

**Stellungnahme zur Abwasserbeseitigung
im Bebauungsplanverfahren**

Neubau eines Netto-Marktes
Am Kaiser 7, 52146 Würselen

Erläuterungsbericht

Aufsteller:

Ingenieurbüro Glenk VDI
Kapellchenweg 14
46509 Xanten

Xanten, im August 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	3
2	Beschreibung des Baugrundes.....	4
3	Regenwasser.....	6
3.1	Ermittlung des Rückhaltevolumens	6
4	Schmutzwasser im Lebensmittelmarkt.....	7
5	Verzeichnis der Anhänge und Anlagen	7
	Anlagen	22

1 Allgemeines

Die GVG Würselen GmbH & Co. KG, New-York-Ring 6 aus 22297 Hamburg plant auf dem Grundstück in Würselen an der Straße „Am Kaiser 7“ die Errichtung eines neuen Lebensmittelmarktes mit vorgelagerten Verkehrsflächen.



Quelle: Bodengutachten Krauss & Coll. Geoconsult GmbH&CO.KG

Zur Aufstellung des Bebauungsplans ist die Abwasserbeseitigung festzulegen.

Lage des Baugrundstücks:

Kreis	Städteregion Aachen
Gemeinde:	Würselen
Gemarkung:	Bardenberg
Flur	14
Flurstück	8 + 3 (teilweise)
Grundstücksgröße gesamt	ca. 5.482 m ²

Das Grundstück wird im Zuge einer Flurstücksteilung mit dem Flurstück 3 teilweise vergrößert.

Der verkehrliche Anschluss erfolgt über die östliche Zufahrtstraße „Am Kaiser“. Das Grundstück hat ein Gefälle von Ost nach West und von Süd nach Nord. Um das Grundstück nutzbar zu machen ist eine Geländeauffüllung mit nördl. angeordneten Winkelstützwänden erforderlich. Eine Anhebung über Zufahrtstraßenebene (Rückstauniveau) ist nicht möglich.

Im Mittel wird das Grundstück ca. 0,60 – 0,80 Meter unter Rückstauebene liegen.

Das Baugebiet befindet sich nicht in einer Wasserschutzzone.

Die folgenden Abwasserarten liegen vor:

- Regenwasser von Dachflächen
- Regenwasser von Verkehrsflächen
- Schmutzwasser im Lebensmittelmarkt

In der Erschließungsstraße „Am Kaiser“ liegt ein Trennsystem vor.

2 Beschreibung des Baugrundes

Das Baugrundstück befindet sich im südlichen Stadtteil Bardenberg und wird zurzeit als Wiese (Brachland) genutzt.

Zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse wurde durch die CEV Würselen GmbH & Co. KG ein Baugrundgutachten in Auftrag gegeben. Dieses geologische Gutachten ist durch das Institut **Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG** erstellt und mit Datum vom 24.08.2020 vorgelegt worden. Mit Datum vom 14.05.2021 ist ein Ergänzungsgutachten vorgelegt worden.

Gegenstand der Untersuchungen waren die Erkundung der geologischen Verhältnisse, Gründungsgutachten, Schadstoffbelastung und die Durchführung von Versickerungsversuchen.

Der vollständige Text des Bodengutachtens ist der

► Anlage 3

zu entnehmen. Danach ergibt sich folgendes Bild:

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 05.08.2020 bis 06.08.2020 insgesamt zehn Kleinrammbohrungen bis ca. 8 m unter GOK durchgeführt. (KRB 1 - 10) und vier schwere Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 3 gemäß DIN EN ISO 22476-2) bis ca. 6,00 m unter Ansatzpunkt abgeteuft. Die Sondieransatzpunkte sind in den Lageplan des Gutachtens übertragen worden.

Es ergibt sich anhand der durchgeführten Erkundungsbohrungen folgender vereinfachter Aufbau:

Unter einer ca. 80 cm mächtigen humosen Schicht (Schluff, feinsandig, humos, sehr schwach kiesig bis schwach kiesig, Wurzelreste, weiche – steife Konsistenz) stehen Lösslehme und Terrassensande (Schluff, schwach tonig bis tonig, sehr schwach feinsandig bis stark feinsandig, weich bis halbfeste Konsistenz) und Terrassenkiese (Sand, Kies, schwach schluffig bis schluffig, mitteldicht bis dicht gelagert) bis ca. 2,80 bis 4,20 m unter GOK an. Diese sind ab frühestens 2,30 – mind. 8,00 m u. GOK mit Ratinger Ton (Ton, schluffig, sehr schwach feinsandig bis schwach feinsandig, weiche bis halbfeste Konsistenz) unterlagert.

Grundwasser wurde bis zur Endteufe von 8,00 m unter GOK keins angetroffen. Es ist bei den vorherrschenden Bodenzusammensetzungen mit örtlichem Schichtenwasser auszugehen, welches sich über bindigen Schichten in gespannter Form als schwebende Aquifere (Wasseradern) gebildet hat.

Die Versickerungsversuche wurden In-Situ durchgeführt. Hierzu wurden Sickerbrunnen an drei möglichen Standorten vorgebohrt und nach Einstellung des Ruhewasserspiegels erfolgte die eigentliche Versuchsdurchführung. Die dabei ermittelten kf-Werte wurden online ermittelt und aufgezeichnet.

Als Bemessungswert wird für den **kf-Wert $3,2 \times 10^{-6}$ m/s** angegeben. Damit weisen die anstehenden Böden eine geringe, bis sehr geringe Durchlässigkeit auf.

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser- kommen für Versickerungsanlagen nur Lockergesteine in Frage, deren hydraulische Leitfähigkeit im Bereich von $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s bis 1×10^{-6} m/s liegen.

Der vorliegende Bemessungs-kf-Wert liegt geringfügig über dem Mindestwert.

Damit das Niederschlagswasser eine ausreichende Reinigungspassage durchläuft muss der Versickerungsraum unterhalb der Sickerebene bis zum Grundwasser mindestens einen Flurabstand von 1,0 m aufweisen.

Aus dem Profilschnitt Anlage 1 (Ergänzungsgutachten Mai 2021) ist die Schichtung Richtung Süden zu entnehmen.

In Abstimmung mit dem Bodengutachter kann es nicht ausgeschlossen werden, dass es im Fall einer konzentrierten Niederschlagswasserversickerung auf dem Flurstück 8 auf Grund der unterirdischen örtlichen Gegebenheiten (Schluff-/Tonschicht, starkes Geländegefälle im Umfeld, schlechte Bemessungs-kf-Werte), zu einer Vernässung des tieferliegenden Nachbargrundstücks führen kann. Somit ist eine Beeinträchtigung des Gemeinwohls nicht ausgeschlossen und daher von einer Versickerung abzuraten. In diesem Fall sollte die Stadt Würselen den Anschluss- und Benutzungszwang für die Niederschlagswasserbeseitigung aussprechen.

3 Regenwasser

Über die Konzeption ist die schadlose Ableitung des Regenwassers dargestellt und nachgewiesen.

Das auf dem Grundstück anfallende Niederschlagswasser wird in zwei verschiedene Herkunftsbereiche eingeteilt:

- Verkehrsflächen
- Dachfläche des Lebensmittelmarktes

Bei einer Einleitung in den städtischen Regenwassersammler ist diese Unterscheidung aber nicht mehr relevant.

Wie bereits in Abschnitt 1 – Allgemeines beschrieben, liegt das Plangrundstück unter der Rückstauenebene. Folglich muss das Regenwasser mittels redundanter Doppelhebeumpenanlage über Rückstauniveau in den Regenwassersammler gepumpt werden.

3.1 Ermittlung des Rückhaltevolumens

In Vorabstimmung mit dem Kanalbauamt wurde die Aufnahme von Niederschlagswasser in den Sammler geprüft und eine Einleitmenge mit 5,8 l/s genehmigt.

Für die Bemessung von Rückhalteräumen werden die aktuellen Regendaten KOSTRA-DWD 2010 R – Rasterfeld **Spalte 3, Zeile 57** für "Würselen" verwendet (► Anhang 1). Berechnungsgrundlage bildet das DWA-Arbeitsblatt 117 „Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117“ (2013). Dafür wird die entsprechende itwh-Software verwendet.

Die Verkehrsflächen gem. ► Anlage 1 bestehen aus

- den Verkehrsflächen
- der Anlieferzone

Sämtliche Flächen werden mit Betonpflastersteinen befestigt. Eine Ausnahme bildet die Anlieferzonen, hier wird die Aufstellfläche mit einer Betonplatte errichtet.

Grundlage für die Berechnungen von Rückhalteräumen ist das 5 jährige Regenereignis ($n=0,2$) als Maß der Überstauhäufigkeit in Industriegebieten (DWA-A 118).

Die Berechnungsergebnisse sind ► Anhang 3 zu entnehmen.

Je nach Sicherheitsbedürfnis ist für die Volumenermittlung der jährliche Bemessungsregen zu wählen.

Aus den Berechnungen für die folgenden Jährlichkeiten ist das entspr. Rückhaltevolumen vorzuhalten:

2 - Jahresregen	=>	51 m ³
5 - Jahresregen	=>	73 m ³
10 - Jahresregen	=>	98 m ³
30 - Jahresregen	=>	131 m ³
100 - Jahresregen	=>	162 m ³

Dieses Volumen kann in einem offenen, gedichteten Erdbecken, oder in einem Staukanal vorgehalten werden.

Im konzeptionellen Lageplan ► Anlage 1 ist ein Erdbecken dargestellt.

4 Schmutzwasser im Lebensmittelmarkt

Das Schmutzwasser des Lebensmittelmarktes wird getrennt gesammelt und mit einer redundanten Hebeanlage in den Schmutzwassersammler der Gemeinde Würselen eingeleitet.


5 Verzeichnis der Anhänge und Anlagen

<u>Anhang</u>	1	Örtliche Regendaten
	2	Ermittlung der abflusswirksamen Flächen
	3	Ermittlung des Rückhaltevolumen nach DWA-A 117
	3.1	Jährlichkeit 2 Jahre
	3.2	Jährlichkeit 5 Jahre
	3.3	Jährlichkeit 10 Jahre
	3.4	Jährlichkeit 30 Jahre
	3.5	Jährlichkeit 100 Jahre

<u>Anlagen:</u>	1	Lageplan – Konzept Entwässerung
	2	Baugrundgutachten

Aufgestellt:

Datum 27.08.2021


 Der Aufsteller
 Ingenieurbüro Glenk VDI
 Büro für Tief- und Straßenbau
 Christoph Glenk
 Kapellichenweg 14
 46509 Xanten

Anhang

1. Örtliche Regendaten



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 3, Zeile 57
 Ortsname : Würselen (NW)
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Berechnungsmethode : DWD-Klassenwerte

Dauerstufe	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	5,0	6,0	7,0	7,5	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
10 min	7,5	9,5	10,5	11,5	14,0	16,0	17,0	18,0	20,0
15 min	9,5	11,5	13,0	15,0	17,0	19,0	22,0	22,0	26,0
20 min	10,5	13,0	15,0	17,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0
30 min	13,0	16,0	18,0	20,0	24,0	28,0	32,0	32,0	36,0
45 min	14,0	18,0	22,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0	45,0
60 min	15,0	20,0	22,0	26,0	32,0	36,0	40,0	45,0	50,0
90 min	17,0	22,0	26,0	28,0	36,0	40,0	45,0	45,0	50,0
2 h	18,0	24,0	28,0	32,0	36,0	45,0	45,0	50,0	55,0
3 h	22,0	26,0	32,0	36,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0
4 h	24,0	28,0	32,0	36,0	45,0	50,0	50,0	55,0	60,0
6 h	26,0	32,0	36,0	40,0	45,0	55,0	55,0	60,0	70,0
9 h	32,0	36,0	40,0	45,0	50,0	60,0	60,0	70,0	70,0
12 h	32,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	70,0	70,0	80,0
18 h	36,0	45,0	50,0	55,0	60,0	70,0	70,0	80,0	80,0
24 h	40,0	50,0	50,0	55,0	70,0	70,0	80,0	80,0	90,0
48 h	50,0	55,0	60,0	70,0	80,0	80,0	90,0	90,0	100,0
72 h	55,0	60,0	70,0	70,0	80,0	90,0	90,0	100,0	120,0

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 hN Niederschlagshöhe in [mm]

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	1,00	1,00	1,00	1,00
	[mm]	9,10	14,50	38,50	51,30
100 a	Faktor [-]	1,00	1,00	1,00	1,00
	[mm]	24,20	46,10	84,70	102,60

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei $1 \text{ a} \leq T \leq 5 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 10 \%$,
- bei $5 \text{ a} < T \leq 50 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 15 \%$,
- bei $50 \text{ a} < T \leq 100 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 20 \%$

Berücksichtigung finden.



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 3, Zeile 57
 Ortsname : Würselen (NW)
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Berechnungsmethode : DWD-Klassenwerte

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [(s-ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	166,7	200,0	233,3	250,0	300,0	333,3	366,7	400,0	433,3
10 min	125,0	158,3	175,0	191,7	233,3	266,7	283,3	300,0	333,3
15 min	105,6	127,8	144,4	166,7	188,9	211,1	244,4	244,4	288,9
20 min	87,5	108,3	125,0	141,7	166,7	183,3	200,0	216,7	233,3
30 min	72,2	88,9	100,0	111,1	133,3	155,6	177,8	177,8	200,0
45 min	51,9	66,7	81,5	88,9	103,7	118,5	133,3	148,1	166,7
60 min	41,7	55,6	61,1	72,2	88,9	100,0	111,1	125,0	138,9
90 min	31,5	40,7	48,1	51,9	66,7	74,1	83,3	83,3	92,6
2 h	25,0	33,3	38,9	44,4	50,0	62,5	62,5	69,4	76,4
3 h	20,4	24,1	29,6	33,3	37,0	41,7	46,3	50,9	55,6
4 h	16,7	19,4	22,2	25,0	31,3	34,7	34,7	38,2	41,7
6 h	12,0	14,8	16,7	18,5	20,8	25,5	25,5	27,8	32,4
9 h	9,9	11,1	12,3	13,9	15,4	18,5	18,5	21,6	21,6
12 h	7,4	9,3	10,4	11,6	12,7	13,9	16,2	16,2	18,5
18 h	5,6	6,9	7,7	8,5	9,3	10,8	10,8	12,3	12,3
24 h	4,6	5,8	5,8	6,4	8,1	8,1	9,3	9,3	10,4
48 h	2,9	3,2	3,5	4,1	4,6	4,6	5,2	5,2	5,8
72 h	2,1	2,3	2,7	2,7	3,1	3,5	3,5	3,9	4,6

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 rN Niederschlagsspende in [(s-ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	1,00	1,00	1,00	1,00
	[mm]	9,10	14,50	38,50	51,30
100 a	Faktor [-]	1,00	1,00	1,00	1,00
	[mm]	24,20	46,10	84,70	102,60

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei 1 a \leq T \leq 5 a ein Toleranzbetrag von ± 10 %
- bei 5 a $<$ T \leq 50 a ein Toleranzbetrag von ± 15 %
- bei 50 a $<$ T \leq 100 a ein Toleranzbetrag von ± 20 %

Berücksichtigung finden.

2 Ermittlung der abflusswirksamen Flächen

Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9	1.645	0,90	1.481
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,60	2.510	0,70	1.757
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	4.155
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	3.238
resultierender mittlerer Abflussbeiwert ψ_m [-]	0,78

Bemerkungen:

3 Ermittlung des Rückhaltevolumen nach DWA-A 117

3.1 Jährlichkeit 2 Jahre

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117			
Neubau eines Netto-Marktes Am Kaiser 7, 52146 Würselen			
Auftraggeber: GVG Würselen GmbH & Co. KG New-York-Ring 6 22297 Hamburg			
Rückhalteraum: 2 - Jahresregen			
Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$			
Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	4.155
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,78
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	3.238
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m ³	0,0
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	0,0
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	0,0
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	5,8
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	17,9
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	10,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	10,0
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	0,7
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	1,0
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,5
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	1
Abminderungsfaktor	f_A	-	1,000
Ergebnisse:			
maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	60
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	55,6
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m³/ha	156
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m³	50,5
vorhandenes Speichervolumen	V	m³	80
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	11,4
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	11,4
Entleerungszeit	t_E	h	3,8
Bemerkungen:			

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Neubau eines Netto-Marktes
 Am Kaiser 7, 52146 Würselen

Auftraggeber:
 GVG Würselen GmbH & Co. KG
 New-York-Ring 6
 22297 Hamburg

Rückhalteraum:
 2 - Jahresregen

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(m)}$ [l/(s*ha)]
20	108,3
30	88,9
45	66,7
60	55,6
90	40,7
120	33,3
180	24,1
240	19,4
360	14,8
540	11,1

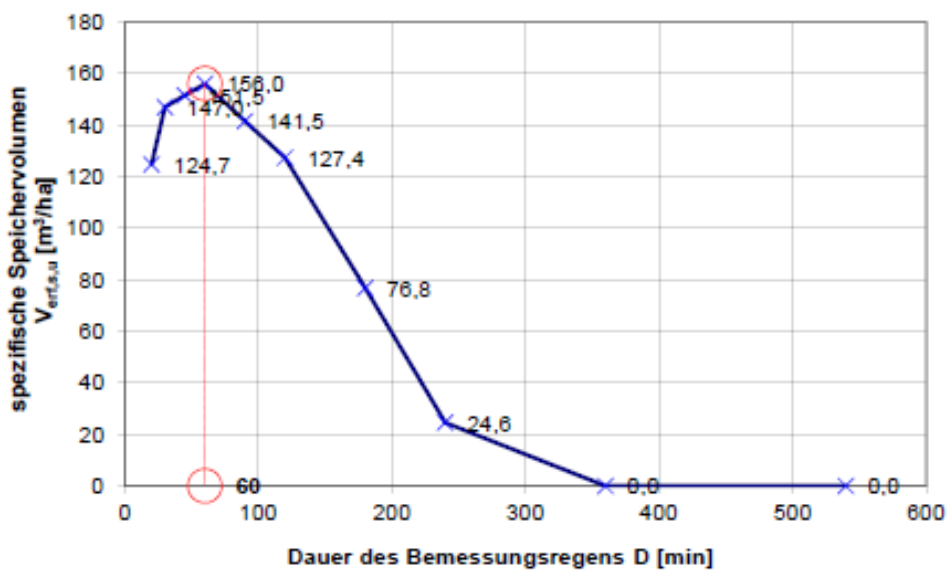
Fülldauer RÜB:

D_{RB0} [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{e,u}$ [m ³ /ha]
124,7
147,0
151,5
156,0
141,5
127,4
76,8
24,6
0,0
0,0

Rückhalteraum



3.2 Jährlichkeit 5 Jahre

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117			
Neubau eines Netto-Marktes Am Kaiser 7, 52146 Würselen			
Auftraggeber: GVG Würselen GmbH & Co. KG New-York-Ring 6 22297 Hamburg			
Rückhalteraum: 5 - Jahresregen			
Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$			
Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	4.155
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	ψ_m	-	0,78
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	3.238
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m ³	0,0
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	0,0
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	0,0
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	5,8
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	17,9
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	10,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	10,0
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	1
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	1,0
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	1
Abminderungsfaktor	f_A	-	1,000
Ergebnisse:			
maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	60
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	72,2
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m³/ha	225
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m³	72,8
vorhandenes Speichervolumen	V	m³	121
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	12,0
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	12,0
Entleerungszeit	t_E	h	5,8
Bemerkungen:			

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Neubau eines Netto-Marktes
Am Kaiser 7, 52146 Würselen

Auftraggeber:

GVG Würselen GmbH & Co. KG
New-York-Ring 8
22297 Hamburg

Rückhalteraum:

5 - Jahresregen

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
30	111,1
45	88,9
60	72,2
90	51,9
120	44,4
180	33,3
240	25,0
360	18,5
540	13,9
720	11,6

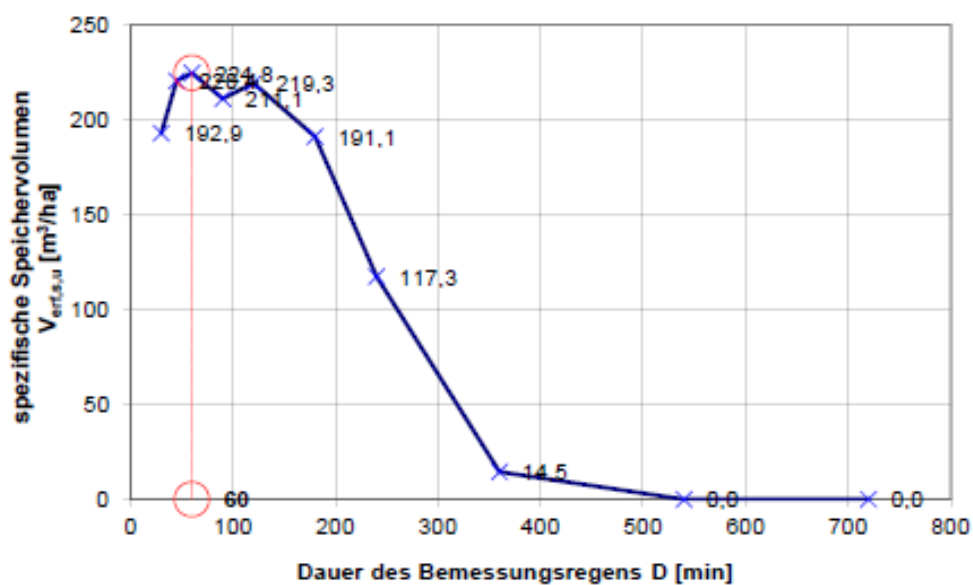
Fülldauer RÜB:

$D_{RÜB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{e,u}$ [m ³ /ha]
192,9
220,4
224,8
211,1
219,3
191,1
117,3
14,5
0,0
0,0

Rückhalteraum



3.3 Jährlichkeit 10 Jahre

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Neubau eines Netto-Marktes
Am Kaiser 7, 52146 Würselen

Auftraggeber:
GVG Würselen GmbH & Co. KG
New-York-Ring 8
22297 Hamburg

Rückhalteraum:
10 - Jahresregen

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	4.155
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	ψ_m	-	0,78
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	3.238
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m ³	0,0
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	0,0
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	0,0
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	5,8
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	17,9
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	10,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	10,0
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	1
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	1,0
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	1
Abminderungsfaktor	f_A	-	1,000

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	90
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	66,7
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{erf,s,u}$	m³/ha	303
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m³	98,1
vorhandenes Speichervolumen	V	m³	121
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	12,0
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	12,0
Entleerungszeit	t_E	h	5,8

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im Nahrungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Neubau eines Netto-Marktes
 Am Kaiser 7, 52146 Würselen

Auftraggeber:
 GVG Würselen GmbH & Co. KG
 New-York-Ring 6
 22297 Hamburg

Rückhalteraum:
 10 - Jahresregen

örtliche Regendaten:

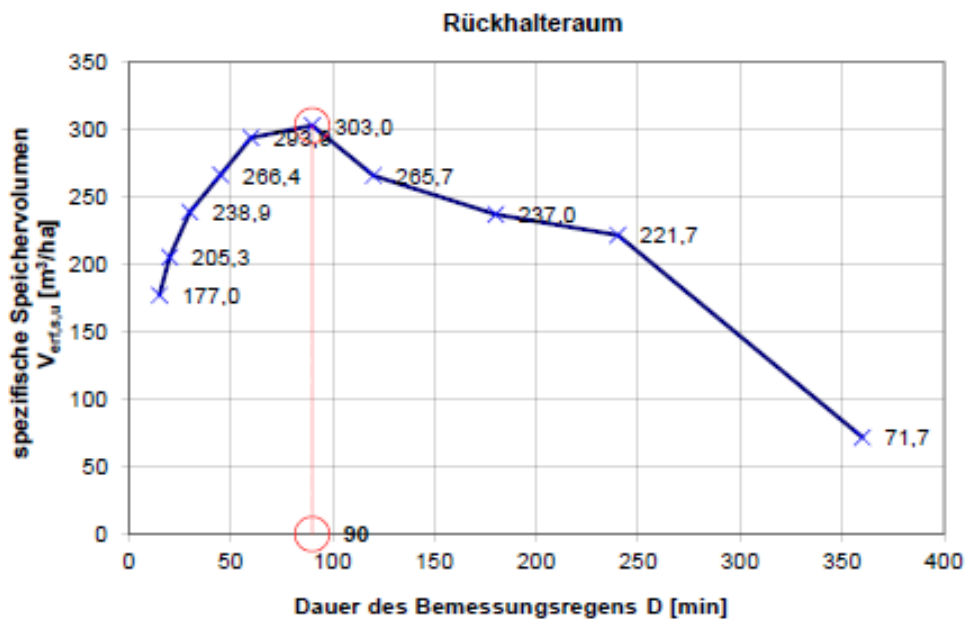
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
15	188,9
20	166,7
30	133,3
45	103,7
60	88,9
90	66,7
120	50,0
180	37,0
240	31,3
360	20,8

Fülldauer RÜB:

$D_{RÜB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{c,u}$ [m ³ /ha]
177,0
205,3
238,9
266,4
293,9
303,0
265,7
237,0
221,7
71,7



3.4 Jährlichkeit 30 Jahre

**Bemessung von Rückhalteräumen
 im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117**

Neubau eines Netto-Marktes
 Am Kaiser 7, 52146 Würselen

Auftraggeber:
 GVG Würselen GmbH & Co. KG
 New-York-Ring 6
 22297 Hamburg

Rückhalteraum:
 30 - Jahresregen

Eingabedaten: $V_{e,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	4.155
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,78
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	3.238
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m ³	0,0
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	0,0
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	0,0
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	5,8
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	17,9
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	10,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	10,0
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	1,5
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	0,1
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,033
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	1
Abminderungsfaktor	f_A	-	1,000

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	90
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	83,3
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{ert,e,u}$	m³/ha	406
erforderliches Speichervolumen	V_{ert}	m³	131
vorhandenes Speichervolumen	V	m³	155
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	10,3
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	10,3
Entleerungszeit	t_E	h	7,4

Bemerkungen:

**Bemessung von Rückhalteräumen
 im NÄherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117**

Neubau eines Netto-Marktes
 Am Kaiser 7, 52146 Würselen

Auftraggeber:

GVG Würselen GmbH & Co. KG
 New-York-Ring 6
 22297 Hamburg

Rückhalteraum:

30 - Jahresregen

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(in)}$ [l/(s*ha)]
30	177,8
45	133,3
60	111,1
90	83,3
120	62,5
180	46,3
240	34,7
360	25,5
540	18,5
720	16,2

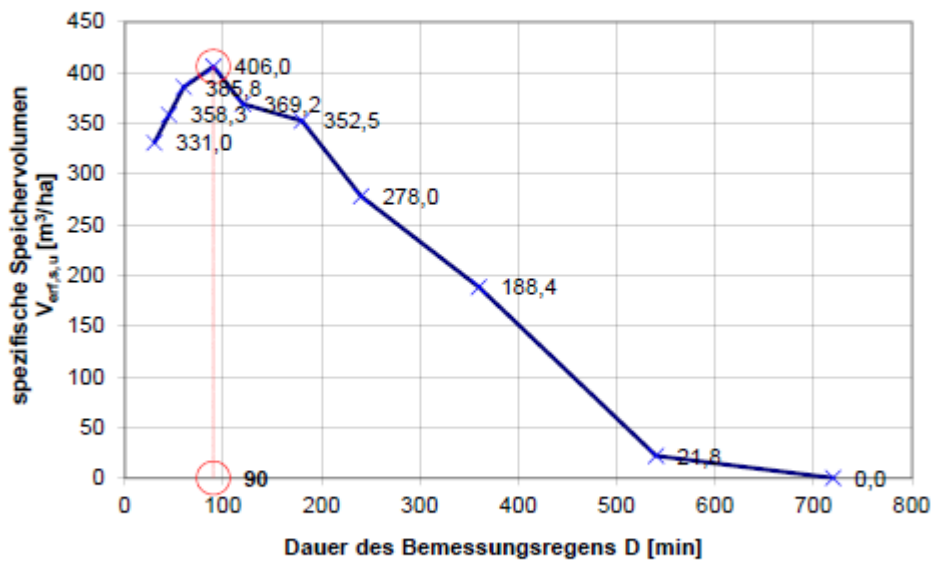
Fülldauer RÜB:

D_{RBU} [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{e,u}$ [m ³ /ha]
331,0
358,3
385,8
406,0
369,2
352,5
278,0
188,4
21,8
0,0

Rückhalteraum



3.5 Jährlichkeit 100 Jahre

**Bemessung von Rückhalteräumen
 im Nährungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117**

Neubau eines Netto-Marktes
 Am Kaiser 7, 52146 Würselen

Auftraggeber:
 GVG Würselen GmbH & Co. KG
 New-York-Ring 6
 22297 Hamburg

Rückhalteraum:
 100 - Jahresregen

Eingabedaten: $V_{e,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_z * f_A * 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	4.155
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,78
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	3.238
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m ³	0,0
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	0,0
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	0,0
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	5,8
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	17,9
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	10,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	10,0
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	1,5
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	1,0
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,01
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	1
Abminderungsfaktor	f_A	-	1,000

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	60
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	138,9
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{ert,s,u}$	m ³ /ha	501
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m ³	162
vorhandenes Speichervolumen	V	m ³	200
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	13,0
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	13,0
Entleerungszeit	t_e	h	9,6

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im NÄherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Neubau eines Netto-Marktes
 Am Kaiser 7, 52146 Würselen

Auftraggeber:
 GVG Würselen GmbH & Co. KG
 New-York-Ring 6
 22297 Hamburg

Rückhalteraum:
 100 - Jahresregen

örtliche Regendaten:

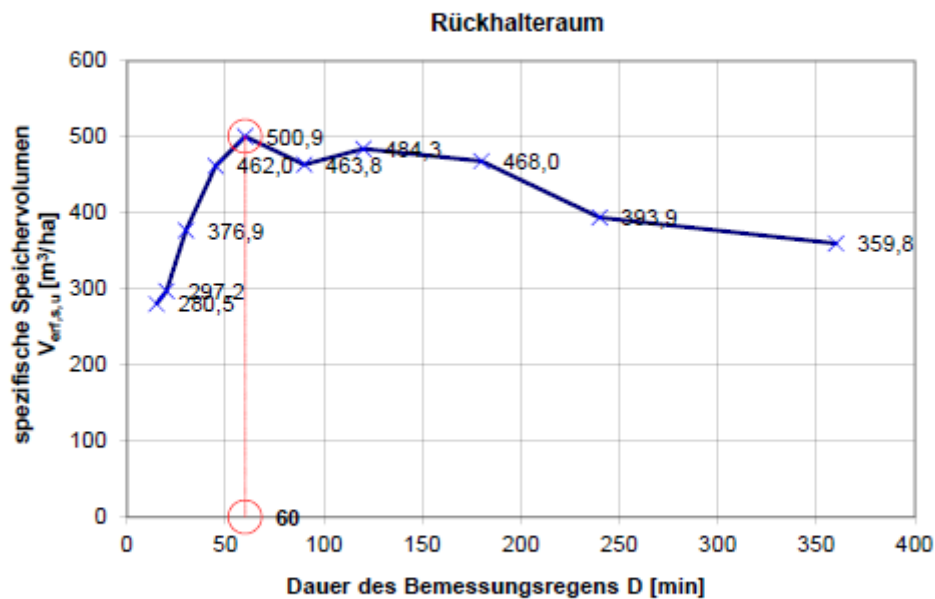
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
15	288,9
20	233,3
30	200,0
45	166,7
60	138,9
90	92,6
120	76,4
180	55,6
240	41,7
360	32,4

Fülldauer RÜB:

$D_{RÜB}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m³/ha]
280,5
297,2
376,9
462,0
500,9
463,8
484,3
468,0
393,9
359,8



Anlagen



KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG

INSTITUT FÜR | BAUGRUND | ALTLASTEN | GEBÄUDESCHADSTOFFE



BAUGRUNDUNTERSUCHUNG

Versickerungsuntersuchung

für das Grundstück

Am Kaiser

in 52146 Würselen

Auftraggeber

CEV Würselen GmbH & Co. KG
New-York-Ring 6
22297 Hamburg

Datum

14.05.2021

Projekt

21.3.321

Bearbeitung

Michael Krauss Dipl.-Ing. Dipl.-Geol.
Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG
Felix-Wankel-Straße 16
26125 Oldenburg

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 VORGANG	1
1.1 Allgemeines	1
2 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN	2
2.1 Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1	2
2.2 Nivellement	2
2.3 Versickerungsversuche	2
2.4 Schichtenprofil	3
2.5 Grund, Schichten, und Stauwasser	3
3 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	4
3.1 Streckenprofil	4
3.2 Versickerungsversuche	4
4 SCHLUSSBEMERKUNGEN	5

Anlagenverzeichnis



1 VORGANG

1.1 Allgemeines

Die Firma CEV Würselen GmbH & Co. KG, New-York-Ring 6, 22297 Hamburg plant auf dem Grundstück Am Kaiser LZ 281.14 in 52146 Würselen, OT Bardenburg den Neubau eines Lebensmittelmarktes mit umliegenden Verkehrsflächen.

Da seitens des Bauherrn eine Versickerung von nicht schädlichem Niederschlag auf dem Grundstück beabsichtigt, sollte durch eine geeignete Detailuntersuchung (In-Situ-Untersuchung) an 3 vom Fachplaner vorgegebenen Ansatzpunkten geprüft werden, ob und inwieweit eine Versickerung von Niederschlagswässern m Untergrund möglich ist. Des Weiteren sollten für einen bestimmten Bereich (geplante Straße) die Untergrundverhältnisse mittels 12 Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 erfasst werden.

Anlage 1 zeigt die Lage der 3 Ansatzpunkte der Versickerungsuntersuchung sowie die 12 Bohrpunkte für das zu betrachtende Streckenprofil A - A'.

Die KRAUSS COLL. GEOCONSULT GmbH & Co. KG, 26125 Oldenburg wurde von der CEV Würselen GmbH & Co. KG am 26.04.2021 mit der Durchführung der genannten Arbeiten beauftragt.



2 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN

2.1 Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im zu untersuchenden Streckenprofil wurden 12 Kleinrammbohrungen am 04.05.2021 im Bauareal nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von max. 6,00 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft und die Ergebnisse dem Auftraggeber übergeben.

Die Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen sind dem Lageplan der **Anlage 1** zu entnehmen. Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in der **Anlage 3** als Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile entsprechend der DIN 4022/4023 beschrieben bzw. zeichnerisch dargestellt.

Die Ansprache des ausgetragenen Bohrgutes erfolgte vor Ort nach DIN 4022, die bautechnische Klassifizierung nach DIN 18196 und die geologische Einstufung nach vorhandenen Erfahrungen.

2.2 Nivellement

Sämtliche Bohransatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig auf m NHN bezogen. Das vollständige Nivellement ist aus **Anlage 2** ersichtlich. Danach konnte ein Höhenunterschied zwischen dem tiefsten Bohrpunkt KRB 1 (163,916 m NHN) und dem höchsten Bohransatzpunkt KRB 12 (178,282 NHN) von 14,368 m gemessen werden. Das Gelände ist demnach als sehr uneben mit größeren Höhenunterschieden zu bezeichnen und muss somit beim Bau der Straße entsprechend berücksichtigt werden.

2.3 Versickerungsversuche

Zur Überprüfung von Möglichkeiten zur Versickerung von nicht-schädlichem Niederschlagswasser, wurden im Untersuchungsareal 3 Versickerungsversuche, bezeichnet als VV 1 – VV 3, durchgeführt. Dazu wurde an den 3 vom Fachplaner des Auftraggebers vorgegebenen Messpunkten mittels einer Kleinrammvorbohrung der Untergrund überprüft. Diese Vorbohrung wurde von dem anwesenden Geologen ausgewertet, d.h. es wurde von ihm vor Ort entschieden, in welcher Schicht eine Versickerung in Frage käme. Danach wurde die Kleinrammbohrung als temporärer Brunnen zur Versuchsdurchführung ausgebaut. Der Brunnenausbau wurde dabei so gewählt, dass die Lage der Filterstrecke soweit möglich, im Bereich der potentiellen Versickerungsschicht lag.

Drei Tage später nach Einstellung eines Ruhewasserspiegels, erfolgte anschließend die eigentliche In-Situ-Versuchsdurchführung. Die dabei ermittelten kf-Werte wurden online ermittelt und entsprechend aufgezeichnet. Die Ergebnisse dieser Messungen zeigt **Anlage 4**.



2.4 Schichtenprofil

Nach den Aufschlussresultaten der durchgeführten Kleinrammbohrungen und den Rammsondierungen ergibt sich für den Baugrund folgender vereinfachter Aufbau:

Tabelle 1: vereinfachtes Schichtenprofil der anstehenden Böden

vereinfachtes Schichtenprofil		
Schichtober- bis –unterkante	Zusammensetzung	Bohrung
0,00 – max. ca. 0,90 m u. GOK	humose Auffüllung (A(OH)), Homogenbereich I: Feinsand, humos , schluffig, sehr schwach mittelsandig, geringe Reste an Ziegelbruch locker - mitteldicht gelagert	KRB 01, KRB 03, KRB 04
lokal frühestens ab 0,5 – max. ca. 1,50 m u. GOK	schluffige Auffüllungen (A(SW, SE, SU, GW)): Homogenbereich II Schluff, stark feinsandig, kiesig, halbfeste-steife Konsistenz	KRB 04, KRB 05, KRB 06, KRB 07, KRB 08, KRB 09
ab frühestens 1,80 – max. ca. 7,20 m u. GOK	Lößlehm (UL, SU*): Schluff, sehr schwach tonig bis tonig, sandig – stark sandig, sehr schwach kiesig, kalkhaltig (Geschiebemergel) weiche – halbfeste Konsistenz	KRB 05, KRB 06, KRB 07, KRB 08, KRB 09
lokal frühestens ab 5,70m	Ratinger Ton Ton, stark schluffig, feinsandig, kiesig Halbfest- steif	KRB 05, KRB 07, KRB 08,

2.5 Grund-, Schichten- und Stauwasser

Bei den abgeteufte Kleinrammbohrungen wurde bis zur Endteufe von 6,00m unter GOK Grundwasser nicht angetroffen.

Anhand der vorherrschenden Bodenzusammensetzung ist von *örtlichem Schichtenwasser* auszugehen, das sich über bindigen Schichten in gespannter Form als *schwebende Aquifere* (Wasseradern) gebildet hat. Mit den aktuellen 12 Aufschlüssen wurde Grundwasser nach DIN 4049 nicht erbohrt.



3 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

3.1 Streckenprofil

Die Ergebnisse der aktuell durchgeführten Kleinrammbohrungen bestätigen die früheren Ergebnisse, d.h. unterhalb einer weitflächig anstehenden Auffülle stehen unterschiedlich mächtige Schluffe an, die wiederum von enggestuften Sanden unterlagert werden (s.a. **Anlage 1**: Profil A – A').

Lokal (z.B. KRB 09 oder KRB 12) fehlen die bindigen Schluffe, und es stehen dort unterhalb der Auffülle bzw. des Mutterbodens bereits versickerungsfähige Grobsande bzw. sogar Kiese an.

3.2 Versickerungsversuche

Unter **Anlage 4** sind die Ergebnisse der 3 In-Situ-Versickerungsversuche im Einzelnen aufgeführt. Angegeben ist für jeden Versuch der relevante kf-Wert. Zusammenfassen kann festgehalten werden, dass für die weitere Bemessung ein kf-Wert von $3,2 \times 10^{-6}$ m/s als Bemessungs-kf-Wert angesetzt werden sollte.

Der untersuchte Boden (Feinsand) weist an allen 3 Ansatzpunkten zwar mit $3,2 \times 10^{-6}$ m/s eine *geringe Durchlässigkeit* auf. Eine Versickerung von nicht schädlichem Niederschlagswasser ist aber nach Auswertung der vorliegenden Ergebnisse durchaus möglich. Die ermittelten kf-Werte sind als machbar, aber auch gleichzeitig als grenzwertig anzusehen.



4 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Der vorliegende Ergebnisbericht beschreibt die, durch punktuelle Bodenaufschlüsse festgestellten Baugrundverhältnisse in geologischer, bodenmechanischer und hydrologischer Hinsicht und ist nur für diese gültig.

Für einen definierten Streckenbereich sollte das geologische Profil bestimmt werden. Die unter Anlage 1 dargestellten Befunde lassen sich insgesamt relativ einheitlich bezeichnen. Des Weiteren wurde an 3 die Möglichkeit zur Versickerung von nicht schädlichem Niederschlagswasser durch 3 In-Situ-Versuche überprüft. Dabei zeigte sich, dass der im Untergrund anstehende Feinsand mit einem kf-Wert von $3,2 \times 10^{-6}$ m/s eine geringe Durchlässigkeit aufweist und somit bedingt für eine Versickerung in Frage kommt. Durch einen Fachplaner für Entwässerung und Tiefbau ist basierend auf diesen aktuellen Werten eine weitere Planung möglich.

Sämtliche Aussagen, Bewertungen und Empfehlungen basieren auf dem im Gutachten beschriebenen Erkundungsrahmen und erheben keinen Anspruch auf eine vollständige repräsentative Beurteilung der Fläche.

Für diesen Bericht nehmen wir Urheberrecht in Anspruch. Eine Vervielfältigung ist nur in vollständiger Form gestattet. Eine Weitergabe, außer an diejenigen Personen und Behörden, die an der Durchführung des Projektes beteiligt sind, ist nur mit Zustimmung unseres Büros zulässig.

KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GmbH & Co. KG
Oldenburg, den 14. Mai 2021

Krauß, Dipl.-Ing., Dipl.-Geol.



ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 : Geologisches Profil A – A', ohne Maßstab

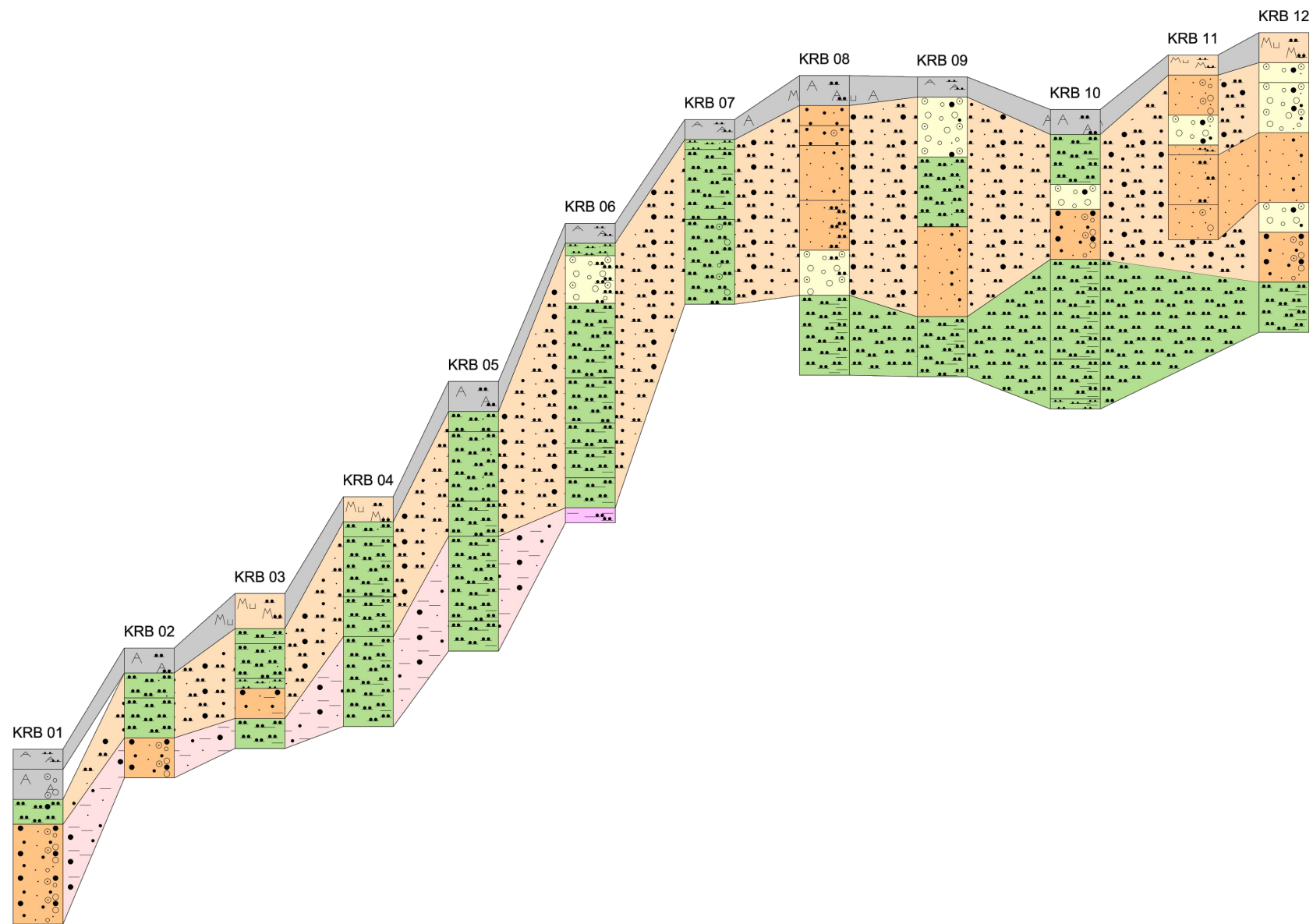
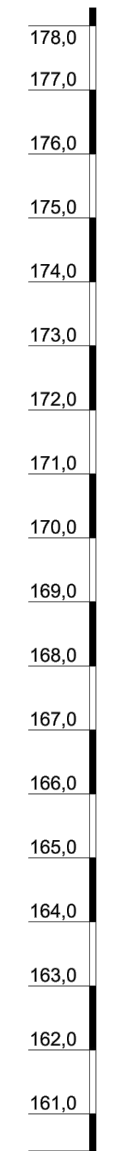
Anlage 2 : Nivellement

Anlage 3 : Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile nach DIN 4022 – 4023

Anlage 4 : Ergebnisse der 3 Versickerungsversuche VV 1 – VV3

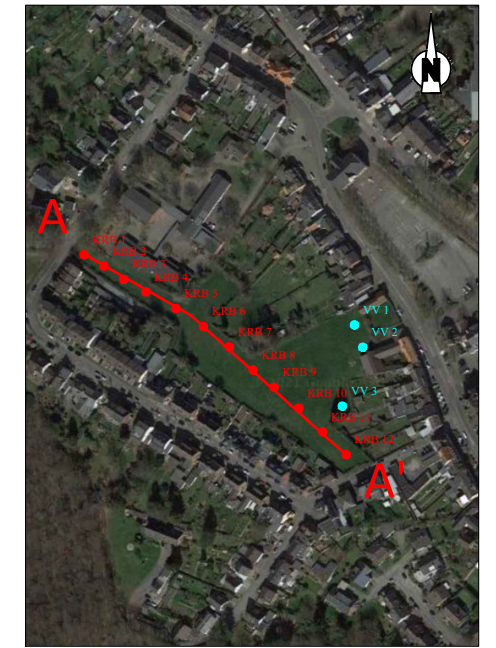
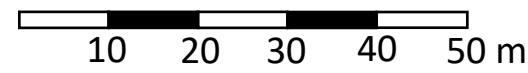
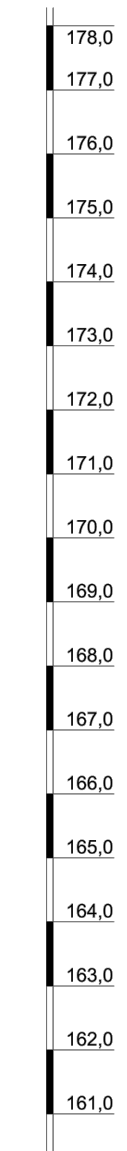
A

m NHN



A'

m NHN



Legende

- Schluffiger Sand / schluffiger Kies (SU*-UL, GU*-UL, SU-GU, SU*-GU*)
- Schluff / Ton (UL-TL)
- Enggestufter Sand (SE)
- Mutterboden, humose Auffüllung
- Verwitterungszone (Tonstein)
- Kleinrammbohrung
- Versickerungsversuch

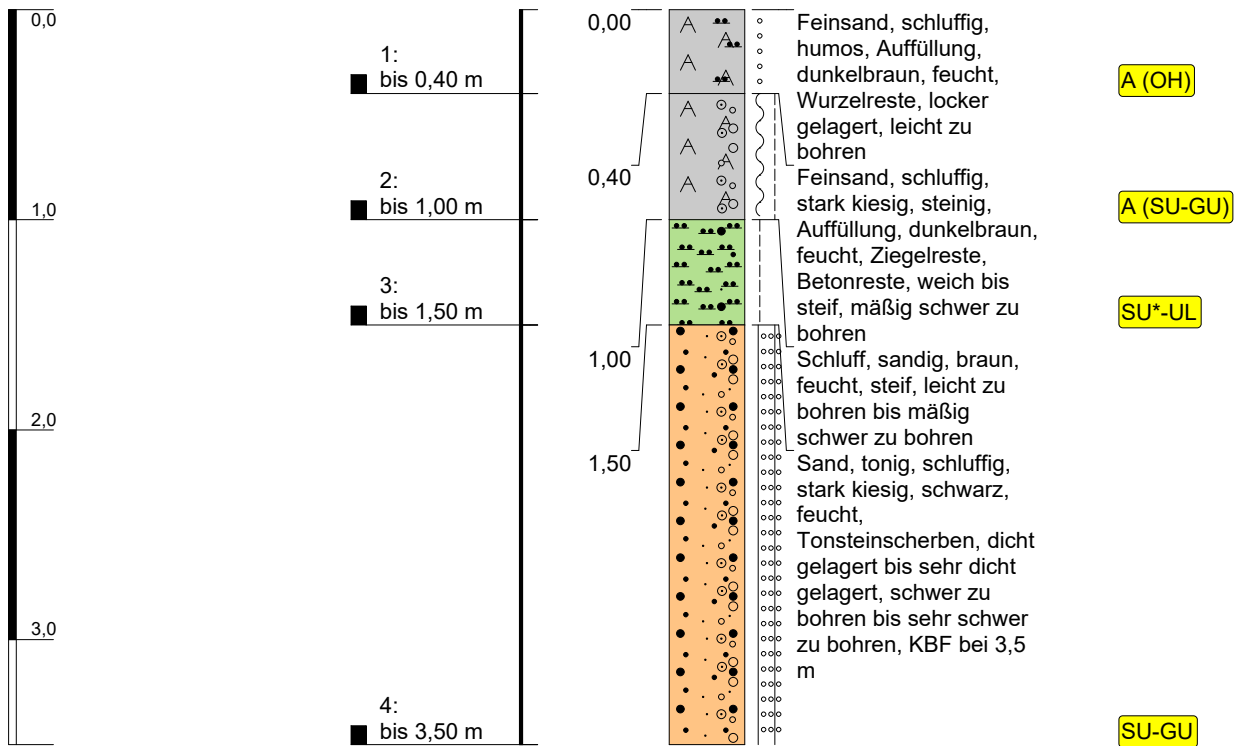


KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG
INSTITUT FÜR | BAUGRUND | ALTLASTEN | GEBÄUDESCHADSTOFFE

PROJEKT: Kleinrammbohrungen Am Kaiser in 52146 Würselen		
PROJEKT-NR.: 21.3.321	TITEL: Geologischer Profilschnitt	MAßSTAB: ohne
GEZEICHNET: Knocks		ANLAGE: 1
DATUM: Mai. 2021	AUFTRAGGEBER: 	

m u. GOK (163,92 m NHN)

KRB 01



Höhenmaßstab: 1:36

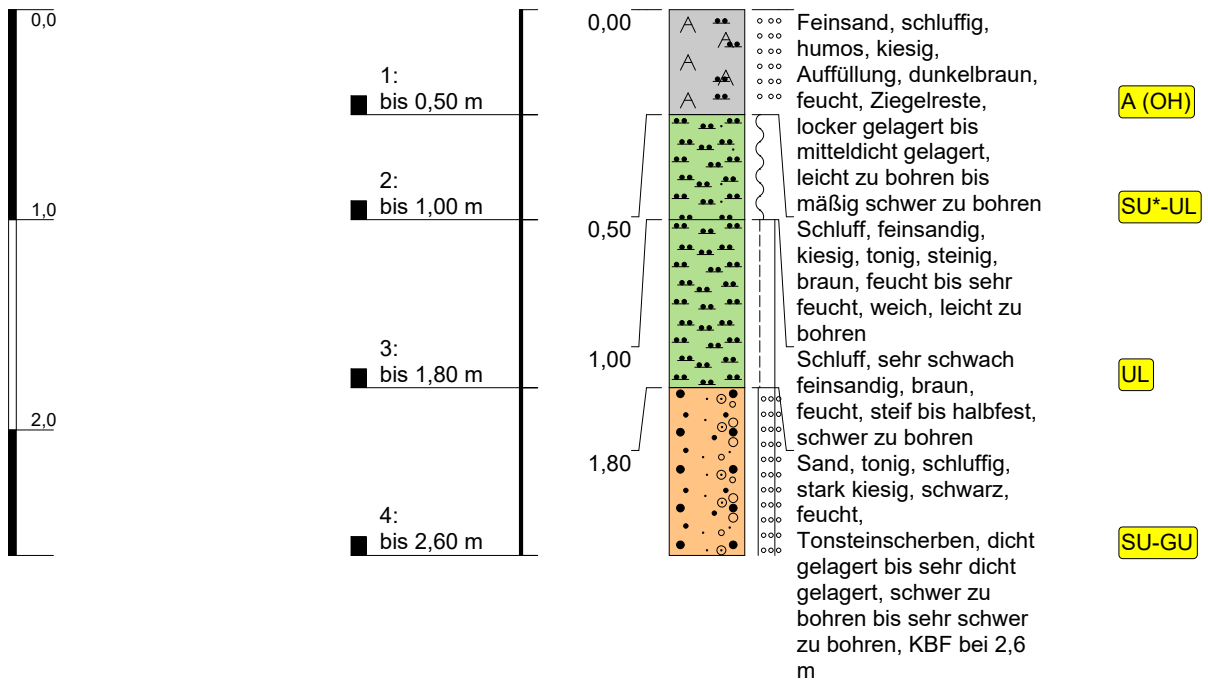
Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

Projekt: Würselen, Am Kaiser		 <p>KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG</p>
Bohrung: KRB 01		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296215	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636257	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 163,92 m NHN	
Bohrdatum: 04.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 160,82 m

m u. GOK (165,95 m NHN)

KRB 02

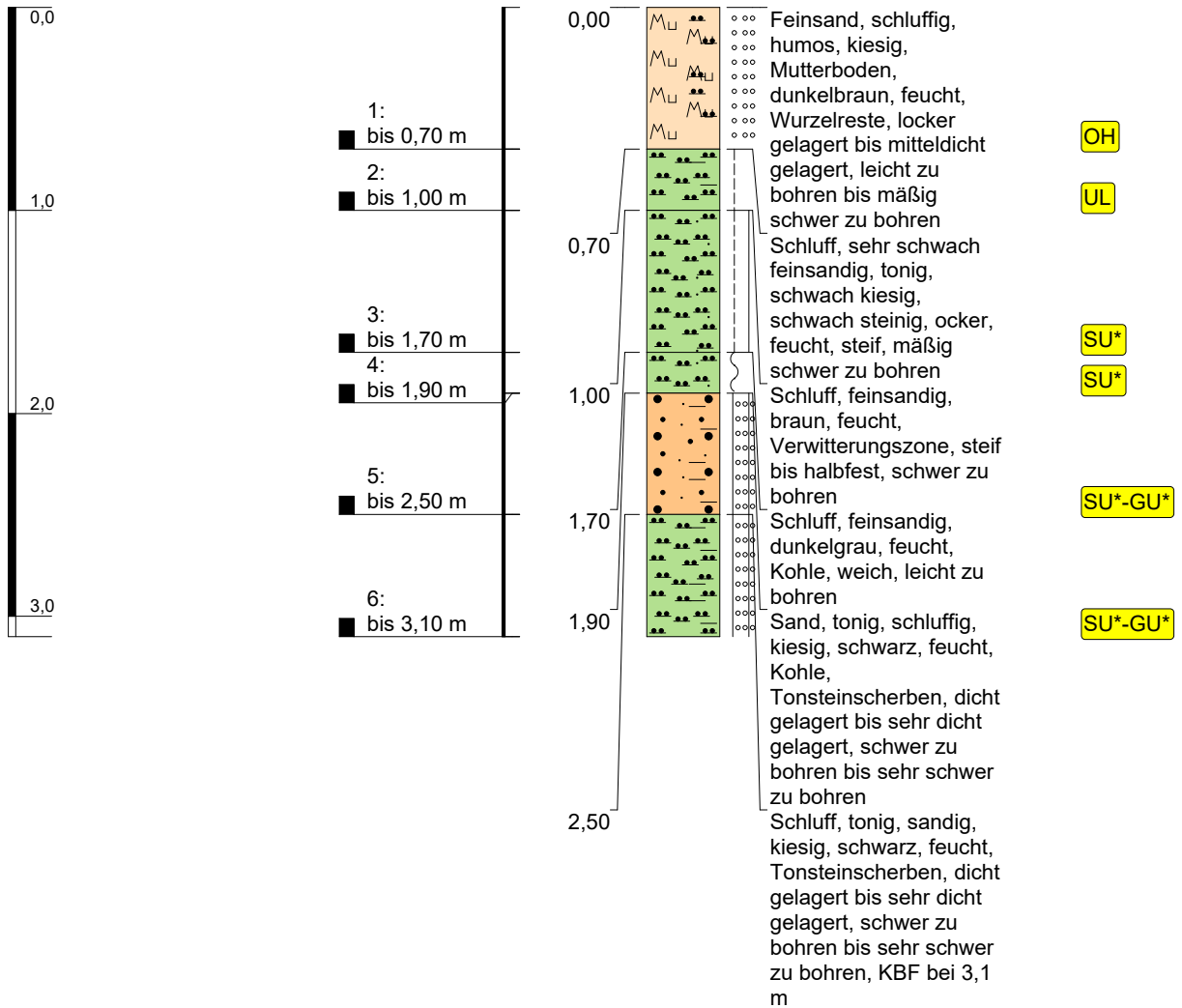


Höhenmaßstab: 1:36

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

Projekt: Würselen, Am Kaiser		 KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG
Bohrung: KRB 02		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296233	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636244	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 165,95 m NHN	
Bohrdatum: 04.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 163,35 m

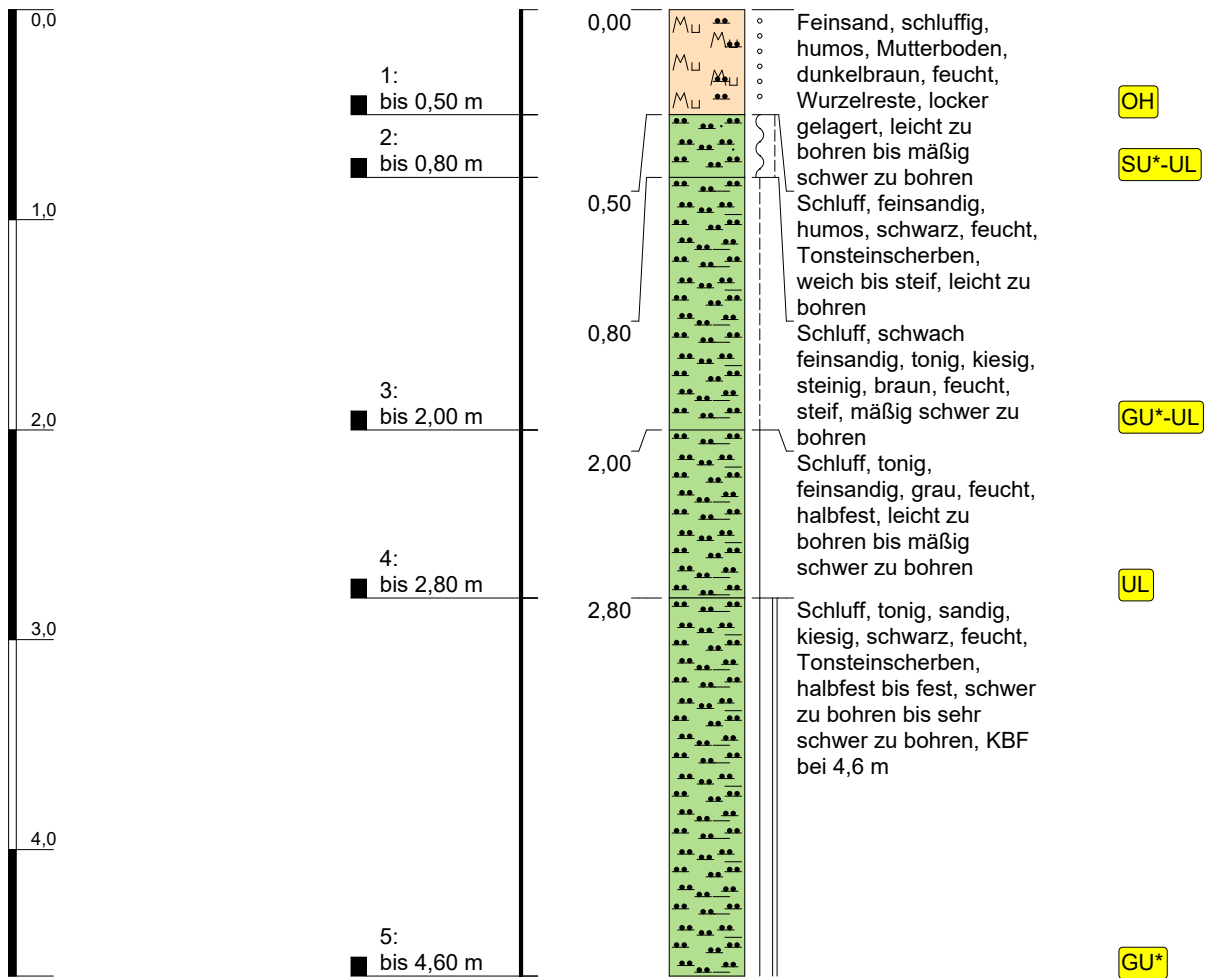


Höhenmaßstab: 1:36

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

Projekt: Würselen, Am Kaiser		 KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG
Bohrung: KRB 03		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296252	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636233	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 167,04 m NHN	
Bohrdatum: 04.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 163,94 m

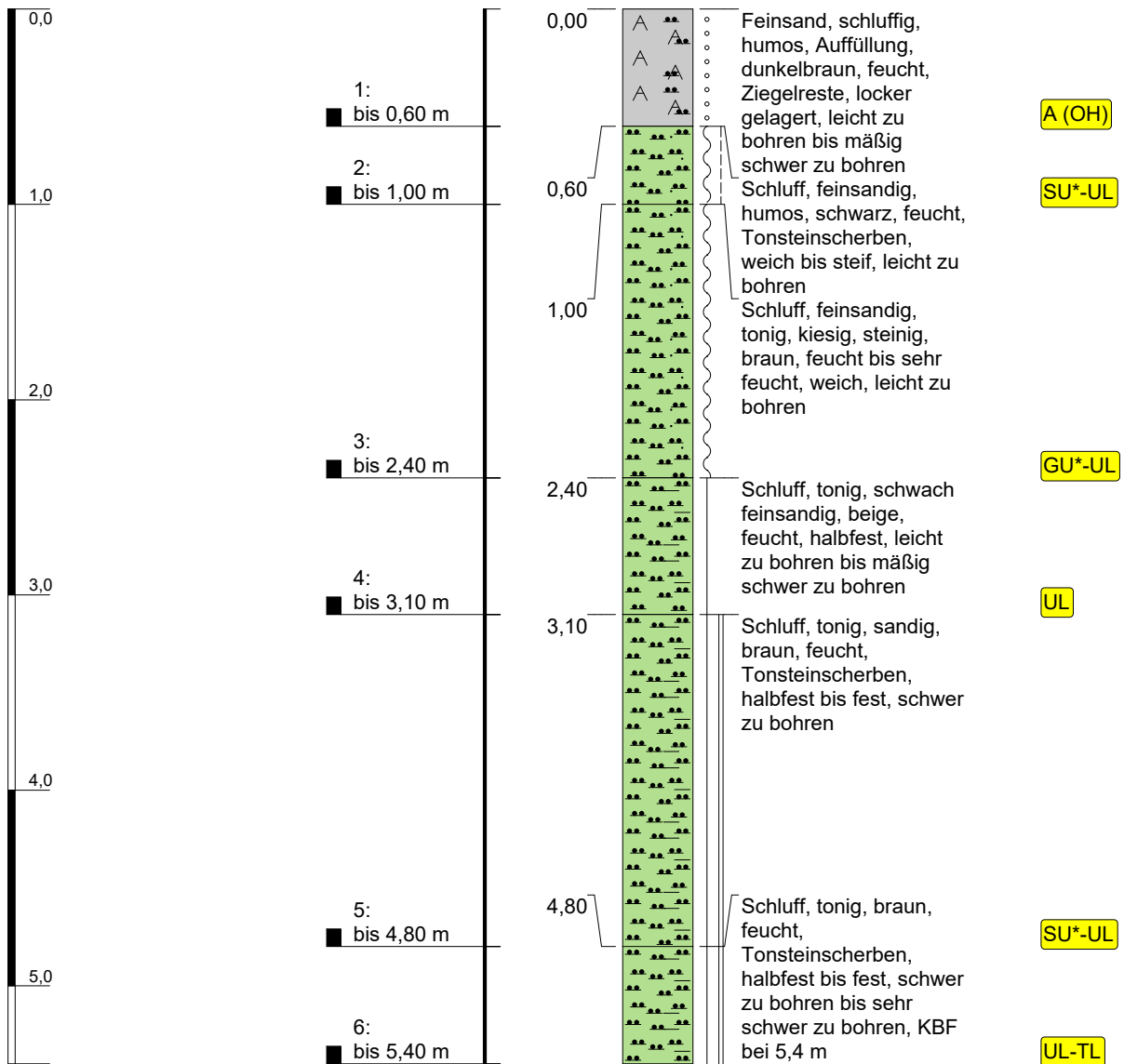


Höhenmaßstab: 1:36

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

Projekt: Würselen, Am Kaiser		 <p>KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG</p>
Bohrung: KRB 04		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296270	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636220	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 168,98 m NHN	
Bohrdatum: 04.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 164,38 m

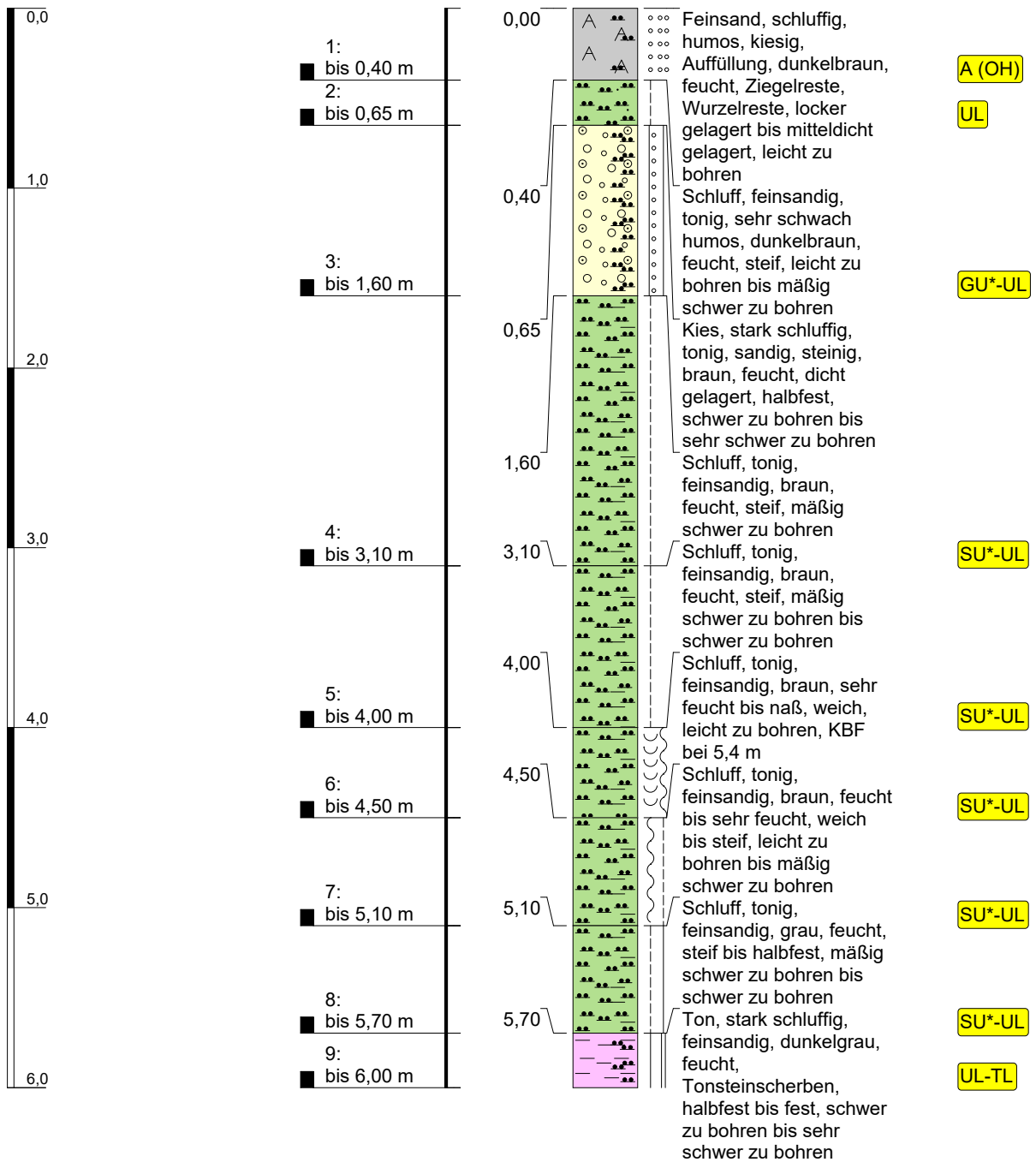


Höhenmaßstab: 1:36

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

Projekt: Würselen, Am Kaiser		 <p>KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG</p>
Bohrung: KRB 05		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296287	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636208	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 171,29 m NHN	
Bohrdatum: 04.05.2021	Anlage 3	
		Endtiefe: 165,89 m



Höhenmaßstab: 1:36

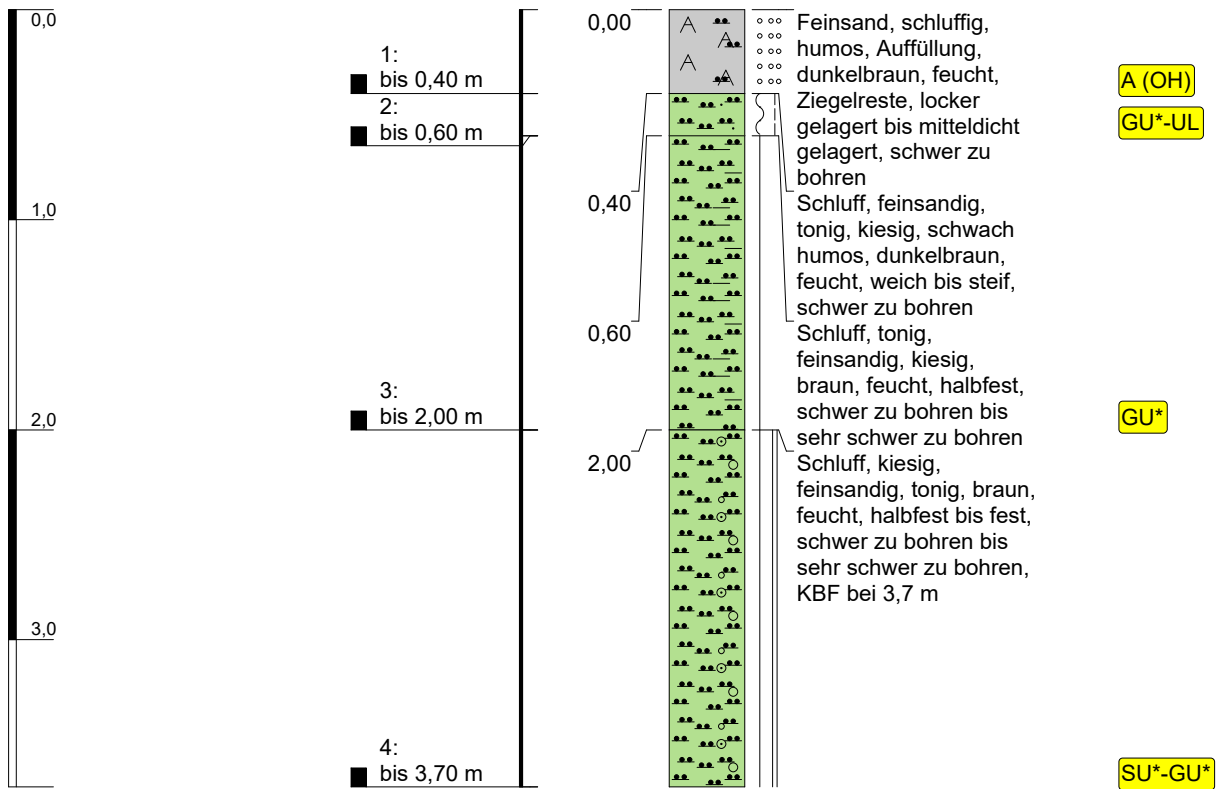
Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

Projekt: Würselen, Am Kaiser		 KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG
Bohrung: KRB 06		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296305	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636193	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 174,46 m NHN	
Bohrdatum: 04.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 168,46 m

m u. GOK (176,54 m NHN)


KRB 07

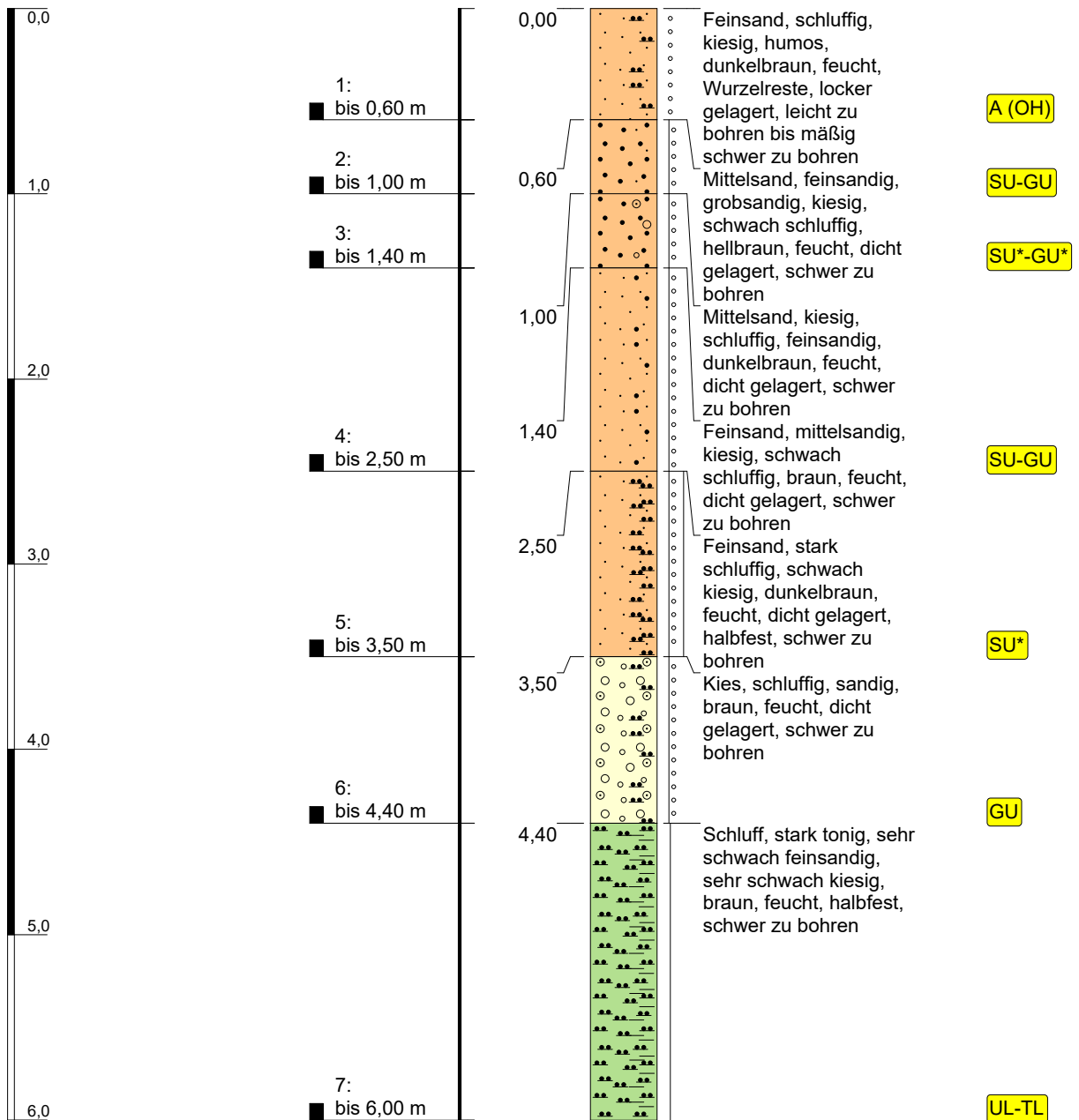


Höhenmaßstab: 1:36

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

Projekt: Würselen, Am Kaiser		 KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG
Bohrung: KRB 07		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296322	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636176	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 176,54 m NHN	
Bohrdatum: 04.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 172,84 m

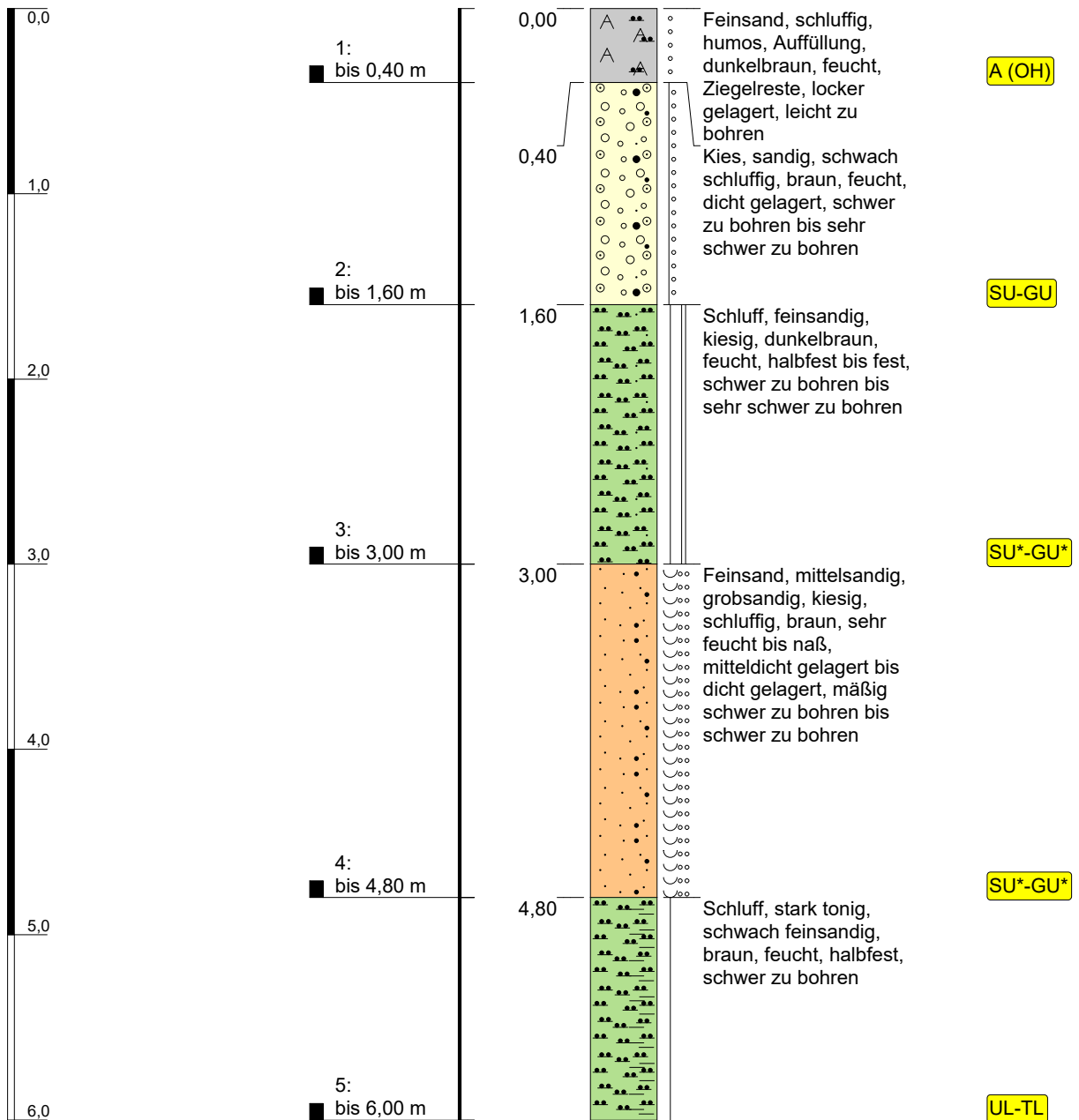


Höhenmaßstab: 1:36

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1


Projekt: Würselen, Am Kaiser		 <p>KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG</p>
Bohrung: KRB 08		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296338	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636160	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 177,42 m NHN	
Bohrdatum: 05.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 171,42 m

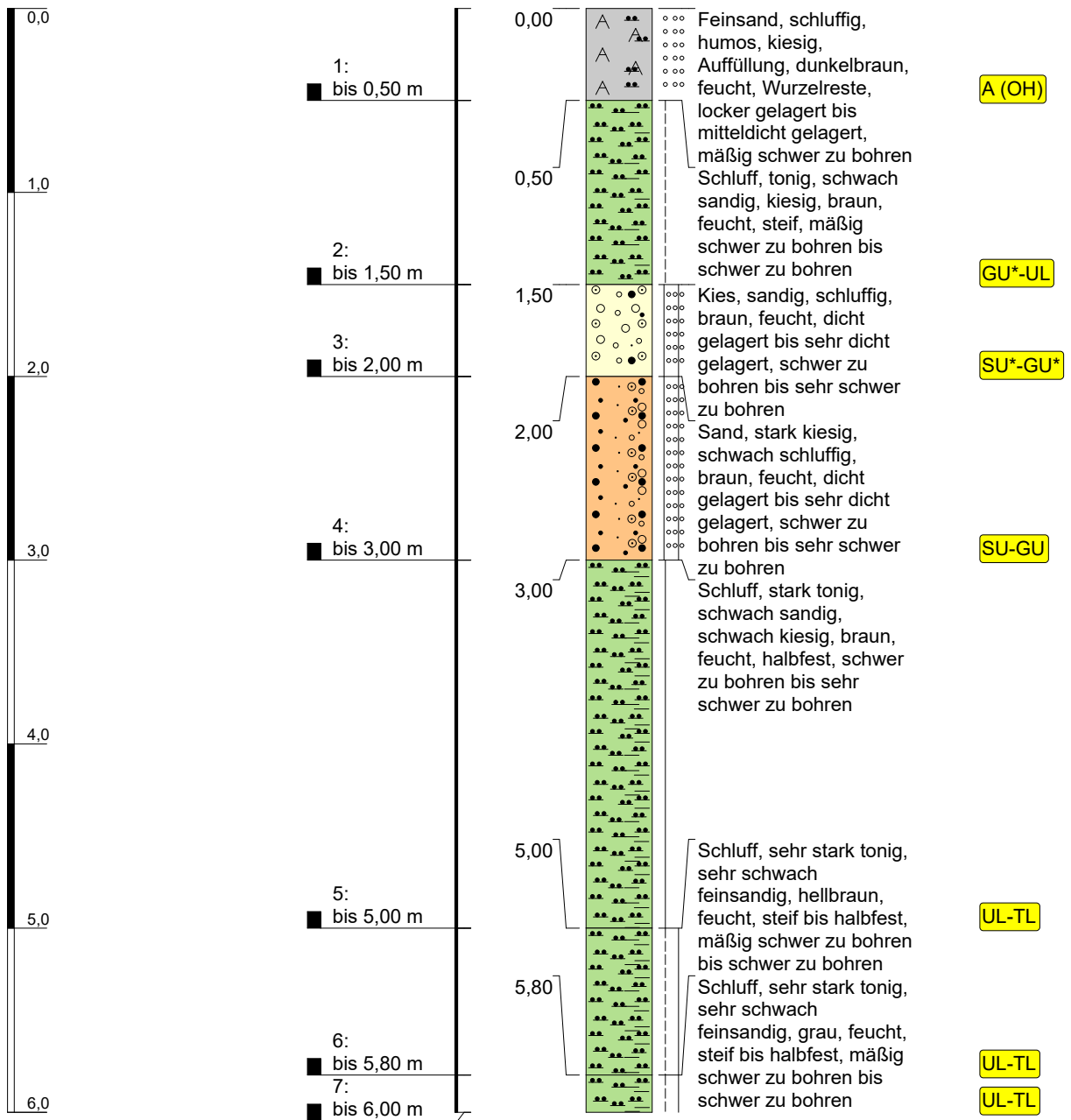


Höhenmaßstab: 1:36

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1


Projekt: Würselen, Am Kaiser		 <p>KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG</p>
Bohrung: KRB 09		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296355	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636143	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 177,39 m NHN	
Bohrdatum: 05.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 171,39 m

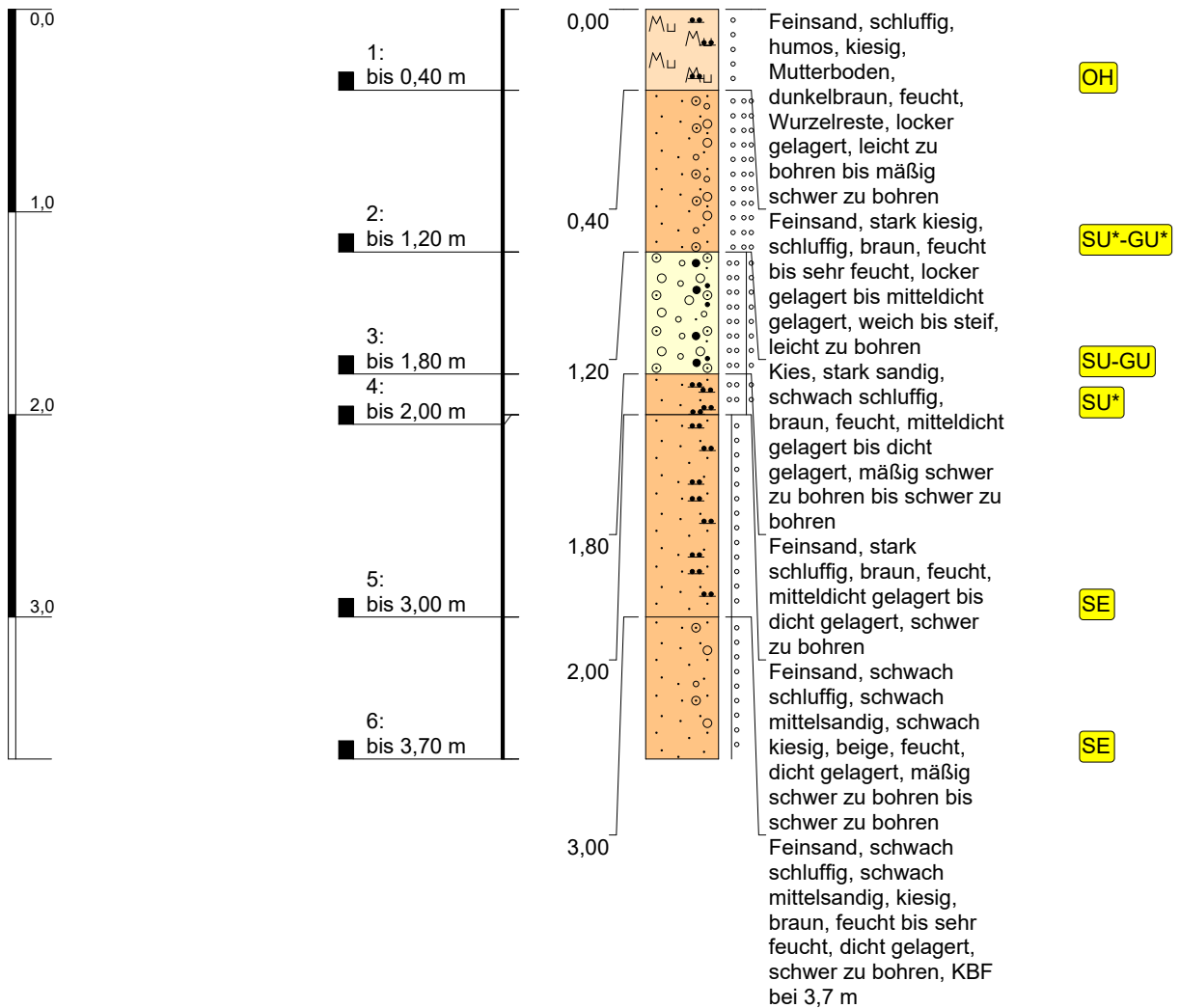


Höhenmaßstab: 1:36

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1


Projekt: Würselen, Am Kaiser		 KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG
Bohrung: KRB 10		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296375	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636126	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 176,74 m NHN	
Bohrdatum: 05.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 170,74 m

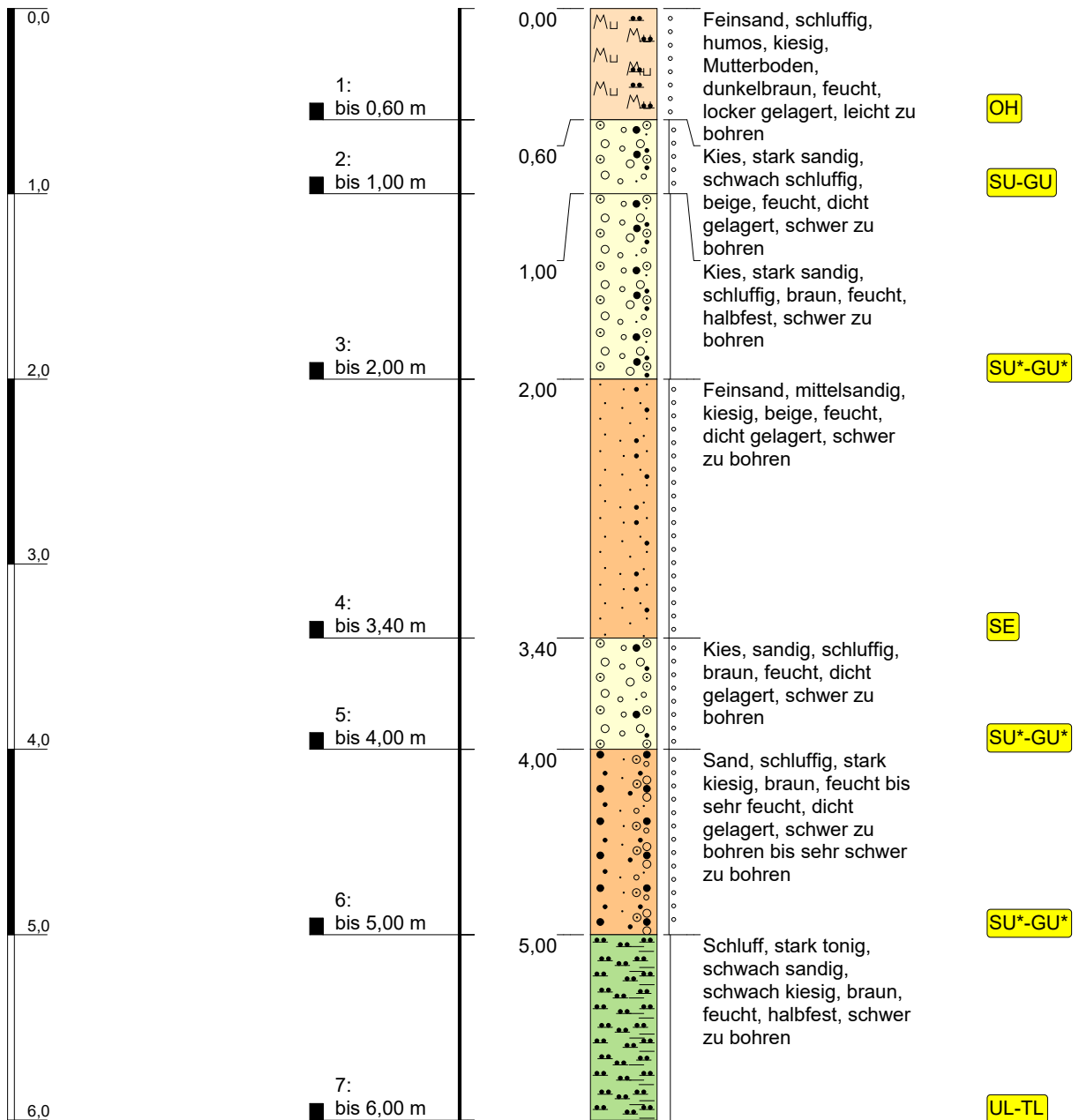


Höhenmaßstab: 1:36

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1


Projekt: Würselen, Am Kaiser		 KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG
Bohrung: KRB 11		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296393	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636110	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 177,83 m NHN	
Bohrdatum: 05.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 174,13 m



Höhenmaßstab: 1:36

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

Projekt: Würselen, Am Kaiser		 KRAUSS & COLL. GEOCONSULT GMBH & CO. KG
Bohrung: KRB 12		
Auftraggeber: CEV Immobilien GmbH	Ostwert: 296407	
Bohrfirma: Krauss & Coll. Geoconsult GmbH & Co. KG	Nordwert: 5636098	
Bearbeiter: Knocks	Ansatzhöhe: 178,28 m NHN	
Bohrdatum: 05.05.2021	Anlage 3	Endtiefe: 172,28 m

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 04.05.2021		
Bohrung: KRB 01					163,92m			
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				
0,40	a) Feinsand, schluffig, humos				feucht		1	0,40
	b) Wurzelreste							
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Auffüllung	g)	h) A(OH)	i)				
1,00	a) Feinsand, schluffig, stark kiesig, steinig				feucht		2	1,00
	b) Ziegelreste, Betonreste							
	c) weich bis steif		d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Auffüllung	g)	h) A(SU-GU)	i)				
1,50	a) Schluff, sandig				feucht		3	1,50
	b)							
	c) steif		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) braun				
	f)	g)	h) SU*-UL	i)				
3,50	a) Sand, tonig, schluffig, stark kiesig				KBF bei 3,5 m feucht		4	3,50
	b) Tonsteinscherben							
	c) dicht gelagert bis sehr dicht gelagert		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) schwarz				
	f)	g)	h) SU-GU	i)				
	a)							
	b)							
	c)		d)	e)				
	f)	g)	h)	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 04.05.2021		
Bohrung: KRB 02					165,95m			
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				
0,50	a) Feinsand, schluffig, humos, kiesig				feucht		1	0,50
	b) Ziegelreste							
	c) locker gelagert bis mitteldicht gelagert		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) dunkelbraun				
	f) Auffüllung	g)	h) A(OH)	i)				
1,00	a) Schluff, feinsandig, kiesig, tonig, steinig				feucht bis sehr feucht		2	1,00
	b)							
	c) weich		d) leicht zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) SU*-UL	i)				
1,80	a) Schluff, sehr schwach feinsandig				feucht		3	1,80
	b)							
	c) steif bis halbfest		d) schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) UL	i)				
2,60	a) Sand, tonig, schluffig, stark kiesig				KBF bei 2,6 m feucht		4	2,60
	b) Tonsteinscherben							
	c) dicht gelagert bis sehr dicht gelagert		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) schwarz				
	f)	g)	h) SU-GU	i)				
	a)							
	b)							
	c)		d)	e)				
	f)	g)	h)	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 04.05.2021		
Bohrung: KRB 03					167,04m			
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				
0,70	a) Feinsand, schluffig, humos, kiesig				feucht		1	0,70
	b) Wurzelreste							
	c) locker gelagert bis mitteldicht gelagert		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden	g)	h) OH	i)				
1,00	a) Schluff, sehr schwach feinsandig, tonig, schwach kiesig, schwach steinig				feucht		2	1,00
	b)							
	c) steif		d) mäßig schwer zu bohren	e) ocker				
	f)	g)	h) UL	i)				
1,70	a) Schluff, feinsandig				feucht		3	1,70
	b) Verwitterungszone							
	c) steif bis halbfest		d) schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) SU*	i)				
1,90	a) Schluff, feinsandig				feucht		4	1,90
	b) Kohle							
	c) weich		d) leicht zu bohren	e) dunkelgrau				
	f)	g)	h) SU*	i)				
2,50	a) Sand, tonig, schluffig, kiesig				feucht		5	2,50
	b) Kohle, Tonsteinscherben							
	c) dicht gelagert bis sehr dicht gelagert		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) schwarz				
	f)	g)	h) SU*-GUf)					

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3			
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2			
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 04.05.2021			
Bohrung: KRB 03						167,04m			
1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	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					
3,10	a) Schluff, tonig, sandig, kiesig				KBF bei 3,1 m feucht		6	3,10	
	b) Tonsteinscherben								
	c) dicht gelagert bis sehr dicht gelagert		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) schwarz					
	f)	g)	h) SU*-Gulf)	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)					
	a)								
	b)								
	c)		d)	e)					
	f)	g)	h)	i)					

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 04.05.2021		
Bohrung: KRB 04					168,98m			
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				
0,50	a) Feinsand, schluffig, humos				feucht		1	0,50
	b) Wurzelreste							
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden	g)	h) OH	i)				
0,80	a) Schluff, feinsandig, humos				feucht		2	0,80
	b) Tonsteinscherben							
	c) weich bis steif		d) leicht zu bohren	e) schwarz				
	f)	g)	h) SU*-UL	i)				
2,00	a) Schluff, schwach feinsandig, tonig, kiesig, steinig				feucht		3	2,00
	b)							
	c) steif		d) mäßig schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) GU*-UL	i)				
2,80	a) Schluff, tonig, feinsandig				feucht		4	2,80
	b)							
	c) halbfest		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) grau				
	f)	g)	h) UL	i)				
4,60	a) Schluff, tonig, sandig, kiesig				KBF bei 4,6 m feucht		5	4,60
	b) Tonsteinscherben							
	c) halbfest bis fest		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) schwarz				
	f)	g)	h) GU*	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 04.05.2021		
Bohrung: KRB 05					171,29m			
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				
0,60	a) Feinsand, schluffig, humos				feucht		1	0,60
	b) Ziegelreste							
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung	g)	h) A(OH)	i)				
1,00	a) Schluff, feinsandig, humos				feucht		2	1,00
	b) Tonsteinscherben							
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren	e) schwarz					
	f)	g)	h) SU*-UL	i)				
2,40	a) Schluff, feinsandig, tonig, kiesig, steinig				feucht bis sehr feucht		3	2,40
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) GU*-UL	i)				
3,10	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig				feucht		4	3,10
	b)							
	c) halbfest	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) beige					
	f)	g)	h) UL	i)				
4,80	a) Schluff, tonig, sandig				feucht		5	4,80
	b) Tonsteinscherben							
	c) halbfest bis fest	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU*-UL	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3			
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2			
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 04.05.2021			
Bohrung: KRB 05					171,29m				
1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	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					
5,40	a) Schluff, tonig				KBF bei 5,4 m feucht		6	5,40	
	b) Tonsteinscherben								
	c) halbfest bis fest		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UL-TL	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)					
	a)								
	b)								
	c)		d)	e)					
	f)	g)	h)	i)					

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 04.05.2021		
Bohrung: KRB 06					174,46m			
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				
0,40	a) Feinsand, schluffig, humos, kiesig				feucht		1	0,40
	b) Ziegelreste, Wurzelreste							
	c) locker gelagert bis mitteldicht gelagert		d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Auffüllung	g)	h) A(OH)	i)				
0,65	a) Schluff, feinsandig, tonig, sehr schwach humos				feucht		2	0,65
	b)							
	c) steif		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) dunkelbraun				
	f)	g)	h) UL	i)				
1,60	a) Kies, stark schluffig, tonig, sandig, steinig				feucht		3	1,60
	b)							
	c) dicht gelagert, halbfest		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) GU*-UL i)					
3,10	a) Schluff, tonig, feinsandig				feucht		4	3,10
	b)							
	c) steif		d) mäßig schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) SU*-UL i)					
4,00	a) Schluff, tonig, feinsandig				feucht		5	4,00
	b)							
	c) steif		d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) braun				
	f)	g)	h) SU*-UL i)					

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3			
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2			
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 04.05.2021			
Bohrung: KRB 06					174,46m				
1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	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					
4,50	a) Schluff, tonig, feinsandig				KBF bei 5,4 m sehr feucht bis naß		6	4,50	
	b)								
	c) weich		d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU*-UL	i)					
5,10	a) Schluff, tonig, feinsandig				feucht bis sehr feucht		7	5,10	
	b)								
	c) weich bis steif		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) braun					
	f)	g)	h) SU*-UL	i)					
5,70	a) Schluff, tonig, feinsandig				feucht		8	5,70	
	b)								
	c) steif bis halbfest		d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) grau					
	f)	g)	h) SU*-UL	i)					
6,00	a) Ton, stark schluffig, feinsandig				feucht		9	6,00	
	b) Tonsteinscherben								
	c) halbfest bis fest		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) dunkelgrau					
	f)	g)	h) UL-TL	i)					
	a)								
	b)								
	c)		d)	e)					
	f)	g)	h)	i)					

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 04.05.2021		
Bohrung: KRB 07					176,54m			
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				
0,40	a) Feinsand, schluffig, humos				feucht		1	0,40
	b) Ziegelreste							
	c) locker gelagert bis mitteldicht gelagert	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung	g)	h) A(OH)	i)				
0,60	a) Schluff, feinsandig, tonig, kiesig, schwach humos				feucht		2	0,60
	b)							
	c) weich bis steif	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) GU*-ULi)					
2,00	a) Schluff, tonig, feinsandig, kiesig				feucht		3	2,00
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) GU*	i)				
3,70	a) Schluff, kiesig, feinsandig, tonig				KBF bei 3,7 m feucht		4	3,70
	b)							
	c) halbfest bis fest	d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU*-GU#)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 05.05.2021		
Bohrung: KRB 08					177,42m			
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				
0,60	a) Feinsand, schluffig, kiesig, humos				feucht		1	0,60
	b) Wurzelreste							
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) A(OH)	i)				
1,00	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig, kiesig, schwach schluffig				feucht		2	1,00
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f)	g)	h) SU-GU	i)				
1,40	a) Mittelsand, kiesig, schluffig, feinsandig				feucht		3	1,40
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) SU*-GU	i)				
2,50	a) Feinsand, mittelsandig, kiesig, schwach schluffig				feucht		4	2,50
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU-GU	i)				
3,50	a) Feinsand, stark schluffig, schwach kiesig				feucht		5	3,50
	b)							
	c) dicht gelagert, halbfest	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) SU*	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3			
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2			
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 05.05.2021			
Bohrung: KRB 08					177,42m				
1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	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					
4,40	a) Kies, schluffig, sandig				feucht				
	b)								
	c) dicht gelagert		d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) GU	i)					
6,00	a) Schluff, stark tonig, sehr schwach feinsandig, sehr schwach kiesig				feucht		7	6,00	
	b)								
	c) halbfest		d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UL-TL	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)					

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 05.05.2021		
Bohrung: KRB 09					177,39m			
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				
0,40	a) Feinsand, schluffig, humos				feucht		1	0,40
	b) Ziegelreste							
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung	g)	h) A(OH)	i)				
1,60	a) Kies, sandig, schwach schluffig				feucht		2	1,60
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU-GU	i)				
3,00	a) Schluff, feinsandig, kiesig				feucht		3	3,00
	b)							
	c) halbfest bis fest	d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) SU*-GU	i)				
4,80	a) Feinsand, mittelsandig, grobsandig, kiesig, schluffig				sehr feucht bis naß		4	4,80
	b)							
	c) mitteldicht gelagert bis dicht gelagert	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) braun					
	f)	g)	h) SU*-GU	i)				
6,00	a) Schluff, stark tonig, schwach feinsandig				feucht		5	6,00
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UL-TL	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 05.05.2021		
Bohrung: KRB 10					176,74m			
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				
0,50	a) Feinsand, schluffig, humos, kiesig				feucht		1	0,50
	b) Wurzelreste							
	c) locker gelagert bis mitteldicht gelagert		d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Auffüllung	g)	h) A(OH)	i)				
1,50	a) Schluff, tonig, schwach sandig, kiesig				feucht		2	1,50
	b)							
	c) steif		d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) braun				
	f)	g)	h) GU*-ULi)					
2,00	a) Kies, sandig, schluffig				feucht		3	2,00
	b)							
	c) dicht gelagert bis sehr dicht gelagert		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) SU*-GUf)					
3,00	a) Sand, stark kiesig, schwach schluffig				feucht		4	3,00
	b)							
	c) dicht gelagert bis sehr dicht gelagert		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) SU-GU i)					
5,00	a) Schluff, stark tonig, schwach sandig, schwach kiesig				feucht		5	5,00
	b)							
	c) halbfest		d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) UL-TL	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 05.05.2021		
Bohrung: KRB 10					176,74m			
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				
5,80	a) Schluff, sehr stark tonig, sehr schwach feinsandig				feucht		6	5,80
	b)							
	c) steif bis halbfest		d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) hellbraun				
	f)	g)	h) UL-TL	i)				
6,00	a) Schluff, sehr stark tonig, sehr schwach feinsandig				feucht		7	6,00
	b)							
	c) steif bis halbfest		d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) grau				
	f)	g)	h) UL-TL	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)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 05.05.2021		
Bohrung: KRB 11					177,83m			
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				
0,40	a) Feinsand, schluffig, humos, kiesig				feucht		1	0,40
	b) Wurzelreste							
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden	g)	h) OH	i)				
1,20	a) Feinsand, stark kiesig, schluffig				feucht bis sehr feucht		2	1,20
	b)							
	c) locker gelagert bis mitteldicht gelagert,		d) leicht zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) SU*-GU*	i)				
1,80	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig				feucht		3	1,80
	b)							
	c) mitteldicht gelagert bis dicht gelagert		d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) braun				
	f)	g)	h) SU-GU	i)				
2,00	a) Feinsand, stark schluffig				feucht		4	2,00
	b)							
	c) mitteldicht gelagert bis dicht gelagert		d) schwer zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) SU*	i)				
3,00	a) Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig, schwach kiesig				feucht		5	3,00
	b)							
	c) dicht gelagert		d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) beige				
	f)	g)	h) SE	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3			
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2			
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 05.05.2021			
Bohrung: KRB 11					177,83m				
1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	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					
3,70	a) Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig, kiesig				KBF bei 3,7 m feucht bis sehr feucht		6	3,70	
	b)								
	c) dicht gelagert		d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SE	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)					
	a)								
	b)								
	c)		d)	e)					
	f)	g)	h)	i)					

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 05.05.2021		
Bohrung: KRB 12					178,28m			
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				
0,60	a) Feinsand, schluffig, humos, kiesig				feucht		1	0,60
	b)							
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren		e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden	g)	h) OH	i)				
1,00	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig				feucht		2	1,00
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren		e) beige				
	f)	g)	h) SU-GU	i)				
2,00	a) Kies, stark sandig, schluffig				feucht		3	2,00
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren		e) braun				
	f)	g)	h) SU*-GU	i)				
3,40	a) Feinsand, mittelsandig, kiesig				feucht		4	3,40
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren		e) beige				
	f)	g)	h) SE	i)				
4,00	a) Kies, sandig, schluffig				feucht		5	4,00
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren		e) braun				
	f)	g)	h) SU*-GU	i)				

		Schichtenverzeichnis				Anlage: 3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 2		
Projekt: Würselen, Am Kaiser						Datum: 05.05.2021		
Bohrung: KRB 12						178,28m		
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				
5,00	a) Sand, schluffig, stark kiesig				feucht bis sehr feucht		6	5,00
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU*-G	i)				
6,00	a) Schluff, stark tonig, schwach sandig, schwach kiesig				feucht		7	6,00
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UL-TL	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)				

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

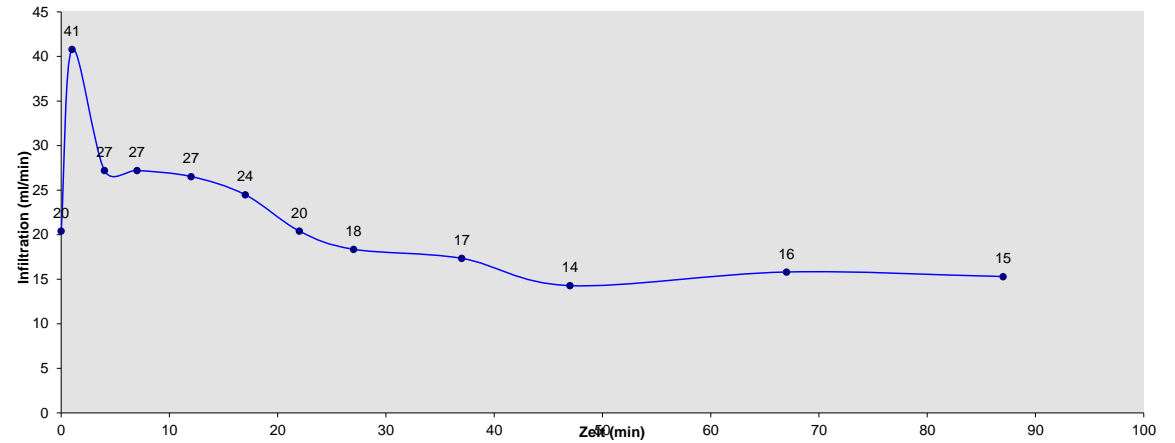
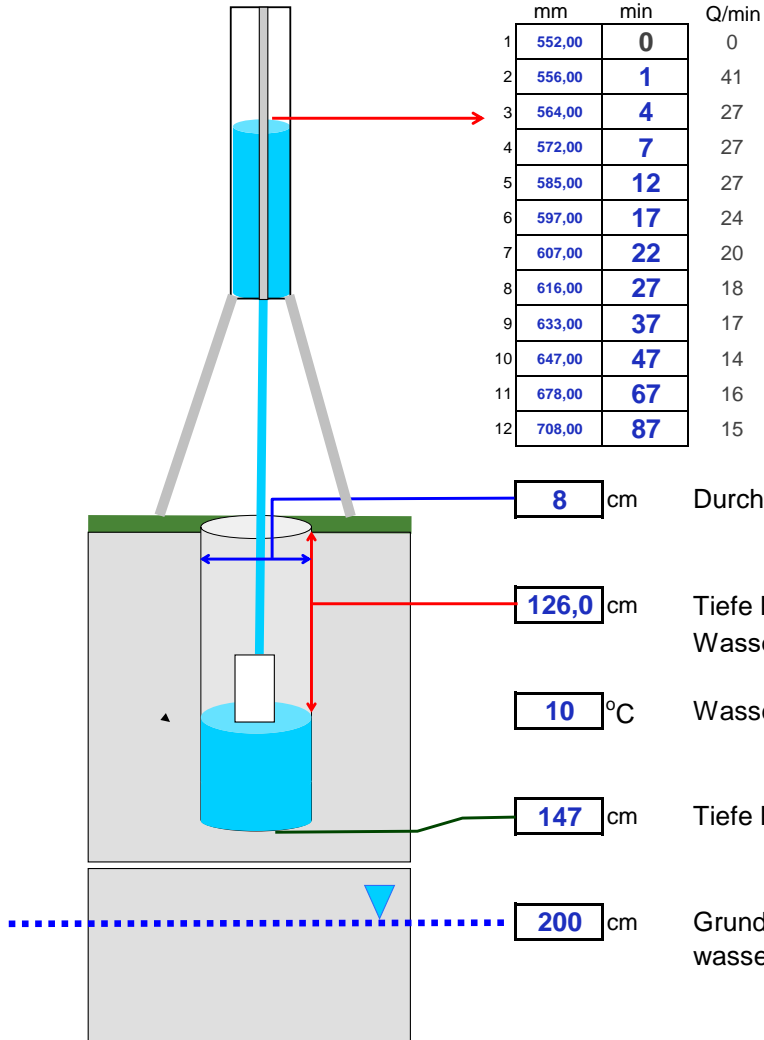
Projekt: 21.3.321 Würselen Am Kaiser

Test VV 1

Datum: 07.05.2021

Bearbeiter: Knocks

Anlage: 4



- 8** cm Durchmesser Bohrloch
- 126,0** cm Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h_0)
Wasserstand im Bohrloch ≥ 10 cm
- 10** °C Wassertemperatur
- 147** cm Tiefe Bohrloch (H)
- 200** cm Grundwasserstand (GW) /
wasserundurchlässige Bodenschicht

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	0,26 ml/sec	Wasserbehälter Ø mm : 114
	15,3 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	126 cm	
Wert "h" = H-h ₀	21 cm	
Wert "S" = GW-H	53 cm	
Viskosität "V"	1,3	$\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)}}$

wenn $S \geq 2h$ dann $k = Q \cdot V \cdot \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi \cdot h^2}$ [m/s] WAHR 1,62E-6

wenn $S < 2h$ dann $k = Q \cdot V \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r}\right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)}$ [m/s] FALSCH 1,48E-6

1,6 * 10⁻⁶ m/s

k_{f(20)}-Wert:

0,14 m/Tag

Klute, A.: Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1986

Bemessungs-k_r-Wert: 3.2 * 10⁻⁹ m/s

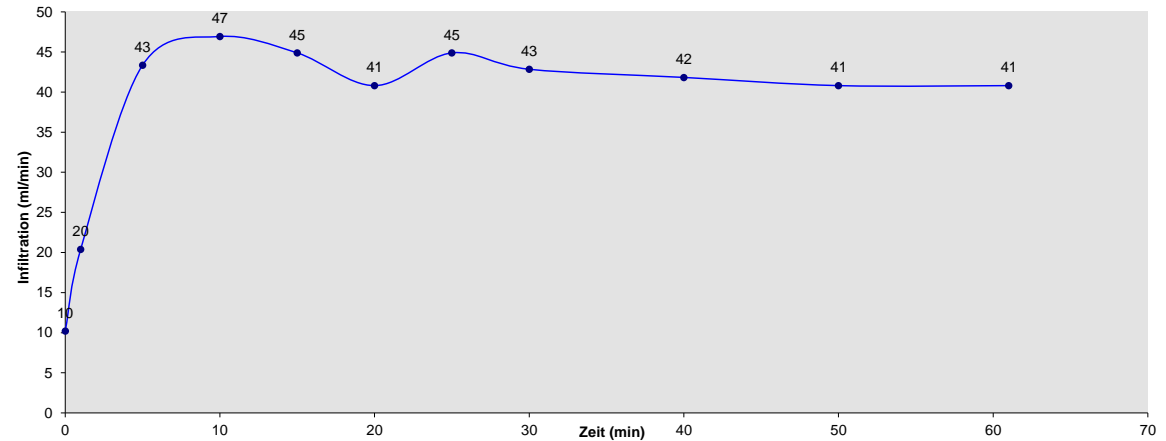
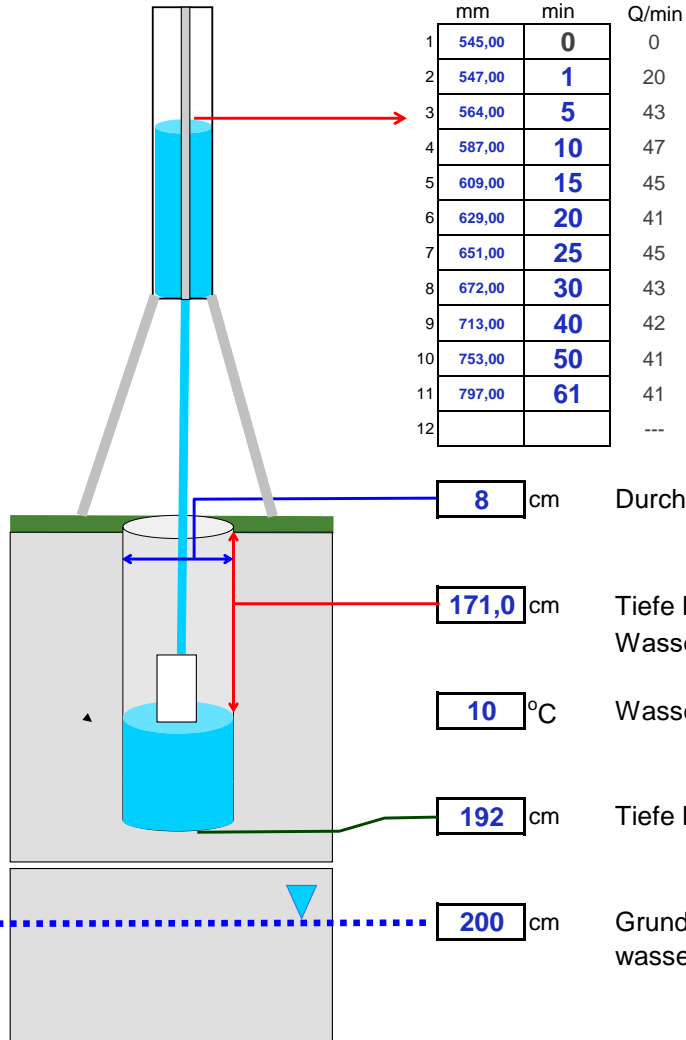
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: 21.3.321 Würselen Am Kaiser

Test VV 2

Datum: 07.05.2021

Bearbeiter: Knocks Anlage: 4



- 8** cm Durchmesser Bohrloch
- 171,0** cm Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h_0)
Wasserstand im Bohrloch ≥ 10 cm
- 10** °C Wassertemperatur
- 192** cm Tiefe Bohrloch (H)
- 200** cm Grundwasserstand (GW) /
wasserundurchlässige Bodenschicht

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	0,68 ml/sec	Wasserbehälter Ø mm : 114
	40,8 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	171 cm	
Wert "h" = H-h ₀	21 cm	
Wert "S" = GW-H	8 cm	
Viskosität "V"	1,3	$\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)}}$

wenn $S \geq 2h$ dann $k = Q \cdot V \cdot \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi \cdot h^2}$ [m/s] **FALSCH**
4,33E-6

wenn $S < 2h$ dann $k = Q \cdot V \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r}\right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)}$ [m/s] **WAHR**
8,42E-6

8,4 * 10⁻⁶ m/s

k_{f(20)}-Wert:

0,73 m/Tag

Klute, A.: Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1986

Bemessungs-k_r-Wert: 1.7 * 10⁻³ m/s

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

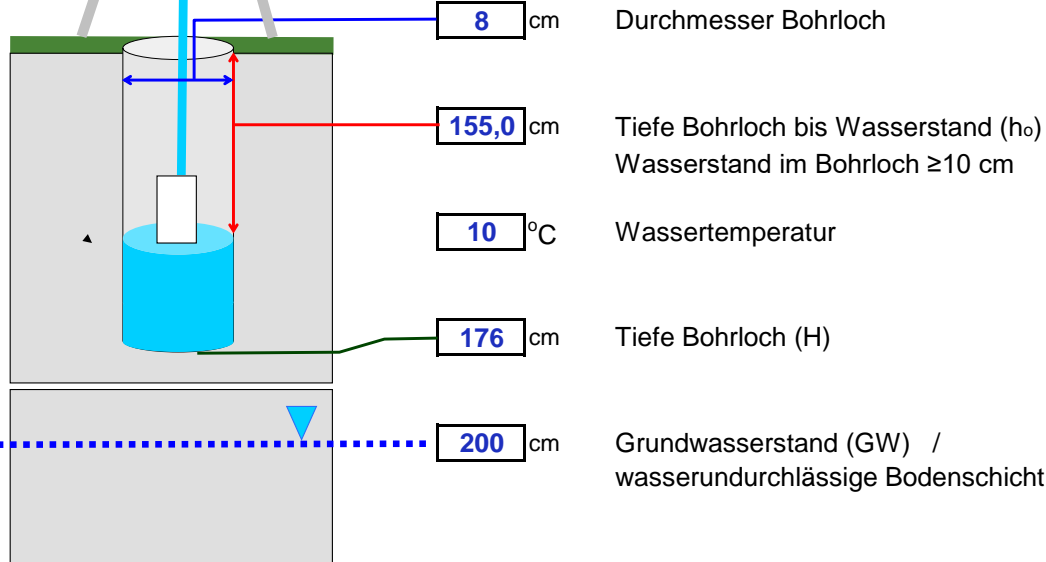
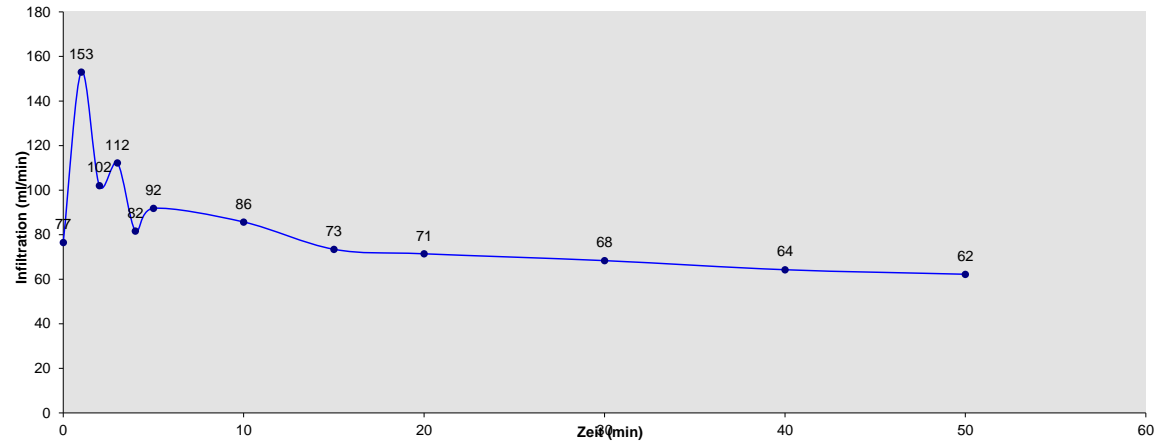
Projekt: 21.3.321 Würselen Am Kaiser

Test VV 3

Datum: 07.05.2021

Bearbeiter: Knocks Anlage: 4

	mm	min	Q/min
1	584,00	0	0
2	599,00	1	153
3	609,00	2	102
4	620,00	3	112
5	628,00	4	82
6	637,00	5	92
7	679,00	10	86
8	715,00	15	73
9	750,00	20	71
10	817,00	30	68
11	880,00	40	64
12	941,00	50	62



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	1,04 ml/sec	Wasserbehälter Ø mm : 114
	62,2 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	155 cm	
Wert "h" = H-h ₀	21 cm	
Wert "S" = GW-H	24 cm	
Viskosität "V"	1,3	$\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)}}$

wenn $S \geq 2h$ dann $k = Q \cdot V \cdot \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi \cdot h^2}$ [m/s] **FALSCH**
6,60E-6

wenn $S < 2h$ dann $k = Q \cdot V \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)}$ [m/s] **WAHR**
9,13E-6

9,1 * 10⁻⁶ m/s
k_{f(20)}-Wert:
0,79 m/Tag

Klute, A.: Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1986

Bemessungs-k_f-Wert: 1.8 * 10⁻³ m/s

