

IBQ INSTITUT · 71686 Remseck a. N. · Rainwiesen 2

Verbandsbauamt Großbottwar

Herr Ruoff

Hauptstraße 38

71723 Großbottwar

RAP Stra
anerkannte Prüfstelle¹⁾

DIN EN ISO 17025
akkreditierte Prüfstelle²⁾

ISO 9001 vom TÜV Süd
zertifizierte Prüfstelle

Mitglied im bup e.V.

Mitglied der bupZert GmbH

Mitglied der Ing.-Kammer
Baden-Württemberg

Geotechnischer Bericht

BV „Gewerbepark West Großbottwar“

Bericht Nr.:	GA 1092-21
Geländetermin:	24.03.2021
Auftraggeber:	Verbandsbauamt Großbottwar
Bearbeitung:	Dipl.-Geologe Robert Fischer
Berichtsdatum:	17.05.2021
Seiten:	26
Anlagen:	- Lagepläne - Sondierprofile - Laborprotokolle Bodenmechanik
Beilage:	- Prüfbericht Chemiker

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkung und durchgeführte Untersuchungen	4
2. Geografische Lage	4
3. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse.....	4
4. Bodenmechanische Kennwerte / Bodenklassen / Homogenbereiche	6
4.1 Bodenmechanische Kennwerte.....	6
4.2 Bodenklassen nach DIN 18 300.....	11
4.3 Frostempfindlichkeit der Böden	12
4.4 Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130.....	13
4.5 Verdichtbarkeitsklassen	13
5 Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung.....	14
5.1 Allgemeine Angaben zur geplanten Erschließungsmaßnahme.....	14
5.2 Angaben zum Straßenbau.....	15
5.3 Angaben zum Kanal- und Leitungsbau	17
5.3.1 Kanalgraben.....	17
5.3.2 Rohraufleger	19
5.3.3 Wasserhaltung	19
5.4 Allgemeine Angaben zur Gründung von Gebäuden.....	20
5.5 Angaben zum Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung.....	21
5.6 Angaben zum Baugrubenaushub	23
5.7 Wiederversickerung	24
5.8 Angaben zur Wiederverwertbarkeit.....	24
6. Schlussbemerkung	25

Verwendete Unterlagen

- /1/: Informationssystem des LGRB Baden-Württemberg, Geologische Karte 1 : 50.000
- /2/: Lageplan „Gewerbepark West + Kreisverkehr Winzerhausen“, Baugrunduntersuchung mit Kennzeichnung der Bohrpunkte, Maßstab 1 : 750, gef. Verbandsbauamt Großbottwar, den 23.03.2021
- /3/: Mail Stadt Großbottwar, Herr Wohlfahrt vom 23. März 2021 mit Angaben zur Ansatzhöhe der Sondierpunkte
- /4/: Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial des Umweltministerium Baden-Württemberg (VwV) vom 14. März 2007
- /5/: Handlungshilfe Neue Deponieverordnung (DepV) LUBW vom 27. April 2009, Änderung vom 17. Oktober 2011 und Stand April 2012
- /6/: ZTV E-StB, Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017
- /7/: RStO, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012
- /8/: Handbuch ZTV E-StB, Kommentar und Kompendium für Verkehrswege, FLOSS, 5. Auflage, Ausgabe 2017
- /9/: Merkblatt für die Bodenverbesserung und Bodenverfestigung mit Bindemitteln (FGSV Nr.: 551; Ausgabe 2004
- /10/: DIN 4124, Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraum, Ausgabe 2012

1. Vorbemerkung und durchgeführte Untersuchungen

Die Stadt Großbottwar plant die Erschließung des Baugebietes „Gewerbepark West“ in Großbottwar. In diesem Zusammenhang wurden wir durch das Verbandsbauamt Großbottwar, vertreten durch Frau Sandra Dittmann mit der Erkundung der Untergrundverhältnisse und Erstellung eines geotechnischen Berichtes zur Baugrundsituation im Erschließungsgebiet beauftragt.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 24., 25. und 31. März 2021 insgesamt 13 Rammkernsondierungen (RKS) bis auf Tiefen von 5,0 bzw. 7,0 m abgeteuft. Die anstehenden Böden wurden geologisch aufgenommen.

Zur Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte wurden aus den anstehenden Böden aus verschiedenen Tiefen Bodenproben entnommen und diese zum Teil im Labor bodenmechanisch untersucht.

Die Schichtenfolge sowie die Rammprofile werden im folgenden Bericht erläutert und dargestellt. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen können den jeweiligen Kapiteln und Anlagen des Berichtes entnommen werden.

2. Geografische Lage

Das Erschließungsgebiet „Gewerbepark West“ befindet sich am westlichen Ortsrand von Großbottwar südwestlich der Winzenhäuser Straße auf Höhe der Wunnensteinhalle. Nach dem vorliegenden Erschließungsplan und den der Höhe nach eingemessenen Sondierungen fällt das Gelände von Südwesten auf ca. 249,55 m NN nach Nordosten bzw. Osten vergleichsweise flach auf ca. 227,4 m NN ein. Die nach Südosten entwässernden „Kleine Bottwar“ stellt den natürlichen Vorfluter für auftretenden Ober- oder Schichtwasser dar.

Das Gelände wird derzeit durchweg landwirtschaftliche genutzt.

3. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Gem. der geologischen Übersichtskarte /1/ sind im Bereich des geplanten Erschließungsgebietes zunächst mächtige quartäre Deckschichten aus Lößlehm bzw. lössführenden Fließerden über den Schichten des Gipskeupers zu erwarten.

Entsprechend wurden in den angelegten Rammkernsondierungen unter dem humosen Oberboden (in RKS 1 – 12 ca. 20 – 40 cm) mächtige quartäre Lößlehme bzw. Löss / Schwemmlöss über z. T. lössführenden Fließerden angetroffen. Der im Liegende anstehende Gipskeuper wurde bis in eine Tiefe von 7 m nicht erschlossen.

In den Sondierungen RKS 6, 7, 9, 13 beginnt die Schichtenfolge mit landwirtschaftlich genutztem Oberboden (Ackerkrume). In den restlichen Sondierungen ist der z. T. noch humosen Oberboden aufgefüllt worden und reicht im Mittel bis in eine Tiefe von 20 bis 40 cm. Nur in RKS 5 reicht er bis in eine Tiefe von 60 cm.

Abgesehen von einigen kleinen Ziegelresten und Steinen (sowie Wurzelresten) kann dieser Boden als mineralisch bzw. unauffällig angesprochen werden.

Unter dem Oberboden bzw. Auffüllung folgt eine 0,7 m (RKS 4) bis 1,8 m (RKS 3) mächtige Lößlehmschicht aus bindigen schluffigen, tonigen, feinsandigen dunkelbraunen Böden mit steifer bis halbfester Konsistenz. In den Sondierungen RKS 5, RKS 8 und RKS 13 werden diese Lößlehmschichten nicht angetroffen. Hier folgen unter dem Oberboden/Auffüllung direkt feinsandige, schwach tonige, mittel bis beigebraune Schluffe deren Konsistenz überwiegend zwischen steif und weich variieren. Dieser Schwemmlöss bzw. die lößführende Fließerde hat nur in einzelnen Lagen eine steife bis halbfeste Konsistenz (z.B. RKS 5 0,6 - 3,0 m). Ausschließlich in RKS 9 wird die Fließerde in einer Tiefe von 5,8 m zunehmend toniger und hat eine halbfeste Konsistenz.

In der nachfolgend dargestellten Tabelle sind die Ansatzhöhen, die Grenze des tonigeren Lößlehms zu den schluffigeren Löss-/Schwemmlössböden sowie die Endtiefen in den einzelnen Sondierungen zusammengestellt:

Tab. 1: Angaben zum Schichtenverlauf					
Untersuchungspunkt und Ansatzhöhe		Grenze Lößlehm / Schwemmlöß		Endtiefe	
Pkt.	m NN	m unter OKG	m NN	m unter OKG	m NN
RKS 1	227,43	- 1,5	225,9	5,0	222,4
RKS 2	232,02	- 1,3	230,8	5,0	227,0
RKS 3	232,71	- 1,8	23,9	7,0	225,7
RKS 4	230,78	- 0,7	230,0	5,0	225,8
RKS 5	232,87	-1	-1	5,0	227,9

Tab. 1f: Angaben zum Schichtenverlauf					
Untersuchungspunkt und Ansatzhöhe		Grenze Löblehm / Schwemmlöß		Endtiefe	
Pkt.	m NN	m unter OKG	m NN	m unter OKG	m NN
RKS 6	235,93	- 0,9	235,0	5,0	230,9
RKS 7	237,46	- 0,8	236,7	7,0	230,5
RKS 8	241,19	- ¹	- ¹	5,0	236,2
RKS 9	231,84	- 1,0	230,8	7,7	224,1
RKS 10	230,61	- 0,9	229,7	5,0	225,6
RKS 11	241,97	- 1,3	240,7	5,0	237,0
RKS 12	247,43	- 1,5	245,9	5,0	242,4
RKS 13	249,55	- ¹	- ¹	7,0	242,5

⁻¹ = Löblehm Schichten fehlen

Die quartären Decklehme können auf Grund ihrer bindigen Ausbildung grundsätzlich als „Geringleiter“ bzw. gering durchlässig angesprochen werden. Entsprechend wurden in Sondierungen keine Hinweise auf eine Schicht- oder Grundwasserführung bis zur jeweiligen Endtiefe festgestellt.

Temporär auftretende Sicker- oder Stauwässer können allerdings grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden.

4. Bodenmechanische Kennwerte / Bodenklassen / Homogenbereiche

4.1 Bodenmechanische Kennwerte

Im Hinblick auf die bodenmechanischen Kennwerte wurden von den anstehenden Böden schichtenweise Bodenproben entnommen bzw. untersucht. An 26 Bodenproben wurde der natürliche Wassergehalt gem. DIN 18121 (DIN EN ISO 17892-1) bestimmt. Darüber hinaus wurden zur Bodenansprache gem. DIN 18196 an 5 Bodenproben Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 (DIN EN ISO 17892-12) ermittelt. Schließlich wurden zwei Proctorversuche gem. DIN 18127 (DIN EN 13286-2) zur Ermittlung der Proctordichte und des optimalen Wassergehaltes ausgeführt

Die Ergebnisse der Laborversuche sind in der auf nachfolgender Seite dargestellten Tabelle wiedergegeben:

Tab. 2.1: Ergebnisse der Untersuchungen auf natürlichen Wassergehalt			
Aufschluss	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Bodenart	nat. Wassergehalt (%)
RKS 1	0,5 – 1,5	Lößlehm: Schluff, tonig, feinsandig, dunkelbraun, erdfeucht, steif-halbfest; cu – Wert > 90 KN/m ²	23,6
RKS 1	1,5 – 3,0	Löss / Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig z. T geschichtet, mittelbraun, beigebraun, erdfeucht, steif	20,5
RKS 1	3,0 – 5,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, schwach tonig, feinsandig, mittelbraun, erdfeucht, weich-steif	23,8
RKS 2	0,3 – 1,3	Lößlehm: Schluff, tonig, feinsandig, braun-dunkelbraun, erdfeucht, halbfest	18,4
RKS 2	1,3 – 3,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig z.T. geschichtet, mittelbraun, beigebraun erdfeucht, steif	21,7
RKS 3	4,0 – 5,2	Löß / Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig, beigebraun, braun, erdfeucht-feucht, weich	25,6
RKS 3	5,2 – 6,0	Lößführende Fließerde: Schluff/Ton, feinsandig z.T. geschichtet, braun, erdfeucht, weich-halbfest	25,9
RKS 3	6,0 – 7,0	Lößführende Fließerde: Schluff/Ton, feinsandig z.T. geschichtet, braun, erdfeucht, halbfest	22,0
RKS 4	1,0 – 3,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig, z.T. geschichtet, mittelbraun, beigebraun, erdfeucht, steif, cu – Wert > 41 KN/m ²	21,0
RKS 4	3,0 – 5,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig, z.T. geschichtet, mittelbraun, beigebraun, erdfeucht, steif-halbfest	22,7
RKS 5	0,6 – 3,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig z.T. geschichtet, mittelbraun, erdfeucht, steif-halbfest	19,0
RKS 5	3,0 – 5,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, schwach tonig, feinsandig, mittelbraun, erdfeucht, steif z.T. weich	23,6
RKS 6	0,2 – 0,9	Lößlehm: Schluff, tonig, feinsandig, braun-dunkelbraun, erdfeucht, halbfest, cu – Wert > 80 KN/m ²	25,7
RKS 6	3,0 – 4,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig, z.T. geschichtet, mittelbraun, beigebraun, z.T. rostbraun, erdfeucht, steif	20,7

Tab. 2.1: Ergebnisse der Untersuchungen auf natürlichen Wassergehalt			
Aufschluss	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Bodenart	nat. Wassergehalt (%)
RKS 6	4,0 – 5,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig, z.T. geschichtet, mittelbraun, beigebraun, z.T. rostbraun, erdfeucht, steif	24,6
RKS 7	0,2 – 0,8	Lößlehm: Schluff, tonig, feinsandig, Wurzelreste, dunkelbraun, erdfeucht, halbfest	18,05
RKS 7	0,8 – 3,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, Feinsand, schwach tonig, z.T. geschichtet, beigebraun, mittelbraun, erdfeucht, steif	19,36
RKS 7	5,0 – 7,0	Fließerde: Schluff/Ton, feinsandig, z.T. geschichtet, braun-dunkelbraun, bund, erdfeucht, steif-halbfest	20,8
RKS 8	0,4 – 2,0	Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig, geschichtet beigebraun, erdfeucht, weich-steif, cu – Wert ca. 48 KN/m ²	21,7
RKS 8	4,0 – 5,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, schwach tonig, feinsandig, braun-dunkelbraun, erdfeucht, steif-halbfest	24,0
RKS 9	1,0 – 2,0	Löß / Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig, mittelbraun, erdfeucht, steif-halbfest	20,6
RKS 9	7,2 – 7,7	Lößführende Fließerde: Schluff, tonig, feinsandig, mittelbraun-braun, erdfeucht, steif	23,6
RKS 12	0,4 – 1,5	Lößlehm: Schluff, tonig, feinsandig, dunkelbraun, erdfeucht, halbfest, cu – Wert > 80 KN/m ²	21,9
RKS 12	2,0 – 4,3	Löß / Schwemmlöß: Schluff, feinsandig, schwach tonig, z.T. geschichtet, mittelbraun, erdfeucht, steif an der Basis halbfest	21,4
RKS 13	2,9 – 4,0	Lößführende Fließerde: Schluff, tonig, feinsandig, braun, bunt, erdfeucht, halbfest	21,5
RKS 13	4,5 – 6,5	Lößführende Fließerde: Schluff/Ton, feinsandig, braun, bunt, erdfeucht, halbfest, cu – Wert >> 110 KN/m ²	20,3

Cu – Wert = undrainierte Scherfestigkeit

> = Mindestangaben, Scherflügelsonde schert bei kleinen Sondierproben ab

Tab. 2.2: Bodenmechanische Kennwerte aus Laborversuchen						
Aufschluss		RKS 2	RKS 4	RKS 5	RKS 8	RKS 13
Entnahmetiefe	m	0,3 – 1,3 m	1,0 – 3,0	3,0 – 5,0	0,4 – 2,0	4,5 – 6,5
Bodenschicht	%	Lößlehm	Löß / Schwemmlöß	Löß / Schwemmlöß	Schwemmlöß	Fließerde
nat. Wassergehalt	%	18,4	18,9	21,0	21,7	20,3
Fließgrenze WL	%	37,8	30,1	35,0	29,8	58,6
Ausrollgrenze WP	%	18,0	15,7	15,2	20,9	18,4
Plastizitätszahl IP	%	19,8	14,4	19,8	8,9	40,2
Konsistenzzahl IC	%	0,98	0,78	0,71	0,91	0,95
Zustandsform		steif	steif	weich	steif	steif
Bodenart DIN 18196		TM	TL	TL/TM	TL/ST	TA

Aus den Ergebnissen der Laborversuche und Erfahrungen mit vergleichbaren Böden aus der Umgebung lassen sich weitere, für erdstatische Berechnungen relevante, Bodenkennwerte angeben:

Tab. 3.1: Bodenkenngrößen				
Bodenart	Wichte γ_k (kN/m ³)	Reibungs- winkel φ_k (°)	Kohäsion c' c'_k (kN/m ²)	Steifemodul E_{sk} (MN/m ²)
Löss / Schwemm-löss, erdfeucht, weich	18,5 (18,0 – 19,0)	25 (22,5 – 27,5)	3 (2 – 5)	4 (3 – 6)
Löss / Schwemm-löss, erdfeucht, steif	19,0 (18,5 – 19,5)	25 (22,5 – 27,5)	7,5 (5,0 – 10)	6 (5 – 8)
Lößlehm / Fließerden, erdfeucht, steif - halbfest	19,0 (18,5 – 19,5)	25 (22,5 – 27,5)	10 (7,5 – 15)	8 (6 – 10)

Grundsätzlich weisen wir darauf hin, dass die Konsistenz der bindigen Böden stark von deren jeweiligem Wassergehalt abhängig ist. Vor allem in oberflächennahen sowie temporär durchsickerten Bereichen kann der Wassergehalt und damit die Konsistenz des Bodens witterungsbedingt schwanken. Die oben beschriebenen Zustandsformen stellen aktuelle, zum Zeitpunkt der Erkundung angetroffene Zustände dar.

Für Fremdmaterial (z. B. für Unterbau, Arbeitsraumverfüllung oder Geländean- oder -aufschüttungen) können erfahrungsgemäß folgende Kennwerte angenommen werden.

Tab. 3.2: Bodenkenngrößen „Fremdmaterial“			
Bodenart	Wichte	Reibungswinkel	Kohäsion c'
	(kN/m^3)	($^\circ$)	(kN/m^2)
Schottergemische (z.B. 0/32)	21	35	0
Kies – Sand-Gemische	20	30	0
Siebschutt*	19 - 20	25 – 30	0 – 5

* = Erfahrungswerte aber nicht Kornabgestuft – deshalb größere Spannweiten möglich

Ergänzend zu den vorstehend angegebenen Laborversuchen wurde an zwei Mischproben jeweils ein Proctorversuch DIN 18127 (DIN EN 13286-2) durchgeführt. Hierbei wurde Proctorversuch I an den Böden aus dem oberflächennahen Bereich um 0,3 – 1,0 m und Proctorversuch II aus den tieferen, recht homogenen Löss- bzw. Schwemmlössböden ab 1,0 m bis ca. 4 m ausgeführt.

In nachfolgender Tabelle haben wir die Ergebnisse der beiden Versuche, d. h. die Werte für den optimalen Wassergehalt sowie die Proctordichte dargestellt:

Tab. 4: Ergebnis Proctorversuch					
Proctor Nr.:	Entnahme-Datum	Boden Kurzbeschreibung	optimaler Wassergehalt %	Proctordichte g/cm^3	
				100 %	97 %
I	25.-31.03.2021	Lößlehm, braun, steif / halbfest	(100 % D_{PR}) 18,2	1,673	1,623
II	25.-31.03.2021	Löss / Schwemmlöss beigebraun, steif / (weich)	(100 % D_{PR}) 15,4	1,735	1,701

Die Darstellung der Proctorversuche erfolgt in den Anlage 3.6 und 3.7.

Aus Tabelle 2.1 ist ersichtlich, dass die natürlichen Wassergehalte für die oberflächennah anstehenden Schichten zum Untersuchungszeitpunkt vorab überschlägig mit 18 – 23 % angenommen werden können. Sie liegen damit zumindest teilweise im Bereich des im Proctorversuch Pr I ermittelten oberen Grenzwassergehalts (21,6 %) für 97 % D_{PR} . Dies deckt sich auch mit der Feldansprache bzw. der beschriebenen Konsistenz der Böden. Die zum Teil höheren Wassergehalte dürften auf lokal höhere organische Anteile zurückzuführen sein.

Für die folgenden Löss- und Schwemmlössböden schwanken die Wassergehalte stärker und liegen bis 4 m Tiefe um 20 - 24 %. Sie liegen damit um 5 – 9 % über dem optimalen Wassergehalt (15,4 %) und immer noch 0 – 5 % über dem oberen Grenzwassergehalt (20,0 %) für 97 %.

4.2 Bodenklassen nach DIN 18 300

Die DIN 18 300 (2012) wurde 2015 durch die neue DIN 18300 ersetzt. Die anstehenden Böden- und Felsschichten werden in der neuen Fassung in Homogenbereiche zusammengefasst bzw. dargestellt. Dabei werden die Homogenbereich nach dem vergleichbaren Aufwand für das Lösen, Laden und Transportieren definiert.

Der überwiegende Teil der Sondierungen wurde im Wegebereich oder knapp daneben abgeteuft. Bei den Wegen handelt es sich überwiegend um „Graswege“ die lediglich zum Teil mit etwas steinigem, schotterartigem Material stabilisiert wurden. D. h. in den entsprechenden Bereichen ist mit humosen Oberböden mit wechselnden Anteilen an „Fremdmaterial“ zu rechnen. Insgesamt dürfte der Anteil, bezogen auf die gesamte Fläche des Erschließungsgebietes, aber sehr gering sein. Es sollte jedoch im Vorfeld darauf hingewiesen werden. Ansonsten beginnt die Schichtenfolge (gilt nur für untersuchte Stellen – nicht die eigentlichen Ackerflächen) mit 20 – 40 cm humosem Oberboden.

In den landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen dürfte der Übergang des humosen Oberbodens (Ackerkrume) zu den liegenden Lehmböden fließend sein, wobei die Mächtigkeit der Ackerkrume hier auch stärker sein dürfte.

Der humose Oberboden, ggf. aufgefüllt oder mit grobkörnigerem Material stabilisiert, wird nachfolgend nicht in einem eigenen Homogenbereich ausgewiesen.

4.2.1 Homogenbereich E 1 (quartäre Deckschichten)

Unterhalb des humosen Oberbodens folgen im gesamten Untersuchungsgebiet mächtige quartäre Deckschichten (Lößlehm, Löss / Schwemmlöss und Fließerden). Die Deckschichten werden in nachfolgender Tabelle unter dem Homogenbereich E1 zusammengefasst:

Tab. 4.1 / E1: Eigenschaften/Kenndaten		
Ortsübliche Bezeichnung	Deckschichten (Löss, Lößlehm, Schwemmlehm und Fließerden)	
Kornverteilung/Sieblinie	--	n. e.
Anteil Steine / Blöcke ¹	M.-%	< 5 / --
Wichte γ	kN/m ³	18,0 – 20,0
undränierete Scherfestigkeit C_u^2	kN/m ²	30 - > 150

Tab. 4.1f / E1: Eigenschaften/Kenndaten		
Wassergehalt W	%	15 - 30
Konsistenz ² / Konsistenzzahl Ic	--	weich bis halbfest / 0,75 – ≥ 1,0
Plastizität ² / Plastizitätszahl Ip	%	leicht bis mittelplastisch ⁴ / 7,5 - 45
Lagerungsdichte ID	--	--
Organischer Anteil ²	M.-%	nicht bis schwach organisch
Bodengruppe nach 18196	--	TL / UL, TM, TA
Bodenklasse 18300 (2012) ³	--	4 / (5)

n. e. = nicht ermittelt/erforderlich

¹ = Steine und Blöcke lassen sich mittels Bohrung nur bedingt abbilden.

² = z. T. Laborversuche, z. T. nach Erfahrungswerten abgeschätzt

³ = Norm / Angaben nicht mehr aktuelle – dient nur zur zusätzlichen Orientierung

⁴ = tiefere Fließerden z. T. ausgeprägt plastisch

Die in vorstehenden Tabellen zusammengestellten Angaben zu Kennwerten beruhen zum Teil auf Erfahrungswerten und zum Teil auf der Grundlage von Laborwerten. Geringe Abweichungen können daher nicht vollständig ausgeschlossen werden. Sollen bei höheren Anforderungen bzw. großer Relevanz die Angaben insbesondere auch die Angabe zu Spannweiten der Kennwerte auf der Basis von bodenmechanischen Laboruntersuchungen, ggf. noch über eine entsprechende statistische Absicherung, erfolgen wäre eine Erhöhung der Laboruntersuchungen erforderlich.

Wir empfehlen generell eine Überprüfung des Kenntnisstandes und der vorliegenden Daten im Zuge der Entwurfsplanung um ggf. zusätzliche Erkundungen / Untersuchungen (evtl. auch zusätzliche Untersuchungen an Rückstellproben) im Sinne der neuen DIN 18300 festlegen zu können.

4.3 Frostempfindlichkeit der Böden

Die verschiedenen Bodengruppen nach DIN 18196 können gem. der ZTVE-StB in folgende Frostempfindlichkeitsklassen eingestuft werden:

Tab. 5: Frostempfindlichkeit der Böden		
Klasse	Frostempfindlichkeit	Bodengruppe
F 1	nicht frostempfindlich	GW, GI, GE, SW; SI, SE
F 2	gering bis mittel frostempfindlich	GU, GT, SU TA, OT, OH, OK
F 3	sehr frostempfindlich	GU*, GT*, SU*, ST* UM, UA, TL, TM, OU

* = gemischtkörnige Böden mit einem Feinkornanteil von 15 – 40 M.-%

Im Hinblick auf Ihre Frostempfindlichkeit (gem. ZTVE-StB) sind die oberflächennah anstehenden, quartären Deckschichten (Decklehme) gem. Tabelle 5 durchgehend der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 „sehr frostempfindlich“ zuzuordnen.

4.4 Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130

Im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit (siehe Tabelle 6) von Boden und Fels wird im Allgemeinen auf die in DIN 18130 Teil 1 beschriebenen Wasserdurchlässigkeitsbereiche, in Abhängigkeit des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes (k_f – Wert), zurückgegriffen:

Tab. 6: Durchlässigkeitsbereich nach DIN 18130 Teil 1	
Bezeichnung	k_f –Wert (m/sec)
sehr schwach durchlässig	$< 10^{-8}$ m/sec
schwach durchlässig	$10^{-8} - 10^{-6}$ m/sec
durchlässig	$10^{-6} - 10^{-4}$ m/sec
stark durchlässig	$10^{-4} - 10^{-2}$ m/sec
sehr stark durchlässig	$> 10^{-2}$ m/sec

Die erschlossenen bindigen Decklehme sind generell als „schwach bis sehr schwach durchlässig“ einzustufen., wurden zumindest in den Sondierungen nicht nachgewiesen.

4.5 Verdichtbarkeitsklassen

Böden lassen sich in Abhängigkeit u. a. in Abhängigkeit ihrer Kornverteilung beim Wiedereinbau, z. B. im Kanalgrabenbereich, leicht oder schwerer verdichten. Eine erste Einschätzung der Verdichtbarkeit lässt die folgende Einteilung (FLOSS) nach Verdichtbarkeitsklassen, siehe Tabelle 7, zu.

Tab. 7: Verdichtbarkeit der Böden		
Verdichtbarkeitsklasse	Kurzbeschreibung	Bodengruppe
V 1 (gut verdichtbar)	nicht bindige bis schwach bindige, grob- und gemischtkörnige Böden	GW, GI, GE, GU, GT SW; SI, SE, SU, ST
V 2 („mittelgut verdichtbar“)	bindige, gemischtkörnige Böden	GU*, GT*, SU*, ST*
V 3 (weniger gut verdichtbar)	bindige, feinkörnige Böden	UL, UM, TL, TM (TA)
Als ungeeignet gelten z. B. alle organischen Böden der Bodengruppen OU, OT, OH, HN, HZ und F		

Nach den durchgeführten Untersuchungen können die im Erschließungsgebiet anstehenden bzw. anfallenden Böden als bindig, feinkörnig beschrieben werden und fallen damit unter die Verdichtbarkeitsklasse „V 3“

Die Verdichtbarkeitsklasse sagt allerdings noch nichts über die generelle Einbaubarkeit der Böden aus. Insbesondere bei bindigen Böden hängt diese maßgebend von natürlichen Wassergehalten der Böden ab. Wie aus Kapitel 4.1, Tabelle 4 ersichtlich lagen die Wassergehalte für die oberflächennahen Lößlehme noch im Bereich des Grenzwassergehaltes. Für diese Böden sollte, nachträgliche Durchfeuchtung ausgeschlossen, daher ein verdichteter Einbau von 97 – 100 % D_{Pr} möglich sein. In diesem Zusammenhang weisen wir nochmals darauf hin, dass die Sondierungen meist im Wegebereich oder unmittelbar daneben ausgeführt wurden und daher Abweichungen im Bezug auf die Ackerflächen / -krumen nicht ausgeschlossen werden können.

Für die tieferen Schichten spielt die Lage der Sondierungen keine signifikante Rolle, so dass die ermittelten Wassergehalte nach unserer Einschätzung allgemein auf die untersuchten Böden bezogen werden können. Da die Wassergehalte hier zum Teil beträchtlich über dem zulässigen Grenzwassergehalt von 97 % ermittelt wurden, gehen wir davon aus, dass die Böden für eine ausreichende Verdichtung meist durch entsprechende Maßnahmen (Austrocknung, eher Bodenverbesserung) vorbereitet werden müssen.

Generell lassen sich bei bindigen Böden, auch bei „guter“ Verdichtung, keine konkreteren Angaben zu dem zu erreichenden Verformungsmodul treffen.

Nähere Angaben zur Verdichtbarkeit und Wiedereinbaubarkeit finden sich in den Kapiteln 5.3.1 „Kanalgraben“ und 5.8 „Wiederverwertbarkeit“.

5 Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung

5.1 Allgemeine Angaben zur geplanten Erschließungsmaßnahme

Zum jetzigen Zeitpunkt liegt uns zu dem geplanten Gewerbegebiet „Gewerbegebiet West“ ein städtebaulicher Entwurf mit Kennzeichnung der geplanten Untersuchungspunkte vor. Im Weiteren gehen wir davon aus, dass die geplanten Erschließungsstraßen im Hinblick auf die Minimierung von Erdarbeiten ungefähr dem jetzigen Geländeverlauf folgen sollen. Größere Geländeanschlüßungen bzw. Geländeeinschnitte sind nach unserer Kenntnis nicht geplant.

Aus dem vorliegenden Lageplan /2/ haben wir überschlägig eine Gesamtfläche von ca. 55 000m³ abgegriffen. Die Erschließungsstraße weisen eine Gesamtlänge (ab Außenkante Kreisverkehr) von ca. 600 m auf. Die planmäßige Kanalgrabensohle dürfte größtenteils zwischen 3 – 5 m liegen.

5.2 Angaben zum Straßenbau

Wie vorstehenden beschrieben gehen wir für die Erschließungsstraßen von einer Fahrbahnoberkante ungefähr auf jetzigem Geländeniveau aus.

Die Bemessung und Ausführung von Verkehrsflächen erfolgt im Allgemeinen nach den einschlägigen Regelwerken „RStO 12“ (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ 2012; FGSV) und „ZTV E-StB 17“ (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ 2017; FGSV).

In den aufgeführten Regelwerken werden die Verkehrsflächen nach ihrer Verkehrsbelastung in Belastungsklassen eingeteilt und auf dieser Basis Angaben zur Dicke des Aufbaus in Abhängigkeit der Ausführungsvariante (Pflaster, Asphalt) sowie der Tragfähigkeit und Frostepfindlichkeit (auch unter Berücksichtigung der Frosteinwirkungszone) des Untergrundes formuliert.

Die erforderlichen Mindestdicken des frostsicheren Aufbaus können ebenfalls der RStO (Abschn. 3.2, Tabelle 6 und 7, Bild 6) entnommen werden. Hierbei ist gem. Abschn. 5.3 „Frostepfindlichkeit des Bodens“ unseres Gutachtens von Boden der Frostepfindlichkeitsklasse „F3“ (sehr frostepfindlich) auszugehen.

Unabhängig von der gewählten Belastungsklasse wird für eine Regelaufbau gem. RStO auf Ok Erdplanum ein Verformungsmodul (Ev₂-Wert) von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ vorausgesetzt.

Ausgehend von einer Erdplanumshöhe um - 0,5 – 1,0 m unter jetziger Geländeoberkante werden auf Aushubniveau nahezu durchgehend quartäre, bindige Decklehme (Lößlehm, Löss und Schwemmlöss) von steifer bis halbfester, in Teilbereichen oder nach unten auch überwiegend steifer, Konsistenz erwartet. Die im Liegenden zu erwartenden Gipskeuperschichten konnten in keiner der Sondierungen bis zur vorgegebenen Erkundungstiefe von 5,0 m bzw. max. 7,0 m erreicht werden.

Auf den steifen aber auch halbfesten Decklehmen wird sich der geforderte Ev₂-Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf Erdplanumshöhe ohne Zusatzmaßnahmen erfahrungsgemäß nicht erreichen lassen. Für diese Böden kann im Allgemeinen mit einem Ev₂-Wert in der Größenordnung um 5 – 15 MN/m² gerechnet werden.

Für die Erhöhung der Tragfähigkeit auf Planumshöhe kommen grundsätzlich verschiedene Varianten (Bodenverbesserung, Bodenaustausch bzw. Verstärkung der Tragschicht) in Betracht:

Bei den örtlichen Gegebenheiten und den angetroffenen geologischen Verhältnissen empfehlen wir eine Stabilisierung des Erdplanums (Bodenverbesserung) durch Einarbeiten eines hydraulischen Bindemittels. Für die Stabilisierung des Bodens kommt üblicherweise Weißfeinkalk oder ein Kalk-Zement-Bindemittelgemisch in Betracht. Die Auswahl und Art des Bindemittels hängt dabei vom anstehenden Boden und dessen natürlichen, bzw. optimalen Wassergehalt ab.

Für die anstehenden bindigen Deckschichten empfehlen wir den Einsatz eines Kalk-Zement-Gemisches (z. B. Kalk-Zement-Gemisch 50/50). Bei einer Erdplanumssohle im Bereich der oberflächennah anstehenden Lößlehme (Proctor I) kann im Hinblick auf die Tragfähigkeit bzw. das Verformungsmodul vorab von einer mittleren Bindemittelzugabe um 3,0 M-%, d. h. 50 kg/m³ ausgegangen werden. Bei einer zu empfehlen Frästiefe von mindestens 40 cm entspricht dies einem Bindemittelbedarf um ± 20 kg/m².

Liegt das Erdplanumsniveau tiefer bzw. in den folgenden Löss- oder Schwemmlössböden ist im Mittel von höheren, bedingt auch durch die höheren Wassergehalte aber auch die höhere Proctordichte (Pr II, 1,735 g/cm³), Zugabemengen auszugehen. Der erforderliche Bindemittelbedarf sollte hier vorab mit ca. 4,0 % angesetzt werden, was ca. 70 kg/m³ bzw. 28 kg/m² bei 40 cm Frästiefe entspricht.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass ein größerer Teil der Sondierungen auf vorhandenen landwirtschaftlichen Wegen („Graswege“) und damit nicht in den Ackerflächen ausgeführt wurden. Nach Abtrag der noch humosen Ackerkrume dürften hier Löss- und Schwemmlössböden anstehen, so dass hier eher die Angaben zu den tieferen Schichten (Proctor II) zutreffen dürften.

Die anstehenden Böden reagieren generell sehr empfindlich auf Witterungseinflüsse. Die tatsächlich erforderliche Menge richtet sich damit auch maßgebend nach den zum Untersuchungszeitpunkt tatsächlich gegebenen Boden- bzw. Witterungsverhältnissen (z. B. Durchfeuchtung durch Niederschläge oder Austrocknung). Bei nachträglicher Durchfeuchtung oder weicheren Lagen können auch höhere Zugabemengen erforderlich werden. Bei einer starken Austrocknung oder ggf. im Bereich mit geringen natürlichen Wassergehalten (Wegebereich) kann in seltenen Fällen zur Erreichung der geforderten Tragfähigkeit auch die Zugabe von Wasser erforderlich werden.

Das Bindemittel ist dem Boden möglichst homogen unterzumischen. Wir empfehlen daher den Einsatz einer Bodenfräse vorzugeben, da sich hier i.d.R. deutlich besser Ergebnisse als beim Einarbeiten mit einer Scheibenegge oder mit Raupe und Reißzähne erzielen lassen.

Auf Grund der Witterungsempfindlichkeit empfehlen wir eine Überprüfung der Angaben (z. B. Bestimmung des nat. Wassergehaltes, gem. DIN 18121 / (DIN EN ISO 17892-1, Plattendruckversuche DIN 18134) im Zuge der Erdarbeiten.

Unabhängig von den Anforderungen an die Tragfähigkeit oder den frostsicheren Aufbau empfiehlt es sich bei den witterungsempfindlichen Böden grundsätzlich bodenverbessernde Maßnahmen im Hinblick auf die allgemeine Befahr- bzw. Bearbeitbarkeit der Böden einzuplanen.

5.3 Angaben zum Kanal- und Leitungsbau

Nähere Angaben zur planmäßigen Leitungs- bzw. Kanalgrabensohle liegen derzeit noch nicht vor. Die Angaben können daher vorab nur allgemein gehalten werden, wobei wir von einer Grabensohle um 3 – 5 m unter OK jetzigem Gelände ausgehen.

Ausgehend von besagter Grabensohle werden im Bereich des Kanalgrabens durchweg bindige Deckschichten (Lößlehm, in erster Linie Löss und Schwemmlöss) anstehen. Die Grabenwände werden dabei im oberen Teil (bis ca. 1,0 – 1,5 m) überwiegend von seifen bis halbfesten Decklehm und mit der Tiefe dann vermehrt von steifen lagenweise auch steifen bis weichen Löss- und Schwemmlößböden eingenommen.

Zum Untersuchungszeitpunkt wurde in keiner der Sondierungen bis zur jeweiligen Endtiefe eine Schicht- oder Grundwasserführung festgestellt. Die weicheren Lagen belegen allerdings auftretendes Stau- bzw. Sickerwasser.

5.3.1 Kanalgraben

Allgemein können die Grabenböschungen bis 1,25 m senkrecht und darüber bis 1,75 m unter einer Neigung von 45 Grad abgeböschert werden.

Im Übrigen kann für die Kanalgräben nach den Sondierungen bis zu einer Tiefe um 4 m (RKS 1 um 3 m), d. h. bei mindestens steifer Konsistenz der Böden, eine Böschungsneigung von 60 Grad angesetzt werden.

Mit der Tiefe ist in Teilbereichen allerdings auch mit weicheren Schichten (z. B. RKS 3 ab 4 m) die eine Abflachung der Grabenböschungen auf 45 Grad erfordern können. Dies gilt allgemein für weichere oder nachträglich aufgeweichte Böden.

Sollen steilere Böschungsneigungen (siehe auch vorherigen Absatz) zugelassen werden, so hat der Grabenaushub im Schutz eines Verbaus (z. B. Grabenverbauelemente) zu erfolgen. Für die Bemessung des Verbaus, können für die anstehenden Böden die in Abschnitt 5.1, Tabelle 3.1 „Bodenkenngrößen“ zusammengestellten Mittelwerte herangezogen werden.

Generell ist die Böschungsgestaltung näher zu prüfen oder es sind entsprechende Standsicherheitsberechnungen gem. DIN 4084 durchzuführen bei:

- Stapellasten unmittelbar neben der Böschungskrone
- Verkehrslasten (z. B. Baustellenverkehr) neben der Böschungskrone
- Ansteigendem Gelände (> 10 % Neigung) oberhalb der Böschungskrone
- Bei Böschungshöhen > 5 m (Berme, Verbau ggf. Abflachung)
- Generell bei nicht Beachten der einschlägigen Richtlinien und Normen (z. B. EB 56 des Arbeitskreises „Baugruben“ – Mindestabstände Verkehrslasten, ZTVE-StB, DIN 4124, ggf. 4123) zu beachten

Beim Wiedereinbau und Verfüllen der Leitungsräben sind die entsprechenden Vorschriften der ZTV E-StB 17 zu beachten. Die beim Grabenaushub anfallenden, überwiegend halbfesten Lößlehme (Proctor I) eignen sich, unter Vorbehalt zum Wiederverfüllen des Kanalgrabens. Die ermittelten natürlichen Wassergehalte lagen zu einem erheblichen Teil noch im Bereich des oberen Grenzwassergehalts für 97 % Proctordichte.

Für die, im Hinblick auf die anfallenden Masse maßgebenderen Löss- und Schwemmlössböden (Pr II), muss hingegen in größerem Umfang von natürlichen Wassergehalten über den entsprechenden Grenzwassergehalten ausgegangen werden. In Verbindung mit der beträchtlichen Empfindlichkeit auf Wasserzutritte wird sich hier ein Einbau des unverbesserten Bodens im Hinblick auf die geforderte Verdichtung nicht oder nur bedingt realisieren lassen. Bei mindestens steifer bis halbfester Konsistenz lässt sich der geforderte Verdichtungsgrad nach den Laborergebnissen erreichen, dies erfordert aber einen sorgfältigen Umgang mit dem Material, wobei eine Trennung von weicheren Lagen in der Praxis nach unserer Erfahrung kaum zu realisieren ist. Im Hinblick auf den Wiedereinbau des Aushubmaterials empfehlen wir daher bodenverbessernde Maßnahmen zumindest für Teile des Bodens vorzusehen. Überschlägig erachten wir hierbei eine mittlere Bindemittelzugabe in der Größenordnung um 2 M-% (um 35 kg/m³) für angemessen.

Unabhängig von bodenverbessernden Maßnahmen sind die Böden vor einer Durchfeuchtung zu schützen und lagenweise verdichtet (Lagen je nach Gerät zwischen 20 – 40 cm) einzubauen. Die in den Regelwer-

ken vorgegebenen Verdichtungsanforderungen (bindige Böden 97 % D_{Pr}) sind einzuhalten. Steife oder weiche Böden (siehe oben) eignen sich ohne Zusatzmaßnahmen (Bodenverbesserung, ggf. Austrocknung) nicht zum Wiedereinbau im Grabenbereich.

Ansonsten kann für die Verfüllung der Kanalgräben verdichtbares, tragfähiges Material (z. B. Schottermaterial 0/45, „Siebschutt“) eingebaut werden.

5.3.2 Rohraufleger

Für die in der Grabensohle anstehenden Böden (Löss, Schwemmlöss) kann von einer ausreichenden Tragfähigkeit für das Rohraufleger ausgegangen werden. Eigensetzungen oder stark setzungsempfindliche Böden sind nicht zu erwarten. Allerdings können, je nach Kanalsole und Lage, auch „weichere“ Böden in der möglichen Grabensohle auftreten. Ggf. kann in diesen Bereichen ein Geotextil zur Vermeidung einer Durchmischung weicher bindiger Böden mit dem Rohrauflegermaterial (z. B: Splitt 2/5 oder ähnlich) und zur Gewährleistung eines reibungslosen Bauablaufs zwischengeschaltet werden. Werden wider Erwarten mächtigere weiche oder stark aufgeweichte Böden erschlossen kann eine Verstärkung der Rohrbettung erforderlich werden.

Wie bereits in anderem Zusammenhang beschrieben, sind die erschlossenen Böden grundsätzlich als witterungsempfindlich einzustufen und sollten daher entsprechend geschützt werden.

5.3.3 Wasserhaltung

In keiner der Untersuchungspunkte wurden Hinweise auf eine nennenswerte Schicht- oder Grundwasserführung zum Untersuchungszeitpunkt festgestellt. Nach diesem Ergebnis wird sich die Wasserhaltung auf zutretendes Oberflächenwasser beschränken und kann erforderlichenfalls als offene Wasserhaltung betrieben werden.

5.4 Allgemeine Angaben zur Gründung von Gebäuden

Zum jetzigen Zeitpunkt liegen uns noch keine näheren Angaben zu der geplanten Bebauung und damit zu den zu erwartenden Lasten und der Lastverteilung vor. Die Angaben werden im Folgenden daher zunächst allgemein gehalten.

Nach den von uns durchgeführten Sondierungen ist im Untersuchungsgebiet von mächtigen (> 5 bzw. 7 m) quartären, bindigen Deckschichten (in erster Linie Löss und Schwemmlöss; bzw. UM/TM/TL - Böden) auszugehen. Grundsätzlich stellen diese in Abhängigkeit ihrer Konsistenz und Mächtigkeit, einen stärker kompressiblen und damit bedingt tragfähigen Baugrund dar.

Felsartige und damit hoch belastbare Schichten wurden bis zur jeweiligen Endtiefe der Sondierungen nicht erschlossen.

Im Hinblick auf eine konventionelle Gründung über Einzel- oder Streifenfundamente haben wir daher nachfolgend die in Anlehnung an die DIN 1054 für vergleichbare Böden, in Abhängigkeit der ankommenden Lasten und Einbindetiefen, ansetzbaren Bemessungswert „ $\sigma_{R,d}$ “ des Sohlwiderstandes, bei mindestens steifer Konsistenz der Böden, tabellarisch zusammengestellt.

Tab. 9: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente auf tonig, schluffigen Böden (UM/TM/TL nach DIN 18169) mit Breiten b bzw. b' von 0,5 m bis 2,0 m			
kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes kN/m^2		
	mittlere Konsistenz		
m	steif	halbfest	fest
0,5	170	240	390
1,0	200	290	450
1,5	220	350	500
2,0	250	390	560
mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m^2	120 – 300	300 – 700	> 700
ACHTUNG: - Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässige Bodenpressung nach DIN 1054:1976-11.			

Mittelwerte dürfen aus obiger Tabelle interpoliert werden.

Die Angaben gelten jeweils bei mittiger Belastung der Fundamente. Weiche oder nachträglich aufgeweichte Lagen sind zu durchgründen.

Für Stützen- bzw. Einzelfundamente (Seitenverhältnis bL/bB bzw. $bL'/bB' < 2$) darf der Wert um 20 % erhöht werden.

Unter diesem Ansatz ist bei voller Ausnutzung der Lasten für die Streifen- bzw. Einzelfundamenten mit Setzungen in der gem. den entsprechenden Regelwerken (Eurocode 7, DIN 1054, die entsprechenden Regelwerke sind zu beachten) in der Größenordnung von 2 – 4 cm möglich.

Bei weichen Böden oder ggf. höheren oder stark unterschiedlichen Lasten kann eine konventionelle Gründung wie oben angegeben ggf. nicht mehr ausgeführt werden. Geringer kompressible und damit höher tragfähige Schichten (Gipskeuper ggf. Lettenkeuper) wurden bei der vereinbarten Erkundungstiefe von max. 7 m jedoch noch nicht erreicht.

Die vorstehenden Angaben zur Gründung ersetzen keine auf das Einzelprojekt bezogen geotechnische Erkundung und Beurteilung. Insbesondere können zum jetzigen Zeitpunkt keine Angaben zu einer ggf. erforderlichen vertieften Flachgründung bzw. Tiefgründung getroffen werden. Hierzu sind ergänzende Untersuchungen (Rammkern- Rammsondierungen ggf. Kernbohrungen) erforderlich.

Die anstehenden Böden sind generell als sehr frostempfindlich einzustufen. Entsprechend sind die Fundamente in frostgefährdeten Außenbereichen ggf. mindestens bis 1,0 m unter OK geplantes Gelände zu führen.

5.5 Angaben zum Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung

Die DIN 18195 (2011-12) wurde vollständig überarbeitet und zusammen mit DIN 18195 – 2017-07 (Begriffe) in die Normenreihe 18533 übernommen. Für die „Abdichtung von erdberührenden Bauteilen“ ist im Hinblick auf die Beurteilung der hydrogeologischen Situation der Teil 1 „Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“, hier werden unter anderem Wassereinwirkungsklassen“ definiert, maßgebend.

In besagter DIN werden gem. der auf nachfolgender Seite dargestellten Tabelle 8 die folgenden Wassereinwirkungsklassen definiert:

Tab. 8: Wassereinwirkungsklassen DIN 18533-1	
Art der Einwirkung	Klasse
Bodenfeucht und nicht drückendes Wasser	W1-E
Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührenden Wänden	W1.1-E
Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührenden Wänden mit Dränung	W1.2-E
Drückendes Wasser	W2-E
Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe	W2.1-E
Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe	W2.2-E
Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken	W3-E
Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden	W4-E

Wie aus Abschnitt 3 „Geologische und hydrogeologische Verhältnisse“ ersichtlich, wurde in keiner der Sondierungen eine Schicht- bzw. Grundwasserführung festgestellt. Es kann daher, auch unter Berücksichtigung der allgemeinen hydrogeologischen Situation im Weiteren von einem Bemessungsgrundwasserstand (geschlossener Grundwasserpegel; HGW) > 50 cm unter jeweiliger Sondiertiefe ausgegangen werden.

Temporär auftretende Stau- oder Sickerwasserzutritte lassen sich bei den anstehenden Böden grundsätzlich nicht ausschließen.

Bei einer Ausführung einer auf Dauer funktionsfähigen Dränung nach DIN 4095 kann eine Abdichtung gem. W1.2-E - Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und ggf. erdberührenden Wänden mit Dränung – empfohlen werden.

Kann (nicht genehmigungsfähig) eine Dränung nicht ausgeführt werden ist von drückendem Wasser (Grund- Hoch- oder Stauwasser) auszugehen und eine Bauwerksabdichtung gem. W2.1-E – mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bei einer Abdichtungsebene ≤ 3 m oder gem. W2.2-E – hohe Einwirkung von drückendem Wasser bei > 3 m auszuführen. Die Stauwassereinwirkung wird dabei bis OK Gelände angesetzt.

Ggf. sind weitere Wassereinwirkungsklasse W3-E bzw. W4-E zu berücksichtigen.

Darüber hinaus sollten folgende Maßnahmen getroffen werden:

- Unter den Bodenplatten (z. B. Fußboden Büroräume) muss zur Dränage ein ausreichend wasserdurchlässiger Unterbau (Filterschicht, kapillarbrechende Schicht; z. B. 15 cm Splitt-Gemisch 5/11 oder Kies 8/16 **und** Geotextil) auf eine ausreichende Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100\%$) ist zu achten.
- Zwischen Filterschicht und Bodenplatte, ggf. Dämmschicht, ist zur Vermeidung von Betonmilch-Ausschwemmungen eine wasserundurchlässige Folie zu verlegen.
- Um eventuell auftretendes Sicker- oder Oberflächenwasser abzufangen und zu verteilen, empfehlen wir, im Arbeitsraum eine mit Kies ummantelte Sicherheits-drainage zu verlegen und an den Vorfluter (Kanalisation) anzuschließen.
- Zur Gewährleistung eines reibungslosen Bauablaufs empfiehlt sich (bei 15 cm Filterschicht zwingend) darüber hinaus die Zwischenschaltung eines filterstabilen, wasserdurchlässigen Filtervlieses (Geotextil) zwischen Filterschicht und anstehendem, „bindigem“ Boden. Außerdem ist ein Vlies zwingend einzuschalten bei z. B. niederschlagsbedingter Durchfeuchtung und Aufweichung der Baugrubensohle, um so ein Eindringen von Feinmaterial in die Filterschicht und somit den Verlust der kapillarbrechenden Funktion der Filterschicht zu vermeiden.

Bei erhöhten Anforderungen (z. B. aus Hochregal, Staplerverkehr etc.) an die Tragfähigkeit unter Hallenböden sind auch hier projektbezogene nähere Erkundungen unter Angabe der Anforderungen bzw. der geplanten Nutzung einzuplanen.

Generell sind die entsprechenden Regelwerke sowie gültigen Normen (DIN 18195, DIN 18533 und DIN 4095, u.a.) zu beachten.

5.6 Angaben zum Baugrubenaushub

Die anstehenden Böden können bei Geländeeinschnitten bis max. 5 m i.d.R. wie folgt abgebösch werden:

- | | |
|--------------------------------------|---------|
| - Deckschichten, weich | 45 Grad |
| - Deckschichten, steif oder halbfest | 60 Grad |

Im Weiteren verweisen wir auf die Ausführung zum Grabenaushub in Abschnitt 5.3.1 Kanalgraben (Seite 16), wo Einschränkungen und weitere Empfehlungen zum Graben- bzw. Baugrubenaushub formuliert werden.

5.7 Wiederversickerung

Für die im Untersuchungsgebiet anstehenden, bindigen Deckschichten (gem. DIN 18196 leicht bis mittelplastische Tone) ist von einer geringen Wasserdurchlässigkeit auszugehen. Für vergleichbare Böden muss erfahrungsgemäß von einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert) von $< 1 \times 10^{-6}$ m/sec ausgegangen werden und die Böden sind damit gem. DIN 18130 als „schwach durchlässig“ einzustufen.

Eine Wiederversickerung anfallenden Oberflächenwassers gem. ATV 138 ist am Standort daher nicht möglich. Allenfalls kommt eine unterstützende Versickerung in Betracht, wobei generell ein „Notüberlauf“ einzuplanen ist.

5.8 Angaben zur Wiederverwertbarkeit

Von dem im Untersuchungsbereich anstehenden Böden wurden aus den Sondierungen verschiedene Bodenproben entnommen und jeweils eine Mischprobe (MP 1 – Boden aus den Lößlehm, MP 2 – Boden aus dem Schwemmlöß) hergestellt. Die Mischproben wurden dann zur chemischen Analyse gem. der Parameterliste der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007 (VwV Ba-Wü) an das chemische Labor EUROFINS überstellt.

Nach der organoleptisch, sensorischen Feldansprache wurden keine Hinweise auf eine Schadstoffverunreinigung festgestellt.

In nachfolgender Tabelle haben wir die jeweilige Einstufung sowie den maßgebenden Parameter für die Einstufung der untersuchten Bodenproben zusammengestellt:

Tabelle 9: Analyseergebnis Erdaushub				
Probenbezeichnung	Entnahmestelle	Material	Einstufung ¹	maßgebender Parameter
MP 1 – Boden	RKS 1 (0,5-1,5), 6 (0,2-0,9), 10 (0,2-0,9), 9 (0,3-1,0), 11 (0,2-1,3), 12 (0,4-1,0)	Lößlehm	Z 0	--
MP 2 – Boden	RKS 9 (2,0-3,0), 9 (3,0-4,0), 1 (1,5-3,0) 8 (2,0-4,0), 7 (1,0-3,0), 6 (1,0-2,0)	Schwemmlöß	Z 0	--

¹ = Z steht für Einstufung gem. VwV

Nach den Ergebnissen der chemischen Analyse können die anstehenden Lößlehme und der folgenden Schwemmlöß gem. VwV nach Z 0 (Bewertung nach Sand/Lehm/Schluff) eingestuft werden.

Allgemein können Böden einer Verwertung unter bestimmten Randbedingungen zugeführt werden. Unterschieden werden die nachfolgend dargestellten Einstufungskategorien:

- Z0 (zusätzliche Unterscheidung nach Bodenart; Sand, Lehm/Schluff und Ton)
Wiedereinbau uneingeschränkt zugelassen
- Z0* /Z0* IIIA: Wiedereinbau unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. Überdeckung, Grund-, wasserflurabstand, Lage im WSZ / Heilquellenschutzgebiet u. A.) als Bodenmaterial möglich
- Z 1.1 + Z1.2: Wiedereinbau in Bereichen von technischen Bauwerken (z. B. Straßen-Wege- und Parkplatzbau, Lärmschutzwälle und ähnliches) zulässig, wobei die Unterscheidung Z1.1 / Z1.2 nach günstigen / ungünstigen hydrogeologischen Verhältnissen erfolgt.
- Z2: Wiedereinbau ebenfalls nur im Bereich technischer Bauwerke (siehe oben) aber zusätzliche Einschränkungen bzw. Anforderungen im Hinblick auf die hydrogeologischen Verhältnisse

Die anstehenden Böden können nach diesem Ergebnis uneingeschränkt wieder eingebaut werden.

Das genaue Analyseergebnis mit allen Einzelparametern kann der Beilage „Labor Eurofins“ entnommen werden.

6. Schlussbemerkung

Die Erkundung und Beschreibung der Untergrundverhältnisse erfolgte an Hand der durchgeführten Rammkernsondierungen. Die Angaben beziehen sich daher streng genommen nur auf die Untersuchungspunkte und die jeweils erreichte Erkundungstiefe.

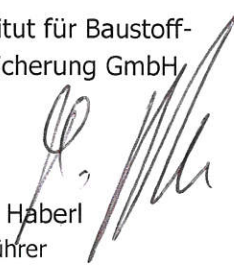
Bei Abweichungen zu den im Gutachten beschriebenen Baugrundverhältnissen ist der Gutachter zu benachrichtigen, um ggf. rasch die erforderlichen Maßnahmen abstimmen zu können.

Das allgemeine Baugebietsgutachten ersetzt nicht ein speziell auf die Baumaßnahme abgestimmte Einzelgutachten.

Remseck, den 17. Mai 2021

IBQ - Institut für Baustoff-
Qualitätssicherung GmbH

Dr. Martin Haberl
Geschäftsführer



Dipl.-Geologe Robert Fischer
Leiter Geotechnik

Übersichtslageplan: Auszug aus Kartendienst LUBW



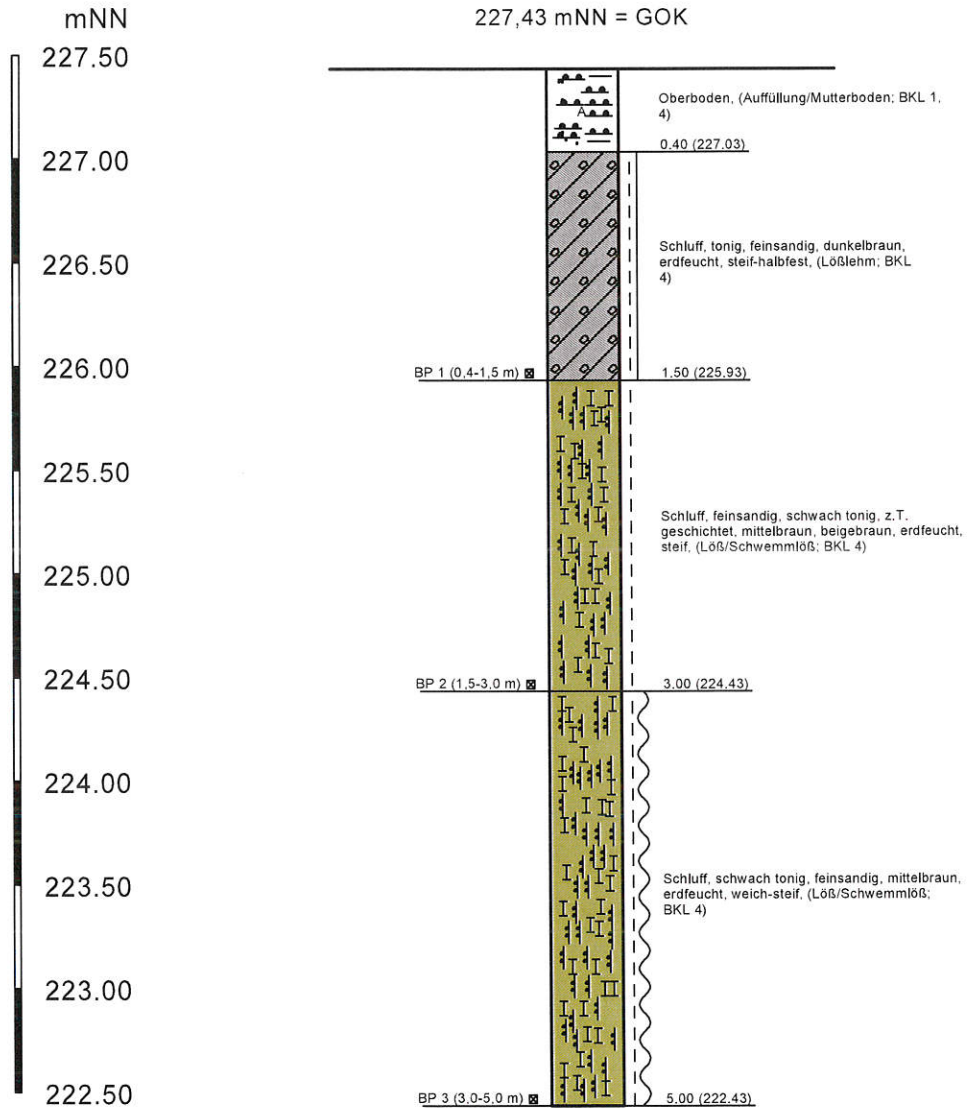
Lageplan der Untersuchungspunkte: Auszug aus Höhenplan



● = RKS (Rammkernsondierung)

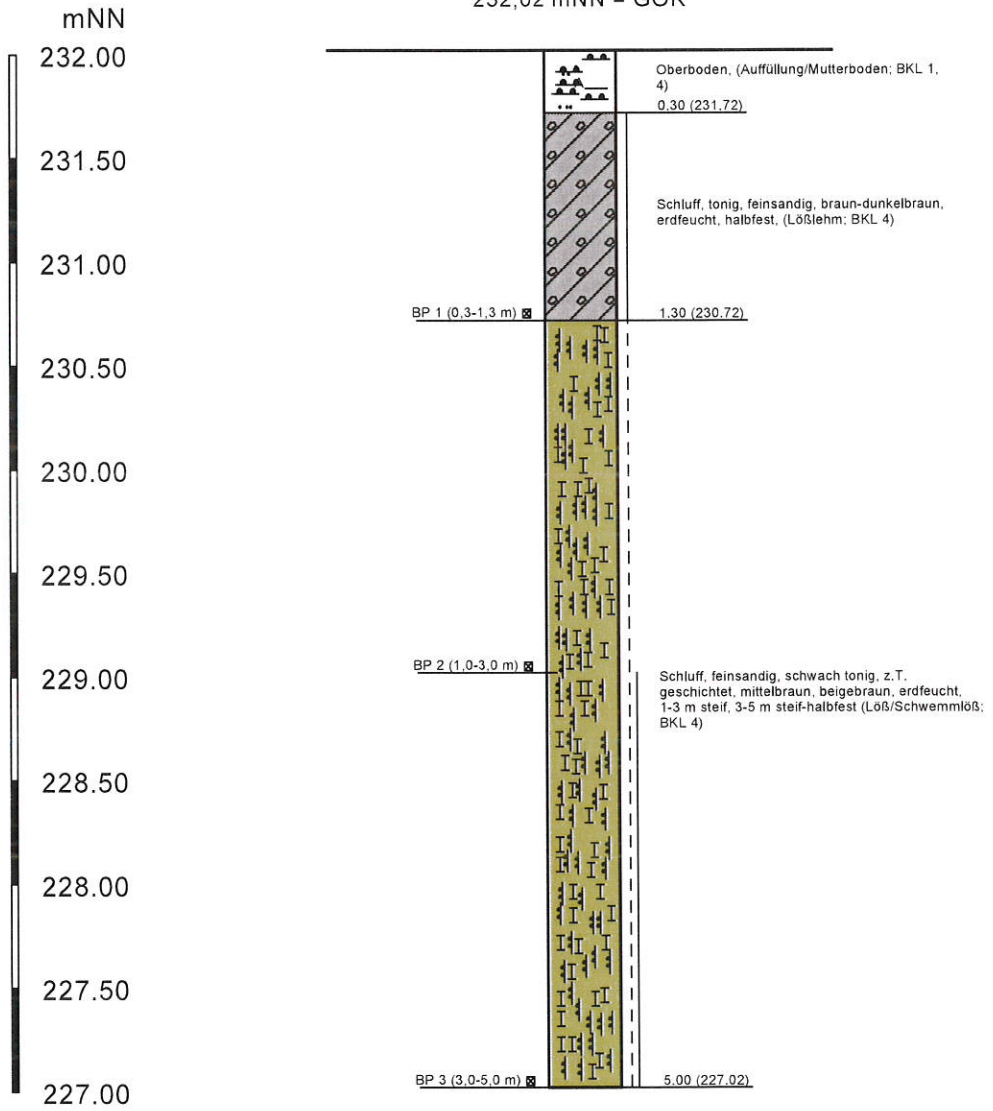
IBQ Institut für Baustoff-Qualitätssicherung Rainwiesen 2, 71686 Remseck am Neckar Tel.: 07141 / 29781-0; Fax: 29781-20	BV Gewerbepark West Stadt Großbottwar	Projekt-Nr.: GA 1092-21 Anlage-Nr.: 2.1
		Datum: 31.03.2021 Maßstab: 1: 35

RKS B1



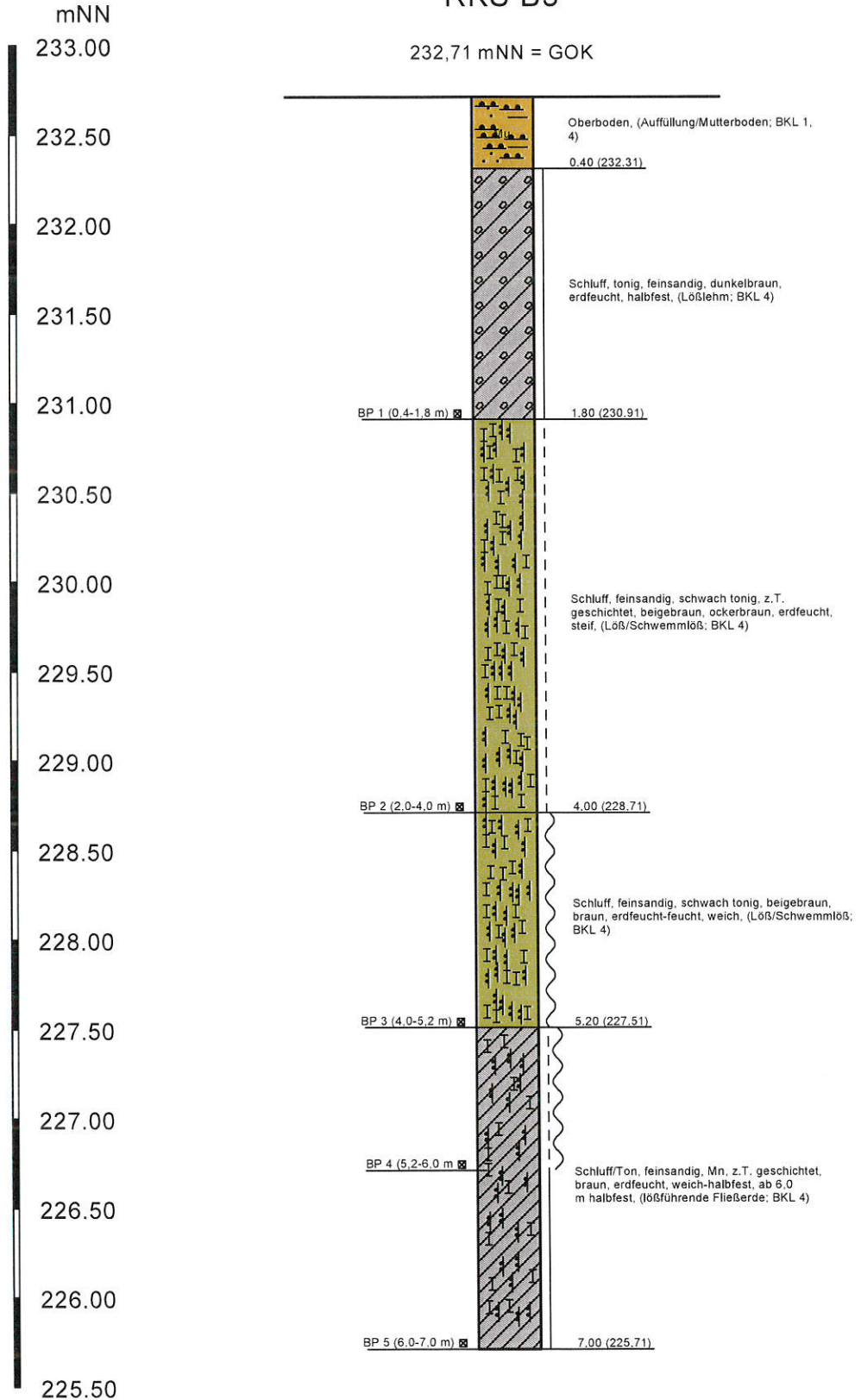
RKS B2

232,02 mNN = GOK



RKS B3

232,71 mNN = GOK



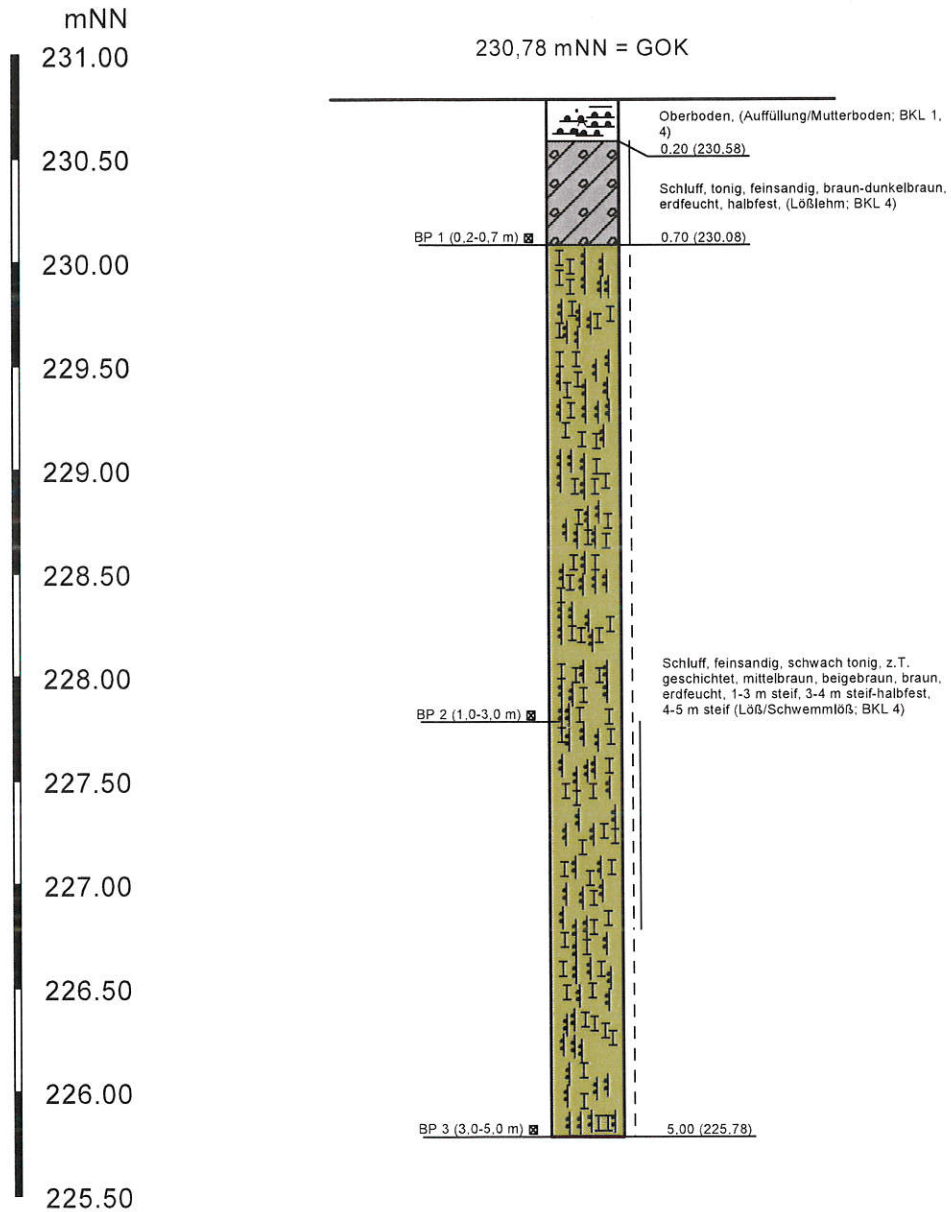
IBQ

Institut für Baustoff-Qualitätssicherung
Rainwiesen 2, 71686 Remseck am Neckar
Tel.: 07141 / 29781-0; Fax: 29781-20

BV Gewerbepark West
Stadt Großbottwar

Projekt-Nr.: GA 1092-21
Anlage-Nr.: 2.4
Datum: 24.03.2021
Maßstab: 1: 35

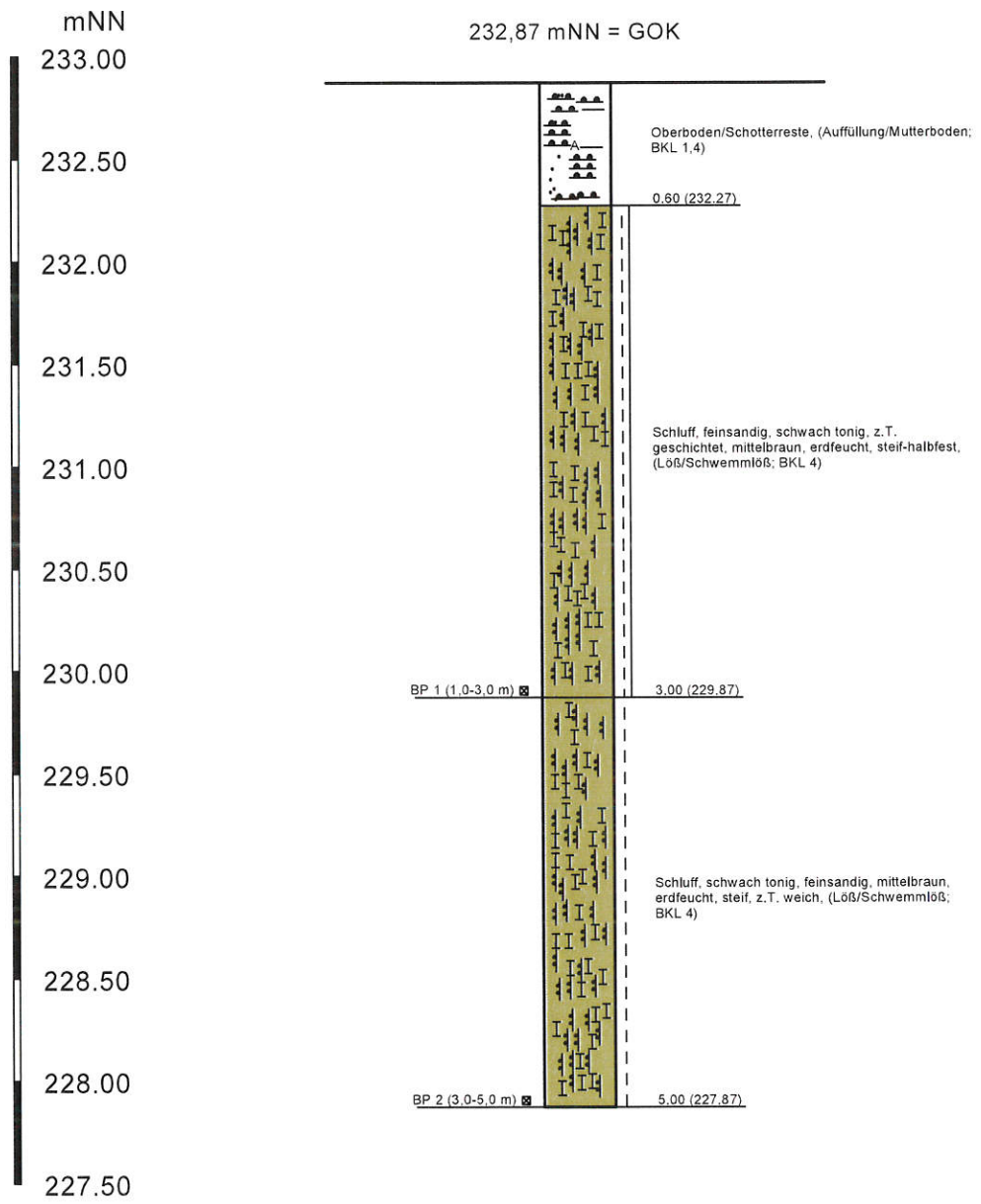
RKS B4



IBQ Institut für Baustoff-Qualitätssicherung Rainwiesen 2, 71686 Remseck am Neckar Tel.: 07141 / 29781-0; Fax: 29781-20	BV Gewerbepark West Stadt Großbottwar	Projekt-Nr.: GA 1092-21 Anlage-Nr.: 2.5
		Datum: 31.03.2021 Maßstab: 1: 35

RKS B5

232,87 mNN = GOK



IBQ

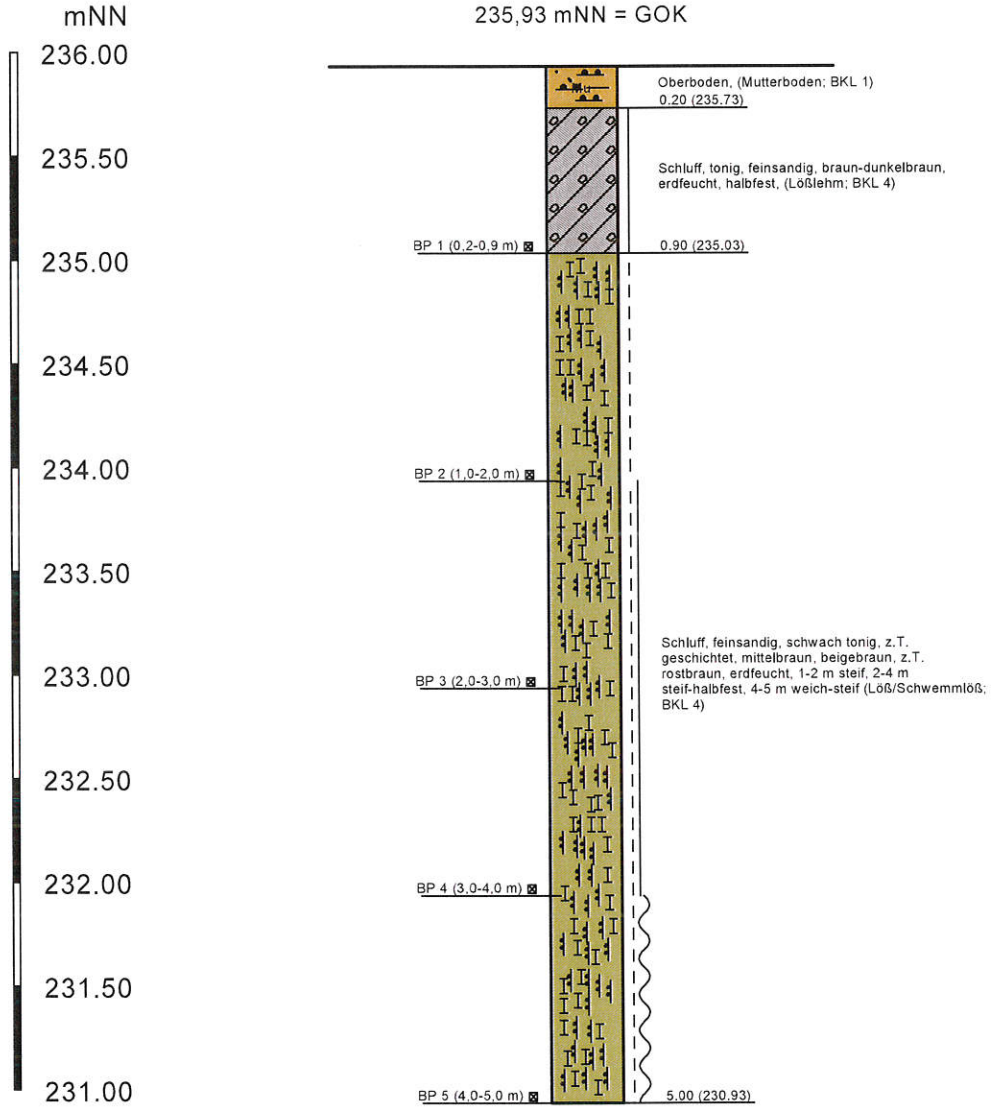
Institut für Baustoff-Qualitätssicherung
Rainwiesen 2, 71686 Remseck am Neckar
Tel.: 07141 / 29781-0; Fax: 29781-20

BV Gewerbepark West
Stadt Großbottwar

Projekt-Nr.: GA 1092-21
Anlage-Nr.: 2.6
Datum: 24.03.2021
Maßstab: 1: 35

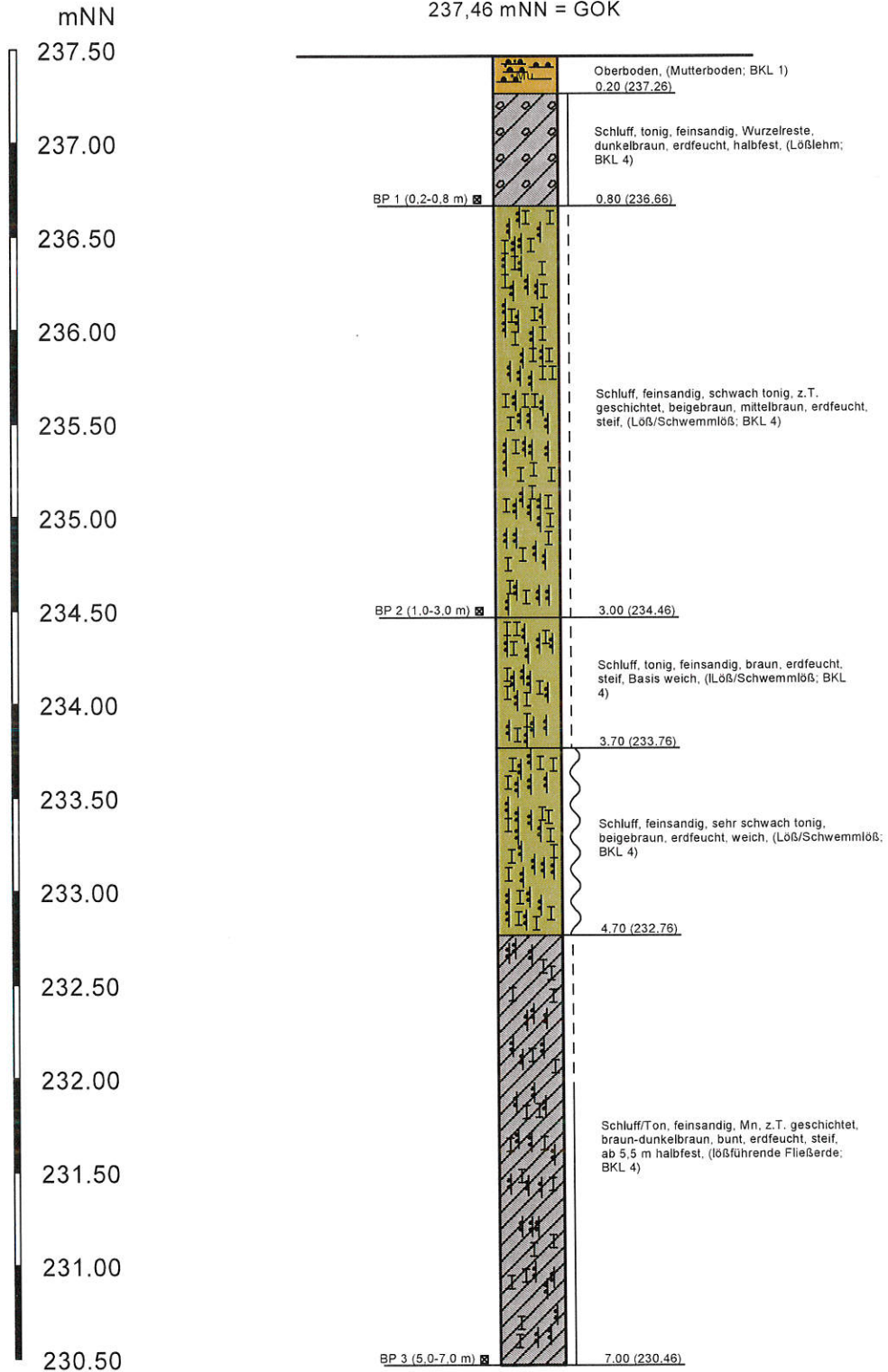
RKS B6

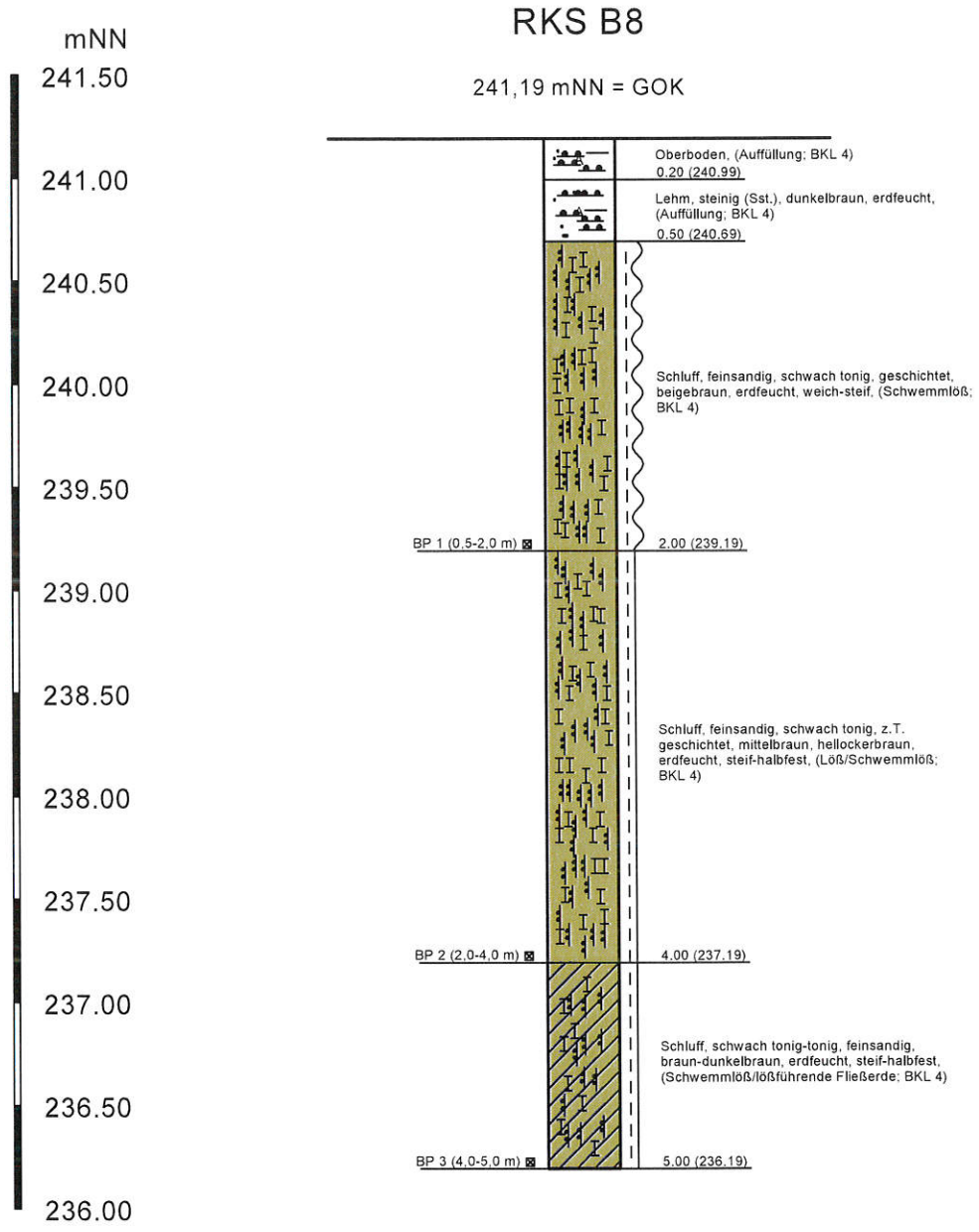
235,93 mNN = GOK



RKS B7

237,46 mNN = GOK





IBQ

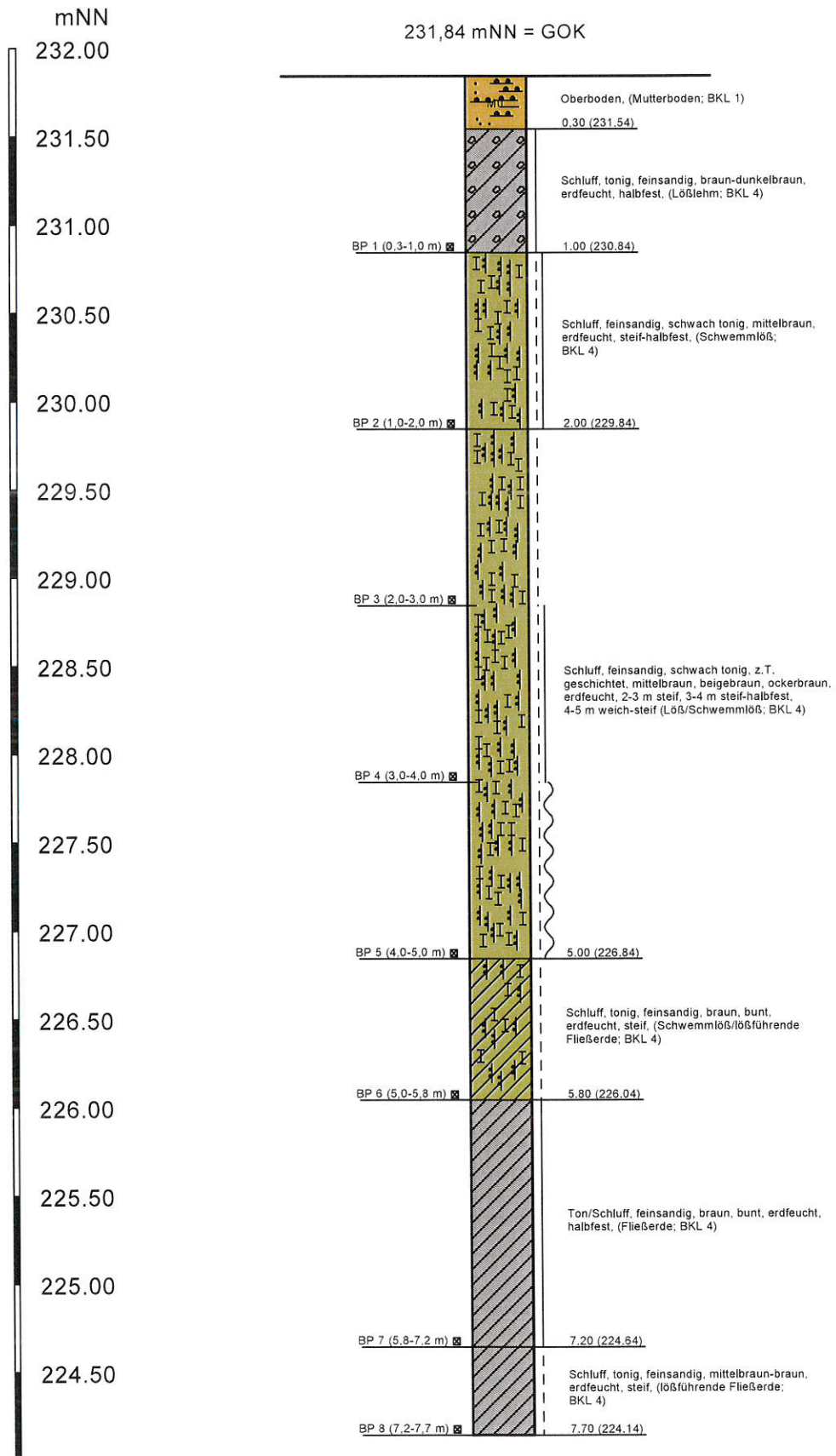
Institut für Baustoff-Qualitätssicherung
 Rainwiesen 2, 71686 Remseck am Neckar
 Tel.: 07141 / 29781-0; Fax: 29781-20

BV Gewerbepark West
 Stadt Großbottwar

Projekt-Nr.: GA 1092-21
 Anlage-Nr.: 2.9
 Datum: 24.03.2021
 Maßstab: 1: 35

RKS B9

231,84 mNN = GOK

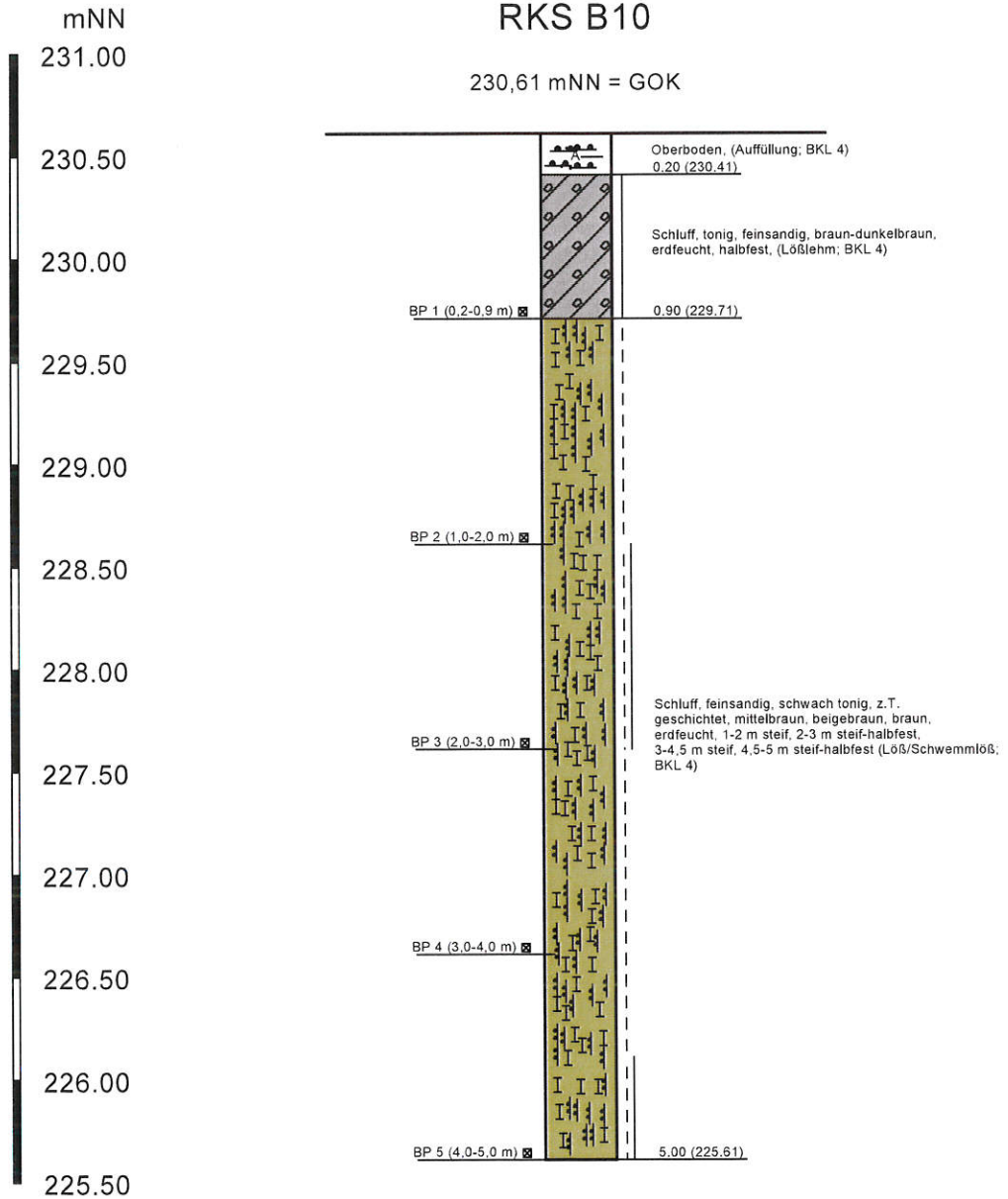


IBQ

Institut für Baustoff-Qualitätssicherung
Rainwiesen 2, 71686 Remseck am Neckar
Tel.: 07141 / 29781-0; Fax: 29781-20

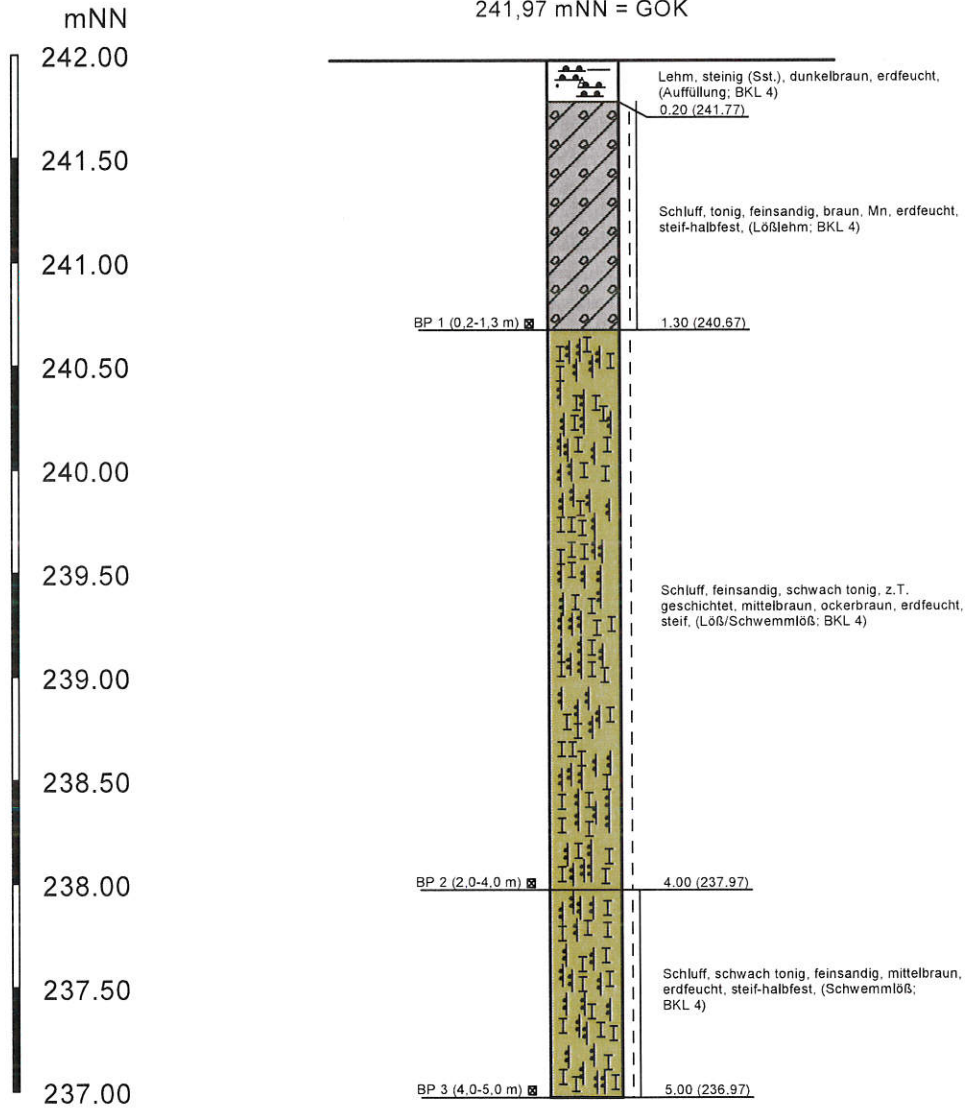
BV Gewerbepark West
Stadt Großbottwar

Projekt-Nr.: GA 1092-21
Anlage-Nr.: 2.10
Datum: 24.03.2021
Maßstab: 1: 35



RKS B11

241,97 mNN = GOK



IBQ

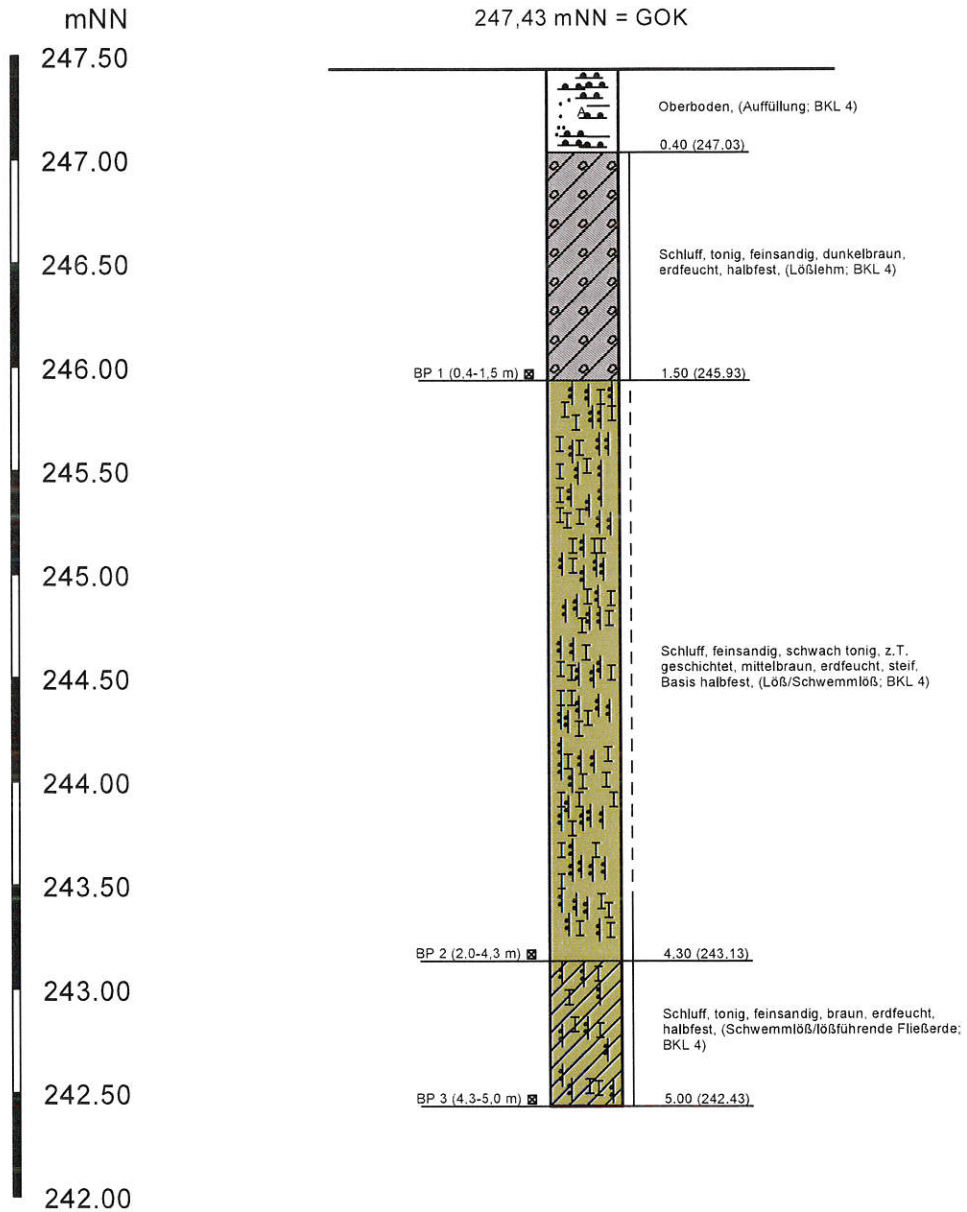
Institut für Baustoff-Qualitätssicherung
Rainwiesen 2, 71686 Remseck am Neckar
Tel.: 07141 / 29781-0; Fax: 29781-20

BV Gewerbepark West
Stadt Großbottwar

Projekt-Nr.: GA 1092-21
Anlage-Nr.: 2.12
Datum: 25.03.2021
Maßstab: 1: 35

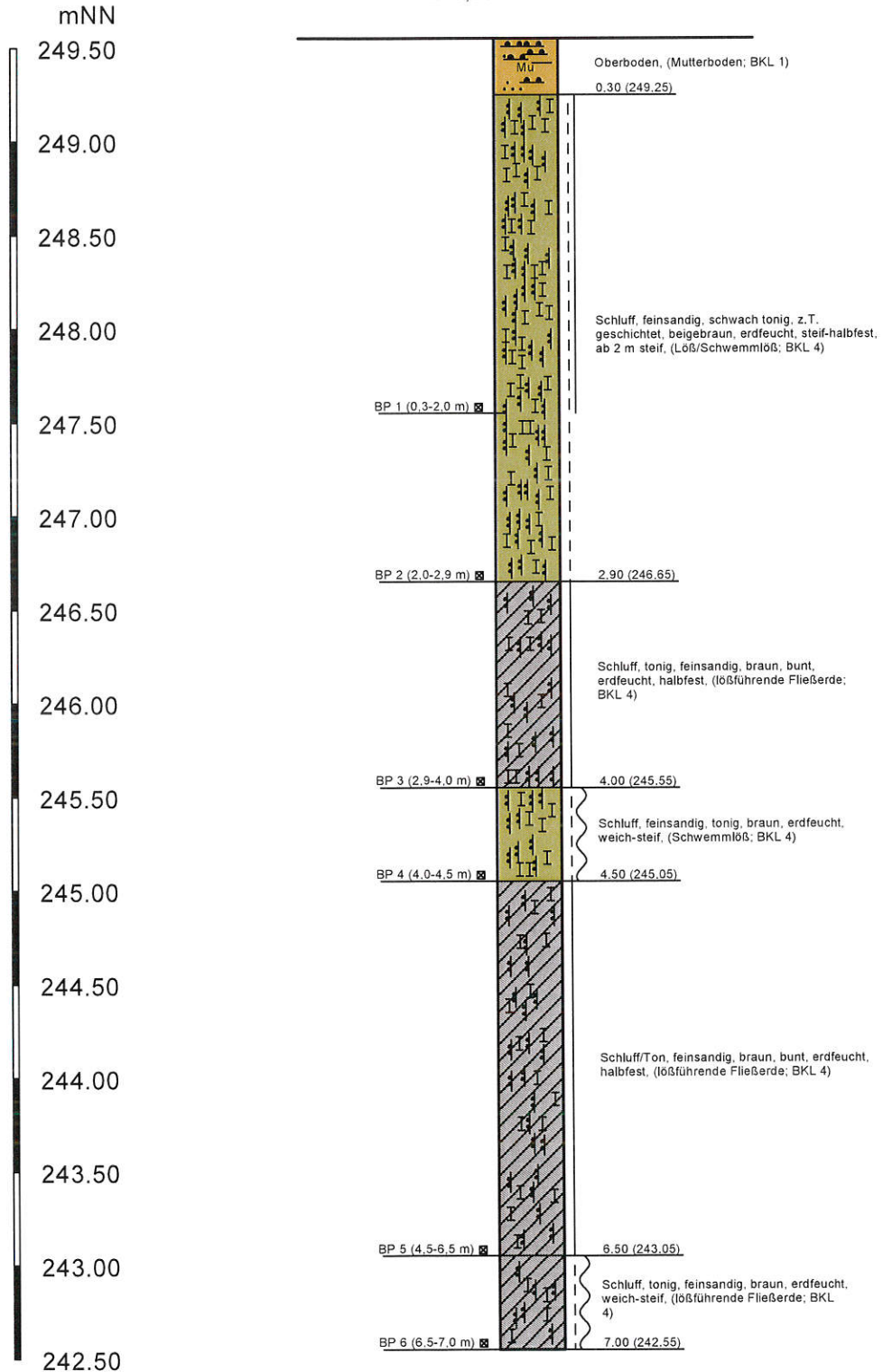
RKS B12

247,43 mNN = GOK



RKS B13

249,55 mNN = GOK



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Gewerbepark West Großbottwar

Bearbeiter: FH

Datum: 30.03.2021

Prüfungsnummer: RKS 2 0,3-1,3 m

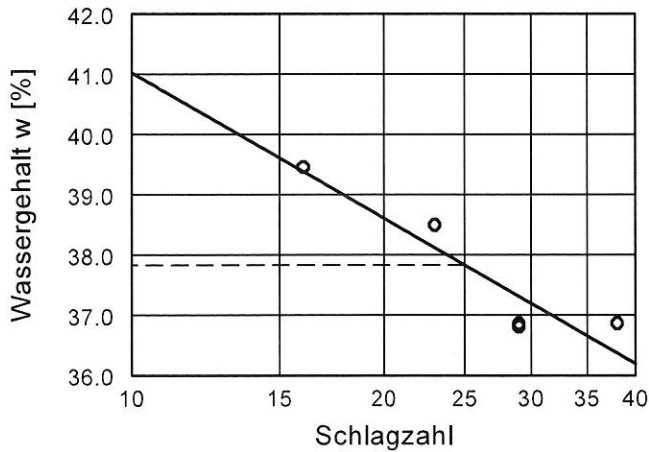
Entnahmestelle: RKS 2

Tiefe: 0,3 - 1,3 m

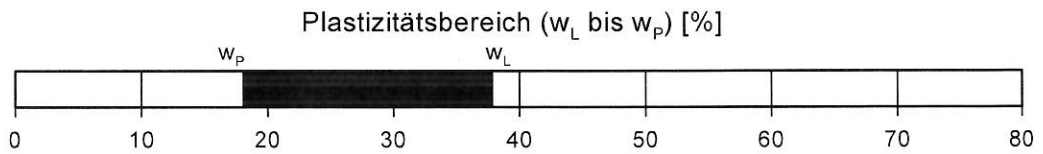
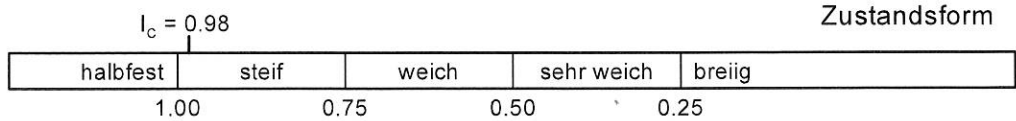
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton/Schluff, fein sandig

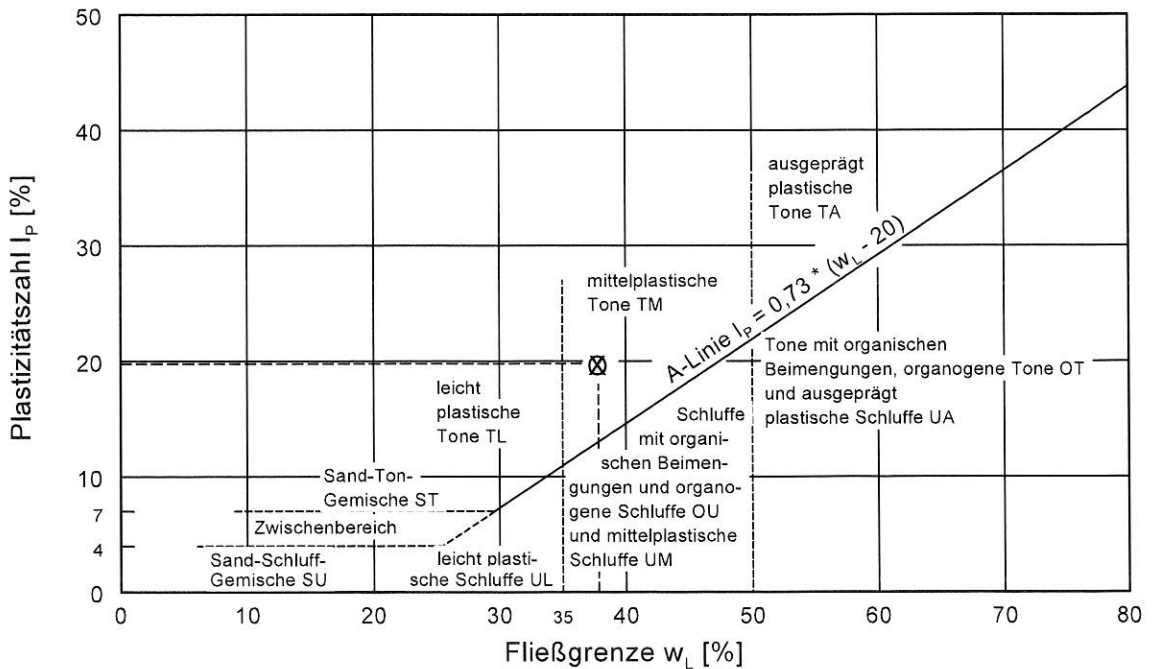
Probe entnommen am: 24.03.2021



Wassergehalt $w = 18.4\%$
 Fließgrenze $w_L = 37.8\%$
 Ausrollgrenze $w_p = 18.0\%$
 Plastizitätszahl $I_p = 19.8\%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.98$



Plastizitätsdiagramm



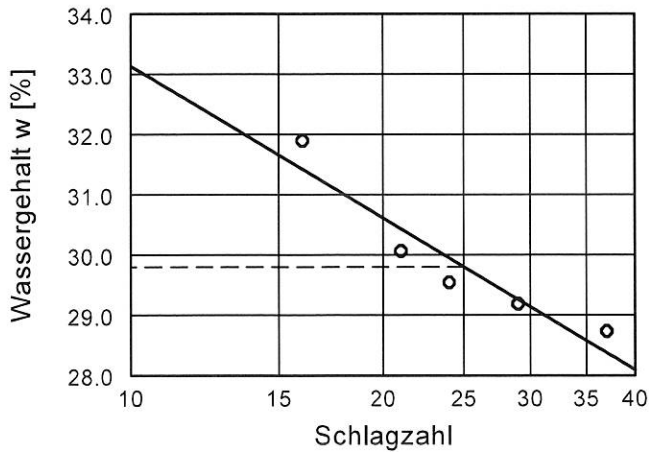
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Gewerbepark West Großbottwar

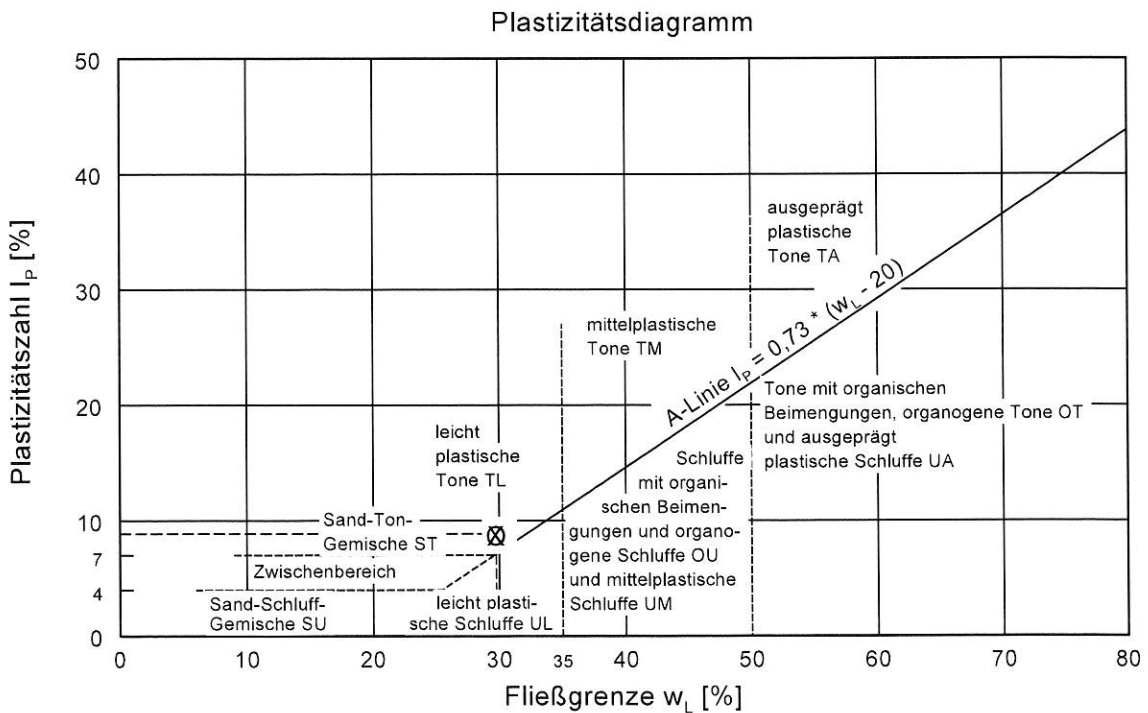
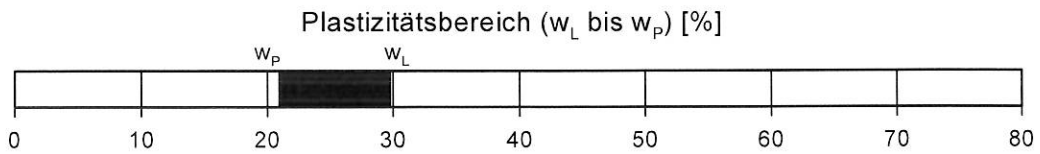
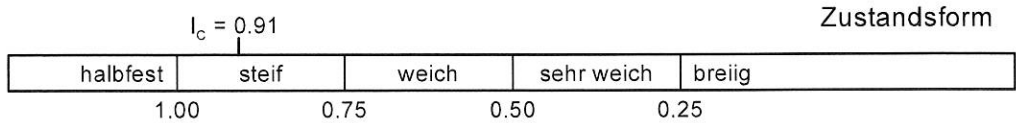
Bearbeiter: FH

Datum: 30.03.2021

Prüfungsnummer: RKS 8 0,4 - 2,0 m
 Entnahmestelle: RKS 8
 Tiefe: 0,4 - 2,0 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Ton/Schluff, fein sandig
 Probe entnommen am: 25.03.2021



Wassergehalt $w = 21.7 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 20.9 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 8.9 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.91$



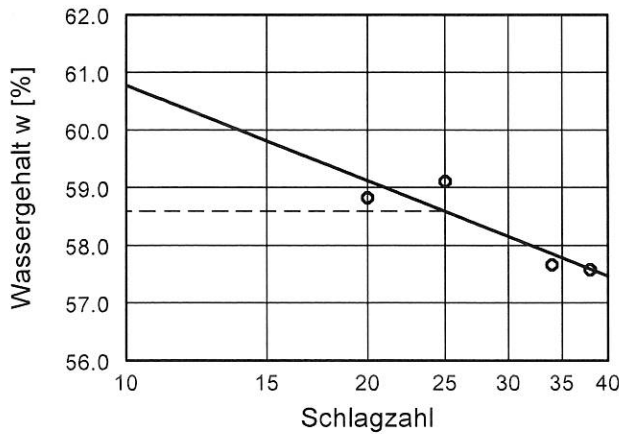
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Gewerbepark West Großbottwar

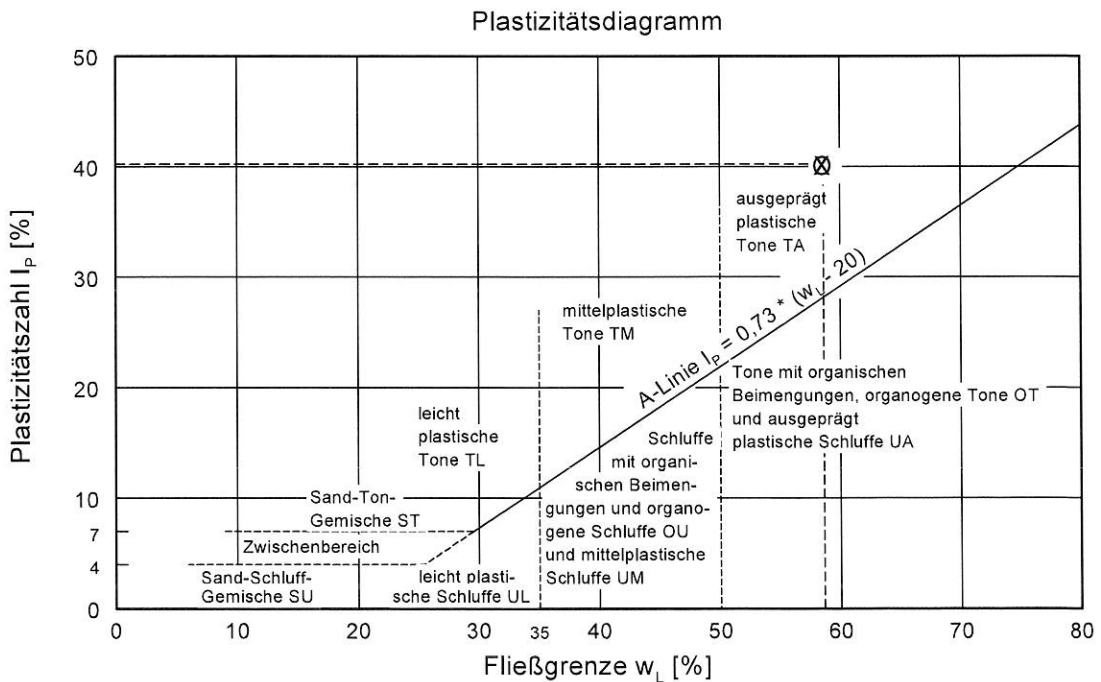
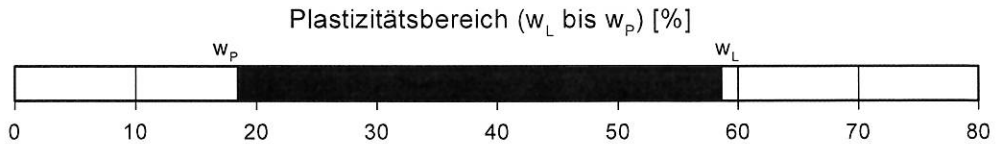
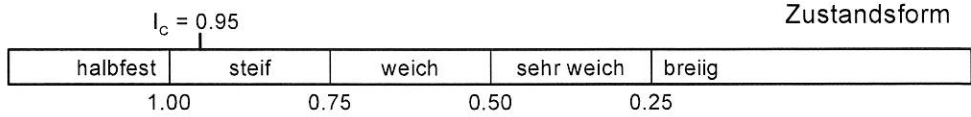
Bearbeiter: AF

Datum: 25.03.2021

Prüfungsnummer: RKS 13 4,5 - 6,5 m m
 Entnahmestelle: RKS 13
 Tiefe: 4,5 - 6,5 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Ton/Schluff, fein sandig
 Probe entnommen am: 25.03.2021



Wassergehalt $w = 20.3 \%$
 Fließgrenze $w_L = 58.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 18.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 40.2 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.95$



Proctorkurve nach DIN 18 127

Stadt Großbottwar
Gewerbepark West

Bearbeiter: F. Hamel

Datum: 19.04.2021

Prüfungsnummer: Proctorversuch 1
Entnahmestelle: Mischprobe
Tiefe: 0,3 - 1,0 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Lösslehm, steif - halbfest
Probe entnommen am: 25. - 31.03.2021



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.673 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 18.2 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.623 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 14.8 / 21.6 \%$

Proctorkurve nach DIN 18 127

Stadt Großbottwar
Gewerbepark West

Bearbeiter: F. Hamel

Datum: 21.04.2021

Prüfungsnummer: Proctorversuch 2

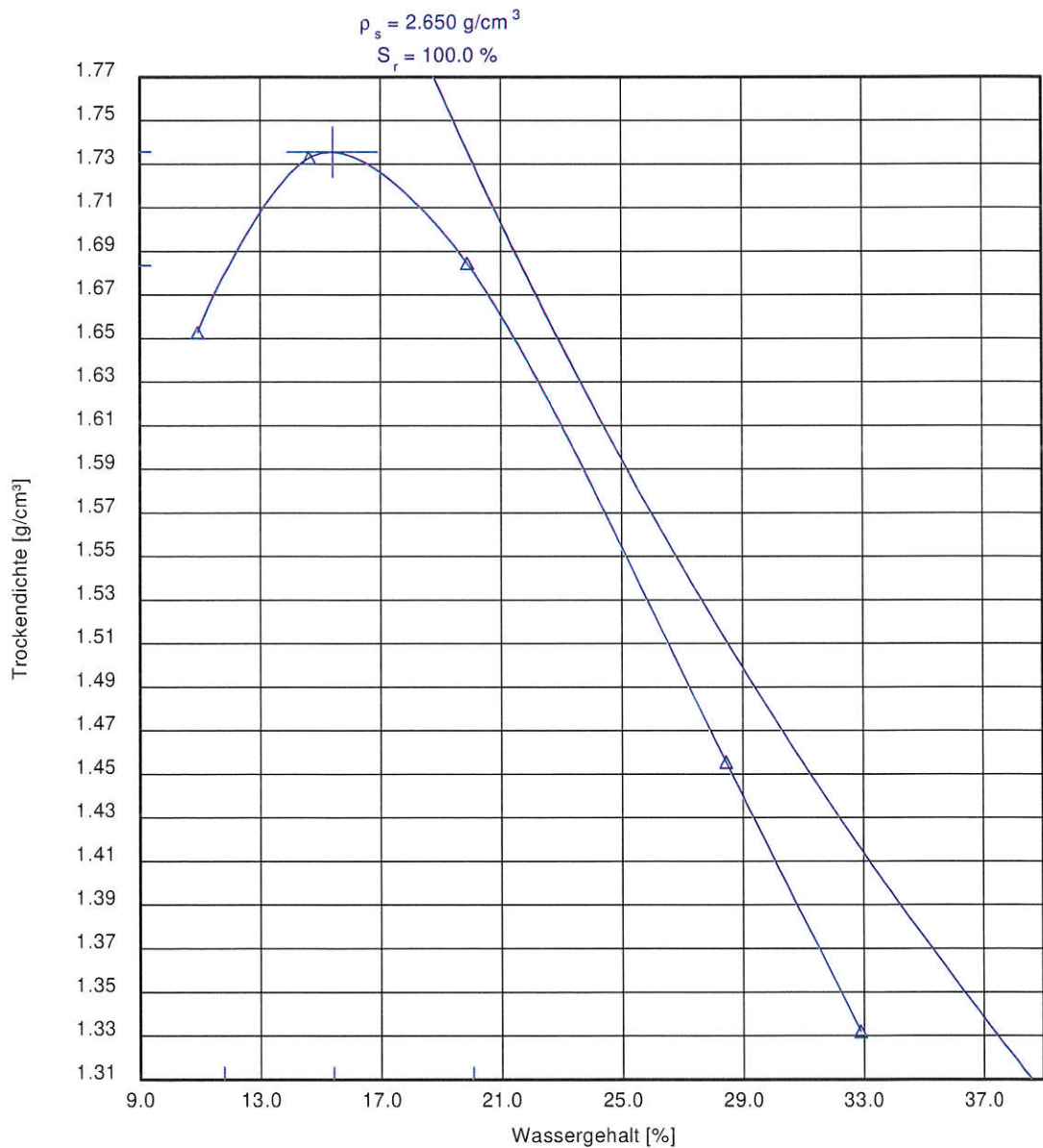
Entnahmestelle: Mischprobe

Tiefe: 1 - 4 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Löss / Schwemmlöss

Probe entnommen am: 25. - 31.03.2021



100 % der Proctordichte $\rho_{pr} = 1.735 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{pr} = 15.4 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.683 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 11.8 / 20.0 \%$

Eurofins Umwelt Südwest GmbH - Hasenpfühlenweide 16 - DE-67346 - Speyer

Institut für Baustoff-Qualitätssicherung GmbH
Rainwiesen 2
71686 Remseck am Neckar

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02115613
Prüfberichtsnummer: AR-21-JN-003317-01

Auftragsbezeichnung: GA1092-1; Gewerbepark - West, Großbottwar

Anzahl Proben: 2
Probenart: Boden
Probenehmer: Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 06.04.2021
Prüfzeitraum: 06.04.2021 - 12.04.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Sebastian Mempel
Niederlassungsleiter
Tel. +49 6232 8767721

Digital signiert, 12.04.2021
Sebastian Mempel
Prüfleitung

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 1,	MP 2,
				Probennummer	Einheit	Boden	Boden
				BG	Einheit	021062150	021062151
Probenvorbereitung Feststoffe							
Probenmenge inkl. Verpackung	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	2,0	2,1
Fremdstoffe (Art)	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	ja
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz							
Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	82,7	82,4
Anionen aus der Originalsubstanz							
Cyanide, gesamt	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]							
Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	14,5	11,5
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	21	17
Cadmium (Cd)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	50	35
Kupfer (Cu)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	25	17
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	48	32
Quecksilber (Hg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07
Thallium (Tl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	68	52
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz							
EOX	AN/f	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	180
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz							
Benzol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 1,	MP 2,
				Probennummer	Boden	Boden	
				BG	Einheit	021062150	021062151
LHKW aus der Originalsubstanz							
Dichlormethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoranthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 1,	MP 2,
				BG	Einheit	Boden	Boden
				Probennummer		021062150	021062151

PCB aus der Originalsubstanz

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	MP 1, Boden	MP 2, Boden
PCB 28	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	MP 1, Boden	MP 2, Boden
pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,5	8,7
Temperatur pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	20,3	20,9
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/f	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	118	86

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	MP 1, Boden	MP 2, Boden
Chlorid (Cl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	2,0	< 1,0
Cyanide, gesamt	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	MP 1, Boden	MP 2, Boden
Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	MP 1, Boden	MP 2, Boden
Phenolindex, wasserdampflich	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.