

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB

Albert-Einstein-Straße 15  
32278 Kirchlengern

Tel. 05223 79 22 215  
Fax 05223 79 22 214

E-Mail [info@joko-geoberatung.de](mailto:info@joko-geoberatung.de)  
Web [www.joko-geoberatung.de](http://www.joko-geoberatung.de)

## Geotechnischer Bericht

---

**Projekt:** **Baugrunderkundung zur Erschließung  
des Neubaugebietes 'Brunsheide' in  
33818 Leopoldshöhe**

**Auftraggeber:** **Gemeinde Leopoldshöhe  
Kirchweg 1  
33818 Leopoldshöhe**

**Auftrag vom:** **23.06.2021**

**Projektnummer:** **PR21104**

**Projektleiterin:** **Kornelia Scholonek, M. Sc.**

**Der Geotechnische Bericht umfasst 64 Seiten und 9 Anlagen.**

**Kirchlengern, 28.08.2021**

## Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	3
Anlagenverzeichnis .....	4
Planungsunterlagen .....	4
<b>1 Allgemeine Angaben.....</b>	<b>5</b>
1.1 Veranlassung .....	5
1.2 Baubeschreibung.....	5
1.3 Geotechnische Kategorie .....	6
<b>2 Durchgeführte Untersuchungen .....</b>	<b>6</b>
2.1 Geotechnische Felduntersuchungen .....	6
2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen.....	8
2.2.1 Bestimmung der Korngrößenverteilung .....	9
2.2.2 Bestimmung des Wassergehaltes .....	11
2.3 Chemische Laboruntersuchungen .....	12
2.3.1 Asphaltanalysen .....	13
2.3.2 Analysen an Böden, Baustoffen und Festgestein .....	14
<b>3 Beschreibung der Untergrundverhältnisse .....</b>	<b>19</b>
3.1 Geologischer Überblick / Geographische und topographische Verhältnisse .....	19
3.2 Ergebnisse der Baugrunduntersuchung .....	20
3.2.1 Boden- und Baugrundverhältnisse .....	20
3.2.2 Grundwasserverhältnisse .....	26
<b>4 Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke .....</b>	<b>29</b>
4.1 Bautechnische Eigenschaften der Böden und Baustoffe .....	29
4.2 Bautechnische Eignung als Baugrund für Gründungen .....	31
4.3 Bautechnische Eignung für den Kanal- und Verkehrsflächenbau .....	33
4.4 Boden- und felsmechanische Kennwerte.....	35
4.5 Homogenbereiche .....	36
<b>5 Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung .....</b>	<b>38</b>
5.1 Allgemeines.....	38
5.2 Wasserhaltung.....	40
5.3 Baugruben und Gräben .....	41
<b>6 Empfehlungen und Hinweise zum Kanalbau .....</b>	<b>43</b>
6.1 Allgemeines.....	43
6.2 Hinweise und Empfehlungen zum Einbau von Leitungen .....	44
<b>7 Empfehlungen und Hinweise zum Verkehrsflächenbau .....</b>	<b>46</b>
7.1 Allgemeines.....	46
7.2 Untersuchungsergebnisse - Vorhandener Oberbau.....	50
<b>8 Empfehlungen und Hinweise zum Bau von Versickerungsanlagen.....</b>	<b>51</b>
<b>9 Hinweise und Empfehlungen zum Bau des Regenrückhaltebeckens .....</b>	<b>52</b>
<b>10 Empfehlungen und Hinweise zur Wohnbebauung .....</b>	<b>53</b>
10.1 Allgemeines.....	53
10.2 Erdstatische Berechnungen / Gründungsempfehlung.....	54

10.2.1	Allgemeines.....	54
10.2.2	Gründung nicht unterkellertes Gebäude.....	55
10.2.3	Gründung unterkellertes Gebäude .....	56
10.3	Abdichtung von Bauwerken .....	57
10.4	Dränschicht und Arbeitsraumverfüllung .....	59
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussbemerkungen .....</b>	<b>60</b>
	Literaturverzeichnis .....	62

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Mittelschwere Rammsondierungen (DPM) und Kleinrammbohrungen (KRB)	7
Tab. 2:	Umfang der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	8
Tab. 3:	Ergebnisse der Korngrößenverteilungen	9
Tab. 4:	Durchlässigkeitsbeiwerte der Böden	10
Tab. 5:	Bewertung der Durchlässigkeit	10
Tab. 6:	Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen	11
Tab. 7:	Umfang der chemischen Laboruntersuchungen	12
Tab. 8:	Bewertung des Asphalttes nach RuVA-StB	13
Tab. 9:	Zusammenstellung der Laborproben - Böden	14
Tab. 10:	Bewertung der Böden, Baustoffe und des Festgesteins nach LAGA TR Boden	14
Tab. 11:	Bedingungen für eine Verwertung gemäß LAGA-Einbauklasse	16
Tab. 12:	Einstufung der Böden, Baustoffe und des Festgesteins nach DepV	17
Tab. 13:	Zusammenfassung der Laborergebnisse - LAGA TR Boden und DepV	18
Tab. 14:	Baugrundsichtung	20
Tab. 15:	Grundwasserstände aus den Kleinrammbohrungen	26
Tab. 16:	Bemessungswasserstände im Bebauungsgebiet	27
Tab. 17:	Bautechnische Eigenschaften	29
Tab. 18:	Bautechnische Eignung des Untergrundes für Gründungen	31
Tab. 19:	Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeitsklassen	33
Tab. 20:	Boden- und felsmechanische Kennwerte - Böden und Festgestein	35
Tab. 21:	Bodenmechanische Kennwerte - Baustoffe	35
Tab. 22:	Homogenbereiche - Auffüllungen und Mutterboden	36
Tab. 23:	Homogenbereiche - umgelagerte und geogene Böden	37
Tab. 24:	Homogenbereich - Fels	37
Tab. 25:	Erforderliche Mehr- oder Minderdicken des frostsicheren Oberbaus	47
Tab. 26:	Dicke des erforderlichen frostsicheren Oberbaus	47
Tab. 27:	Mindest-Schichtdicken bei Asphaltbauweise in cm	48
Tab. 28:	Verdichtungsnachweise für Tragschicht und Frostschutzschicht	49
Tab. 29:	Dicke des vorhandenen Oberbaus	50
Tab. 30:	Soll-Ist-Vergleich in Abhängigkeit der Frostempfindlichkeitsklasse	50
Tab. 31:	Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen - Bodenplatte EG	55
Tab. 32:	Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen - Streifenfundamente	55
Tab. 33:	Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen - Bodenplatte KG	56
Tab. 34:	Empfehlungen zur Bauwerksabdichtung	58

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan mit Bohrpunkten
Anlage 2	Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689
Anlage 3	Zeichnerische Darstellung der Kleinrammbohrungen als Bodenprofile nach DIN 4023 und der Rammsondierungen als Stufendiagramme nach DIN EN ISO 22476-2
Anlage 4	Fotodokumentation
Anlage 5	Bodenmechanische Laboranalysen nach DIN EN ISO 17892-1 und 17892-4
Anlage 6	Probenahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA PN 98
Anlage 7	Prüfbericht der Eurofins Umwelt Nord GmbH
Anlage 8	Tabellarische Auswertung der chemischen Laboranalysen
Anlage 9	Erdstatische Berechnungen nach DIN EN 1997-2 bzw. EC 7, DIN 4017 und DIN 4019

## Planungsunterlagen

- [1] Luftbild mit Kennzeichnung der Bohrpunkte, Maßstab 1:2.257, Stand 24.06.21, GEOportal.NRW
- [2] Lageplan, ohne Maßstab, ohne Datum

## **1 Allgemeine Angaben**

### **1.1 Veranlassung**

Die Gemeinde Leopoldshöhe beabsichtigt das Neubaugebiet 'Brunsheide' in 33818 Leopoldshöhe zu erschließen.

Die kanal- und straßenbautechnische Erschließung liegt im Zuständigkeitsbereich des Abwasserwerkes der Gemeinde Leopoldshöhe. Für die Erschließung hinsichtlich Wohnbebauung ist die Leopoldshöher Immobilien- und Liegenschaftsverwaltung (LIL) zuständig.

Die Planung des Vorhabens obliegt der Ingenieurbüro Kindsgrab GmbH aus Leopoldshöhe.

Im Zuge der Planung wurde die JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB am 23.06.2021 beauftragt, die Boden- und Grundwasser-Verhältnisse im geplanten Erschließungsgebiet zu prüfen und hinsichtlich Baugrundeignung zu bewerten. Darüber hinaus wurde die abfalltechnische Untersuchung hinsichtlich der Verwertung bzw. Entsorgung der auszuhebenden Böden beauftragt.

Grundlage des Auftrages sind das Angebot AN20211186 vom 21.06.2021 mit dem darin aufgeführten Leistungsumfang sowie die vom o. g. Planungsbüro mit E-Mail vom 02.07.2021 zusätzlich beauftragten Leistungen im Hinblick auf den Bau von Wohngebäuden. Die Ergebnisse aus den Feld- und Laboruntersuchungen sowie die Beurteilung der bautechnischen Eignung des Untergrundes für die geplanten Vorhaben sind im vorliegenden Geotechnischen Bericht dargestellt.

Für die Bearbeitung wurden ein Luftbild mit Kennzeichnung der Bohrpunkte <sup>[1]</sup> und ein Lageplan <sup>[2]</sup> zur Verfügung gestellt.

### **1.2 Baubeschreibung**

Das Erschließungsgebiet 'Brunsheide' liegt im Ortsteil Schuckenbaum der Gemeinde Leopoldshöhe. Die etwa 7,8 ha große Fläche wird im nördlichen Bereich durch die Wohnbauten an der Straße Hellbusch, im östlichen Bereich durch die Herforder Straße, im Süden durch die Felix-Fechenbach-Straße und im Westen durch die Straße Auf der Helle umschlossen.

Nach dem übermittelten Lageplan sollen in der Gemarkung Schuckenbaum die Flurstücke 29, 377, 496, 577 (Wagentronsweg) und 611 in der Flur 3 und die Flurstücke 7, 8, 127, 128, 135 (Auf der Helle), 175, 810, 841 in der Flur 4 kanal- und straßenbautechnisch erschlossen werden.

Neben Wohn- und Gemeinschaftsbauten sowie Grün- und Naherholungsflächen soll im südlichen Bereich des Erschließungsgebietes ein Regenrückhaltebecken (RRB) errichtet werden.

### 1.3 Geotechnische Kategorie

Die Einstufung der Baumaßnahme in eine geotechnische Kategorie erfolgt auf Grundlage der DIN 1054, DIN 4020 und DIN EN 1997-1 in Abhängigkeit der Boden- und Grundwasserverhältnisse und des geplanten Bauwerkes. Maßgebend für die Einstufung ist das Merkmal, das der höchsten Geotechnischen Kategorie entspricht.

Für die **kanal- und straßenbautechnische Erschließung** sowie für den Bau von **Wohnhäusern** gilt in Bezug auf den Baugrund, das Grundwasser und die Bauwerke allgemein:

- durchschnittliche Baugrundverhältnisse (GK 2)
- Grundwasserzutritte bzw. die Wasserhaltung sind mit üblichen Maßnahmen beherrschbar (GK 2)
- übliche Hoch- und Ingenieurbauten auf Einzel- oder Streifenfundamenten oder Gründungsplatten, die nicht in die geotechnische Kategorie 1 fallen (GK 2)
- Leitungsgräben bis 5 m Tiefe (GK 2)

→ **GK 2** (mittlerer Schwierigkeitsgrad)

## 2 Durchgeführte Untersuchungen

### 2.1 Geotechnische Felduntersuchungen

Zur Erkundung der Boden- und Grundwasserverhältnisse wurden als direkte Bohrverfahren sechs Kleinrammbohrungen (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1 mit einem Bohrdurchmesser von 40 - 50 mm und als indirekte Bohrverfahren sechs mittelschwere Rammsondierungen (DPM) nach DIN EN ISO 22476-2 eingesetzt. Die Beprobung des Asphalttes aus dem Wagentransweg im Anschlussbereich an das Neubaugebiet erfolgte mittels Bohrhammer und Hohlbohrkrone.

Die Felduntersuchungen wurden am 06.07., 07.07. und 08.07.2021 ausgeführt. Die Festlegung der Bohrpunkte erfolgte durch die Ingenieurbüro Kindsgrab GmbH, wobei auf die Einhaltung der für Linienbauwerke geltenden Abstände und Aufschlusstiefen gemäß DIN EN 1997-2 geachtet wurde. Die für Hoch- und Ingenieurbauten geltenden Abstände und Aufschlusstiefen werden weitestgehend eingehalten.

Aufgrund von Bestandsleitungen musste die Bohrung DPM 6 | KRB 6 an der Felix-Fechenbach-Straße in nördliche Richtung versetzt werden. Die Lage der Bohrpunkte ist dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen.

Zum höhenmäßigen Einmessen der Bohrpunkte wurde als Bezugsniveau der Schachtdeckel R 8.070 des Regenwasserkanals im Geh- und Radweg an der Herforder Straße mit einer Deckelhöhe von 121,06 m ü. NN verwendet.

Die Deckelhöhe wurde dem Kanalbestandsplan der Gemeinde Leopoldshöhe entnommen. Abweichungen sind ggf. vor Baubeginn zu prüfen. Die Lage des Bezugspunktes ist im Lageplan in Anlage 1 verzeichnet.

Die Lage, Ansatzhöhe und Aufschlusstiefe der mittelschweren Rammsondierungen und der Kleinrammbohrungen sind folgender Tabelle zu entnehmen:

**Tab. 1: Mittelschwere Rammsondierungen (DPM) und Kleinrammbohrungen (KRB)**

DPM   KRB	Lage der Bohrung	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Endteufe	
			[m u. GOK]	[m ü. NN]
DPM 1   KRB 1	nordwestlicher Bereich im Weg Auf der Helle	121,57	6,40   3,20	115,17   118,37
DPM 2   KRB 2	nordöstlicher Bereich / Ein- mündung Wagentronsweg	120,82	4,00   3,80	116,82   117,02
DPM 3   KRB 3	etwa mittig im Erschließungsgebiet	118,90	5,00   4,80	113,90   114,10
DPM 4   KRB 4	südwestlicher Bereich am geplanten RRB	116,23	3,70   3,70	112,53   112,53
DPM 5   KRB 5	südlicher Bereich im Erschließungsgebiet	114,00	3,50   3,50	110,50   110,50
DPM 6   KRB 6	südöstlicher Bereich im Wagentronsweg	117,90	4,00   4,00	113,90   113,90

Der Untergrund wurde in den Rammsondierungen in insgesamt 26,6 lfd. Metern und in den Kleinrammbohrungen in 23,0 lfd. Metern aufgeschlossen.

Aufgrund mangelnden Bohrfortschritts im Felsersatz bzw. Festgestein konnten die geplanten Endteufen der Bohrungen DPM 1 | KRB 1, DPM 3 | KRB 3 und DPM 4 | KRB 4 von 9,0 m unter OK Gelände und der Bohrung DPM 5 | KRB 5 von 4,0 m unter OK Gelände nicht realisiert werden. Da in den Rammsondierungen der Höchstwert von 50 Schlägen für DPM<sub>10</sub> um das doppelte überschritten wurde und das Festgestein i. A. als setzungsbegrenzend gilt, sind die erreichten Aufschlusstiefen gemäß DIN EN ISO 22476-2 dennoch ausreichend. Die Bohrung DPM 2 | KRB 2 wurde aufgrund eines Bohrhindernisses (Findling) in den Schmelzwassersanden bei 4,0 bzw. 3,8 m u. OK Gelände eingestellt.

Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind in Anlage 2 in Schichtenverzeichnissen nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689 aufgezeichnet.

In Anlage 3 sind die Kleinrammbohrungen als Bodenprofile nach DIN 4023 und die Rammsondierungen als Stufendiagramme nach DIN EN ISO 22476-2 dargestellt. Eine Fotodokumentation der Bohrpunkte und des Bohrguts in den Kleinrammbohrungen ist in Anlage 4 enthalten.

Aus den Kleinrammbohrungen wurden schichtspezifisch Bodenproben der Güteklassen 3 - 5 nach DIN EN 1997-2 und DIN EN ISO 22475-1 entnommen, die im geotechnischen Labor hinsichtlich bodenmechanischer Eigenschaften und im chemischen Labor im Hinblick auf die Verwertungs- bzw. Entsorgungsmöglichkeiten näher untersucht wurden (s. Kap. 2.2 und 2.3). Die Rückstellfrist für die Proben beträgt 3 Monate nach Gutachtenerstellung.

## 2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Für die Klassifizierung und Einstufung der Böden nach DIN 18196 und zur Ermittlung von Bodenkenngrößen nach DIN 1055-2 wurden an den entnommenen Bodenproben nach Erfordernis bodenmechanische Laboruntersuchungen ausgeführt, die wie folgt zusammenzufassen sind:

**Tab. 2: Umfang der bodenmechanischen Laboruntersuchungen**

<b>Probennummer (Tiefe m u. GOK)</b>	<b>Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4</b>	<b>Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1</b>
KRB 1-3 (0,60 - 1,20)	x	(x)
KRB 2-5 (0,95 - 1,55)		x
KRB 2-7 (1,80 - 2,60)	x	(x)
KRB 2-8 (2,60 - 3,80)	x	x
KRB 3-4 (0,70 - 1,20)	x	(x)
KRB 3-5 (1,20 - 2,30)		x
KRB 3-6 (2,30 - 3,20)	x	x
KRB 4-5 (0,45 - 1,20)		x
KRB 4-7 (1,60 - 1,90)	x	(x)
KRB 5-3 (1,00 - 1,50)	x	(x)
KRB 6-7 (1,00 - 1,75)	x	(x)
KRB 6-8 (1,75 - 2,10)		x

(x) Wassergehalte aus kombinierter Sieb- / Schlämmanalyse

Es wurden sechs kombinierte Sieb- / Schlämmanalysen und zwei Siebanalysen zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 und sechs Wassergehaltsbestimmungen nach DIN EN 17892-1 ausgeführt.

### 2.2.1 Bestimmung der Korngrößenverteilung

Anhand der Korngrößenverteilung können Aussagen über die Zusammensetzung des Bodens und damit zur bautechnischen Eignung sowie zur Durchlässigkeit eines Bodens getroffen werden.

Die Ergebnisse der kombinierten Sieb-/Schlämmanalysen und der Siebanalysen zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 und die aus den Kornverteilungen ableitbaren Bodengruppen nach DIN 18196 sind in Anlage 5 enthalten und wie folgt zusammenzufassen:

**Tab. 3: Ergebnisse der Korngrößenverteilungen**

Probennummer (Tiefe m u. GOK)	Korngrößenanteil [%]				Bodenart		Bodengruppen
	T	U	S	G	DIN 4022-1	DIN 14688-1	DIN 18196
KRB 1-3 (0,60 - 1,20)	7,1	71,2	21,6	0,2	U, fs, t'	cl'msifsaCSi	UL
KRB 2-7 (1,80 - 2,60)	10,6	19,1	62,8	7,6	S, u, t', mg'	msi'csi'cl'Sa	SU*
KRB 2-8 (2,60 - 3,80)	-	5,2	89,6	5,3	mS, $\bar{f}s$ , u', g', gs'	csi'csa' fsa*MSa	SU
KRB 3-4 (0,70 - 1,20)	7,1	72,7	20,2	0,1	U, fs, t'	cl'msifsaCSi	UL
KRB 3-6 (2,30 - 3,20)	-	7,7	91,9	0,4	mS, $\bar{f}s$ , u', gs'	csa'csi'fsa*MSa	SU
KRB 4-7 (1,60 - 1,90)	19,4	25,8	52,6	2,2	S, t, u	fsi'csi'msi'cl'Sa	TL - ST*
KRB 5-3 (1,00 - 1,50)	5,3	70,1	24,5	-	U, fs, t'	cl'msifsaCSi	UL
KRB 6-7 (1,00 - 1,75)	14,3	65,1	15,9	4,7	U, t', fs'	fsa'cl'Si	TL - UL

Aus den Korngrößenverteilungen können nach DIN 18196 näherungsweise feinkörnige Böden der Bodengruppen UL und TL - UL sowie fein- bis gemischtkörnige Böden der Bodengruppen TL - ST\* abgeleitet werden. Weiterhin sind gemischtkörnige Böden der Bodengruppen SU\* und SU festzustellen.

Böden der Bodengruppen TL - UL, UL, TL - ST\* und SU\* gehören nach DIN 1054 zu den bindigen bzw. kohäsiven Böden. Böden der Bodengruppe SU gehören zu den nicht bindigen bzw. rolligen Böden.

Aus den Kornverteilungen sind weiterhin folgende Durchlässigkeitsbeiwerte  $[k_r]$  abzuleiten:

**Tab. 4: Durchlässigkeitsbeiwerte der Böden**

Probennummer (Tiefe m u. GOK)	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s] nach:					
	Hazen	Beyer	USBR	Seelheim	Seiler	Zieschang
KRB 1-3 (0,60 - 1,20)	- 1)	- 1)	$1,53 \times 10^{-7}$	- 1)	$3,50 \times 10^{-7}$	- 1)
KRB 2-7 (1,80 - 2,60)	- 1)	- 1)	$3,49 \times 10^{-7}$	- 1)	- 1)	- 1)
KRB 2-8 (2,60 - 3,80)	- 1)	$5,88 \times 10^{-5}$	- 1)	$2,31 \times 10^{-4}$	- 1)	- 1)
KRB 3-4 (0,70 - 1,20)	- 1)	- 1)	$1,87 \times 10^{-7}$	- 1)	$7,11 \times 10^{-7}$	- 1)
KRB 3-6 (2,30 - 3,20)	- 1)	$4,35 \times 10^{-5}$	- 1)	$1,80 \times 10^{-4}$	- 1)	- 1)
KRB 4-7 (1,60 - 1,90)	- 1)	- 1)	- 1)	- 1)	- 1)	- 1)
KRB 5-3 (1,00 - 1,50)	- 1)	- 1)	$2,50 \times 10^{-7}$	- 1)	- 1)	- 1)
KRB 6-7 (1,00 - 1,75)	- 1)	- 1)	- 1)	- 1)	$8,09 \times 10^{-9}$	- 1)

<sup>1)</sup> - keine Angabe möglich, da das Korngrößenspektrum außerhalb der Gültigkeitsgrenze liegt

Die Durchlässigkeit von Böden ist in der DIN 18130-1 wie folgt angegeben:

$> 1 \times 10^{-4}$ m/s	$\cong$	stark durchlässig
$> 1 \times 10^{-6}$ bis $1 \times 10^{-4}$ m/s	$\cong$	durchlässig
$> 1 \times 10^{-8}$ bis $1 \times 10^{-6}$ m/s	$\cong$	schwach durchlässig
$\leq 1 \times 10^{-8}$ m/s	$\cong$	sehr schwach durchlässig

Die Durchlässigkeit der Böden ist nach DIN 18130-1 somit wie folgt zu bewerten:

**Tab. 5: Bewertung der Durchlässigkeit**

Probennummer (Tiefe m u. GOK)	Bodengruppen DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]	Bewertung DIN 18130-1
KRB 1-3 (0,60 - 1,20)	UL	$> 1 \times 10^{-8}$ bis $1 \times 10^{-6}$	schwach durchlässig
KRB 2-7 (1,80 - 2,60)	SU*	$> 1 \times 10^{-8}$ bis $1 \times 10^{-6}$	schwach durchlässig
KRB 2-8 (2,60 - 3,80)	SU	$> 1 \times 10^{-6}$	durchlässig bis stark durchlässig
KRB 3-4 (0,70 - 1,20)	UL	$> 1 \times 10^{-8}$ bis $1 \times 10^{-6}$	schwach durchlässig
KRB 3-6 (2,30 - 3,20)	SU	$> 1 \times 10^{-6}$	durchlässig bis stark durchlässig
KRB 4-7 (1,60 - 1,90)	TL - ST*	$\leq 1 \times 10^{-8}$ <sup>1)</sup>	sehr schwach durchlässig
KRB 5-3 (1,00 - 1,50)	UL	$> 1 \times 10^{-8}$ bis $1 \times 10^{-6}$	schwach durchlässig
KRB 6-7 (1,00 - 1,75)	TL - UL	$\leq 1 \times 10^{-8}$	sehr schwach durchlässig

<sup>1)</sup> Erfahrungswerte

Die feinkörnigen Böden der Bodengruppen TL - UL sind nach DIN 18130-1 sehr schwach durchlässig. Die fein- bis gemischtkörnigen Böden der Bodengruppen TL - ST\* sind nach Erfahrungswerten ebenfalls sehr schwach durchlässig.

Die feinkörnigen Böden der Bodengruppe UL und die gemischtkörnigen, bindigen Böden der Bodengruppe SU\* sind schwach durchlässig und die gemischtkörnigen, nicht bindigen Böden sind durchlässig bis stark durchlässig.

### 2.2.2 Bestimmung des Wassergehaltes

Der Wassergehalt ist hinsichtlich der Beurteilung der Verdichtbarkeit, sowie insbesondere bei bindigen Böden hinsichtlich der Beurteilung der Standfestigkeit und Tragfähigkeit von Bedeutung.

Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen nach DIN EN ISO 17892-1 sind in Anlage 5 dargestellt und auf Grundlage von Erfahrungswerten und verschiedenen Literaturhinweisen (z. B. Prinz, Strauß: Ingenieurgeologie; Türke: Statik im Erdbau; Floss: Handbuch ZTV E-StB) wie folgt zu bewerten:

**Tab. 6: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen**

Probennummer (Tiefe m u. GOK)	Bodengruppen DIN 18196	Bodenart DIN4022-1	Wassergehalt [%]	Bewertung
KRB 2-5 (0,95 - 1,55)	UL	U, fs, t'	18,80	feucht bis stark feucht
KRB 2-8 (2,60 - 3,80)	SU	mS, $\bar{f}s$ , u', g', gs'	13,79	stark feucht bis nass
KRB 3-5 (1,20 - 2,30)	SU	mS, $\bar{f}s$ , u', gs'	13,58	stark feucht bis nass
KRB 3-6 (2,30 - 3,20)	SU	mS, $\bar{f}s$ , u', gs'	15,85	nass
KRB 4-5 (0,45 - 1,20)	UL	U, fs, t'	20,55	stark feucht
KRB 6-8 (1,75 - 2,10)	TL	U, t, s	16,44	schwach feucht
<b>Wassergehalte aus den kombinierten Sieb- / Schlämmanalysen</b>				
KRB 1-3 (0,60 - 1,20)	UL	U, fs, t'	20,44	stark feucht
KRB 2-7 (1,80 - 2,60)	SU*	S, u, t', mg'	12,82	feucht
KRB 3-4 (0,70 - 1,20)	UL	U, fs, t'	21,30	stark feucht
KRB 4-7 (1,60 - 1,90)	TL - ST*	S, t, u	17,99	feucht
KRB 5-3 (1,00 - 1,50)	UL	U, fs, t'	20,72	stark feucht
KRB 6-7 (1,00 - 1,75)	TL - UL	U, t', fs'	18,34	schwach feucht bis feucht

Die Wassergehalte kennzeichnen die bindigen Böden (Bodengruppen TL, TL - UL, UL, TL - ST\*, SU\*) als schwach feucht bis stark feucht. Die nicht bindigen Böden (Bodengruppe SU) sind stark feucht bis nass.

Bindige, schwach feuchte bis feuchte Böden sind i. d. R. mindestens steifkonsistent. Bindige, stark feuchte Böden weisen gewöhnlich eine weiche bis steife Konsistenz auf.

### 2.3 Chemische Laboruntersuchungen

Für die abfalltechnische Klassifizierung des Asphaltes sowie der Böden, Baustoffe und des Festgesteins wurden chemische Laboruntersuchungen an ausgewählten Proben aus den Kleinrammbohrungen veranlasst.

Die chemischen Untersuchungen wurden vom Labor Eurofins Umwelt West GmbH (Wes-seling) ausgeführt. Der Analysenumfang ist folgender Tabelle zu entnehmen.

**Tab. 7: Umfang der chemischen Laboruntersuchungen**

<b>Laborprobe (Tiefe m u. GOK)</b>	<b>Material</b>	<b>RuVA-StB 01/05</b>	<b>LAGA TR Boden</b>	<b>DepV (DK 0)</b>
AP KRB 2 (0,00 - 0,16)	Asphalt	x		
MP 1 (0,00 - 0,60)	Mineralgemisch, Sande und Kies-Sande		x	x
MP 2 (0,00 - 0,95)	umgelagerte Lehmböden		x	x
MP 3 (0,55 - 2,60)	geogene Lehmböden		x	x
MP 4 (1,20 - 3,80)	geogene Sandböden		x	x
MP 5 (1,20 - 4,80)	vollständig verwitterter bis angewitterter Tonstein		x	x

Hinsichtlich der Verwertung bzw. Entsorgung wurde der beprobte Asphalt aus dem Wagentransweg nach RuVA-StB (PAK und Phenolindex) analysiert. Die aufgeschlossenen Böden und Baustoffe sowie das Festgestein wurden in fünf Mischproben nach LAGA TR Boden Tab. II. 1.2-4 (Feststoff) und Tab. II. 1.2-5 (Eluat) sowie nach DepV DK 0 (ohne SNK & Antimon Perkolat) untersucht.

Das Probenahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA PN 98 und der Prüfbericht von der Eurofins Umwelt Nord GmbH sind in den Anlagen 6 und 7 enthalten.

### 2.3.1 Asphaltanalysen

Im Wagentransweg wurde am Bohrpunkt KRB 2 der Asphalt aufgebohrt. Das gewonnene Asphalt-Bohrklein wurde im Hinblick auf die Verwertung bzw. Entsorgung nach RuVA-StB (PAK und Phenolindex) analysiert.

Die Ergebnisse der Laboranalysen mit Bewertung nach RuVA-StB 01/05 (FGSV 795) sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

**Tab. 8: Bewertung des Asphaltes nach RuVA-StB**

Laborprobe (Tiefe m u. GOK)	PAK [mg/kg]	Benzo(a)pyren [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Bewertung nach RuVA-StB
AP KRB 2 (0,00 - 0,16)	9,6	< 0,5	< 0,01	Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A

Der am Bohrpunkt KRB 2 in einer Mächtigkeit von 16 cm vorhandene Asphalt kann mit einem PAK-Gehalt  $\leq 25$  mg/kg und einem Phenol-Index  $\leq 0,1$  mg/l in die Verwertungsklasse A eingestuft und als Ausbauasphalt im Heißmischverfahren oder in Ausnahmefällen im Kaltmischverfahren mit und ohne Bindemittel verwertet werden.

Gemäß Abfallverzeichnis-Verordnung kann Asphalt mit PAK-Gehalten  $< 1.000$  mg/kg und einem Benzo(a)pyren-Gehalt  $< 50$  mg/kg der Abfallschlüsselnummer 17 03 02 (Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen) zugeordnet werden.

Ausbauasphalt mit der Abfallschlüsselnummer 17 03 02 sollte nach Möglichkeit zur Herstellung von neuem Asphaltmischgut verwendet werden.

Alternativ kann Ausbauasphalt in Recyclingbaustoffen im Rahmen der Güteüberwachung verwendet werden (vgl. Arbeitsblatt 47, LANUV). Für die genannten Verwendungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten sind die Vorgaben der TL Gestein-StB (FGSV 613), der TL AG-StB (FGSV 749) sowie der TL BuB E-StB (FGSV 597) zu beachten.

Unabhängig vom Verwertungsverfahren sind für die Lagerung von Ausbauasphalt die Regelungen des M WA (FGSV 754) einzuhalten.

Nach der Deponieverordnung (DepV) ist Asphalt mit einem PAK-Gehalt von  $\leq 30$  mg/kg in die Deponieklasse DK 0 einzustufen. Für den Asphalt ist somit eine Entsorgung unter der Abfallschlüsselnummer 17 03 02 auf einer Deponie der Deponieklasse DK 0 oder höher möglich.

### 2.3.2 Analysen an Böden, Baustoffen und Festgestein

Hinsichtlich der Verwertung bzw. Entsorgung der Böden und Baustoffe sowie des Festgesteins wurden ausgewählte Proben aus den Kleinrammbohrungen zu Mischproben zusammengeführt.

Die für die Analysen gebildeten Laborproben sind in folgender Tabelle aufgeführt:

**Tab. 9: Zusammenstellung der Laborproben - Böden**

Laborprobe (Tiefe m. u. GOK)	Material	KRB-Probe	Analyse nach
MP 1 (0,00 - 0,60)	Mineralgemisch, Sande und Kies-Sande	1-1 + 2-2 + 2-3 + 3-2 + 4-2 + 4-3 + 4-4 + 6-2	LAGA TR Boden und DepV
MP 2 (0,00 - 0,95)	umgelagerte Lehmböden	1-2 + 2-4 + 3-3 + 5-1 + 6-3 + 6-4	
MP 3 (0,55 - 2,60)	geogene Lehmböden	1-3 + 2-5 + 3-4 + 4-5 + 5-2 + 6-5 + 6-6	
MP 4 (1,20 - 3,80)	geogene Sandböden	2-6 + 2-8 + 3-5 + 3-6 + 4-7	
MP 5 (1,20 - 4,80)	vollständig verwitterter bis angewitterter Tonstein	1-4 bis 1-6 + 3-7 + 3-8 + 4-8 bis 4-10 + 5-4 + 5-5 + 6-7 bis 6-9	

Die Ergebnisse der Laboranalysen sind tabellarisch mit farblicher Einstufung in Anlage 8 dargestellt. Die Einstufung der Böden und Baustoffe sowie des Festgesteins in die LAGA-Einbauklassen und Deponieklassen ist zusätzlich in den Bodenprofilen in Anlage 3 dargestellt.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse mit der Einstufung nach LAGA TR Boden ist in folgender Tabelle aufgeführt:

**Tab. 10: Bewertung der Böden, Baustoffe und des Festgesteins nach LAGA TR Boden**

Laborprobe (Boden / Baustoff)	LAGA TR Boden	
	erhöhte Parameter	Einstufung
<b>MP 1</b> (Mineralgemisch, Sande und Kies-Sande)	Nickel (26 mg/kg, Z 1.1) Quecksilber (0,25 mg/kg, Z 1.1) TOC (1,0 Masse-%, Z 1.1) PAK (7,90 mg/kg, Z 2) Benzo(a)pyren (0,81 mg/kg, Z 1.1) pH-Wert (10,5, Z 1.2)	<b>Z 2</b>
<b>MP 2</b> (umgelagerte Lehmböden)	TOC (2,0 Masse-%, Z 2)	<b>Z 2</b>
<b>MP 3</b> (geogene Lehmböden)	-	<b>Z 0</b>
<b>MP 4</b> (geogene Sandböden)	-	<b>Z 0</b>
<b>MP 5</b> (vollständig verwitterter bis angewitterter Tonstein)	TOC (1,5 Masse-%, Z 1.1) MKW <sub>C10-C22</sub> (130 mg/kg, Z 1.1) MKW <sub>C10-C40</sub> (240 mg/kg, Z 1.1) Sulfat (34 mg/l, Z 1.2)	<b>Z 1.2</b>

Die im Erschließungsgebiet aufgeschlossenen Auffüllungen aus Mineralgemisch, nicht bindigen und schwach bindigen Sanden und Kies-Sanden (MP 1) weisen erhöhte Nickel-, Quecksilber-, TOC-, PAK- und Benzo(a)pyren-Gehalte auf. Weiterhin wurde ein pH-Wert

im basischen Bereich gemessen. Aufgrund der PAK-Gehalte sind entsprechende Böden bzw. Baustoffe in die LAGA-Einbauklasse Z 2 einzustufen und damit nur für einen eingeschränkten Wiedereinbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen geeignet.

Da der PAK-Gehalt mit 7,90 mg/kg unter 9 mg/kg liegt, kann nach LAGA TR Boden, Tab. II. 1.2-4, die Fußnote 3 „*Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden*“ angewandt werden. Demnach kann ein Einbau der Auffüllungen in 'hydrogeologisch günstigen Gebieten' entsprechend der LAGA-Einbauklasse Z 1.2 zulässig sein.

Die umgelagerten Lehmböden (MP 2) sind durch einen erhöhten TOC-Gehalt gekennzeichnet, der auf natürliche organische Substanz bzw. Pflanzenreste zurückzuführen sein wird. Aufgrund der erhöhten Organik sind entsprechende Böden in die Einbauklasse Z 2 einzustufen und damit nur für einen eingeschränkten Wiedereinbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen geeignet. Da der TOC natürlichen Ursprungs sein wird und die übrigen Stoff-Parameter verwertungstechnisch unauffällig sind, kann mit behördlicher Genehmigung ggf. ein Wiedereinbau gemäß der Einbauklasse Z 0 zulässig sein.

Die geogen gebildeten Lehmböden (MP 3) und Sandböden (MP 4) sind verwertungstechnisch unauffällig und können daher in die Einbauklasse Z 0 eingestuft werden. Entsprechende Böden sind somit für einen offenen, uneingeschränkten Wiedereinbau geeignet.

Das vollständig zu Boden verwitterte Festgestein und der mäßig bis schwach zersetzte Tonstein des Rhät-Keuper (MP 5) weist erhöhte TOC- MKW- und Sulfat-Gehalte auf. Aufgrund des Sulfat-Gehaltes ist der verwitterte bis angewitterte Tonstein in die Einbauklasse Z 1.2 einzustufen und damit nur für einen eingeschränkten, offenen Wiedereinbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten geeignet.

Gemäß den Erläuterungen zur geologischen Karte Blatt 3818 Herford (Maßstab 1:25.000) kann der TOC (total organic carbon) auf die in den Tonsteinen des Rhäts natürlich enthaltene, kohlige Substanz zurückzuführen sein. Nach den Erläuterungen zur geologischen Karte Blatt 3918 Bad Salzuflen (Maßstab 1:25.000) handelt es sich bei dem im Blattgebiet vorkommenden Rhät-Tonstein um Schiefertone, der natürliches Kerogen enthalten kann. Dementsprechend können auch die erhöhten Gehalte an Mineralölkohlenwasserstoffen geogenen Ursprungs sein. Der erhöhte Sulfat-Gehalt wird auf natürliche Minerale im Tonstein (Pyrit und Markasit) bzw. Eisensulfide zurückzuführen und damit ebenfalls geogenen Ursprungs sein.

Zusammenfassend ist somit festzustellen, dass die erhöhten Stoffe im verwitterten bis mäßig zersetzten Festgestein voraussichtlich geogen bedingt sind und nicht aus einem anthropogenen Stoffeintrag stammen. Mit behördlicher Zustimmung kann somit ggf. ein Wiedereinbau gemäß der Einbauklasse Z 0 zulässig sein.

Die Bedingungen für eine Verwertung von Böden, Baustoffen und Festgestein nach LAGA M 20 sind für die Verwertungsklassen Z 0, Z 1 und Z 2 in folgender Tabelle aufgeführt.

**Tab. 11: Bedingungen für eine Verwertung gemäß LAGA-Einbauklasse**

<b>Einbauklasse Z 0 zur Herstellung einer natürlichen Bodenfunktion</b>	
<b>Einbauart:</b>	uneingeschränkt
<b>Bauweise:</b>	wasserdurchlässige Bauweise
<b>Einbaugesbiet:</b>	keine Einschränkungen
<b>Abstand zum Grundwasser:</b>	nicht relevant
<b>Beispiele für die Verwertung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfüllung von Abgrabungen</li> <li>- Abfallverwertung im Landschaftsbau außerhalb von Bauwerken</li> </ul>
<b>Einbauklasse Z 1 zur Herstellung einer technischen Funktion</b>	
<b>Einbauart:</b>	eingeschränkt offen
<b>Bauweise:</b>	wasserdurchlässige Bauweise
<b>Einbaugesbiet:</b>	nur außerhalb festgesetzter und geplanter Trinkwasserschutzgebiete (Zone I bis III A) sowie festgesetzter und geplanter Heilquellenschutzgebiete (Zone I bis III) <u>Anmerkung:</u> nach Nr. I.4.3.3.1 des überarbeiteten Allgemeinen Teils sollte bei Verwertungsmaßnahmen ein Einbau von Z 1.2-Material in den Zonen III A und III möglich sein
<b>Abstand zum Grundwasser:</b>	$\geq 1$ m für Einbauklasse Z 1.1 $\geq 2$ m für Einbauklasse Z 1.2
<b>Beispiele für die Verwertung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ober- und Unterbau in Straßen, Wegen, Verkehrsflächen</li> <li>- Ober- und Unterbau in Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen</li> <li>- Unterbau von Gebäuden</li> <li>- unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht von Erdbaumaßnahmen (Lärm- und Sichtschutzwälle), die begleitend zu den im 1. und 2. Spiegelstrich genannten technischen Bauwerken errichtet werden</li> <li>- als Unterbau von Sportanlagen</li> </ul>
<b>Einbauklasse Z 2 zur Herstellung einer technischen Funktion</b>	
<b>Einbauart:</b>	eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
<b>Bauweise:</b>	nicht oder nur geringwasserdurchlässige Bauweise
<b>Einbaugesbiet:</b>	nur außerhalb festgesetzter und geplanter Trinkwasserschutzgebiete (Zone I bis III B) sowie festgesetzter und geplanter Heilquellenschutzgebiete (Zone I bis IV) <u>Ausnahme:</u> Einbau in den Zonen III A und III B sowie den Zonen III und IV möglich, wenn es sich um wasserundurchlässige Bauweisen des Straßenbaus handelt
<b>Abstand zum Grundwasser:</b>	$\geq 1$ m
<b>Beispiele für die Verwertung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster mit abgedichteten Fugen)</li> <li>- Gebundene Tragschicht unter wenig durchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten)</li> <li>- Gebundene Deckschicht</li> </ul>

Sollte der Bodenaushub nicht entsprechend den Beispielen in der o. g. Tabelle verwertet werden können, ist für die Aushubböden eine Entsorgung auf einer Bodenkippe oder Deponie in Betracht zu ziehen.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse mit den erhöhten Parametern und der Einstufung nach DepV und den Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Schadstoffen des MKULNV-NRW ist der folgenden Tabelle zu entnehmen:

**Tab. 12: Einstufung der Böden, Baustoffe und des Festgesteins nach DepV**

Laborprobe (Boden / Baustoff)	DepV	
	erhöhte Parameter	Einstufung
<b>MP 1</b> (Mineralgemisch, Sande und Kies-Sande)	lipophile Stoffe (0,26 Masse-%, DK I)	<b>DK I</b>
<b>MP 2</b> (umgelagerte Lehmböden)	TOC (2,0 Masse-%, DK II) Glühverlust (4,2 Masse-%, DK II)	<b>DK II</b>
<b>MP 3</b> (geogene Lehmböden)	-	<b>DK 0</b>
<b>MP 4</b> (geogene Sandböden)	-	<b>DK 0</b>
<b>MP 5</b> (vollständig verwitterter bis angewitterter Tonstein)	TOC (1,5 Masse-%, DK II) Glühverlust (7,6 Masse-%, DK III)	<b>DK II</b> <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> TOC und Glühverlust kann gleichwertig angewandt werden

Die Auffüllungen aus Mineralgemisch, Sanden und Kies-Sanden (MP 1) sind durch erhöhte lipophile Stoffe gekennzeichnet, die eine Einstufung der Böden bzw. Baustoffe in die Deponieklasse DK I erfordern.

Die umgelagerten Lehmböden (MP 2) weisen einen erhöhten TOC-Gehalt und einen erhöhten Glühverlust auf, die auf natürliche organische Substanz (Pflanzenreste) zurückzuführen sein werden.

Gemäß der Verordnung zur Änderung der Abfallverzeichnis-Verordnung und der Deponieverordnung sind für Bodenmaterial ohne Fremdbestandteile Überschreitungen beim Glühverlust bis 5 Masse-% und beim TOC bis 3 Masse-% zulässig, sofern die Überschreitungen auf natürliche Bestandteile des Bodens zurückzuführen sind.

Weiterhin sind nach DepV, Anhang 3, Kap. 2 mit behördlicher Genehmigung Überschreitungen durch elementaren Kohlenstoff zulässig, sofern „die biologische Abbaubarkeit des Trockenrückstandes der Originalsubstanz von 5 mg/g (bestimmt als Atmungsaktivität – AT<sub>4</sub>) oder von 20 l/kg (bestimmt als Gasbildungsrate – GB<sub>21</sub>) unterschritten wird“, „der Brennwert (H<sub>o</sub>) von 6 000 kJ/kg TM nicht überschritten wird (...)“, „es sich bei Ablagerung auf Deponien der Klasse 0 um Boden und Baggergut handelt und ein TOC von 6 Masseprozent nicht überschritten wird“ und „der Abfall nicht für den Bau der geologischen Barriere verwendet wird“.

Sollte aufgrund geringer Fremdbestandteile die o. g. Überschreitungen nicht zulässig sein, ist hier zur Verifizierung der Organik bei einem pH-Wert von 8,0 die Atmungsaktivität AT<sub>4</sub> und der Brennwert H<sub>o</sub> zu bestimmen. Werden die Grenzwerte für beide Parameter eingehalten, kann mit behördlicher Zustimmung eine Einstufung in die Deponieklasse DK 0 zulässig sein. Entsprechende Analysen sind im Bedarfsfall zu veranlassen. Die Rückstellfrist für die Proben beträgt 3 Monate nach Gutachtenerstellung.

Die geogen gebildeten Lehm- und Sandböden (MP 3 und MP 4) können in die Deponieklasse DK 0 eingestuft werden.

Der vollständig zu Boden verwitterte Tonstein und der mäßig bis schwach zersetzte Tonstein (MP 5) sind durch erhöhte Organik gekennzeichnet. Unter Berücksichtigung der Fußnote 2 (DepV, Anhang 3, Tabelle 2) ist eine Einstufung in die Deponieklasse DK II zulässig. Nach Bestimmung der Atmungsaktivität und des Brennwertes kann mit behördlicher Genehmigung eine Einstufung in die Deponieklasse DK 0 erfolgen. Entsprechende Analysen sind im Bedarfsfall zu veranlassen. Die Rückstellfrist für die Proben beträgt 3 Monate nach Gutachtenerstellung.

Nach der Abfallverzeichnis-Verordnung sind die Böden und Baustoffe sowie das Festgestein der Abfallschlüsselnummer 17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen) zuzuordnen und können auf einer geeigneten Deponie entsorgt werden.

Mögliche Annahmestellen für Bodenaushub im Kreis Lippe sind die Deponie Heipke der DHS Bodenmanagement GmbH & Co. KG in Lage und das Kalkwerk Dörenschlucht der Freise & Co. GmbH in Augustdorf.

Zur Entsorgung von Bodenaushub der Deponieklasse DK I kann weiterhin die Deponie Reesberg in Kirchlengern des Kreises Herford angefragt werden. Für Bodenaushub, der aufgrund erhöhter Organik zunächst in die Deponieklasse DK II einzustufen ist, kann nach Bestimmung der deponiegasspezifischen Parameter (Atmungsaktivität und Brennwert) ggf. auch eine Entsorgung auf der Deponie Reesberg in Kirchlengern erfolgen.

Für die Anlieferung von Bodenaushub auf eine der o. g. Deponien ist vom Abfallerzeuger oder dessen Beauftragten eine Grundlegende Charakterisierung gemäß § 8 DepV vorzulegen. Das Formular für eine Abfallcharakterisierung kann beim entsprechenden Entsorgungsbetrieb eingeholt werden.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse mit Einstufung nach LAGA TR Boden und DepV ist der folgenden Tabelle zu entnehmen:

**Tab. 13: Zusammenfassung der Laborergebnisse - LAGA TR Boden und DepV**

Laborprobe	Material	Einstufung nach	
		LAGA TR Boden	DepV
<b>MP 1</b>	Mineralgemisch, Sande und Kies-Sande	<b>Z 2</b> , ggf. Z 1.2 <sup>1)</sup>	<b>DK I</b>
<b>MP 2</b>	umgelagerte Lehmböden	<b>Z 2</b> , ggf. Z 0 <sup>2)</sup>	<b>DK II</b> , ggf. DK 0 <sup>3)</sup>
<b>MP 3</b>	geogene Lehmböden	<b>Z 0</b>	<b>DK 0</b>
<b>MP 4</b>	geogene Sandböden	<b>Z 0</b>	<b>DK 0</b>
<b>MP 5</b>	verwitterter bis angewitterter Tonstein	<b>Z 1.2</b> , ggf. Z 0 <sup>2)</sup>	<b>DK II</b> , ggf. DK 0 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> in hydrogeologisch günstigen Gebieten,

<sup>2)</sup> mit behördlicher Genehmigung,

<sup>3)</sup> bei Einhaltung der Atmungsaktivität und des Brennwertes und mit behördlicher Genehmigung

### **3 Beschreibung der Untergrundverhältnisse**

#### **3.1 Geologischer Überblick / Geographische und topographische Verhältnisse**

Das Untersuchungsgebiet liegt nach den Erläuterungen zum Blatt C 3918 Minden auf der Nordwestfälisch-Lippischen Schwelle, welche im Norden durch das Wiehengebirge gegenüber der Norddeutschen Tiefebene und im Süden durch den Osning gegenüber dem Münsterländer Kreidebecken abgegrenzt wird.

Nach den Geologischen Karten von Nordrhein-Westfalen Blatt C 3918 Minden (Maßstab 1:100.000) und Blatt 3918 Bad Salzuflen (Maßstab 1:25.000) stehen im Baufeld pleistozäne Ablagerungen der Weichsel- und Saale-Kaltzeit an, die bereits oberflächennah vom mesozoischem Festgestein des Oberen Keuper (Rhät) unterlagert werden.

Bei den weichsel-kaltzeitlichen Böden handelt es sich um äolisch gebildete Lösslehme, die hauptsächlich Schluff und Feinsand führen und gewöhnlich von hellbrauner bis gelbbrauner Färbung sind.

Bei den saale-kaltzeitlichen Böden handelt es sich um glazifluviatile Schmelzwasserablagerungen und glazial gebildete Geschiebeböden (Grundmoräne) aus dem Drenthe-Stadium.

Die Schmelzwassersande bestehen hauptsächlich aus Korngrößen der Sandfraktion, wobei schichtweise auch Sande mit hohen Feinkorn-Anteilen vorliegen können. Die nicht bindigen als auch bindigen Sande sind farblich meist im Spektrum von hellbraun bis braun oder gelbbraun einzuordnen.

Die Böden der Grundmoräne sind i. A. schlecht sortiert und oberflächennah entkalkt. Entsprechende Böden enthalten Korngrößen von der Tonfraktion bis zur Blockgröße. Farblich sind die meist bindigen Ablagerungen im Spektrum von braun bis dunkelgrau einzustufen.

Bei dem Festgestein des Oberen Keuper (Rhät) handelt es sich um kieselige, dunkle Sandsteine, die in Wechsellagerung mit vergleichsweise weichen, kohlehaltigen Tonsteinen anstehen. Im Baugebiet wurden ausschließlich die dunklen Tonsteine aufgeschlossen. Der Rhät-Tonstein, auch Tonschiefer genannt, bildet die Hauptgesteinsfolge im Oberen Keuper und ist durchschnittlich 50 m mächtig.

Der Verwitterungslehm des Festgesteins wurde in drei Bohrungen zwischen 1,2 m und 2,1 m unter OK Gelände bzw. zwischen 120,37 m und 114,13 m ü. NN aufgeschlossen. Das mäßig zersetzte, zur Tiefe nur noch schwach verwitterte und damit annähernd setzungsbegrenzende Festgestein wurde in fünf Bohrungen ab  $\geq 1,3$  - 3,4 m unter OK Gelände bzw. zwischen 120,27 m und 112,10 m ü. NN aufgeschlossen.

Geomorphologisch gesehen befindet sich das Untersuchungsgebiet am südlichen bis südöstlichen Rand der Herforder Liasmulde am Unterhang des Lager Berges des Lippischen Berglandes.

Geographisch betrachtet liegt das Erschließungsgebiet im westlichen Ortsteil Schuckenbaum der Gemeinde Leopoldshöhe unmittelbar an der Herforder Straße und Felix-Fechenbach-Straße. Südlich des Erschließungsgebietes fließt der Mühlenbach.

Nach der topographischen Karte und den Höhenlinien im GEOportal.NRW liegt das Erschließungsgebiet etwa zwischen 122 m und 114 m ü. NN und weist insgesamt ein südliches bis südwestliches Gefälle auf. Nach den Höhen der Bohransatzpunkte liegen im gesamten Untersuchungsgebiet Höhenunterschiede von etwa 7,6 m vor.

### 3.2 Ergebnisse der Baugrunduntersuchung

#### 3.2.1 Boden- und Baugrundverhältnisse

Nach den Ergebnissen aus den Feld- und Laboruntersuchungen und unter Berücksichtigung der geologischen Rahmensituation ist die Baugrundsichtung wie folgt zu beschreiben:

**Tab. 14: Baugrundsichtung**

Schicht	Geologische Bezeichnung	Zeitalter	Tiefenbereich [m u. GOK]	Schichtmächtigkeit	KRB
<b>Oberbau im Wagentronsweg:</b>					
1.1	Asphaltdecke	Holozän	0,00 - 0,16	± 16 cm	2
1.2	Tragschicht		0,16 - 0,40	± 24 cm	2
1.3	Frostschuttschicht		0,40 - 0,60	± 20 cm	2
<b>anthropogene Böden und Baustoffe im Erschließungsgebiet:</b>					
2.1	Mutterboden	Holozän	0,00 - 0,25	5 - 25 cm	3, 4, 6
2.2	Auffüllung		0,00 - 0,50	25 - 45 cm	1, 3, 4, 6
2.3	umgelagerter Boden		0,00 - 0,95	15 - 55 cm	1 - 3, 5, 6
<b>geogener Untergrund:</b>					
3	Lösslehm	Pleistozän	0,45 - 1,85	15 - 130 cm	1 - 6
4	Schmelzwassersand	Pleistozän	1,20 - 3,80 <sup>1)</sup>	5 - 225 cm	2 - 5
5	Grundmoräne	Pleistozän	0,80 - 1,75	± 95 cm	6
6	Verwitterungslehm	Pleistozän bis Oberer Keuper	1,20 - 2,90	10 - 80 cm	1, 4, 6
7	Felszersatz	Oberer Keuper	1,30 - 4,50	40 - 140 cm	1, 3 - 6
8	Festgestein	Oberer Keuper	2,70 - 4,80 <sup>1)</sup>	30 - 50 cm	1, 3 - 6

<sup>1)</sup> Angabe bis Endteufe der KRB

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Felduntersuchungen und Laboranalysen sind die aufgeschlossenen Böden und Baustoffe und das Festgestein nach geologischer Schichtenfolge bzw. nach dem Ablagerungsalter von jung nach alt wie folgt zu beschreiben:

**Oberbau im Wagentrönsweg (KRB 2):**

**Schicht 1.1: Asphaltdecke (Holozän)**

- Aufschlusstiefe:	0,00 - 0,16 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	± 16 cm
- Petrographie:	Asphaltdecke
- Farbe:	schwarzgrau
- Einstufung nach RuVA-StB	Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A
- Deponieklasse:	DK 0

**Schicht 1.2: Tragschicht (Holozän)**

- Aufschlusstiefe:	0,16 - 0,40 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	± 24 cm
- Petrographie:	Tragschicht aus natürlichem Mineralgemisch
- Homogenität:	homogen
- Kalkgehalt:	stark kalkhaltig
- Farbe:	hellgrau
- Wassergehalt:	schwach feucht
- Konsistenz / Lagerungsdichte:	mitteldicht gelagert
- Bodengruppen:	[GI]
- Auffälligkeiten:	organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	Z 2, in hydrogeologisch günstigen Gebieten ggf. Z 1.2 (vgl. MP 1)
- Deponieklasse:	DK I (vgl. MP 1)

**Schicht 1.3: Frostschuttschicht (Holozän)**

- Aufschlusstiefe:	0,40 - 0,60 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	± 20 cm
- Petrographie:	Frostschuttschicht aus stark kiesigen Füllsanden
- Homogenität:	homogen
- Kalkgehalt:	stark kalkhaltig
- Farbe:	graubraun
- Wassergehalt:	schwach feucht bis feucht
- Konsistenz / Lagerungsdichte:	mitteldicht gelagert
- Bodengruppen:	[SW]
- Auffälligkeiten:	organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	Z 2, in hydrogeologisch günstigen Gebieten ggf. Z 1.2 (vgl. MP 1)
- Deponieklasse:	DK I (vgl. MP 1)

**anthropogene Böden und Baustoffe im Erschließungsgebiet:**

**Schicht 2.1: Mutterboden (Holozän)**

- Aufschlusstiefe:	0,00 - 0,25 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	5 - 25 cm
- Petrographie:	nur in KRB 3, 4 und 6: Mutterboden aus schwach schluffigen bis schluffigen, z. T. schwach tonigen Sanden mit humosen Bestandteilen / durchwurzelt, bereichsweise mit Fremdbestandteilen (i. W. Betonbruch)
- Homogenität:	inhomogen
- Kalkgehalt:	kalkfrei bis stark kalkhaltig
- Farbe:	dunkelbraun
- Wassergehalt:	schwach feucht bis stark feucht
- Konsistenz / Lagerungsdichte:	weich- bis steifkonsistent / mitteldicht gelagert
- Bodengruppen:	[OU], [OH]
- Auffälligkeiten:	organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	nicht untersucht
- Deponieklasse:	nicht untersucht

**Schicht 2.2: Auffüllung (Holozän)**

- Aufschlusstiefe:	0,00 - 0,50 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	25 - 45 cm
- Petrographie:	nur in KRB 1, 3, 4 und 6: Auffüllungen aus sandigem bis stark sandigem und schwach schluffigem Mineralgemisch, Sandstein-Zersatz (in Kiesfraktion) und bindigen Sanden mit vereinzelt Pflanzenresten, Ziegelbruch, Betonbruch und Schlacke
- Homogenität:	inhomogen
- Kalkgehalt:	kalkfrei bis stark kalkhaltig
- Farbe:	graubraun, braungrau bis hellgrau, hellbraun, grau oder schwarzgrau
- Wassergehalt:	schwach feucht bis feucht
- Konsistenz / Lagerungsdichte:	steifkonsistent / locker bis mitteldicht gelagert
- Bodengruppen:	[SU*], [SE], [GI], [GW]
- Auffälligkeiten:	bis auf die o. g. Fremdbestandteile organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	Z 2, in hydrogeologisch günstigen Gebieten ggf. Z 1.2 (vgl. MP 1)
- Deponieklasse:	DK I (vgl. MP 1)

**Schicht 2.3: umgelagerter Boden (Holozän)**

- Aufschlusstiefe:	0,00 - 0,95 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	15 - 55 cm
- Petrographie:	nur in KRB 1, 2, 3, 5 und 6: umgelagerte Standortböden aus sandigen bis stark sandigen und schwach tonigen Schluffen mit humosen Bestandteilen (Pflanzenresten) und vereinzelt Ziegelbruch
- Homogenität:	weitestgehend homogen

### Fortsetzung Schicht 2.3: umgelagerter Boden (Holozän)

- Kalkgehalt:	kalkfrei bis kalkhaltig
- Farbe:	braun, graubraun bis dunkelgraubraun oder braun-grau
- Wassergehalt:	schwach feucht bis feucht
- Konsistenz / Lagerungsdichte:	weich- bis steifkonsistent
- Bodengruppen:	[UL], [UL - SU*]
- Auffälligkeiten:	bis auf die o. g. Fremdbestandteile organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	Z 2, mit behördlicher Genehmigung ggf. Z 0 (vgl. MP 2)
- Deponieklasse:	DK II, nach Bestimmung der Atmungsaktivität und des Brennwertes ggf. DK 0 (vgl. MP 2)

### Geogener Untergrund

#### Schicht 3: Lösslehm (Pleistozän)

- Aufschlusstiefe:	0,45 - 1,85 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	15 - 130 cm
- Petrographie:	feinsandige und schwach tonige Schluffe
- Homogenität:	homogen
- Kalkgehalt:	kalkfrei
- Farbe:	hellbraun bis braun, gelbbraun oder hellgraubraun
- Wassergehalt:	feucht bis stark feucht
- Konsistenz / Lagerungsdichte:	weich- bis steifkonsistent
- Bodengruppen:	UL
- Auffälligkeiten:	organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	Z 0 (vgl. MP 3)
- Deponieklasse:	DK 0 (vgl. MP 3)

#### Schicht 4: Schmelzwassersand (Pleistozän)

- Aufschlusstiefe:	1,20 - 3,80 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	5 - 225 cm
- Petrographie:	nur in KRB 2, 3, 4 und 5: nicht bindige Sande mit z. T. geringen Schluff- und Kies-Anteilen, bereichsweise bindige Sande
- Homogenität:	inhomogen
- Kalkgehalt:	kalkfrei
- Farbe:	hellbraun bis braun oder grau
- Wassergehalt:	stark feucht bis nass
- Konsistenz / Lagerungsdichte:	weich- bis steifkonsistent / locker bis mitteldicht gelagert
- Bodengruppen:	TL - ST*, SU*, SU, SE
- Auffälligkeiten:	organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	Z 0 (vgl. MP 4)
- Deponieklasse:	DK 0 (vgl. MP 4)

### Schicht 5: Grundmoräne (Pleistozän)

- Aufschlusstiefe:	0,80 - 1,75 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	± 95 cm
- Petrographie:	nur in KRB 6: schwach toniger bis toniger und schwach feinsandiger Schluff
- Homogenität:	homogen
- Kalkgehalt:	kalkfrei
- Farbe:	braungrau
- Wassergehalt:	schwach feucht bis feucht
- Konsistenz / Lagerungsdichte:	steifkonsistent
- Bodengruppen:	TL - UL
- Auffälligkeiten:	organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	Z 0 (vgl. MP 3)
- Deponieklasse:	DK 0 (vgl. MP 3)

### Schicht 6: Verwitterungslehm (Pleistozän bis Oberer Keuper)

- Aufschlusstiefe:	1,20 - 2,90 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	10 - 80 cm
- Petrographie:	nur in KRB 1, 4 und 6: zu schluffigem Ton bis tonigem Schluff verwitterter Tonstein mit Tonsteinstücken in Sandfraktion
- Homogenität:	homogen
- Kalkgehalt:	kalkfrei
- Farbe:	braungrau oder hellgraubraun
- Wassergehalt:	schwach feucht bis feucht
- Konsistenz / Lagerungsdichte:	halbfest
- Verwitterungsgrad:	vollständig verwittert
- Bodengruppen:	TL, TL - UL
- Auffälligkeiten:	organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	Z 1.2, mit behördlicher Genehmigung ggf. Z 0 (vgl. MP 5)
- Deponieklasse:	DK II, nach Bestimmung der Atmungsaktivität und des Brennwertes ggf. DK 0 (vgl. MP 5)

### Schicht 7: Felsersatz (Oberer Keuper)

- Aufschlusstiefe:	1,30 - 4,50 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	40 - 140 cm
- Petrographie:	nur in KRB 1, 3, 4, 5 und 6: mäßig bis stark verwitterter Tonstein
- Homogenität:	homogen
- Kalkgehalt:	kalkfrei
- Farbe:	hellgrau bis grau, braungrau oder schwarzgrau
- Wassergehalt:	schwach feucht bis nass
- Verwitterungsgrad:	mäßig verwittert bis stark verwittert
- Auffälligkeiten:	organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	Z 1.2, mit behördlicher Genehmigung ggf. Z 0 (vgl. MP 5)
- Deponieklasse:	DK II, nach Bestimmung der Atmungsaktivität und des Brennwertes ggf. DK 0 (vgl. MP 5)

### Schicht 8: Festgestein (Oberer Keuper)

- Aufschlusstiefe:	2,70 - 4,80 m u. GOK
- Schichtmächtigkeit:	30 - 50 cm
- Petrographie:	nur in KRB 1, 3, 4, 5 und 6: Tonstein
- Homogenität:	homogen
- Kalkgehalt:	kalkfrei
- Farbe:	hellgrau bis dunkelgrau oder schwarzgrau
- Wassergehalt:	schwach feucht bis nass
- Verwitterungsgrad:	angewittert bis schwach verwittert
- Auffälligkeiten:	organoleptisch unauffällig
- LAGA-Einbauklasse:	Z 1.2, mit behördlicher Genehmigung ggf. Z 0 (vgl. MP 5)
- Deponieklasse:	DK II, nach Bestimmung der Atmungsaktivität und des Brennwertes ggf. DK 0 (vgl. MP 5)

In den Bohrungen KRB 1, KRB 3, KRB 4, KRB 5 und KRB 6 wurden zunächst anthropogene Böden und Baustoffe bzw. Mutterboden, Mineralgemisch, nicht bindige und bindige Sande sowie umgelagerte Lehmböden aufgeschlossen. Die Schichtdicke des lehmigen, stellenweise auch sandigen Mutterbodens variiert zwischen 5 und 25 cm. Die Auffüllungsböden weisen Schichtdicken von etwa 25 - 45 cm auf und die umgelagerten Lehmböden sind etwa zwischen 15 und 55 cm mächtig.

In KRB 2 im Wagentransweg wurde zunächst ein Oberbau aus einer 16 cm dicken Asphaltdecke aufgeschlossen, die auf einer  $\pm$  24 cm dicken Tragschicht aus verdichtetem Mineralgemisch und auf etwa 20 cm verdichteten Frostschutzsanden liegt.

Als geogen gebildete Böden sind zunächst weich- bis steifkonsistente Lösslehme in Schichtdicken von 15 - 130 cm zu erwarten. Darunter stehen nicht bindige, z. T. auch bindige Schmelzwassersande von lockerer bis mitteldichter Lagerung bzw. von weicher bis steifer Konsistenz an. Die Schichtmächtigkeit der Sande variiert zwischen 5 und 225 cm, wobei die Bohrung KRB 2 bei 3,8 m unter OK Gelände aufgrund eines Bohrhindernisses (vermutlich Findling) in den Schmelzwassersanden eingestellt wurde. In den Bohrungen KRB 1 und KRB 6 wurden die vorgenannten Schmelzwassersande nicht aufgeschlossen. In KRB 6 stehen stattdessen steifkonsistente Lehmböden der Grundmoräne an. Unter den vorgenannten Böden wurde das oberflächennah mäßig bis vollständig verwitterte Festgestein (Tonstein) aufgeschlossen, wobei nur in KRB 1, KRB 4 und KRB 6 der vollständig zu Boden verwitterte Tonstein in Schichtdicken von 10 - 80 cm festgestellt wurde. Entsprechender Verwitterungslehm weist nach der Bodenansprache eine halbfeste Konsistenz auf.

Das in allen Bohrungen bis auf KRB 2 aufgeschlossene, mäßig zersetzte, zur Tiefe nur noch angewitterte und damit annähernd setzungsbegrenzende Festgestein steht ab  $\geq$  1,3 - 3,4 m unter OK Gelände an.

Die aufgeschlossenen Böden und Baustoffe sowie das Festgestein sind bis auf die o. g. Fremdbestandteile organoleptisch unauffällig. Hinweise auf Altlasten wurden nicht festgestellt.

Nach RuVA-StB ist der Asphalt als Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A zuzuordnen.

Nach LAGA TR Boden sind die aufgefüllten Böden und Baustoffe sowie die umgelagerten Lehmböden nur für einen geschlossenen Wiedereinbau gemäß der Einbauklasse Z 2 geeignet. Die geogen gebildeten Lehm- und Sandböden sind als Z 0-Böden abfallrechtlich uneingeschränkt zum Wiedereinbau geeignet. Das verwitterte bis angewitterte Festgestein ist aufgrund geogen bedingt erhöhter Stoffgehalte in die Einbauklasse Z 1.2 einzustufen und damit nur für einen eingeschränkten, offenen Wiedereinbau bei günstigen Grundwasserverhältnissen geeignet.

Die beschriebenen Boden- und Gesteinsverhältnisse beziehen sich auf die punktuell im Gelände hergestellten Bohrungen. Außerhalb des Homogenbereichs der Bohrpunkte können ggf. abweichende Untergrundverhältnisse vorliegen.

### 3.2.2 Grundwasserverhältnisse

Grundwasser (GW) wird im Allgemeinen als angebohrter und eingemessener Grundwasserstand und ggf. bei ausgebautem Bohrloch als Ruhewasserstand angegeben. Das angebohrte Grundwasser entspricht der sogenannten „Klopfnässe“. Das eingemessene Grundwasser wird unmittelbar nach dem Ziehen des Bohrgestänges mittels Kabellichtlot ermittelt.

In den Kleinrammbohrungen wurde Grundwasser festgestellt. Die Grundwasserstände sind in den Schichtenverzeichnissen in Anlage 2 verzeichnet sowie in den Bodenprofilen in Anlage 3 dargestellt und in folgender Tabelle zusammengefasst:

**Tab. 15: Grundwasserstände aus den Kleinrammbohrungen**

KRB	Messdatum	GOK [m ü. NN]	GW angebohrt   GW eingemessen		Bohrloch offen bis	
			[m u. GOK]	[m ü. NN]	[m u. GOK]	[m ü. NN]
KRB 1	07.07.2021	121,57	kein Grundwasser aufgeschlossen		3,00	118,57
KRB 2	07.07.2021	120,82	2,50   --- <sup>1)</sup>	118,32   ----- <sup>1)</sup>	3,80 (ET) <sup>2)</sup>	117,02
KRB 3	06.07.2021	118,90	2,30   --- <sup>1)</sup>	116,60   ----- <sup>1)</sup>	2,40	116,50
KRB 4	07.07.2021	116,23	kein Grundwasser aufgeschlossen		3,70 (ET) <sup>2)</sup>	112,53
KRB 5	06.07.2021	114,00	1,85   1,50	112,15   112,50	3,30	110,70
KRB 6	06.07.2021	117,90	2,10   --- <sup>1)</sup>	115,80   ----- <sup>1)</sup>	4,00 (ET) <sup>2)</sup>	113,90

<sup>1)</sup> kein Grundwasser eingemessen

<sup>2)</sup> ET = Endteufe der Bohrung

In den Bohrungen KRB 1 und KRB 4 im westlichen und südwestlichen Bereich des Erschließungsgebietes wurde bis zur Endteufe der Bohrungen kein Grundwasser festgestellt.

In den übrigen Bohrungen bzw. im mittleren und östlichen Bereich des Erschließungsgebietes wurde Grundwasser ab  $\geq 1,85 - 2,50$  m unter OK Gelände in den nicht bindigen Schmelzwassersanden und bereichsweise im Felsersatz aufgeschlossen.

In den Bohrungen KRB 2 und KRB 6 wurde bei offenen Bohrlöchern bis zur Endteufe kein Grundwasser eingemessen. In der Bohrung KRB 3 war aufgrund des Zufallens des Bohrloches im Anschnitt des Grundwassers ein Einmessen nicht möglich.

In der am tiefsten liegenden Bohrung KRB 5 wurde das Grundwasser etwa 0,35 m über dem angebohrten Grundwasser eingemessen. Das Grundwasser ist hier voraussichtlich aufgrund bergseitigen Druckes leicht gespannt.

Das Grundwasser liegt in den Schmelzwassersanden und im östlichen Bereich des Erschließungsgebietes auch im Felsersatz als Schichtwasser vor. Die Ergiebigkeit des Schichtwassers ist in erster Näherung als mäßig einzuschätzen. Bei bergseitigem Druck und niederschlagsreicher Witterung kann die Ergiebigkeit temporär auch höher sein. Beim Anschnitt des Schichtwassers werden Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich (siehe Kap. 5.2).

Hinsichtlich der weiteren Planung sind der Bemessungsgrundwasserstand [HGW] und der Bemessungshochwasserstand [HHW] festzulegen.

Bei der Festlegung des Bemessungsgrundwasserstandes [HGW] bzw. des höchsten, zu erwartenden Grundwasserstandes sind neben den vorhandenen Boden- und Grundwasser- verhältnissen, jahreszeitliche Schwankungen des Grundwassers sowie die geographische Lage des Baufeldes zu berücksichtigen.

Aufgrund der differenzierten Grundwasserverhältnisse im Erschließungsgebiet und der Größe des Bebauungsgebietes sind hier mehrere Bemessungsgrundwasserstände festzulegen, die wie folgt zusammenzufassen sind:

**Tab. 16: Bemessungswasserstände im Bebauungsgebiet**

Lage im Bebauungsgebiet	KRB	Grundwasser [m u. GOK]	HGW [m u. GOK]
westlicher und südwestlicher Bereich	1 und 4	-	~ 3,0
nordöstlicher und mittlerer Bereich	2 und 3	2,3 - 2,5	~ 1,5
südlicher Bereich	5	1,85	~ 1,0
südöstlicher Bereich	6	2,1	~ 1,3

Im westlichen bis südwestlichen Bereich bzw. im Homogenbereich von KRB 1 und KRB 4 kann der Bemessungsgrundwasserstand [HGW] bei etwa 3,0 m unter OK Gelände angesetzt werden.

Für den nordöstlichen und mittleren Bereich im Bebauungsgebiet ist der HGW bei etwa 1,5 m unter OK Gelände abzuschätzen (vgl. KRB 2 und KRB 3).

Im südlichen, tiefstliegenden Bereich (vgl. KRB 5) ist der HGW auf der sicheren Seite liegend bei 1,0 m unter OK Gelände festzulegen.

Im südöstlichen Bereich bzw. im Homogenbereich von KRB 6 kann der HGW bei 1,3 m unter OK Gelände abgeschätzt werden.

Der Bemessungshochwasserstand [HHW] wird unter Berücksichtigung von möglichem Hochwasser festgesetzt.

Nach Auswertung der Daten aus dem ELWAS-WEB und dem GEOportal.NRW liegt das Bau-  
feld außerhalb festgesetzter Überschwemmungsgebiete sowie außerhalb von Hochwasser-  
Gefahren- bzw. Risikogebieten, sodass Hochwasser nicht zu erwarten ist.

Für Hochbauten wie z. B. Wohnhäuser ist hinsichtlich der Planung der Bauwerksabdichtung nach DIN 18533-1 weiterhin der Bemessungswasserstand [BW] festzulegen, der bei bindigem Baugrund bzw. Böden mit einer Durchlässigkeit  $< 1 \times 10^{-4}$  m/s auf OK Gelände zu setzen ist. Bei einer Bauwerksabdichtung mit Dränung oberhalb des Grundwassers kann bei den hier angesetzten HGW der Bemessungswasserstand für nicht unterkellerte Gebäude und im westlichen bis südwestlichen Bereich ggf. auch für unterkellerte Gebäude unter der Gründungssohle angesetzt werden. Ohne Dränung ist der BW entsprechend bei OK Gelände anzusetzen.

Die beschriebenen Grundwasserverhältnisse beziehen sich auf die während der Feldarbeiten punktuell im Gelände hergestellten Bohrungen. Außerhalb des Homogenbereichs der Bohrpunkte und im Jahresverlauf können ggf. abweichende Grundwasserverhältnisse vorliegen.

## 4 Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke

### 4.1 Bautechnische Eigenschaften der Böden und Baustoffe

Die aufgeschlossenen Böden und Baustoffe sind hinsichtlich ihrer bautechnischen Eigenschaften in Anlehnung an DIN 18196 wie folgt zu bewerten:

**Tab. 17: Bautechnische Eigenschaften**

Schicht (Bodengruppen)		Scherfestigkeit	Durchlässigkeit	Verdichtungsfähigkeit	Empfindlichkeit gegen	
					Frost	Erosion
1.2: Tragschicht ([GI])		sehr groß	groß	gut	minimal	mittel
1.3: Frostschuttschicht ([SW])		sehr groß	mittel bis groß	sehr gut	minimal	gering bis mittel
2.1 Mutterboden	[OU]	mäßig	gering bis mittel	schlecht	sehr groß	sehr groß
	[OH]	mäßig	mittel	mäßig	mittel bis groß	mittel bis groß
2.2 Auffüllung	[SU*]	groß	sehr gering	mäßig	sehr groß	groß
	[SE]	groß	groß	mäßig bis gut	minimal	groß
	[GI]	sehr groß	groß	gut	minimal	mittel
	[GW]	sehr groß	mittel bis groß	sehr gut	minimal	sehr gering
2.3: umgelagerter Boden	[UL]	mäßig	gering bis mittel	mäßig	sehr groß	sehr groß
	[UL - SU*]	mäßig bis groß	gering bis mittel	mäßig	sehr groß	groß bis sehr groß
3: Lösslehm (UL)		mäßig	gering bis mittel	mäßig	sehr groß	sehr groß
4: Schmelzwassersand	TL - ST*	mäßig bis groß	minimal bis sehr gering	mäßig	groß bis sehr groß	groß
	SU*	groß	sehr gering	mäßig	sehr groß	groß
	SU	sehr groß	mittel	gut	mittel	mittel
	SE	groß	groß	mäßig bis gut	minimal	groß
5: Grundmoräne (TL - UL)		mäßig	gering	mäßig	sehr groß	groß bis sehr groß
6: Verwitterungslehm	TL	mäßig	sehr gering	mäßig	sehr groß	groß
	TL - UL	mäßig	gering	mäßig	sehr groß	groß bis sehr groß

Die im Wagentransweg in KRB 2 aufgeschlossenen Baustoffe des Oberbaus (Schicht 1.2 und 1.3: Bodengruppen [GI], [SW]) besitzen sehr große Scherfestigkeit und eine mittlere bis große Durchlässigkeit. Die Verdichtungsfähigkeit ist gut bis sehr gut. Die Frostempfindlichkeit ist minimal bzw. vernachlässigbar klein. Die Erosionsempfindlichkeit ist gering bis mittel. Aus bautechnischer Sicht sind die Baustoffe des Oberbaus für einen Wiedereinbau gut geeignet. Abfalltechnisch sind die Baustoffe nur eingeschränkt zum Wiedereinbau geeignet.

Der lehmige Mutterboden (Schicht 2.1: Bodengruppe [OU]) weist eine mäßige Scherfestigkeit sowie eine geringe bis mittlere Durchlässigkeit auf. Der lehmige Mutterboden ist schlecht verdichtbar. Die Frost- und Erosionsempfindlichkeit ist als sehr groß einzustufen.

Der lehmige Mutterboden ist aufgrund der Organik bautechnisch für einen Wiedereinbau nicht geeignet.

Der sandige Mutterboden (Schicht 2.1: Bodengruppe [OH]) weist ebenfalls eine mäßige Scherfestigkeit auf. Die Durchlässigkeit ist mittel und die Verdichtbarkeit mäßig. Die Frostepfindlichkeit ist als mittel bis groß und die Erosionsempfindlichkeit als mittel bis groß einzustufen. Der sandige Mutterboden ist aufgrund der Organik bautechnisch weniger für einen Wiedereinbau geeignet.

Die bindigen Auffüllungsböden (Schicht 2.2: Bodengruppe [SU\*]) besitzen eine große Scherfestigkeit und eine sehr geringe Durchlässigkeit. Die Verdichtungsfähigkeit ist mäßig. Die Frostepfindlichkeit ist als sehr groß und die Erosionsempfindlichkeit als groß einzustufen. Die bindigen Auffüllungssande sind bautechnisch nur bedingt zum Wiedereinbau geeignet.

Die nicht bindigen Auffüllungsböden (Schicht 2.2: Bodengruppen [SE], [GI], [GW]) weisen eine große bis sehr große Scherfestigkeit und eine mittlere bis überwiegend große Durchlässigkeit auf. Die Verdichtungsfähigkeit ist für Böden der Bodengruppe [SE] mäßig bis gut, für die Bodengruppe [GI] gut und für die Bodengruppe [GW] sehr gut. Die Frostepfindlichkeit der Böden ist minimal. Die Erosionsempfindlichkeit ist für Böden der Bodengruppe [SE] groß, für die Bodengruppe [GI] mittel und für die Bodengruppe [GW] sehr gering. Aus bautechnischer Sicht sind die nicht bindigen Auffüllungsböden für einen Wiedereinbau geeignet bis gut geeignet.

Abfalltechnisch sind die Auffüllungsböden nur eingeschränkt zum Wiedereinbau geeignet.

Die umgelagerten Standortböden (Schicht 2.3: Bodengruppen [UL], [UL - SU\*]) besitzen eine mäßige bis große Scherfestigkeit und eine geringe bis mittlere Durchlässigkeit. Die Verdichtungsfähigkeit der Böden ist mäßig. Die Frostepfindlichkeit ist sehr groß und die Erosionsempfindlichkeit groß bis sehr groß. Entsprechende Böden sind bautechnisch für einen Wiedereinbau ohne Aufbereitung mit Bindemittel nicht geeignet. Abfalltechnisch sind die Böden nur eingeschränkt zum Wiedereinbau geeignet.

Der Lösslehm (Schicht 3: Bodengruppe UL) besitzt eine mäßige Scherfestigkeit. Die Durchlässigkeit ist gering bis mittel. Die Böden sind weiterhin mäßig verdichtbar und weisen eine sehr große Frost- und Erosionsempfindlichkeit auf. Entsprechende Böden sind bautechnisch für einen Wiedereinbau ohne Aufbereitung mit Bindemittel nicht geeignet. Abfalltechnisch sind die Böden uneingeschränkt zum Wiedereinbau geeignet.

Die bindigen Schmelzwassersande (Schicht 4: Bodengruppen TL - ST\*, SU\*) besitzen eine mäßige bis große Scherfestigkeit und eine minimale bis sehr geringe Durchlässigkeit. Die Verdichtungsfähigkeit ist mäßig.

Die Frostepfindlichkeit ist als groß bis sehr groß und die Erosionsempfindlichkeit als groß einzustufen. Die bindigen Sande sind bautechnisch nur bedingt zum Wiedereinbau geeignet. Die bautechnischen Eigenschaften können jedoch durch die Aufbereitung mit Bindemittel verbessert werden. Abfalltechnisch sind die Böden uneingeschränkt zum Wiedereinbau geeignet.

Die nicht bindigen Schmelzwassersande (Schicht 4: Bodengruppen SU, SE) besitzen eine große bis sehr große Scherfestigkeit und eine mittlere bis große Durchlässigkeit. Die Verdichtungsfähigkeit ist mäßig bis gut. Die Frostepfindlichkeit ist als minimal bis mittel und die Erosionsempfindlichkeit als mittel bis groß einzustufen. Die nicht bindigen Sande sind bautechnisch sowie abfalltechnisch für einen Wiedereinbau geeignet.

Die Böden der Grundmoräne (Schicht 5: Bodengruppe TL - UL) und der Verwitterungslehm des Festgesteins (Schicht 6: Bodengruppen TL, TL - UL) weisen eine mäßige Scherfestigkeit und eine sehr geringe bis geringe Durchlässigkeit auf. Die Verdichtungsfähigkeit ist mäßig, die Frostepfindlichkeit ist sehr groß und die Erosionsempfindlichkeit groß bis sehr groß. Entsprechende Lehmböden sind bautechnisch für einen Wiedereinbau ohne Aufbereitung mit Bindemittel nicht geeignet. Abfalltechnisch sind die Böden z. T. nur eingeschränkt zum Wiedereinbau geeignet.

#### 4.2 Bautechnische Eignung als Baugrund für Gründungen

Die bautechnische Eignung der Böden, Baustoffe und des Festgesteins als Baugrund für Gründungen ist unter Berücksichtigung der Lagerungsdichte, der Konsistenz bzw. des Verwitterungsgrades in Anlehnung an DIN 18196 wie folgt zu beurteilen:

**Tab. 18: Bautechnische Eignung des Untergrundes für Gründungen**

Schicht (Bodengruppen)	Konsistenz / Lagerungsdichte / Verwitterungsgrad	Eignung als Baugrund für Gründungen
1.2 und 1.3: Tragschicht und Frostschuttschicht ([GI], [SW])	mitteldicht gelagert	ungeeignet <sup>1)</sup>
2.1 Mutterboden ([OU], [OH])	weich- bis steifkonsistent bzw. mitteldicht gelagert	ungeeignet <sup>2)</sup>
2.2 Auffüllung ([SU*], [SE], [GI], [GW])	steifkonsistent bzw. locker bis mitteldicht gelagert	ungeeignet <sup>1)</sup>
2.3: umgelagerter Boden ([UL], [UL - SU*])	weich- bis steifkonsistent	weniger geeignet
3: Lösslehm (UL)	weich- bis steifkonsistent	bedingt geeignet
4: Schmelzwassersand (TL - ST*, SU*, SU, SE)	weich- bis steifkonsistent bzw. locker bis mitteldicht gelagert	insgesamt geeignet
5: Grundmoräne (TL - UL)	steifkonsistent	bedingt geeignet
6: Verwitterungslehm (TL, TL - UL)	halbfest	bedingt geeignet

**Fortsetzung Tab. 18: Bautechnische Eignung des Untergrundes für Gründungen**

Schicht (Bodengruppen)	Konsistenz / Lagerungsdichte / Verwitterungsgrad	Eignung als Baugrund für Gründungen
7: Felsersatz (Tonstein)	mäßig bis stark verwittert	geeignet bis gut geeignet
8: Festgestein (Tonstein)	angewittert bis schwach verwittert	sehr gut geeignet

<sup>1)</sup> aufgrund der inhomogenen Ausbildung bzw. allgemeinen Inhomogenität, <sup>2)</sup> aufgrund der Organik

Die anthropogenen Böden und Baustoffe (Schicht 1.2, 1.3, 2.2: Bodengruppen [GI], [SW], [SU\*], [SE] [GW]) sind aufgrund der inhomogenen Beschaffenheit und Ausbildung im Bau- gebiet als Baugrund nicht geeignet und sollten nach örtlichem Befund ausgebaut werden. Da die Böden überwiegend bautechnisch geeignet sind, kann ggf. ein Wiedereinbau der Böden erfolgen, wobei auf einen lagenweisen Einbau und eine lagenweise Verdichtung so- wie auf die Einhaltung der Einbaubedingungen für die Einbauklasse Z 2 nach LAGA M 20 zu achten ist.

Der Mutterboden (Schicht 2.1: Bodengruppen [OU], [OH]) ist aufgrund der Organik als Baugrund ungeeignet.

Die umgelagerten Standortböden (Schicht 2.3: Bodengruppen [UL], [UL - SU\*]) sind auf- grund der möglichen Inhomogenität und der weichen bis steifen Konsistenz als Baugrund weniger geeignet und sollten im Bereich von Bauwerkslasten nach örtlichem Befund aus- gebaut werden. Ein Wiedereinbau der Böden kann ggf. nach Zugabe von Bindemittel erfol- gen, wobei die Einbaubedingungen für die Einbauklasse Z 2 einzuhalten sind.

Die weich- bis steifkonsistenten Lösslehme (Schicht 3: Bodengruppe UL) sind als Baugrund bedingt geeignet.

Die Schmelzwassersande (Schicht 4: Bodengruppen TL - ST\*, SU\*, SU, SE) sind mit wei- cher bis steifer Konsistenz bzw. lockerer bis mitteldichter Lagerung insgesamt ausreichend standfest und tragfähig und damit als Baugrund geeignet.

Die Böden der Grundmoräne und der Verwitterungslehm (Schicht 5 und 6: Bodengruppen TL, TL - UL) weisen eine steife bis halbfeste Konsistenz auf. Damit sind die Böden standfest. Aufgrund der hohen Tonanteile ist die Tragfähigkeit der Böden jedoch gering bzw. weniger gut, sodass die Böden als Baugrund nur bedingt geeignet sind.

Das mäßig bis stark verwitterte Festgestein (Schicht 7) ist standfest und tragfähig und dementsprechend als Baugrund geeignet bis gut geeignet. Das angewitterte bis schwach verwitterte Festgestein (Schicht 8) ist annähernd setzungsbegrenzend und damit als Bau- grund für Gründungen sehr gut geeignet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Baugrund im Erschließungsgebiet oberflächennah weniger, zur Tiefe jedoch ausreichend bis gut tragfähig ist. Von einer Gründung in aufgefüllten sowie umgelagerten Böden ist abzuraten. Entsprechende Böden sollten nach örtlichem Befund ausgebaut und wie oben beschrieben lagenweise verdichtet wiedergebaut oder ggf. durch verdichtbare Füllböden (z. B. Füllsande oder Kies-Sande) ersetzt werden.

### 4.3 Bautechnische Eignung für den Kanal- und Verkehrsflächenbau

Im Hinblick auf den Kanal- und Verkehrsflächenbau sind die Böden und Baustoffe sowie das Festgestein hinsichtlich der Frostepfindlichkeit nach ZTV E-StB 17 (FGSV 599) und der Verdichtbarkeit nach der Gemeinschaftspublikation DIN EN 1610 und DWA-A 139 sowie „alter“ ZTV A-StB 97/06 (FGSV 976) wie folgt zu bewerten:

**Tab. 19: Frostepfindlichkeit und Verdichtbarkeitsklassen**

Schicht (Bodengruppen)		Frostepfindlichkeit	Beschreibung	Verdichtbarkeitsklasse
1.2 und 1.3: Tragschicht und Frostschutzschicht ([GI], [SW])		F1 = nicht frostepfindlich	nicht bindige Sande und Kiese	V1
2.1 Mutterboden	[OU]	F3 = sehr frostepfindlich	Böden mit organischen Beimengungen	- <sup>1)</sup>
	[OH]	F2 = gering bis mittel frostepfindlich		
2.2 Auffüllung	[SU*]	F3 = sehr frostepfindlich	bindige Mischböden	V2
	[SE], [GI], [GW]	F1 = nicht frostepfindlich	nicht bindige Sande und Kiese	V1
2.3: umgelagerter Boden ([UL], [UL - SU*])		F3 = sehr frostepfindlich	feinkörnige Böden bis bindige Mischböden	V2 - V3
3: Lösslehm (UL)		F3 = sehr frostepfindlich	feinkörnige Böden	V3
4: Schmelzwassersand	TL - ST*, SU*	F3 = sehr frostepfindlich	feinkörnige Böden bis bindige Mischböden	V2 - V3
	SU, SE	F1 - F2 = nicht bis mittel frostepfindlich	nicht bindige bis schwach bindige Sande	V1
5: Grundmoräne (TL - UL)		F3 = sehr frostepfindlich	feinkörnige Böden	V3
6: Verwitterungslehm (TL, TL - UL)		F3 = sehr frostepfindlich	feinkörnige Böden	V3
7: Felsersatz und Festgestein (Tonstein)		F2 - F3 = gering bis sehr frostepfindlich <sup>2)</sup>	-	V2 - V3 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Zur Verfüllung nicht geeignete Bodenart, aufgrund der Organik praktisch nicht verdichtbar,

<sup>2)</sup> Erfahrungswerte

Die Baustoffe des Oberbaus (Schicht 1.2 und 1.3: Bodengruppen [GI], [SW]) und die nicht bindigen Auffüllungsböden (Schicht 2.2: Bodengruppen [SE], [GI], [GW]) sind nicht frostepfindlich (F1) und der Verdichtbarkeitsklasse V1 zuzuordnen und somit gut verdichtbar.

Entsprechende Böden bzw. Baustoffe sind als Baustoff für den Kanal- und Straßenbau gut geeignet. Aufgrund der abfalltechnischen Einstufung ist ein Wiedereinbau nur eingeschränkt möglich.

Der Mutterboden (Schicht 2.1: Bodengruppen [OU], [OH]) ist zur Verfüllung nicht geeignet und aufgrund der Organik praktisch nicht verdichtbar.

Die bindigen Auffüllungsböden (Schicht 2.2: Bodengruppe [SU\*]) und die umgelagerten Standortböden (Schicht 2.3: Bodengruppen [UL], [UL - SU\*]) sind als sehr frostempfindlich (F3) einzustufen und insgesamt den Verdichtbarkeitsklassen V2 - V3 zuzuordnen und damit mäßig bis weniger gut verdichtbar. Entsprechende Böden sind als Baustoff für den Kanal- und Straßenbau nur nach Zugabe mit Bindemittel geeignet. Bei einem Wiedereinbau der Böden ist zudem auf die Einhaltung der Einbaubedingungen gemäß der LAGA Einbauklasse Z 2 zu achten.

Die geogen gebildeten Lösslehme (Schicht 3: Bodengruppe UL), die bindigen Schmelzwassersande (Schicht 4: Bodengruppen TL - ST\*, SU\*), die Böden der Grundmoräne (Schicht 5: Bodengruppen TL - UL) und der Verwitterungslehm (Schicht 6: Bodengruppen TL, TL - UL) sind sehr frostempfindlich (F3). Die feinkörnigen Böden (TL, TL - UL, UL) sind weiterhin in die Verdichtbarkeitsklasse V3 einzustufen und somit weniger gut verdichtbar. Die feinkörnigen bis bindigen Mischböden und die bindigen Mischböden (TL - ST\* und SU\*) sind den Verdichtbarkeitsklassen V2 - V3 bzw. V2 zuzuordnen und somit mäßig bis weniger gut verdichtbar bzw. mäßig gut verdichtbar. Als Baustoff für den Kanal- und Straßenbau sind entsprechende Aushubböden weniger geeignet. Durch die Zugabe von Bindemittel kann die bautechnische Eignung jedoch verbessert werden.

Die nicht bindigen Schmelzwassersande (Schicht 4: Bodengruppen SU, SE) sind überwiegend nicht frostempfindlich (F1) und der Verdichtbarkeitsklasse V1 zuzuordnen und somit gut verdichtbar. Entsprechende Böden sind zur Verfüllung von Kanalgräben und als Baustoff für den Straßenbau geeignet bis gut geeignet.

Das Festgestein ist erfahrungsgemäß als gering bis sehr frostempfindlich (F2 bis F3) und als mäßig bis weniger gut verdichtbar (V2 bis V3) einzustufen und damit als Baustoff für den Kanal- und Straßenbau nur bedingt geeignet. Aufgrund der abfalltechnischen Einstufung ist ein Wiedereinbau nur eingeschränkt möglich.

Für den Kanalbau können bei einer Verlegungstiefe von etwa 1,5 bis 2,0 m unter OK Gelände in den Grabensohlen sowohl sehr frostempfindliche (F3), mäßig bis weniger gut verdichtbare (V2 - V3) Lehmböden (Schicht 3) als auch nicht bis mittel frostempfindliche

(F1 - F2), gut verdichtbare (V1) Sandböden (Schicht 4) anstehen. Weiterhin kann insbesondere im westlichen und südlichen Bereich bei entsprechenden Verlegetiefen das mehr oder minder zersetzte Festgestein in der Grabensohle anstehen, das näherungsweise gering bis sehr frostempfindlich (F2 - F3) und mäßig bis weniger gut verdichtbar (V2 - V3) ist.

Im Erdplanum für den Verkehrsflächenbau sind sehr frostempfindliche (F3) und weniger gut verdichtbare (V3) Schluffböden (Schicht 3) zu erwarten.

#### 4.4 Boden- und felsmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können für die geogenen Böden und das Festgestein die folgenden charakteristischen boden- und felsmechanischen Kennwerte zugrunde gelegt werden:

**Tab. 20: Boden- und felsmechanische Kennwerte - Böden und Festgestein**

Schicht (Bodengruppen)	Konsistenz/ Lagerung/ Verwitterung	Wichte		Reibungs- winkel	Kohäsion	Steife- modul
		erdfeucht	u. Auftrieb			
		$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
3: Lösslehm (UL)	weich bis steif	17,5 - 20,5	9,0 - 10,5	27,5	0 - 2	4 - 8
4: Schmelz- wasser- sand	TL - ST*, SU*	20,0 - 21,5	10,0 - 11,5	22,5 - 27,5	0 - 5	6 - 20
	SU, SE	locker bis mitteldicht	16,0 - 18,0	9,0 - 10,0	30,0 - 35,0	0
5: Grundmoräne (TL - UL)	steif	18,5 - 20,5	10,0 - 10,5	22,5 - 27,5	2 - 5	6 - 7
6: Verwitterungs- lehm (TL, TL - UL)	halbfest	20,5 - 21,0	10,5 - 11,0	22,5 - 27,5	5 - 10	8 - 10
7: Felszersatz (Tonstein)	mäßig bis stark verwittert	19,0 - 22,0	9,0 - 12,0	30,0 - 32,5	0 - 20	20 - 80
8: Festgestein (Tonstein)	angewittert bis schwach verwittert	19,0 - 24,0	9,0 - 14,0	30,0 - 35,0	20 - 100	80 - 150

Für Gründungspolster aus verdichteten Baustoffen können folgende charakteristische bodenmechanische Kennwerte angesetzt werden:

**Tab. 21: Bodenmechanische Kennwerte - Baustoffe**

Baustoff (Bodengruppen)	Lagerungs- dichte	Wichte		Reibungs- winkel	Kohäsion	Steife- modul
		erdfeucht	u. Auftrieb			
		$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Mineralgemisch [GE, GI, GW]	mitteldicht	17,0 - 19,0	9,5 - 11,0	32,5 - 37,5	0	80 - 100
Kies-Sande [GU, SW]	mitteldicht	18,0 - 20,0	10,5 - 12,0	32,5 - 35,0	0	60 - 80
Sande [SU, SE, SI]	mitteldicht	17,0 - 18,0	9,5 - 10,0	32,5 - 35,0	0	40 - 60

Grundlage der Kennwerte sind die Erkenntnisse aus den Feld- und Laboruntersuchungen sowie Erfahrungs- und Literaturwerte (s. DIN 1055-2; EAB; EAU; Türke: Statik im Erdbau; Prinz und Strauß: Ingenieurgeologie).

Für die in den o. g. Tabellen aufgeführten Spektren kann mit Mittelwerten gerechnet werden. Im Zweifel sind die niedrigeren Werte anzusetzen. Insbesondere die Steifemodule sind im Zweifelsfall analytisch zu bestätigen.

#### 4.5 Homogenbereiche

Gemäß der VOB 2019 (Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen) sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen.

Unter Ansatz der Geotechnischen Kategorie GK 2 ist für Erdarbeiten (DIN 18300) die Angabe folgender Kennwerte bzw. Eigenschaften erforderlich:

**Tab. 22: Homogenbereiche - Auffüllungen und Mutterboden**

Homogenbereich		A (Schicht 1.2, 1.3, 2.2)		B (Schicht 2.1)	
<b>Ortsübliche Bezeichnung</b>		Oberbau und Auffüllungen		Mutterboden	
<b>Bodengruppen</b>		[SU*]	[SE], [SW], [GI], [GW]	[OU]	[OH]
<b>Korngrößen- verteilung [%]</b>	<b>Ton (T)</b>	0 - 8		0 - 10	
	<b>Schluff (U)</b>	0 - 20		5 - 30	
	<b>Sand (S)</b>	30 - 100		50 - 95	
	<b>Kies (G)</b>	0 - 70		0 - 15	
<b>Massenanteil [%]</b>	<b>Steine (Co)</b>	0 - 10		0 - 5	
	<b>Blöcke (Bo)</b>	0 - 1		0 - 1	
	<b>große Blöcke (IBo)</b>	0 - 1		0 - 1	
<b>Feuchtdichte [g/cm<sup>3</sup>]</b>		1,7 - 2,0		1,4 - 1,7	
<b>undr. Scherfestigkeit [kN/m<sup>2</sup>]</b>		75 - 150	-	20 - 75	-
<b>Wassergehalt [%]</b>		2 - 12		≥ 10	
<b>Plastizitätszahl</b>		0,00 - 0,05	-	0,00 - 0,30	-
<b>Konsistenz</b>		steif	-	weich bis steif	-
<b>Konsistenzzahl</b>		0,75 - 1,00	-	0,40 - 0,90	-
<b>Lagerungsdichte</b>		-	locker bis mitteldicht	-	locker bis mitteldicht
<b>bezogene Lagerungsdichte [%]</b>		-	15 - 65	-	15 - 65
<b>organischer Anteil [%]</b>		0 - 6		≥ 3	
<b>„alte“ Bodenklassen</b>		4	3	1	
<b>LAGA-Einbauklasse</b>		Z 2 <sup>1)</sup>		nicht untersucht	
<b>Deponieklasse</b>		DK I		nicht untersucht	

<sup>1)</sup> in hydrogeologisch günstigen Gebieten ggf. Z 1.2

**Tab. 23: Homogenbereiche - umgelagerte und geogene Böden**

Homogenbereich		<b>C</b> (Schicht 2.3)	<b>D</b> (Schicht 3 - 5)	<b>E</b> (Schicht 4)
<b>Ortsübliche Bezeichnung</b>		umgelagerte Lehm Böden	geogene Lehm Böden	geogene Sandböden
<b>Bodengruppen</b>		[UL], [UL - SU*]	TL - UL, TL - ST*, UL, SU*	SU, SE
<b>Korngrößenverteilung [%]</b>	<b>Ton (T)</b>	0 - 10	3 - 30	0 - 2
	<b>Schluff (U)</b>	60 - 95	15 - 75	0 - 15
	<b>Sand (S)</b>	5 - 40	10 - 65	80 - 100
	<b>Kies (G)</b>	0 - 10	0 - 15	0 - 15
<b>Massenanteil [%]</b>	<b>Steine (Co)</b>	0 - 2	0 - 10	0 - 10
	<b>Blöcke (Bo)</b>	0 - 1	0 - 5	0 - 5
	<b>große Blöcke (IBo)</b>	0 - 1	0 - 2	0 - 2
<b>Feuchtdichte [g/cm<sup>3</sup>]</b>		2,0 - 2,1	2,0 - 2,2	1,7 - 1,8
<b>undr. Scherfestigkeit [kN/m<sup>2</sup>]</b>		40 - 150	20 - 250	-
<b>Wassergehalt [%]</b>		12 - 25	10 - 25	8 - 18
<b>Plastizitätszahl</b>		0,00 - 0,15	0,00 - 0,30	-
<b>Konsistenz</b>		weich bis steif	weich bis halbfest	-
<b>Konsistenzzahl</b>		0,50 - 1,00	≥ 0,50	-
<b>Lagerungsdichte</b>		-	-	locker bis mitteldicht
<b>bezogene Lagerungsdichte [%]</b>		-	-	15 - 65
<b>organischer Anteil [%]</b>		1 - 6	0 - 3	0 - 3
<b>„alte“ Bodenklassen</b>		4	4, ggf. 2	3
<b>LAGA-Einbauklasse</b>		Z 2 <sup>1)</sup>	Z 0	Z 0
<b>Deponieklasse</b>		DK II <sup>2)</sup>	DK 0	DK 0

<sup>1)</sup> mit behördlicher Genehmigung ggf. Z 0

<sup>2)</sup> bei Einhaltung der Atmungsaktivität und des Brennwertes ist eine Einstufung in DK 0 möglich

**Tab. 24: Homogenbereich - Fels**

Homogenbereich	<b>F</b> (Schicht 7 und 8)
<b>Benennung von Fels</b>	Tonstein
<b>ortsübliche Bezeichnung</b>	Rhät-Tonstein (Oberer Keuper)
<b>Druckfestigkeit [MPa]</b>	5 - 50
<b>Verwitterung / Veränderungen</b>	angewittert bis vollständig verwittert
<b>Veränderlichkeit</b>	nicht veränderlich bis stark veränderlich
<b>Dichte [g/cm<sup>3</sup>]</b>	1,9 - 2,7
<b>Trennflächenrichtung</b>	k. A. <sup>1)</sup>
<b>Trennflächenabstände</b>	
<b>Gesteinskörperform</b>	
<b>„alte“ Felsklassen</b>	6 - 7
<b>LAGA-Einbauklasse</b>	Z 1.2 <sup>2)</sup>
<b>Deponieklasse</b>	DK II <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> keine Angabe, Trennflächenrichtung, -abstände und Gesteinskörperform nur im Aufschluss bestimmbar

<sup>2)</sup> mit behördlicher Genehmigung ggf. Z 0

<sup>3)</sup> Bei Einhaltung der Atmungsaktivität und des Brennwertes ist eine Einstufung in DK 0 möglich

Die in den Homogenbereichstabellen angegebenen Kennwerte und Eigenschaften basieren auf Prüf- und Erfahrungswerten, die nach den folgenden DIN-Normen zu bestimmen sind: DIN 18196, DIN 4094-4, DIN EN ISO 14688-1 und -2, DIN EN ISO 14689, DIN EN ISO 17892-1, -2, -4, -7, -8 und -12, DIN 18125-2, DIN 18128, DIN 18141-1, DIN 18300 (VOB 2012).

Die o. g. Kennwerte sind Schätz- und Erfahrungswerte aus Literatur sowie Feld- und Laboruntersuchungen. Für die Angabe genauerer Kennwerte können umfangreiche boden- und felsmechanische Laboranalysen an ungestörten Boden- und Gesteinsproben erforderlich werden. In Zweifelsfällen sind für die o. g. Kennwerte und Eigenschaften, insbesondere für die undrained Scherfestigkeit, jeweils die kleinsten bzw. schlechteren Werte und Eigenschaften anzunehmen.

Die o. g. Homogenbereiche sind aufgrund der differenzierten Beschaffenheit und der abfallrechtlichen Einstufung bei Erdarbeiten getrennt voneinander zu lösen, zu lagern und ggf. zu transportieren.

Die Schmelzwassersande und Geschiebeablagerungen können aufgrund der Genese größere Steine und Blöcke bzw. Findlinge enthalten. Für die Homogenbereiche D und E ist daher ein erhöhter Anteil an Steinen, Blöcken und großen Blöcken (Findlinge) nicht auszuschließen.

## **5 Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung**

### **5.1 Allgemeines**

Der Mutterboden ist abzuschleppen und getrennt von den übrigen Aushubböden zu lagern. Nach § 202 BauGB ist Mutterboden, der bei Baumaßnahmen anfällt, in nutzbarem Zustand zu erhalten. Sollte der Mutterboden nicht vor Ort verbleiben sind die Bestimmungen der BBodSchV zu beachten.

Die durch Baufahrzeuge und -maschinen in den Untergrund eindringenden Kräfte können zur Herabsetzung der Scherfestigkeit und damit der Tragfähigkeit der im Erdplanum anstehenden Böden führen. Daher ist der Baustellenverkehr auf befestigten Flächen bzw. geeigneten Baustraßen zu halten.

Bei Erdarbeiten ist grundsätzlich auf das Vorhandensein von bestehenden Versorgungsleitungen zu achten.

Freigelegte, schwach bindige bis bindige Böden im Erdplanum bzw. in der Gründungs- oder Grabensohle können durch Niederschläge aufweichen. Bei längeren Standzeiten und bei niederschlagsreicher Witterung ist im Hinblick auf ein standfestes Arbeitsplanum eine Abdeckung der witterungsempfindlichen Böden mit Schotter oder Kiesen zu empfehlen.

Eventuelle Fehlhöhen sollten mit nicht bindigen, verdichtbaren Böden ausgeglichen werden. Beim Ausgleich von Fehlhöhen ist auf einen lagenweisen Einbau mit einer Schichtmächtigkeit von 20 - 30 cm und eine entsprechende Verdichtung zu achten.

Für nicht bindige Sande und Kiese der Bodengruppen SE, SI, SW und GE ist ein Verdichtungsgrad von  $D_{PR} \geq 98 \%$  entsprechend einem statischen Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  und für Mineralgemisch (Bodengruppen GW, GI) von  $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$  zu erzielen.

Für bindige, mit Bindemittel aufbereitete Böden sollte ein Verdichtungsgrad von  $D_{PR} \geq 97 \%$  nachgewiesen werden, welcher näherungsweise einem statischen Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  entspricht.

Bindige Aushubböden sind ohne Bodenbehandlung zum Wiedereinbau in technischen Bauwerken nicht geeignet. Nicht bindige Böden sind bautechnisch voraussichtlich zum Wiedereinbau geeignet.

Die Baustoffe des Oberbaus aus dem Wagentransweg und die im Baugebiet oberflächennah vorhandenen Auffüllungsböden sind nur für einen Wiedereinbau in geschlossener Bauweise (Asphalt- oder Betondecke) und bei Wahrung eines Grundwasserabstandes von mindestens 1 m zum Wiedereinbau geeignet.

Die umgelagerten Lehmböden mit geringen Anteilen an Fremdbestandteilen sind aufgrund erhöhter Organik nur als Z 2-Material zum Wiedereinbau geeignet. Da die übrigen Stoffgehalte die Grenzwerte für die Einbauklasse Z 0 einhalten kann mit behördlicher Genehmigung ggf. auch ein uneingeschränkter Wiedereinbau zulässig sein.

Die geogenen Lehm- und Sandböden sind in die Einbauklasse Z 0 einzustufen und somit abfall- bzw. verwertungstechnisch uneingeschränkt zum Wiedereinbau geeignet.

Das verwitterte bis angewitterte Festgestein ist als Z 1.2-Material in hydrogeologisch günstigen Gebieten zum Wiedereinbau geeignet. Da die erhöhten Parameter geogenen Ursprungs sein werden, kann mit behördlicher Genehmigung auch hier ggf. ein uneingeschränkter Wiedereinbau gemäß der Einbauklasse Z 0 zulässig sein.

Nach DIN EN 1997-1 sind die Beschreibung und die geotechnischen Eigenschaften des Baugrundes während der Bauausführung zu kontrollieren. Sollten die Boden- und Grundwasserverhältnisse von den hier beschriebenen Verhältnissen abweichen, kann ggf. eine Anpassung der Empfehlungen durch den Baugrundsachverständigen erforderlich werden. In diesem Fall sollte der Baugrundsachverständige rechtzeitig angefordert werden.

## 5.2 Wasserhaltung

In vier der sechs Kleinrammbohrungen wurde ab  $\geq 1,85 - 2,60$  m unter OK Gelände Grundwasser in Form von Schichtwasser in den nicht bindigen Sanden sowie bereichsweise im Felsersatz aufgeschlossen. Die Ergiebigkeit des Schichtwassers ist als mäßig einzuschätzen. Bei niederschlagsreicher Witterung und durch bergseitigen Druck kann die Ergiebigkeit temporär auch höher sein.

Bei Aushubtiefen bis in das Grundwasser werden Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Für den Bau von nicht unterkellerten Gebäuden mit nur geringen Aushubtiefen wird das Schichtwasser nicht angeschnitten, sodass bauzeitliche Wasserhaltungen über Pumpensümpfe und / oder Drainagen zur Fassung von Niederschlags- bzw. Tagwasser ausreichend sein werden.

Für unterkellerte Gebäude mit Aushubtiefen bis etwa 3,0 m unter OK Gelände kann zumindest im westlichen und südwestlichen Bereich des Bebauungsgebietes bzw. im Homogenbereich von KRB 1 und KRB 4 eine bauzeitliche, offene Wasserhaltung ausreichend sein. Im übrigen Baugebiet können bei Aushubtiefen  $\geq 2$  m unter OK Gelände ggf. aufwendigere Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden. Bei starkem und anhaltendem Wasserdrang sind in den durchlässigen Sanden und im klüftigen Felsersatz vertikale Flachbrunnen einzusetzen. Aufgrund der inhomogenen Bodenverhältnisse mit teilweise bindigen Schichten, können als Ergänzung zu den Flachbrunnen ggf. Vakuumsauglanzen erforderlich werden.

Bei nur geringer Einbindung in die wassergesättigte Bodenzone kann ggf. auch eine Anschüttung der Böschungen mit grobkörnigem Material (z. B. Mineralgemisch 5/45 oder Kies-Sande) und eine Drainage am Böschungsfuß ausreichend sein. Hinsichtlich eines standfesten Planums sind in der Baugrube zusätzlich Pumpensümpfe anzulegen.

In den Kanaltrassen mit Aushubtiefen von  $\sim 1,5 - 2,0$  m wird das Schichtwasser voraussichtlich nur im südlichen, tieferliegenden Bereich des Erschließungsgebietes angeschnitten. In erster Näherung sollte für den Aushub von Kanalgräben eine bauzeitliche, offene Wasserhaltung ausreichend sein.

Bei der Ausschreibung von Wasserhaltungsarbeiten ist die DIN 18305 zu berücksichtigen.

### 5.3 Baugruben und Gräben

Für die Herstellung von Baugruben und Gräben gelten die Vorgaben der DIN 4124 und für die Herstellung von Leitungsgräben zusätzlich die Vorgaben der DIN EN 1610 / DWA-A 139. Weiterhin sind die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ - EAB zu berücksichtigen.

Leitungsgräben müssen im Hinblick auf den Arbeitsschutz eine lichte Mindestgrabenbreite in Abhängigkeit des äußeren Rohrdurchmessers sowie unter Beachtung von Mehrfachleitungen und vorhandenen Leitungen gemäß der DIN 4124 und der DIN EN 1610 aufweisen.

Während der gesamten Bauzeit ist die Standsicherheit von Baugruben und Gräben, die eine Tiefe von  $> 1,25$  m aufweisen, z. B. durch die Herstellung von Böschungen und / oder den Einsatz eines geeigneten Verbaus sicherzustellen. Die Standsicherheit von benachbarten baulichen Anlagen (z. B. Gebäuden, Leitungen, Verkehrsflächen) darf zu keinem Zeitpunkt gefährdet werden.

Sofern ausreichend standfeste Böden anstehen und ein schädlicher Einfluss auf umliegende Bauwerke ausgeschlossen werden kann und die Grundwasserverhältnisse es zulassen, darf nach DIN 4124 bis zu einer Tiefe von  $1,25$  m ein lotrechter Aushub erfolgen.

Bei Aushubtiefen von  $> 1,25 - 1,75$  m unter OK Gelände darf ein lotrechter Aushub nur dann erfolgen, wenn die o. g. Bedingungen erfüllt sind, mindestens steifkonsistente Böden anstehen und ein Teilverbau oder eine Sicherung der oberen  $50$  cm durch Saumbohlen erfolgt. Alternativ können für die oberen  $50$  cm abgeböschte Kanten mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  ausgeführt werden.

Nach DIN 4124 können Baugruben und Gräben von mehr als  $1,25$  m Tiefe bei günstigen Gegebenheiten und oberhalb des Grundwassers ohne Nachweis der Standsicherheit mit den folgenden Böschungswinkeln hergestellt werden:

- $\beta \leq 45^\circ$  bei nicht bindigen oder weichkonsistenten bindigen Böden
- $\beta \leq 60^\circ$  bei mindestens steifkonsistenten bindigen Böden
- $\beta \leq 80^\circ$  im Festgestein bei günstigem Trennflächengefüge.

Bei größeren Böschungswinkeln ist die Standsicherheit nach DIN EN 1997-1, DIN 1054 bzw. DIN 4084 nachzuweisen.

In Böschungen sind hier überwiegend bindige, weich- bis steifkonsistente sowie nicht bindige vorübergehend standfeste Böden zu erwarten, die bauzeitlich mit einem Winkel von  $\beta \leq 45^\circ$  geböscht werden können. Bereichsweise können auch steifkonsistente bis halb-feste Lehm Böden anstehen für die ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 60^\circ$  zulässig sein kann.

Weiterhin kann bei Aushubtiefen  $\geq 1,3 - 3,4$  m unter OK Gelände das mehr oder minder zersetzte Festgestein mit Trennflächengefüge in den Böschungen anstehen. Bei einer günstigen Schichtung bzw. Ausrichtung der Trennflächen kann im Festgestein ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 80^\circ$  zulässig sein. Bei einem ungünstigen Trennflächengefüge sowie bei Grundwasserandrang ist ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  einzuhalten.

Zum Schutz der Böschungsoberfläche vor witterungsbedingten Einflüssen wie Niederschlägen mit einhergehender Erosion ist eine Abdeckung der Böschungen mit Folien bzw. Planen zu empfehlen.

Für unverbaute Baugruben und Gräben die betreten werden müssen, ist ein waagerechter Schutzstreifen zur Böschungskante von mindestens 0,6 m Breite anzulegen, der von Aushubmaterial und sonstiger Belastung freizuhalten ist. Weiterhin ist bei Verkehrslasten bis 12 t ein Mindestabstand von 1,0 m zwischen Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante einzuhalten. Bei Verkehrslasten  $> 12 - 40$  t ist ein Abstand von mindestens 2,0 m einzuhalten.

Bei geböschten Baugruben ist eine Arbeitsraumbreite von mindestens 0,5 m sicherzustellen.

In Bereichen wo eine geböschte Ausführung nicht möglich ist, sind Baugruben und Gräben mittels Verbau zu sichern.

Für den Verbau von Kanalgräben können Grabenverbaugeräte wie z. B. Verbauboxen oder ein Gleitschienenverbau eingesetzt werden.

In vorübergehend standfesten Böden, wie hier oberhalb des Grundwassers bzw. bis Aushubtiefen von etwa 2,0 m unter OK Gelände zu erwarten, kann der Verbau voraussichtlich im Einstellverfahren ausgeführt werden. Im Einflussbereich von Leitungen oder anderen baulichen Anlagen und bei wenig standfesten Böden ist der Verbau im Absenkverfahren auszuführen. Der vorauseilende Bodenaushub unterhalb der Platten darf dann nicht mehr als 0,5 m betragen.

Im freien Gelände können bei Aushubtiefen bis 2 m unter OK Gelände und vorübergehend standfesten Böden auch Schleppboxen eingesetzt werden.

Alternativ zu Grabenverbaugeräten kann auch ein waagerechter Verbau mit hölzernen Bohlen oder stählernen Kanaldielen ausgeführt werden.

Für den Aushub von Baugruben kann bei ausreichend entwässerten Böden ein Trägerbohlwandverbau eingesetzt werden. Das Einbringen der Tragglieder bzw. Bohlträger kann z. B. durch Rammen erfolgen. Im Festgestein können Lockerungsbohrungen erforderlich sein.

Für die Ausfachung der Trägerbohlwand können z. B. Holzbohlen oder Kanaldielen verwendet werden. Die Ausfachung muss grundsätzlich mit dem Aushub fortschreitend eingebracht werden. Weiterhin ist der Verbau nach statischer Erfordernis auszusteifen oder zu verankern.

Bei nicht entwässerten Böden und stärkerem Wasserandrang kann weiterhin ein wasserdichter Verbau (z. B. Spundwand-Systeme aus Schlossdielen) erforderlich sein.

Die Ergiebigkeit des Schichtwassers bzw. der tatsächliche Wasserandrang sollte im Vorfeld der Aushubarbeiten zunächst durch Schürfe festgestellt werden.

Der obere Rand des Verbaus muss die Geländeoberfläche bei einer Tiefe der Baugrube oder des Grabens von  $\leq 2\text{m}$  um mindestens  $0,05\text{ m}$  und bei einer Tiefe der Baugrube oder des Grabens von  $> 2\text{ m}$  um mindestens  $0,10\text{ m}$  überragen.

Weiterhin ist bei entsprechenden Baugruben / Gräben eine Absturzsicherung vorzunehmen.

Bei Einsatz eines Verbaus sind die Vorgaben der DIN 4124 einzuhalten. Bei der Ausschreibung von Verbauarbeiten ist zusätzlich die DIN 18303 zu beachten. Bei Ausführung eines Spundwandverbaus sind weiterhin die Vorgaben der DIN EN 12063 zu beachten. Für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten ist die DIN 18304 zu berücksichtigen.

## **6 Empfehlungen und Hinweise zum Kanalbau**

### **6.1 Allgemeines**

Konkrete Sohlhöhen für die geplanten Kanäle im Erschließungsgebiet liegen nicht vor. Bei angenommenen Sohlhöhen von etwa  $1,5 - 2,0\text{ m}$  unter OK Gelände können in den Kanalgräben sowohl weich- bis steifkonsistente, bedingt bis ausreichend standfeste Lehmböden als auch locker bis mitteldicht gelagerte, insgesamt ausreichend standfeste Sandböden anstehen. Weiterhin kann insbesondere im westlichen und südlichen Bereich bei entsprechenden Verlegetiefen das mehr oder minder zersetzte Festgestein in der Grabensohle anstehen, das in erster Näherung ausreichend standfest und tragfähig ist.

Für das Lösen des mäßig zersetzten Tonsteins mit Trennflächengefüge können ggf. Meißelarbeiten erforderlich werden.

Der auszuhebende Mutterboden ist zur Verfüllung nicht geeignet. Die bindigen Böden sind sehr frostempfindlich und mäßig bis weniger gut verdichtbar und somit bautechnisch zum Wiedereinbau weniger geeignet. Nach Aufbereitung mit Bindemitteln können die verbesserten Böden voraussichtlich zum Wiedereinbau verwendet werden.

Die nicht bindigen bis schwach bindigen Aushubböden sind nicht bis mittel frostempfindlich und gut verdichtbar und somit bautechnisch zum Wiedereinbau geeignet. Das mäßig zersetzte Festgestein ist in erster Näherung gering bis sehr frostempfindlich und mäßig bis weniger gut verdichtbar und damit nur bedingt zum Wiedereinbau geeignet. Bis auf die geogen gebildeten Lehm- und Sandböden, die verwertungstechnisch uneingeschränkt zum Wiedereinbau geeignet sind, sind bei einem Wiedereinbau der anthropogenen Böden und Baustoffe und des Festgesteins die Einschränkungen für die jeweilige Einbauklasse nach LAGA M 20 zu berücksichtigen.

Erdarbeiten zur Herstellung von Leitungsgräben sind nach DIN EN 1610 / DWA-A 139, DIN 18300 und ZTV A-StB 12 auszuführen. Weiterhin sind die jeweils gültigen technischen Regeln sowie die Vorschriften der Leitungshersteller zu beachten.

## **6.2 Hinweise und Empfehlungen zum Einbau von Leitungen**

Für den Einbau und die Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen ist die Gemeinschaftspublikation DIN EN 1610 / DWA-A 139 maßgebend.

Nasse bzw. niederschlagsbedingt aufgeweichte Böden sind aus Grabensohlen vollständig zu entfernen. Eventuelle Fehlhöhen sind mit gut verdichtbaren Füllsanden auszugleichen. Die Austauschtiefe sollte mindestens 30 cm betragen. Beim Ausgleich von Fehlhöhen ist auf einen lagenweisen Einbau mit einer Schichtmächtigkeit von 20 - 30 cm und eine entsprechende Verdichtung zu achten.

Als Baustoffe für die Leitungszone sind nicht bindige und schwach bindige Böden bzw. Baustoffe der Bodengruppen GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU und ST geeignet.

Baustoffe für die Bettung sollten folgende Größtkörner jedoch nicht überschreiten:

- 22 mm bei  $DN \leq 200$
- 40 mm bei  $DN > 200$  bis  $DN \leq 600$
- 60 mm bei  $DN > 600$ .

Mechanisch verursachte Bodenauflockerungen können in der Regel durch Verdichtung, bei bindigen Böden ggf. in Verbindung mit Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe, ausgeglichen und stabilisiert werden. Auf der Gründungsschicht und in der Leitungszone ist ein Verdichtungsgrad von  $D_{PR} \geq 97 \%$  zu erzielen.

Um Schäden und Verlagerungen des Rohres zu vermeiden, ist die Bettung so herzustellen, dass eine gleichmäßige Druckverteilung im Auflagebereich des Rohres sichergestellt wird. Die Breite der Bettung ist mit der Grabenbreite gleichzusetzen.

Die Bettung der Rohre sollte nach Typ 1 (Regelausführung) hergestellt werden. Für die untere Bettungsschicht ist dabei eine Dicke von mindestens 100 mm vorzusehen. Das DWA-A 139 empfiehlt, die untere Bettungsschicht in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser auf  $100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$  zu erhöhen, um Schäden am Rohr und Setzungen zu vermeiden. Für die untere und obere Bettungsschicht ist das gleiche Material zu verwenden. Die Dicke der oberen Bettungsschicht ist gemäß den statischen Berechnungen bzw. den Vorgaben des Planers herzustellen.

Nach Herstellung der Rohrleitung ist das Unterstopfen des Rohres sowohl in der Sohllinie als auch im Zwickelbereich durch manuelle Verdichtung sorgfältig auszuführen. Im Bereich der Seitenverfüllung ist die Verdichtung manuell oder mit leichten Verdichtungsgeräten auszuführen.

Die Mindestdicke der Abdeckung muss 150 mm über dem Rohrschaft und 100 mm über der Verbindung betragen. Die Abdeckung direkt über dem Rohr sollte ausschließlich von Hand verdichtet werden.

Die Leitungszone ist so herzustellen, dass eine gegenseitige Verlagerung von anstehendem Boden und dem Material aus der Leitungszone verhindert wird.

Die Hauptverfüllung ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Art der Verdichtung, Schütthöhe und Anzahl der Übergänge sind aufeinander abzustimmen und entsprechend den Verdichtungszielen auszuführen.

Die Hauptverfüllung kann wahlweise aus nicht bindigen oder bindigen, ggf. mit Bindemittel aufbereiteten Böden hergestellt werden. Für nicht bindige und schwach bindige Böden ist ein Verdichtungsgrad von  $D_{PR} \geq 98 \%$  und für bindige Böden von  $D_{PR} \geq 97 \%$  nachzuweisen. Die mechanische Verdichtung der Hauptverfüllung direkt über dem Rohr sollte erst nach Einbau einer mindestens 300 mm dicken Schicht über dem Rohrscheitel erfolgen, wobei die Schichtdicke von der Art des Verdichtungsgerätes abhängt.

Nach ZTV A-StB 12 ist die Verdichtung während der Ausführung und nach Fertigstellung durch Eigen- und / oder Fremdüberwachung mittels Plattendruckversuchen (TP BF-StB B 8.3, FGSV 591) und / oder Rammsondierungen sowie ggf. Proctorversuchen (DIN 18127) mit Bestimmung der Dichte des Bodens aus Feldversuchen (DIN 18125-2) zu kontrollieren.

Dabei sind die Angaben zu Verdichtungszielen der ZTV E-StB 17, der ZTV A-StB 12 und der RStO 12 (FGSV 499) einzuhalten.

Wird ein Verbau eingesetzt, ist dieser während der Herstellung der Leitungszone schrittweise zu entfernen. Beim Entfernen des Verbaus ist durch die Verdichtungsarbeit eine Verbindung zwischen Füllboden und anstehendem Boden in der Grabenwand zu erzielen. Daher sollte der Verbau schrittweise vor dem Verdichten der jeweiligen Schütthöhe gezogen werden.

Sollte durch das Einbringen eines Verbaus sowie durch die Verdichtungsarbeit und die damit einhergehenden Erschütterungen eine negative Beeinflussung baulicher Anlagen nicht ausgeschlossen werden können, ist im Vorfeld der Baumaßnahme die Durchführung eines Beweissicherungsverfahrens an den umliegenden Gebäuden zu empfehlen.

## **7 Empfehlungen und Hinweise zum Verkehrsflächenbau**

### **7.1 Allgemeines**

Beim Verkehrsflächen- und Straßenbau sind insbesondere die Vorgaben der RStO 12, der ZTV E-StB 17 und der ZTV A-StB 12 einzuhalten. Weiterhin sind die Vorgaben zu Einbaumaterialien, Bauweisen und Prüfungen der TL Gestein-StB 04 (FGSV 613), TL SoB-StB 20 (FGSV 697), TL BuB E-StB 09 (FGSV 597), ZTV SoB-StB 20 (FGSV 698), des M RC (FGSV 616/3) sowie der TP Gestein-StB (FGSV 610) und TP BF-StB (FGSV 591) zu beachten.

Bei Pflasterbauweise sind weiterhin die Regelungen der TL Pflaster-StB 06/15 (FGSV 643), der ZTV Pflaster-StB 20 (FGSV 699) und der M FP (FGSV 618/1) bzw. M FPgeb (FGSV 618/2) zu berücksichtigen.

Die Planstraßen im Bebauungsgebiet können nach RStO in erster Näherung als Wohnwege bzw. Wohnstraßen eingestuft und somit den Belastungsklassen Bk0,3 und Bk1,0 zugeordnet werden. Im Erdplanum stehen sehr frostempfindliche Lehmböden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 an. Im Bereich der neu herzustellenden Kanalgrabenverfüllung kann bei einer Verfüllung aus frostunempfindlichem Material die Frostempfindlichkeitsklasse F1 angesetzt werden.

Infolge örtlicher Verhältnisse sind ggf. Mehr- oder Minderdicken des frostsicheren Oberbaus vorzusehen. Die hier erforderlichen Mehr- oder Minderdicken können folgender Tabelle entnommen werden:

**Tab. 25: Erforderliche Mehr- oder Minderdicken des frostsicheren Oberbaus**

Örtliche Verhältnisse		Mehr- bzw. Minderdicke
<b>Frosteinwirkungszone:</b>	Zone I	± 0 cm
<b>Klimaunterschiede:</b>	keine besonderen Einflüsse	± 0 cm
<b>Wasserverhältnisse:</b>	Grund- oder Schichtwasser tiefer als 1,5 m unter Erdplanum	± 0 cm
<b>Lage der Gradiente:</b>	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m	± 0 cm
<b>Entwässerung: <sup>1)</sup></b>	über Mulden, Gräben bzw. Böschungen	± 0 cm
	über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	- 5 cm

<sup>1)</sup> nicht bekannt

Das Neubaugebiet liegt in der Frosteinwirkungszone I. Ungünstige Wasserverhältnisse sowie ungünstige Klimabedingungen sind hier in erster Näherung nicht gegeben. Bei einer Entwässerung der Fahrbahn über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen, kann der Oberbau um 5 cm geringer geplant werden.

Unter Berücksichtigung der o. g. Feststellungen ist der frostsichere Oberbau nach RStO 12 wie folgt herzustellen:

**Tab. 26: Dicke des erforderlichen frostsicheren Oberbaus**

Böden im Erdplanum	Belastungs-klasse	Frostempfindlichkeit	Mehr- bzw. Minderdicke	Dicke Oberbau
gewachsene Lehmböden	Bk0,3	F3	± 0 cm bzw. - 5 cm <sup>1)</sup>	50 cm bzw. 45 cm <sup>1)</sup>
	Bk1,0			60 cm bzw. 55 cm <sup>1)</sup>
frostunempfindliche Füllböden	Bk0,3	F1		37 cm bzw. 32 cm <sup>1)</sup>
	Bk1,0			44 cm bzw. 39 cm <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> bei Entwässerung über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen

Bei einer Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen kann der Oberbau für die Belastungsklasse Bk0,3 (Wohnweg) auf den gewachsenen Lehmböden in einer Dicke von 50 cm geplant werden. Für die Belastungsklasse Bk1,0 (Wohnstraße) ist bei vorgenannter Entwässerung auf den Lehmböden eine Dicke von 60 cm erforderlich.

Im Bereich einer Grabenverfüllung aus frostunempfindlichem Material kann bei einer Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen für die Belastungsklasse Bk0,3 ein Oberbau in einer Dicke von 37 cm ausreichend sein. Für die Belastungsklasse Bk1,0 ist bei vorgenannter Entwässerung auf frostunempfindlichen Böden eine Dicke von 44 cm angezeigt.

Sollte eine Entwässerung der Fahrbahn über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen geplant sein, kann der Oberbau (Frostschuttschicht bzw. Tragschicht) ggf. um 5 cm geringer hergestellt werden.

Nach ZTV E-StB 17 und RStO 12 ist auf dem Erdplanum durch statische Plattendruckversuche (DIN 18134) zunächst ein Verformungsmodul von  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  bzw. MPa nachzuweisen. Weiterhin sollte nach RStO 12 auf dem Erdplanum ein  $E_{v2}/E_{v1}$ -Verhältnis von  $\leq 2,5$  eingehalten werden.

Sollten auf den bindigen Böden die o. g. Anforderungen nicht erfüllt werden können, ist eine Erhöhung der Tragschichtdicke erforderlich. Alternativ kann eine Verbesserung oder Verfestigung der Böden im Erdplanum mittels Bindemittel ausgeführt werden.

Nach ZTV-A StB 12 ist im Bereich von Kanalgrabenverfüllungen bei einem Untergrund bzw. Unterbau aus grobkörnigen Böden der Bodengruppen GW oder GI auf dem Planum ein Verformungsmodul von  $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$  bzw. MPa erforderlich. Bei grobkörnigen Böden der Bodengruppen SW oder SI ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$  bzw. MPa ausreichend.

Nach RStO 12, Tafel 1 (Asphaltbauweise) kann der frostsichere Oberbau für die Belastungsklassen Bk0,3 - Bk1,0 in Abhängigkeit der Frostempfindlichkeitsklasse wie folgt hergestellt werden:

**Tab. 27: Mindest-Schichtdicken bei Asphaltbauweise in cm**

<b>Belastungsklasse:</b>	<b>Bk0,3</b>		<b>Bk1,0</b>	
<b>Frostempfindlichkeitsklasse:</b>	<b>F1</b>	<b>F3</b>	<b>F1</b>	<b>F3</b>
<b>Frostschuttschicht:</b>	- <sup>1)</sup>	23	- <sup>1)</sup>	31
<b>Schottertragschicht:</b>	25	15	30	15
<b>Asphalttragschicht:</b>	8	8	10	10
<b>Asphaltdeckschicht:</b>	4	4	4	4

<sup>1)</sup> entfällt

Auf F1-Böden kann für die Belastungsklasse Bk0,3 der Einbau einer 25 cm dicken Schottertragschicht und einer insgesamt 12 cm dicken Asphaltdecke ausreichend sein.

Auf F3-Böden ist für die Belastungsklasse Bk0,3 zunächst eine Frostschuttschicht in einer Dicke von mindestens 23 cm vorzusehen. Darauf ist eine mindestens 15 cm dicke Schottertragschicht und eine 12 cm dicke Asphaltdecke einzubauen.

Für die Belastungsklasse Bk1,0 ist auf F1-Böden eine Tragschicht in einer Dicke von 30 cm erforderlich. Die Asphaltdecke sollte insgesamt mindestens 14 cm dick sein. Auf F3-Böden ist für die entsprechende Belastungsklasse eine Frostschuttschicht in einer Dicke von mindestens 31 cm und eine Tragschicht von 15 cm angezeigt. Die Dicke des Asphaltes sollte insgesamt 14 cm betragen.

Nach RStO 12 ist der frostsichere Oberbau für Rad- und Gehwege in Asphalt- oder Pflasterbauweise auf F3-Böden in einer Gesamtdicke von  $\geq 40 \text{ cm}$  herzustellen.

Die Tragschicht aus Schotter oder Kies bzw. die Frostschutzschicht sollte im Bereich von asphaltierten Rad- und Gehwegen mindestens 30 cm und bei Pflasterbauweise mindestens 28 cm mächtig sein.

Die Asphaltdecke sollte in einer Dicke von  $\geq 10$  cm hergestellt werden. Bei Pflasterbauweise sind vorzugsweise Pflaster in einer Dicke von 8 cm zu verwenden, die auf einer 4 cm dicken Bettungsschicht verlegt werden sollten.

Für die Herstellung des frostsicheren Oberbaus sollten Baustoffe gemäß den Vorgaben der TL Gestein-StB 04 (FGSV 613) verwendet werden.

Bei Pflasterbauweise sind weiterhin die Regelungen der TL Pflaster-StB 06/15 (FGSV 643), der ZTV Pflaster-StB 06 (FGSV 699) und des M FP (FGSV 618/1) bzw. M FPgeb (FGSV 618/2) zu berücksichtigen.

Für Frostschutzschichten ohne Bindemittel sind nach TL SoB-StB 20 und ZTV SoB-StB 20 Baustoffe der Lieferkörnung 0/2, 0/4, 0/8, 0/11, 0/16, 0/22, 0/32, 0/45, 0/56 und 0/63 bzw. Böden der Bodengruppen GE, GW, GI, SE, SW, SI nach DIN 18196 geeignet.

Für Kies- und Schottertragschichten ohne Bindemittel sind Baustoffe der Lieferkörnung 0/32, 0/45 oder 0/56 zu verwenden. Der Feinkornanteil ( $< 0,063$  mm) der Baustoffe darf 5 % bzw. im eingebauten Zustand 7 % nicht übersteigen.

Bei der Verwendung von RC-Baustoffen sind zusätzlich die Hinweise des Merkblattes M RC (FGSV 616/3) zu berücksichtigen. Weiterhin ist beim Einbau von RC-Baustoffen eine waserrechtliche Genehmigung einzuholen.

Für die Schichten des Oberbaus sollten folgende Verdichtungsnachweise erbracht werden:

**Tab. 28: Verdichtungsnachweise für Tragschicht und Frostschutzschicht**

Oberbau	Belastungsklasse	Verformungsmodul $E_{v2}$	$E_{v2}/E_{v1}$ -Verhältnis
Frostschutzschicht	Bk0,3	$\geq 100 \text{ MN/m}^2$	$\leq 2,3$
	Bk1,0	$\geq 120 \text{ MN/m}^2$	
Tragschicht	BK0,3	$\geq 120 \text{ MN/m}^2$	
	Bk1,0	$\geq 150 \text{ MN/m}^2$	

Auf OK Frostschutzschicht ist nach der Verdichtungsarbeit für die Belastungsklasse Bk0,3 ein Verformungsmodul von  $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$  bzw. MPa erforderlich. Für die Belastungsklasse Bk1,0 ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$  bzw. MPa nachzuweisen.

Bei grobkörnigem Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F1 von mindestens 1,2 m Tiefe unter Fahrbahnoberfläche kann die Frostschutzschicht gemäß RStO 12 entfallen.

Auf OK Tragschicht ist nach der Verdichtungsarbeit für die Belastungsklasse Bk0,3 ein Verformungsmodul von  $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$  bzw. MPa erforderlich. Für die Belastungsklasse Bk1,0 ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} = 150 \text{ MN/m}^2$  bzw. MPa nachzuweisen.

Für Rad- und Gehwege ist auf OK Tragschicht ein Verformungsmodul von  $E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Bei Belastung durch Fahrzeuge des Wartungs- und Unterhaltungsdienstes ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$  erforderlich.

## 7.2 Untersuchungsergebnisse - Vorhandener Oberbau

Im Wagentransweg wurde folgender Oberbau aufgeschossen:

**Tab. 29: Dicke des vorhandenen Oberbaus**

KRB	Asphaltdecke	Tragschicht	Frostschuttschicht	Oberbau
KRB 2	16 cm	± 24 cm	± 20 cm	± 60 cm

Im Wagentransweg wurde ein frostsicherer Oberbau in einer Dicke von etwa 60 cm aufgeschossen.

Die Asphaltdecke beträgt etwa 16 cm. Nach den Ergebnissen der chemischen Analysen handelt es sich um Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A.

Unter der Asphaltdecke liegt eine Tragschicht aus natürlichem Mineralgemisch in einer Schichtdicke von etwa 24 cm vor. Nach den Schlagzahlen der  $DPM_{10}$  ist das Material der Tragschicht mitteldicht gelagert. Weiterhin wurde eine Frostschuttschicht aus stark kiesigen Sanden in einer Dicke von ~ 20 cm festgestellt. Die Kies-Sande der Frostschuttschicht weisen ebenfalls eine mitteldichte Lagerung auf. Die Baustoffe des Oberbaus sind nach LAGA TR Boden in die Einbauklasse Z 2 einzustufen.

In Bezug auf den vorhandenen Oberbau ist zusammenfassend wie folgt festzustellen:

**Tab. 30: Soll-Ist-Vergleich in Abhängigkeit der Frostempfindlichkeitsklasse**

<b>Kleinrammbohrung:</b>		<b>KRB 1</b>
<b>Frostempfindlichkeitsklasse:</b>		<b>F3</b>
<b>Dicke vorhandener Oberbau:</b>		<b>60 cm</b>
<b>Belastungsklasse:</b>	<b>Bk0,3</b>	+ 10 cm
	<b>Bk1,0</b>	± 0 cm

Insgesamt ist der vorhandene frostsichere Oberbau unter Ansatz der Belastungsklasse Bk0,3 und BK1,0 in ausreichender Mächtigkeit hergestellt.

## 8 Empfehlungen und Hinweise zum Bau von Versickerungsanlagen

Maßgebend für die Planung, den Bau und den Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser ist das Arbeitsblatt DWA-A 138. Danach steht der Boden- und Gewässerschutz im Vordergrund. Eine Versickerung ist daher nur außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten und außerhalb von Gebieten mit hoher Schadstoffbelastung zulässig.

Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb festgesetzter sowie geplanter Wasser- und Heilquellenschutzzonen, sodass der Bau einer Versickerungsanlage genehmigungsfähig sein kann.

Weiterhin müssen folgende Voraussetzungen an die Boden- und Grundwasserverhältnisse erfüllt werden:

- ausreichende Durchlässigkeit des Sickerraums von  $k_f \geq 10^{-3}$  bis  $10^{-6}$  m/s
- ausreichende Mächtigkeit des Sickerraums (Abstand von  $\geq 1$  m zum Grundwasser)
- geeignete Leistungsfähigkeit des Sickerraums (geringe Kies- und Grobsandfraktion)

In den Kleinrammbohrungen wurden unter den anthropogenen Böden zunächst bindige, schwach durchlässige Schluffböden aufgeschlossen, die für eine effektive Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet sind. Darunter stehen z. T. durchlässige, tendenziell für eine Versickerung geeignete Sande an. Unter den Sanden und z. T. auch unmittelbar unter den Schluffböden steht das mehr oder minder zersetzte Festgestein aus Tonsteinen an, das bereichsweise Kluft-Grundwasser führt. In Bereichen ohne Kluft-Grundwasser kann bei geeignetem Trennflächengefüge eine Versickerung von Regenwasser möglich sein.

Der Mindestabstand zum Grundwasser wird bei einer Versickerung über flache Mulden größtenteils eingehalten, sodass nach Bodenaustausch eine Versickerung ggf. über Mulden-Rigolen-Systeme möglich wäre. Insgesamt sind die Boden- und Grundwasserverhältnisse im Baugebiet für eine Versickerung von Regenwasser als ungünstig zu beschreiben.

Beim Bau von Versickerungsanlagen ist eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen.

## 9 Hinweise und Empfehlungen zum Bau des Regenrückhaltebeckens

Im südlichen, tieferliegenden Bereich des Erschließungsgebietes ist ein Regenrückhaltebecken bzw. Speicherbecken geplant. Weitere Informationen sind nicht bekannt.

Für die Dimensionierung eines Regenrückhaltebeckens ist das Arbeitsblatt DWA-A 117 maßgebend. Im Hinblick auf die konstruktive Gestaltung und Ausrüstung von Regenrückhalteräumen sind die Ausführungen des Arbeitsblattes DWA-A 166 und des Merkblattes DWA-M 176 zu berücksichtigen.

Regenrückhaltebecken als Teil des Kanalisationsnetzes bedürfen der Zustimmung der zuständigen Wasserbehörde.

Nach den o. g. Regelwerken ist beim Bau von Regenwasserbehandlungsanlagen wie z. B. Regenrückhaltebecken der Boden- und Gewässerschutz in den Vordergrund zu stellen. Zum Schutz des Bodens und des Grundwassers sind RRB in Erdbauweise daher abzudichten.

Die im Bereich des geplanten RRB oberflächennah anstehenden Böden sind schwach durchlässig. Der ab etwa 2 m unter OK Gelände anstehende Tonstein führt Kluft-Grundwasser und ist in erster Näherung schwach durchlässig bis durchlässig. Für das RRB werden somit voraussichtlich Abdichtungsmaßnahmen erforderlich.

Die Abdichtung des RRB kann aus mineralischen Böden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f \leq 10^{-8}$  m/s (z. B. Ton-Schluff-Mischböden oder Tonböden), geosynthetischen Tondichtungsbahnen oder Kunststoffdichtungsbahnen hergestellt werden.

Wird die Dichtungsschutzschicht aus mineralischen Böden hergestellt ist eine Mindestdicke von 20 cm vorzusehen. Bei mehrlagigem Aufbau sollte die Einzellige mindestens 15 cm mächtig sein.

Auf die Dichtungsschicht von Erdbecken wird i. d. R. eine 30 cm mächtige Kies-Sand-Schüttung als Schutzschicht aufgetragen. Bei Verwendung von Kunststoffdichtungsbahnen kann die Schichtdicke der Schutzschicht auf 15 cm reduziert werden.

Abschließend ist das Erdbecken in Bereichen ohne Dauerstau mit einer Mutterbodenschicht zu bedecken. Die Mindestdicke beträgt für Rasenbewuchs 10 cm. Bei Pflanzung von Stauden und ähnlichen Pflanzen sind 30 cm, bei Bewuchs mit Schilf sind 40 cm Mutterboden aufzutragen.

Zu diesem Zweck kann der im Erschließungsgebiet aufgeschlossene Mutterboden voraussichtlich wiederverwendet werden. Im Vorfeld des Wiederaufbringens des Mutterbodens kann eine Analyse nach BBodSchV erforderlich werden.

Zur Vermeidung von Abscherungen sind die Böschungen des RRB in den anstehenden Böden bzw. bei einer Abdichtung mit mineralischen Böden mit einer Neigung von 1:3 ( $\beta \leq 18,4^\circ$ ) oder flacher anzulegen. Bei Verwendung von geosynthetischen Tondichtungsbahnen darf eine Böschungsneigung von 1:2,5 ( $\beta \leq 21,8^\circ$ ) nicht überschritten werden. Bei Kunststoffdichtungsbahnen dürfen die Böschungen nicht steiler als 1:1,5 ( $\beta \leq 33,7^\circ$ ) ausgebildet sein. Nach dem Merkblatt DWA-M 176 sollte ein Gleitsicherheitsnachweis geführt werden.

Aufwendige Wasserhaltungsmaßnahmen werden für den Aushub des RRB bei Aushubtiefen bis etwa 1,8 m unter OK Gelände voraussichtlich nicht erforderlich sein. Zur Fassung von Niederschlags- bzw. Tagwasser sollte eine bauzeitliche Wasserhaltung ausreichend sein. Bei größeren Aushubtiefen können ggf. aufwendigere Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

## **10 Empfehlungen und Hinweise zur Wohnbebauung**

### **10.1 Allgemeines**

Der Mutterboden ist aufgrund der Organik als Baugrund nicht geeignet und in den Baufeldern vollständig abzutragen.

Umgelagerte bzw. anthropogene Böden sind aufgrund der inhomogenen Ausbildung und ggf. Beschaffenheit als Baugrund weniger geeignet und sollten daher nach örtlichem Befund bis auf die geogenen Böden ausgebaut werden.

Fehlhöhen sollten mit nicht bindigen, verdichtbaren Böden, z. B. (RC-)Sand 0/8, Kies-Sanden 0/32 oder (RC-)Mineralgemisch 0/45 ausgeglichen werden. Aufgrund der besseren Verdichtbarkeit ist gebrochenes Material (z. B. Mineralgemisch 0/45 oder 5/45) gerundetem Material wie Sanden und Kiesen vorzuziehen. Bei der Verwendung von RC-Material sollte auf einen geringen Anteil von „weichen“ Störstoffen (u. a. Holz, Keramik, Kunststoff) geachtet werden. Beim Einbau von Recycling-Baustoffen sind die Vorgaben des M RC (FGSV 616/3) zu beachten und eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen.

Der Einbau und die Verdichtung entsprechender Böden und Baustoffe ist lagenweise in Schichtdicken von  $\leq 20 - 30$  cm auszuführen.

Alternativ oder zusätzlich können ausgebaute, nicht bindige und damit bautechnisch geeignete Böden wie z. B. die nicht bindigen Schmelzwassersande wiedereingebaut werden, wobei auch hier auf einen lagenweisen Einbau und eine lagenweise Verdichtung der Böden zu achten ist.

Anschüttungen sowie Gründungspolster sind unter tragenden Bauteilen mit einem Überstand von  $45^\circ$  anzulegen. Im Bereich von Flachgründungen kann ab einem mitteldichten Lagerungszustand, entsprechend einer Proctordichte von  $D_{Pr} \geq 98\%$  eine ausreichende Verdichtung und entsprechende Tragfähigkeit angenommen werden.

## **10.2 Erdstatische Berechnungen / Gründungsempfehlung**

### **10.2.1 Allgemeines**

Die Gründung hat nach DIN 1054 frostfrei und somit mindestens bis 0,8 m unter OK Gelände zu erfolgen. Bei einer Gründung nicht unterkellertes Gebäude über eine lasttragende Bodenplatte ist auf eine ausreichende Einbindetiefe der Frostschrägen zu achten.

Da Planungshöhen (OKFF) für die Wohnhäuser nicht vorliegen wurde für die erdstatistischen Berechnungen von einer Gründung für nicht unterkellerte Gebäude in Höhe von OK Gelände und für unterkellerte Gebäude in einer Tiefe von 3,0 m unter OK Gelände ausgegangen.

Die Bemessung der Gründung erfolgte nach DIN EN 1997-2 bzw. EC 7 sowie DIN 4017 und DIN 4019 unter Ansatz der in Kap. 4.4 angegebenen Kennwerte mit den Teilsicherheitsbeiwerten für Widerstände gemäß der Bemessungssituation BS-P.

Die Berechnung der zulässigen Bodenpressung bzw. des Bemessungswertes des Sohlwiderstands für eine lasttragende Bodenplatte erfolgte unter Ansatz einer 20 cm dicken Bodenplatte und einer Wandstärke von etwa 40 cm sowie einem Lastausbreitungswinkel von  $45^\circ$  ersatzweise durch ein 0,8 m breites Streifenfundament.

Für nicht unterkellerte Gebäude wurden weiterhin Berechnungen für eine Gründung über lotrecht und mittig belastete Streifenfundamente mit Breiten von 0,4 - 0,6 m und einer Einbindetiefe von 0,8 m unter OK Gelände ausgeführt.

### 10.2.2 Gründung nicht unterkellertes Gebäude

Zum Ausgleich oberflächennaher Tragfähigkeitsunterschiede sollte bei Gründung nicht unterkellertes Gebäude über eine lasttragende Bodenplatte ein Gründungspolster z. B. aus verdichteten (RC-)Kies-Sanden oder (RC-)Mineralgemisch in einer Dicke von mindestens 20 cm hergestellt werden.

Die Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen für die Gründung nicht unterkellertes Gebäude über eine lasttragende Bodenplatte auf einem mindestens 20 cm dicken Gründungspolster sind in folgender Tabelle aufgeführt:

**Tab. 31: Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen - Bodenplatte EG**

DPM   KRB	zul. Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bettungsmodul $k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]	Setzung $s$ [cm]
<b>nicht unterkellerte Gebäude auf 20 cm Gründungspolster:</b>				
DPM 1   KRB 1	184	248	10,5	≤ 1,75
DPM 2   KRB 2	196	265	9,9	≤ 2,00 <sup>1)</sup>
DPM 3   KRB 3	178	240	9,0	≤ 2,00 <sup>1)</sup>
DPM 4   KRB 4	184	248	9,2	≤ 2,00
DPM 5   KRB 5	170	230	8,6	≤ 2,00 <sup>1)</sup>
DPM 6   KRB 6	174	235	8,8	≤ 2,00 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> akzeptierte, bauwerksunschädliche Setzungen

Bei einer Gründung nicht unterkellertes Gebäude über eine lasttragende Bodenplatte können auf einem Gründungspolster aus 20 cm verdichteten Kies-Sanden (Bodengruppen [GU], [SW]) über mindestens weich- bis steifkonsistenten Lehmböden die in Tabelle 31 angegebenen zulässigen Bodenpressungen angesetzt werden (vgl. Anlage 9.1 bis 9.6).

Für die Gründung nicht unterkellertes Gebäude über frostfrei einbindende, lotrecht und mittig belastete Streifenfundamente (Tiefe ≥ 80 cm) können folgende Werte angesetzt werden:

**Tab. 32: Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen - Streifenfundamente**

Streifenfundament	zul. Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bemessungswert Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bettungsmodul $k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]	Setzungen [cm]
<b>im Homogenbereich von KRB 1:</b>				
b = 0,4 m	271	366	18,5	≤ 1,50
b = 0,5 m	315	425	16,7	≤ 1,90
b = 0,6 m	310	420	15,5	≤ 2,00 <sup>1)</sup>
<b>im Homogenbereich von KRB 2:</b>				
b = 0,4 m	223	301	15,2	≤ 1,50
b = 0,5 m	231	312	13,3	≤ 1,75
b = 0,6 m	241	325	12,0	≤ 2,00
<b>im Homogenbereich von KRB 3:</b>				
b = 0,4 m	206	278	14,8	≤ 1,40
b = 0,5 m	214	289	13,1	≤ 1,65
b = 0,6 m	221	299	11,9	≤ 1,90

**Fortsetzung Tab. 32: Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen - Streifenfundamente**

Streifenfundament	zul. Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bemessungswert Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bettungsmodul $k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]	Setzungen [cm]
<b>im Homogenbereich von KRB 4:</b>				
b = 0,4 m	206	278	15,3	≤ 1,35
b = 0,5 m	214	289	13,6	≤ 1,60
b = 0,6 m	245	330	12,3	≤ 2,00 <sup>1)</sup>
<b>im Homogenbereich von KRB 5:</b>				
b = 0,4 m	189	255	13,0	≤ 1,50
b = 0,5 m	192	260	11,5	≤ 1,70
b = 0,6 m	196	265	10,5	≤ 1,90
<b>im Homogenbereich von KRB 6:</b>				
b = 0,4 m	189	255	11,7	≤ 1,65
b = 0,5 m	190	257	10,4	≤ 1,85
b = 0,6 m	190	258	9,5	≤ 2,00 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> akzeptierte, bauwerksunschädliche Setzungen

Für 0,4 - 0,6 m breite und frostsicher einbindende Streifenfundamente können die in Tabelle 32 aufgeführten zulässigen Bodenpressungen bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstands und entsprechende Bettungsmodule angesetzt werden (vgl. Anlage 9.7 bis 9.12).

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante, sondern u. a. abhängig von den Bauwerkslasten ist, ist zur genauen Bemessung des Bettungsmoduls die Angabe der tatsächlichen Bodenpressung erforderlich. In den Fundamentdiagrammen in Anlage 9 sind zusätzlich Bettungsmodule für geringere Bodenpressungen dargestellt.

### 10.2.3 Gründung unterkellerten Gebäude

Für unterkellerte Wohngebäude wurde eine Gründungssohle in Höhe von 3,0 m unter OK Gelände angenommen. Die Gründungssohle liegt damit im Homogenbereich von KRB 1, KRB 4, KRB 5 und KRB 6 im Felsersatz bzw. im mehr oder minder setzungsbegrenzenden Festgestein. Im Homogenbereich von KRB 2 und KRB 3 sind bei entsprechender Gründungstiefe mitteldicht gelagerte Schmelzwassersande über dem Festgestein-Untergrund zu erwarten.

Die Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen für die Gründung unterkellerten Gebäude über eine lasttragende Bodenplatte sind in folgender Tabelle aufgeführt:

**Tab. 33: Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen - Bodenplatte KG**

DPM   KRB	zul. Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bettungsmodul $k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]	Setzung s [cm]
<b>unterkellerte Gebäude mit Gründungssohle im Felsersatz:</b>				
DPM 1   KRB 1 DPM 4   KRB 4	867	1.170	43,5	≤ 2,00 <sup>1)</sup>
DPM 5   KRB 5 DPM 6   KRB 6	860	1.160	43,1	≤ 2,00 <sup>1)</sup>

**Fortsetzung Tab. 33: Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen - Bodenplatte KG**

DPM   KRB	zul. Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bettungsmodul $k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]	Setzung $s$ [cm]
<b>unterkellerte Gebäude mit Gründungssohle in Sandböden:</b>				
DPM 2   KRB 2	408	551	32,3	≤ 1,30
DPM 3   KRB 3	403	545	29,4	≤ 1,40

<sup>1)</sup> akzeptierte, bauwerksunschädliche Setzungen

Bei einer Gründung unterkellerten Wohnhäuser über eine lasttragende Bodenplatte können die in Tabelle 33 angegebenen zulässigen Bodenpressungen angesetzt werden (vgl. Anlage 9.13 bis 9.16).

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante, sondern u. a. abhängig von den Bauwerkslasten ist, ist zur genauen Bemessung des Bettungsmoduls die Angabe der tatsächlichen Bodenpressung erforderlich. In den Fundamentdiagrammen in Anlage 9 sind zusätzlich Bettungsmodule für geringere Bodenpressungen dargestellt.

### 10.3 Abdichtung von Bauwerken

Für die Abdichtung erdberührter Bauteile mit bahnenförmigen und flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen sind die Vorgaben der DIN 18533-1 maßgebend. Werden erdberührte Bauteile aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (WU-Beton) hergestellt, ist die DAfStb-Richtlinie - Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton maßgebend.

Die erforderliche Bauwerksabdichtung für erdberührte Wände und Bodenplatten wird in Abhängigkeit der gegebenen Boden- und Grundwasserverhältnisse bzw. des Bemessungsgrundwasserstandes, Bemessungshochwasserstandes und Bemessungswasserstandes, der Durchlässigkeit des Baugrundes und der Einbindetiefe des Bauwerks in den Untergrund und in das Grundwasser festgelegt.

Der Bemessungswasserstand (BW) ist hinsichtlich der Bauwerksabdichtung aufgrund der wenig durchlässigen Böden ohne Dränung mit der Geländeoberkante gleichzusetzen.

Der Bemessungsgrundwasserstand (HGW) ist hier je nach Lage im Erschließungsgebiet bei 1,0 - 3,0 m unter OK Gelände anzusetzen. Oberhalb des HGW kann bei Ausführung einer Drainage der BW unter der Gründungssohle angesetzt werden (s. Kap. 3.2.2).

Unter Berücksichtigung des BW und HGW sind nach DIN 18533-1 bzw. WU-Richtlinie für nicht unterkellerte und unterkellerte Gebäude folgende Empfehlungen zur Bauwerksabdichtung zu treffen:

**Tab. 34: Empfehlungen zur Bauwerksabdichtung**

Abdichtung nach:	Lage im Baugebiet	Bauweise	Art der Einwirkung
<b>DIN 18533-1</b>	gesamtes Baugebiet	ohne Keller	W1-E Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser: W1.2-E Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung <u>alternativ zu W1.2-E:</u> W2-E Drückendes Wasser W2.1-E Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe
	im Bereich von KRB 2, 3, 5, 6 (unterhalb des HGW)	mit Keller ≤ 3 m unter OK Gelände	W2-E Drückendes Wasser W2.1-E Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe
	im Homogenbereich von KRB 1 und 4 (oberhalb des HGW)	mit Keller ≤ 3 m unter OK Gelände	W1-E Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser: W1.2-E Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung <u>alternativ zu W1.2-E:</u> W2-E Drückendes Wasser W2.1-E Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe
	gesamtes Baugebiet	mit Keller > 3 m unter OK Gelände	W2-E Drückendes Wasser: W2.2-E Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe
<b>WU-Richtlinie</b>	gesamtes Baugebiet	ohne / mit Keller	Beanspruchungsklasse 1: ständig und zeitweise drückendes Wasser

Nach DIN 18533-1 kann für nicht unterkellerte Gebäude und für unterkellerte Gebäude im Homogenbereich von KRB 1 und KRB 4 bzw. oberhalb des HGW die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E „Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung“ angesetzt werden. Danach ist die Bauwerksabdichtung gemäß Kap. 8.5.1, Tab. 4 in o. g. Norm und eine auf Dauer funktionsfähige sowie sach- und fachgerecht ausgeführte Dränung nach DIN 4095 herzustellen.

Bei Flächen bis 200 m<sup>2</sup> darf die Flächendrönschicht ohne Dränleitungen ausgeführt werden. Bei Flächen > 200 m<sup>2</sup> muss die Flächendrönschicht mit Dränleitungen hergestellt werden.

Alternativ zur Abdichtung mit Dränung und für unterkellerte Gebäude mit einer Gründungssohle bis 3 m unter OK Gelände kann die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E „Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe“ angesetzt werden. Danach ist die Abdichtung nach Kap. 8.6.1, Tab. 5 (DIN 18533-1) zu planen.

Für unterkellerte Gebäude mit einer Gründungssohle > 3 m unter OK Gelände ist die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E „Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe“ anzusetzen. In dem Fall ist die Bauwerksabdichtung gemäß Kap. 8.6.2, Tab. 6 in o. g. Norm herzustellen.

Soll die Abdichtung des Bauwerks aus WU-Beton erfolgen, ist für die weitere Planung die Beanspruchungsklasse 1 „ständig und zeitweise drückendes Wasser“ anzusetzen. Nach den Ausführungen von Lohmeyer und Ebeling (Weisse Wannan) kann für nicht unterkellerte Gebäude und unterkellerte Gebäude im Homogenbereich von KRB 1 und KRB 4 bzw. oberhalb des HGW weiterhin die Klassenbezeichnung BK1-zdW „zeitweise drückendes Wasser“ angesetzt werden. Für unterkellerte Gebäude im Homogenbereich von KRB 2, 3, 5 und 6 ist die Klassenbezeichnung BK1-sdW „ständig drückendes Wasser“ anzusetzen.

Bei Betonteilen ist insbesondere bei unterkellerten Bauweise auf eine ausreichende Expositions-kategorie zu achten. Auf der sicheren Seite liegend sollte von einer hohen Betonaggressivität des Grundwassers ausgegangen werden. Sollte eine niedrigere Expositions-kategorie in Betracht gezogen werden, sollte das Grundwassers und ggf. der Boden zunächst nach DIN 4030 hinsichtlich Betonaggressivität analysiert werden.

Grundsätzlich sollte eine hohe Wassereinwirkung am Bauwerk vermieden und Oberflächenwasser aus Niederschlägen vom Gebäude abgeleitet werden.

#### **10.4 Dränschicht und Arbeitsraumverfüllung**

Dränschichten bzw. Dränagen sind entsprechend der DIN 4095 aus stark durchlässigen Böden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4}$  m/s (z. B. Dränage-Kiesen der Lieferkörnung 8/16 oder 16/32) herzustellen. Zur Gewährleistung der Filterstabilität ist der Einbau eines Trennvlieses zwischen den Böden der Arbeitsraumverfüllung und den Dränage-Kiesen zu empfehlen.

Grund- und Schichtwasser darf nach der o. g. Norm nicht gedrängt werden. Eine Dränage ist daher nur oberhalb des HGW zulässig.

Bei der Verfüllung von Arbeitsräumen ist darauf zu achten, dass das Bodenmaterial aus der Arbeitsraumverfüllung nicht in Dränschichten gelangt.

Die Arbeitsraumverfüllung kann aus nicht bindigen Böden sowie aus bindigen, ggf. mit Bindemittel aufbereiteten Böden hergestellt werden. Der Einbau und die Verdichtung der Böden hat lagenweise in Schichtstärken von  $\leq 0,3$  m zu erfolgen.

In Bereichen ohne Lastabtrag (z. B. Grünanlagen) ist eine Proctordichte des Verfüllmaterials von  $D_{Pr} \geq 95 - 97$  % ausreichend.

Im Bereich von Verkehrsflächen, Eingängen und Terrassen ist eine Proctordichte von  $D_{Pr} \geq 100\%$  nachzuweisen. Hier ist in Anlehnung an ZTV E-StB 17 die Verwendung von nicht bindigen Böden mit einem Feinkornanteil  $< 5,0\%$  Masse-% zu empfehlen.

Die Arbeitsraumverfüllung ist hier bis zur Unterkante des frostsicheren Oberbaus bzw. bei einer Verfüllung mit nicht bindigen Böden bis zur Unterkante der Tragschicht auszuführen. Frostschutzschichten und Tragschichten sind aus Kies-Sanden (z. B. 0/32) und / oder Mineralgemisch (z. B. 0/45) herzustellen.

## **11 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen**

Der vorliegende Geotechnische Bericht wurde im Auftrag der Gemeinde Leopoldshöhe für die Erschließung des Neubaugebietes 'Brunsheide' in Leopoldshöhe erstellt.

Die Baugrunderkundung ergab oberflächennah zunächst anthropogene Böden und Baustoffe differenzierter Beschaffenheit und Mächtigkeit. Als geogen gebildete Böden stehen im Baugebiet zunächst weich- bis steifkonsistente Lehmböden an, die von locker bis mitteldicht gelagerten, nicht bindigen, z. T. auch bindigen Sanden unterlagert werden. Die Sandböden sind insbesondere im mittleren und nordöstlichen Bereich des Erschließungsgebietes ausgebildet. Unter den Sanden bzw. stellenweise unter den Lehmböden steht bereits oberflächennah das Festgestein aus verwitterten, zur Tiefe nur noch angewitterten Tonsteinen an.

Im Baugebiet ist somit für die oberflächennah anstehenden Lehm- und Sandböden eine bedingte bis ausreichende Tragfähigkeit und mit zunehmender Tiefe im Felsersatz und Fels eine gute bis sehr gute Tragfähigkeit gegeben.

Grundwasser wurde in Form von Schichtwasser in den nicht bindigen Sanden und bereichsweise im Felsersatz aufgeschlossen. Für den Bau nicht unterkellerten Gebäude werden bauzeitliche, offene Wasserhaltungen ausreichend sein. Auch für den Kanalbau sollte mit Aushubtiefen bis etwa 2 m unter OK Gelände eine offene Wasserhaltung ausreichend sein. Für unterkellerte Gebäude können ggf. aufwendigere Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

Der Asphalt aus dem Wagentrönsweg ist als Ausbauasphalt in die Verwertungsklasse A einzustufen. Die anthropogenen Böden und Baustoffe sind nach LAGA TR Boden in die Einbauklasse Z 2 einzustufen und damit nur für einen geschlossenen Wiedereinbau geeignet. Die geogen gebildeten Lehm- und Sandböden im Baugebiet sind verwertungstechnisch uneingeschränkt zum Wiedereinbau geeignet. Das verwitterte bis angewitterte Festgestein aus Rhät-Tonsteinen ist nur für einen eingeschränkten, offenen Wiedereinbau bei günstigen Grundwasserverhältnissen geeignet.

Nach DepV sind die aufgefüllten Böden und Baustoffe in die Deponieklasse DK I einzustufen. Die umgelagerten Lehmböden und das Festgestein sind aufgrund erhöhter Organik in die Deponieklasse DK II einzustufen. Nach Verifizierung der Organik kann ggf. eine Einstufung in die Deponieklasse DK 0 erfolgen. Die geogen gebildeten Böden sind abfalltechnisch in die Deponieklasse DK 0 einzustufen.

Eine gezielte Versickerung von Niederschlagswasser ist im Baugebiet aufgrund der überwiegend sehr gering durchlässigen Böden nicht praktikabel.

Die beschriebenen Boden- und Grundwasserverhältnisse beziehen sich auf die punktuell im Gelände hergestellten Bohrungen. Außerhalb des Homogenbereichs der Bohrpunkte können ggf. abweichende Untergrundverhältnisse vorliegen.

Nach DIN EN 1997-1 sind die Beschreibung und die geotechnischen Eigenschaften des Baugrundes während der Bauausführung zu kontrollieren. Sollten die Boden- und Grundwasserverhältnisse von den hier beschriebenen Verhältnissen abweichen, kann ggf. eine Anpassung der Empfehlungen durch den Baugrundsachverständigen erforderlich werden. In diesem Fall sollte der Baugrundsachverständige rechtzeitig angefordert werden.

Für Themen die im vorliegenden geotechnischen Bericht nicht behandelt wurden ist eine gesonderte Stellungnahme anzufordern, die u. U. weitere Untersuchungen erfordern kann.

**JoKo GeoBeratung – HERTEL & SCHOLONEK**  
Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB



---

Kornelia Scholonek, M. Sc.  
(Projektleiterin)



---

Johanna Hertel, M. Sc.

## Literaturverzeichnis

- Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004.
- Arbeitsblatt DWA-A 138 (April 2005), Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2. Auflage (April 2006), Hennef.
- BauGB (2020): Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.09.2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Gesetz vom 27.03.2020 (BGBl. I S. 587) m.W.v. 28.03.2020.
- BBodSchV (1999), Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung – BGBl. I S. 1554 idF der Bekanntmachung vom 12. Juli 1999, zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).
- DAfStb-Richtlinie (2017-12), Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Berlin.
- DIN 1054:2010-12, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.
- DIN 1055-2:2010-11, Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngrößen.
- DIN 18125-2:1999-08, Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 2: Feldversuche.
- DIN 18127:1997-11, Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Proctorversuch.
- DIN 18128:2002-12, Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes.
- DIN 18130-1:1998-05, Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes - Teil 1: Laborversuche [zurückgezogen].
- DIN 18134:2012-04, Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch.
- DIN 18196:2011-05, Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
- DIN 18300:2019-09, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten.
- DIN 18303:2016-09, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Verbauarbeiten.
- DIN 18304:2019-09, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten.
- DIN 18305:2016-09, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Wasserhaltungsarbeiten.
- DIN 18533-1:2017-07, Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze.
- DIN 4017:2006-03, Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen.
- DIN 4019:2015-05, Baugrund - Setzungsberechnungen.
- DIN 4020:2010-12, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2.
- DIN 4022-1:1987-09, Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernteten Proben im Boden und im Fels [zurückgezogen].
- DIN 4023:2006-02, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen.
- DIN 4084:2009-01, Baugrund - Geländebrucharbeiten.
- DIN 4094-4:2002-01, Baugrund - Felduntersuchungen - Teil 4: Flügelscherversuche.
- DIN 4095:1990-06, Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung.
- DIN 4124:2012-01, Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.
- DIN EN 12063:1999-05, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Spundwandkonstruktionen.
- DIN EN 1610:2015-12, Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen.
- DIN EN 1997-1:2014-03, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln.
- DIN EN 1997-2:2010-10, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.
- DIN EN ISO 14688-1:2018-05, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2017).
- DIN EN ISO 14688-2:2018-05, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2017).
- DIN EN ISO 17892-1:2015-03, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014).

- DIN EN ISO 17892-2:2015-03, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens (ISO 17892-2:2014).
- DIN EN ISO 17892-4:2017-04, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO 17892-4:2016).
- DIN EN ISO 17892-7:2018-05, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 7: Einaxialer Druckversuch (ISO 17897-7:2017).
- DIN EN ISO 17892-8:2018-07, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 8: Unkonsolidierter undrännierter Triaxialversuch (ISO 17897-8:2018).
- DIN EN ISO 17892-12:2018-10, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen (ISO 17897-12:2018).
- DIN EN ISO 22475-1:2007-01, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006).
- DIN EN ISO 22476-2:2012-03, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005 + Amd 1:2011).
- EAB (2012), Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, 5. Auflage. Berlin.
- EAU (2012), Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasserstraßen, 11. Auflage, Berlin.
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen Blatt 3818 Herford (1995), Maßstab 1:25.000, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
- FGSV 499: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, RStO 12 (2012), Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Köln.
- FGSV 591: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, TP BF-StB, Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau, Stand: 03/2016, Köln.
- FGSV 591: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Kommission Kommunale Straßen, TP BF-StB B 8.3 (2012), Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau Teil B 8.3: Dynamischer Plattendruckversuch mit Leichtem Fallgewichtsgerät.
- FGSV 597: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, TL BuB E-StB 09 (2009), Technische Lieferbedingungen für Böden und Baustoffe im Erdbau des Straßenbaus, Köln.
- FGSV 599: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, ZTV E-StB 17 (2017), Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Köln.
- FGSV 610: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, TP Gestein-StB, Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Stand: 03/2018, Köln.
- FGSV 613: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, TL Gestein-StB 04 (2004), Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Fassung 2018, Köln.
- FGSV 616/3: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, M RC (2019), Merkblatt über den Einsatz von rezyklierten Baustoffen im Erd- und Straßenbau, Köln.
- FGSV 618/1: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, M FP (2015), Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie für Einfassungen, Köln.
- FGSV 618/2: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, M FPgeb (2018), Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung, Köln.
- FGSV 643: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, TL Pflaster-StB 06/15 (2006), Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen, Fassung 2015, Köln.
- FGSV 697: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, TL SoB-StB 20 (2020), Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Köln.
- FGSV 698: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen, ZTV SoB-StB 20 (2020), Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Köln.
- FGSV 699: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, ZTV Pflaster-StB 06 (2006), Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen, Köln.
- FGSV 749: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen, TL AG-StB 09 (2009), Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat, Köln.
- FGSV 754: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen, M WA (2013), Merkblatt für die Wiederverwendung von Asphalt, Köln.

FGSV 795: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Arbeitsgruppe Asphalt, RuVA-StB 01 (2001), Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, Fassung 2005, Köln.

FGSV 976: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Kommission Kommunale Straßen, ZTV A-StB 97/06 (1997), Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, Fassung 2006, Köln [ersetzt durch ZTV A-StB 12].

FGSV 976: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - Kommission Kommunale Straßen, ZTV A-StB 12 (2012), Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, Köln.

Floss, Rudolf (2019): Handbuch ZTV E-StB - Kommentar und Kompendium Erdbau | Felsbau | Landschaftsschutz für Verkehrswege, 5. Auflage, Bonn.

Gemeinschaftspublikation DIN EN 1610 (2015) und DWA-A 139 (2019), Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, 1. Auflage (März 2019), Hennef.

Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen Blatt C 3918 Minden (1981), Maßstab 1:1.000.000, mit Erläuterungen (1982), Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.

Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen Blatt 3918 Bad Salzuflen (1977), Maßstab 1:25.000, mit Erläuterungen (1978), Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2020): Teerhaltiger Straßenaufbruch und Ausbaupasphalt, Erkennung - Umgang - Entsorgung (LANUV-Arbeitsblatt 47), Recklinghausen.

Land NRW, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021): GEOportal.NRW, <https://www.geoportal.nrw>, 24.08.2021.

Lohmeyer, Gottfried; Ebeling, Karsten (2018), Weisse Wannen einfach und sicher. Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton, 11. Auflage, Düsseldorf.

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2021): ELWAS-WEB, <https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/>, 24.08.2021.

Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln - Allgemeiner Teil, Endfassung vom 06.11.2003.

Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 32, LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von Abfällen, Stand Mai 2019.

Prinz, Helmut; Strauß, Roland (2011), Ingenieurgeologie, 5. Auflage, Heidelberg.

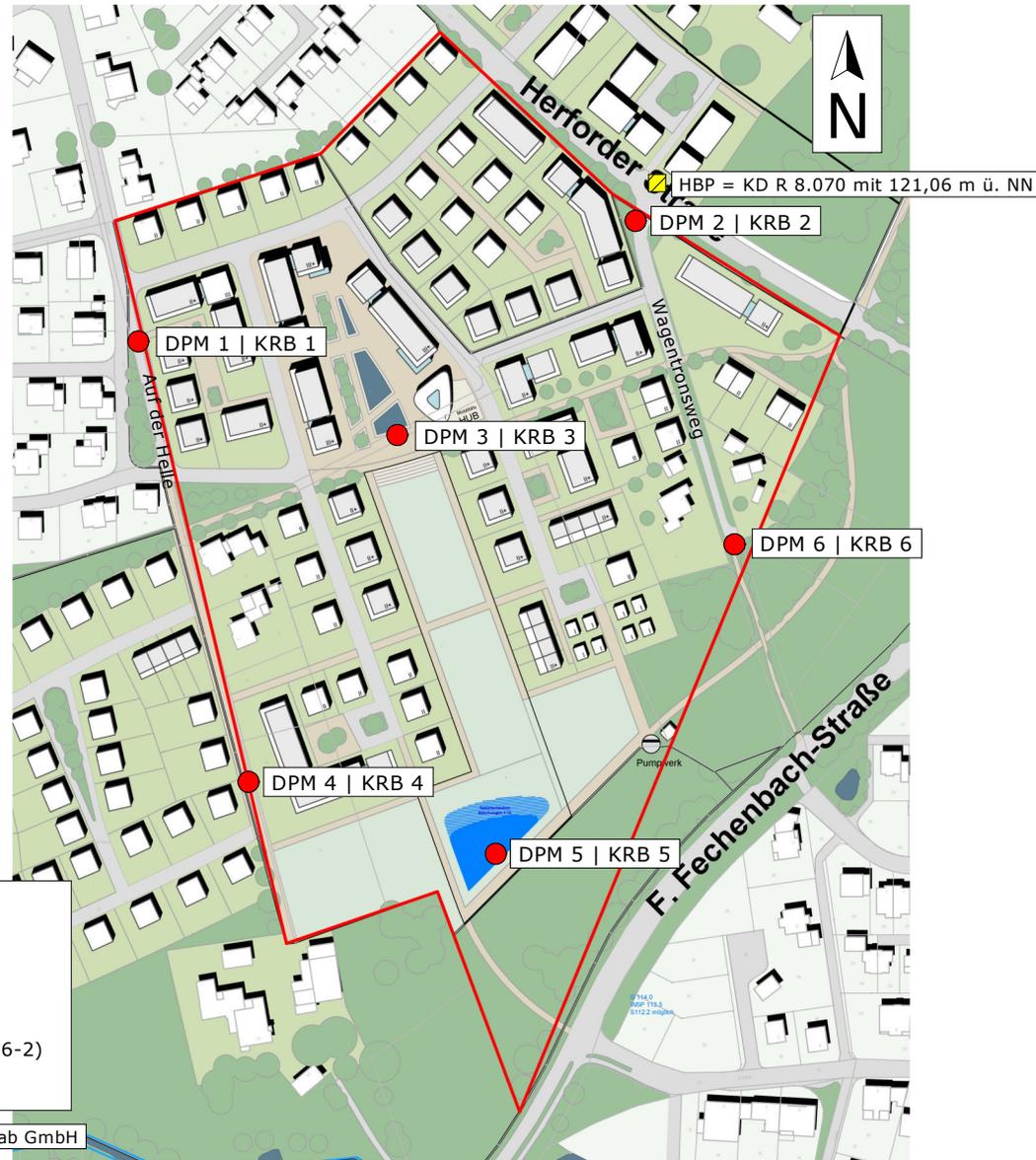
Türke, Henner (1999), Statik im Erdbau, 3. Auflage, Berlin.

Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV), Ausfertigungsdatum: 10.12.2001, zuletzt geändert durch Art. 1 v. 30.06.2020 I 1533.

Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), Ausfertigungsdatum: 27.04.2009, zuletzt geändert durch Art. 2 v. 30.06.2020 I 1533.

VOB (2012 und 2019), Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Im Auftrag des Deutschen Vergabe- und Vertragsausschusses für Bauleistungen, Berlin.

# Anlage 1



### Legende

● Bohrpunkt

■ HBP = Höhenbezugspunkt; KD = Kanaldeckel

DPM = mittelschwere Rammsondierung (DIN EN ISO 22476-2)

KRB = Kleinrammbohrung (DIN EN ISO 22475-1)

Quelle: Lageplan, zur Verfügung gestellt vom Ingenieurbüro Kindsgrab GmbH

# Anlage 2

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK AG: Gemeinde Leopoldshöhe Kleinrammbohrverfahren Datum: 07.07.2021 Durchmesser: 40 - 50 mm Projekt: Erschließung 'Brunsheide' Leopoldshöhe		<b>Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1          und DIN EN ISO 14689</b>			Anlage: 2.1 Aufschluss: KRB 1 Projektnr: PR21104		 <small>GRUND ZUM BAUEN</small>
		Name des qualifizierten Technikers: T. Jording					
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Genese (Ablagerung) Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt  o kalkfrei + kalkhaltig ++ stark kalkhaltig	Beschreibung der Probe  - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Nr  - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung/Spülung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge	
0.35	Mineralgemisch, sandig (Befestigung)	braungrau - hellgrau	mitteldicht gelagert	mittelschwer bohrbar - schwer bohrbar	1-1/0.35	schwach feucht	
	vereinzelt Ziegelbruch	++					
	anthropogen Holozän						
0.60	Schluff, stark sandig, schwach tonig (umgelagerter Boden)	braun - dunkelgraubraun	steif	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	1-2/0.60	feucht	
	vereinzelt Ziegelbruch und Pflanzenreste	+					
	anthropogen Holozän						
1.20	Schluff, feinsandig, schwach tonig (Lößlehm)	hellbraun	weich - steif	leicht bohrbar	1-3/1.20	stark feucht	
		o					
	äolisch Pleistozän						
1.30	Ton, stark schluffig, schwach sandig (Verwitterungslehm)	hellgraubraun	vollständig verwittert, halbfest	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	1-4/1.30	schwach feucht - feucht	
	zu Boden verwitterter Tonstein	o					
	verwittert Pleistozän - Oberer Keuper						
2.80	Tonstein (Felszersatz)	schwarzgrau	mäßig verwittert - stark verwittert	mittelschwer bohrbar	1-5/2.00 1-6/2.80	schwach feucht - feucht	
		o					
	diagenetisch Oberer Keuper						
3.20	Tonstein (Festgestein)	schwarzgrau	angewittert - schwach verwittert	schwer bohrbar - sehr schwer bohrbar Abbruch bei 3.20 m u. GOK	1-7/3.20	schwach feucht	
		o				Bohrloch offen bis 3.00 m u. GOK	
	diagenetisch Oberer Keuper						

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK AG: Gemeinde Leopoldshöhe Kleinrammbohrverfahren Datum: 07.07.2021 Durchmesser: 40 - 50 mm Projekt: Erschließung 'Brunsheide' Leopoldshöhe		<b>Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1          und DIN EN ISO 14689</b>			Anlage: 2.2 Aufschluss: KRB 2 Projektnr: PR21104		 <small>GRUND ZUM BAUEN</small>
		Name des qualifizierten Technikers: T. Jording					
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Genese (Ablagerung) Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt o kalkfrei + kalkhaltig ++ stark kalkhaltig	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge	
0.16	Asphalt (Straßenbelag)	grauschwarz			2-1/0.16		
	anthropogen Holozän						
0.40	Mineralgemisch (Tragschicht)	hellgrau	mitteldicht gelagert	schwer bohrbar	2-2/0.40	schwach feucht	
	anthropogen Holozän	++					
0.60	Sand, stark kiesig (Frostschutzschicht)	graubraun	mitteldicht gelagert	mittelschwer bohrbar	2-3/0.60	schwach feucht - feucht	
	anthropogen Holozän	++					
0.95	Schluff, sandig, schwach tonig (umgelagerter Boden)	braungrau	steif	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	2-4/0.95	feucht	
	vereinzelt Pflanzenreste anthropogen Holozän	o					
1.55	Schluff, feinsandig, schwach tonig (Lößlehm)	hellgraubraun	steif	leicht bohrbar	2-5/1.55	feucht - stark feucht	
	äolisch Pleistozän	o					
1.80	Sand, schwach schluffig (Schmelzwassersand)	braun	locker gelagert	leicht bohrbar	2-6/1.80	stark feucht	
	glazifluviatil Pleistozän	o					



JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK AG: Gemeinde Leopoldshöhe Kleinrammbohrverfahren Datum: 06.07.2021 Durchmesser: 40 - 50 mm Projekt: Erschließung 'Brunsheide' Leopoldshöhe	<b>Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1          und DIN EN ISO 14689</b>	Anlage: 2.4 Aufschluss: KRB 3 Projektnr: PR21104
--	---	--



Name des qualifizierten Technikers: T. Jording

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Genese (Ablagerung) Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt  o kalkfrei + kalkhaltig ++ stark kalkhaltig	Beschreibung der Probe  - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Nr  - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung/Spülung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge
0.25	Feinsand, schluffig, schwach tonig, humos (Mutterboden)	dunkelbraun	steif	leicht bohrbar	3-1/0.25	schwach feucht
	durchwurzelt	+				
	anthropogen Holozän					
0.50	Mineralgemisch, stark sandig, schwach schluffig (Auffüllung)	braungrau	locker gelagert - mitteldicht gelagert	leicht bohrbar	3-2/0.50	schwach feucht
		++				
	anthropogen Holozän					
0.70	Schluff, feinsandig, schwach tonig (umgelagerter Boden)	braun	steif	leicht bohrbar	3-3/0.70	schwach feucht
	vereinzelt Kies	o				
	anthropogen Holozän					
1.20	Schluff, feinsandig, schwach tonig (Lößlehm)	gelbbraun	weich - steif	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	3-4/1.20	stark feucht
		o				
	äolisch Pleistozän					
3.20	Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig (Schmelzwassersand)	hellbraun	locker gelagert	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	3-5/2.30 3-6/3.20	stark feucht - nass, GW angebohrt (2.30)
	mit Schlufflinsen	o				
	glazifluviatil Pleistozän					
3.40	Sand (Schmelzwassersand)	hellbraun	mitteldicht gelagert	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	3-7/3.40	nass
		o				
	glazifluviatil Pleistozän					



JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK AG: Gemeinde Leopoldshöhe Kleinrammbohrverfahren Datum: 07.07.2021 Durchmesser: 40 - 50 mm Projekt: Erschließung 'Brunsheide' Leopoldshöhe	<b>Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1          und DIN EN ISO 14689</b>		Anlage: 2.6	 <small>GRUND ZUM BAUEN</small>
			Aufschluss: KRB 4	
			Projektnr: PR21104	

Name des qualifizierten Technikers: T. Jording

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Genese (Ablagerung) Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt o kalkfrei + kalkhaltig ++ stark kalkhaltig	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.05	Sand, schwach schluffig, stark humos (Mutterboden)	dunkelbraun	mitteldicht gelagert	leicht bohrbar	4-1/0.05	feucht
	vereinzelt Betonbruch	++				
	anthropogen Holozän					
0.20	Sandstein-Zersatz (Auffüllung)	hellbraun	mitteldicht gelagert	mittelschwer bohrbar	4-2/0.20	schwach feucht
		o				
	anthropogen Holozän					
0.25	Mineralgemisch (Auffüllung)	hellgrau	mitteldicht gelagert	mittelschwer bohrbar	4-3/0.25	schwach feucht
		++				
	anthropogen Holozän					
0.45	Sand, schwach kiesig, mit Schlacke (Auffüllung)	schwarzgrau	locker gelagert	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	4-4/0.45	feucht
	vereinzelt Ziegelbruch	++				
	anthropogen Holozän					
1.20	Schluff, feinsandig, schwach tonig (Lößlehm)	hellbraun	weich - steif	leicht bohrbar	4-5/1.20	stark feucht
		o				
	äolisch Pleistozän					
1.60	Sand, schwach schluffig - schluffig (Schmelzwassersand)	hellbraun	locker gelagert	leicht bohrbar	4-6/1.60	stark feucht
		o				
	glazifluviatil Pleistozän					

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK AG: Gemeinde Leopoldshöhe Kleinrammbohrverfahren Datum: 07.07.2021 Durchmesser: 40 - 50 mm Projekt: Erschließung 'Brunsheide' Leopoldshöhe	<b>Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1          und DIN EN ISO 14689</b>		Anlage: 2.7	 GRUND ZUM BAUEN
			Aufschluss: KRB 4	
	Projekt: Erschließung 'Brunsheide' Leopoldshöhe	Name des qualifizierten Technikers: T. Jording		

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Genese (Ablagerung) Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt o kalkfrei + kalkhaltig ++ stark kalkhaltig	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
2.00	Sand, tonig, schluffig (Schmelzwassersand)	hellbraun	steif	mittelschwer bohrbar	4-7/1.90 4-8/2.00	feucht
	glazifluviatil Pleistozän	o				
2.10	Sand (Schmelzwassersand)	hellbraun	locker gelagert	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	4-9/2.10	stark feucht
	glazifluviatil Pleistozän	o				
2.90	Ton, schluffig (Verwitterungslehm)	braungrau	vollständig verwittert, halbfest	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	4-10/2.90	schwach feucht - feucht
	zu Boden verwitterter Tonstein  verwittert Pleistozän - Oberer Keuper	o				
3.30	Tonstein (Felszersatz)	braungrau	mäßig verwittert - stark verwittert	mittelschwer bohrbar - schwer bohrbar	4-11/3.30	schwach feucht - feucht
	diagenetisch Oberer Keuper	o				
3.70	Tonstein (Festgestein)	dunkelgrau	angewittert - schwach verwittert	schwer bohrbar Abbruch bei 3.70 m u. GOK	4-12/3.70	schwach feucht
	diagenetisch Oberer Keuper	o				Bohrloch offen bis 3.70 m u. GOK

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK

AG: Gemeinde Leopoldshöhe

Kleinrammbohrverfahren Datum: 06.07.2021

Durchmesser: 40 - 50 mm

Projekt: Erschließung 'Brunsheide' Leopoldshöhe

## Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689

Anlage: 2.8



Aufschluss: KRB 5

Projektnr: PR21104

Name des qualifizierten Technikers: T. Jording

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Genese (Ablagerung) Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt o kalkfrei + kalkhaltig ++ stark kalkhaltig	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.55	Schluff, sandig, schwach tonig, schwach humos (umgelagerter Boden)	braun	weich - steif	leicht bohrbar	5-1/0.55	feucht - stark feucht
	anthropogen Holozän	o				
1.85	Schluff, feinsandig, schwach tonig (Lößlehm)	hellgraubraun	weich - steif	leicht bohrbar	5-2/1.00 5-3/1.70	feucht - stark feucht
	äolisch Pleistozän	o			5-4/1.85	
1.90	Sand, schluffig, schwach tonig (Schmelzwassersand)	grau	weich - steif	leicht bohrbar	5-5/1.90	nass, GW angebohrt (1.85), GW eingemessen (1.50)
	glazifluviatil Pleistozän	o				
3.10	Tonstein (Felszersatz)	schwarzgrau	mäßig verwittert - stark verwittert	schwer bohrbar	5-6/3.10	nass
	diagenetisch Oberer Keuper	o				
3.50	Tonstein (Festgestein)	schwarzgrau	angewittert - schwach verwittert	sehr schwer bohrbar Abbruch bei 3.50 m u. GOK	5-7/3.50	feucht - stark feucht
	diagenetisch Oberer Keuper	o				Bohrloch offen bis 3.30 m u. GOK

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK AG: Gemeinde Leopoldshöhe Kleinrammbohrverfahren Datum: 06.07.2021 Durchmesser: 40 - 50 mm Projekt: Erschließung 'Brunsheide' Leopoldshöhe		<b>Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1          und DIN EN ISO 14689</b>			Anlage: 2.9 Aufschluss: KRB 6 Projektnr: PR21104		 <small>GRUND ZUM BAUEN</small>
		Name des qualifizierten Technikers: T. Jording					
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Genese (Ablagerung) Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt  o kalkfrei + kalkhaltig ++ stark kalkhaltig	Beschreibung der Probe  - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Nr  - Tiefe	Bemerkungen  - Wasserführung/Spülung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge	
0.05	Sand, schluffig, humos (Mutterboden)	dunkelbraun	weich - steif	sehr leicht bohrbar	6-1/0.05	stark feucht	
	durchwurzelt	++					
	anthropogen Holozän						
0.25	Mineralgemisch, stark sandig (Auffüllung)	graubraun	mitteldicht gelagert	leicht bohrbar	6-2/0.25	feucht	
	vereinzelt Ziegel- und Betonbruch	++					
	anthropogen Holozän						
0.50	Sand, schluffig, schwach tonig (Auffüllung)	graubraun	steif	leicht bohrbar	6-3/0.50	feucht	
	vereinzelt Ziegelbruch	++					
	anthropogen Holozän						
0.65	Schluff, feinsandig, schwach tonig (umgelagerter Boden)	graubraun	steif	leicht bohrbar	6-4/0.65	feucht	
	vereinzelt Kies	+					
	anthropogen Holozän						
0.80	Schluff, feinsandig, schwach tonig (Lößlehm)	hellbraun	steif	leicht bohrbar	6-5/0.80	feucht	
		o					
	äolisch Pleistozän						
1.75	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig (Grundmoräne)	braungrau	steif	mittelschwer bohrbar - schwer bohrbar	6-6/1.00 6-7/1.75	schwach feucht - feucht	
		o					
	glaziär Pleistozän						



# Anlage 3

NNW

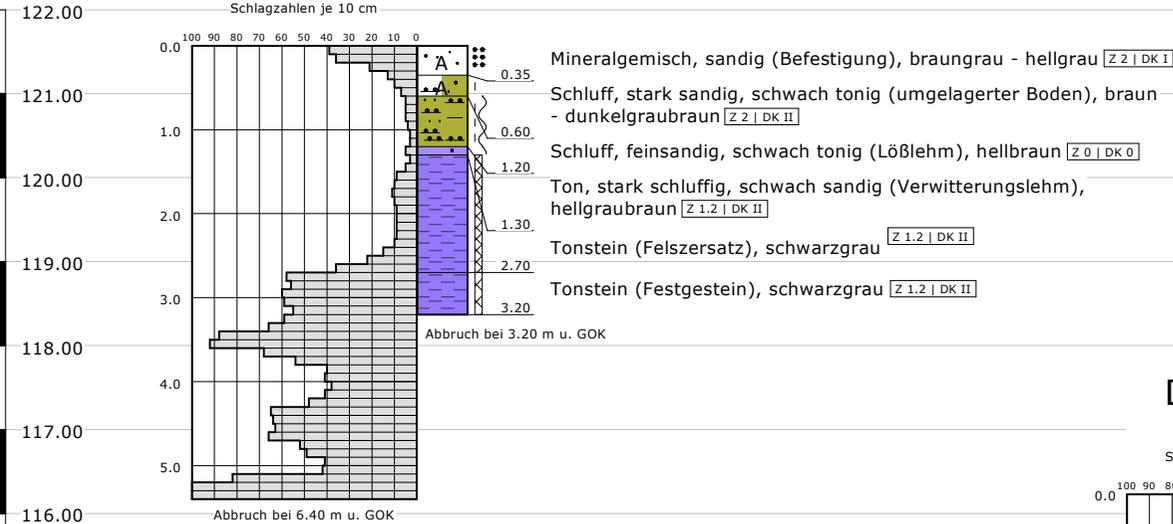
SSE

## DPM 1 | KRB 1

121,57 m | 121,57 m

m ü. NN

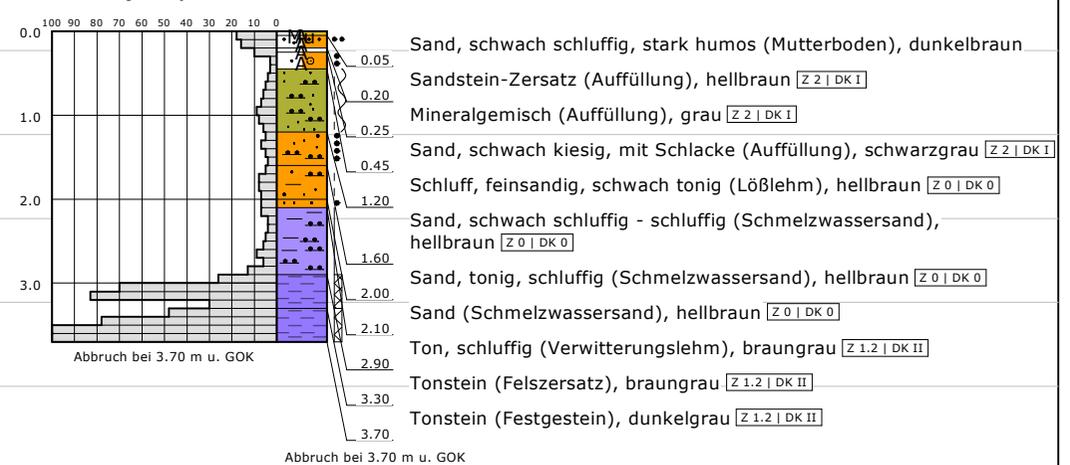
Schlagzahlen je 10 cm



## DPM 4 | KRB 4

116,23 m | 116,23 m

Schlagzahlen je 10 cm



### Legende

	halbfest		Tonstein		Mutterboden		Ton
	steif		Sandstein		Sand		Schluff
	weich - steif		Auffüllung				
	locker bis sehr locker						
	mitteldicht						
	schwach verwittert						
	mäßig bis stark verwittert						

DPM = mittelschwere Rammsondierung (DIN EN ISO 22476-2)  
KRB = Kleinrammbohrung (DIN EN ISO 22475-1)

[Z 0 - Z 2] Einbauklasse nach LAGA TR Boden  
[DK 0 - DK III] Deponieklasse nach DepV

NNW

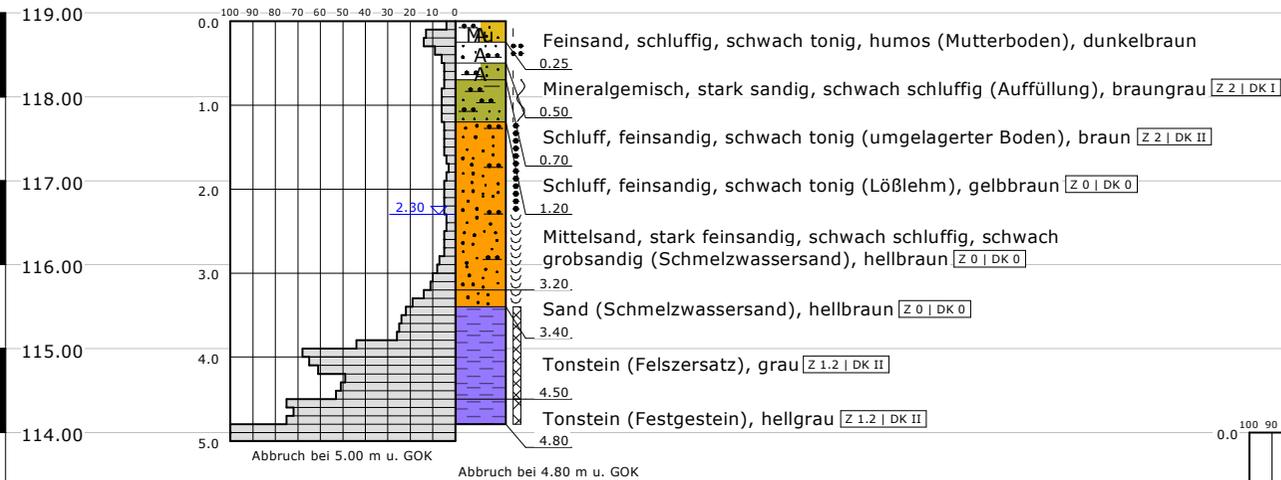
SSE

## DPM 3 | KRB 3

118,90 m | 118,90 m

m ü. NN

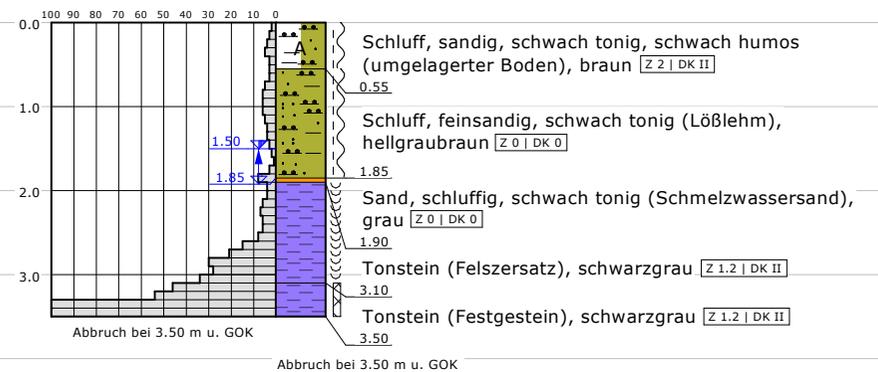
Schlagzahlen je 10 cm



## DPM 5 | KRB 5

114,00 m | 114,00 m

Schlagzahlen je 10 cm



### Legende

- steif
- weich - steif
- nass
- locker bis sehr locker
- mitteldicht
- schwach verwittert
- mäßig bis stark verwittert

- Tonstein
- Auffüllung
- Mutterboden
- Mittelsand
- Sand
- Schluff

DPM = mittelschwere Rammsondierung (DIN EN ISO 22476-2)  
KRB = Kleinrammbohrung (DIN EN ISO 22475-1)

[Z 0 - Z 2] Einbauklasse nach LAGA TR Boden

[DK 0 - DK III] Deponieklasse nach DepV

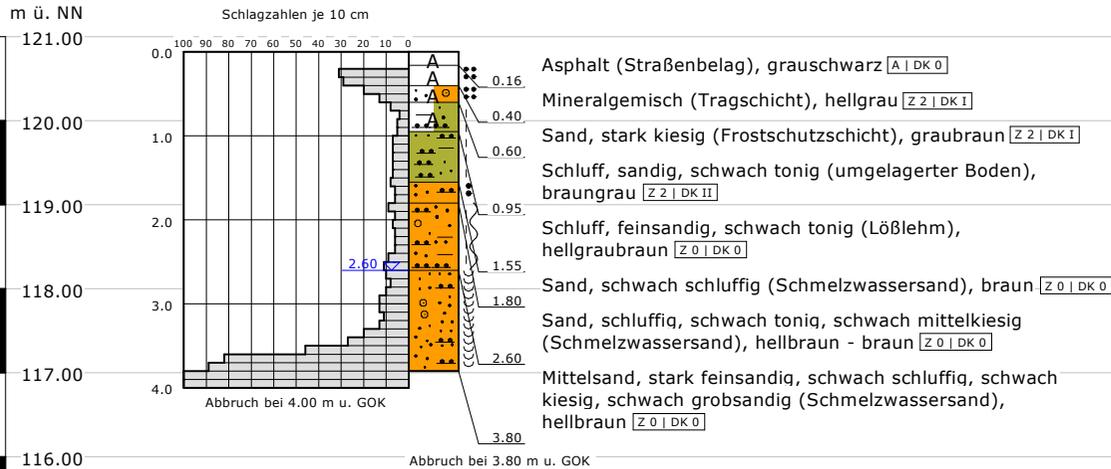
NNW

SSE

## DPM 2 | KRB 2

120,82 m | 120,82 m

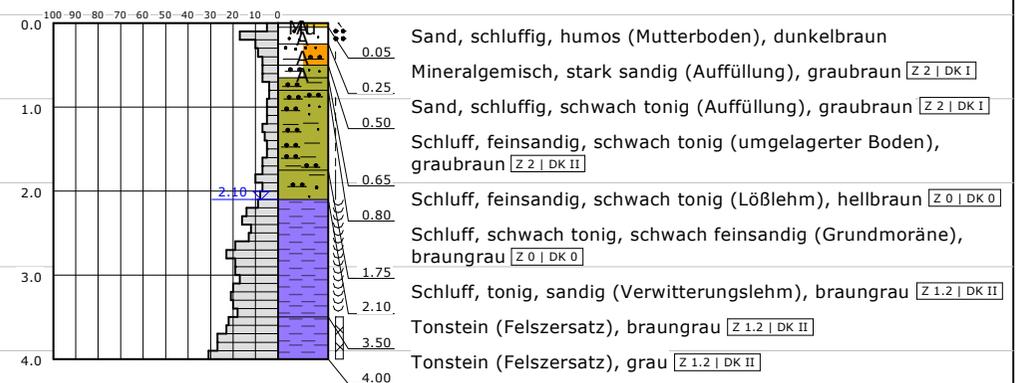
Schlagzahlen je 10 cm



## DPM 6 | KRB 6

117,90 m | 117,90 m

Schlagzahlen je 10 cm



### Legende

halbfest	Tonstein	Mittelsand
steif	A Auffüllung	Sand
weich - steif	Mu Mutterboden	Schluff
weich		
nass		
locker bis sehr locker		
mitteldicht		
schwach verwittert		

DPM = mittelschwere Rammsondierung (DIN EN ISO 22476-2)  
KRB = Kleinrammbohrung (DIN EN ISO 22475-1)

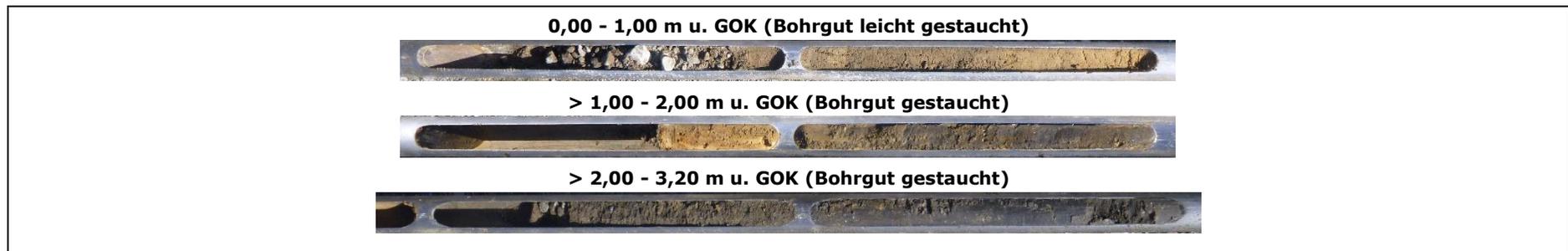
A - C Verwertungsklasse nach RuVA-StB  
Z 0 - Z 2 Einbauklasse nach LAGA TR Boden  
DK 0 - DK III Deponieklasse nach DepV

# Anlage 4

## Fotodokumentation



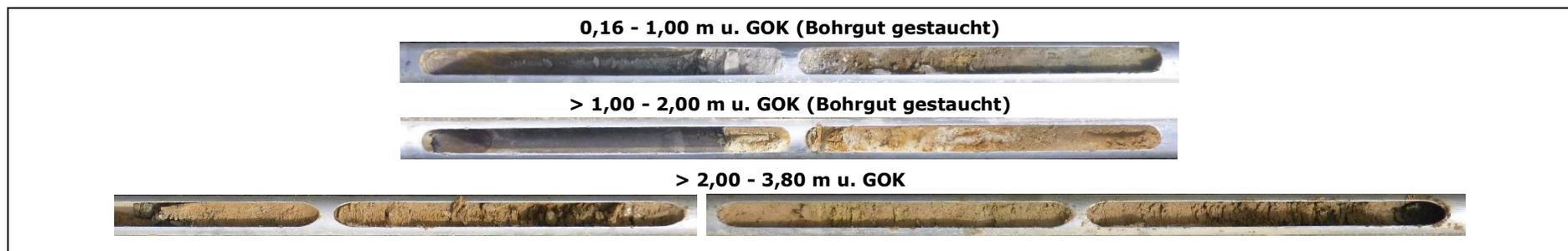
**Abb. 1: Bohrpunkt DPM 1 | KRB 1 - Blickrichtung Südsüdost**



**Abb. 2: Bohrgut aus KRB 1**



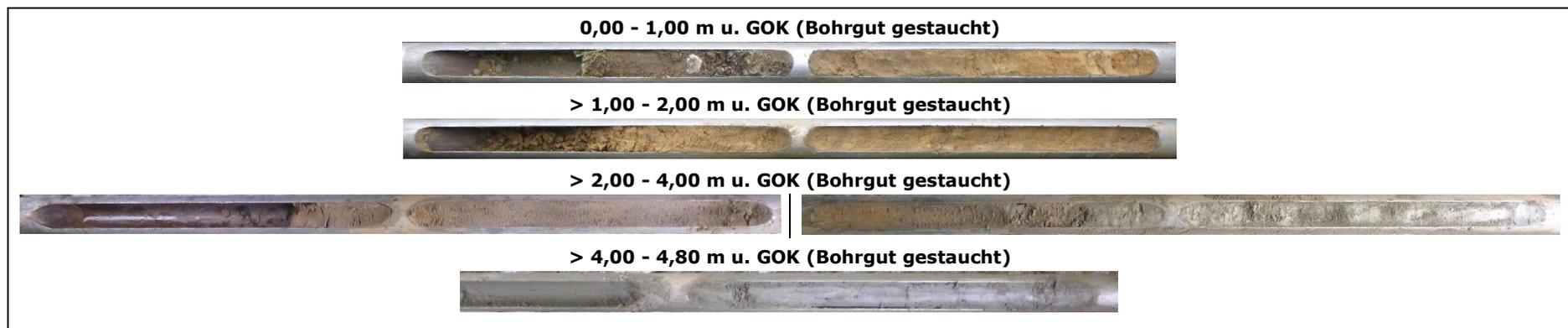
**Abb. 3: Bohrpunkt DPM 2 | KRB 2 - Blickrichtung Nordwest**



**Abb. 4: Bohrgut aus KRB 2**



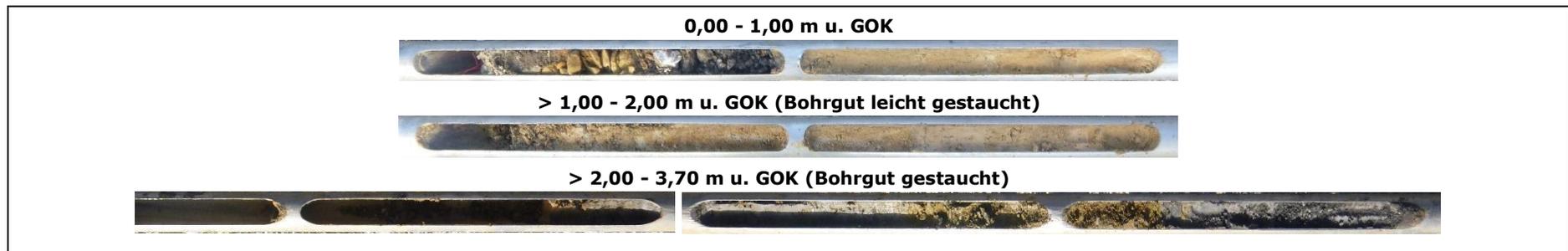
**Abb. 5: Bohrpunkt DPM 3 | KRB 3 - Blickrichtung Westsüdwest**



**Abb. 6: Bohrgut aus KRB 3**



**Abb. 7: Bohrpunkt DPM 4 | KRB 4 - Blickrichtung Südsüdost**



**Abb. 8: Bohrgut aus KRB 4**



**Abb. 9: Bohrpunkt DPM 5 | KRB 5 - Blickrichtung Südsüdost**



**Abb. 10: Bohrgut aus KRB 5**



**Abb. 11: Bohrpunkt DPM 6 | KRB 6 - Blickrichtung Südsüdost**



**Abb. 12: Bohrgut aus KRB 6**

# Anlage 5

# Körnungslinie

Gemeinde Leopoldshöhe  
 Baugrunderkundung zur Erschließung  
 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt: PR21104

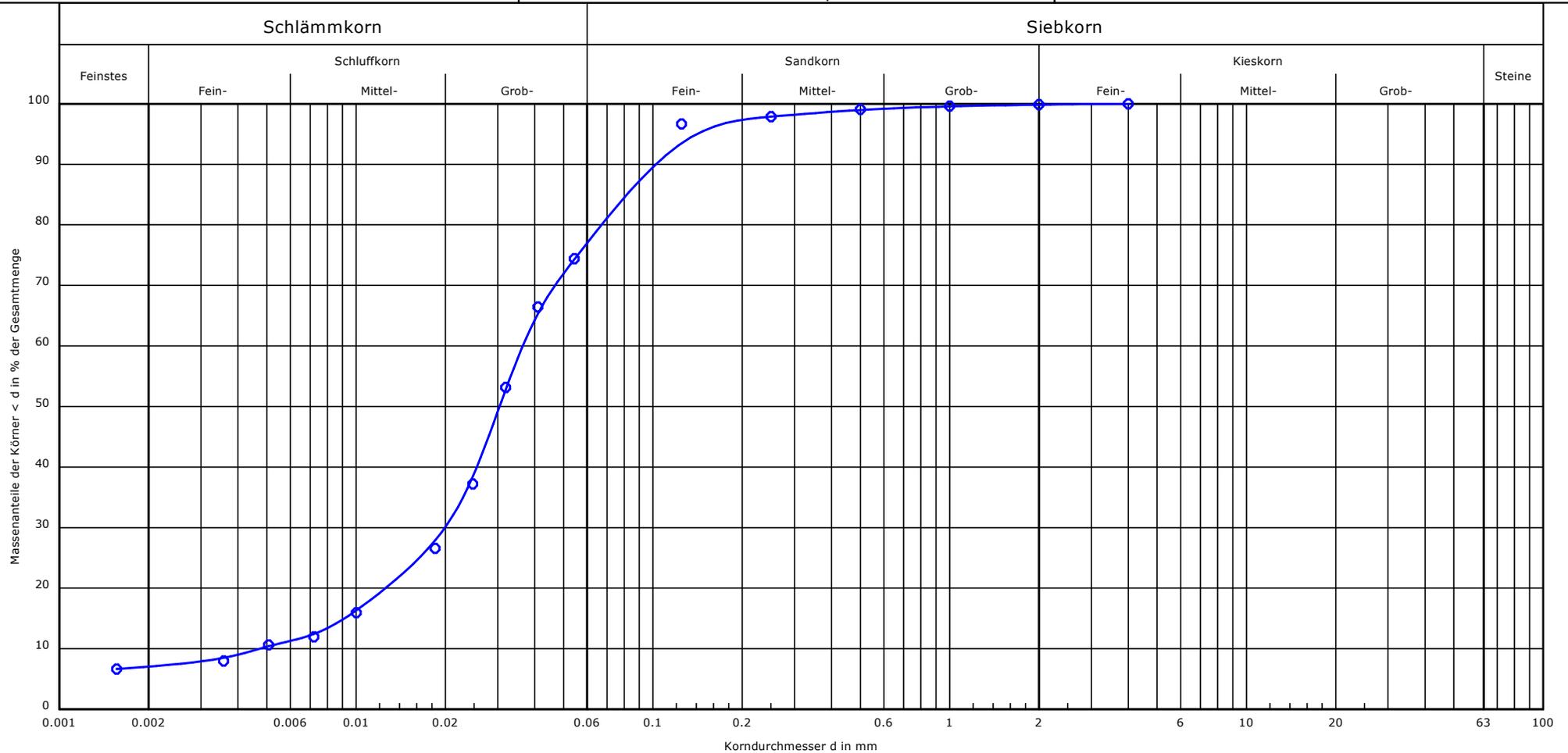
Probe entnommen am: 07.07.2021

Art der Entnahme: KRB (Güteklasse 3)

Arbeitsweise: Sieb- / Schlämmanalyse (DIN EN ISO 17892-4)

Bearbeiter: K. Scholonek, M. Sc.

Datum: 12.08.2021



Bezeichnung:	KRB 1-3	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s] nach:	Anlage: 5.1
Tiefe:	0,60 - 1,20 m		
Bodenart (DIN 4022):	U, fs, t'	Hazen: -	Beyer: -
Bodenart (DIN 14688-1):	cl' ms if sa CSi	USBR: $1,53 \times 10^{-7}$	Seelheim: -
Cu/Cc	7.7/2.3	Seiler: $3,50 \times 10^{-7}$	Zieschang: -
T/U/S/G [%]:	7.1/71.2/21.6/0.2		
Bodengruppe:	UL		
Frostsicherheit:	F3		

# Körnungslinie

Gemeinde Leopoldshöhe  
 Baugrunderkundung zur Erschließung  
 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt: PR21104

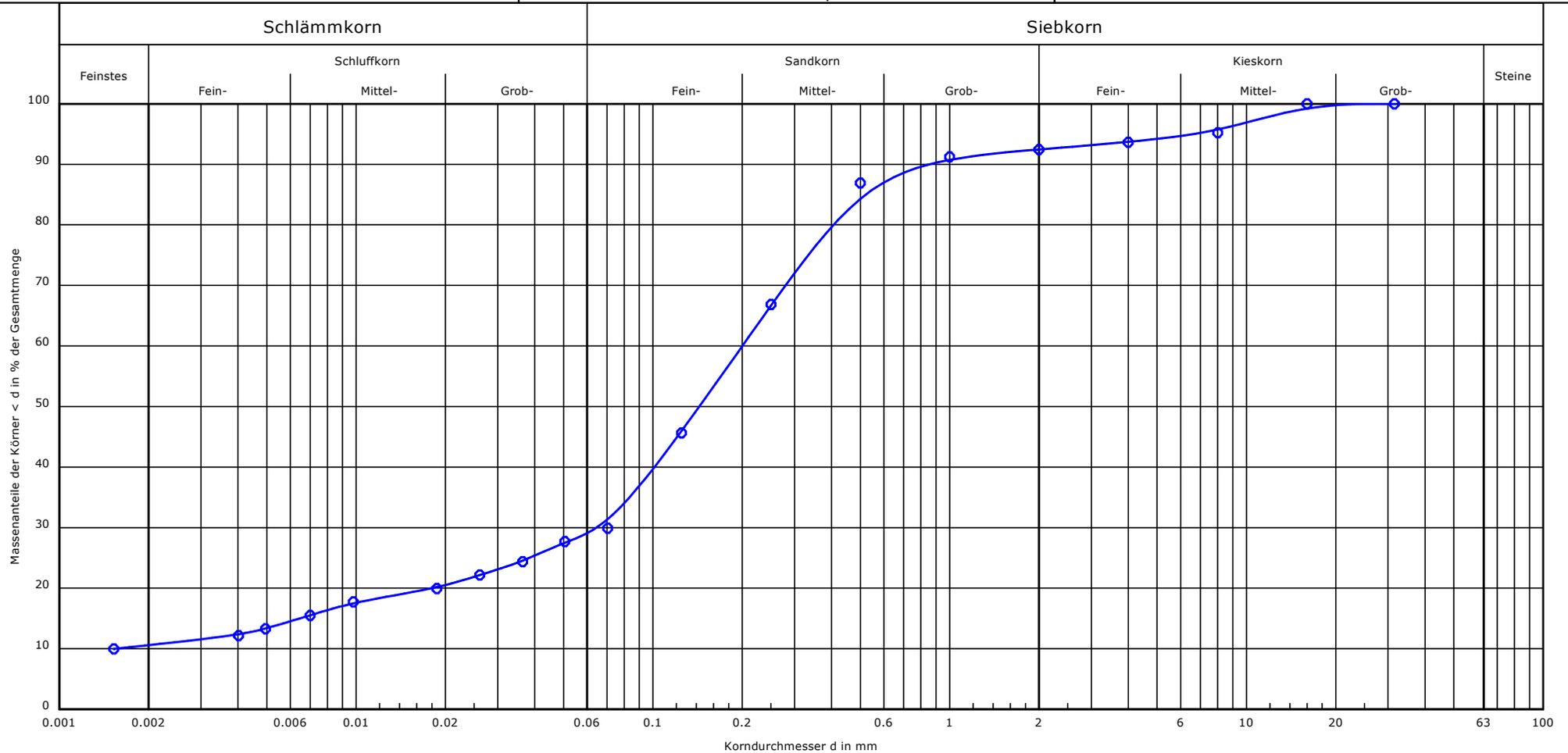
Probe entnommen am: 07.07.2021

Art der Entnahme: KRB (Güteklasse 3)

Arbeitsweise: Sieb- / Schlämmanalyse (DIN EN ISO 17892-4)

Bearbeiter: K. Scholonek, M. Sc.

Datum: 12.08.2021



Bezeichnung:	KRB 2-7	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s] nach:	Anlage: 5.2
Tiefe:	1,80 - 2,60 m		
Bodenart (DIN 4022):	S, u, t', mg'	Hazen: -	Beyer: -
Bodenart (DIN 14688-1):	msi'csi'cl'Sa	USBR: $3,49 \times 10^{-7}$	Seelheim: -
Cu/Cc	129.4/13.4	Seiler: -	Zieschang: -
T/U/S/G [%]:	10.6/19.1/62.8/7.6		
Bodengruppe:	SU*		
Frostsicherheit:	F3		

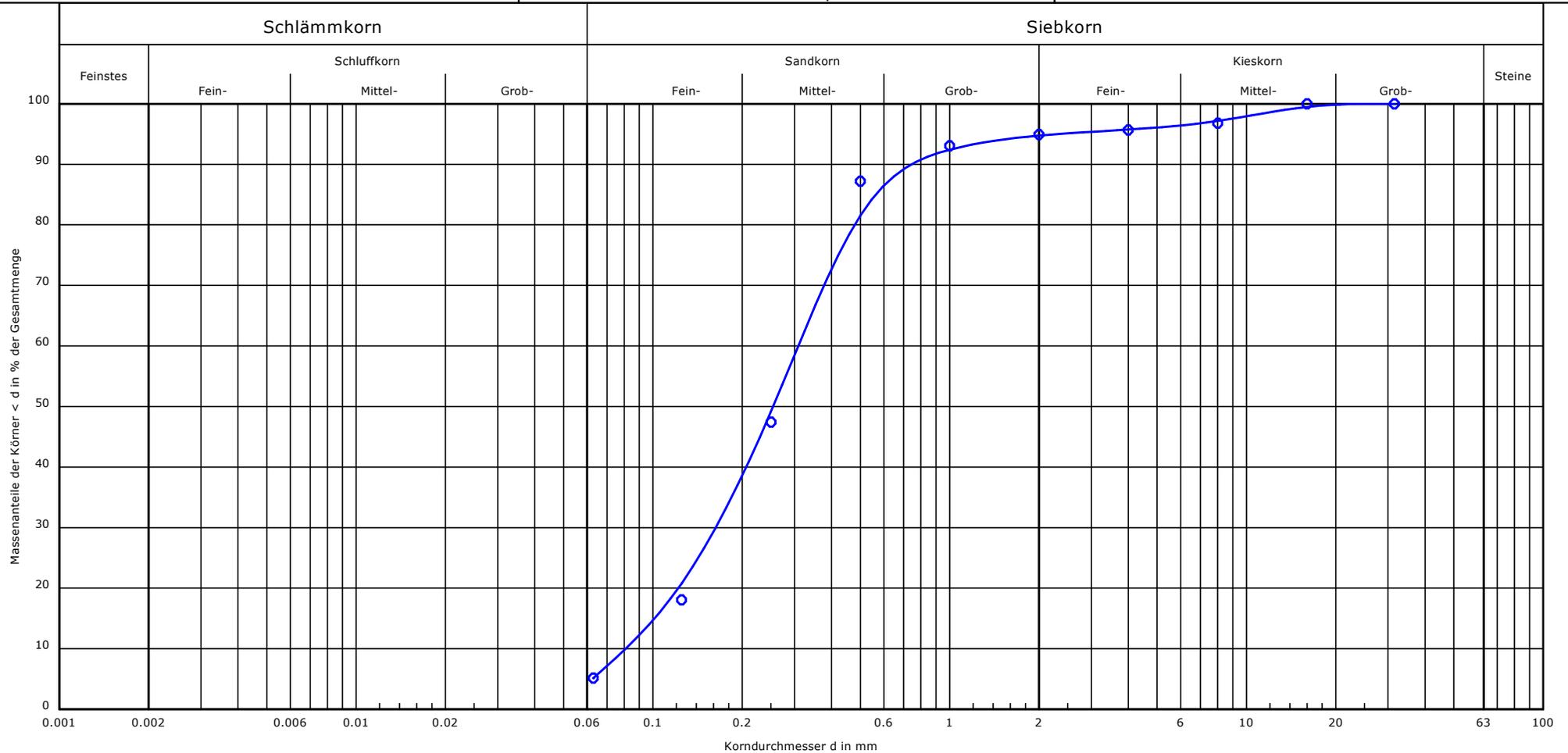
# Körnungslinie

Gemeinde Leopoldshöhe  
 Baugrunderkundung zur Erschließung  
 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt: PR21104  
 Probe entnommen am: 07.07.2021  
 Art der Entnahme: KRB (Güteklasse 3)  
 Arbeitsweise: Siebanalyse (DIN EN ISO 17892-4)

Bearbeiter: K. Scholonek, M. Sc.

Datum: 12.08.2021



Bezeichnung:	KRB 2-8	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s] nach:	Anlage: 5.3
Tiefe:	2,60 - 3,80 m		
Bodenart (DIN 4022):	mS, f <sub>s</sub> , u', g', gs'	Hazen: -	Beyer: $5,88 \times 10^{-5}$
Bodenart (DIN 14688-1):	csi'csa'fsa*MSa	USBR: -	Seelheim: $2,31 \times 10^{-4}$
Cu/Cc	3.8/1.1	Seiler: -	Zieschang: -
T/U/S/G [%]:	- /5.2/89.6/5.3		
Bodengruppe:	SU		
Frostsicherheit:	F1		

# Körnungslinie

Gemeinde Leopoldshöhe  
 Baugrunderkundung zur Erschließung  
 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt: PR21104

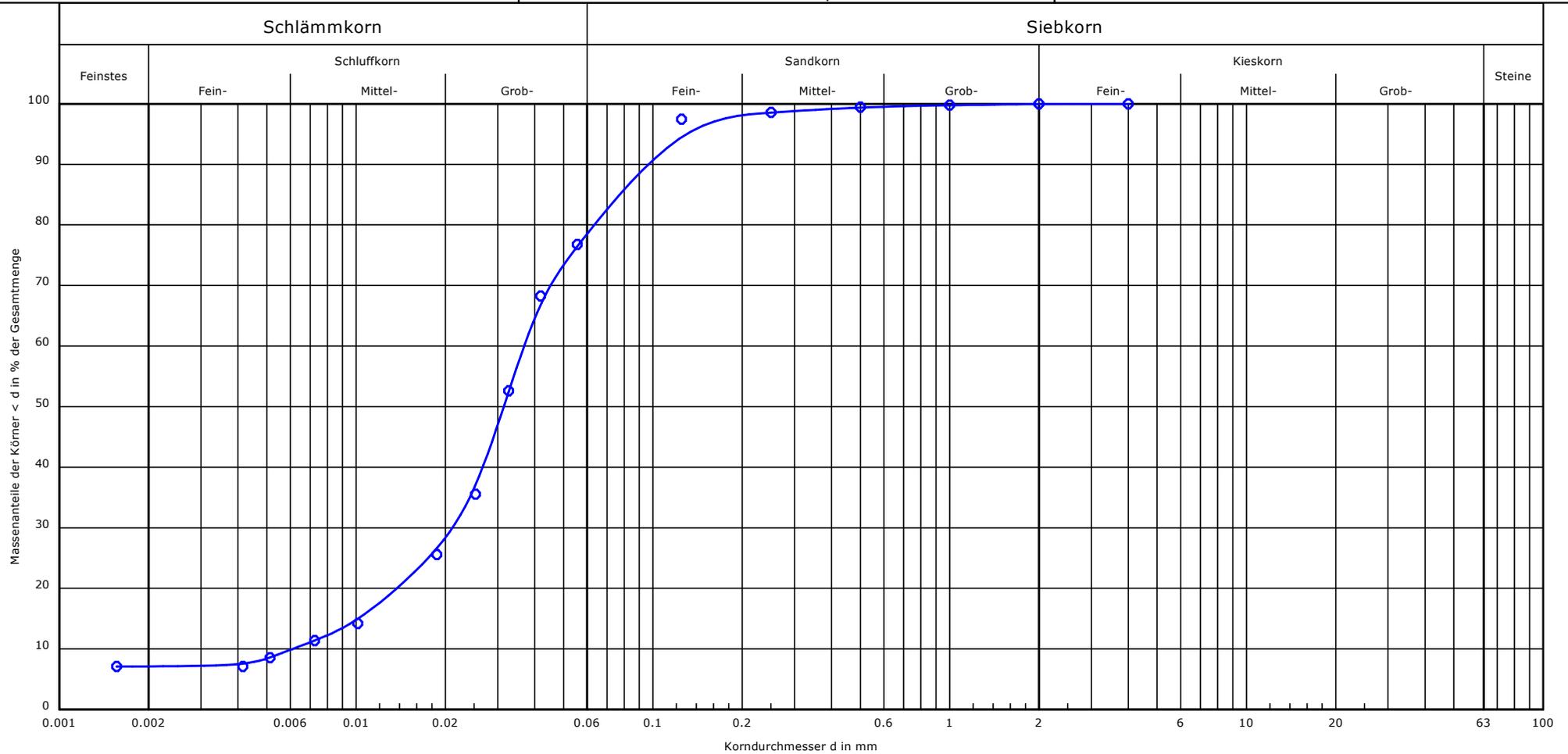
Probe entnommen am: 06.07.2021

Art der Entnahme: KRB (Güteklasse 3)

Arbeitsweise: Sieb- / Schlämmanalyse (DIN EN ISO 17892-4)

Bearbeiter: K. Scholonek, M. Sc.

Datum: 12.08.2021



Bezeichnung:	KRB 3-4	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s] nach:	Anlage: 5.4
Tiefe:	0,70 - 1,20 m		
Bodenart (DIN 4022):	U, fs, t'	Hazen: -	Beyer: -
Bodenart (DIN 14688-1):	cl' msifs aCSi	USBR: $1,87 \times 10^{-7}$	Seelheim: -
Cu/Cc	6.0/2.0	Seiler: $7,11 \times 10^{-7}$	Zieschang: -
T/U/S/G [%]:	7.1/72.7/20.2/0.1		
Bodengruppe:	UL		
Frostsicherheit:	F3		

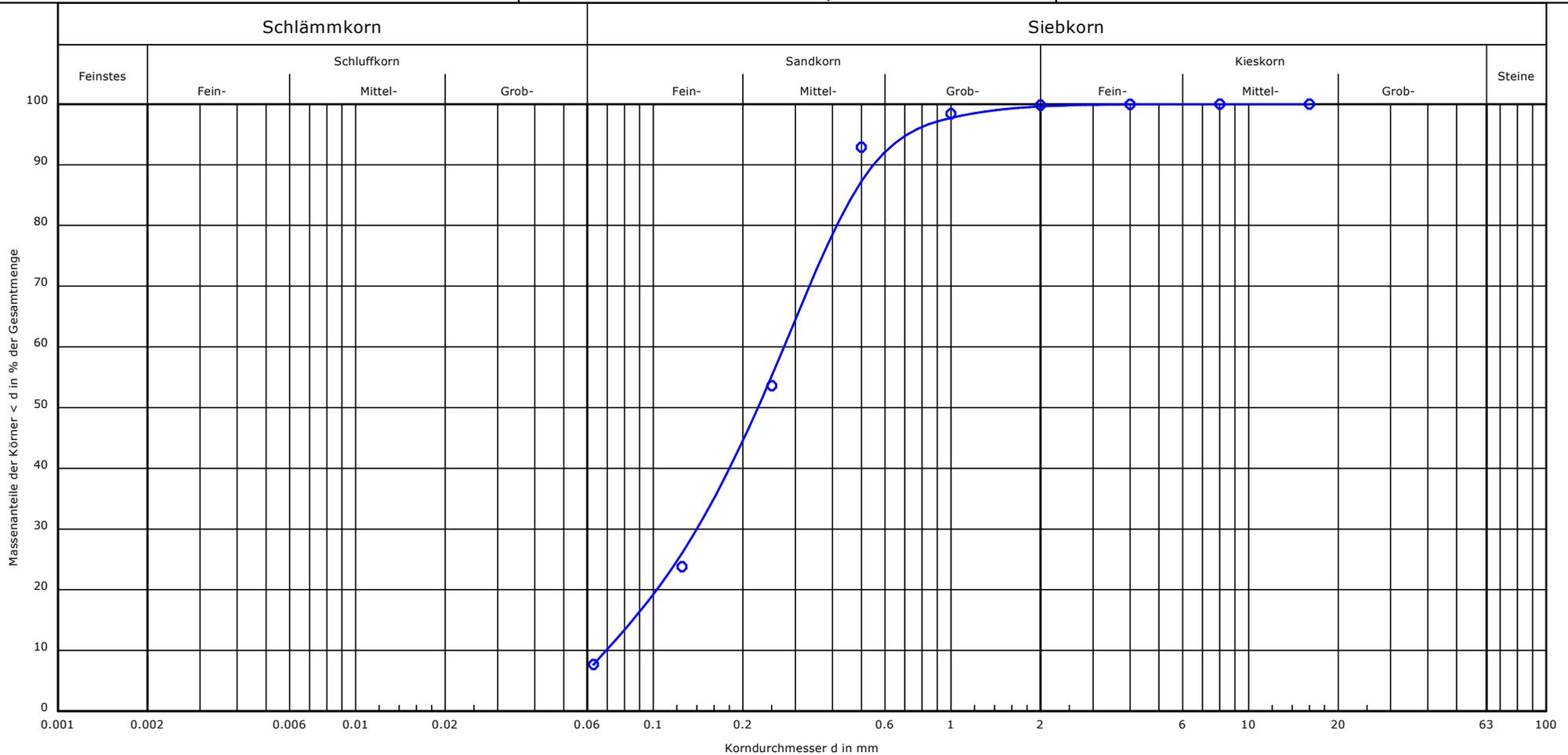
# Körnungslinie

Gemeinde Leopoldshöhe  
 Baugrunderkundung zur Erschließung  
 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt: PR21104  
 Probe entnommen am: 06.07.2021  
 Art der Entnahme: KRB (Güteklasse 3)  
 Arbeitsweise: Siebanalyse (DIN EN ISO 17892-4)

Bearbeiter: K. Scholonek, M. Sc.

Datum: 12.08.2021



Bezeichnung:	KRB 3-6	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s] nach:	Anlage: 5.5
Tiefe:	2,30 - 3,20 m		
Bodenart (DIN 4022):	mS, fs, u', gs'	Hazen: -	Beyer: $4,35 \times 10^{-5}$
Bodenart (DIN 14688-1):	csa'csi'fsa*MSa	USBR: -	Seelheim: $1,80 \times 10^{-4}$
Cu/Cc	4.0/1.0	Seiler: -	Zieschang: -
T/U/S/G [%]:	- /7.7/91.9/0.4		
Bodengruppe:	SU		
Frostsicherheit:	F1		

# Körnungslinie

Gemeinde Leopoldshöhe  
 Baugrunderkundung zur Erschließung  
 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt: PR21104

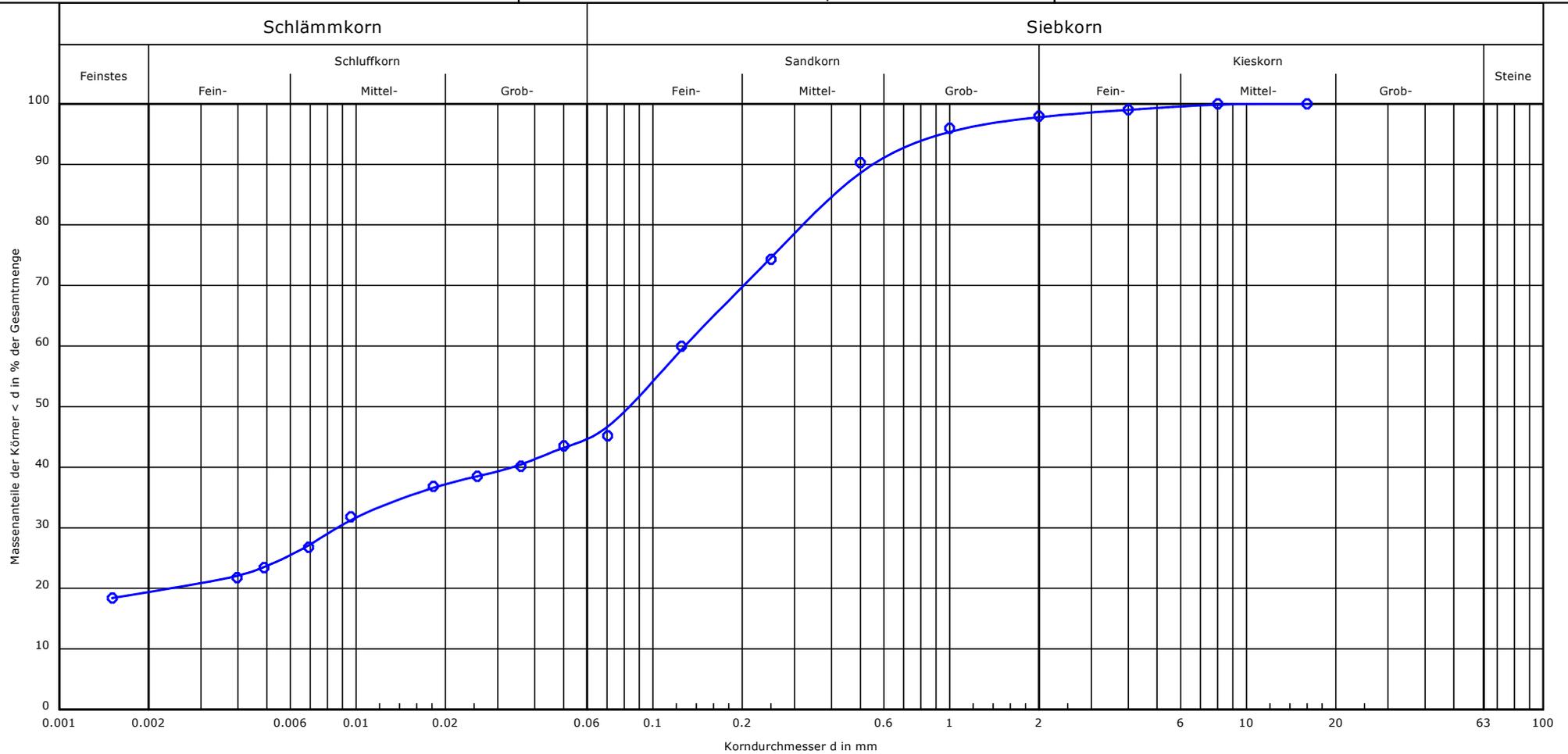
Probe entnommen am: 07.07.2021

Art der Entnahme: KRB (Güteklasse 3)

Arbeitsweise: Sieb- / Schlämmanalyse (DIN EN ISO 17892-4)

Bearbeiter: K. Scholonek, M. Sc.

Datum: 12.08.2021



Bezeichnung:	KRB 4-7	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s] nach:	Anlage: 5.6
Tiefe:	1,60 - 1,90 m		
Bodenart (DIN 4022):	S, t, u	Hazen: -	Beyer: -
Bodenart (DIN 14688-1):	fsi'csi'msi'clSa	USBR: -	Seelheim: -
Cu/Cc	-/-	Seiler: -	Zieschang: -
T/U/S/G [%]:	19.4/25.8/52.6/2.2		
Bodengruppe:	TL - ST*		
Frostsicherheit:	F3		

# Körnungslinie

Gemeinde Leopoldshöhe  
 Baugrunderkundung zur Erschließung  
 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt: PR21104

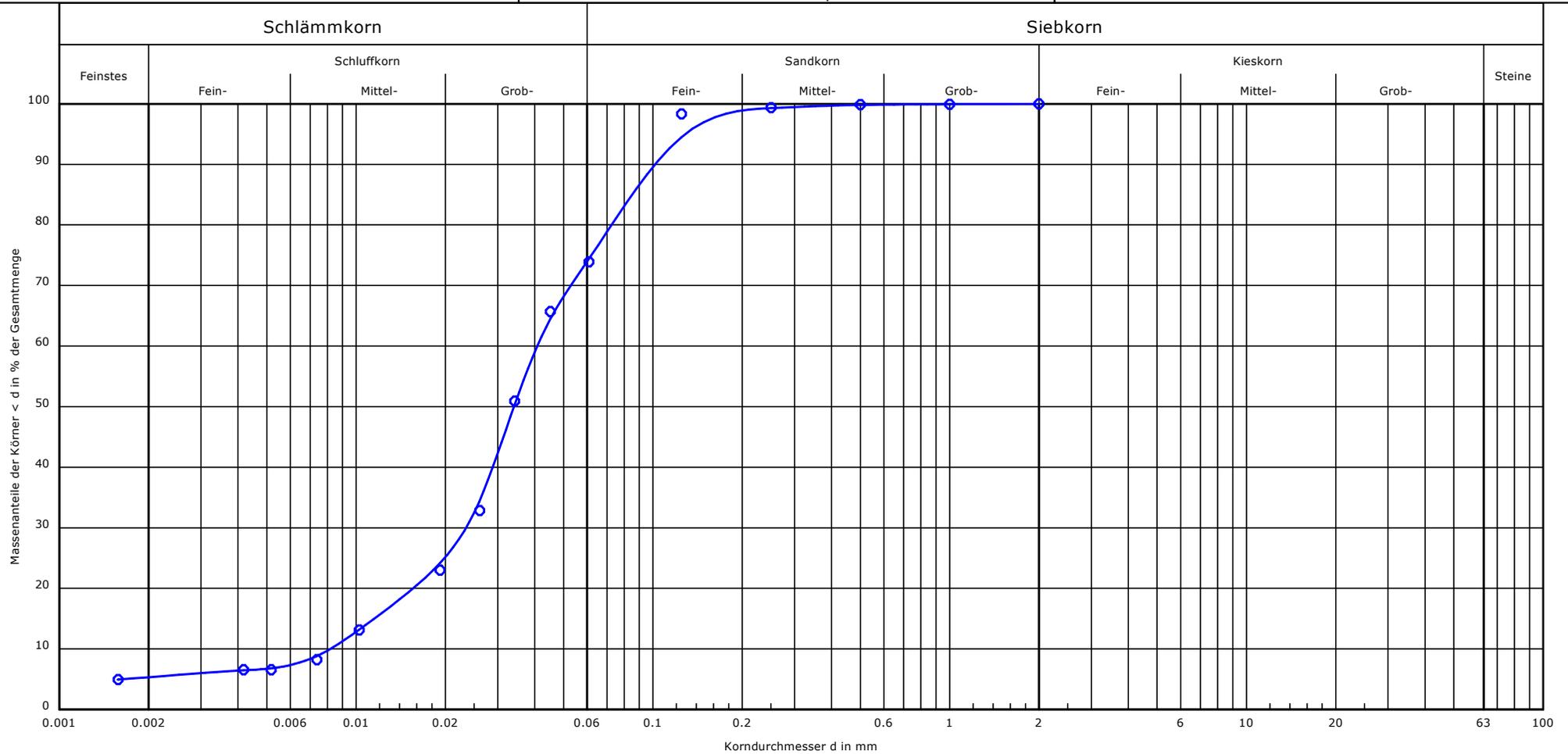
Probe entnommen am: 06.07.2021

Art der Entnahme: KRB (Güteklasse 3)

Arbeitsweise: Sieb- / Schlämmanalyse (DIN EN ISO 17892-4)

Bearbeiter: K. Scholonek, M. Sc.

Datum: 12.08.2021



Bezeichnung:	KRB 5-3	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s] nach:	Anlage: 5.7
Tiefe:	1,00 - 1,50 m		
Bodenart (DIN 4022):	U, fs, t'	Hazen: -	Beyer: -
Bodenart (DIN 14688-1):	cl' ms if sa CSi	USBR: $2,50 \times 10^{-7}$	Seelheim: -
Cu/Cc	5.0/1.6	Seiler: -	Zieschang: -
T/U/S/G [%]:	5.3/70.1/24.5/ -		
Bodengruppe:	UL		
Frostsicherheit:	F3		

# Körnungslinie

Gemeinde Leopoldshöhe  
 Baugrunderkundung zur Erschließung  
 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt: PR21104

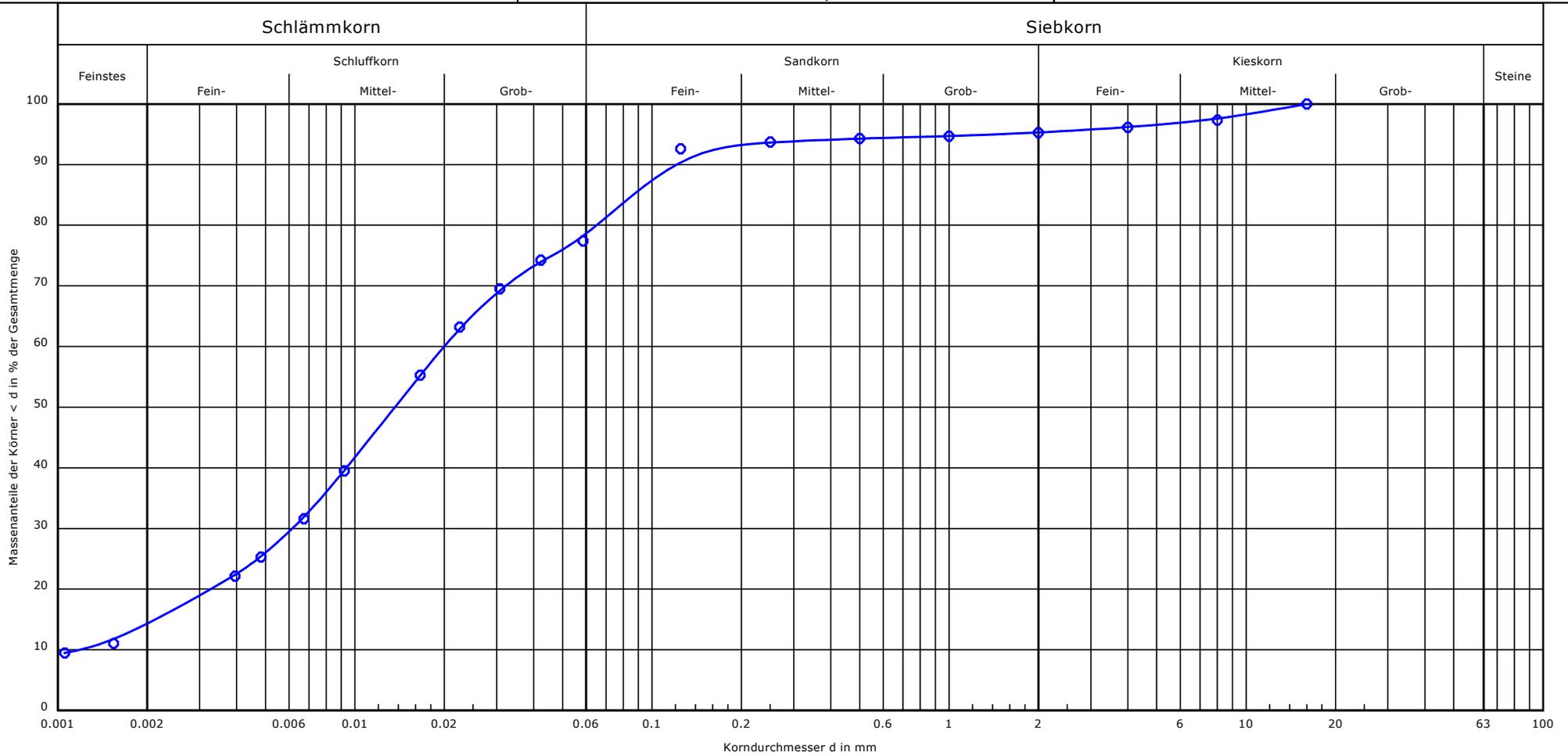
Probe entnommen am: 06.07.2021

Art der Entnahme: KRB (Güteklasse 3)

Arbeitsweise: Sieb- / Schlämmanalyse (DIN EN ISO 17892-4)

Bearbeiter: K. Scholonek, M. Sc.

Datum: 12.08.2021



Bezeichnung:	KRB 6-7	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s] nach:	Anlage: 5.8
Tiefe:	1,00 - 1,75 m		
Bodenart (DIN 4022):	U, t', fs'	Hazen: -	Beyer: -
Bodenart (DIN 14688-1):	fsa'cl'Si	USBR: -	Seelheim: -
Cu/Cc	16.9/1.6	Seiler: $8,09 \times 10^{-9}$ Zieschang: -	
T/U/S/G [%]:	14.3/65.1/15.9/4.7		
Bodengruppe:	TL - UL		
Frostsicherheit:	F3		

## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Gemeinde Leopoldshöhe  
 Baugrunderkundung zur Erschließung  
 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Bearbeiter: K. Scholonek, M. Sc.

Datum: 12.08.2021

Entnahmestelle: siehe Lageplan

Art der Entnahme: KRB (Güteklasse 3)

Proben entnommen am: 06.+07.07.2021

Probenbezeichnung:	KRB 2-5	KRB 2-8	KRB 3-5
Tiefe [m]:	0,95 - 1,55	2,60 - 3,80	1,20 - 2,30
Bodengruppe [DIN 18196]:	UL	SU	SU
Feuchte Probe + Behälter [g]:	188.59	482.21	174.58
Trockene Probe + Behälter [g]:	163.37	448.58	157.22
Behälter [g]:	29.19	204.71	29.40
Porenwasser [g]:	25.22	33.63	17.36
Trockene Probe [g]:	134.18	243.87	127.82
Wassergehalt [%]:	18.80	13.79	13.58

Probenbezeichnung:	KRB 3-6	KRB 4-5	KRB 6-8
Tiefe [m]:	2,30 - 3,20	0,45 - 1,20	1,75 - 2,10
Bodengruppe [DIN 18196]:	SU	UL	TL
Feuchte Probe + Behälter [g]:	446.37	187.93	141.95
Trockene Probe + Behälter [g]:	416.92	160.89	126.16
Behälter [g]:	231.09	29.28	30.09
Porenwasser [g]:	29.45	27.04	15.79
Trockene Probe [g]:	185.83	131.61	96.07
Wassergehalt [%]:	15.85	20.55	16.44

Probenbezeichnung:			
Tiefe [m]:			
Bodengruppe [DIN 18196]:			
Feuchte Probe + Behälter [g]:			
Trockene Probe + Behälter [g]:			
Behälter [g]:			
Porenwasser [g]:			
Trockene Probe [g]:			
Wassergehalt [%]:			

## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Gemeinde Leopoldshöhe  
 Baugrunderkundung zur Erschließung  
 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Bearbeiter: K. Scholonek, M. Sc.

Datum: 12.08.2021

Entnahmestelle: siehe Lageplan

Art der Entnahme: KRB (Güteklasse 3)

Proben entnommen am: 06.+07.07.2021

Wassergehalte aus Sieb- / Schlämmanalysen

Probenbezeichnung:	KRB 1-3	KRB 2-7	KRB 3-4
Tiefe [m]:	0,60 - 1,20	1,80 - 2,60	0,70 - 1,20
Bodengruppe [DIN 18196]:	UL	SU*	UL
Feuchte Probe + Behälter [g]:	165.78	218.79	175.84
Trockene Probe + Behälter [g]:	142.95	197.30	150.30
Behälter [g]:	31.28	29.70	30.38
Porenwasser [g]:	22.83	21.49	25.54
Trockene Probe [g]:	111.67	167.60	119.92
Wassergehalt [%]:	20.44	12.82	21.30

Probenbezeichnung:	KRB 4-7	KRB 5-3	KRB 6-7
Tiefe [m]:	1,60 - 1,90	1,00 - 1,50	1,00 - 1,75
Bodengruppe [DIN 18196]:	TL - ST*	UL	TL - UL
Feuchte Probe + Behälter [g]:	153.59	181.30	211.12
Trockene Probe + Behälter [g]:	134.80	155.22	182.98
Behälter [g]:	30.34	29.33	29.57
Porenwasser [g]:	18.79	26.08	28.14
Trockene Probe [g]:	104.46	125.89	153.41
Wassergehalt [%]:	17.99	20.72	18.34

Probenbezeichnung:			
Tiefe [m]:			
Bodengruppe [DIN 18196]:			
Feuchte Probe + Behälter [g]:			
Trockene Probe + Behälter [g]:			
Behälter [g]:			
Porenwasser [g]:			
Trockene Probe [g]:			
Wassergehalt [%]:			

# Anlage 6

## Probenahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA PN 98

Allgemeine Angaben	
<b>Projektnummer</b>	PR21104
<b>Projektname</b>	Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe
<b>Auftraggeber</b>	Gemeinde Leopoldshöhe
<b>Probenahmeort</b>	Erschließungsgebiet zwischen Herforder Straße, Felix-Fechenbach-Straße, Auf der Helle und Hellbusch in 33818 Leopoldshöhe
<b>Grund der Probenahme</b>	Baugrunderkundung mit chemischen Analysen an Asphalt nach RuVA-StB sowie an Böden und Baustoffen sowie dem Festgestein nach LAGA TR Boden und DepV
<b>Tag der Probenahme</b>	06.07. - 08.07.2021
<b>Probenehmer</b>	T. Jording, Sachkundiger nach LAGA PN 98, JoKo GeoBeratung K. Scholonek, Sachkundige nach LAGA PN 98, JoKo GeoBeratung
<b>Anwesende Personen</b>	-

Vor-Ort-Gegebenheiten	
<b>Form der Lagerung</b>	eingebaute Baustoffe, umgelagerte und anstehende Böden und Festgestein
<b>Gesamtvolumen</b>	unbekannt
<b>Lagerungsdauer</b>	anthropogen und geogen
<b>Probenahmegerät</b>	Hohlbohrkrone (Asphalt) und Kleinrammbohrung (DIN EN ISO 22475-1)
<b>Probengefäß</b>	PE-Beutel
<b>Einflüsse auf das Material</b>	keine Einflüsse
<b>Vermutete Schadstoffe</b>	ggf. PAK im Asphalt, ansonsten keine spezifischen Schadstoffe

Allgemeine Beschreibung des Materials			
Laborprobe (Tiefe m u. GOK)	Einzelproben (KRB)	Art des Materials   Farbe   Geruch   Konsistenz	Analyse nach
AP KRB 2 (0,00 - 0,16)	2-1	Asphalt   schwarzgrau   neutraler Geruch   keine Konsistenz bzw. stichfest	RuVA-StB
MP 1 (0,00 - 0,60)	1-1 + 2-2 + 2-3 + 3-2 + 4-2 + 4-3 + 4-4 + 6-2	Mineralgemisch und aufgefüllte Sande sowie Kies-Sande mit Pflanzenresten, Ziegelbruch, Betonbruch und Schlacke   graubraun, braungrau bis hellgrau, hellbraun, grau oder schwarzgrau   kein spezifischer Geruch   keine Konsistenz bzw. stichfest	LAGA TR Boden + DepV
MP 2 (0,00 - 0,95)	1-2 + 2-4 + 3-3 + 5-1 + 6-3 + 6-4	umgelagerte Lehmböden mit Pflanzenresten und geringen Anteilen an Ziegelbruch  braun, graubraun bis dunkelgraubraun oder braun- grau   bodenspezifischer Geruch   weich- bis steifkonsistent bzw. stichfest	
MP 3 (0,55 - 2,60)	1-3 + 2-5 + 3-4 + 4-5 + 5-2 + 6-5 + 6-6	geogen gebildete Lehmböden   hellbraun bis braun, gelbbraun, hellgraubraun oder braun- grau  bodenspezifischer Geruch   weich- bis steifkonsistent, z. T. halbfest bzw. stichfest	
MP 4 (1,20 - 3,80)	2-6 + 2-8 + 3-5 + 3-6 + 4-7	geogene, nicht bindige bis schwach bindige Sandböden mit geringen Kies-Anteilen   hell- braun bis braun oder grau   kein spezifischer Geruch   keine Konsistenz bzw. stichfest	
MP 5 (1,20 - 4,80)	1-4 bis 1-6 + 3-7 + 3-8 + 4-8 bis 4-10 + 5-4 + 5-5 + 6-7 bis 6-9	vollständig verwitterter bis angewitterter Ton- stein des Oberen Keuper (Rhät)   braungrau, hellgraubraun, hellgrau bis dunkelgrau oder schwarzgrau   kein spezifischer Geruch   überwiegend stückig bzw. stichfest	

<b>Labor</b>	
<b>Anzahl der Laborproben</b>	6 Laborproben
<b>Rückstellproben</b>	40
<b>ausführendes Labor</b>	Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling)
<b>Versanddatum</b>	30.07.2021

<b>Lageplan mit Probenahmestellen</b>
siehe Lageplan in Anlage 1

Kirchlengern, 27.08.2021



**JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK**  
**Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB**  
Albert-Einstein-Straße 15 · 32278 Kirchlengern  
Tel. 05223 79 22 215 · Fax 05223 79 22 214

# Anlage 7

Eurofins Umwelt Nord GmbH - Werner-Nordmeyer-Straße 3 - 31226 - Peine

**JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK**  
**Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB**  
**Albert-Einstein-Straße 15**  
**32278 Kirchlungern**

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02137678**

**Prüfberichtsnummer: AR-21-GE-007518-01**

**Auftragsbezeichnung: PR21104: Gem. Leopoldshöhe-Erschließung Brunsheide**

**Anzahl Proben: 6**

**Probenahmedatum: 30.07.2021**

**Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber**

**Probeneingangsdatum: 02.08.2021**

**Prüfzeitraum: 02.08.2021 - 13.08.2021**

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.

Karsten Goldbach  
Niederlassungsleiter  
Tel. +49 5171 5078984

Digital signiert, 13.08.2021  
Martin Wieneke  
Prüfleitung

Probenbezeichnung	AP KRB 2	MP 1	MP 2
Probenart	Straßenbe- lag	Boden	Boden
Probenahmedatum/ -zeit	30.07.2021	30.07.2021	30.07.2021
Probennummer	021153249	021153250	021153251

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

**Probenvorbereitung Feststoffe**

Probenbegleitprotokoll	AN/f					-	siehe Anlage	siehe Anlage
Probenmenge inkl. Verpackung	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	-	1,4	1,2
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
Siebückstand > 10mm	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			-	ja	nein
Rückstellprobe	AN/f		Hausmethode	100	g	-	1060	875

**Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz**

Trockenmasse	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	99,5	94,8	83,5
--------------	------	-------------	-----------------------	-----	-------	------	------	------

**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 Königwasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01<sup>#</sup>**

Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	-	5,0	8,8
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	-	14	27
Cadmium (Cd)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	-	0,2	0,4
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	-	23	24
Kupfer (Cu)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	-	9	17
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	-	26	14
Quecksilber (Hg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	-	0,25	0,08
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	-	57	92

**Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz**

Glühverlust (550 °C)	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15169: 2007-05	0,1	Ma.-% TS	-	2,2	4,2
TOC	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11	0,1	Ma.-% TS	-	1,0	2,0
EOX	AN/f	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	-	< 1,0	< 1,0
Extrahierbare lipophile Stoffe	AN/f	RE000 GI	LAGA KW/04: 2019-09	0,02	Ma.-% TS	-	0,26	< 0,02
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	-	100	< 40

Probenbezeichnung	AP KRB 2	MP 1	MP 2
Probenart	Straßenbe- lag	Boden	Boden
Probenahmedatum/ -zeit	30.07.2021	30.07.2021	30.07.2021
Probennummer	021153249	021153250	021153251

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

**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.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>
Isopropylbenzol (Cumol)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05	< 0,05
Styrol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	-	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	-	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

**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.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

**PAK aus der Originalsubstanz**

Naphthalin	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	-	-
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	0,5	mg/kg TS	< 0,5	-	-
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	0,5	mg/kg TS	< 0,5	-	-
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	0,5	mg/kg TS	< 0,5	-	-
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	0,5	mg/kg TS	3,0	-	-
Phenanthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	0,08	< 0,05

				Probenbezeichnung		AP KRB 2	MP 1	MP 2
				Probenart		Straßenbe- lag	Boden	Boden
				Probenahmedatum/ -zeit		30.07.2021	30.07.2021	30.07.2021
				Probennummer		021153249	021153250	021153251
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
Anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	-	-
Anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	0,07	< 0,05
Fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	2,7	-	-
Fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	1,3	0,08
Pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	2,1	-	-
Pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	0,98	0,06
Benzo[a]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	0,6	-	-
Benzo[a]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	0,91	< 0,05
Chrysen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	0,6	-	-
Chrysen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	0,68	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	0,6	-	-
Benzo[b]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	1,3	0,07
Benzo[k]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	-	-
Benzo[k]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	0,44	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	-	-
Benzo[a]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	0,81	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	-	-
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	0,56	0,14
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	-	-
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	0,14	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	-	-
Benzo[ghi]perylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	0,63	0,62
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	9,6	7,90	0,97
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	9,6	7,90	0,97

Probenbezeichnung	AP KRB 2	MP 1	MP 2
Probenart	Straßenbe- lag	Boden	Boden
Probenahmedatum/ -zeit	30.07.2021	30.07.2021	30.07.2021
Probennummer	021153249	021153250	021153251

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

**PCB aus der Originalsubstanz**

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.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>
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.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

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

pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			-	10,5	8,0
Temperatur pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	-	23,8	22,2
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/f	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	-	138	155
Wasserlöslicher Anteil	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15216: 2008-01	0,15	Ma.-%	-	< 0,15	< 0,15
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15216: 2008-01	150	mg/l	-	< 150	< 150

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

Fluorid	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,2	mg/l	-	0,3	0,6
Chlorid (Cl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	-	4,4	2,4
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	-	11	11
Cyanide, gesamt	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	-	< 0,005	< 0,005
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	-	< 0,005	< 0,005

Probenbezeichnung	AP KRB 2	MP 1	MP 2
Probenart	Straßenbe- lag	Boden	Boden
Probenahmedatum/ -zeit	30.07.2021	30.07.2021	30.07.2021
Probennummer	021153249	021153250	021153251

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

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

Antimon (Sb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	-	< 0,001	< 0,001
Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	-	< 0,001	0,001
Barium (Ba)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	-	0,009	0,014
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
Molybdän (Mo)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	-	0,001	0,003
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
Selen (Se)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	-	< 0,001	< 0,001
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**

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN/f	RE000 GI	DIN EN 1484: 2019-04	1,0	mg/l	-	1,5	3,4
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Probenbezeichnung	MP 3	MP 4	MP 5
Probenart	Boden	Boden	Boden
Probenahmedatum/ -zeit	30.07.2021	30.07.2021	30.07.2021
Probennummer	021153252	021153253	021153254

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

**Probenvorbereitung Feststoffe**

Probenbegleitprotokoll	AN/f					siehe Anlage	siehe Anlage	siehe Anlage
Probenmenge inkl. Verpackung	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	1,6	1,5	1,4
Fremdstoffe (Art)	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0	0,0
Siebückstand > 10mm	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein
Rückstellprobe	AN/f		Hausmethode	100	g	1250	1250	1130

**Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz**

Trockenmasse	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	83,3	89,9	88,5
--------------	------	-------------	-----------------------	-----	-------	------	------	------

**Anionen aus der Originalsubstanz**

Cyanide, gesamt	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5
-----------------	------	-------------	------------------------	-----	----------	-------	-------	-------

**Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01<sup>#</sup>**

Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	13,8	4,0	5,8
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	19	7	40
Cadmium (Cd)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	24	11	28
Kupfer (Cu)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	10	9	34
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	14	13	31
Quecksilber (Hg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07	0,10	0,12
Thallium (Tl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	32	22	47

**Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz**

Glühverlust (550 °C)	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15169: 2007-05	0,1	Ma.-% TS	2,7	1,4	7,6
TOC	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11	0,1	Ma.-% TS	0,3	0,2	1,5
EOX	AN/f	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Extrahierbare lipophile Stoffe	AN/f	RE000 GI	LAGA KW/04: 2019-09	0,02	Ma.-% TS	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	130
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	240

Probenbezeichnung	MP 3	MP 4	MP 5
Probenart	Boden	Boden	Boden
Probenahmedatum/ -zeit	30.07.2021	30.07.2021	30.07.2021
Probennummer	021153252	021153253	021153254

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

**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	< 0,05
Toluol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 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	< 0,05
o-Xylol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>
Isopropylbenzol (Cumol)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Styrol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

**LHKW aus der Originalsubstanz**

Dichlormethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 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	< 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	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 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	< 0,05
Tetrachlormethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 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	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

**PAK aus der Originalsubstanz**

Naphthalin	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Naphthalin	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Acenaphthylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Acenaphthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Fluoren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Phenanthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,15

				Probenbezeichnung		MP 3	MP 4	MP 5
				Probenart		Boden	Boden	Boden
				Probenahmedatum/ -zeit		30.07.2021	30.07.2021	30.07.2021
				Probennummer		021153252	021153253	021153254
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
Anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,06
Benzo[a]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Benzo[a]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,27
Chrysen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Chrysen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,14
Benzo[b]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Benzo[b]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,12
Benzo[k]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Benzo[k]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Benzo[a]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,07
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylene	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	-	-	-
Benzo[ghi]perylene	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,08
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	0,89
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	0,89

Probenbezeichnung	MP 3	MP 4	MP 5
Probenart	Boden	Boden	Boden
Probenahmedatum/ -zeit	30.07.2021	30.07.2021	30.07.2021
Probennummer	021153252	021153253	021153254

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

**PCB aus der Originalsubstanz**

PCB 28	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>
PCB 118	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

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

pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			7,9	7,7	8,1
Temperatur pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	22,9	23,2	22,6
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/f	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	66	14	94
Wasserlöslicher Anteil	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15216: 2008-01	0,15	Ma.-%	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15216: 2008-01	150	mg/l	< 150	< 150	< 150

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

Fluorid	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,2	mg/l	0,6	0,5	< 0,2
Chlorid (Cl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	1,5	< 1,0	1,3
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	4,9	< 1,0	34
Cyanide, gesamt	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Probenbezeichnung	MP 3	MP 4	MP 5
Probenart	Boden	Boden	Boden
Probenahmedatum/ -zeit	30.07.2021	30.07.2021	30.07.2021
Probennummer	021153252	021153253	021153254

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

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

Antimon (Sb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Barium (Ba)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,004	0,005	0,022
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 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	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 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	< 0,005
Molybdän (Mo)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,001	< 0,001	< 0,001
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 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	< 0,0002
Selen (Se)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,002
Zink (Zn)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01	0,01	< 0,01

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

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN/f	RE000 GI	DIN EN 1484: 2019-04	1,0	mg/l	1,1	< 1,0	1,1
Phenolindex, wasserdampflich	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

## Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

# Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

<sup>1)</sup> 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.

## Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

**Probennummer** 021153250  
**Probenbeschreibung** MP 1

### Probenvorbereitung

Probenehmer angeliefert vom Auftraggeber  
 Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein  
 Fremdstoffe (Menge): 0,0 g  
 Fremdstoffe (Art): nein  
 Siebrückstand > 10mm: ja  
 Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.  
 Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen  
 Rückstellprobe: 1060 g

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) \*\*\*\*)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

- \*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte  
 \*\*) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen  
 \*\*\*) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen  
 \*\*\*\*) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

## Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

**Probennummer** 021153251  
**Probenbeschreibung** MP 2

### Probenvorbereitung

Probenehmer angeliefert vom Auftraggeber  
 Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein  
 Fremdstoffe (Menge): 0,0 g  
 Fremdstoffe (Art): nein  
 Siebrückstand > 10mm: nein  
 Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.  
 Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen  
 Rückstellprobe: 875 g

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) \*\*\*\*)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

- \*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte  
 \*\*) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen  
 \*\*\*) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen  
 \*\*\*\*) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

## Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

**Probennummer** 021153252

**Probenbeschreibung** MP 3

### Probenvorbereitung

Probenehmer angeliefert vom Auftraggeber

Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein

Fremdstoffe (Menge): 0,0 g

Fremdstoffe (Art): nein

Siebrückstand > 10mm: nein

Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.

Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen

Rückstellprobe: 1250 g

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) \*\*\*\*)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

\*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

\*\*) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen

\*\*\*) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen

\*\*\*\*) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

## Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

**Probennummer** 021153253  
**Probenbeschreibung** MP 4

### Probenvorbereitung

Probenehmer angeliefert vom Auftraggeber  
 Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein  
 Fremdstoffe (Menge): 0,0 g  
 Fremdstoffe (Art): nein  
 Siebrückstand > 10mm: nein  
 Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.  
 Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen  
 Rückstellprobe: 1250 g

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) \*\*\*\*)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

- \*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte  
 \*\*) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen  
 \*\*\*) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen  
 \*\*\*\*) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

## Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

**Probennummer** 021153254  
**Probenbeschreibung** MP 5

### Probenvorbereitung

Probenehmer angeliefert vom Auftraggeber  
 Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein  
 Fremdstoffe (Menge): 0,0 g  
 Fremdstoffe (Art): nein  
 Siebrückstand > 10mm: nein  
 Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.  
 Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen  
 Rückstellprobe: 1130 g

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) \*\*\*\*)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

- \*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte  
 \*\*) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen  
 \*\*\*) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen  
 \*\*\*\*) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

# Anlage 8

**Zuordnung nach LAGA TR Boden  
für Sand (Tabelle II.1.2-2 bis -5)  
und DepV (Tabelle 2)**

MP 1: Mineralgemisch + Kies-Sande		MP 1		LAGA			DepV				
Parameter	Dimension	LAGA	DepV	Feststoffgehalte							
				Z 0	Z 1	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III	
Arsen	mg/kg TS	5	-	10	45	150	-	-	-	-	
Blei	mg/kg TS	14	-	40	210	700	-	-	-	-	
Cadmium	mg/kg TS	0,2	-	0,4	3	10	-	-	-	-	
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	23	-	30	180	600	-	-	-	-	
Kupfer	mg/kg TS	9	-	20	120	400	-	-	-	-	
Nickel	mg/kg TS	26	-	15	150	500	-	-	-	-	
Thallium	mg/kg TS	< 0,2	-	0,4	2,1	7	-	-	-	-	
Quecksilber	mg/kg TS	0,25	-	0,1	1,5	5	-	-	-	-	
Zink	mg/kg TS	57	-	60	450	1500	-	-	-	-	
TOC <sup>5)</sup>	Masse-%	1,0	1,0	0,5 (1,0) <sup>1)</sup>	1,5	5	1 <sup>8)</sup>	1 <sup>8)</sup>	3	6	
EOX	mg/kg TS	< 1,0	-	1	3 <sup>2)</sup>	10	-	-	-	-	
Kohlenwasserstoffe <sub>C10-C22</sub>	mg/kg TS	< 40	-	100	300	1000	-	-	-	-	
Kohlenwasserstoffe <sub>C10-C40</sub>	mg/kg TS	100	100	100	600	2000	500	4000 <sup>4)</sup>	8000 <sup>4)</sup>	-	
BTEX	mg/kg TS	n.b.	n.b.	1	1	1	6	30 <sup>4)</sup>	60 <sup>4)</sup>	-	
LHKW	mg/kg TS	n.b.	n.b.	1	1	1	2 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	25 <sup>4)</sup>	-	
PCB <sub>6</sub>	mg/kg TS	n.b.	n.b.	0,05	0,15	0,5	1	5 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	-	
PAK <sub>16</sub>	mg/kg TS	7,90	7,90	3	3 (9) <sup>3)</sup>	30	30	500 <sup>4)</sup>	1000 <sup>4)</sup>	-	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,81	-	0,3	0,9	3	-	-	-	-	
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	-	-	3	10	-	-	-	-	
Glühverlust <sup>5)</sup>	Masse-%	-	2,2	-	-	-	3 <sup>8)</sup>	3 <sup>8)</sup>	5	10	
lipophile Stoffe	Masse-%	-	0,26	-	-	-	0,1	0,4 <sup>9)</sup>	0,8 <sup>9)</sup>	4 <sup>9)</sup>	
		MP 1		Eluatgehalte							
Parameter	Dimension	LAGA	DepV	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III
pH-Wert <sup>6)</sup>	-	10,5	10,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Leitfähigkeit	µS/cm	138	-	250	250	1500	2000	-	-	-	-
Chlorid <sup>7)</sup>	mg/l	4,4	4,4	30	30	50	100	80	1500	1500	2500
Sulfat <sup>7)</sup>	mg/l	11	11	20	20	50	200	100	2000	2000	5000
Cyanid	µg/l	< 5	-	5	5	10	20	-	-	-	-
Arsen	µg/l	< 1	< 1	14	14	20	60	50	200	200	2500
Blei	µg/l	< 1	< 1	40	40	80	200	50	200	1000	5000
Cadmium	µg/l	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	3	6	4	50	100	500
Chrom (gesamt)	µg/l	< 1	< 1	12,5	12,5	25	60	50	300	1000	7000
Kupfer	µg/l	< 5	< 5	20	20	60	100	200	1000	5000	10000
Nickel	µg/l	< 1	< 1	15	15	20	70	40	200	1000	4000
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	1	5	20	200
Zink	µg/l	< 10	< 10	150	150	200	600	400	2000	5000	20000
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	20	20	40	100	100	200	50000	100000
DOC	mg/l	-	1,5	-	-	-	-	50	50	80	100
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	-	< 0,005	-	-	-	-	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	-	0,3	-	-	-	-	1	5	15	50
Barium	mg/l	-	0,009	-	-	-	-	2	5	10	30
Molybdän	mg/l	-	0,001	-	-	-	-	0,05	0,3	1	3
Antimon	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,01	0,03	0,05	0,7
gelöste Feststoffe <sup>7)</sup>	mg/l	-	< 150	-	-	-	-	400	3000	6000	10000

- nicht einstufigsrelevant

n.b.: nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Werte > der Bestimmungsgrenze verwendet werden.

<sup>1)</sup> Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-% (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>2)</sup> Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>3)</sup> Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>4)</sup> Orientierungswerte für die Ablagerung in Deponien der DK 0 bis II (Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Inhaltsstoffen -Vollzugshilfe-, MKULNV NRW, 2011)

<sup>5)</sup> DepV: TOC und Glühverlust kann gleichwertig angewandt werden (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 2)

<sup>6)</sup> DepV: Abweichende pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Über- oder Unterschreitungen ist die Ursache zu prüfen. (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 8)

<sup>7)</sup> DepV: Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen kann gleichwertig zu Chlorid und Sulfat angewandt werden. (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 12)

<sup>8)</sup> DepV: Für Bodenmaterial ohne Fremdbestandteile sind Überschreitungen beim Glühverlust bis 5 Masse% oder beim TOC bis 3 Masse% zulässig, wenn die Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenmaterials zurückgeht. (Deponieverordnung - DepV, 2009, Tabelle 2, Fußnote 2a vom 30.06.2020)

<sup>9)</sup> Gilt nicht für Asphalt auf Bitumen- oder auf Teerbasis. (Deponieverordnung - DepV, 2009, Tabelle 2, Fußnote 5)

**Legende:**

Zuordnung nach LAGA

Z 0
Z 1
Z 1.1
Z 1.2
Z 2
Grenzwert-Überschreitung

Zuordnung nach DepV

DK 0
DK I
DK II
DK III
Grenzwert-Überschreitung

**Zuordnung nach LAGA TR Boden  
für Lehm (Tabelle II.1.2-2 bis -5)  
und DepV (Tabelle 2)**

MP 2: umgelagerte Lehmböden		MP 2		LAGA			DepV				
Parameter	Dimension	LAGA	DepV	Feststoffgehalte							
				Z 0	Z 1	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III	
Arsen	mg/kg TS	8,8	-	15	45	150	-	-	-	-	
Blei	mg/kg TS	27	-	70	210	700	-	-	-	-	
Cadmium	mg/kg TS	0,4	-	1	3	10	-	-	-	-	
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	24	-	60	180	600	-	-	-	-	
Kupfer	mg/kg TS	17	-	40	120	400	-	-	-	-	
Nickel	mg/kg TS	14	-	50	150	500	-	-	-	-	
Thallium	mg/kg TS	< 0,2	-	0,7	2,1	7	-	-	-	-	
Quecksilber	mg/kg TS	0,08	-	0,5	1,5	5	-	-	-	-	
Zink	mg/kg TS	92	-	150	450	1500	-	-	-	-	
TOC <sup>5)</sup>	Masse-%	2,0	2,0	0,5 (1,0) <sup>1)</sup>	1,5	5	1 <sup>8)</sup>	1 <sup>8)</sup>	3	6	
EOX	mg/kg TS	< 1,0	-	1	3 <sup>2)</sup>	10	-	-	-	-	
Kohlenwasserstoffe <sub>C10-C22</sub>	mg/kg TS	< 40	-	100	300	1000	-	-	-	-	
Kohlenwasserstoffe <sub>C10-C40</sub>	mg/kg TS	< 40	< 40	-	600	2000	500	4000 <sup>4)</sup>	8000 <sup>4)</sup>	-	
BTEX	mg/kg TS	n.b.	n.b.	1	1	1	6	30 <sup>4)</sup>	60 <sup>4)</sup>	-	
LHKW	mg/kg TS	n.b.	n.b.	1	1	1	2 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	25 <sup>4)</sup>	-	
PCB <sub>6-7</sub>	mg/kg TS	n.b.	n.b.	0,05	0,15	0,5	1	5 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	-	
PAK <sub>16</sub>	mg/kg TS	0,97	0,97	3	3 (9) <sup>3)</sup>	30	30	500 <sup>4)</sup>	1000 <sup>4)</sup>	-	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	-	0,3	0,9	3	-	-	-	-	
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	-	-	3	10	-	-	-	-	
Glühverlust <sup>5)</sup>	Masse-%	-	4,2	-	-	-	3 <sup>8)</sup>	3 <sup>8)</sup>	5	10	
lipophile Stoffe	Masse-%	-	< 0,02	-	-	-	0,1	0,4 <sup>9)</sup>	0,8 <sup>9)</sup>	4 <sup>9)</sup>	
		MP 2		Eluatgehalte							
Parameter	Dimension	LAGA	DepV	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III
pH-Wert <sup>6)</sup>	-	8,0	8,0	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Leitfähigkeit	µS/cm	155	-	250	250	1500	2000	-	-	-	-
Chlorid <sup>7)</sup>	mg/l	2,4	2,4	30	30	50	100	80	1500	1500	2500
Sulfat <sup>7)</sup>	mg/l	11	11	20	20	50	200	100	2000	2000	5000
Cyanid	µg/l	< 5	-	5	5	10	20	-	-	-	-
Arsen	µg/l	1	1	14	14	20	60	50	200	200	2500
Blei	µg/l	< 1	< 1	40	40	80	200	50	200	1000	5000
Cadmium	µg/l	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	3	6	4	50	100	500
Chrom (gesamt)	µg/l	< 1	< 1	12,5	12,5	25	60	50	300	1000	7000
Kupfer	µg/l	< 5	< 5	20	20	60	100	200	1000	5000	10000
Nickel	µg/l	< 1	< 1	15	15	20	70	40	200	1000	4000
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	1	5	20	200
Zink	µg/l	< 10	< 10	150	150	200	600	400	2000	5000	20000
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	20	20	40	100	100	200	50000	100000
DOC	mg/l	-	3,4	-	-	-	-	50	50	80	100
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	-	< 0,005	-	-	-	-	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	-	0,6	-	-	-	-	1	5	15	50
Barium	mg/l	-	0,014	-	-	-	-	2	5	10	30
Molybdän	mg/l	-	0,003	-	-	-	-	0,05	0,3	1	3
Antimon	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,01	0,03	0,05	0,7
gelöste Feststoffe <sup>7)</sup>	mg/l	-	< 150	-	-	-	-	400	3000	6000	10000

- nicht einstufigsrelevant

n.b.: nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Werte > der Bestimmungsgrenze verwendet werden.

<sup>1)</sup> Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-% (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>2)</sup> Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>3)</sup> Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>4)</sup> Orientierungswerte für die Ablagerung in Deponien der DK 0 bis II (Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Inhaltsstoffen -Vollzugshilfe-, MKULNV NRW, 2011)

<sup>5)</sup> DepV: TOC und Glühverlust kann gleichwertig angewandt werden (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 2)

<sup>6)</sup> DepV: Abweichende pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Über- oder Unterschreitungen ist die Ursache zu prüfen. (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 8)

<sup>7)</sup> DepV: Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen kann gleichwertig zu Chlorid und Sulfat angewandt werden. (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 12)

<sup>8)</sup> DepV: Für Bodenmaterial ohne Fremdbestandteile sind Überschreitungen beim Glühverlust bis 5 Masse% oder beim TOC bis 3 Masse% zulässig, wenn die Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenmaterials zurückgeht. (Deponieverordnung - DepV, 2009, Tabelle 2, Fußnote 2a vom 30.06.2020)

<sup>9)</sup> Gilt nicht für Asphalt auf Bitumen- oder auf Teerbasis. (Deponieverordnung - DepV, 2009, Tabelle 2, Fußnote 5)

**Legende:**

**Zuordnung nach LAGA**

	Z 0
	Z 1
	Z 1.1
	Z 1.2
	Z 2
	Grenzwert-Überschreitung

**Zuordnung nach DepV**

	DK 0
	DK I
	DK II
	DK III
	Grenzwert-Überschreitung

**Zuordnung nach LAGA TR Boden  
für Lehm (Tabelle II.1.2-2 bis -5)  
und DepV (Tabelle 2)**

MP 2: geogene Lehmböden		MP 3		LAGA			DepV				
Parameter	Dimension	LAGA	DepV	Feststoffgehalte							
				Z 0	Z 1	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III	
Arsen	mg/kg TS	13,8	-	15	45	150	-	-	-	-	
Blei	mg/kg TS	19	-	70	210	700	-	-	-	-	
Cadmium	mg/kg TS	< 0,2	-	1	3	10	-	-	-	-	
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	24	-	60	180	600	-	-	-	-	
Kupfer	mg/kg TS	10	-	40	120	400	-	-	-	-	
Nickel	mg/kg TS	14	-	50	150	500	-	-	-	-	
Thallium	mg/kg TS	< 0,2	-	0,7	2,1	7	-	-	-	-	
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,07	-	0,5	1,5	5	-	-	-	-	
Zink	mg/kg TS	32	-	150	450	1500	-	-	-	-	
TOC <sup>5)</sup>	Masse-%	0,3	0,3	0,5 (1,0) <sup>1)</sup>	1,5	5	1 <sup>8)</sup>	1 <sup>8)</sup>	3	6	
EOX	mg/kg TS	< 1,0	-	1	3 <sup>2)</sup>	10	-	-	-	-	
Kohlenwasserstoffe <sub>C10-C22</sub>	mg/kg TS	< 40	-	100	300	1000	-	-	-	-	
Kohlenwasserstoffe <sub>C10-C40</sub>	mg/kg TS	< 40	< 40	-	600	2000	500	4000 <sup>4)</sup>	8000 <sup>4)</sup>	-	
BTEX	mg/kg TS	n.b.	n.b.	1	1	1	6	30 <sup>4)</sup>	60 <sup>4)</sup>	-	
LHKW	mg/kg TS	n.b.	n.b.	1	1	1	2 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	25 <sup>4)</sup>	-	
PCB <sub>6-7</sub>	mg/kg TS	n.b.	n.b.	0,05	0,15	0,5	1	5 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	-	
PAK <sub>16</sub>	mg/kg TS	n.b.	n.b.	3	3 (9) <sup>3)</sup>	30	30	500 <sup>4)</sup>	1000 <sup>4)</sup>	-	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	-	0,3	0,9	3	-	-	-	-	
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	-	-	3	10	-	-	-	-	
Glühverlust <sup>5)</sup>	Masse-%	-	2,7	-	-	-	3 <sup>8)</sup>	3 <sup>8)</sup>	5	10	
lipophile Stoffe	Masse-%	-	< 0,02	-	-	-	0,1	0,4 <sup>9)</sup>	0,8 <sup>9)</sup>	4 <sup>9)</sup>	
		MP 3		Eluatgehalte							
Parameter	Dimension	LAGA	DepV	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III
pH-Wert <sup>6)</sup>	-	7,9	7,9	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Leitfähigkeit	µS/cm	66	-	250	250	1500	2000	-	-	-	-
Chlorid <sup>7)</sup>	mg/l	1,5	1,5	30	30	50	100	80	1500	1500	2500
Sulfat <sup>7)</sup>	mg/l	4,9	4,9	20	20	50	200	100	2000	2000	5000
Cyanid	µg/l	< 5	-	5	5	10	20	-	-	-	-
Arsen	µg/l	< 1	< 1	14	14	20	60	50	200	200	2500
Blei	µg/l	< 1	< 1	40	40	80	200	50	200	1000	5000
Cadmium	µg/l	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	3	6	4	50	100	500
Chrom (gesamt)	µg/l	< 1	< 1	12,5	12,5	25	60	50	300	1000	7000
Kupfer	µg/l	< 5	< 5	20	20	60	100	200	1000	5000	10000
Nickel	µg/l	< 1	< 1	15	15	20	70	40	200	1000	4000
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	1	5	20	200
Zink	µg/l	< 10	< 10	150	150	200	600	400	2000	5000	20000
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	20	20	40	100	100	200	50000	100000
DOC	mg/l	-	1,1	-	-	-	-	50	50	80	100
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	-	< 0,005	-	-	-	-	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	-	0,6	-	-	-	-	1	5	15	50
Barium	mg/l	-	0,004	-	-	-	-	2	5	10	30
Molybdän	mg/l	-	0,001	-	-	-	-	0,05	0,3	1	3
Antimon	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,01	0,03	0,05	0,7
gelöste Feststoffe <sup>7)</sup>	mg/l	-	< 150	-	-	-	-	400	3000	6000	10000

- nicht einstufigsrelevant

n.b.: nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Werte > der Bestimmungsgrenze verwendet werden.

<sup>1)</sup> Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-% (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>2)</sup> Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>3)</sup> Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>4)</sup> Orientierungswerte für die Ablagerung in Deponien der DK 0 bis II (Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Inhaltsstoffen -Vollzugshilfe-, MKULNV NRW, 2011)

<sup>5)</sup> DepV: TOC und Glühverlust kann gleichwertig angewandt werden (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 2)

<sup>6)</sup> DepV: Abweichende pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Über- oder Unterschreitungen ist die Ursache zu prüfen. (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 8)

<sup>7)</sup> DepV: Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen kann gleichwertig zu Chlorid und Sulfat angewandt werden. (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 12)

<sup>8)</sup> DepV: Für Bodenmaterial ohne Fremdbestandteile sind Überschreitungen beim Glühverlust bis 5 Masse% oder beim TOC bis 3 Masse% zulässig, wenn die Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenmaterials zurückgeht. (Deponieverordnung - DepV, 2009, Tabelle 2, Fußnote 2a vom 30.06.2020)

<sup>9)</sup> Gilt nicht für Asphalt auf Bitumen- oder auf Teerbasis. (Deponieverordnung - DepV, 2009, Tabelle 2, Fußnote 5)

**Legende:**

**Zuordnung nach LAGA**

	Z 0
	Z 1
	Z 1.1
	Z 1.2
	Z 2
	Grenzwert-Überschreitung

**Zuordnung nach DepV**

	DK 0
	DK I
	DK II
	DK III
	Grenzwert-Überschreitung

**Zuordnung nach LAGA TR Boden  
für Sand (Tabelle II.1.2-2 bis -5)  
und DepV (Tabelle 2)**

MP 4: geogene Sandböden		MP 4		LAGA			DepV				
Parameter	Dimension	LAGA	DepV	Feststoffgehalte							
				Z 0	Z 1	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III	
Arsen	mg/kg TS	4,0	-	10	45	150	-	-	-	-	
Blei	mg/kg TS	7	-	40	210	700	-	-	-	-	
Cadmium	mg/kg TS	< 0,2	-	0,4	3	10	-	-	-	-	
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	11	-	30	180	600	-	-	-	-	
Kupfer	mg/kg TS	9	-	20	120	400	-	-	-	-	
Nickel	mg/kg TS	13	-	15	150	500	-	-	-	-	
Thallium	mg/kg TS	< 0,2	-	0,4	2,1	7	-	-	-	-	
Quecksilber	mg/kg TS	0,10	-	0,1	1,5	5	-	-	-	-	
Zink	mg/kg TS	22	-	60	450	1500	-	-	-	-	
TOC <sup>5)</sup>	Masse-%	0,2	0,2	0,5 (1,0) <sup>1)</sup>	1,5	5	1 <sup>8)</sup>	1 <sup>8)</sup>	3	6	
EOX	mg/kg TS	< 1,0	-	1	3 <sup>2)</sup>	10	-	-	-	-	
Kohlenwasserstoffe <sub>C10-C22</sub>	mg/kg TS	< 40	-	100	300	1000	-	-	-	-	
Kohlenwasserstoffe <sub>C10-C40</sub>	mg/kg TS	< 40	< 40	100	600	2000	500	4000 <sup>4)</sup>	8000 <sup>4)</sup>	-	
BTEX	mg/kg TS	n.b.	n.b.	1	1	1	6	30 <sup>4)</sup>	60 <sup>4)</sup>	-	
LHKW	mg/kg TS	n.b.	n.b.	1	1	1	2 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	25 <sup>4)</sup>	-	
PCB <sub>6</sub>	mg/kg TS	n.b.	n.b.	0,05	0,15	0,5	1	5 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	-	
PAK <sub>16</sub>	mg/kg TS	n.b.	n.b.	3	3 (9) <sup>3)</sup>	30	30	500 <sup>4)</sup>	1000 <sup>4)</sup>	-	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	-	0,3	0,9	3	-	-	-	-	
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	-	-	3	10	-	-	-	-	
Glühverlust <sup>5)</sup>	Masse-%	-	1,4	-	-	-	3 <sup>8)</sup>	3 <sup>8)</sup>	5	10	
lipophile Stoffe	Masse-%	-	< 0,02	-	-	-	0,1	0,4 <sup>9)</sup>	0,8 <sup>9)</sup>	4 <sup>9)</sup>	
		MP 4		Eluatgehalte							
Parameter	Dimension	LAGA	DepV	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III
pH-Wert <sup>6)</sup>	-	7,7	7,7	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Leitfähigkeit	µS/cm	14	-	250	250	1500	2000	-	-	-	-
Chlorid <sup>7)</sup>	mg/l	< 1,0	< 1,0	30	30	50	100	80	1500	1500	2500
Sulfat <sup>7)</sup>	mg/l	< 1,0	< 1,0	20	20	50	200	100	2000	2000	5000
Cyanid	µg/l	< 5	-	5	5	10	20	-	-	-	-
Arsen	µg/l	< 1	< 1	14	14	20	60	50	200	200	2500
Blei	µg/l	< 1	< 1	40	40	80	200	50	200	1000	5000
Cadmium	µg/l	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	3	6	4	50	100	500
Chrom (gesamt)	µg/l	< 1	< 1	12,5	12,5	25	60	50	300	1000	7000
Kupfer	µg/l	< 5	< 5	20	20	60	100	200	1000	5000	10000
Nickel	µg/l	< 1	< 1	15	15	20	70	40	200	1000	4000
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	1	5	20	200
Zink	µg/l	10	10	150	150	200	600	400	2000	5000	20000
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	20	20	40	100	100	200	50000	100000
DOC	mg/l	-	< 1,0	-	-	-	-	50	50	80	100
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	-	< 0,005	-	-	-	-	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	1	5	15	50
Barium	mg/l	-	0,005	-	-	-	-	2	5	10	30
Molybdän	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,05	0,3	1	3
Antimon	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,01	0,03	0,05	0,7
gelöste Feststoffe <sup>7)</sup>	mg/l	-	< 150	-	-	-	-	400	3000	6000	10000

- nicht einstufigsrelevant

n.b.: nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Werte > der Bestimmungsgrenze verwendet werden.

<sup>1)</sup> Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-% (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>2)</sup> Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>3)</sup> Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>4)</sup> Orientierungswerte für die Ablagerung in Deponien der DK 0 bis II (Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Inhaltsstoffen -Vollzugshilfe-, MKULNV NRW, 2011)

<sup>5)</sup> DepV: TOC und Glühverlust kann gleichwertig angewandt werden (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 2)

<sup>6)</sup> DepV: Abweichende pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Über- oder Unterschreitungen ist die Ursache zu prüfen. (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 8)

<sup>7)</sup> DepV: Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen kann gleichwertig zu Chlorid und Sulfat angewandt werden. (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 12)

<sup>8)</sup> DepV: Für Bodenmaterial ohne Fremdbestandteile sind Überschreitungen beim Glühverlust bis 5 Masse% oder beim TOC bis 3 Masse% zulässig, wenn die Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenmaterials zurückgeht. (Deponieverordnung - DepV, 2009, Tabelle 2, Fußnote 2a vom 30.06.2020)

<sup>9)</sup> Gilt nicht für Asphalt auf Bitumen- oder auf Teerbasis. (Deponieverordnung - DepV, 2009, Tabelle 2, Fußnote 5)

**Legende:**

Zuordnung nach LAGA

Z 0
Z 1
Z 1.1
Z 1.2
Z 2
Grenzwert-Überschreitung

Zuordnung nach DepV

DK 0
DK I
DK II
DK III
Grenzwert-Überschreitung

**Zuordnung nach LAGA TR Boden  
für Ton (Tabelle II.1.2-2 bis -5)  
und DepV (Tabelle 2)**

MP 5: Tonstein		MP 5		LAGA			DepV				
Parameter	Dimension	LAGA	DepV	Feststoffgehalte							
				Z 0	Z 1	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III	
Arsen	mg/kg TS	5,8	-	20	45	150	-	-	-	-	
Blei	mg/kg TS	40	-	100	210	700	-	-	-	-	
Cadmium	mg/kg TS	< 0,2	-	1,5	3	10	-	-	-	-	
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	28	-	100	180	600	-	-	-	-	
Kupfer	mg/kg TS	34	-	60	120	400	-	-	-	-	
Nickel	mg/kg TS	31	-	70	150	500	-	-	-	-	
Thallium	mg/kg TS	< 0,2	-	1	2,1	7	-	-	-	-	
Quecksilber	mg/kg TS	0,12	-	1	1,5	5	-	-	-	-	
Zink	mg/kg TS	47	-	200	450	1500	-	-	-	-	
TOC <sup>5)</sup>	Masse-%	1,5	1,5	0,5 (1,0) <sup>1)</sup>	1,5	5	1 <sup>8)</sup>	1 <sup>8)</sup>	3	6	
EOX	mg/kg TS	< 1,0	-	1	3 <sup>2)</sup>	10	-	-	-	-	
Kohlenwasserstoffe <sub>C10-C22</sub>	mg/kg TS	130	-	100	300	1000	-	-	-	-	
Kohlenwasserstoffe <sub>C10-C40</sub>	mg/kg TS	240	240	-	600	2000	500	4000 <sup>4)</sup>	8000 <sup>4)</sup>	-	
BTEX	mg/kg TS	n.b.	n.b.	1	1	1	6	30 <sup>4)</sup>	60 <sup>4)</sup>	-	
LHKW	mg/kg TS	n.b.	n.b.	1	1	1	2 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	25 <sup>4)</sup>	-	
PCB <sub>6-7</sub>	mg/kg TS	n.b.	n.b.	0,05	0,15	0,5	1	5 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	-	
PAK <sub>16</sub>	mg/kg TS	0,89	0,89	3	3 (9) <sup>3)</sup>	30	30	500 <sup>4)</sup>	1000 <sup>4)</sup>	-	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	-	0,3	0,9	3	-	-	-	-	
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	-	-	3	10	-	-	-	-	
Glühverlust <sup>5)</sup>	Masse-%	-	7,6	-	-	-	3 <sup>8)</sup>	3 <sup>8)</sup>	5	10	
lipophile Stoffe	Masse-%	-	< 0,02	-	-	-	0,1	0,4 <sup>9)</sup>	0,8 <sup>9)</sup>	4 <sup>9)</sup>	
Parameter	Dimension	MP 5		Eluatgehalte							
		LAGA	DepV	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III
pH-Wert <sup>6)</sup>	-	8,1	8,1	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Leitfähigkeit	µS/cm	94	-	250	250	1500	2000	-	-	-	-
Chlorid <sup>7)</sup>	mg/l	1,3	1,3	30	30	50	100	80	1500	1500	2500
Sulfat <sup>7)</sup>	mg/l	34	34	20	20	50	200	100	2000	2000	5000
Cyanid	µg/l	< 5	-	5	5	10	20	-	-	-	-
Arsen	µg/l	< 1	< 1	14	14	20	60	50	200	200	2500
Blei	µg/l	< 1	< 1	40	40	80	200	50	200	1000	5000
Cadmium	µg/l	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	3	6	4	50	100	500
Chrom (gesamt)	µg/l	< 1	< 1	12,5	12,5	25	60	50	300	1000	7000
Kupfer	µg/l	< 5	< 5	20	20	60	100	200	1000	5000	10000
Nickel	µg/l	1	1	15	15	20	70	40	200	1000	4000
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	1	5	20	200
Zink	µg/l	< 10	< 10	150	150	200	600	400	2000	5000	20000
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	20	20	40	100	100	200	50000	100000
DOC	mg/l	-	1,1	-	-	-	-	50	50	80	100
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	-	< 0,005	-	-	-	-	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	-	< 0,2	-	-	-	-	1	5	15	50
Barium	mg/l	-	0,022	-	-	-	-	2	5	10	30
Molybdän	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,05	0,3	1	3
Antimon	mg/l	-	< 0,001	-	-	-	-	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/l	-	0,002	-	-	-	-	0,01	0,03	0,05	0,7
gelöste Feststoffe <sup>7)</sup>	mg/l	-	< 150	-	-	-	-	400	3000	6000	10000

- nicht einstufigsrelevant

n.b.: nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Werte > der Bestimmungsgrenze verwendet werden.

<sup>1)</sup> Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-% (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>2)</sup> Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>3)</sup> Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden (LAGA TR Boden, 2004)

<sup>4)</sup> Orientierungswerte für die Ablagerung in Deponien der DK 0 bis II (Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Inhaltsstoffen -Vollzugshilfe-, MKULNV NRW, 2011)

<sup>5)</sup> DepV: TOC und Glühverlust kann gleichwertig angewandt werden (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 2)

<sup>6)</sup> DepV: Abweichende pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Über- oder Unterschreitungen ist die Ursache zu prüfen. (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 8)

<sup>7)</sup> DepV: Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen kann gleichwertig zu Chlorid und Sulfat angewandt werden. (Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), 2009, Tabelle 2, Fußnote 12)

<sup>8)</sup> DepV: Für Bodenmaterial ohne Fremdbestandteile sind Überschreitungen beim Glühverlust bis 5 Masse% oder beim TOC bis 3 Masse% zulässig, wenn die Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenmaterials zurückgeht. (Deponieverordnung - DepV, 2009, Tabelle 2, Fußnote 2a vom 30.06.2020)

<sup>9)</sup> Gilt nicht für Asphalt auf Bitumen- oder auf Teerbasis. (Deponieverordnung - DepV, 2009, Tabelle 2, Fußnote 5)

**Legende:**

**Zuordnung nach LAGA**

Z 0
Z 1
Z 1.1
Z 1.2
Z 2
Grenzwert-Überschreitung

**Zuordnung nach DepV**

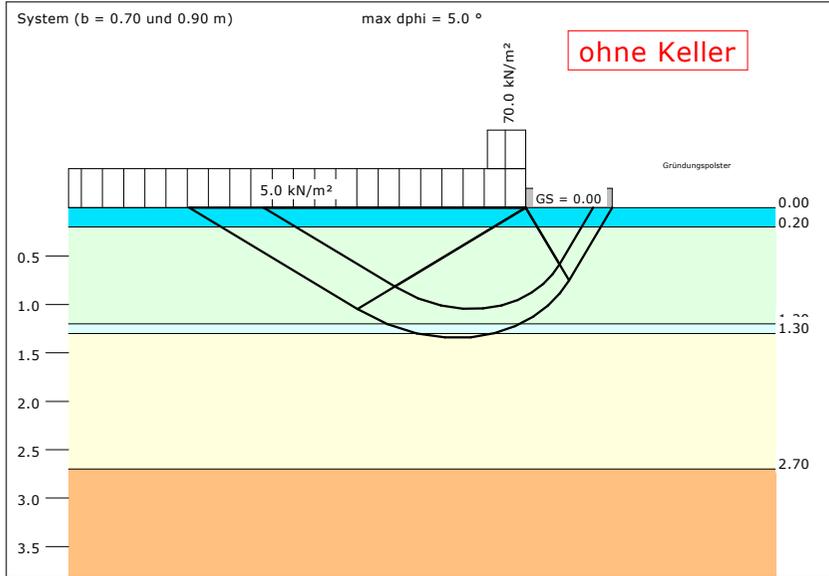
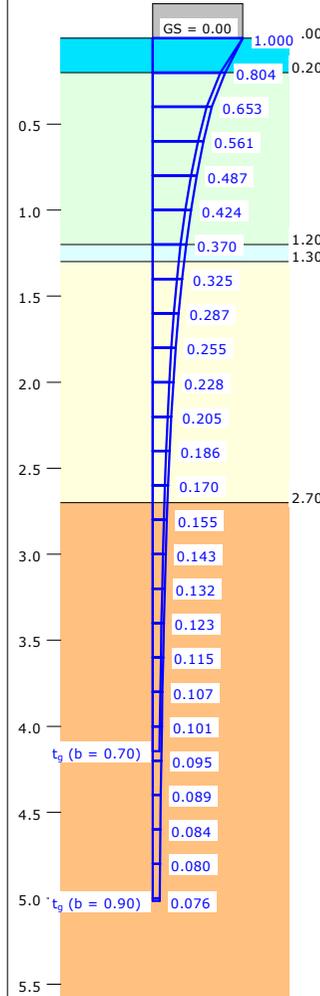
DK 0
DK I
DK II
DK III
Grenzwert-Überschreitung

# Anlage 9

Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	1.20	18.0	10.0	27.5	1.0	6.5	UL, weich - steif
	1.30	20.5	10.5	25.0	6.0	9.0	TL, halbfest
	2.70	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felsersatz
	>2.70	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein

Streckenlasten		
(a = Abstand von Fundamentaßenkante)		
p [kN/m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]
70.0	0.00	0.40

Spannungsverlauf (b = 0.70 und 0.90 m)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.70	254.6	178.2	188.6	1.66	28.3	0.85	18.00	15.25	4.15	1.04	11.3
10.00	0.80	248.2	198.6	183.9	1.74	28.2	0.87	18.00	14.01	4.39	1.19	10.5
10.00	0.90	285.2	256.7	211.2	2.14	28.2	2.79	18.08	12.99	5.02	1.34	9.9

$\sigma_{E,k} = \sigma_{gr,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{gr,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{gr,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 1 | KRB 1  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 3.20 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: PR21104-KRB1-BoK.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohlendruck  
 — Bettungsmodulare



Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

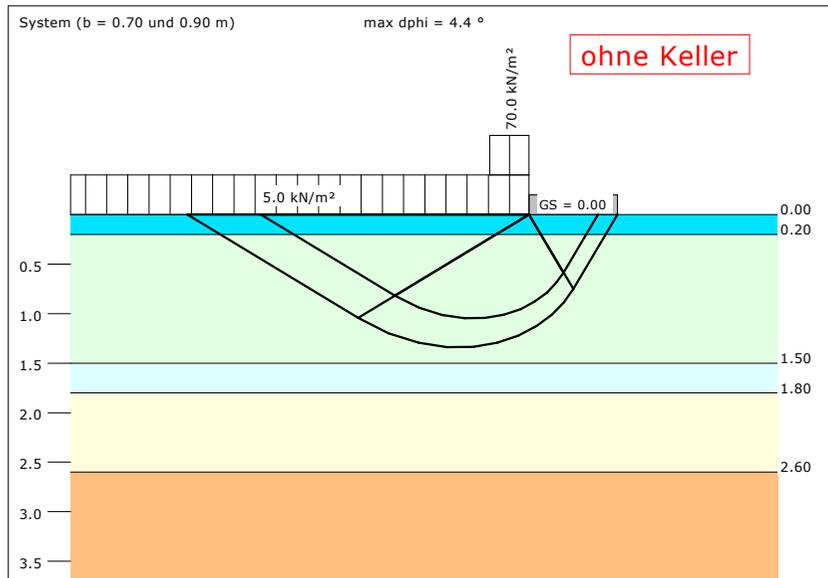
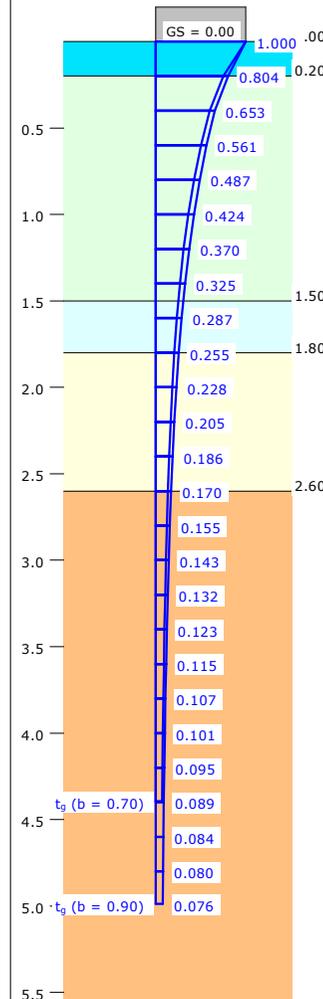
Projekt-Nr.:  
PR21104

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlengern

Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	1.50	20.0	10.0	27.5	2.0	8.0	UL, steif
	1.80	16.0	9.0	30.0	0.0	15.0	SU, locker
	2.60	20.5	10.5	27.5	1.0	12.0	SU*, weich - steif
	>2.60	18.0	10.0	35.0	0.0	45.0	SU, mitteldicht

Streckenlasten		
(a = Abstand von Fundamentaßenkante)		
p [kN/m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]
70.0	0.00	0.40

Spannungsverlauf (b = 0.70 und 0.90 m)

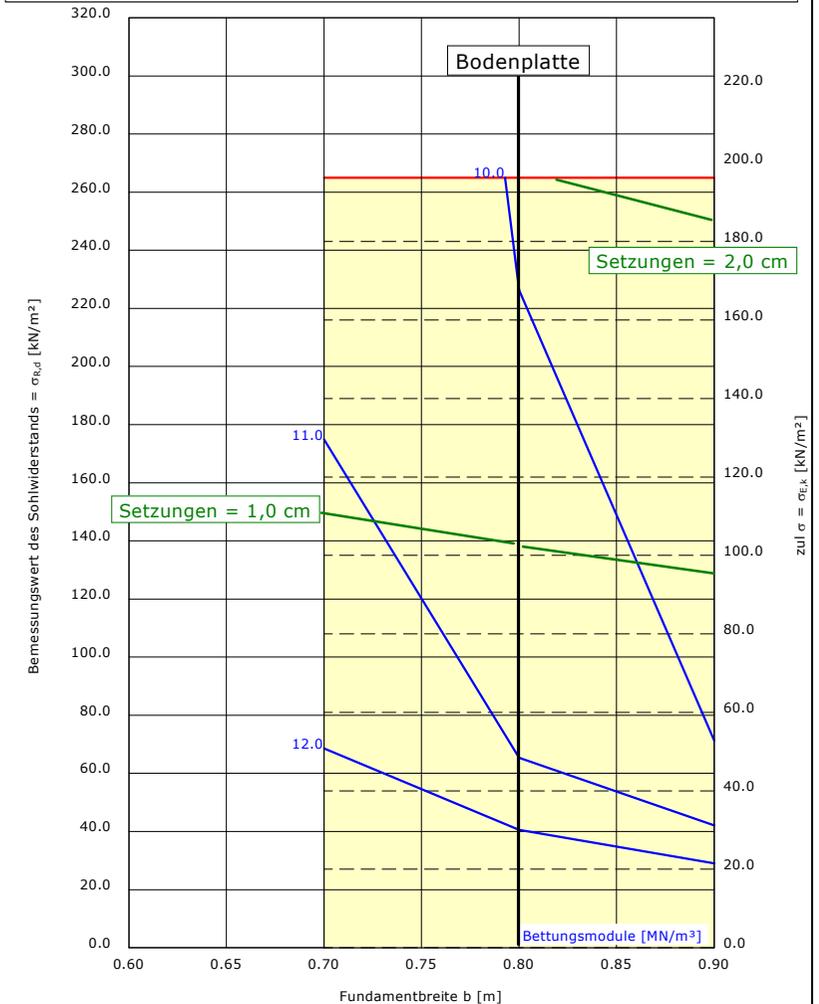


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UK LS [m]	$k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.70	265.0	185.5	196.3	1.82	28.3	1.70	19.44	15.25	4.39	1.05	10.8
10.00	0.80	265.0	212.0	196.3	1.98	28.2	1.74	19.50	14.01	4.70	1.19	9.9
10.00	0.90	265.0	238.5	196.3	2.12	28.1	1.77	19.55	13.04	4.99	1.34	9.2

$\sigma_{E,k} = \sigma_{gr,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{gr,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{gr,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 2 | KRB 2  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 $\sigma_{R,d}$  auf 265.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 2.60 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: PR21104-KRB2-BoK.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohlldruck  
 — Bettungsmodule



Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

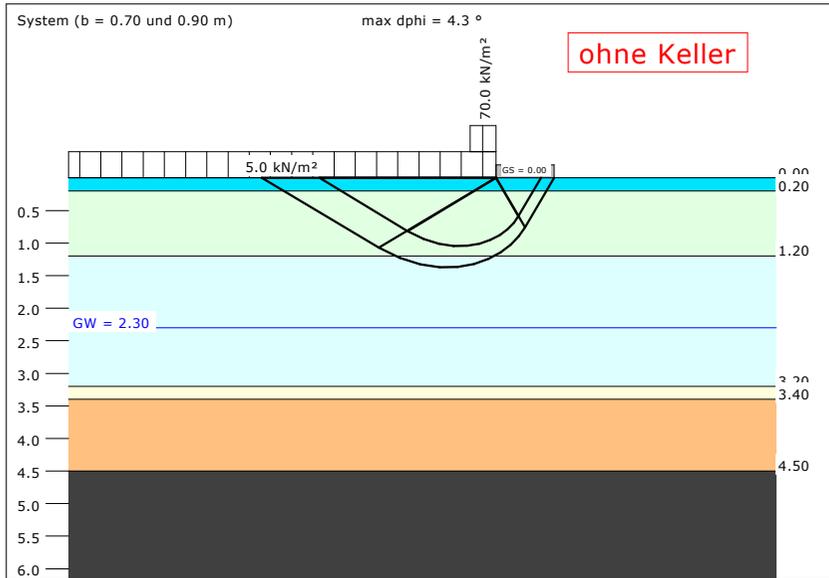
Projekt-Nr.:  
 PR21104

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlengern



Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	1.20	18.0	10.0	27.5	1.0	6.5	UL, weich - steif
	3.20	16.0	9.0	30.0	0.0	15.0	SU, locker
	3.40	18.0	10.0	35.0	0.0	50.0	SE, mitteldicht
	4.50	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felsersatz
	>4.50	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein

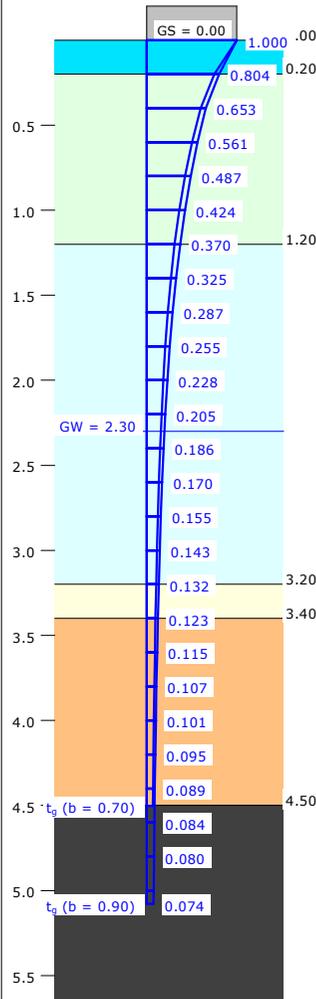
Streckenlasten		
(a = Abstand von Fundamentaßenkante)		
p [kN/m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]
70.0	0.00	0.40



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.70	240.0	168.0	177.8	1.83	28.3	0.85	18.00	15.26	4.50	1.04	9.7
10.00	0.80	240.0	192.0	177.8	1.98	28.2	0.87	18.00	14.01	4.80	1.19	9.0
10.00	0.90	240.0	216.0	177.8	2.12	28.8	0.60	17.91	12.72	5.08	1.37	8.4

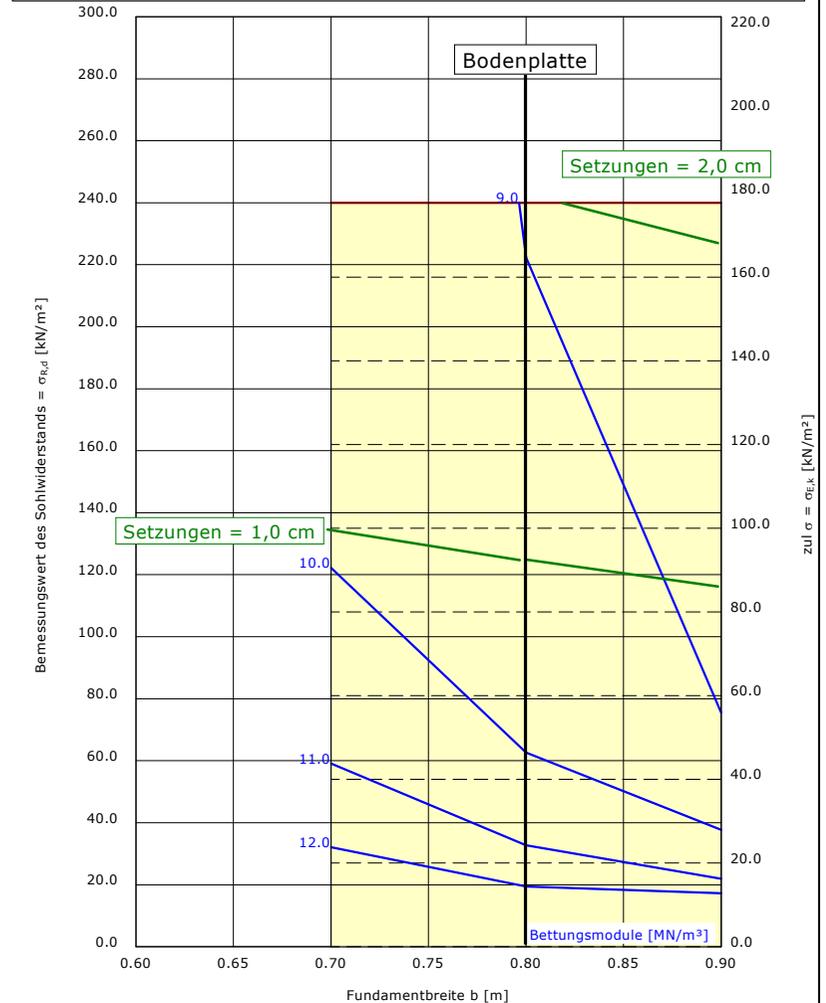
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{R,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Spannungsverlauf (b = 0.70 und 0.90 m)



Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 3 | KRB 3  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

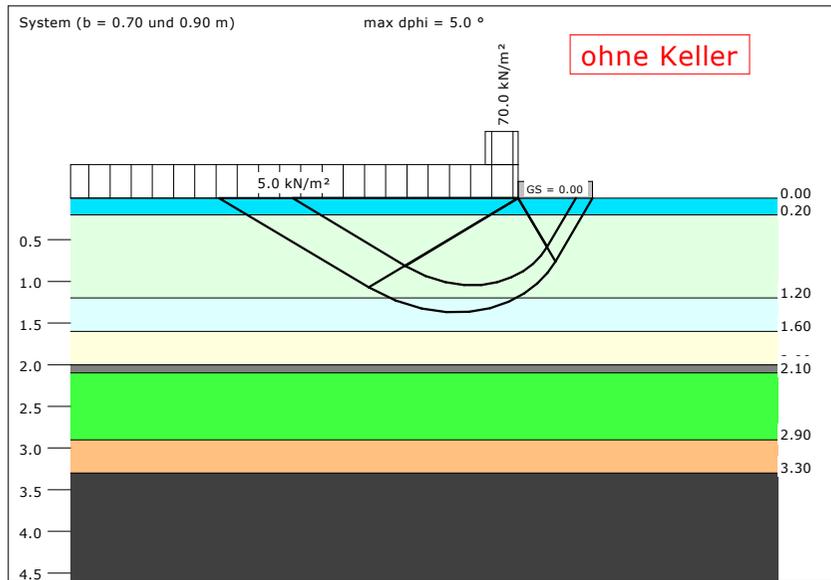
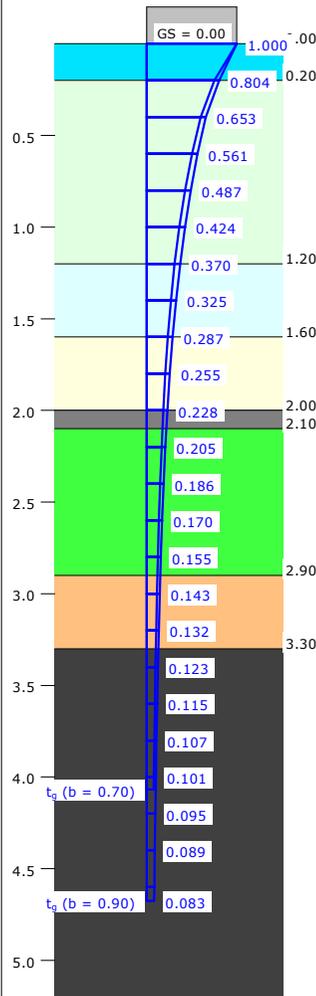
Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 $\sigma_{R,d}$  auf 240.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 2.30 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: PR21104-KRB3-BoK.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohlldruck  
 — Bettungsmodule



Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	1.20	18.0	10.0	27.5	1.0	6.5	UL, weich - steif
	1.60	16.0	9.0	30.0	0.0	15.0	SU, locker
	2.00	18.0	10.0	35.0	0.0	50.0	SU*, steif
	2.10	16.0	9.0	30.0	0.0	20.0	SE, locker
	2.90	20.5	10.5	25.0	6.0	9.0	TL, halbfest
	3.30	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felsersatz
	>3.30	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein

Streckenlasten		
(a = Abstand von Fundamentaßenkante)		
p [kN/m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]
70.0	0.00	0.40

Spannungsverlauf (b = 0.70 und 0.90 m)

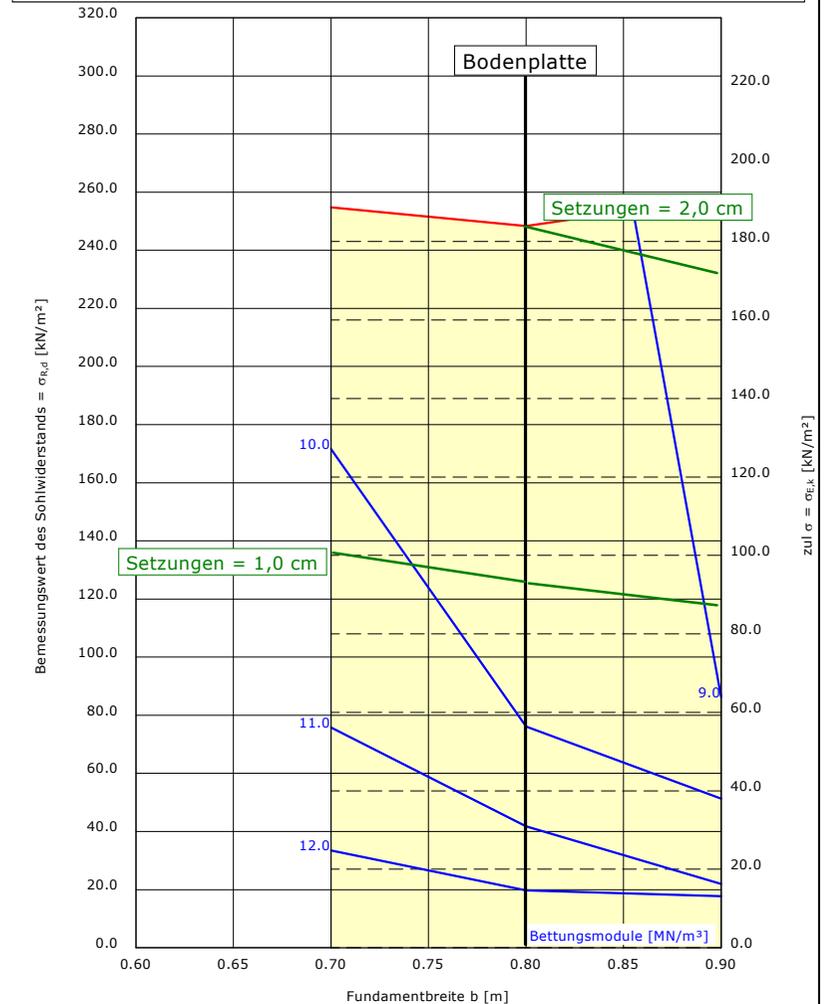


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.70	254.7	178.3	188.7	1.90	28.3 *	0.85	18.00	15.27	4.07	1.04	9.9
10.00	0.80	248.3	198.6	183.9	2.00	28.2	0.87	18.00	14.01	4.31	1.19	9.2
10.00	0.90	258.1	232.3	191.2	2.23	28.8 *	0.60	17.91	12.74	4.68	1.37	8.6

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{R,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(O)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 4 | KRB 4  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 3.70 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: PR21104-KRB4-BoK.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohlldruck  
 — Bettungsmodulare



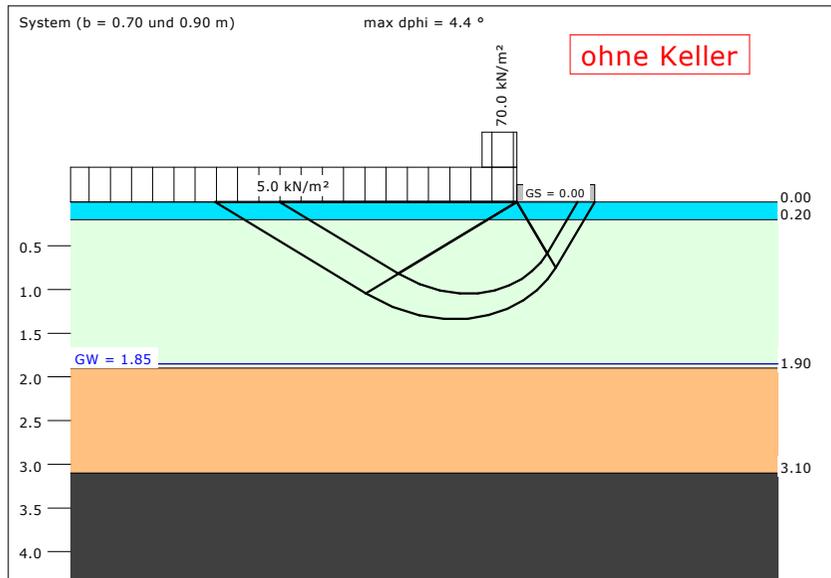
Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt-Nr.: JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 PR21104 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlegern

Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	1.85	18.0	10.0	27.5	1.0	6.5	UL, weich - steif
	1.90	20.5	10.5	27.5	1.0	12.0	SU*, weich - steif
	3.10	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felszersatz
	>3.10	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein

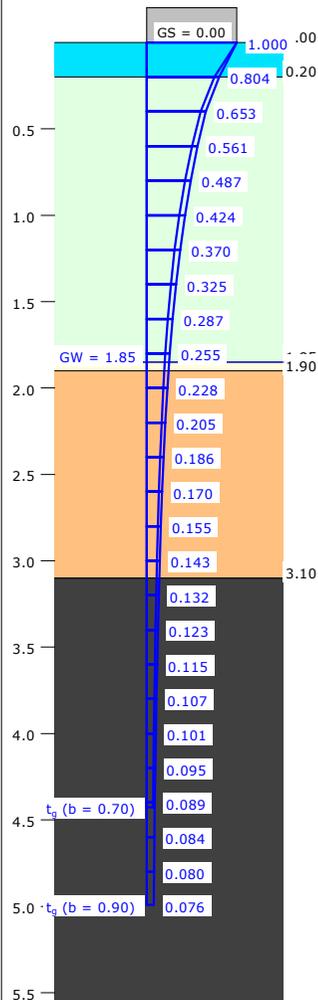
Streckenlasten		
(a = Abstand von Fundamentaßenkante)		
p [kN/m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]
70.0	0.00	0.40



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.70	230.0	161.0	170.4	1.84	28.3	0.85	18.00	15.24	4.43	1.05	9.3
10.00	0.80	230.0	184.0	170.4	1.99	28.2	0.87	18.00	14.01	4.72	1.19	8.6
10.00	0.90	230.0	207.0	170.4	2.13	28.1	0.88	18.00	13.05	4.99	1.34	8.0

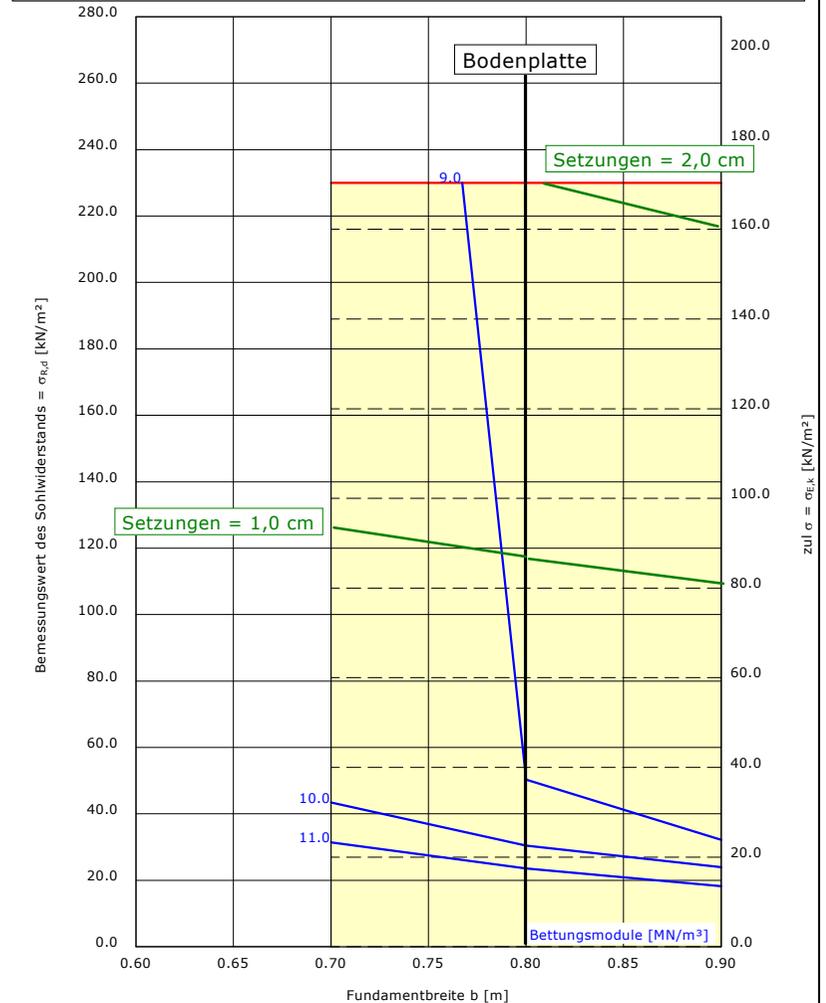
$\sigma_{E,k} = \sigma_{gr,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{gr,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{gr,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Spannungsverlauf (b = 0.70 und 0.90 m)



Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 5 | KRB 5  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 $\sigma_{R,d}$  auf 230.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssole = 0.00 m  
 Grundwasser = 1.85 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: PR21104-KRB5-BoK.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohldruck  
 — Bettungsmodule



Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

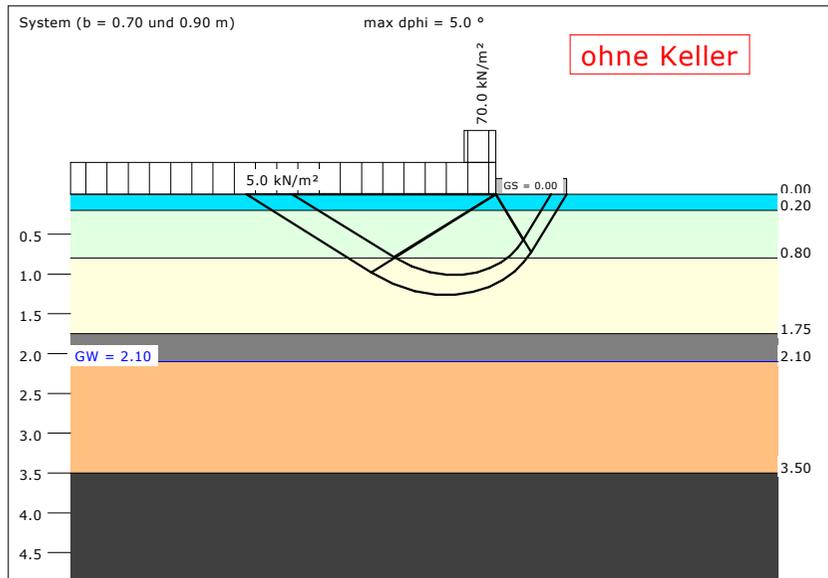
Projekt-Nr.:  
PR21104

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlegern



Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	0.80	20.5	10.5	27.5	2.0	8.0	UL, steif
	1.75	19.0	10.0	25.0	3.0	6.0	TL - UL, steif
	2.10	20.5	10.5	25.0	7.0	9.5	TL - UL, halbfest
	3.50	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felszersatz
	>3.50	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein

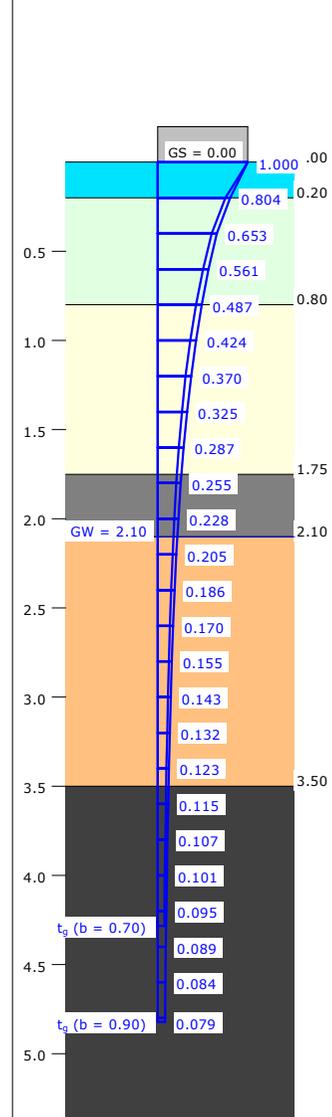
Streckenlasten		
(a = Abstand von Fundamentaßenkante)		
p [kN/m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]
70.0	0.00	0.40



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.70	235.0	164.5	174.1	1.82	27.2 *	2.06	19.63	15.85	4.28	1.01	9.6
10.00	0.80	235.0	188.0	174.1	1.98	26.6 *	2.17	19.61	14.80	4.58	1.13	8.8
10.00	0.90	232.3	209.1	172.1	2.10	26.3 *	2.26	19.58	13.87	4.82	1.26	8.2

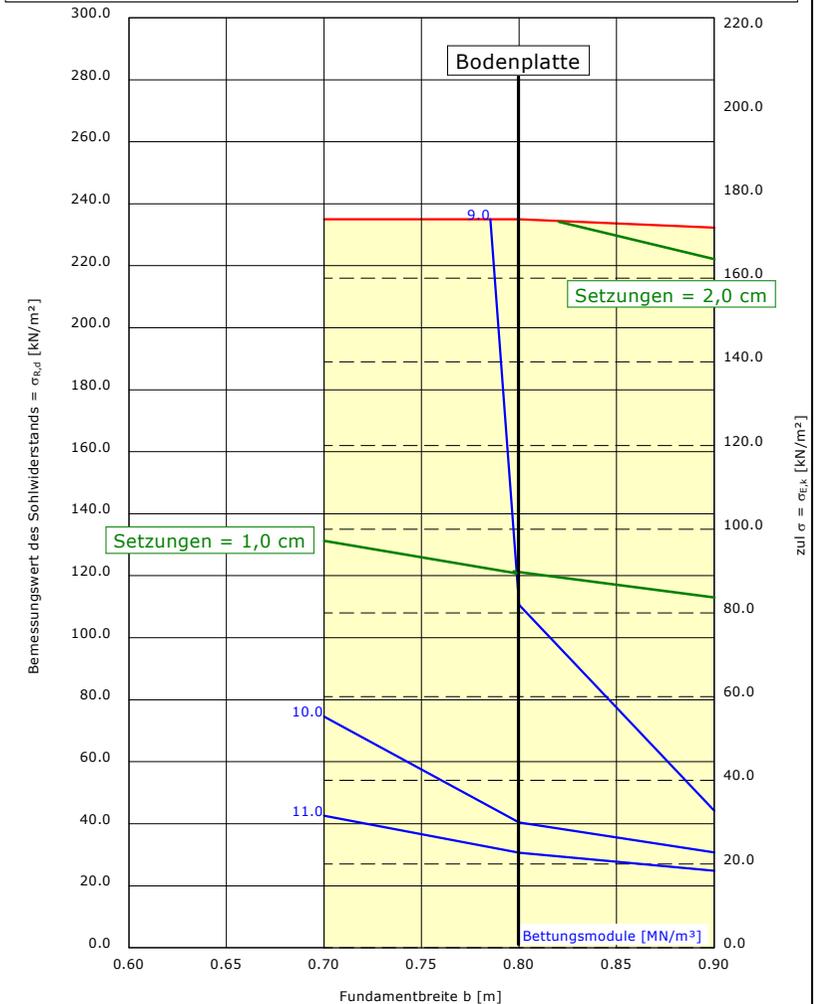
\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{gr,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{gr,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{gr,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(O)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Spannungsverlauf (b = 0.70 und 0.90 m)



Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 6 | KRB 6  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 $\sigma_{R,d}$  auf 235.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 2.10 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: PR21104-KRB6-BoK.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohlldruck  
 — Bettungsmodule



Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

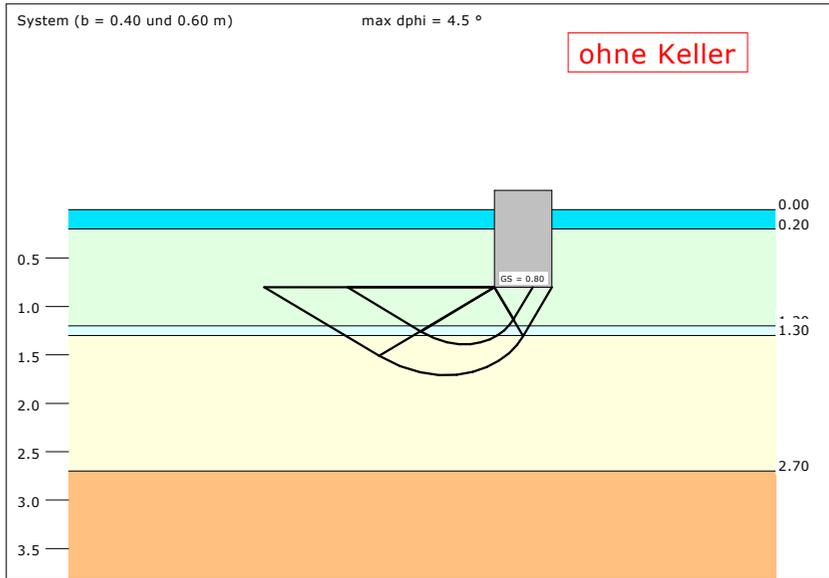
Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt-Nr.:  
PR21104

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlengern



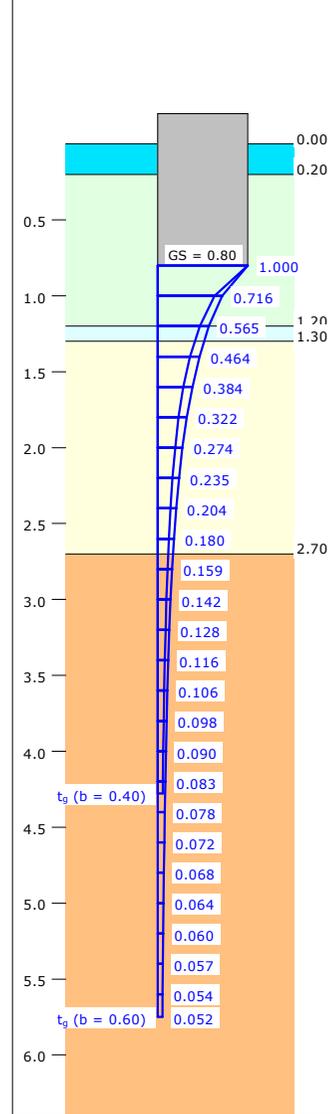
Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	1.20	18.0	10.0	27.5	1.0	6.5	UL, weich - steif
	1.30	20.5	10.5	25.0	6.0	9.0	TL, halbfest
	2.70	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felsersatz
	>2.70	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.40	366.0	146.4	271.1	1.47 *	27.9	4.61	18.42	14.40	4.28	1.39	18.5
10.00	0.50	424.7	212.4	314.6	1.89 *	28.5	5.85	18.69	14.40	5.08	1.55	16.7
10.00	0.60	462.2	277.3	342.3	2.22 *	28.7	6.58	18.88	14.40	5.75	1.71	15.4

\* Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{R,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(O)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

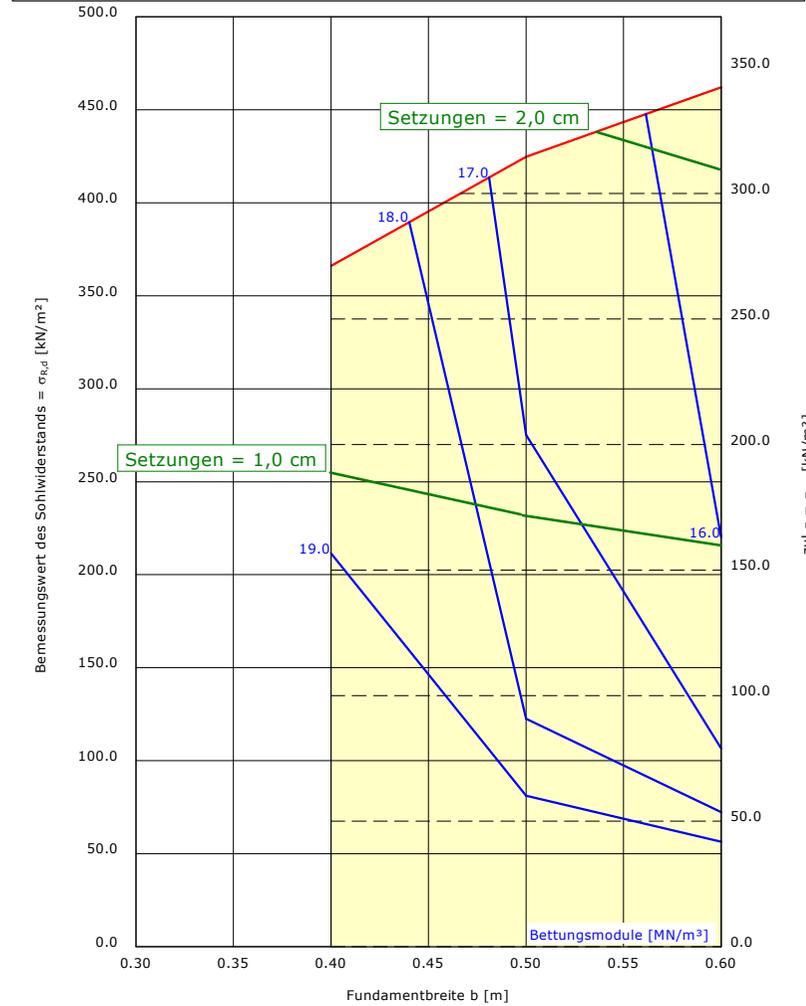
Spannungsverlauf (b = 0.40 und 0.60 m)



Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 1 | KRB 1  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

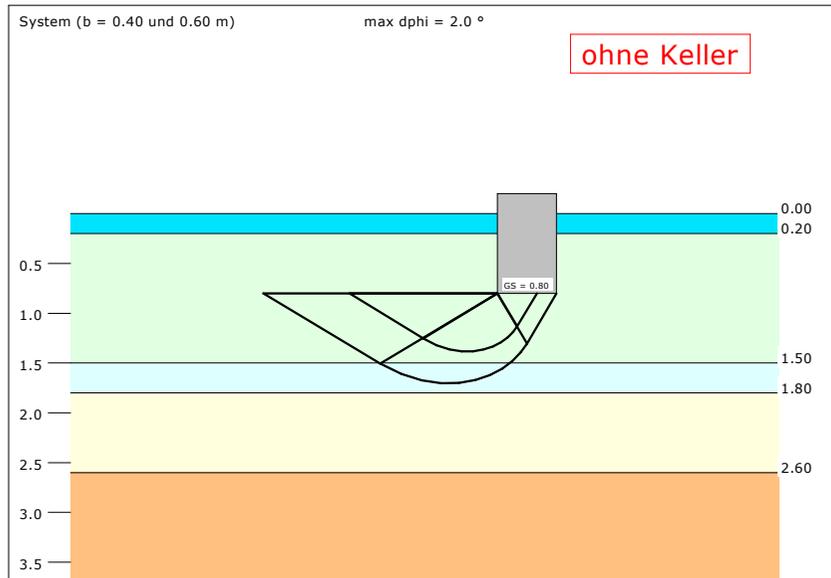
Tiefenbeiwerte nach: Lang et al. (CH)  
 Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 Gründungssohle = 0.80 m  
 Grundwasser = 3.20 m  
 Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Grundbruch mit Tiefenbeiwerten  
 Datei: PR21104-KRB1-SF.gdg  
 Datum: 27.08.2021

— Sohldruck  
 — Bettungsmodulare



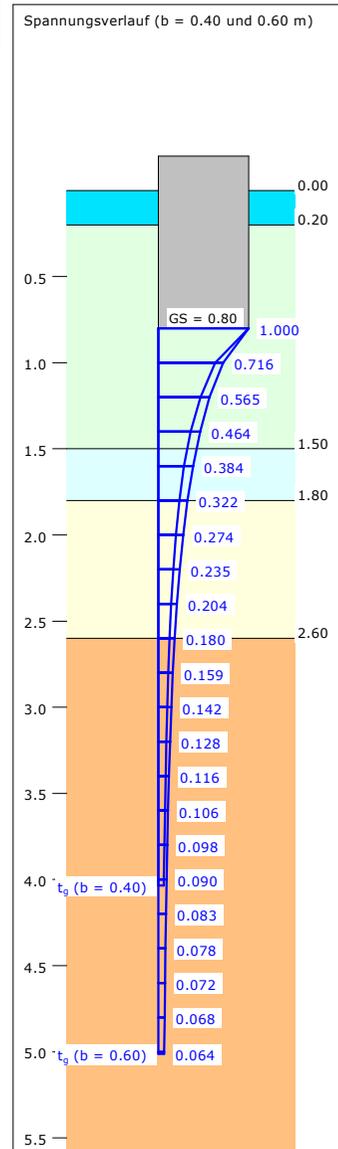
Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe  
 Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	1.50	20.0	10.0	27.5	2.0	8.0	UL, steif
	1.80	16.0	9.0	30.0	0.0	15.0	SU, locker
	2.60	20.5	10.5	27.5	1.0	12.0	SU*, weich - steif
	>2.60	18.0	10.0	35.0	0.0	45.0	SU, mitteldicht



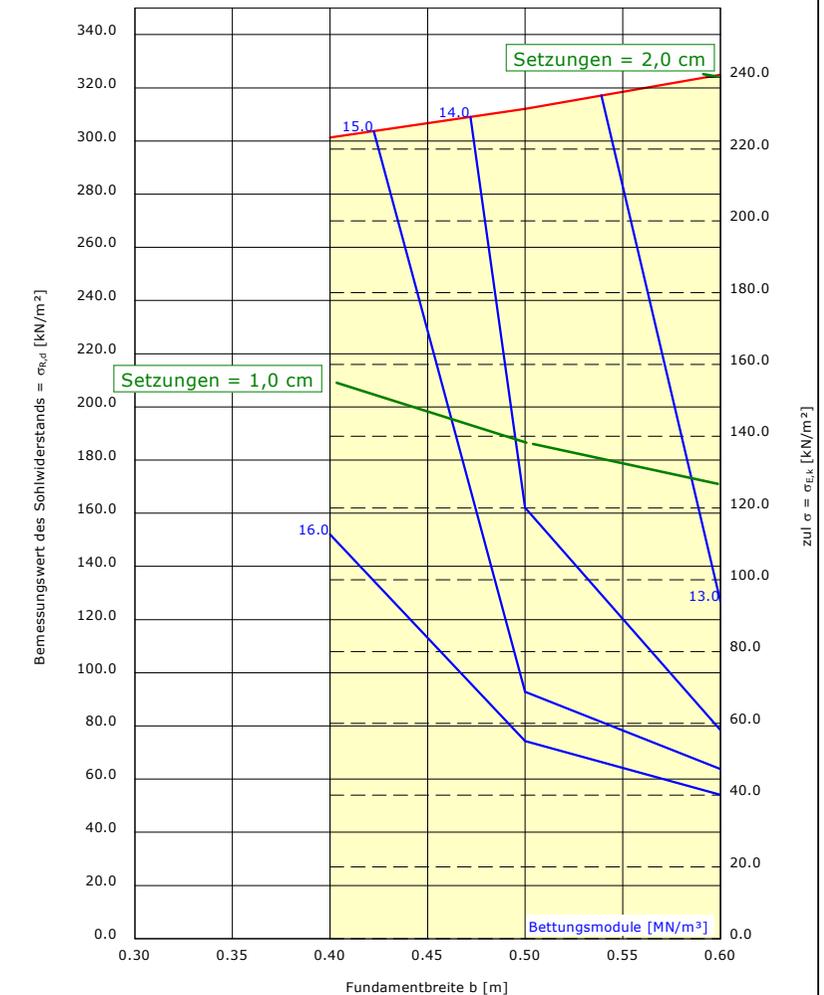
a	b	$\sigma_{R,d}$	R <sub>n,d</sub>	$\sigma_{E,k}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_0$	t <sub>g</sub>	UK LS	k <sub>s</sub>
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.40	301.3	120.5	223.2	1.47 *	27.5	2.00	20.00	15.60	4.03	1.38	15.2
10.00	0.50	312.1	156.1	231.2	1.73 *	28.0	1.64	19.95	15.60	4.53	1.54	13.3
10.00	0.60	325.0	195.0	240.7	2.00 *	28.5	1.23	19.57	15.60	5.01	1.70	12.0

\* Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{of,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(O)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00



Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 2 | KRB 2  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Tiefenbeiwerte nach: Lang et al. (CH)  
 Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 Gründungssole = 0.80 m  
 Grundwasser = 2.60 m  
 Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt  
 Grundbruch mit Tiefenbeiwerten  
 Datei: PR21104-KRB2-SF.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohldruck  
 — Bettungsmodule



Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

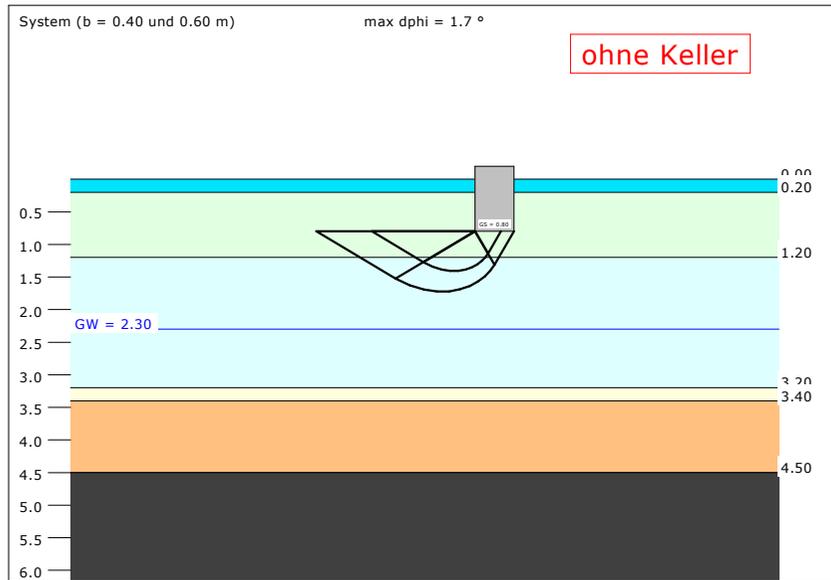
Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt-Nr.:  
 PR21104

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlingern

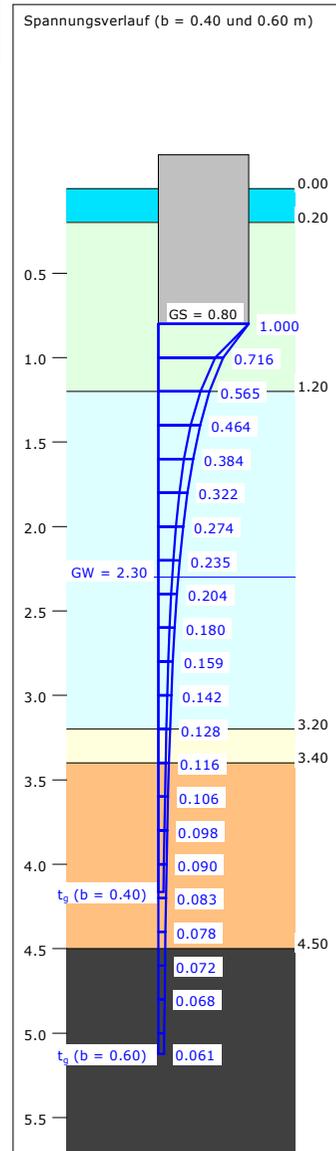


Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	1.20	18.0	10.0	27.5	1.0	6.5	UL, weich - steif
	3.20	16.0	9.0	30.0	0.0	15.0	SU, locker
	3.40	18.0	10.0	35.0	0.0	50.0	SE, mitteldicht
	4.50	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felszersatz
	>4.50	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein



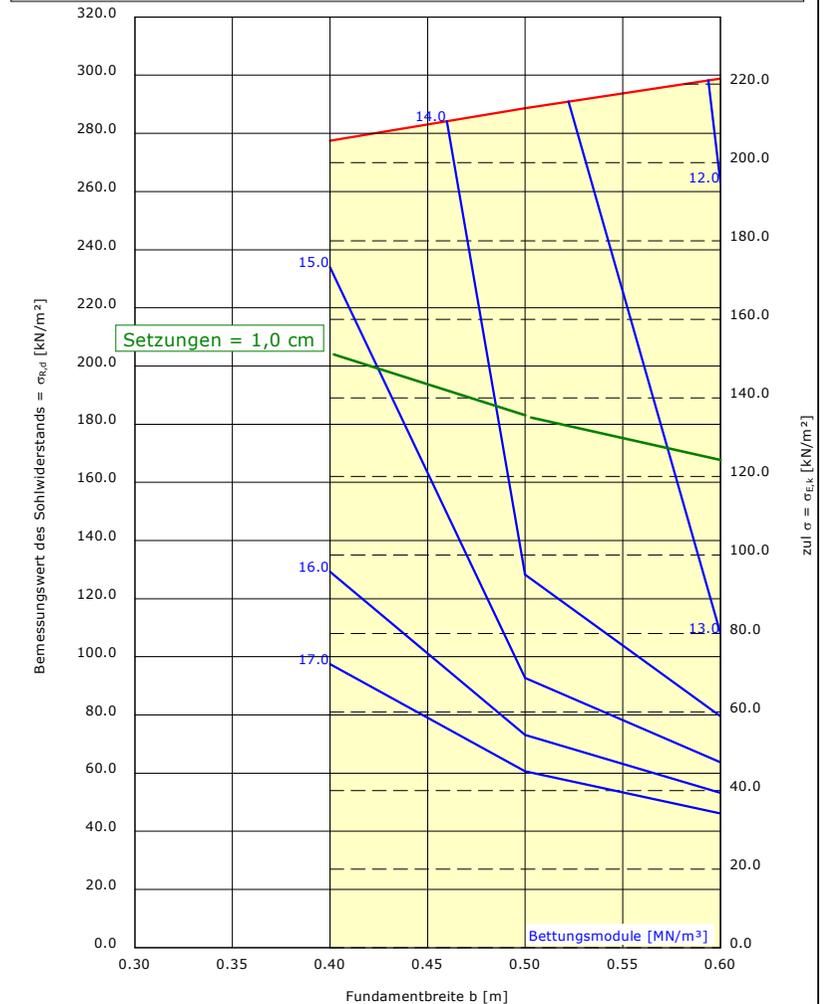
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.40	277.5	111.0	205.5	1.39 *	28.7	0.52	17.61	14.40	4.16	1.41	14.8
10.00	0.50	288.7	144.3	213.8	1.63 *	29.0	0.41	17.35	14.40	4.66	1.56	13.1
10.00	0.60	298.9	179.3	221.4	1.86 *	29.2	0.34	17.16	14.40	5.12	1.72	11.9

\* Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{R,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(O)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00



Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 3 | KRB 3  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Tiefenbeiwerte nach: Lang et al. (CH)  
 Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 Gründungssohle = 0.80 m  
 Grundwasser = 2.30 m  
 Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Grundbruch mit Tiefenbeiwerten  
 Datei: PR21104-KRB3-SF.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohlldruck  
 — Bettungsmodulare



Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

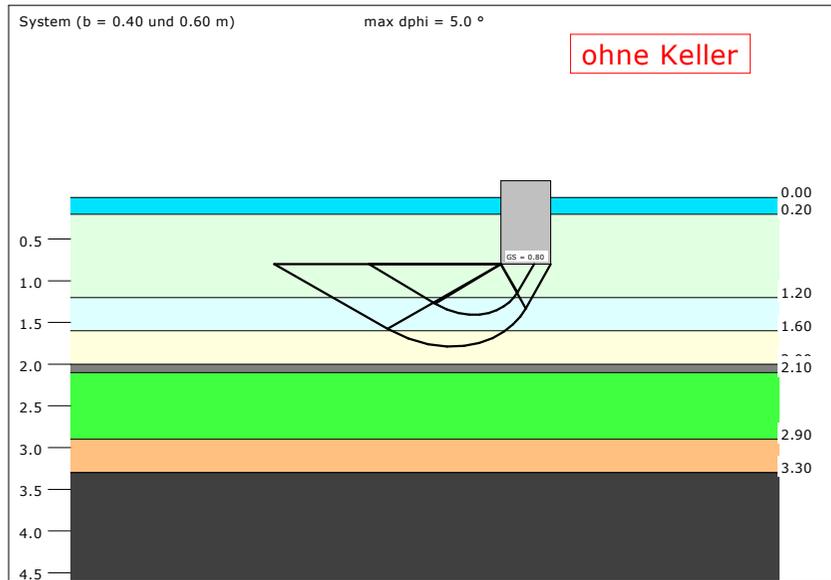
Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt-Nr.:  
 PR21104

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlegern

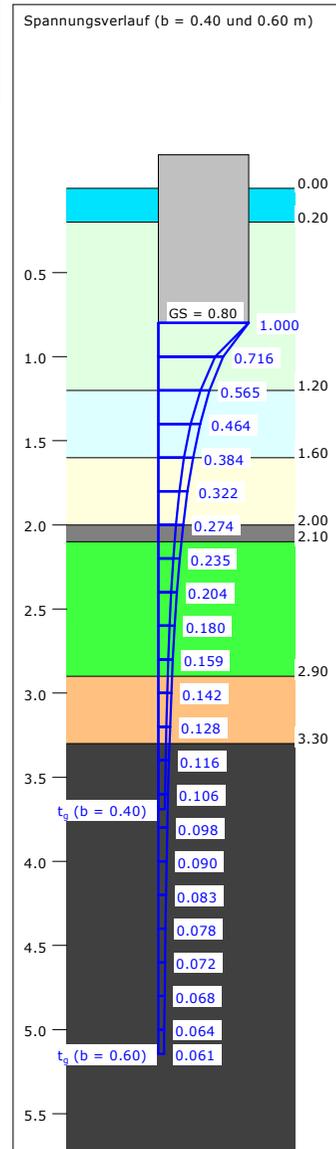


Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	1.20	18.0	10.0	27.5	1.0	6.5	UL, weich - steif
	1.60	16.0	9.0	30.0	0.0	15.0	SU, locker
	2.00	18.0	10.0	35.0	0.0	50.0	SU*, steif
	2.10	16.0	9.0	30.0	0.0	20.0	SE, locker
	2.90	20.5	10.5	25.0	6.0	9.0	TL, halbfest
	3.30	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felsersatz
	>3.30	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein



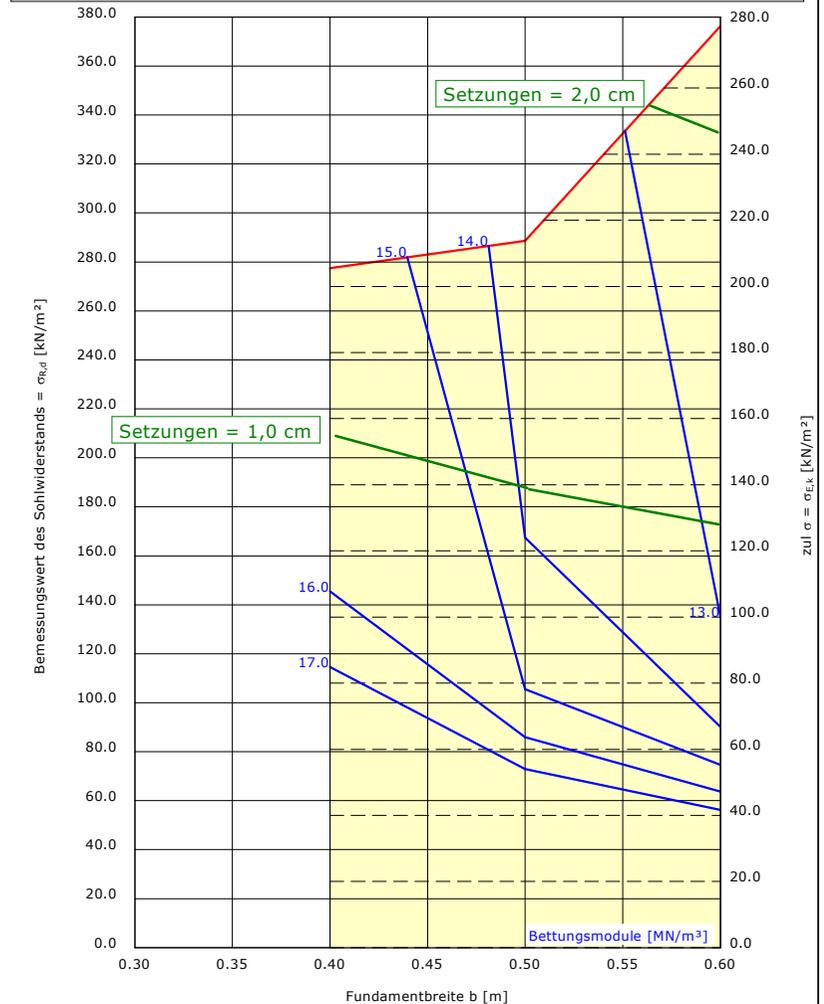
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.40	277.5	111.0	205.5	1.34 *	28.7	0.52	17.61	14.40	3.69	1.41	15.3
10.00	0.50	288.7	144.3	213.8	1.57 *	29.0	0.41	17.35	14.40	4.16	1.56	13.6
10.00	0.60	376.3	225.8	278.8	2.28 *	31.1	0.31	17.27	14.40	5.14	1.79	12.2

\* Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{of,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(O)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00



Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 4 | KRB 4  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Tiefenbeiwerte nach: Lang et al. (CH)  
 Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 Gründungssohle = 0.80 m  
 Grundwasser = 3.70 m  
 Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Grundbruch mit Tiefenbeiwerten  
 Datei: PR21104-KRB4-SF.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohldruck  
 — Bettungsmodule



Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

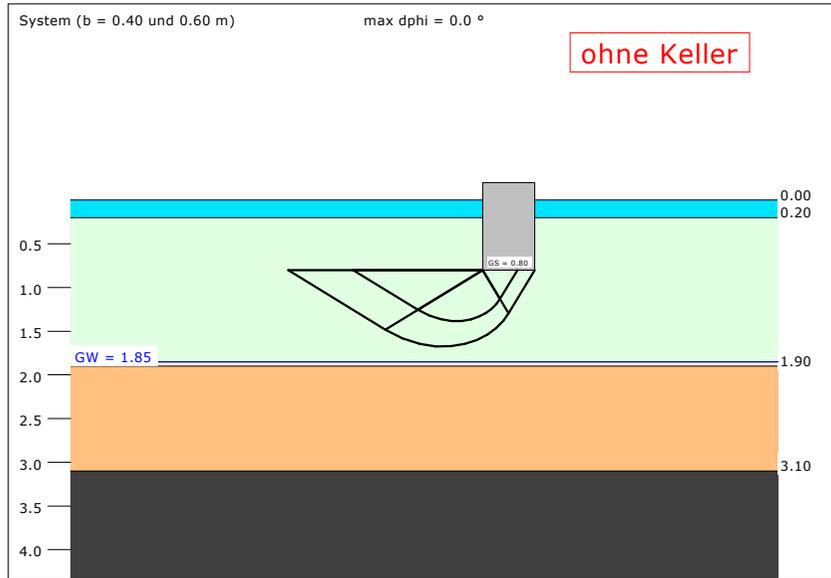
Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt-Nr.:  
 PR21104

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlingern

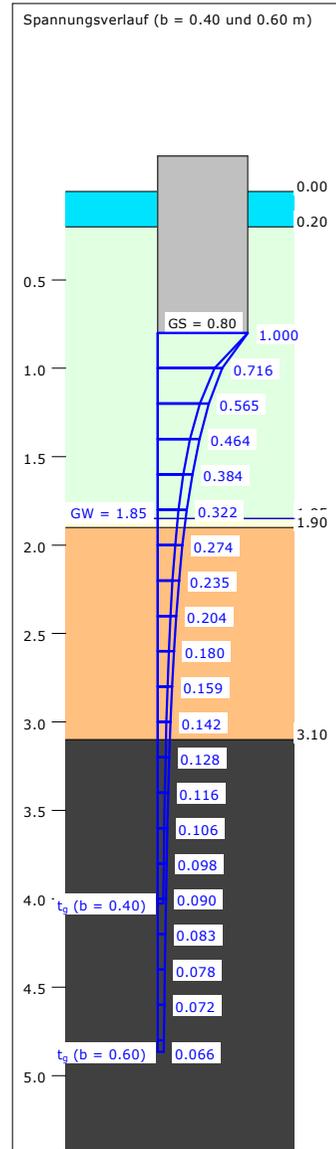


Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	1.85	18.0	10.0	27.5	1.0	6.5	UL, weich - steif
	1.90	20.5	10.5	27.5	1.0	12.0	SU*, weich - steif
	3.10	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felsersatz
	>3.10	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.40	255.1	102.0	189.0	1.46 *	27.5	1.00	18.00	14.40	4.03	1.38	13.0
10.00	0.50	259.6	129.8	192.3	1.67 *	27.5	1.00	18.00	14.40	4.46	1.53	11.5
10.00	0.60	264.6	158.8	196.0	1.86 *	27.5	1.00	18.00	14.40	4.87	1.67	10.5

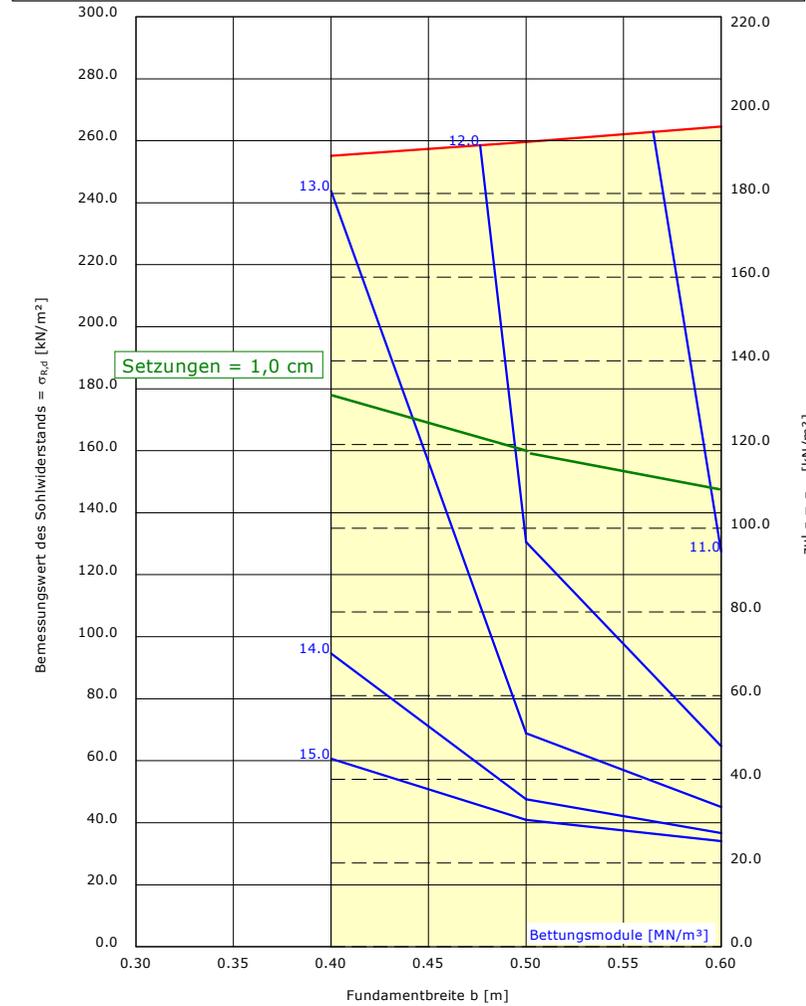
\* Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{gr,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{gr,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{gr,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(O)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00



Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 5 | KRB 5  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

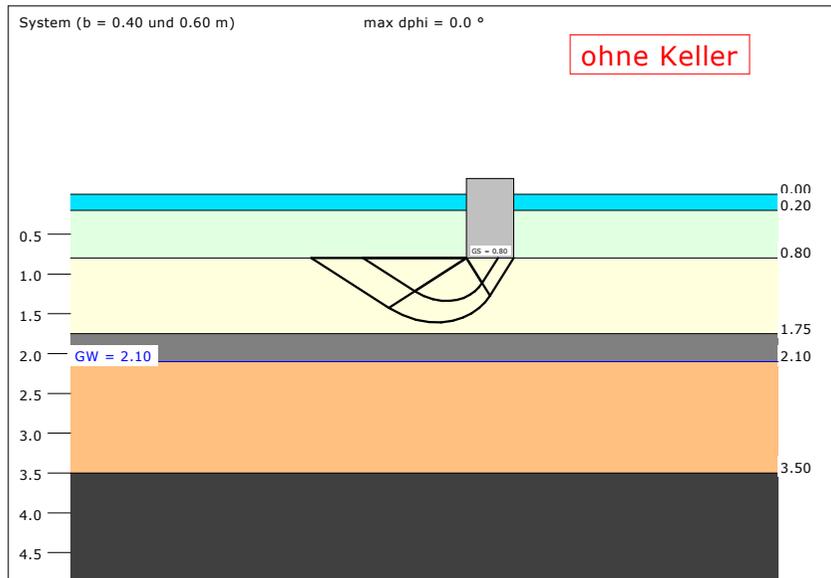
Tiefenbeiwerte nach: Lang et al. (CH)  
 Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 Gründungssohle = 0.80 m  
 Grundwasser = 1.85 m  
 Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Grundbruch mit Tiefenbeiwerten  
 Datei: PR21104-KRB5-SF.gdg  
 Datum: 27.08.2021

— Sohldruck  
 — Bettungsmodule



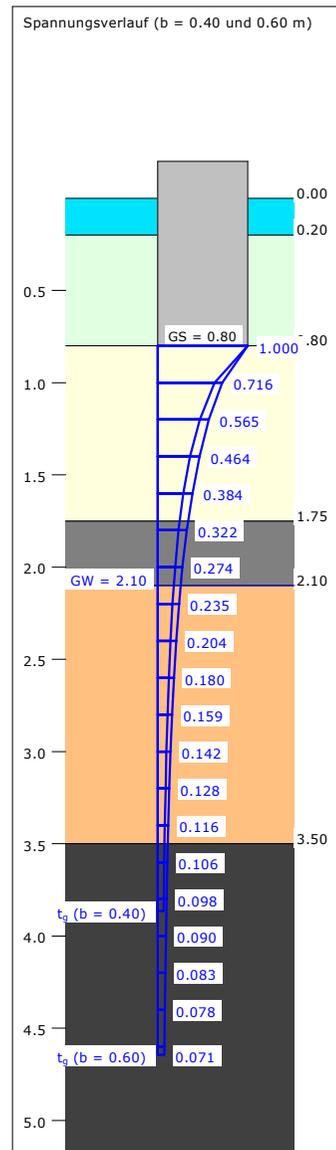
Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe  
 Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	18.0	10.5	32.5	0.0	70.0	Polster, [GU], [SW], mitteldicht
	0.80	20.5	10.5	27.5	2.0	8.0	UL, steif
	1.75	19.0	10.0	25.0	3.0	6.0	TL - UL, steif
	2.10	20.5	10.5	25.0	7.0	9.5	TL - UL, halbfest
	3.50	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felsersatz
	>3.50	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein



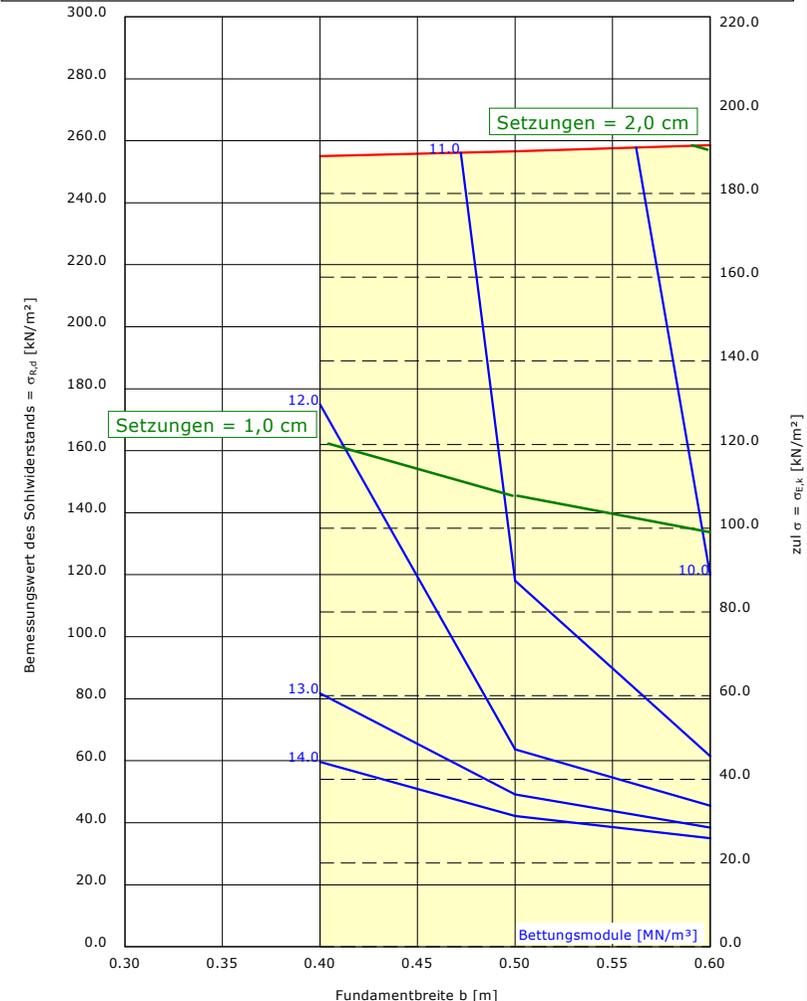
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.40	255.0	102.0	188.9	1.61 *	25.0	3.00	19.00	15.90	3.87	1.34	11.7
10.00	0.50	256.6	128.3	190.0	1.82 *	25.0	3.00	19.00	15.90	4.27	1.47	10.4
10.00	0.60	258.6	155.2	191.6	2.01 *	25.0	3.00	19.00	15.90	4.65	1.61	9.5

\* Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{gr,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{gr,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{gr,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(O)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00



Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 6 | KRB 6  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Tiefenbeiwerte nach: Lang et al. (CH)  
 Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 Gründungssohle = 0.80 m  
 Grundwasser = 2.10 m  
 Vorbelastung = 5.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Grundbruch mit Tiefenbeiwerten  
 Datei: PR21104-KRB6-SF.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohlldruck  
 — Bettungsmodule



Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt-Nr.: JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 PR21104 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlengern



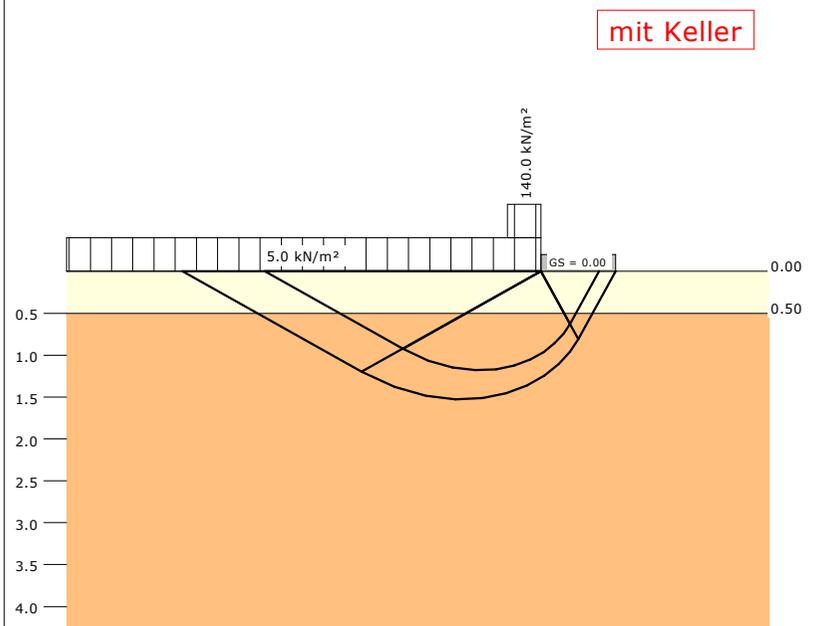
Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.50	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felszersatz
	>0.50	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein

Streckenlasten		
(a = Abstand von Fundamentaßenkante)		
p [kN/m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]
140.0	0.00	0.40

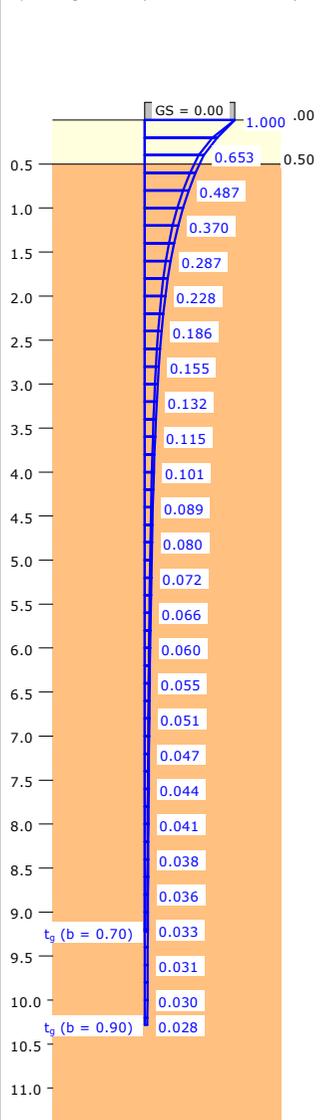
Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 1 + 4 | KRB 1 + 4  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 $\sigma_{R,d}$  auf 1170.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssole = 0.00 m  
 Grundwasser = 2.00 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: PR21104-KRB1+4-BmK.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohlldruck  
 — Bettungsmodule

System (b = 0.70 und 0.90 m) max dphi = 1.9 °

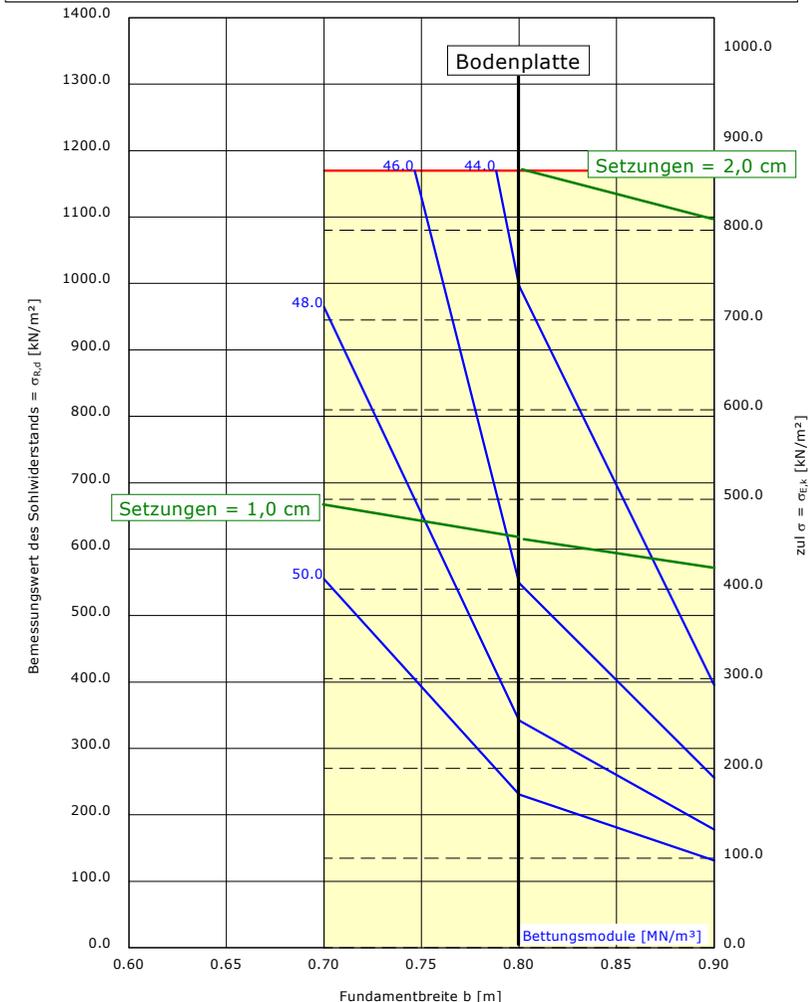


Spannungsverlauf (b = 0.70 und 0.90 m)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UK LS [m]	$k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.70	1170.0	819.0	866.7	1.83	31.7	30.13	20.00	21.87	9.23	1.18	47.4
10.00	0.80	1170.0	936.0	866.7	1.99	31.8	31.40	20.00	19.67	9.78	1.35	43.5
10.00	0.90	1170.0	1053.0	866.7	2.14	31.9	32.38	20.00	17.98	10.28	1.53	40.4

$\sigma_{E,k} = \sigma_{or,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{or,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{or,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00



Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt-Nr.: PR21104

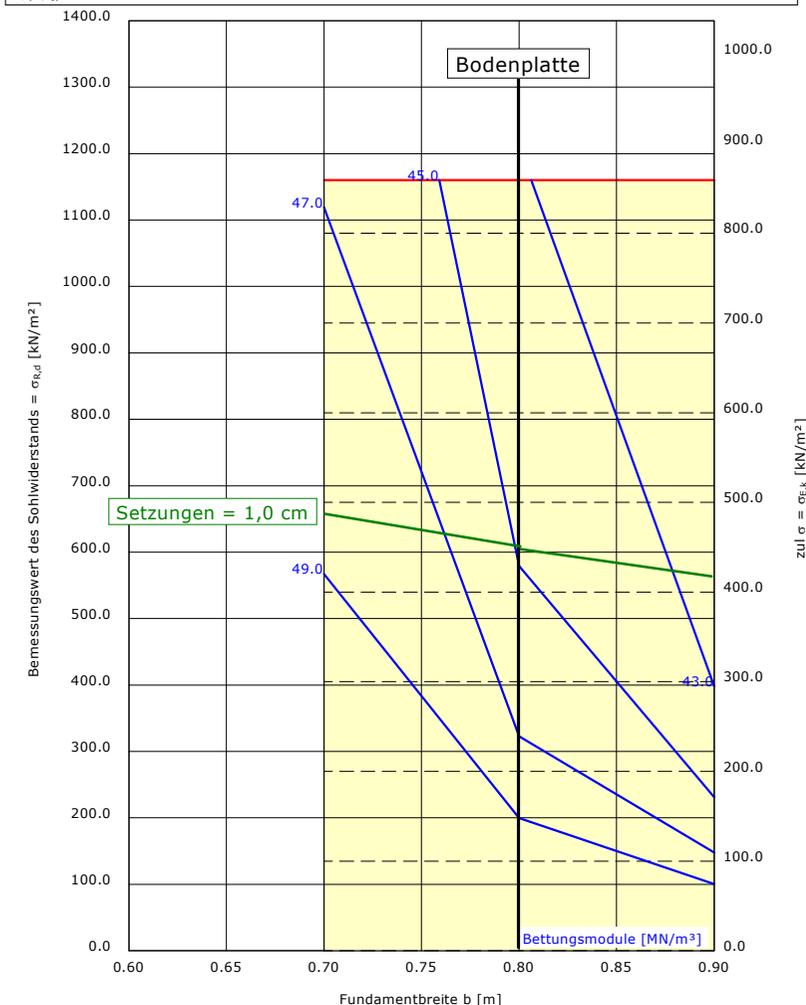
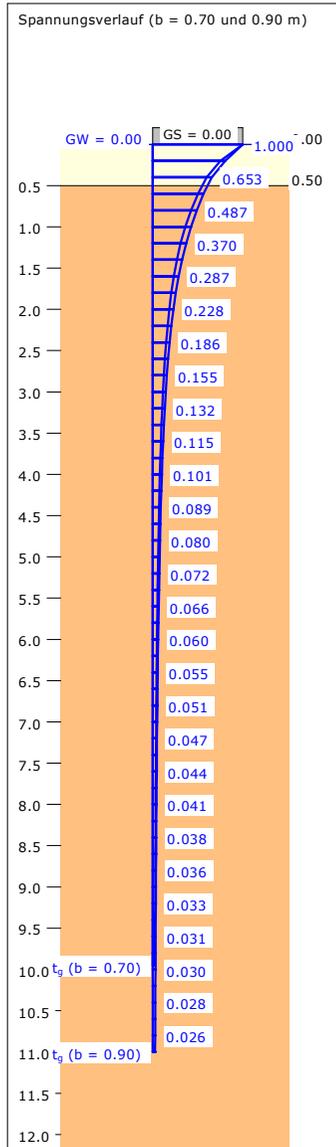
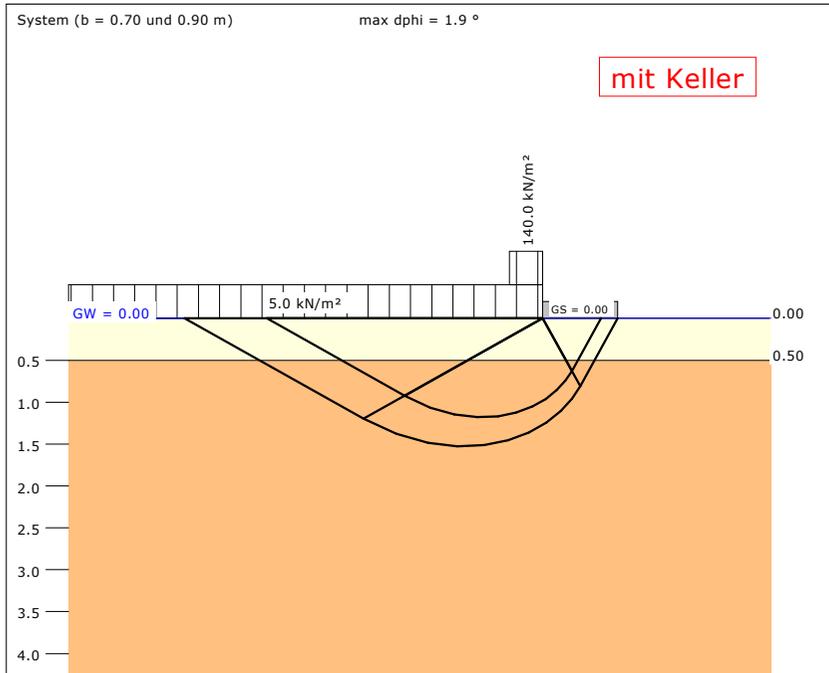
JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlegern

Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.50	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felszersatz
	>0.50	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein

Streckenlasten		
(a = Abstand von Fundamentaßenkante)		
p [kN/m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]
140.0	0.00	0.40

Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 5 + 6 | KRB 5 + 6  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 $\sigma_{R,d}$  auf 1160.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssole = 0.00 m  
 Grundwasser = 0.00 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: PR21104-KRB5+6-BmK.gdg  
 Datum: 27.08.2021  
 — Sohlldruck  
 — Bettungsmodule



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UK LS [m]	$k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.70	1160.0	812.0	859.3	1.83	31.7	30.13	10.00	21.87	9.95	1.18	46.9
10.00	0.80	1160.0	928.0	859.3	1.99	31.8	31.40	10.00	19.67	10.50	1.35	43.1
10.00	0.90	1160.0	1044.0	859.3	2.15	31.9	32.38	10.00	17.98	11.00	1.53	40.0

$\sigma_{E,k} = \sigma_{G,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{G,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt-Nr.:  
PR21104

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlegern

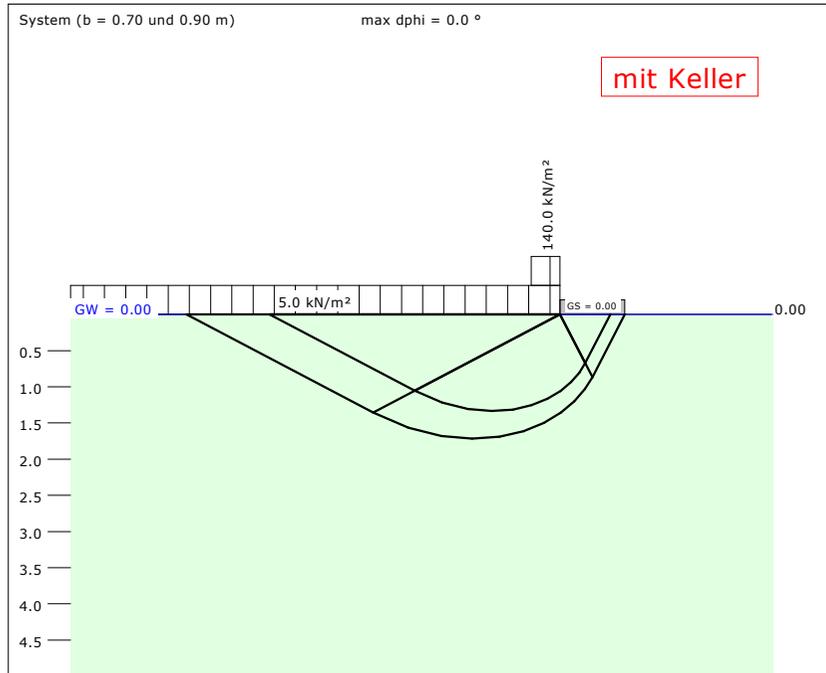
Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
█	9.03	18.0	10.0	35.0	0.0	45.0	SU, mitteldicht

Streckenlasten		
(a = Abstand von Fundamentaßenkante)		
p [kN/m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]
140.0	0.00	0.40

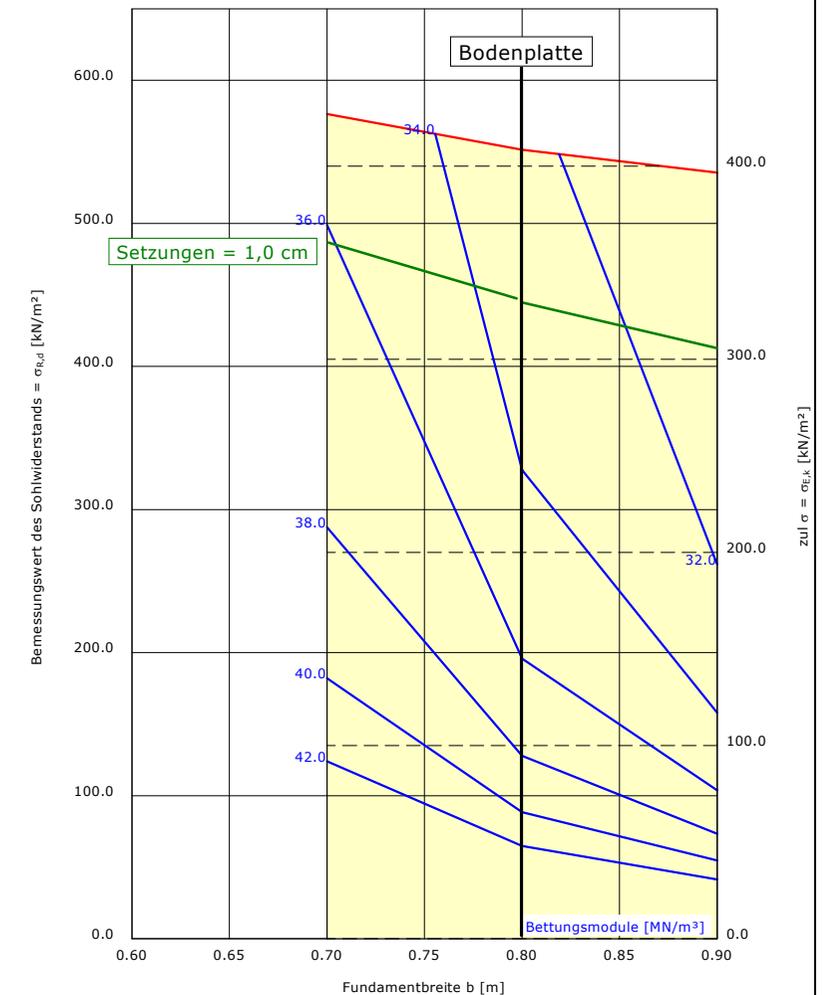
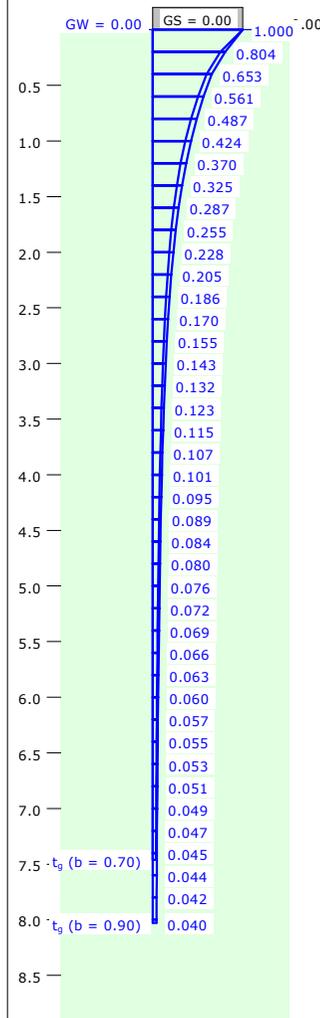
**Berechnungsgrundlagen:**  
 DPM 2 | KRB 2  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

**Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)**  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 0.00 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: PR21104-KRB2-BmK.gdg  
 Datum: 27.08.2021

— Sohldruck  
 — Bettungsmodule



Spannungsverlauf (b = 0.70 und 0.90 m)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.70	576.3	403.4	426.9	1.20	35.0	0.00	10.00	18.82	7.46	1.34	35.5
10.00	0.80	551.4	441.1	408.4	1.26	35.0	0.00	10.00	17.10	7.74	1.53	32.3
10.00	0.90	535.4	481.9	396.6	1.33	35.0	0.00	10.00	15.75	8.03	1.72	29.8

$\sigma_{E,k} = \sigma_{G,Q} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,Q} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{G,Q} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt-Nr.:  
PR21104

JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlegern



Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	C [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.20	16.0	9.0	30.0	0.0	15.0	SU, locker
	0.40	18.0	10.0	35.0	0.0	50.0	SE, mitteldicht
	1.50	20.0	10.0	30.0	10.0	40.0	Tonstein, Felszersatz
	>1.50	20.0	10.0	32.5	40.0	80.0	Tonstein

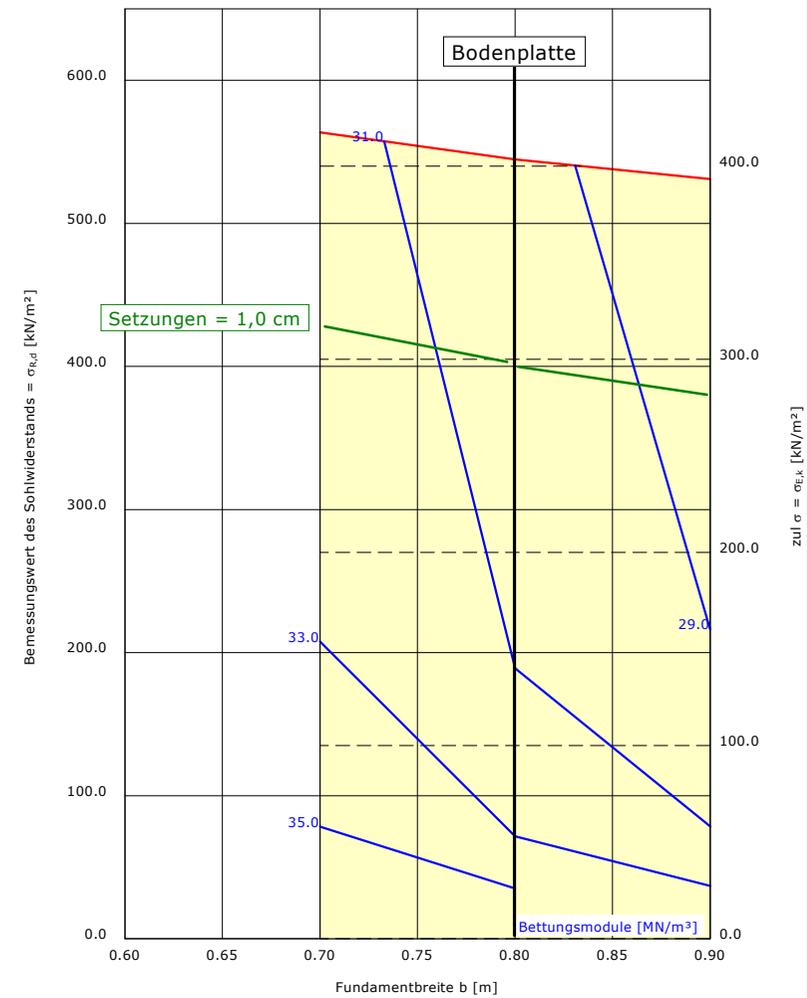
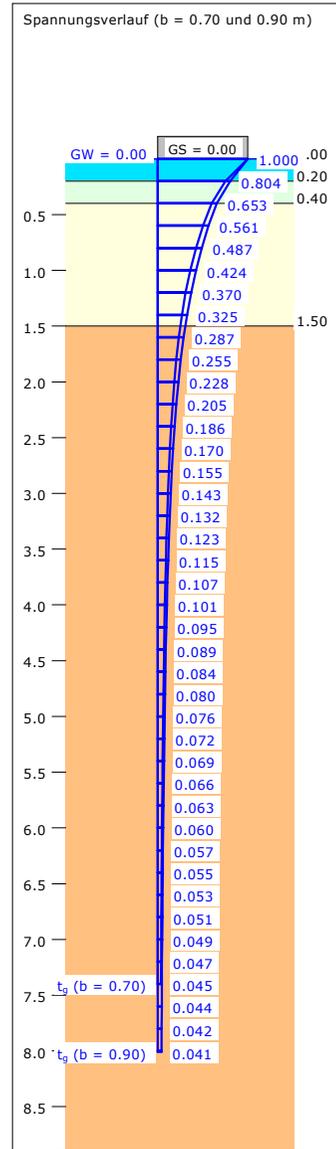
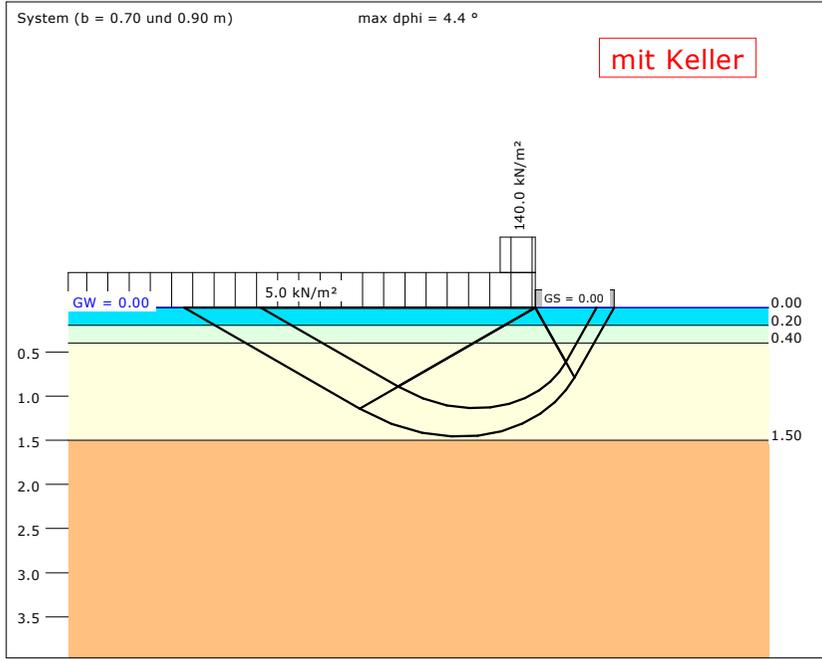
Streckenlasten  
(a = Abstand von Fundamentaßenkante)

p [kN/m <sup>2</sup> ]	a [m]	b [m]
140.0	0.00	0.40

Berechnungsgrundlagen:  
 DPM 3 | KRB 3  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Durchstanznachweis (Winkel = 7.0 °)  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 0.00 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: PR21104-KRB3-BmK.gdg  
 Datum: 27.08.2021

— Sohldruck  
 — Bettungsmodule



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
10.00	0.70	563.6	394.5	417.4	1.33	30.7	7.27	9.74	22.87	7.40	1.14	31.4
10.00	0.80	544.6	435.7	403.4	1.37	30.6	7.60	9.77	20.72	7.71	1.30	29.4
10.00	0.90	531.0	477.9	393.3	1.42	30.6	7.87	9.79	18.97	8.01	1.46	27.7

$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{0f,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Auftraggeber: Gemeinde Leopoldshöhe

Projekt: Baugrunderkundung zur Erschließung 'Brunsheide' in Leopoldshöhe

Projekt-Nr.: JoKo GeoBeratung - HERTEL & SCHOLONEK  
 PR21104 Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB  
 Albert-Einstein-Straße 15, 32278 Kirchlengern

