstehende Boden als sehr gering durchlässig einzustufen. Die Anforderungen an den Boden zur Versickerung von Niederschlagswasser von $k_f > 10^{-6}$ m/s nach DWA-A 138 [U11] werden nicht erfüllt.

7.5 Allgemeine Hinweise für die Erdarbeiten

Die anstehenden bindigen Böden sind bei Vernässung durch Schicht-, Sicker- und / oder Niederschlagswasser stark aufweichungsgefährdet. Die Erdarbeiten sind bei Bedarf hierauf abzustellen und die mechanische Beanspruchung der empfindlichen Böden z. B. durch kleinräumiges Freilegen der Aushubsohle, Arbeiten vor Kopf und das Anlegen von Baustraßen zu minimieren.

Aufgeweichte und vernässte Bodenschichten im Gründungsbereich müssen ausgehoben und durch geeignetes Austauschmaterial ersetzt werden.

Die Wasser- und Frostempfindlichkeit der feinkörnigen, bindigen Böden muss beim Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten beachtet werden.

Als Bodenaushub fallen voraussichtlich ausschließlich anstehende bindige Böden an. Die Aushubböden sind nicht oder nur bedingt für den Wiedereinbau geeignet, können jedoch in Bereichen ohne besondere Anforderungen an den Verdichtungsgrad verwendet werden.

8 EMPFEHLUNGEN ZUM WEITEREN VORGEHEN

Der im Bereich der Bohransatzpunkte RKS4/DPH4 angetroffene und mittels Bagger eröffnete Hohlraum zeigt eine Überdeckung von ca. 1 m bis 2 m mit ungestörtem gewachsenen Bodenmaterial und läuft nach oben schachtförmig aus. Die Gesamttiefe bis zur Sohle des Hohlraums liegt bei rd. 4 m unter GOK. Es wurde mit der Messlatte eine diagonale Ausdehnung von knapp 3 m ermittelt.

Die durchgeführte schwere Rammsondierung zeigt unterhalb des Hohlraums bis zur Endteufe von knapp 10 m Schlagzahlen von nur 1-2 Schlägen pro 10 cm Tiefe. Dies lässt auf einen Lösungsvorgang z. B. durch Auswaschung von Gipseinschlüssen in größerer Tiefe schließen. Durch Nachfall wird so der oberflächennah auftretende Hohlraum sowie die lockere Lagerung des Bodenmaterials im Liegenden des Hohlraums erzeugt.

Zur Verifizierung der Ergebnisse empfehlen wir aus Gründen der Beweissicherung die Durchführung von vier Ramm-/Seilkernbohrungen bis zum Antreffen der weitgehend unverwitterten

Festgesteine des Lettenkeupers. Dieser ist laut Geologischer Karte [U2] ab ca. 15 bis 20 m Tiefe zu erwarten.

Um weitere oberflächennah auftretende Hohlräume in dem geplanten Erschließungsgebiet lokalisieren bzw. ausschließen zu können, empfehlen wir die Durchführung einer elektromagnetischen Flächenkartierung. Bei einem Messlinienabstand von 1,0 m können Hohlräume und Auflockerungsbereiche (verfüllte Hohlräume) ab einer Ausdehnung von 1,5 m lokalisiert werden. Die Regelerkundungstiefe hierfür liegt bei 6,0 m unter GOK.

9 SCHLUSSBEMERKUNG

Der vorliegende Bericht basiert auf den Ergebnissen der orientierenden Baugrunduntersuchung mit Feld- und Laborversuchen. Aufgrund der punktuellen Erkundung sind Abweichungen der Untergrundverhältnisse von den im Bericht enthaltenen Aussagen nicht auszuschließen.

Eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Untergrundverhältnisse im Vergleich mit den im Gutachten enthaltenen Angaben sind im Zuge der Erd- und Aushubarbeiten erforderlich.

CDM Smith Consult GmbH
Crailsheim, 2019-11-28

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Peter Bauer'.

Dipl.-Geoök. Peter Bauer
Bereichsleiter

erstellt:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Christine Heyder-Bühringer'.

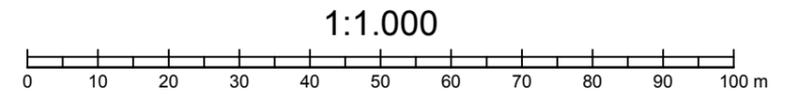
Dipl.-Geogr. Christine Heyder-Bühringer
Projektingenieurin

**ANLAGE 1 LAGEPLAN MIT DARSTEL-
LUNG DER AUFSCHLUSS-
PUNKTE**



Legende

-  Rammkernsondierungen
-  Geplante Grundwassermessstelle



Diese Unterlage und ihr Inhalt sind unser geistiges Eigentum. Sie darf nicht ohne unsere schriftliche Genehmigung vervielfältigt, unbefugten Dritten zur Einsicht überlassen oder sonstwie mitgeteilt werden oder zu anderen Zwecken, als sie dem Empfänger anvertraut ist, benutzt werden. Sie ist auf Verlangen zurückzugeben.

Bauherr / Auftraggeber 		
Planverfasser 		
CDM Smith Consult GmbH Hofwiesenstr. 17 74564 Crailsheim		tel: 07951 9392-10 fax: 07951 9392-91 crailsheim@cdmsmith.com cdmsmith.com
Projekt Baugebiet Hummelsberg, Crailsheim-Roßfeld		
Titel Lageplan mit Darstellung der Aufschlusspunkte		
Datum	Gezeichnet	Projekt-Nr.
12.11.2019	11/2019	242061
Name	Bie	Plan-Nr.
	Hey	0-01-001
Dateiname	242061-0-01-001 LAGEPLAN_RKS.DWG	Phase
		Doku
		Bericht-Nr.
		01
		Anlagen-Nr.
		1
		Maßstab
		1:1.000

Q:\242000-242499\242061-0-01-001 LAGEPLAN_RKS.BIE 12. Nov. 2019 10:44:25

Hummelsberg

ANLAGE 2 GELÄNDEBEFUND

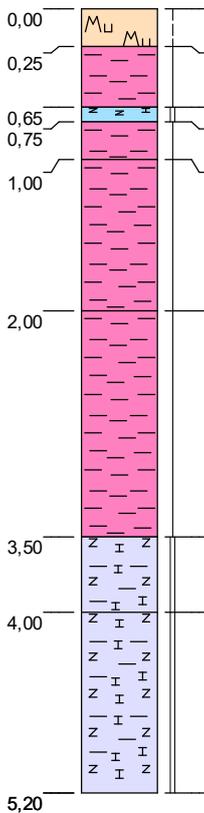
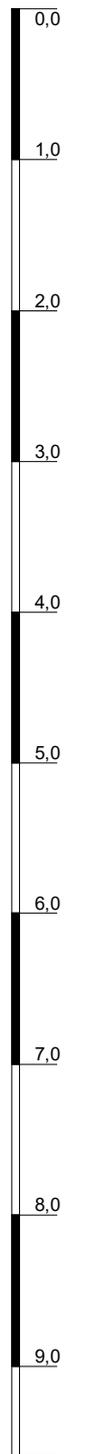
Anlage 2.1 Schichtprofile (RKS1 – RKS4),
Schlagzahldiagramme
(DPH1-DPH4)

Anlage 2.2 Schichtenverzeichnisse

Tiefe
m u. GOK

RKS1

433,50 mNN

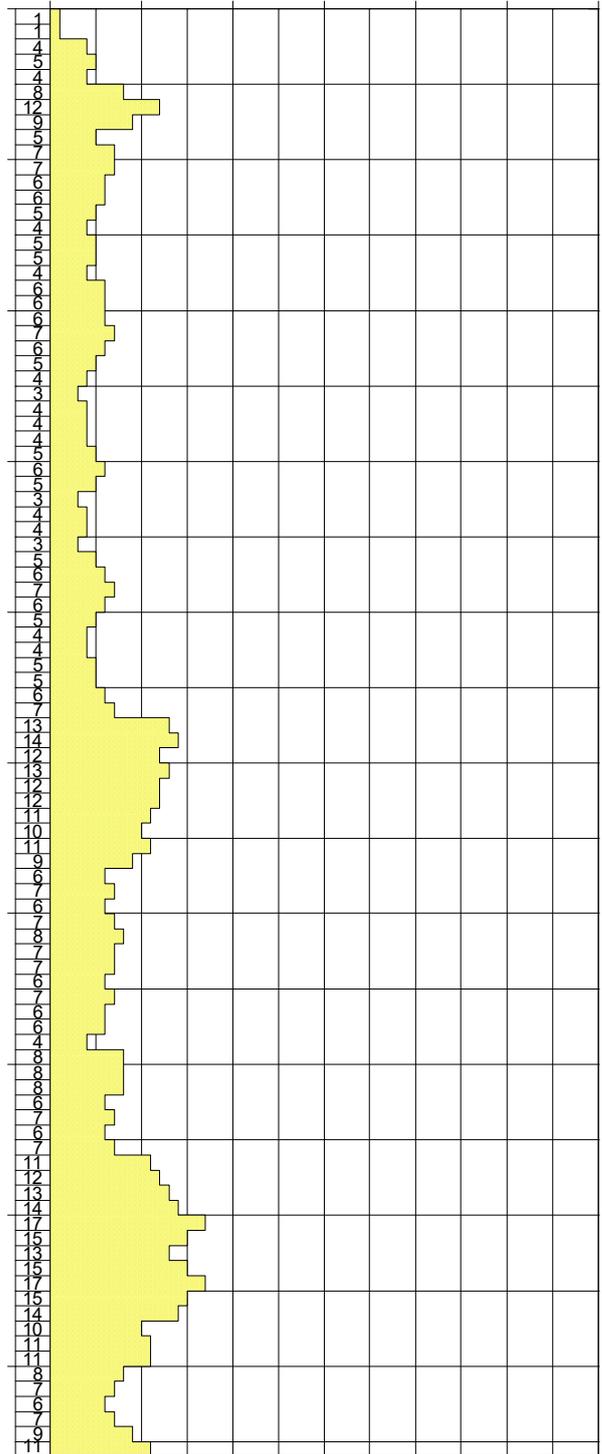


Mutterboden, stark tonig, schluffig, steif, dunkelbraun
 Ton, schluffig, halbfest, dunkelrotbraun bis graugrün
 Kalkstein, fest, weißgrau
 Ton, stark schluffig, halbfest, rotbraun, graugrün, marmoriert
 Ton, stark schluffig, halbfest, rotbraun, TL (Ton, leicht plastisch)
 Ton, stark schluffig, halbfest, rotbraun
 Tonmergelstein, fest, graugrün
 Tonmergelstein, fest, rotbraun bis graugrün, kein weiterer Bohrfortschritt

DPH1

Schlagzahl
pro 10cm
Eindringtiefe

0 10 20 30 40 50 60



kein Wasser
(24.10.2019)

Höhenmaßstab: 1:50

Projekt: BG Hummelsberg, Cr.-Roßfeld
Projekt Nr. 242061

Aufschluss: RKS1

Auftraggeber: Stadt Crailsheim, Bauen und Verkehr

Rechtswert: 3575309,0

Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH

Hochwert: 5445111,8

Bearbeiter: C. Heyder / U. Biehler

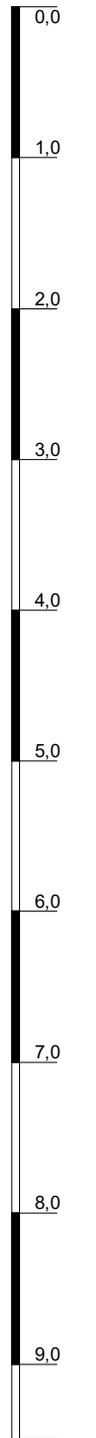
Ansatzhöhe: 433,50 mNN

Bohr-Datum: 24.10.2019

Anlage: 2.1

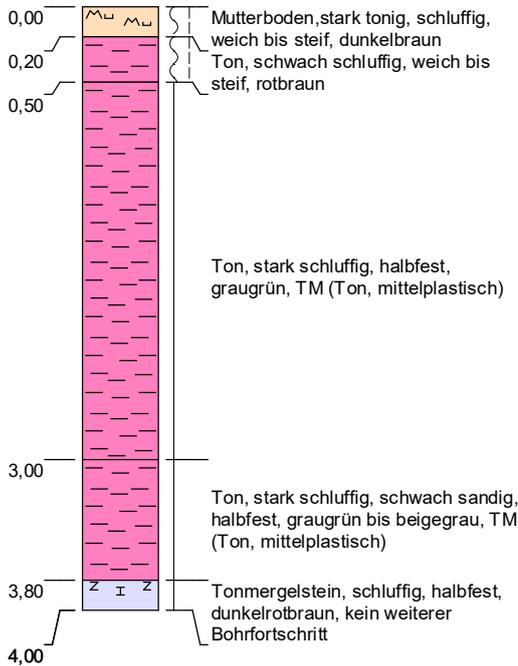


Tiefe
m u. GOK



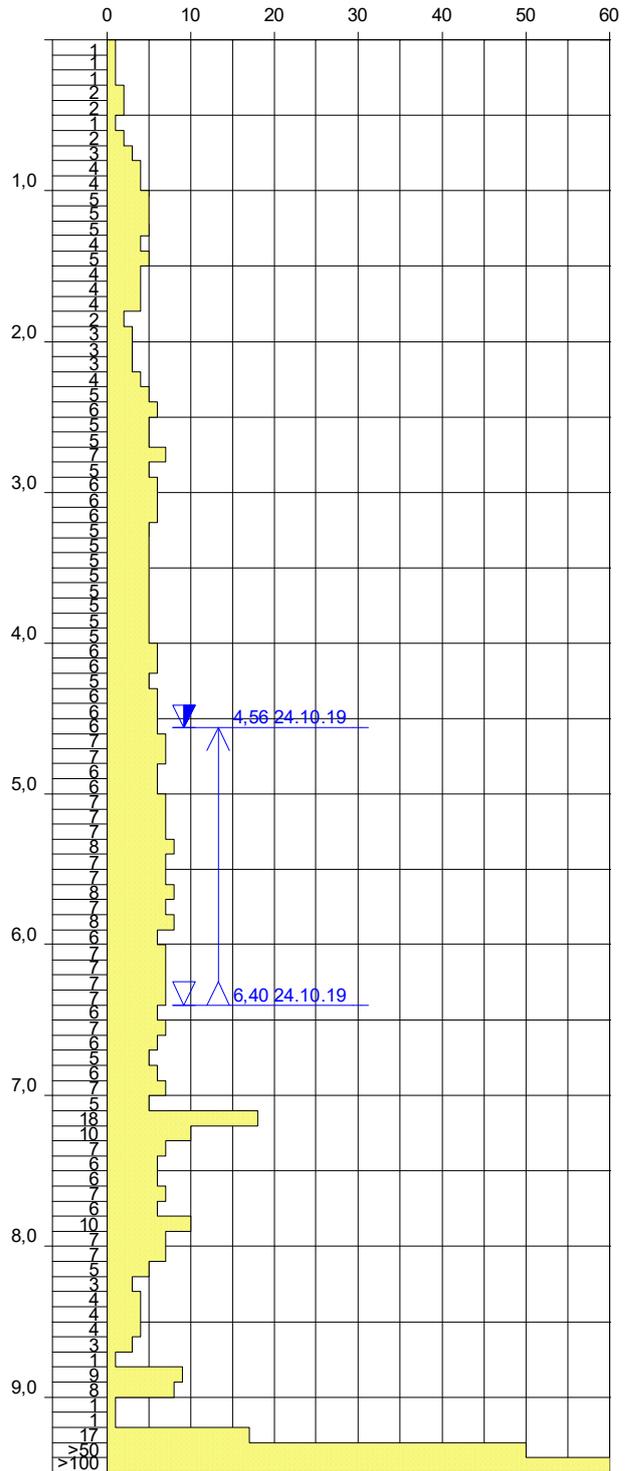
RKS2

430,05 mNN



DPH2

Schlagzahl
pro 10cm
Eindringtiefe



Höhenmaßstab: 1:50

Projekt: BG Hummelsberg, Cr.-Roßfeld
 Projekt Nr. 242061

Aufschluss: RKS2

Auftraggeber: Stadt Crailsheim, Bauen und Verkehr

Rechtswert: 3575331,1

Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH

Hochwert: 5445047,9

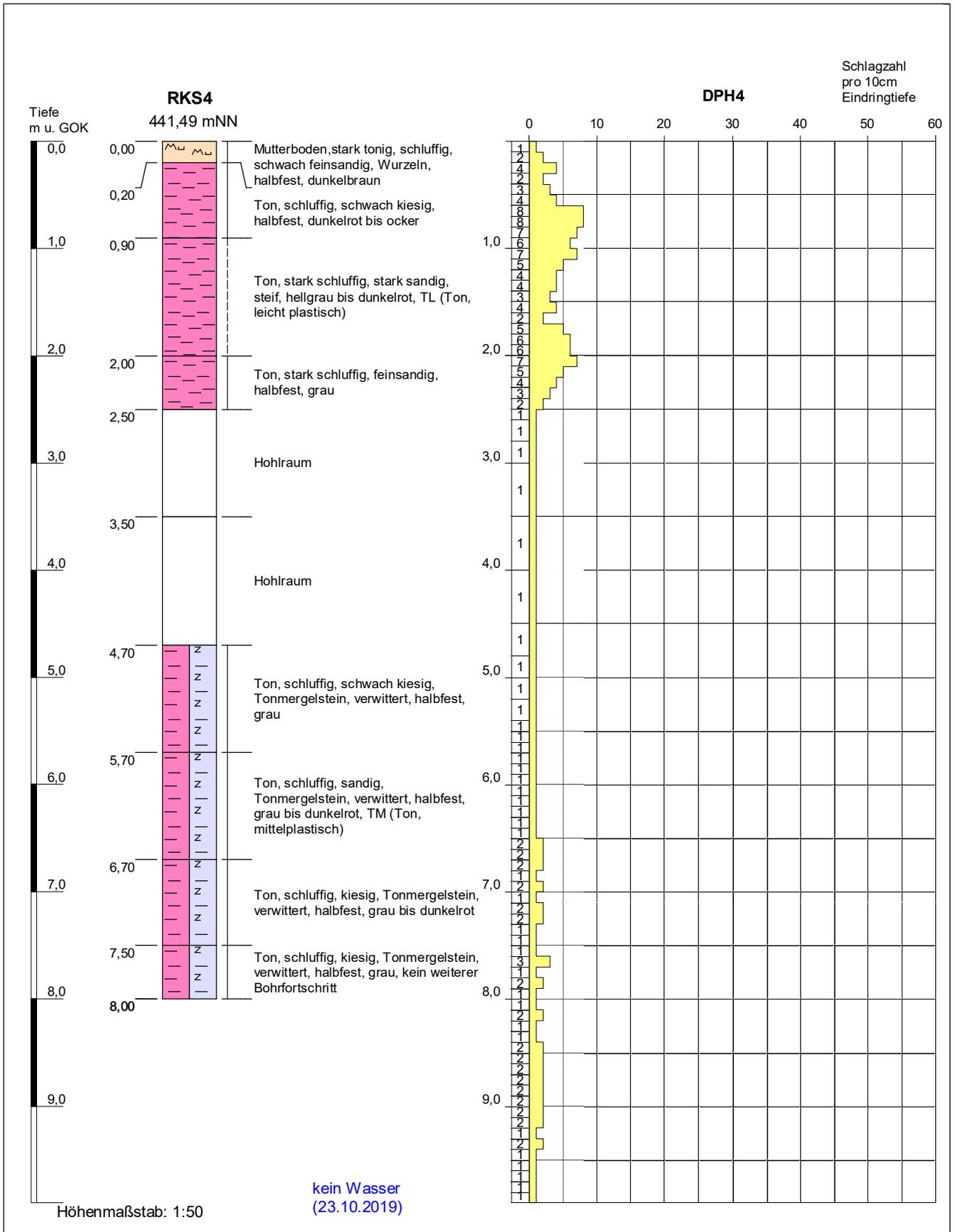
Bearbeiter: C. Heyder / U. Biehler

Ansatzhöhe: 430,05 mNN

Bohr-Datum: 24.10.2019

Anlage: 2.1





Projekt: BG Hummelsberg, Cr.-Roßfeld		
Projekt Nr. 242061		
Aufschluss: RKS4		
Auftraggeber: Stadt Crailsheim, Bauen und Verkehr	Rechtswert: 3575161,2	
Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH	Hochwert: 5445049,7	
Bearbeiter: C. Heyder / U. Biehler	Ansatzhöhe: 441,49 mNN	
Bohr-Datum: 23.10.2019	Anlage: 2.1	

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 2.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: 242061, Baugebiet Hummelsberg, Crailsheim-Roßfeld						Datum: 24.10.2019		
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				
0,25	a) stark tonig, schluffig							
	b)							
	c) steif		d)	e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
0,65	a) Ton, schluffig							
	b)							
	c) halbfest		d)	e) dunkelrotbraun bis grau- grün				
	f)	g)	h)	i)				
0,75	a) Kalkstein							
	b)							
	c) fest		d)	e) weißgrau				
	f)	g)	h)	i)				
1,00	a) Ton, stark schluffig							
	b)							
	c) halbfest		d)	e) rotbraun, grau- grün,				
	f)	g)	h)	i)				
2,00	a) Ton, stark schluffig							
	b)							
	c) halbfest		d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h) TL	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 2.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2		
Projekt: 242061, Baugebiet Hummelsberg, Crailsheim-Roßfeld						Datum: 24.10.2019		
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				
3,50	a) Ton, stark schluffig							
	b)							
	c) halbfest		d)	e) rotbraun				
	f)	g)	h)	i)				
4,00	a) Tonmergelstein							
	b)							
	c) fest		d)	e) graugrün				
	f)	g)	h)	i)				
5,20	a) Tonmergelstein				kein weiterer Bohrfortschritt			
	b)							
	c) fest		d)	e) rotbraun bis graugrün				
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)		d)	e)				
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)		d)	e)				
	f)	g)	h)	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 2.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: 242061, Baugebiet Hummelsberg, Crailsheim-Roßfeld						Datum: 24.10.2019		
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) Kalk- gehalt				
0,20	a) stark tonig, schluffig							
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
0,50	a) Ton, schwach schluffig							
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) rotbraun					
	f)	g)	h)	i)				
3,00	a) Ton, stark schluffig							
	b)							
	c) halbfest	d)	e) graugrün					
	f)	g)	h) TM	i)				
3,80	a) Ton, stark schluffig, schwach sandig							
	b)							
	c) halbfest	d)	e) graugrün bis beige- grau					
	f)	g)	h) TM	i)				
4,00	a) Tonmergelstein, schluffig				kein weiterer Bohrfortschritt			
	b)							
	c) halbfest	d)	e) dunkelrotbraun					
	f)	g)	h)	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 2.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: 242061, Baugebiet Hummelsberg, Crailsheim-Roßfeld						Datum: 24.10.2019		
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) stark tonig, schluffig							
	b)							
	c)	d)	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,00	a) Ton, schwach organisch							
	b)							
	c) steif bis halbfest	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
2,50	a) Ton, schwach sandig							
	b)							
	c) steif	d)	e) braun					
	f)	g)	h) TA	i)				
2,80	a) Tonstein, verwittert							
	b)							
	c) trocken	d)	e) dunkelrotbraun					
	f)	g)	h)	i)				
3,20	a) Tonmergelstein, verwittert				kein weiterer Bohrfortschritt			
	b)							
	c) trocken	d)	e) graugrün					
	f)	g)	h)	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 2.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: 242061, Baugebiet Hummelsberg, Crailsheim-Roßfeld						Datum: 23.10.2019		
Bohrung: RKS4								
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) stark tonig, schluffig, schwach feinsandig							
	b) Wurzeln							
	c) halbfest		d)	e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
0,90	a) Ton, schluffig, schwach kiesig							
	b)							
	c) halbfest		d)	e) dunkelrot bis ocker				
	f)	g)	h)	i)				
2,00	a) Ton, stark schluffig, stark sandig							
	b)							
	c) steif		d)	e) hellgrau bis dunkelrot				
	f)	g)	h) TL	i)				
2,50	a) Ton, stark schluffig, feinsandig							
	b)							
	c) halbfest		d)	e) grau				
	f)	g)	h)	i)				
3,50	a) Hohlraum							
	b)							
	c)		d)	e)				
	f)	g)	h)	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 2.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2		
Projekt: 242061, Baugebiet Hummelsberg, Crailsheim-Roßfeld						Datum: 23.10.2019		
Bohrung: RKS4								
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				
4,70	a) Hohlraum							
	b)							
	c)		d)	e)				
	f)	g)	h)	i)				
5,70	a) Ton, schluffig, schwach kiesig, Tonmergelstein, verwittert							
	b)							
	c) halbfest		d)	e) grau				
	f)	g)	h)	i)				
6,70	a) Ton, schluffig, sandig, Tonmergelstein, verwittert							
	b)							
	c) halbfest		d)	e) grau bis dunkelrot				
	f)	g)	h) TM	i)				
7,50	a) Ton, schluffig, kiesig, Tonmergelstein, verwittert							
	b)							
	c) halbfest		d)	e) grau bis dunkelrot				
	f)	g)	h)	i)				
8,00	a) Ton, schluffig, kiesig, Tonmergelstein, verwittert				kein weiterer Bohrfortschritt			
	b)							
	c) halbfest		d)	e) grau				
	f)	g)	h)	i)				

**ANLAGE 3 BODENMECHANISCHE
LABORERGEBNISSE**

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

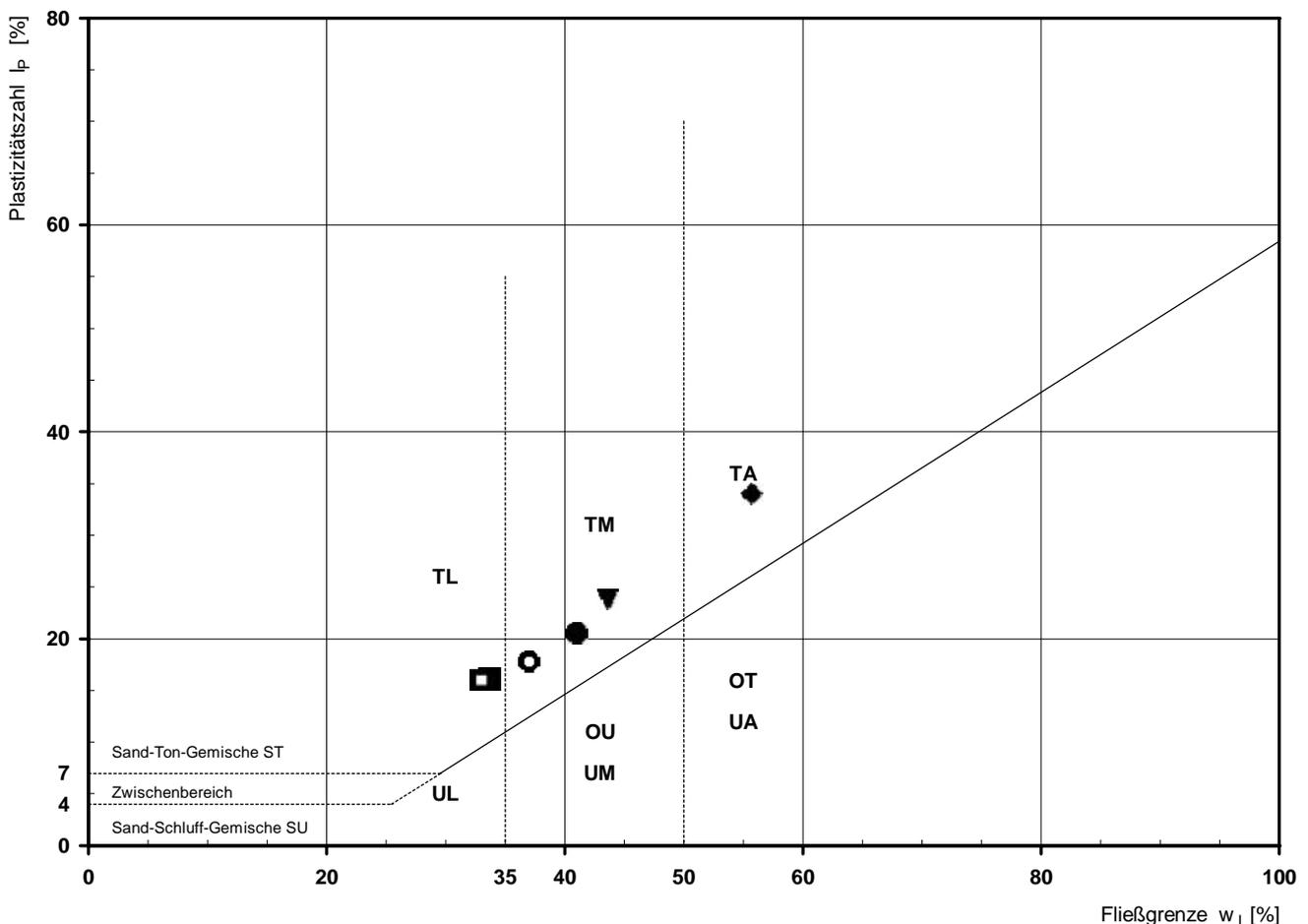
Entnahmedaten		Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	RKS	RKS	RKS	RKS	RKS	RKS
Entnahmestelle					1	2	2	3	4	4
Zusätzliche Angaben										
Entnahmetiefe	von	m			1,00	0,50	3,00	1,00	0,90	5,70
	bis	m			2,00	2,00	3,80	2,50	2,00	7,50
Entnahmeart				gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	
Probenbeschreibung					U/T (Tst)	T/U (Tst)	T/U,s' (Tst)	T,s'	U/T,s* (Tst)	T/U,s (Tst)
Bodengruppe nach DIN18196					TL	TM	TM	TA	TL	TM
Penetrometerablesung		q _p	MN/m ²							
Stratigraphie										
Kornverf.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil		%	1	18 / 78 / 4 / 0	28 / 70 / 2 / 0	31 / 59 / 9 / 1	44 / 45 / 10 / 1	15 / 45 / 37 / 3	20 / 52 / 23 / 5
	bzw. --T/U--/S/G		Vers.-Typ		Komb.	Komb.	Komb.	Komb.	Komb.	Komb.(GrK)
Dichtebestimmung	Korndichte		ρ _s t/m ³	2						
	Feuchtdichte		ρ t/m ³	3						
	Wassergehalt		w %	4	15,7	17,6	18,6	26,2	19,4	12,2
	Trockendichte		ρ _d t/m ³	5						
Verdichtungsg. / Lagerungsd. D _{Pr} / I _D				% / -	6					
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w %	7				27,2		
	Fließgrenze		w _L %	8	33,7	41,0	43,6	55,7	33,0	37,0
	Ausrollgrenze		w _p %	8	17,5	20,5	19,8	21,7	16,9	19,2
	Plastizitätsz. / Konsistenz.		I _p / I _c % / -		16,2 / 1,11	20,5 / 1,14	23,8 / 1,05	34,0 / 0,84	16,1 / 0,84	17,8 / 1,39
Glühverlust				V _{gl} %	9					
Kalkgehalt nach SCHEIBLER				V _{Ca} %	9					
Durchlässigkeitsbeiwert				k _{10°} m/s	10					
Versuchsspannung				σ MN/m ²	10					
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p _n MN/m ²	11						
	Steifemodul		E _s (p _n , Δp) / Δp MN/m ²	11						
	Konsolidierungsbeiwert		c _v cm ² /s	11						
Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven					12					
Quellversuche	Quellspannung		σ _q MN/m ²	13						
	Versuchsdauer		d	14						
	Quelldehnung		ε _{q,0} %	15						
	Versuchsdauer		d	16						
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K %	17						
	Versuchsdauer		d	18						
Einaxiale Druckfestigk./-modul				q _u / E _u MN/m ²	19					
Probendurchmesser				cm	19					
Scherwiderst. d. Flügelsonde				τ _{FS} MN/m ²	20					
Scherversuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21						
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22						
	Reibungswinkel		φ °	23						
	Kohäsion		c MN/m ²	23						
Einfache Proctordichte				ρ _{Pr} t/m ³	24					
Optimaler Wassergehalt				w _{Pr} %	24					
Einbau-w / % Proctorenergie				W _e /.. %	25					
Erreichte Trockendichte				ρ _{de} t/m ³	25					
Lockerste Lagerung				ρ _{d min} t/m ³	26					
Dichteste Lagerung				ρ _{d max} t/m ³	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 _o ohne Wasserlagerung		%	27						
CBR _w mit Wasserlagerung		%	28							
PDV	Verformungsmodul		E _{v1} MN/m ²	29						
	Verhältnis		E _{v2} / E _{v1} -	29						
	dyn. Verformungsmodul		E _{vd} MN/m ²	29						

Bemerkungen:

Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

Laufende Nummer:		1	2	3	4	5	6	
Symbol:		■	●	▼	◆	□	⊙	
Entnahmestelle:		RKS 1	RKS 2	RKS 2	RKS 3	RKS 4	RKS 4	
Entnahmetiefe:	von [m]	1,00	0,50	3,00	1,00	0,90	5,70	
	bis [m]	2,00	2,00	3,80	2,50	2,00	7,50	
Probenbeschreibung:		U/T (Tst)	T/U (Tst)	T/U,s' (Tst)	T,s'	U/T,s* (Tst)	T/U,s (Tst)	
Stratigraphie:								
Natürlicher Wassergehalt: (Feinanteil ≤ 0,4 mm)	w _F [%]	15,7	17,6	18,6	27,2	19,4	12,2	
Fließgrenze:	w _L [%]	33,7	41,0	43,6	55,7	33,0	37,0	
Ausrollgrenze:	w _P [%]	17,5	20,5	19,8	21,7	16,9	19,2	
Plastizitätszahl:	I _P [%]	16,2	20,5	23,8	34,0	16,1	17,8	
Konsistenzzahl:	I _C [-]	1,11	1,14	1,05	0,84	0,84	1,39	
Bodengruppe nach DIN 18196:		TL	TM	TM	TA	TL	TM	
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)								

Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



Aktenzeichen: F190723	Anlage:	Blatt:
---------------------------------	---------	--------

Projekt: 242061-70419 BG Hummelsberg
--

Korngrößenverteilung

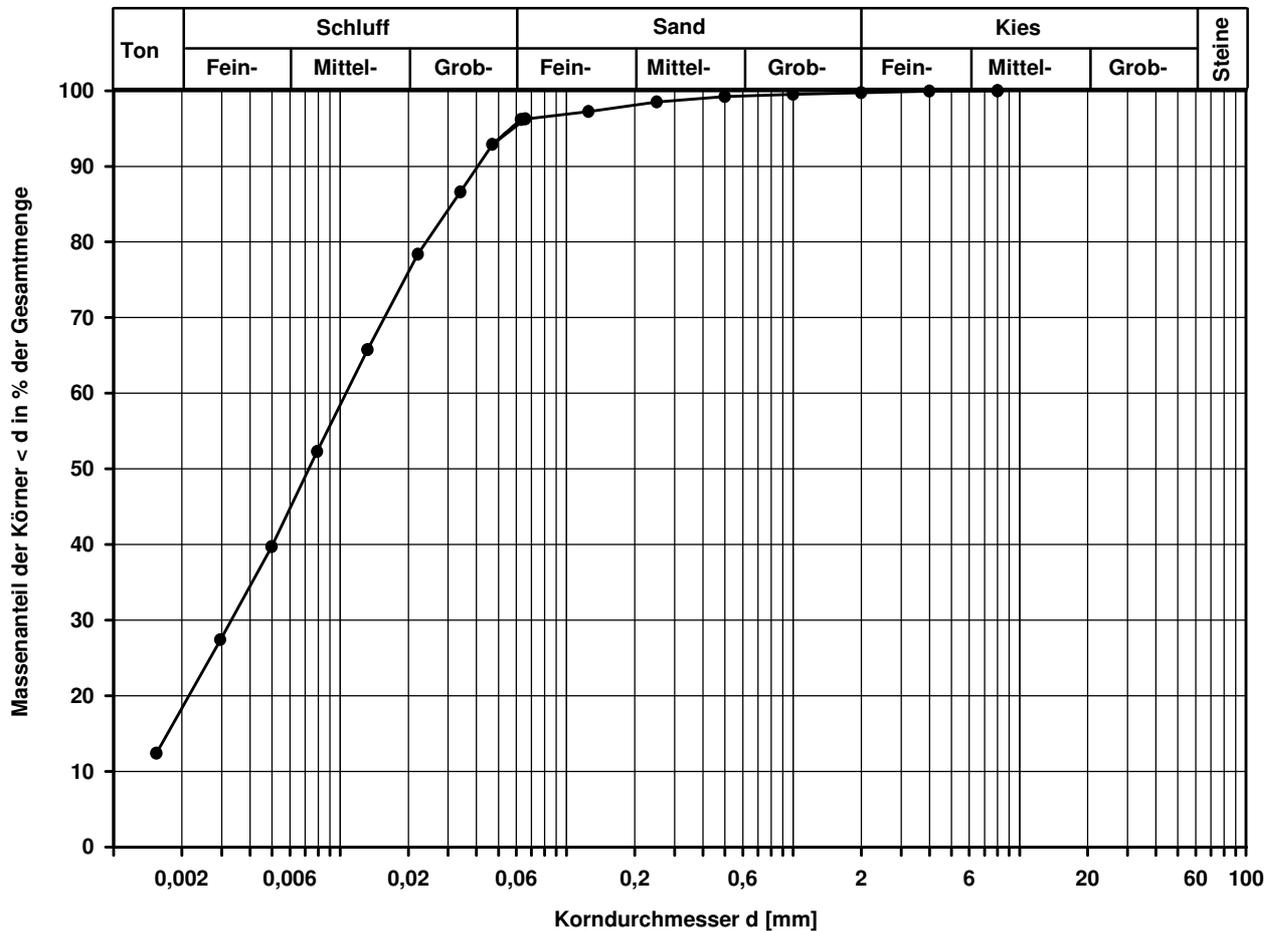
nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle RKS 1		
Tiefe unter GOK: 1,00 - 2,00 m		
Entnahmeart: gestört		
Probenbeschreibung: U/T (Tst)	Bodengruppe: TL	Stratigraphie:
Entrn. am: 23.10.2019		von: CDM Smith

Ausgeführt von: Kornmann	am: 30.10.2019	Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth	am: 04.11.2019	

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]
18 / 78 / 4 / 0			0,0106	0,0073	0,0021	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 2,497E-09 m/s



Bemerkungen:

Aktenzeichen: F190723	Anlage:	Blatt:
---------------------------------	---------	--------

Projekt: 242061-70419 BG Hummelsberg
--

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle RKS 2

Tiefe unter GOK: 0,50 - 2,00 m

Entnahmeart: gestört

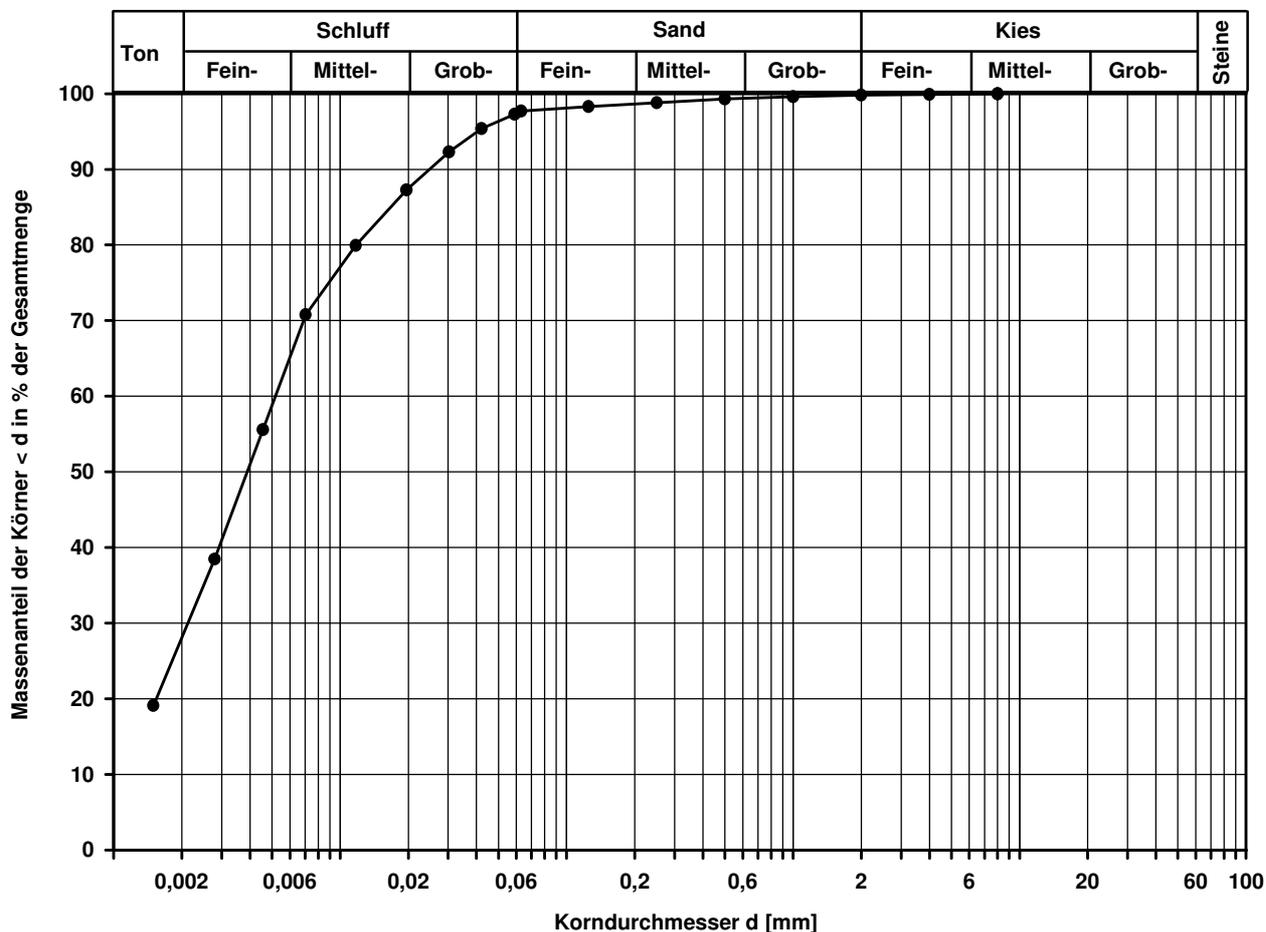
Probenbeschreibung: T/U (Tst)	Bodengruppe: TM	Stratigraphie:
----------------------------------	--------------------	----------------

Ausgeführt von: Kornmann	am: 30.10.2019	Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth	am: 05.11.2019	

Entrn. am: 23.10.2019	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]
28 / 70 / 2 / 0			0,0052	0,0039	0,0015	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 1,152E-09 m/s



Bemerkungen:

Aktenzeichen: F190723	Anlage:	Blatt:
---------------------------------	---------	--------

Projekt: 242061-70419 BG Hummelsberg
--

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle RKS 2

Tiefe unter GOK: 3,00 - 3,80 m

Entnahmeart: gestört

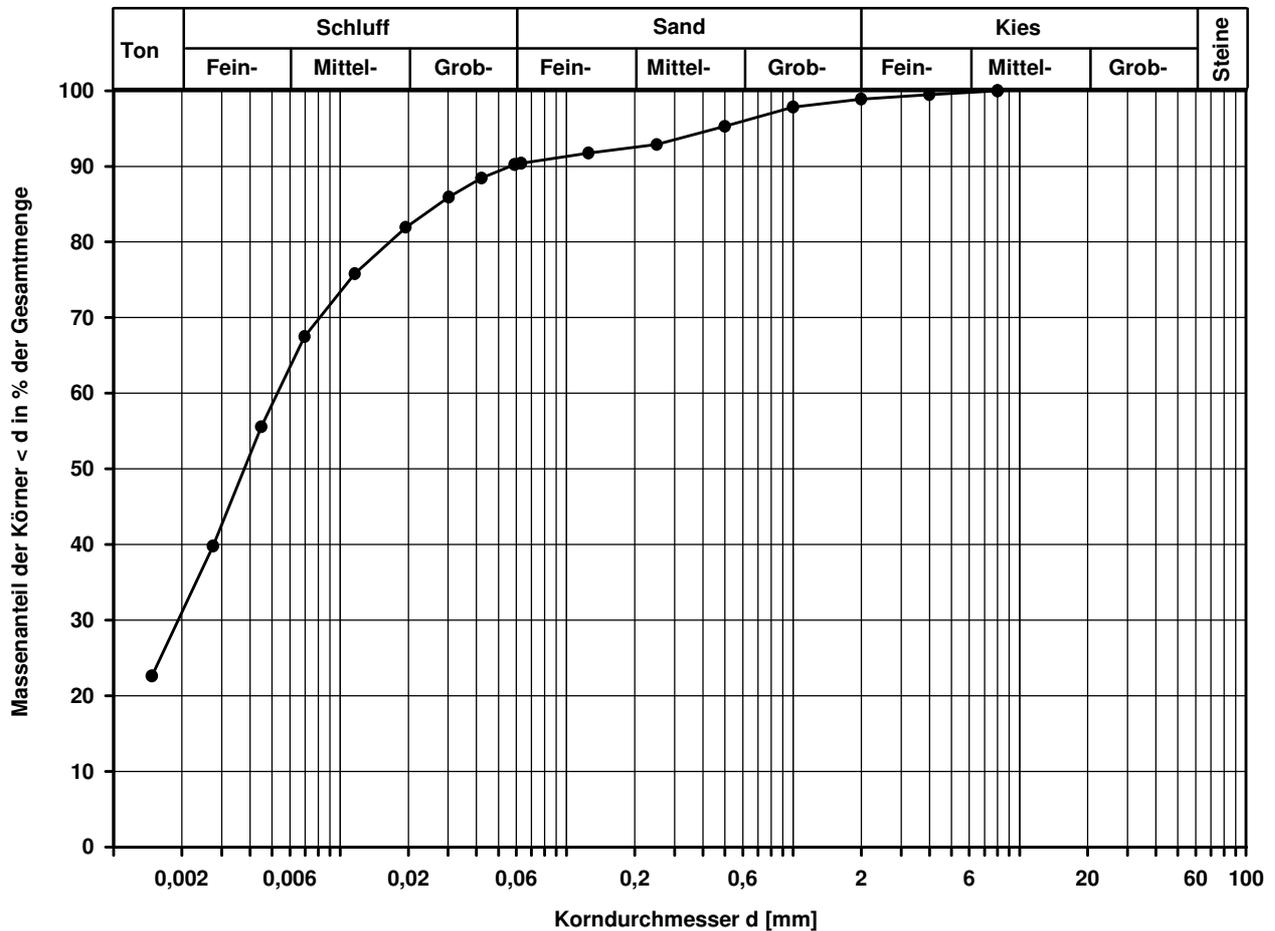
Probenbeschreibung: T/U,s' (Tst)	Bodengruppe: TM	Stratigraphie:
-------------------------------------	--------------------	----------------

Ausgeführt von: Kornmann	am: 30.10.2019	Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth	am: 05.11.2019	

Entrn. am: 23.10.2019	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]
31 / 59 / 9 / 1			0,0053	0,0038		

Berechnung k_η Wert:



Bemerkungen:

Aktenzeichen: F190723	Anlage:	Blatt:
---------------------------------	---------	--------

Projekt: 242061-70419 BG Hummelsberg
--

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle RKS 3

Tiefe unter GOK: 1,00 - 2,50 m

Entnahmeart: gestört

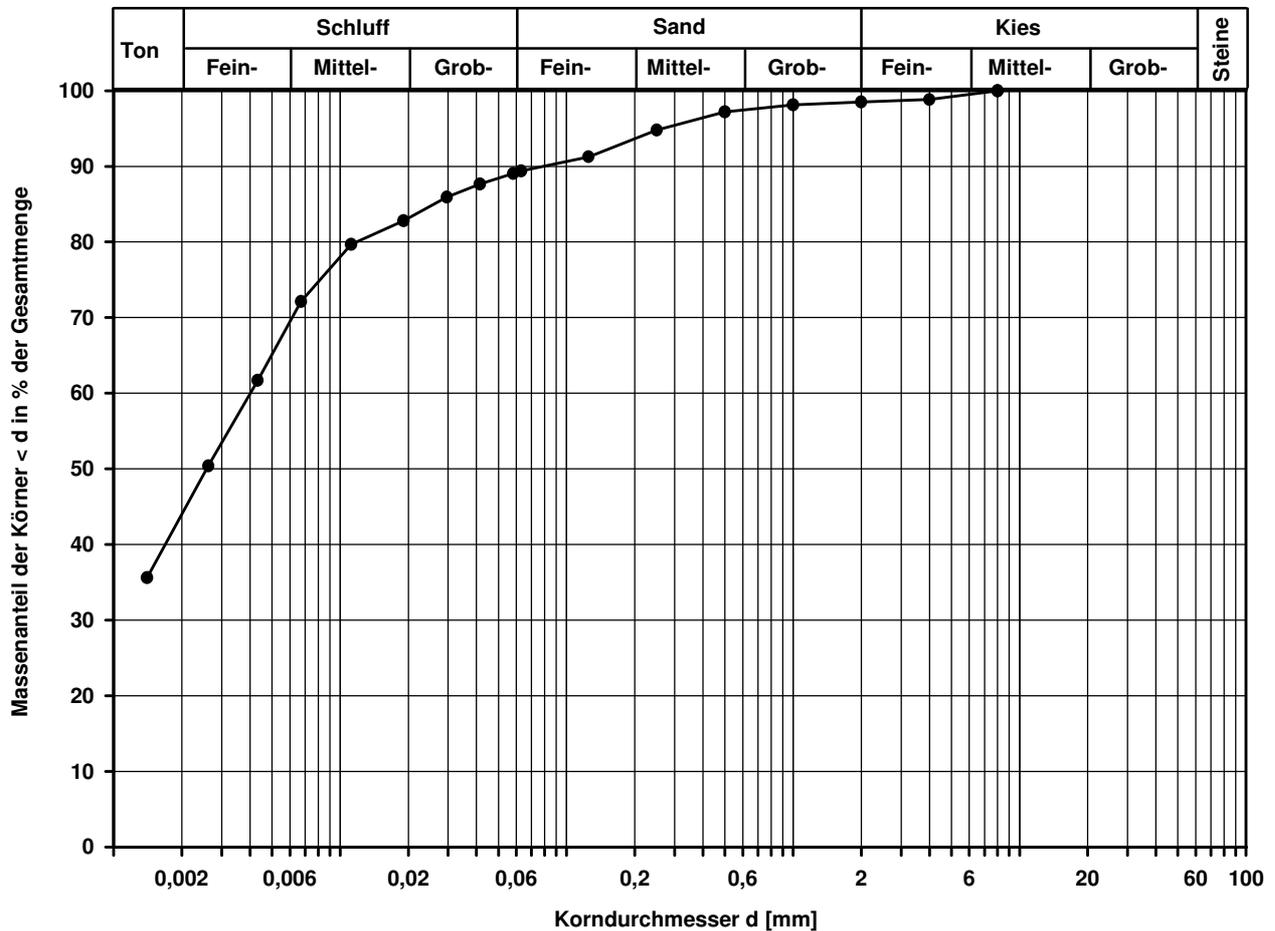
Probenbeschreibung: T,s'	Bodengruppe: TA	Stratigraphie:
-----------------------------	--------------------	----------------

Ausgeführt von: Kornmann	am: 30.10.2019	Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth	am: 05.11.2019	

Entn. am: 23.10.2019	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]
44 / 45 / 10 / 1			0,0040	0,0026		

Berechnung k_η Wert:



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation

Entnahmestelle: **RKS 4**

Tiefe unter GOK: **0,90 - 2,00 m**

Entnahmeart: **gestört**

Probenbeschreibung: **U/T,s* (Tst)** Bodengruppe: **TL** Stratigraphie:

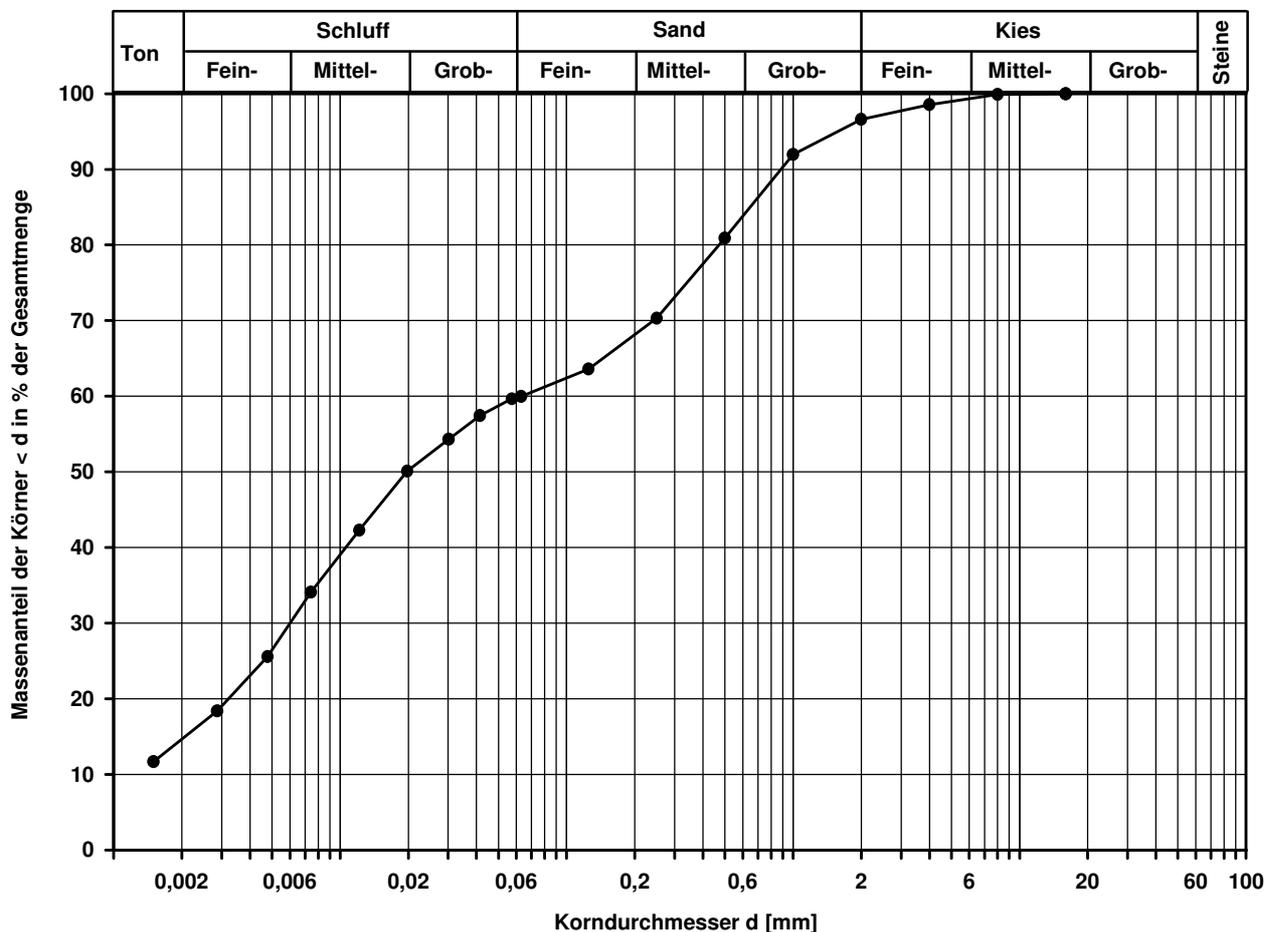
Ausgeführt von: **Kornmann** am: **30.10.2019** Gepr.:

Ausgewertet von: **Frühwirth** am: **05.11.2019**

Entrn. am: **23.10.2019** 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]
15 / 45 / 37 / 3			0,0634	0,0197	0,0032	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: **6,579E-09 m/s**



Bemerkungen:

Aktenzeichen: F190723	Anlage:	Blatt:
---------------------------------	---------	--------

Projekt: 242061-70419 BG Hummelsberg
--

Korngrößenverteilung

nach DIN 18 123
Siebung und Sedimentation (GrK)

Entnahmestelle RKS 4

Tiefe unter GOK: 5,70 - 7,50 m

Entnahmeart: gestört

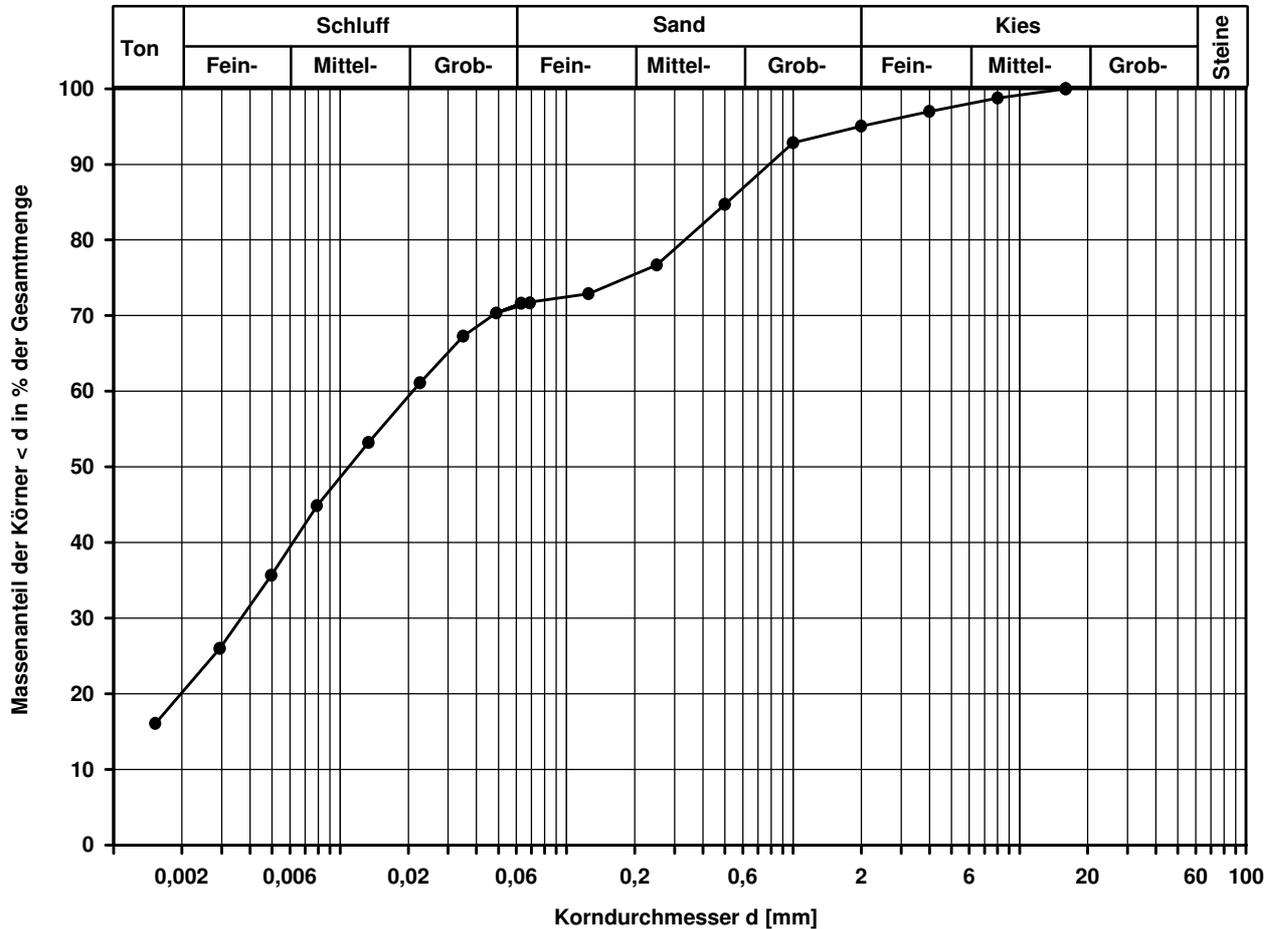
Probenbeschreibung: T/U,s (Tst)	Bodengruppe: TM	Stratigraphie:
------------------------------------	--------------------	----------------

Ausgeführt von: Kornmann	am: 30.10.2019	Gepr.:
Ausgewertet von: Frühwirth	am: 05.11.2019	

Entrn. am: 23.10.2019	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]
20 / 52 / 23 / 5			0,0209	0,0109	0,0020	

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 2,232E-09 m/s



Bemerkungen:

Projekt: BG Hummelsberg/ Heckenbühl
Projekt-Nr.: 242061
Anlage: 4.1
Tabellarische Darstellung: Ergebnisse der analytischen Untersuchungen nach VwV Boden (Baden-Württemberg)



Probenbezeichnung									RKS 1 (2 - 3,5 m)	RKS 3 (0,2 - 1,0 m)	RKS 3 (2,5 - 3,2 m)	RKS 4 (2 - 2,5 m)
Art der Probe									Ton, stark schluffig	Ton, schwach organisch	Tonstein, Tonmergelstein	Ton, stark schluffig
Analyse auf Parameter												
Zuordnungswerte gem. VwV für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial												
		Z0 Sand	Z0 Lehm/Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2				
<i>im Feststoff</i>												
MKW (GC) C ₁₀ -C ₂₂	[mg/kg TS]	100	100	100	200	300	300	1000	<50	<50	<50	<50
MKW (GC) C ₁₀ -C ₄₀	[mg/kg TS]	-	-	-	400	600	600	2000	<50	<50	<50	<50
PAK (EPA)	[mg/kg TS]	3	3	3	3	3	9	30	<BG	<BG	<BG	<BG
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
EOX	[mg/kg TS]	1	1	1	1	3	3	10	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PCB (6)	[mg/kg TS]	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5	<BG	<BG	<BG	<BG
BTEX	[mg/kg TS]	1	1	1	1	1	1	1	<BG	<BG	<BG	<BG
LHKW	[mg/kg TS]	1	1	1	1	1	1	1	<BG	<BG	<BG	<BG
Arsen	[mg/kg TS]	10	15	20	15/20	45	45	150	6,9	6,1	5,1	4,5
Blei	[mg/kg TS]	40	70	100	140	210	210	700	16	24	14	14
Cadmium	[mg/kg TS]	0,4	1,0	1,5	1,0	3,0	3,0	10	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom, ges.	[mg/kg TS]	30	60	100	120	180	180	600	34	34	23	26
Kupfer	[mg/kg TS]	2	40	60	80	120	120	400	4,3	9,5	26	3,1
Nickel	[mg/kg TS]	15	50	70	100	150	150	500	34	39	31	29
Thallium	[mg/kg TS]	0,4	0,7	1	0,7	2,1	2,1	7	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,1	0,5	1,0	1	1,5	1,5	5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zink	[mg/kg TS]	60	150	200	300	450	450	1500	30	42	22	28
Cyanide, gesamt	[mg/kg TS]	-	-	-	-	3	3	10	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
<i>im Eluat</i>												
Arsen	[µg/l]	-	-	-	14	14	20	60	1,2	<1,0	<1,0	<1,0
Blei	[µg/l]	-	-	-	40	40	80	200	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmium	[µg/l]	-	-	-	1,5	1,5	3	6	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Chrom, ges.	[µg/l]	-	-	-	12,5	12,5	25	60	<1,0	1,7	<1,0	<1,0
Kupfer	[µg/l]	-	-	-	20	20	60	100	<1,0	<1,0	<1,0	1,1
Nickel	[µg/l]	-	-	-	15	15	20	70	<1,0	1	<1,0	<1,0
Quecksilber	[µg/l]	-	-	-	0,5	0,5	1	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zink	[µg/l]	-	-	-	150	150	200	600	9,6	14	20	9,3
Cyanide, gesamt	[µg/l]	5	5	5	5	5	10	20	<5	<5	<5	<5
Phenolindex	[µg/l]	20	20	20	20	20	40	100	<10	<10	<10	<10
Chlorid	[mg/l]	30	30	30	30	30	50	100	1,08	1	0,7	0,7
Sulfat	[mg/l]	50	50	50	50	50	100	150	1,58	0,8	2,38	<0,5
pH		6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5	6,0-12	5,5-12	8,4	7,8	8,2	8,3
el. Leitfähigkeit	[µS/cm]	250	250	250	250	250	1500	2000	87	71	85	82
Einstufung									Z0	Z0	Z0	Z0

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Höhenstraße 24 -
70736 Fellbach

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

Standort Fellbach

Durchwahl: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-999
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 6

Datum: 07.11.2019

Prüfbericht Nr.: UST-19-0150399/01-1
Auftrag-Nr.: UST-19-0150399
Ihr Auftrag: vom 25.10.2019
Projekt: BG-Hummelsberg // 242061-70519
Probenahme: 23.10.2019
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingangsdatum: 25.10.2019
Prüfzeitraum: 25.10.2019 - 07.11.2019
Probenart: Boden



Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:		UST-19-0150399-01	UST-19-0150399-02	UST-19-0150399-03	UST-19-0150399-04
Bezeichnung:		RKS 4 (2-2,5 m)	RKS 3 (0,2-1,0 m)	RKS 3 (2,5-3,2 m)	RKS 1 (2-3,5 m)

Original

Trockenmasse	%	92,4	82,9	90,1	89,4
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
EOX	mg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50



Probe Nr.:		UST-19-0150399-01	UST-19-0150399-02	UST-19-0150399-03	UST-19-0150399-04
Bezeichnung:		RKS 4 (2-2,5 m)	RKS 3 (0,2-1,0 m)	RKS 3 (2,5-3,2 m)	RKS 1 (2-3,5 m)

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toluol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Styrol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe AKW	mg/kg TS	--	--	--	--
Summe BTXE	mg/kg TS	--	--	--	--

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	--	--	--

Probe Nr.:		UST-19-0150399-01	UST-19-0150399-02	UST-19-0150399-03	UST-19-0150399-04
Bezeichnung:		RKS 4 (2-2,5 m)	RKS 3 (0,2-1,0 m)	RKS 3 (2,5-3,2 m)	RKS 1 (2-3,5 m)

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	--	--	--

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Summe PCB	mg/kg TS	--	--	--	--
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	--	--	--

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		-	-	-	-
Arsen	mg/kg TS	4,5	6,1	5,1	6,9
Blei	mg/kg TS	14	24	14	16
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	26	34	23	34
Kupfer	mg/kg TS	3,1	9,5	26	4,3
Nickel	mg/kg TS	29	39	31	34
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zink	mg/kg TS	28	42	22	30
Thallium	mg/kg TS	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25

Probe Nr.:		UST-19-0150399-01	UST-19-0150399-02	UST-19-0150399-03	UST-19-0150399-04
Bezeichnung:		RKS 4 (2-2,5 m)	RKS 3 (0,2-1,0 m)	RKS 3 (2,5-3,2 m)	RKS 1 (2-3,5 m)

Eluat

Eluat		Filtrat	Filtrat	Filtrat	Filtrat
pH-Wert		8,3	7,8	8,2	8,4
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	82	71	85	87
Chlorid	mg/l	0,7	1,0	0,7	1,08
Sulfat	mg/l	<0,5	0,8	2,38	1,58
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	<5	<5	<5
Phenol-Index	µg/l	<10	<10	<10	<10

Schwermetalle

Arsen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	1,2
Blei	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmium	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	1,7	<1,0	<1,0
Kupfer	µg/l	1,1	<1,0	<1,0	<1,0
Nickel	µg/l	<1,0	1,0	<1,0	<1,0
Quecksilber	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zink	µg/l	9,3	14	20	9,6

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH. Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 07.11.2019 um 16:15 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Trockenmasse	DIN EN 14346:2007-03
Cyanid, gesamt	DIN ISO 11262:2012-04 (UAU)
EOX	DIN 38414-S 17:2017-01 ()
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (ULE)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (ULE)
Benzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Ethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Toluol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
o-Xylol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
m,p-Xylol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Styrol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Isopropylbenzol (Cumol)	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
n-Propylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,3,5-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,4-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,3-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Summe AKW	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Summe BTXE	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Trichlorfluormethan (R11)	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	DIN EN ISO 22155:2013-05
Dichlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
trans-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
cis-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1-Dichlorethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,1-Trichlorethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,2-Dichlorethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
Summe LHKW	DIN EN ISO 22155:2013-05
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Dibenz(ah)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Benzo(ghi)perylen	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (ULE)
Summe PAK EPA	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
PCB Nr. 28	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 52	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 101	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 118	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 138	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 153	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
PCB Nr. 180	DIN EN 15308:2008-05 (ULE)
Summe PCB	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Summe PCB (7 Verbindungen)	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Eluat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	DIN 38 404-C5:2009-07
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	DIN EN ISO 14403:2002-07 (UAU)
Phenol-Index	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (UAU)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

(UAU) - Verfahren durchgeführt am Standort Augsburg; () -; (ULE) - Verfahren durchgeführt am Standort Marktleeburg

**ANLAGE 5 FOTODOKUMENTATION
BAGGERSCHURF**



Foto Nr. 1: Lokalisierung Hohlraum



Foto Nr. 2: Gesamttiefe

<p>Stadtverwaltung Crailsheim Ressort Bauen & Verkehr, SG Tiefbau Marktplatz 1 74564 Crailsheim</p>	<p>Projekt-Nr.: 242061</p>	
<p>Baugebiet Hummelsberg/ Heckenbühl Baugrunduntersuchung</p>	<p>Bericht-Nr.: 01</p>	<p>Anlage-Nr. Seite 1/3</p>



Foto Nr. 3: Diagonale Ausdehnung



Foto Nr. 4: Mächtigkeit Überdeckung

<p>Stadtverwaltung Crailsheim Ressort Bauen & Verkehr, SG Tiefbau Marktplatz 1 74564 Crailsheim</p>	<p>Projekt-Nr.: 242061</p>	
<p>Baugebiet Hummelsberg/ Heckenbühl Baugrunduntersuchung</p>	<p>Bericht-Nr.: 01</p>	<p>Anlage-Nr. Seite 2/3</p>



Foto Nr. 5: Eröffnen des Hohlraums



Foto Nr. 6: Hohlraum offen

<p>Stadtverwaltung Crailsheim Ressort Bauen & Verkehr, SG Tiefbau Marktplatz 1 74564 Crailsheim</p>	<p>Projekt-Nr.: 242061</p>	
<p>Baugebiet Hummelsberg/ Heckenbühl Baugrunduntersuchung</p>	<p>Bericht-Nr.: 01</p>	<p>Anlage-Nr. Seite 3/3</p>