

GUTACHTEN

Projekt: **Neubau eines Studentenwohnheims
Technologiepark, 33100 Paderborn**



- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: **GBI AG – Gesellschaft für Beteiligungen
Und Immobilienentwicklung
Herrengraben 1, 20459 Hamburg**

Auftragnehmer: **Kleegräfe – Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt**

Projekt-Nr.: **18 01 57**

Lippstadt, den 13. April 2018

- INHALTSVERZEICHNIS -

1. <u>AUFGABENSTELLUNG / VORGANG / LAGE</u>	3
2. <u>UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u>	5
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	5
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	7
3. <u>CHEMISCHE UNTERSUCHUNG (AUSHUBMATERIAL)</u>	9
3.1 BEWERTUNG DER MISCHPROBE 'MP OBERBODEN'	10
3.2 BEWERTUNG DER MISCHPROBE 'MP BINDIGER VERWITTERUNGSSCHUTT'	11
3.3 BEWERTUNG DER MISCHPROBE 'MP SCHWACH BINDIGER VERWITTERUNGSSCHUTT'	12
4. <u>INGENIEURGEOLOGISCHE BAUGRUNDBEURTEILUNG</u>	13
4.1 BAUGRUNDBEURTEILENDE LABORVERSUCHE	13
4.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5)	17
4.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	18
4.4 BODENKLASSEN, BODENGRUPPEN UND FROSTKLASSEN	19
4.5 BODENKLASSEN, HOMOGENBEREICHE, BODENGRUPPEN UND FROSTKLASSEN	21
5. <u>HINWEISGEBUNG ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u>	23
5.1 MAßNAHMENVORSCHLÄGE / ALLGEMEINE HINWEISGEBUNGEN	26
5.2 GRÜNDUNG NICHTUNTERKELLERUNG (BODENPLATTE UND FUNDAMENTE)	28
5.3 GRÜNDUNG UNTERKELLERUNG (BODENPLATTE UND FUNDAMENTE)	37
5.4 ERRICHTUNG VON STELL- UND BEWEGUNGSFLÄCHEN	40
6. <u>ANLAGEN</u>	44

1. Aufgabenstellung / Vorgang / Lage

In 33100 Paderborn wird an der Straße 'Technologiepark' die Errichtung eines Studentenwohnheims auf einem aktuell unbebauten Grundstück geplant (Gemarkung Paderborn, Flur 44, Teilstück aus Flurstück 991).

Die Planung umfasst den Neubau eines teilunterkellerten, vier- bis fünfgeschossigen Gebäudes und den Bau von angrenzenden Pkw-Stell- und Bewegungsflächen.

Die GBI AG – GESELLSCHAFT FÜR BETEILIGUNGEN UND IMMOBILIENENTWICKLUNG (Herrengraben 1, 20459 Hamburg) beauftragte das Fachbüro KLEEGRÄFE – GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) auf Grundlage eines Angebotes vom 02.02.2018 mit den Untersuchungen sowie der Erstellung des Gutachtens.

Auftraggeber: GBI AG – GESELLSCHAFT FÜR BETEILIGUNGEN
UND IMMOBILIENENTWICKLUNG
Herrengraben 1, 20459 Hamburg

Planer: KÖNIG ARCHITEKTEN UND INGENIEURE GBR
Am Hoppenhof 30, 33104 Paderborn

Bodengutachter: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Dem AN standen für die Außentätigkeiten/Hinweisgebungen folgende Unterlagen des Antrags auf Vorbescheid zur Verfügung:

- Lageplan (Maßstab 1:500; Stand 26.10.2017)
- Lageplan zur Grundstücksteilung (Maßstab 1:500; Stand 04.12.2017)
- Grundriss UG, EG, 2. OG (Maßstab 1:200; Stand 26.10.2017)
- Ansichten (Maßstab 1:200; Stand 26.10.2017)

Gelände (21.02.2018)	- Rammkernsondierungen (Ø 60 - 40 mm)	13 Stück
	- Einmessung in Höhe und Lage	13 Stück
	- Leichte Rammsondierungen (DPL-5)	13 Stück
Chemisches Labor	- Parameterumfang LAGA _{Boden} /TR-Boden	3 Stück
	- Parameterumfang Deponieverordnung (DepV)	3 Stück
Bodenme- chanisches Labor	- Korngrößenanalysen (DIN 18 123)	8 Stück
	- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121)	8 Stück
	- Glühverlustbestimmungen (DIN 18 128)	4 Stück
	- Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN EN ISO 17892-12)	1 Stück

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

BS	Ansatz	Füllschluff (Mubo)	Fluv.- Schluff	Verw.-Kies	GW	DPL	End- teufe
1	+180,36	-0,20	-	ab 0,20	-	X	1,60*
2	+180,45	-0,30	-	ab 0,30	-	X	1,30*
3	+180,07	-0,30	-	ab 0,30	-	X	1,40*
4	+179,74	-0,30	-	ab 0,30	-	X	1,60*
5	+179,95	-0,25	-	ab 0,25	-	X	1,30*
6	+179,64	-0,30	-	ab 0,30	BLZ 2,10	X	2,60*
7	+179,19	-0,30	-	ab 0,30	-	X	1,70*
8	+179,49	-0,25	-	ab 0,25	-	X	1,90*
9	+179,87	-0,30	0,30-0,90	ab 0,90	BLZ 1,70	X	2,30*
10	+180,01	-0,30	-	ab 0,30	BLZ 1,70	X	2,50*
11	+179,55	-0,40	0,40-1,50	ab 1,50	BLZ 1,60	X	3,00*
12	+179,90	-0,40	-	ab 0,40	-	X	2,30*
13	+180,13	-0,40	0,40-1,35	ab 1,35	-	X	2,50*

Tabelle 2: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse (in m u.GOK / m NHN)

Geologie: Bei dem ausschließlich indirekt über seine Verwitterungsbildungen (umgelagerter Verwitterungslehm und Verwitterungsschutt) erbohrten Festgestein, handelt es sich um einen oberkretazischen Kalkmergelstein (Coniac-Stufe; *schloenbach*-Schichten, sog. 'Erwitte-Formation').

Der lokal angetroffene Fluvatilschluff stellt durch Wasserbewegung umgelagerte bindige Verwitterungsprodukte dar, die in Spalten des Grundgebirges abgelagert wurden. Die zuoberst vorliegenden, Auffüllungen wurden zu einem nicht näher bekannten Zeitpunkt durch menschlichen Eingriff aufgebracht.

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den angetroffenen Nässeverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen nicht vor.

Die Bohrarbeiten wurden in einer niederschlagsmäßig 'normalen' Periode im Winter durchgeführt. Die angetroffenen Feuchtezustände stellen daher keine Hoch- oder Maximalstände dar. In niederschlagsintensiveren Perioden ist mit höheren Graden der Bodenfeuchte zu rechnen.

In keiner der Bohrungen wurde am 21.02.2018 Grundwasser i.e.S. oder 'zusammenhängende Untergrundfeuchte' (als Grundwasser i.w.S.) angetroffen. 'Echtes' Grundwasser wird erst deutlich tiefer im kompakten Grundgebirge erwartet. Auf den Fluviatilschluffen bzw. Verwitterungslehmen und stärker verlehnten Partien des Verwitterungsschutts muss mit einem deutlichen Staunässepotenzial gerechnet werden. Nach Offenlegung ist bei Niederschlagsereignissen mit Stauwasser sowie einer Konsistenzverringering bindiger Böden zu rechnen.

Es ist in diesem Zusammenhang auf die Nässesensibilität und -anfälligkeit der Lehme hinzuweisen, welche bei einer Wassergehaltszunahme (= Feuchteerhöhung) eine Baugrundgüteverschlechterung infolge einer Konsistenzabnahme (Aufweichungen) aufzeigen.

Für das vorliegende Bauvorhaben wird nach DIN 4022 (Anhang C) bzw. DIN EN ISO 22475-1 aufgrund der nicht ausreichenden Datengrundlage empfohlen, einen **Bemesungswasserstand für den Faktor 'Stauwasser' in Höhe der aktuellen Geländeoberkante anzunehmen** (Geländeoberkante = GOK zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen am 21.02.2018).

Hydrogeologisches Fazit: Bei einer herkömmlichen Fundamentgründung des nichtunterkellerten Plangebäudes existiert bereichsweise eine Nässebeeinflussung der Fundamente durch Hang-, Stau- und Schichtwasser, sofern kein 'Durchstich' in die unterlagernden Verwitterungskiese vorliegt, die in diesem Fall eine natürlich Drainage sicherstellen. Gleiches gilt für andere in den Untergrund einbindende Bauteile, wie z.B. Teilunterkellerungen, etc..

Eine (Grund-)Wasserbeeinflussung der Bodenplatten wird nicht erwartet. Eine Beeinflussung durch Staunässe ist durch technische Maßnahmen zu verhindern.

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden k_f -Werte ('Durchlässigkeitsbeiwerte') können für die erfassten und prägenden Bodenschichten wie folgt angegeben werden.

Bodenart k_f -Wert in m/s

- Fluvatilschluff / umgelagerter Verwitterungslehm:

Schluff, (schwach) tonig, schwach kiesig 10^{-7} - 10^{-9}

- Verwitterungskies/-schutt:

Kies, schwach schluffig, schwach tonig 10^{-5} - 10^{-7}

- Kalkmergelstein:

angewittert, halbfest-fest 10^{-3} - 10^{-10}

Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert
(nach DIN 18 130)

- stark durchlässig : $> 10^{-4}$ m/s
- durchlässig : 10^{-4} - 10^{-6} m/s
- gering durchlässig : 10^{-6} - 10^{-8} m/s
- sehr gering durchlässig: $< 10^{-8}$ m/s

3. Chemische Untersuchung (Aushubmaterial)

- Bodenbelastungen: Im Untersuchungsgebiet wurden innerhalb der Auffüllungen keinerlei auffällige Bestandteile angetroffen, sodass es sich höchstwahrscheinlich um eine unbelastete Fläche handelt. An den gewachsenen Böden konnten keinerlei sensorische Auffälligkeiten festgestellt werden.

Hinzuweisen sei darauf, dass sich diese Aussage selbstverständlich ausschließlich auf die gewonnenen Bodenproben bezieht.

Um bei Abfuhr der Böden Aussagen zur Wiederverwendungsfähigkeit bzw. zum Entsorgungsweg treffen zu können, wurden ergänzend chemische Untersuchungen auf die Parameterumfänge gemäß LAGA_{Boden}/TR-Boden und Deponieverordnung durchgeführt (siehe unten).

Methodik / Parameterumfang: Die Parameterauswahl (siehe Tabelle 3) erfolgte unter orientierenden Gesichtspunkten.

Feststoffanalysen (Boden)	
jeweils Untersuchung auf Parameterumfang LAGA_{Boden} , Feststoff + Eluat und Parameterumfang Deponieverordnung	<u>MP Oberboden</u> (1/1 + 2/1 + 3/1 + 4/1 + 5/1 + 6/1 + 7/1 + 8/1 + 9/1 + 10/1 + 11/1 + 12/1 + 13/1)
	<u>MP bindiger Verwitterungsschutt</u> (1/2 + 3/2 + 4/2 + 5/2 + 6/2 + 7/2 + 8/2 + 9/2 + 10/2 + 10/3 + 11/2 + 12/2 + 13/2 + 13/3)
	<u>MP schwach bindiger Verwitterungsschutt</u> (1/3 + 2/2 + 2/3 + 3/3 + 4/3 + 5/3 + 6/3 + 7/3 + 8/3 + 9/3 + 9/4 + 10/4 + 11/3 + 11/4 + 13/4)

Tabelle 3: Analysenparameter / Probenauswahl

Es wurde das Material der angetroffenen (aufgefüllten) Oberböden und der übrigen geogenen Böden in den entsprechend benannten Mischproben zusammengefasst. Hierbei handelt es sich um Material, welches bei den geplanten Aushubarbeiten zumindest in großen Bereichen der Baufelder aufgenommen werden muss.

Die Analysen erfolgten auf den Parameterumfang gemäß LAGA_{Boden}, da dieser den vollständigeren Parametersatz beinhaltet. Die Bewertung erfolgt ebenfalls nach

LAGA_{Boden}, da der Anteil an 'mineralischen Fremdstoffen' weniger als 10 Vol.-% beträgt. Natursteinabraum gilt definitionsgemäß nicht als 'mineralischer Fremdstoff'.

Ergänzend wurde der Parameterumfang gemäß Deponieverordnung (DepV) untersucht.

Die chemischen Analysen führte das die notwendigen Zulassungen besitzende Chemielabor HUK UMWELTLABOR GMBH, Otto-Hahn-Straße 2 in 57482 Wenden, durch. Die Labor-Analysenberichte sind als Kopie der Anlage 7.1 zu entnehmen.

Die Boden-Bewertung erfolgt hinsichtlich einer Wiedereinbaubeurteilung/-zulässigkeit nach den folgenden Richtlinien:

- die *Technischen Regeln - Ländergemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen* (LAGA-Richtlinie M 20, Stand 1997ff und die 'Technische Regel Boden' TR Boden, Stand 05.11.2004) und die
- *Deponieverordnung DepV* ('Verordnung über Deponien und Langzeitlager', Stand: 27.05.2009, letzte Änderung: 04.03.2016).

3.1 Bewertung der Mischprobe 'MP Oberboden'

- Zuordnung nach LAGA_{Boden} (Feststoff + Eluat)

Die Analyse ergab geringe Auffälligkeiten. Klassifizierungsrelevant ist die Erhöhung des Organikparameters 'TOC' (total organic carbon) mit 0,98 % (Zuordnungswert LAGA_{Boden} Z0: 0,5 %), was eine Einstufung der Mischprobe 'MP Oberboden' gemäß LAGA_{Boden}-Zuordnungs-kategorie 1.1 bedingt.

Die Erhöhung des Organikparameters TOC ist bei der vorliegenden Oberbodenprobe eindeutig auf die enthaltenen Organik-/Mutterbodenanteile zurückzuführen und somit nicht per se Klassifizierungsmerkmal.

Daneben liegt eine Erhöhung des Eluat-Parameters 'Cyanid_{gesamt}' mit 0,02 mg/L (Zuordnungswert LAGA_{Boden} Z1.2: 0,01 mg/L), was eine Einstufung der Mischprobe 'MP Oberboden' gemäß LAGA_{Boden}-Zuordnungs-kategorie Z2 bedingt.

In der 'LAGA-Richtlinie M 20, Stand 1997ff' bzw. in den 'Technischen Regeln für die Verwertung von Bodenmaterial TR Boden, Stand 05.11.2004' wird Bodenmaterial wie folgt definiert: „Bodenmaterial im Sinne dieser Technischen Regeln ist Material aus Böden im Sinne von § 2 Abs. 1 BBodSchG und deren Ausgangssubstrate, jedoch ohne Mutterboden¹ (AS 17 05 04)“. Die Fußnote 1 besagt, dass sich „Mutterboden“ (bzw. humoses Oberbodenmaterial) aufgrund seines Humusgehaltes nicht für die von der TR Boden erfassten Verwertungsmöglichkeiten eignet. Die TR Boden sieht als mögliche

Verwertung für „Mutterböden“ das Auf- oder Einbringen auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht oder die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht, wobei jeweils die Anforderungen des § 12 BBodSchV zu beachten sind.

Nachfolgend werden die relevanten Analysenergebnisse der Probe 'MP Oberboden' den 70%-Vorsorgewerten (Wiederaufbringung auf landwirtschaftlichen Flächen) der BBodSchV gegenübergestellt und bewertet.

Parameter	MP Oberboden	70%-Vorsorgewerte
Cadmium	0,25 mg/kg	0,70 mg/kg
Blei	34,6 mg/kg	49,0 mg/kg
Chrom	22,9 mg/kg	42,0 mg/kg
Kupfer	20,5 mg/kg	28,0 mg/kg
Quecksilber	<0,1 mg/kg	0,35 mg/kg
Nickel	29,1 mg/kg	35,0 mg/kg
Zink	80,0 mg/kg	105,0 mg/kg
PCB	<0,01 mg/kg	0,05 mg/kg
Benzo(a)pyren	<0,01 mg/kg	0,30 mg/kg
PAK ₁₆	<1 mg/kg	3,0 mg/kg

Tabelle 4: Analysenergebnisse / Vorsorgewerte Metalle (70%) + organische Stoffe [mg/kg]

Wie der Tabelle 4 zu entnehmen ist, hält die Probe 'MP Oberboden' die Vorsorgewerte für Böden (Vorsorgewerte Metalle und organische Stoffe) der Bundesbodenschutzverordnung ein.

Gesamtfazit 'MP Oberboden': LAGA_{Boden} Z2 und Vorsorgewerte BBodSchV eingehalten

3.2 Bewertung der Mischprobe 'MP bindiger Verwitterungsschutt'

- Zuordnung nach LAGA_{Boden} (Feststoff + Eluat)

Die Analyse ergab keinerlei Auffälligkeiten. Das Bodenmaterial der o.g. Mischprobe kann somit in die LAGA_{Boden}-Zuordnungs-kategorie Z0 (uneingeschränkter offener Einbau) eingestuft werden.

- Zuordnung Deponieklasse nach DepV

Die Analysenergebnisse weisen für die 'MP bindiger Verwitterungsschutt' ebenfalls keine Auffälligkeiten auf. Es kann eine Zuordnung in die Deponieklasse DK 0 erfolgen.

Gesamtfazit 'MP bindiger Verwitterungsschutt': LAGA_{Boden} Z0 und DK 0

3.3 Bewertung der Mischprobe 'MP schwach bindiger Verwitterungsschutt'

- Zuordnung nach LAGABoden (Feststoff + Eluat)

Die Analyse ergab keinerlei Auffälligkeiten. Das Bodenmaterial der o.g. Mischprobe kann somit in die LAGABoden-Zuordnungsklasse Z0 (uneingeschränkter offener Einbau) eingestuft werden.

- Zuordnung Deponieklasse nach DepV

Die Analysenergebnisse weisen für die 'MP schwach bindiger Verwitterungsschutt' ebenfalls keine Auffälligkeiten auf. Es kann eine Zuordnung in die Deponieklasse DK 0 erfolgen.

Gesamtfazit 'MP schwach bindiger Verwitterungsschutt': LAGABoden Z0 und DK 0

Bodenmechanische Einbauvoraussetzungen bleiben von den o.g. Zuordnungen unangetastet.

4. Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

4.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN 18 123): Es wurden insgesamt acht Korngrößenanalysen, vor allem mit dem im Gründungs-/Lastabtragsbereich anstehenden, geogen/gewachsenen Verwitterungskies durchgeführt (Proben siehe Tabelle 5). In den Anlagen 3.1-3.2 sind die Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt. Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle 5 aufgeführt. Im Sinne der Festlegung der Homogenbereiche können die Kornsummen als 'Band A' (siehe Anlage 3.3) zusammengefasst werden.

Probe / (Genese)	Profilber. m u.GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d ₁₀ /d ₂₀ (mm)	k _r -Wert (m/s)*	Wassergehalt w
1/3 (G _{Verw.})	1,00-1,60	1,4	6,5	20,5	71,6	0,085	~4x10 ⁻⁵	5,3 %
3/2 (G _{Verw.})	0,30-0,80	12,2	20,3	20,1	47,4	0,0061	~3x10 ⁻⁸	12,8 %
4/2 (G _{Verw.})	0,30-1,00	5,0	9,1	13,7	72,2	0,012	~9x10 ⁻⁷	12,0 %
5/2 (G _{Verw.})	0,25-0,70	12,5	22,0	15,4	50,1	0,0071	~4x10 ⁻⁸	8,7 %
7/1 (A U)	0,00-0,30	24,3	35,0	31,3	9,4	<0,002	<1x10 ⁻⁸	25,4 %
9/2 (U)	0,30-0,90	32,1	35,2	19,0	13,7	<0,001	<1x10 ⁻⁸	21,5 %
11/2 (U)	0,40-1,50	40,5	35,4	24,0	0,1	<0,001	<1x10 ⁻⁸	23,5 %
13/2 (U)	0,40-1,35	38,9	35,8	24,5	0,8	<0,001	<1x10 ⁻⁸	29,1 %

Tabelle 5: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: A U = Füllschluff; G_{Verw.} = Verwitterungskies; U = Fluvialschluff; **fett** = prägend

* k_r-Wertbestimmung: bei nicht bindigen Böden nach BEYER; bei bindigen Böden nach MALLET / PACQUANT

DIN 18 130-Einstufung: **stark durchlässig** / durchlässig / gering durchlässig / **sehr gering durchlässig**

Die Verwitterungskiese (Proben 1/3, 3/2, 4/2 und 5/2) stellen sich als gering bis stark verlehnte, +/- sandige Kiese dar, deren bodenmechanische Kenndaten nur teilweise von den bindigen Anteilen beeinflusst werden.

Der Füllschluffe (Probe 7/1) und die Fluvialschluffe (Proben 9/2, 11/2 und 13/2) stellen sich hingegen als sandige, z.T. schwach kiesige Schluff-Ton-Gemische dar. Hier werden die bodenmechanischen Eigenschaften von den bindigen Anteilen geprägt.

- Bodenbezeichnung nach DIN 4022 und Bodenklassen nach DIN 18 196:

1/3:	Kies, sandig, schwach schluffig	(DIN 18 196: GU)
3/2:	Kies, sandig, schluffig, schwach tonig	(DIN 18 196: GU*)
4/2:	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach tonig	(DIN 18 196: GU)
5/2:	Kies, schluffig, sandig, schwach tonig	(DIN 18 196: GU*)
7/1:	bindiger Boden, stark sandig, schwach kiesig	(DIN 18 196: UM/TM)
9/2:	Schluff-Ton-Gemisch, sandig, schwach kiesig	(DIN 18 196: UM/TM)
11/2:	Schluff-Ton-Gemisch, sandig	(DIN 18 196: TM/TA)
13/2:	Schluff-Ton-Gemisch, sandig	(DIN 18 196: TM/TA)

- Ungleichförmigkeitszahl: Trotz nominell hoher Ungleichförmigkeitszahlen ($U = d_{60}/d_{10}$) dürfen die bindigen Böden keinesfalls nachverdichtet werden, da dies die Bodenstruktur zerstört. Eine Nachverdichtung der Verwitterungskiese sollte nur erfolgen, sofern der bindige Anteil $< 15 \%$ beträgt und die Böden nicht stark durchfeuchtet vorliegen.

- Durchlässigkeit: Die Durchlässigkeitsbeiwerte können orientierend anhand der Kornverteilungskurve nach BEYER bzw. MALLET/PACQUANT bestimmt werden. Es ergeben sich in klarer Abhängigkeit vom Grad der Verlehmung Durchlässigkeiten der Größenordnung von $k_f < 10^{-5}$ bis $k_f < 10^{-8}$ m/s für die Verwitterungskiese, welche nach DIN 18 130 als 'durchlässig' bis 'gering durchlässig' bezeichnet werden und eine teilweise aufstauende Wirkung für eindringende Oberflächenwässer haben ($\Rightarrow$ mäßiges Staunäsepotential).

Für die Füll- und Fluviatilschluffe ergeben sich Durchlässigkeiten in der Größenordnung von stets $k_f < 10^{-8}$ m/s (nach DIN 18 130 'sehr gering durchlässig'). Die Schluffe führen ein ausgeprägtes Staunäsepotential.

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121): Die untersuchten Böden weisen stets vergleichsweise geringe Grade der Durchfeuchtung im Bereich deutlich unterhalb einer materialspezifischen Wassersättigung auf ($w = 5,3 - 29,1 \%$; Anlage 4.1). Eine Grundwasserbeeinflussung der Böden kann für den Zeitpunkt der Untersuchungen klar widerlegt werden.

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Nach der Frostempfindlichkeitsklassifikation der ZTVE-StB müssen sowohl der untersuchte Verwitterungskies, als auch der untersuchte Füll-/Fluviatilschluff in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 eingestuft werden ('sehr frostempfindlich'). Grund hierfür sind die deutlich vorhandenen bzw. prägenden bindigen Anteile der Böden.

- Glühverlustbestimmung (nach DIN 18 128): Bei der Bodenansprache wurde an mehreren Proben – primär im oberflächennahen Bereich – ein organischer Nebengemenganteil erkannt. Vier dieser Proben wurden auf ihren Organikanteil hin untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen (Glühverlust als Mittelwert von drei Versuchen; siehe Anlage 5.1) sind der folgenden Tabelle 6 zu entnehmen.

Neben der aktuellen DIN EN ISO 14688-2 erfolgt eine Bewertung gem. der 'alten' DIN 1054, da diese zwischen bindigen und nichtbindigen Böden differenziert und somit eine detailliertere Charakterisierung / Einstufung liefert.

Einheit	Probe	Tiefenlage (m u.GOK)	Glühverlust V_{gl}	DIN EN ISO 14688-2	DIN 1054
Verw.-Kies	5/2	0,25-0,70	2,34 %	<i>schwach organisch</i>	<i>nicht organisch</i>
Füllschluff	7/1	0,00-0,30	4,75 %	<i>schwach organisch</i>	<i>nicht organisch</i>
Füllschluff	8/1	0,00-0,25	4,81 %	<i>schwach organisch</i>	<i>nicht organisch</i>
Fluv.-Schluff	9/2	0,30-0,90	5,23 %	<i>schwach organisch</i>	<i>organisch</i>
Fluv.-Schluff	13/2	0,40-1,35	4,77 %	<i>schwach organisch</i>	<i>nicht organisch</i>

Tabelle 6: Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen

DIN 1054-Klassifizierung:

<i>'nichtorganischer Boden'</i>	(nichtbindige Böden < 3 %, bindige Böden < 5 %)
<i>'organischer Boden'</i>	(nichtbindige Böden 3-20 %, bindige Böden 5-20%)
<i>'hochorganischer Boden'</i>	(> 20 %)

DIN EN ISO 14688-2:

<i>'nicht organisch'</i>	(< 2 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
<i>'schwach organisch'</i>	(2-6 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
<i>'mittel organisch'</i>	(6-20 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
<i>'stark organisch'</i>	(> 20 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)

Die Ergebnisse belegen für die Füll- und Fluviatilschluffe der erwartungsgemäß eine mäßige, jedoch relevante Organikführung. Die Füll- oder Fluviatilschluffe sollten nicht zu Gründungszwecken herangezogen werden.

Demgegenüber ist festzustellen, dass der Verwitterungskies einen geringen, nicht relevanten Organikanteil besitzt. Betreffende Abschnitte unterliegen diesbezüglich keinen gründungstechnischen Einschränkungen.

Zustandsgrenzen-Ermittlung (nach DIN EN ISO 17892-12): Die Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenzen) wurde ergänzend an der Probe 11/2 vorgenommen. Die Ergebnisse sind der Tabelle 7 sowie der Anlage 6.1 zu entnehmen.

Probe	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizitätszahl I_P	Wassergehalt w	Konsistenzzahl I_c
11/2	45,97 %	19,69 %	0,263	23,5 %	0,854 ('steif')

Tabelle 7: Ergebnisse der Zustandsgrenzen-Ermittlung (Fließ-/Ausrollgrenzen)

Bei Einsatz der gewonnenen Daten in das Plastizitätsdiagramm nach *CASAGRANDE* liegt der untersuchte Fluviatilschluff im Bereich der nach DIN 18 196 bezeichneten Bodengruppe 'mittel plastische Tone' (TM).

Bei Betrachtung der Plastizitätszahl sowie Einsetzung in den sog. Konsistenzbalken nach *ATTERBERG* ergibt sich für die untersuchte Probe ein mäßig breiter Bildsamkeitsbereich, so dass bei Wassergehaltsänderungen (Zunahme) weniger schnell die Gefahr einer Konsistenzverringering existiert (mäßige Näßesensibilität).

Ausgehend von der Konsistenzzahl liegt eine hohe, steife Konsistenz des Bodens vor.

Bodenmechanisches Fazit: Das geogene Erdplanum wird von gering bis stark verlehnten bzw. bindigen Böden geprägt, die in allgemein geringer Durchfeuchtung vorliegen. Der sehr frost- und letztlich auch witterungsempfindliche Boden weist in Abhängigkeit vom Grad der Verlehmung ein teils deutliches Staunäsepotenzial auf. Der geringe Durchfeuchtungsgrad resultiert in aktuell hohen, steifen Konsistenzen der Verwitterungslehme.

4.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an die DIN 4094 bzw. DIN EN ISO 22476-2 und TP BF-StB Teil B15.1 und wurden mit der sog. leichten Rammsonde durchgeführt (DPL = 'Dynamic Probing Light 5', 5 cm² Spitzenquerschnitt). Die DPL erfolgten jeweils nahe aller 13 Bohrungen. Die Ergebnisdarstellung erfolgt in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe n_{10} gegen Tiefe. Die Rammdiagramme der DPL sind in der Anlage 2 grafisch dargestellt und den jeweiligen Rammkernsondierungen gegenübergestellt.

- ⇒ Oberflächennahe Böden (bis ca. 0,3/0,6 m u.GOK): Unabhängig von ihrer Korngrößenmäßigen Zusammensetzung weisen die oberflächennahen Böden durchweg geringe Schlagzahlen von $n_{10} < 3-5$ auf, was weich-breiligen bis weichen Konsistenzen oder lockeren Lagerungsdichten entspricht. Organikdurchsetzte 'Mutterböden' sind maßnahmenvorlaufend ohnehin abzuziehen. Diese Böden weisen **keine ausreichende** Gründungseignung auf.
- ⇒ Fluviatilschluff (umgelagerter Verwitterungslehm): Die untergeordnet angebotenen lehmigen Ablagerungen führen in der Regel mittelhohe bis hohe Schlagzahlen von $n_{10} > 10$. Damit liegen verbreitet weich-steife bis steife Konsistenzen vor. Maßnahmenbezogen bieten diese Böden eine ausreichende Gründungseignung.
- ⇒ Verwitterungsschutt und Übergang zum Grundgebirge (ab ca. 0,3/1,5 m u.GOK): Die größtenteils bereits oberflächennah, spätestens jedoch ab 1,5 m u.GOK angetroffenen kiesigen Verwitterungsbildungen zeigen einen deutlichen Anstieg der Schlagzahlen auf ein Niveau von $n_{10} > 20 - 40$ vor (z.T. erheblich höher). Dies entspricht mindestens mitteldichten bis dichten Zuständen. Dieses Schlagzahl-Level belegt eine **ausreichende Gründungseignung**.
 Zur Tiefe hin erfolgt in der Regel ein deutlicher Anstieg der Schlagzahlen auf ein hohes bis sehr hohes Niveau ($n_{10} \geq 100$). Letztlich mussten die Rammsondierungen stets wegen nicht mehr feststellbaren Rammfortschritts deutlich oberhalb der erreichten Bohrendteufen abgebrochen werden.
 Nennenswerte Schwäche zonen, die auf ausgeprägte Verkarstungserscheinungen hindeuten könnten, wurden nicht festgestellt.

4.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

In der folgenden Tabelle 8 werden, abgeleitet aus den bodenmechanischen Laborversuchen und basierend auf örtlichen Erfahrungs- und Literaturwerten, Schwankungsbreiten der bodenmechanischen Kennwerte für die gründungsrelevanten Bodenschichten aufgeführt. Sie stellen gemäß DIN 1054 'vorsichtige Schätzwerte der Mittelwerte' (charakteristische Werte) dar.

BODENART	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ_k bzw. $\varphi_{s,k}$ (°)	c_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (kN/m ²)
<u>Füllschluff</u> : bindiger Boden, stark sandig, kiesig, organisch; weichbreiig bis weich	17,0 - 17,5	8,0 - 8,5	20,0 - 25,0	0	2.000 - 4.000
<u>Fluvatilschluff (lokal)</u> : Schluff-Ton-Gemische, sandig, z.T. schwach kiesig; weich-steif bis steif	19,0 - 19,5	9,0 - 9,5	22,5 - 27,5	2 - 5 RW 2	6.000 - 10.000 RW 7.500
<u>Verwitterungsschutt</u> : Kies, (stark) bindig, schwach sandig; +/- mitteldicht	20,5 - 21,0	12,5 - 13,0	32,5 - 35,0	0 - 5 RW 1	35.000 - 50.000 RW 35.000
<u>Verwitterungsschutt</u> : Kies, schwach bindig, schwach sandig; +/- dicht	21,0 - 21,5	13,0 - 13,5	35,0	0 RW 0	60.000 - 80.000 RW 70.000
<u>Mergelkalkstein-Grundgebirge</u> : angewittert bis unverwittert; halbfest	20,0 - 23,0	11,0 - 14,0	30,0 - 40,0	20 - 30 RW 20	80.000 - 100.000 RW 90.000

Tabelle 8: Bodenmechanische Kennwerte der Bodeneinheiten

γ = Wichte des erdfeuchten Bodens
 φ_k = Reibungswinkel
 c_k = Kohäsion
 RW = Rechenwert

γ' = Wichte d. Bodens unter Auftrieb
 $\varphi_{s,k}$ = Ersatzreibungswinkel
 $E_{s,k}$ = Steifeziffer

4.4 Bodenklassen, Bodengruppen und Frostklassen

Schichtglieder (Grobgliederung)	Bodenklassen (DIN 18300:2012- 09)	Homogen- bereiche (DIN 18300/301: 2016-09)	Gruppensymbol (DIN 18 196)	'Frostklasse' ZTVE-StB	Boden- lösung
Füllschluff*	4, u.U. 2	Nr. 1	UL/TL/OU	F 3	'Löffel- bagger'
Fluviatilschluff*	4, u.U. 2		UM/TM	F 3	
Verwitterungsschutt	3 - 6		GU/GU*/X/Zv	F 2 - F 3	
Mergelkalkstein	6 - 7	Nr. 2	Zv/Z	kein Boden	Reiß- zahn oder Meißel

Tabelle 9: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen

* = bei Wassersättigung bewegungsempfindlich

Bodenlösung: Die o.g. Festlegung des Homogenbereiches für das Gewerk 'Erarbeiten' basiert auf der Annahme des Einsatzes eines ausreichend starken Löffelbaggers.

Für das Gewerk 'Verbauten' wird von der Ausführung der in Kapitel 5 genannten Systeme ausgegangen. Sollten hiervon abweichende Erdbaugeräte oder Verfahren zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung zwecks Anpassung der Homogenbereichsfestlegung gebeten.

Oberböden sind gem. DIN 18320 ohnehin separat zu handhaben und werden daher an dieser Stelle nicht aufgeführt.

Erläuterung Tabelle 9

nach DIN 18 300	Bodenklasse 2: fließende Bodenarten Bodenklasse 3: leicht lösbare Bodenarten Bodenklasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 5: schwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 6: leicht lösbarer Fels oder vergleichbare Bodenarten Bodenklasse 7: schwerlösbarer Fels
Homogenbereich nach DIN 18 300:2016-09	Nr. 1: mit Löffelbagger lösbar Nr. 2: ggf. Anbaugeräte (Reißzahn/Meißel) erforderlich
nach DIN 18 196	A Auffüllungen OU Schluffe mit organischen Beimengungen X Steine GU/GU* Kies-Schluff-Gemische UL/TL leicht plastische Schluffe / Tone UM/TM mittel plastische Schluffe / Tone Zv/Z Fels, verwittert / Fels, allgemein
nach ZTVE-StB 09	F 2 gering bis mittel frostempfindlich F 3 sehr frostempfindlich

Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Böden mindestens bis annähernd zu den jeweils erreichten Endteufen mittels 'normalen' Löffelbagger-Einsatzes möglich sein wird (+/- überwiegend Bodenklassen 3-6 bzw. Homogenbereich Nr. 1).

Wo Bauteile deutlich tiefer als die erreichten Bohr-/Rammendteufen eingebunden werden, sind hierfür kalkulatorisch die Bodenklassen 6-7/7 bzw. der Homogenbereich Nr. 2 in Ansatz zu nehmen. Hierfür kann es erforderlich sein, Anbaugeräte zur Lösung des Grundgebirges vorzuhalten, weshalb die entsprechende Position in einem LV vorab abgefragt werden sollte.

4.5 Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen und Frostklassen

Homogenbereiche gem. VOB Teil C: Die Festlegung von Homogenbereichen (Tabelle 9) erfolgt für die anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 2 für das **Gewerk ('Erdarbeiten')** gem. DIN 18 300:2016-09. Grundlage ist der Einsatz eines ausreichend kräftigen Hydraulikbaggers zur Bodenlösung. Sollten diesbezüglich andere Gerätschaften zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung gebeten, um den Homogenbereich entsprechend anpassen zu können.

Nr. nach VOB	Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich Nr. 1 (Wertebereiche)
		Gewerke 'Erdarbeiten' + 'Verbauarbeiten'
1	Kornverteilung (Körnungsband)	Band A siehe Anlage 3.3 (zzgl. Steinanteil)
2	Definition v. Steinen + Blöcken	Verwitterungskomponenten
2a, 2b	Anteil Steine und Blöcke	ca. 0 - 70 %
2c	Anteil große Blöcke	ca. 0 - 60 %
3	Mineral. Zusammensetzung der Steine und Blöcke	überwiegend Mergelkalkstein, Kalkstein
4	Dichte	$\rho_s = 2,65 - 2,85 \text{ g/cm}^3$ (Korndichte)
5	Kohäsion	0 - 20 kN/m ²
6	undrainierte Scherfestigkeit	0 - 200 kN/m ²
7	Sensitivität	n.b.
8	Wassergehalt	3 - 30 %
9	Konsistenz	weich bis halbfest
10	Konsistenzzahl	~ 0,4 - 1,3
11	Plastizität	n.b.
12	Plastizitätszahl	~ 0,20 - 0,30
13	Durchlässigkeit	ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$
14	Lagerungsdichte I_D	überw. 0,40 - > 0,65
15	Kalkgehalt	(Ausgangsgestein ca. 50 - 90 % CaCO ₃)
16	Sulfatgehalt	sehr gering bis gering
17	Organischer Anteil	~ 0 - 3 % (Schätzung)
19	Abrasivität	kaum abrasiv (LAK 50-100 g/t)
20	Bodengruppen	A, UL, UM, TL, TM, GU, GU*, X, Zv
21	Ortsübliche Bezeichnung	Fluviatilablagerungen, Verwitterungsbildungen

Tabelle 10: Kennwerte für Homogenbereiche (**Bodenschichten**), n.b. = nicht bestimmbar

Nr. nach VOB	Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich Nr. 2 (Wertebereich)
		Gewerke 'Erdarbeiten' + 'Verbauarbeiten'
1	Benennung von Fels	Mergelkalkstein (mergeliger Kalkstein bis kalkiger Mergelstein) Unterconiac der Oberkreide, <i>schloenbach</i> -Schichten
2	Dichte	n.b.
3	Verwitterung u. Veränderung, Veränderlichkeit	angewittert bis unverwittert, mäßig veränderlich
4	Kalkgehalt	ca. 50 - 90 % CaCO_3
5	Sulfatgehalt	gering bis mäßig
6	Druckfestigkeit	40 - 140 MN/m ² (1-axiale Druckfestigkeit in Abhängigkeit vom Anwitterungszustand)
7	Spaltzugfestigkeit	(bei Bedarf: Kernbohrung mit Felsmechanik)
8a	Trennflächengefüge	Bankung mit engständigem Kluftsystem
8b	Trennflächenabstand	2 - 10 dm (lt. Literatur)
8c	Gesteinskörperform	Bankung mit Klüftung
9a	Öffnungsweite der Trennflächen	mehrere cm
9b	Kluffüllung von Trennflächen	Lehm
10	Gebirgsdurchlässigkeit	hoch (geschätzt $k_f = 10^{-2}$ bis 10^{-5} m/s) DIN 18 130: 'stark durchlässig' - 'durchlässig'
11	Abrasivität	kaum abrasiv bis schwach abrasiv (LAK 50-250 g/t)
12	ergänzende ortsübliche Bezeichnung	Kalkmergelstein

Tabelle 11: Kennwerte für Homogenbereiche (**Felsschicht**)

n.b. = nicht bestimmbar / nicht untersucht

5. Hinweisgebung zur Baudurchführung

Es ist der Neubau eines Studentenwohnheims geplant. Das Gebäude soll eine Grundfläche von ca. 63,1 m Länge und 37,3 m Breite (größte Länge x Breite) erhalten und im nordwestlichen Teil unterkellert werden. Südlich und westlich des Gebäudes werden Stell- und Bewegungsflächen für Pkw bzw. Feuerwehraufstellflächen zu errichten sein. Bei diesbezüglichen Planungsänderungen wird um Rückmeldung gebeten, um die Hinweisgebungen ggf. anpassen zu können.

Die Errichtung der Oberkante Fußboden (OKFF EG) wird planerischerseits bei +179,50 m ü.NN vorgesehen.

Nichtunterkellerung: Das Gebäude wird im nicht unterkellerten Teil eine vermutlich insgesamt 0,50 m mächtige Fußbodenkonstruktion erhalten (Dämmung + Bodenplatte + Fußboden). Geplant ist die Errichtung der Bodenplatte wahrscheinlich als herkömmliche, mattenbewehrte Konstruktion.

Die eigentliche Gründung bzw. der Lastabtrag der Nichtunterkellerung erfolgt vermutlich weitgehend über Streifen- und Einzelfundamente, die frostfrei zu gründen sind. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Bodenplatte eine verhältnismäßig geringe Belastung erfährt.

Teilunterkellerung: Die geplante Teilunterkellerung wird ebenfalls über eine elastisch gebettete Bodenplatte zu gründen sein. Der Höhenunterschied von OKFF EG zu unterkante Bodenplatte KG wird mit 3,85 m angenommen.

In den Kellerbereichen werden Stützen vorgesehen, die ihre Lasten über Einzelfundamente unterhalb der Bodenplatte in den Untergrund eintragen. Diese Einzelfundamente werden typischerweise in einer Stärke von 1 m geplant, womit die Unterkante dieser Fundamente bei 4,85 m unter OKFF EG anzusetzen ist. Die gleiche Einbindetiefe wird vereinfachend für die vorgesehene Fahrstuhlunterfahrt herangezogen.

Nach dem Skript 'Flachgründungen' der TU München (TUM Zentrum Geotechnik, Lehrstuhl für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau) sollte die frostbeeinflusste Tiefe entsprechend der RStO 01 Frosteinwirkungszonen in drei Kategorien eingestuft werden (Zone I: 0,80 m Frostsicherheit, Zone II: 1,00 m Frostsicherheit, Zone III: 1,20 m Frostsicherheit).

Nach der RStO 01/12 befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich der Frosteinwirkungszone I, so dass eine frostsichere Einbindung der Außenfundamente von mindestens 0,8 m empfohlen wird.

Es werden - bei frostfreier Gründung der Fundamente - die nachfolgend aufgeführten Gründungshöhen relevant sein:

	Studentenwohnheim
geplante OKFF EG	+179,50
UK EG-Bodenplatte	+179,00
UK EG Fundamente	+178,70
UK KG-Bodenplatte	+175,65
UK KG Fundamente	+174,65

Tabelle 12: Relevante Gründungshöhen (Angaben in m u.GOK / m ü.NN bzw. m NHN)

Somit werden folgende Baugrundverhältnisse erwartet:

- UK EG-Bodenplatte (+179,00 m NHN): Auf dem EG-Bodenplatten- Gründungsniveau steht größtenteils der dicht gelagerte Verwitterungsschutt an. Lokal kann nach Abzug der Oberböden ein geringes Massendefizit vorliegen, welches zunächst ausgeglichen werden muss. Lokal werden Restmächtigkeiten steif konsistenter Fluviatilschluffe erwartet.

Beurteilung: Die anstehenden Geogenböden sind maßnahmenbezogen ausreichend gründungsg geeignet. Nach Einbau einer 'kapillarbrechenden Schicht' kann die EG-Bodenplatte auf dem eingebauten Mineralgemisch gegründet werden.

- UK EG-Fundamente (+178,70 m NHN): Auf dem EG-Fundament- Gründungsniveau steht größtenteils der dicht gelagerte Verwitterungsschutt an. Lokal werden Restmächtigkeiten steif konsistenter Fluviatilschluffe erwartet.

Beurteilung: Die anstehenden Geogenböden sind für die entsprechend hoch belasteten Fundamente nicht durchgängig gründungsg geeignet. Anstelle des Einbaus von lastverteilenden Schotterpolstern sollten stattdessen örtliche Fundamenttieferführungen bis auf den dicht gelagerten Verwitterungskies/-schutt vorgenommen werden.

- UK KG-Bodenplatte (+175,65 m NHN): Auf dem KG-Bodenplatten- Gründungsniveau steht durchgängig der angewitterte bis größtenteils unverwitterte Kalkmergelstein und nur lokal der dicht gelagerte Verwitterungsschutt an. Die Lösung des Kalkmergelsteins wird in großen Teilen des Baufeldes einen lösungstechnischen Mehraufwand erforderlich machen.

Beurteilung: Die anstehenden Böden sind unmittelbar gründungsg geeignet. Baugrundverbessernde Maßnahmen sind nicht erforderlich. Zum Ausgleich

von Unebenheiten erscheint der Einbau eines geringmächtigen Schotterpolsers sinnvoll.

- UK KG-Fundamente bzw. Fahrstuhlunterfahrten (+174,65 m NHN): Auf dem KG-Fundament-Gründungsniveau steht durchgängig der angewitterte bis größtenteils unverwitterte Kalkmergelstein. Die Lösung des Kalkmergelsteins wird praktisch durchgängig einen lösungstechnischen Mehraufwand erforderlich machen.

Beurteilung: Die anstehenden Böden sind unmittelbar gründungsg geeignet. Baugrundverbessernde Maßnahmen sind nicht erforderlich. Zum Ausgleich von Unebenheiten erscheint der Einbau eines Unterbetons sinnvoll.

Grundwasser: Innerhalb der Bohrungen konnte kein Grundwasser erbohrt werden. Der Bemessungswasserstand für den Faktor 'Stauwasser' wird zum aktuellen Kenntnisstand in Höhe der aktuellen GOK angenommen, sofern nicht durch Drainagen und eine Einleitung in den durchlässigen Verwitterungskies/Kalkmergelstein eine Ableitung der Wässer gewährleistet wird.

Eine Nässebeeinflussung der Bodenplatten oder Fundamente bzw. Fahrstuhlunterfahrten durch Grundwasser i.e.S. wird hingegen nicht erfolgen.

Kurzfassung: Im EG-Bereich liegen lokale Massendefizite vor, die für die EG-Bodenplatte ausgeglichen werden müssen. Es ist der Einbau einer mindestens 0,15 m kapillarbrechenden Schicht vorzusehen, die in bindigen Erdplanumsbereichen auf ein Maß von mindestens 0,30 m verstärkt werden sollte (Umfeld BS 11).

Die EG-Fundamente sollten, sofern dieser nicht unmittelbar ansteht, bis auf den oberflächennah vorhandenen, dicht gelagerten Verwitterungskies tiefergeführt werden.

Die Bodenverhältnisse innerhalb der KG-Gründungs-/Lastabtragsbereiche werden hingegen von dicht gelagerten Verwitterungskiesen und dem angewitterten bis unverwitterten Kalkmergelstein gekennzeichnet. Die vorliegenden Bodenverhältnisse besitzen eine mittelhohe Güte und weisen projektbezogen zwecks Erzeugung einer Gründungseignung keinen nennenswerten Verbesserungsbedarf auf. Angeraten wird allenfalls der Einbau einer ca. 15 cm starken Güteschotterlage als 'Sauberkeitsschicht' und 'kapillarbrechenden Schicht'.

Vorschläge Bauweise / Maßnahmen: Für die Bodenplatten von EG und KG und die entsprechende Fahrstuhlunterfahrt wird eine Gründung über eine bewehrte Bodenplatte vorgeschlagen. EG-Fundamente sind ggf. bis auf den dicht gelagerten Verwitterungskies tieferzuführen.

Die KG-Einzelfundamente können ohne zusätzliche bautechnische Maßnahmen direkt auf dem anstehenden Kalkmergelstein abgesetzt werden.

Eine Beeinflussung des Bauwerkes durch 'echtes' Grundwasser wird nicht erwartet. Sofern keine Drainage mit 'Durchstich' in den durchlässigen Verwitterungskies/Kalkmergelstein installiert wird, müsste das KG aufgrund der verbreitet 'gering bis sehr gering durchlässigen' Böden auf Gründungsplanum gegen 'aufstauendes Sickerwasser' abgedichtet werden.

5.1 Maßnahmenvorschläge / Allgemeine Hinweisgebungen

Kampfmittelfreigabe: Maßnahmenvorlaufend sollte für das Baufeld des Gebäudes und der Verkehrsflächen sowie die Kranaufstellfläche(n) eine Bescheinigung der Kampfmittelfreiheit eingeholt werden (Voranfrage Stadt Paderborn, Ordnungsamt).

Zeitliche Durchführung der Tiefbauarbeiten: Die Tiefbauarbeiten sollten nicht in niederschlagsintensiven Perioden durchgeführt werden, um keinen Aufweichungen des Erdplanums zu riskieren oder einen möglicherweise erhöhten Aufwand bezüglich einer Wasserhaltung betreiben zu müssen.

Auffüllungen, bindige Böden und Organikböden: Anthropogene und / oder organische Böden (Oberböden) sind zunächst vollständig zu entfernen.

Wichtig ist die sorgfältige Kontrolle (im Rahmen der angeratenen ingenieurgeologischen Baugrubenabnahme) des gesamten Erdplanums auf organische und anthropogene Böden sowie deren vollständige Entfernung. Im Zuge der Auskoffierung der Baugrube der Teil-Unterkellerung ist dies als 'Sowieso-Aufwand' zu sehen.

Aushub: Der Aushub der Böden sollte zunächst soweit wie möglich mit einem Baggerlöffel mit 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu verhindern.

Die Lösung des Verwitterungsschutts und des bis zum Gründungsniveau der Unterkellerung anstehenden Kalkmergelsteins wird hingegen nicht mehr mit einer Schneidbestückung zu leisten sein. Ein starker Hydraulikbagger ist in der Lage den Verwitterungsschutt und den angewitterten Kalkmergelstein mit einem Löffel mit 'Zahnbestückung' in begrenztem Umfang zu lösen.

Zusätzlich sollte für die Lösung der Bodenklassen 6-7/Homogenbereich Nr. 2 ein Anbaugerät für den Bagger (Reißzahn/Schneidvorrichtung, o.ä.) einkalkuliert werden.

Wasserhaltung / Fangedrain: Ausgehend von den Verhältnissen an den Untersuchungstagen wird keine Grundwasserabsenkung notwendig. Potenzielle Stauwasser-Anstiege und Tagwasser-Befunde sind über eine vorzuhaltende 'offene Wasserhaltung' zu fassen.

Zusätzlich empfiehlt sich der Einsatz eines 'Fangedrains' an der südlichen Seite der Keller-Baugrube, um potenzielles Schichtwasser aus morphologisch höher gelegenen Gebieten vor Eintritt in das Baufeld zu fassen.

Die Drainage sollte flach in den kiesigen Verwitterungsschutt oder dem Kalkmergelstein auslaufen und so eine Versickerung der Wässer ermöglichen. Die oberflächennah anstehenden Böden sind nachweislich nicht aufnahmefähig.

Hier sollte z.B. ein DN 100-Drainagerohr (möglichst kokosummantelt) mit ausreichendem freien Fließgefälle in einen mit Filterkies (z.B. 8/16-Körnung; gewaschener Filterkies) und zuvor mit (GRK-3-)Geotextil (Eigenschaften siehe unten) eingeschlagenen Entwässerungsgraben aushubbegleitend und vordringlich errichtet und in Betrieb gesetzt werden.

Der Fangedrain muss bis deutlich unter die KG-Aushubsohle ausgeführt werden, um von Süden anfallende Wässer erfassen und baufeldumführend ableiten zu können.

Die erfassten Wässer können der Morphologie folgend nach Norden abgeleitet werden. Da Drainagewässer nicht in die Kanalisation eingeleitet werden dürfen, sollte eine Wiedereinleitung in nichtbindige und ausreichend durchlässige Schichten erfolgen (z.B. gering verlehmtter Verwitterungsschutt oder Kalkmergelstein, Ausbildung z.B. als Sickerschacht). Die sickertechnische Eignung der zur Einleitung vorgesehenen Schichten sollte baubegleitend ingenieurgeologisch abgenommen werden.

Anhand der Vorgaben der DIN 4095 sollte die Drainung entwässerungstechnisch bemessen werden. Die Abflußspende 'vor Wänden' sollte hierbei als 'groß' angesehen werden, diejenige 'unter Bodenplatten' als 'gering'.

Böschchen / Verbau: Nach DIN 4124 muss ab Baugrubentiefen $> 1,25$ m gebösch / verbaut werden. D.h. die Baugrube muss gebösch / verbaut werden.

Der Arbeitsraum sollte im Hinblick auf das Abböschsen so schmal wie eben möglich gehalten werden. Die Böschungen müssen mittels windgesicherter Folie vor Witterungseinflüssen gesichert werden.

Die Anlage von Böschungen ist bei den einzuhaltenden Böschungswinkeln allseitig des Gebäudes ohne ergänzende Maßnahmen möglich.

Nicht wassererfüllte weiche bindige Böden und nicht bindige Böden können allgemein unter $\beta = 45^\circ$ geböscht werden. Steif konsistente bindige Böden können unter $\beta = 60^\circ$ geböscht werden. Der anstehende, halbfeste bis feste Kalkmergelstein kann unter $\beta = 80^\circ$ geböscht werden.

Bestehen Unklarheiten bei der Zuordnung der anstehenden Böden (bindig – nicht bindig) oder bei der KonsistenzEinstufung bindiger Böden, so ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

Arbeitsraumverfüllung: Geschaffene Arbeitsräume sollten nach Errichtung lagenweise mit einem 'HKS-Güteschotter' rückverfüllt werden. Die maximale Einbaulagenmächtigkeit sollte 30 cm nicht überschreiten.

Der 'Güteschotter' sollte nach den *'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004'* (TL Gestein-StB 04) zertifiziert sein. Dies sollte jeweils von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden.

Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ erfolgen.

5.2 Gründung Nichtunterkellerung (Bodenplatte und Fundamente)

Verfüllung von potenziellen Massendefiziten: Nach Abzug von Oberböden kann in nicht zu unterkellernden Bereichen lokal ein geringes Massendefizit zwischen UK Bodenplatte und OK Erdplanum vorliegen, welches zunächst ausgeglichen werden muss.

Das vor-Ort gewonnene Kalkmergelstein-Verwitterungsmaterial verfügt unter chemischen Gesichtspunkten über eine Wiedereinbauzulässigkeit (siehe Kapitel 3; LAGA_{Boden} Z0 und DK 0).

In unaufbereitetem Zustand besitzt der Verwitterungsschutt jedoch keine ausreichende Verdichtungseignung, da wechselnde kiesig-bindige Anteile zu erwarten sind.

Eine vor-Ort Aufbereitung (z.B. mittels mobiler Brechanlage) zu einer 'Vorabsiebung' sollte aufgrund der zum aktuellen Kenntnisstand unbekannten auszugleichenden Massen unter wirtschaftlichen Aspekten planerischerseits geprüft werden. Alternativ sollte 'Güteschotter' als Zukaufsmasse verwendet werden, da hier definierte Eigenschaften und Kubaturen gewährleistet werden können.

Es wird seitens des IB KLEEGRÄFE empfohlen, die Rückverfüllung bis zur Unterkante der Sauberkeitsschicht bzw. kapillarbrechenden Schicht, d.h. bis 15 cm unter UK Bodenplatte lagenweise vorzunehmen.

Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik, bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von $D_{Pr} \geq 100 \%$ in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von $E_{v2} > 100 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abzustimmen.

Da flächig auf einem +/- verlehmtten Erdplanum aufgebaut wird, sollte die Einlage eines Geotextils zwischen Erdplanum und Auftragsmaterial erfolgen (Eigenschaften siehe unten).

Geotextil: Zur Trennung von Erdplanum und Auftragsmaterial sollte bei Ausgleich von Massendefiziten flächig und überlappend ein Geotextil aufgelegt werden, dessen Eigenschaft wie folgt festgelegt werden: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt, Flächengewicht $\geq 150 \text{ g/m}^2$, Stempeldurchdruckkraft $F_{P, 5\%} \geq 1,5 \text{ kN}$, Dyn. Durchschlagsversuch 22 mm nach DIN EN ISO 13433, Höchstzugkraft MD - 6 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraft CMD - 10 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung MD - 80 % nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung CMD - 60 % nach DIN EN ISO 10319, Wasserdurchlässigkeit $V_{IH} 50 - 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$.

Material: Der angeratene Bodenplatten-Unterbau (bei der Verwendung von Schotter) sowie potenzielle Massendefizitaufbauten sollten aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (Güteschotter, z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter sollte nach den *Technischen Lieferbedingungen für Ge-*

steinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (45°). Einzelne Einbaulagen sollte eine Stärke von 30 cm nicht überschreiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Freilegung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die bereits im Kapitel 1 erwähnten Verkarstungserscheinungen, deren Auftreten besondere bautechnische Maßnahmen erforderliche machen kann.

Bodenaushubgrenzen: Die Bodenaushubgrenzen zur Gebäude- bzw. Mauer-sicherung sind nach DIN 4123 einzuhalten.

Frostsicherheit: Bei einer Unterkellerung existiert eine ausreichende Frostsicherheit.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Die Oberböden sowie sonstige organische und bindige Böden sind in lastabtragenden Bereichen nicht wiedereinbaueeignet.

Sofern davon auszugehen ist, dass Bereiche einer reinen Garten- oder Grünflächen-nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann das organische und bindi-ge Material dort wiederverfüllt werden.

In diesem Fall ist mit Nachsackungen zu rechnen, welche nachgearbeitet werden müs-sen.

Der beim Aushub anfallende Verwitterungskies führt weitgehend erhöhte bindige An-teile $> 15 \%$ und sollte daher ebenfalls nicht im Oberbau von Wegen/Stellplätzen oder zur Verfüllung von Arbeitsräumen eingebaut werden.

Vorschlag Gründungsart / Trockenhaltung des Bauwerkes: Angenommen wird ein teilweiser Lastabtrag des Bauwerkes über eine Plattengründung.

Bei Installation einer Drainage nach DIN 4095 und Einbindung in ausreichend durchlässige Schichten bzw. Verwendung ausreichend durchlässigen Schüttmaterials im Bereich unterhalb der Bodenplatte und innerhalb der Arbeitsräume wird eine 'Sowieso-Abdichtung' gegen 'Bodenfeuchte' bzw. 'nicht aufstauendes Sickerwasser' gem. DIN 18 195-4 bzw. gem. DIN 18533 (Lastfall W1.1-E) ausreichend sein.

Das Schüttmaterial muss einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f > 1 \times 10^{-4}$ m/s erreichen.

Unabhängig hiervon sollten die Hinweise der DIN 18 195 bzw. DIN 18 531 und DIN 18 533 beachtet werden.

Gründung Nichtunterkellerung (Bodenplatte): Angeratene Gründungsmaßnahmen:

- Aushub zunächst mit 'Schneide / Flachlöffel'. Lösung der tieferen Bodenschichten mit Zahnbestückung. Restmächtigkeiten an organischen oder anthropogenen Böden sind im Bereich der Bodenplatte bis auf den gewachsenen, organikfreien Boden aufzunehmen.
- Das Aushubplanum sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Hierbei muss die Organikfreiheit und die – nach Möglichkeit – durchgängige Vorlage des geogenen Verwitterungsschutts nachgewiesen werden. Ebenso ist auf Erscheinungen zu achten, die im Zusammenhang mit den o.g. 'besonderen Gefährdungspotenzialen' stehen können.
- Hierbei sind auch Bereiche zu identifizieren (z.B. Umfeld BS 11), in denen eindeutig bindige Geogenböden auf Erdplanum vorliegen, da hier das kapillarbrechende Schotterpolster verstärkt werden sollte.
- Anschließend erfolgt der Lagenweise Ausgleich von potenziellen Massendefiziten bis UK Sauberkeitsschicht/kapillarbrechender Schicht.
- Auf das abgenommene kiesige Erdplanum sollte eine 15 cm mächtige Schotterlage (Vorschlag: 0/45 HKS Güteschotter, Beschaffenheit siehe unten) als 'Sauberkeits- und Filterschicht' aufgetragen und ordnungsgemäß verdichtet werden. Die Auflage eines Geotextils auf Erdplanum braucht hier nicht zu erfolgen.
- Vorab zu identifizierende bindige Erdplanumsbereiche sind bei mindestens 30 cm unter UK Bodenplatte abzuschieben. Im Anschluss ist hier flächig ein Geotextil aufzulegen. Entsprechend ist hier eine 30 cm mächtige Schotterlage (Vorschlag: 0/45 HKS Güteschotter, Beschaffenheit siehe unten) als 'Sauberkeits- und Filterschicht' aufzutragen und ordnungsgemäß zu verdichten.

- Die Einzelfundamentgruben der Stützen und die Gruben der Fahrstuhlunterfahrten sollten mittels Bagger vom o.g. Bodenplatten-Schotterplanum (Rohplanum/Arbeitsplanum) geschaffen werden.
- Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung Gründungsplanum auf OK Schotter: $E_{v2} \geq 80-100 \text{ MN/m}^2$).

Bodenpressung / Bettungsmodul (Bodenplatte: Angaben der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die Berechnung der Fundamentplatte sowie der Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM).

Um bei g.g. Verfahren den Bettungsmodul k_s im Voraus genau zu bestimmen, müsste man – da der Bettungsmodul sich aus der Proportionalität zwischen Sohlspannung und Setzung ergibt – theoretisch die Sohldruckverteilung und die Setzungen bereits im Vorfeld kennen, die sich jedoch erst aus den Berechnungsergebnissen ergeben.

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabelle 8), das relevante Schichtmodell sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert. Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden.

Die charakteristische (maximale) Beanspruchung des Baugrundes wird auf Grundlage von Erfahrungen mit ähnlichen Bauwerken und den vorliegenden Planunterlagen mit $\sigma_{E,k} \sim 200 \text{ kN/m}^2$ angenommen ($\sigma_{R,d} = 285 \text{ kN/m}^2$).

Die Länge der längsten Lastscheibe in Gebäudelängsrichtung beträgt ca. 63,1 m ('Ersatzfläche' = 63,1 x 1,0 m). Zum Vergleich wird eine Lastscheibe in Gebäudequerrichtung im Umfeld der BS 11 betrachtet (bindiges Erdplanum; 'Ersatzfläche' = 21,4 x 1,0 m). Ein Ansatz von Grundwasser erfolgt basierend auf den Untersuchungsergebnissen vom 21.02.2018.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 13 zu entnehmen.

Sohlspannung σ / Unterbau	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul $k_{s,k}$
$\sigma_{E,k} \sim 200 \text{ kN/m}^2$ 15 cm Schotterpolster	63,1 x 1,0 m	ca. 0,43 cm	46,5 MN/m ³
$\sigma_{E,k} \sim 200 \text{ kN/m}^2$ 30 cm Schotterpolster	21,4 x 1,0 m	ca. 1,31 cm	15,2 MN/m ³

Tabelle 13: Orient. Setzungsberechnungen / Eingangs-Bettungsmodul (EG-Bereich)

Es werden Setzungsunterschiede von < 1 cm erwartet. Setzungsunterschiede in g.g. Größenordnung sind in der Regel bauwerksverträglich.

Bettungsmodul: Es sollte zunächst ein Bettungsmodul von k_s ca. 15 MN/m^3 angenommen werden. Da der Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der 'Finite-Elemente-Methode' zu sehen.

Aufnehmbarer Sohldruck / Setzungsberechnung (Streifenfundamente): Lastkonzentrationen im Bereich der Außenwände können über Streifenfundamente in den Untergrund eingeleitet werden.

Anhand der in der Tabelle 8 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen (siehe Tabelle 14 und Anlage 9.1). Es wurde das Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt. Es wird von einer Einbindung von mindestens 0,8 m u. GOK ausgegangen.

Es wird von zusammenhängenden Streifenfundamentlängen von nicht mehr als 21,4 m, von Fundamentbreiten zwischen $b = 0,3 - 1,0$ m und einer unmittelbaren Gründung auf zumindest +/- dicht gelagertem Verwitterungsschutt ausgegangen. Auf den zusätzlichen Einbau von Schotter kann im Falle der Streifenfundamente verzichtet werden. Der Einbau einer geringmächtigen Sauberkeitsschicht aus Beton ist hier ausreichend.

Stehen auf 'normalem' Gründungsplanum Fluviatilschluffe an, so sind dies bis auf den +/- dicht gelagerten Verwitterungskies aufzunehmen und das Massendefizit durch Einbau von Fundamentbeton (Güte C 20/25) auszugleichen.

Basierend auf den örtlichen Erfahrungswerten wird der 'Bemessungswert des Sohlwiderstandes' auf ein Maß von $\sigma_{R,d} = 500 \text{ kN/m}^2$ (Streifenfundamente) festgelegt. Vorgenannter Wert sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE nicht überschritten werden.

Streifenfundamente EG (l = 21,4, Einbindung: 0,8 m u.GOK)			
Fundamentbreite b	Gesamtsetzung S_g	Bettungsmodul $k_{s,k}$	Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$
b: 0,30 m*	S_g : ca. 0,3 cm	121,9 MN/m ³	max. 500 kN/m ²
b: 0,40 m	S_g : ca. 0,4 cm	95,0 MN/m ³	
b: 0,50 m	S_g : ca. 0,4 cm	79,6 MN/m ³	
b: 0,60 m	S_g : ca. 0,5 cm	69,2 MN/m ³	
b: 0,70 m	S_g : ca. 0,6 cm	61,5 MN/m ³	
b: 0,80 m	S_g : ca. 0,6 cm	55,7 MN/m ³	
b: 0,90 m	S_g : ca. 0,7 cm	51,0 MN/m ³	
b: 1,00 m	S_g : ca. 0,7 cm	47,2 MN/m ³	

Tabelle 14: Setzungsbeträge, Bodenpressung (Streifenfundamente Nichtunterkellerung)
 * = Abminderung von $\sigma_{R,d}$ zur Einhaltung der Grundbruchsicherheit

Höhere Sohlwiderstände können bedarfsweise über eine größere Einbindetiefe erreicht werden. Bei diesbezüglichem Bedarf wird um Rückmeldung zwecks Anpassung der Hinweisgebung gebeten.

Grundsätzlich gleichartig zu den Streifenfundamenten sollte die Begrenzungsmauer der KG-Zugangsrampe auf der westlichen Gebäudeseite gegründet werden (Gründung auf Verwitterungskies/-schutt).

Aufnehmbarer Sohldruck / Setzungsberechnung (Einzelfundamente): Es wird davon ausgegangen, dass örtlich Stützen zu stellen sind, die über Einzelfundamente gegründet werden müssen.

Anhand der in der Tabelle 8 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen (siehe Tabelle 15 und Anlage 9.2). Es wurde das Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt. Es wird von einer Einbindung von mindestens 0,5 m u. UK KG-Bodenplatte ausgegangen.

Es wird des Weiteren von quadratischen Einzelfundamenten mit dem Längen- / Breitenverhältnis $a/b = 1$ und einer unmittelbaren Gründung auf zumindest +/- dicht gelagertem Verwitterungsschutt ausgegangen.

Auf den zusätzlichen Einbau von Schotter kann im Falle von Einzelfundamenten und möglicher Fahrstuhlunterfahrten verzichtet werden. Der Einbau einer geringmächtigen Sauberkeitsschicht aus Beton ist hier ausreichend.

Stehen auf 'normalem' Gründungsplanum Fluviatilschluffe an, so sind dies bis auf den +/- dicht gelagerten Verwitterungskies aufzunehmen und das Massendefizit durch Einbau von Fundamentbeton (Güte C 20/25) auszugleichen.

Basierend auf den örtlichen Erfahrungswerten wird der 'Bemessungswert des Sohlwiderstandes' auf ein Maß von $\sigma_{R,d} = 500 \text{ kN/m}^2$ (Einzelfundamente) festgelegt. Vorgenannter Wert sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE nicht überschritten werden.

Einzelfundamente EG ($a/b = 1$, Einbindung: 0,50 m)		
Fundamentbreite b	Gesamtsetzung S_g	Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$
b: 1,00 m	S_g : ca. 0,4 cm	max. 500 kN/m ²
b: 1,20 m	S_g : ca. 0,4 cm	
b: 1,40 m	S_g : ca. 0,5 cm	
b: 1,60 m	S_g : ca. 0,5 cm	
b: 1,80 m	S_g : ca. 0,6 cm	
b: 2,00 m	S_g : ca. 0,6 cm	
b: 2,20 m	S_g : ca. 0,7 cm	
b: 2,40 m	S_g : ca. 0,7 cm	
b: 2,60 m	S_g : ca. 0,8 cm	

Tabelle 15: Setzungsbeträge, Bodenpressung (Einzelfundamente Nichtunterkellerung)

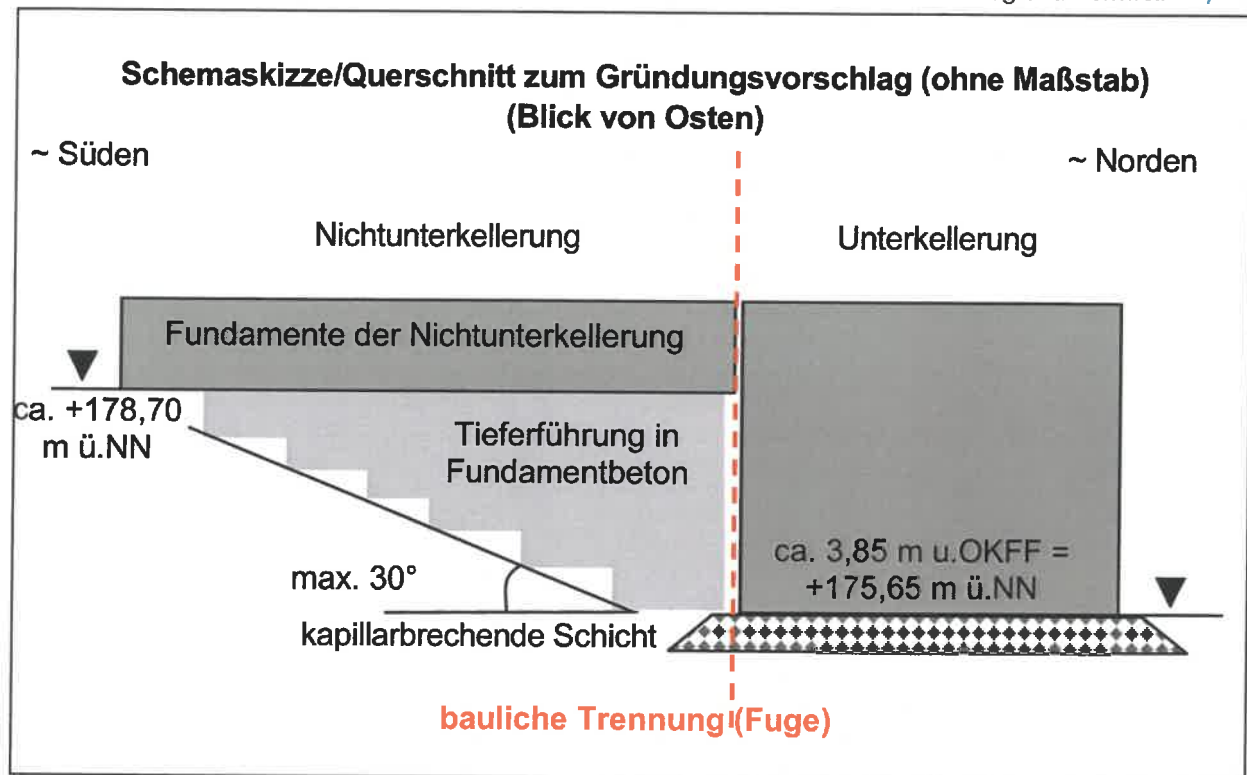
Zur Einhaltung der Grundbruchsicherheit wird empfohlen, die Fundamentbreite nicht schmaler als 1,0 m zu wählen. Höhere Sohlwiderstände können über eine größere Einbindetiefe erreicht werden. Bei diesbezüglichem Bedarf wird um Rückmeldung zwecks Anpassung der Hinweisgebung gebeten.

Höhengleiche Gründung / Tieferführung: Grundsätzlich müssen benachbarte, nebeneinanderliegende Fundamente höhengleich gründen. Im Bereich der Anbindung zur Unterkellerung müssen die nebeneinanderliegenden Fundamente auf gleicher Höhe gegründet werden.

Diese Hinweise gelten unabhängig von einer unter gründungstechnischen Aspekten notwendigen Tieferführung von Planfundamenten.

Im Anbindebereich muss eine abgetreppte Fundamenttieferführung der Planfundamente eine höhengleiche Gründung gewährleisten. Seitliche Lastenträge sind zu vermeiden oder von statischer Seite zu prüfen und konstruktiv zu berücksichtigen.

Die Fundamenttieferführung darf dort, wo die Anbindung an nicht tiefergeführte Fundamentbereiche stößt, unter max. 30° gegen die Horizontale abgetreppt ansteigen.



5.3 Gründung Unterkellerung (Bodenplatte und Fundamente)

Vorschlag Gründungsart / Trockenhaltung des Bauwerkes: Angenommen wird ein teilweiser Lastabtrag des Bauwerkes über eine Plattengründung.

Bei Installation einer Drainage nach DIN 4095 und Einbindung in ausreichend durchlässige Schichten bzw. Verwendung ausreichend durchlässigen Schüttmaterials im Bereich unterhalb der Bodenplatte und innerhalb der Arbeitsräume wird eine Abdichtung gegen 'Bodenfeuchte' bzw. 'nicht aufstauendes Sickerwasser' gem. DIN 18 195-4 bzw. gem. DIN 18533 (Lastfall W1.1-E) ausreichend sein.

Das Schüttmaterial muss einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ erreichen.

Unabhängig hiervon sollten die Hinweise der DIN 18 195 bzw. DIN 18 531 und DIN 18 533 beachtet werden.

Sofern keine Drainage installiert werden kann oder soll, muss das KG aufgrund der zumindest periodischen Nässe-Beeinflussung ('aufstauendes Sickerwasser') nach DIN 18 195-6 (Abschnitt 8) bzw. DIN 18 533 (W2.2-E) oder in Wannenbauweise mit druckwasserfestem WU-Beton abgedichtet werden (sog. 'weiße Wanne', Nachweis der Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045).

Von Seiten der Statik sollte dann für die KG die Gefahr von Auftrieb ermittelt und eine ausreichende Auftriebsicherheit berücksichtigt werden.

Gründung Unterkellerung (Bodenplatte): Angeratene Gründungsmaßnahmen:

- Aushub zunächst mit 'Schneide/Flachlöffel' der oberflächennahen Bodenschichten. Dann Lösung der tieferen Bodenschichten mit Zahnbestückung. Felslösung mit Anbaugeräten. Restmächtigkeiten an bindigen, organischen oder anthropogenen Böden sind im Bereich der Bodenplatte bis auf den gewachsenen, organikfreien Boden aufzunehmen.
- Das Aushubplanum sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Hierbei muss die Organikfreiheit und die durchgängige Vorlage des geogenen Verwitterungsschutts nachgewiesen werden. Ebenso ist auf Erscheinungen zu achten, die im Zusammenhang mit den o.g. 'besonderen Gefährdungspotenzialen' stehen können.
- Lagenweise Ausgleich von Massendefiziten bis UK Sauberkeitsschicht.
- Auf das abgenommene Erdplanum sollte eine 15 cm mächtige Schotterlage (Vorschlag: 0/45 HKS Güteschotter, Beschaffenheit siehe unten) als 'Sauberkeits- und Filterschicht' aufgetragen und ordnungsgemäß verdichtet werden. Die Auflage eines Geotextils auf Erdplanum braucht hier nicht zu erfolgen.

- Die Einzelfundamentgruben der Stützen und die Grube der Fahrstuhlunterfahrt sollten mittels Bagger vom o.g. Bodenplatten-Schotterplanum (Rohplanum/Arbeitsplanum) geschaffen werden.
- Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung Gründungsplanum auf OK Schotter: $E_{v2} \geq 80-100 \text{ MN/m}^2$).

Bodenpressung / Bettungsmodul (Bodenplatte: Angaben der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die Berechnung der Fundamentplatte sowie der Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM).

Um bei g.g. Verfahren den Bettungsmodul k_s im Voraus genau zu bestimmen, müsste man – da der Bettungsmodul sich aus der Proportionalität zwischen Sohldruckverteilung und Setzung ergibt – theoretisch die Sohldruckverteilung und die Setzungen bereits im Vorfeld kennen, die sich jedoch erst aus den Berechnungsergebnissen ergeben.

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabelle 8), das relevante Schichtmodell sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert. Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden.

Die charakteristische (maximale) Beanspruchung des Baugrundes wird auf Grundlage von Erfahrungen mit ähnlichen Bauwerken und den vorliegenden Planunterlagen mit $\sigma_{E,k} \sim 200 \text{ kN/m}^2$ angenommen ($\sigma_{R,d} = 285 \text{ kN/m}^2$).

Die Länge der längsten Wandscheibe in Längsrichtung der Unterkellerung beträgt rund 21,4 m ('Ersatzfläche' = 21,4 x 1,0 m). Ein Ansatz von Grundwasser erfolgt basierend auf den Untersuchungsergebnissen vom 21.02.2018.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 16 zu entnehmen.

Sohldruck σ / Unterbau	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul $k_{s,k}$
$\sigma_{E,k} \sim 200 \text{ kN/m}^2$ 15 cm Schotterpolster	21,4 x 1,0 m	ca. 0,32 cm	63,4 MN/m ³

Tabelle 16: Orient. Setzungsberechnungen / Eingangs-Bettungsmodul (KG-Bereich)

Es werden Setzungsunterschiede bis maximal 1 cm erwartet. Setzungsunterschiede in g.g. Größenordnung sind im allgemeinen bauwerksverträglich.

Bettungsmodul: Es sollte zunächst ein Bettungsmodul von k_s ca. 50 - 60 MN/m³ angenommen werden. Da der Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der 'Finite-Elemente-Methode' zu sehen.

Aufnehmbarer Sohldruck / Setzungsberechnung (Einzelfundamente unter KG):
 Den Planunterlagen zufolge werden die Lasten der oberen Stockwerke über Stützen aufgenommen, die ihrerseits über Einzelfundamente unterhalb der Kellerbodenplatte gegründet werden sollen.

Anhand der in der Tabelle 8 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen (siehe Tabelle 17 und Anlage 9.3). Es wurde das Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt. Es wird von einer Einbindung von mindestens 0,75 m u. UK KG-Bodenplatte ausgegangen.

Es wird des Weiteren von quadratischen Einzelfundamenten mit dem Längen- / Breitenverhältnis $a/b = 1$ und einer unmittelbaren Gründung auf dem halbfesten bis festen, angewitterten bis unverwitterten Kalkmergelstein ausgegangen.

Auf den zusätzlichen Einbau von Schotter kann im Falle von Einzelfundamenten und der Fahrstuhlunterfahrt verzichtet werden. Der Einbau einer geringmächtigen Sauberkeitsschicht aus Beton ist hier ausreichend.

Einzelfundamente KG ($a/b = 1$, Einbindung: 0,75 m)		
Fundamentbreite b	Gesamtsetzung S_g	Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$
$b: 1,70 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,4 \text{ cm}$	max. 500 kN/m ²
$b: 1,90 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,5 \text{ cm}$	
$b: 2,10 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,5 \text{ cm}$	
$b: 2,30 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,6 \text{ cm}$	
$b: 2,50 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,6 \text{ cm}$	
$b: 2,70 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,6 \text{ cm}$	
$b: 2,90 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,7 \text{ cm}$	
$b: 3,10 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,7 \text{ cm}$	
$b: 3,30 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,8 \text{ cm}$	
$b: 3,50 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,8 \text{ cm}$	
$b: 3,70 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,9 \text{ cm}$	
$b: 3,90 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 0,9 \text{ cm}$	
$b: 4,10 \text{ m}$	$S_g: \text{ca. } 1,0 \text{ cm}$	

Tabelle 17: Setzungsbeträge, Bodenpressung (Einzelfundamente Unterkellerung)

Basierend auf den örtlichen Erfahrungswerten wird der 'Bemessungswert des Sohlwiderstandes' auf ein Maß von $\sigma_{R,d} = 500 \text{ kN/m}^2$ (Einzelfundamente) festgelegt. Vorgenannter Wert sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE zunächst nicht überschritten werden.

5.4 Errichtung von Stell- und Bewegungsflächen

Vorbemerkung: Die Pkw-Stell- und Bewegungsflächen sowie die entsprechenden Feuerwehraufstellflächen werden vermutlich in Pflasterbauweise errichtet werden. Planhöhen für die Verkehrsflächen liegen nicht vor.

Allgemeine Hinweise zur Befestigung und Tragfähigkeit für Feuerwehrflächen: Zu- oder Durchfahrten für die Feuerwehr, Aufstellflächen und Bewegungsflächen sind so zu befestigen, dass sie von Feuerwehrfahrzeugen mit einer Achslast bis zu 10 t und einem zulässigen Gesamtgewicht bis zu 16 t befahren werden können. Im Februar 2010 erschien eine Anlage zur 'Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr' in der es heißt:

„Zufahrten, Aufstell- und Bewegungsflächen sind mindestens entsprechend der Straßen-Bauklasse VI der Richtlinien für Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (hier gemeint ist die – mittlerweile überholte – RStO 01) zu befestigen“.

Als oberste Deckschicht von Zufahrten, Aufstell- und Bewegungsflächen sind nach Straßen-Bauklasse VI möglich: Plattenbeläge, Rasengittersteine, Pflastersteine, Asphaltdecken oder Betondecken. Die Ausführung von Schotterrasen (Einfachbauweise nach Abschnitt 5.5 der RStO 01) entspricht nicht mehr der geforderten Bauklasse VI der RStO 01.

Die in der o.g. Richtlinie erwähnte Bauklasse VI entspricht in etwa der **Belastungsklasse Bk0,3** der RStO 12 ('Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen', Ausgabe 2012), wobei angemerkt werden muss, dass eine Bauweise streng nach Bk0,3 als höherwertig gegenüber einer Bauweise in Bauklasse VI anzusehen ist. Die exakte Entsprechung der Bauklasse VI findet sich nur als 'Sonderfall' in der bemessungsrelevanten Beanspruchung von 0,1 Mio. wieder (siehe Abschnitt 3.3.3 RStO 12 – Bauweise mit 10 cm starker Asphalttragdeckschicht).

Bauklasse/Belastungsklasse: Die Pkw-Flächen können in die **Belastungsklasse Bk0,3** eingeordnet werden. Vorgenannte Einstufung ist auch für eine Nutzung als Feuerwehraufstellfläche ausreichend.

Wasserhaltung: Grundwasser oder zusammenhängende Untergrundnässe konnte am Untersuchungstag in den straßenbaurelevanten Tiefen nicht angetroffen werden. Bei den vorgefundenen Verhältnissen wird die Vorhaltung einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichend sein.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Herstellung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen. Grundsätzlich sind organische Böden und aufgeweichte bindige Böden, d.h. solche in weich-breiger Konsistenz aus dem Bereich des Erdplanums zu entfernen.

Verhältnisse auf Planum: Das Erdplanum führt durchweg überaus wechselhaft zusammengesetzte Böden, weshalb der Planumboden nach ZTVE-StB 09 in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 ('sehr frostempfindlich') eingestuft werden muss. Nach der ZTVE-StB 09 sind Frostschutzmaßnahmen erforderlich.

Ausgangswert der Bemessung ist damit ein F 3-Boden als Erdplanum und die Belastungsklasse Bk0,3. Hieraus ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 50 cm.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone I gestellt, weshalb keine 'Mehrdicke' notwendig wird. Kleinträumige Klimaunterschiede werden ebenso nicht berücksichtigt.

Nach den 'Wasserverhältnissen im Untergrund' ergibt sich nach der RStO 12 die Notwendigkeit des Zuschlags einer 'Mehrdicke' von 5 cm, da 'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum' vorkommt. Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken. Die Entwässerung wird über Abläufe und Rohrleitungen erfolgen, weshalb hier eine entsprechende Minderdicke angesetzt werden kann.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone I	+/- 0 cm
'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum'	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Abläufe / Rohrleitungen	- 5 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+/- 0 cm

Tabelle 18: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12 folgende Mindeststärken aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

- **Stell- und Bewegungsflächen Belastungsklasse Bk0,3: 50 cm**

Hinweise zur Errichtung/Untergrundverbesserung: Auf Erdplanum wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa vorausgesetzt. Auf der Oberkante eines potenziellen Massendefizitausgleichs wird dieser Wert weitgehend erreicht werden können.

Bei Vorlage bindiger Böden wird das Erdplanum hingegen einer 'Verbesserung' zu unterziehen sein, um ausreichende Verformungsmoduln sicherzustellen. Auf Erdplanum wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa vorausgesetzt.

Für die Gesamtfläche können Art und Umfang der Untergrundverbesserung wie folgt angegeben werden: 25 cm mit Geotextil (75 % der Fläche)

Hierzu sei jedoch angeführt, dass es gemäß RStO „bei wechselnden örtlichen Verhältnissen aus bautechnischen Gründen sinnvoll ist, die Dicke des frostsicheren Oberbaus über größere Abschnitte konstant zu halten“. Gleiches kann analog für eine Untergrundverbesserung gelten.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind letztlich abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Aus Erfahrung wird bei Verhältnissen wie am Untersuchungstag eine Untergrundverbesserung bestehend aus einer im **Mittel ca. 25 cm starken Schotterlage** als 'verdichtungsfähige Auflage' notwendig werden.

Verformungsmodul auf OK Schotterplanum: Auf der Oberkante des Schotterplanums der pflasterversiegelten Flächen wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120$ MPa (Bk0,3; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 3, Zeile 1) gefordert.

Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO sollten mittels statischen Lastplatten-druckversuchen flächendeckend auf dem Schotterplanum nachgewiesen werden.

Material: Das Mineralgemisch ('Schotter') im frostsicheren Oberbau sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen. Das Material sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % erfolgen. Es ist auf den Druck-

ausbreitungswinkel zu achten (Schotter/Kies-Sand: 45°; notwendiger seitlicher Überstand). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau ist nachfolgend für die Belastungsklasse Belastungsklasse Bk0,3 (nach Tafel 3, Zeile 1) unmaßstäblich skizziert.

Bk0,3 – Bauweise mit Pflasterdecke

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)

Pflasterdecke

8 cm

Pflasterbettung

4 cm

▼ ($E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$)

Schottertragschicht

15 cm

↑ ($E_{v2} \geq 100 \text{ MPa}$)

Frostschuttschicht
(Material wie Schottertragschicht, einlagig)

23 cm

(gesamt 38 cm)

▼ ($E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$)

Erdplanum /
Massendefizit-
ausgleich

(ggf. Untergrundverbesserung – 75 %)

OK (Ur-)Erdplanum

Gesamtaufbau

50 cm

6. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:500)
- Anlage 2.1: Schichtendarstellung / Rammdiagramme
- Anlage 3.1-3.3: Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Glühverlustbestimmungen
- Anlage 6.1: Bestimmung der Zustandsgrenzen
- Anlage 7.1: Chemische Analysenergebnisse (Feststoff-Mischproben)
- Anlage 8.1: Fotodokumentation
- Anlage 9.1-9.3: Setzungsberechnungen (Streifen-/Einzelfundamente)

Kleegräfe
- Geotechnik GmbH -

Dipl.-Ing. (FH) J. Kleegräfe
(Beratender Geowissenschaftler BDG / Geschäftsführer)

V. Thiemann
(Dipl.-Geol.)

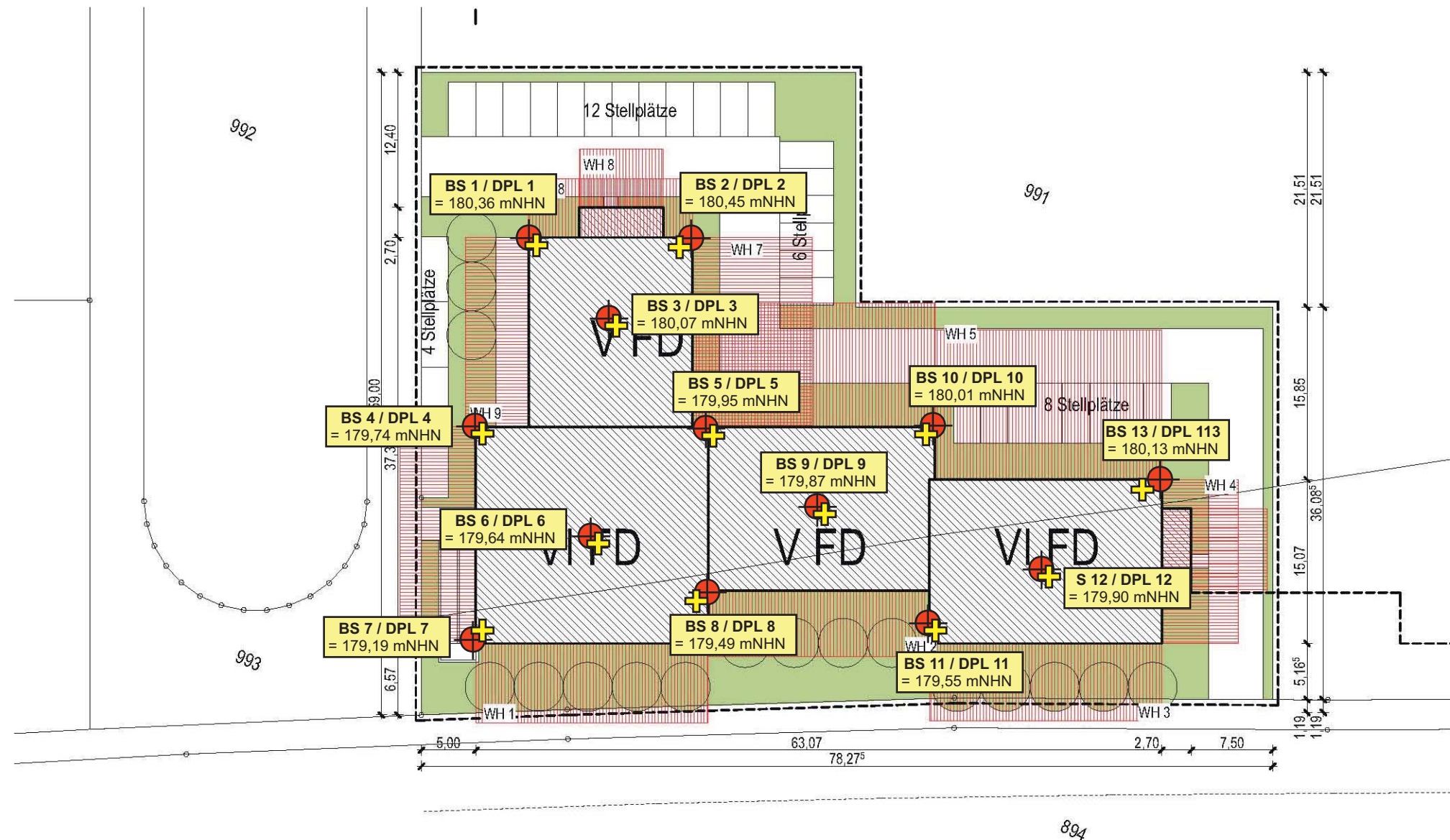


Verteiler: GBI AG – GESELLSCHAFT FÜR BETEILIGUNGEN
 UND IMMOBILIENENTWICKLUNG
 Herrengraben 1, 20459 Hamburg (1 x + pdf.)
 KÖNIG ARCHITEKTEN UND INGENIEURE GBR
 Am Hoppenhof 30, 33104 Paderborn (1 x + pdf)

ANLAGE 1.1

Lageplan (1:500)

Paderborn



Maßstab
1 : 500



Zeichenerklärung:

- BS Kleinbohrung gemäß DIN 4021
- DPL Rammsondierung gemäß DIN 4094

KLEEGRÄFE

KleeGräfe Geotechnik GmbH

Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn

Tel.: 02941-5404

Fax: 02941-3582



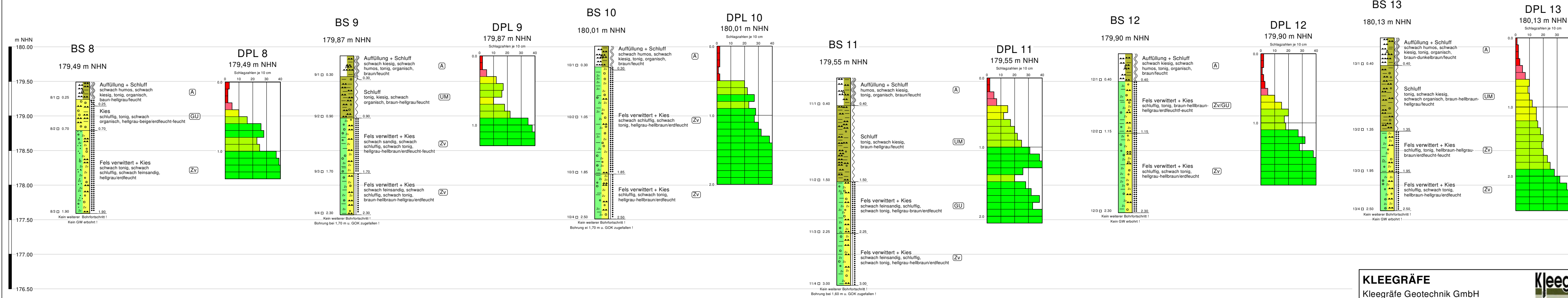
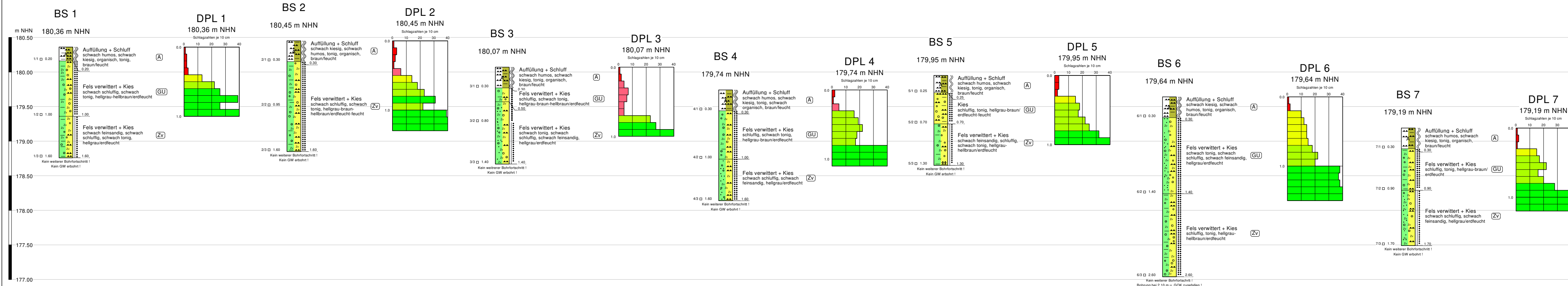
KleeGräfe Geotechnik GmbH
• Baugrund • Umwelt • Hydrogeologie

Lageplan

Maßnahme: Neubau eines Studentenwohnheimes Technologiepark 33100 Paderborn	Bearb.-Nr. 180157
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung - Auftraggeber: GBI AG Gesellschaft für Beteiligungen und Immobilienentwicklung Herrengaben 1 20459 Hamburg	Anlage: 1
	Blatt: 1
	April 2018
	Klee/Mey M. 1 : 500

ANLAGE 2.1

Schichtendarstellung / Rammdiagramme



Legende

weich	Ton	Fels verwittert	
breiig - weich	Schluff	Legende DPL	
breiig	Kies		sehr locker
locker bis sehr locker	Auffüllung		locker
mitteldicht		mitteldicht	
dicht		sehr dicht	

KLEEGRÄFE KleeGräfe Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582		
Schichtendarstellung		
Maßnahme:	Neubau eines Studentenwohnheims Technologiepark 33100 Paderborn	Bearb.-Nr. 180157 Anlage 2.1
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Geologe:
Auftraggeber:	Gesellschaft für Beteiligungen und Immobilienentwicklung Herrengraben 1 20459 Hamburg	Herr Risse Datum: 21.02.2018

ANLAGE 3.1 - 3.3

Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)

Körnungslinie

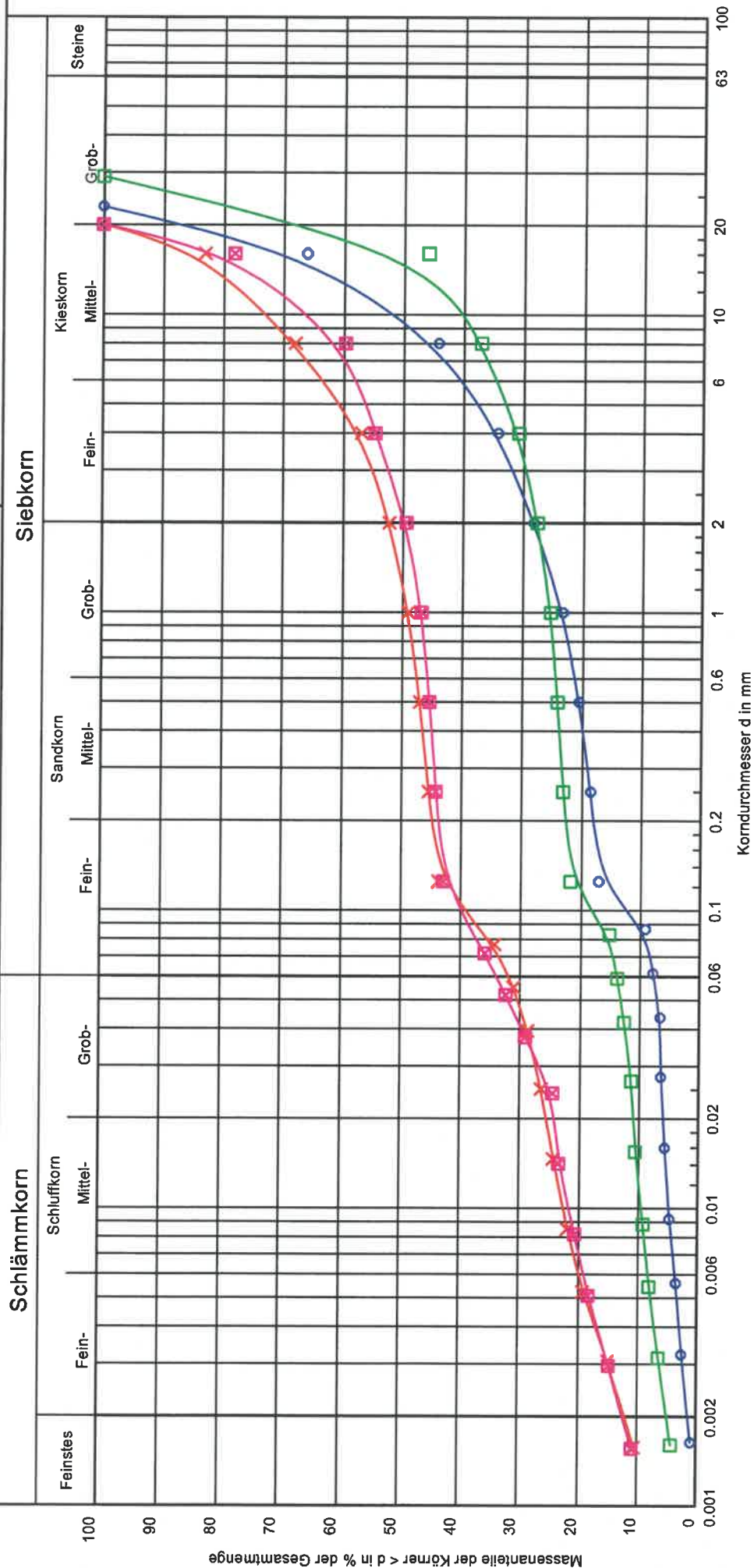
Neubau eines Studentenwohnheims
Technologiepark, 33100 Paderborn

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse



Bericht: 180157 Anlage: 3.1				
Bezeichnung:	Probe 1/3	Probe 3/2	Probe 4/2	Probe 5/2
Bodenart:	mG, u', fs', gs', fg', gg'	G, u, t', fs'	G, t', u', fs'	G, t', u', fs'
Tiefe:	1,00 - 1,60 m	0,30 - 0,80 m	0,30 - 1,00 m	0,25 - 0,70 m
k [m/s] (Hazen):	-	-	-	-
Entnahmestelle:	BS 1	BS 3	BS 4	BS 5
Cu/Cc	148.8/5.5	-/-	148.2/47.6	-/-
Bemerkungen: 1/3: k-Wert (BEYER): ~ 4,3 x 10 ⁻⁵ m/s 3/2: k-Wert (MALLET / PACQUANT): ~ 2,9 x 10 ⁻⁸ m/s 4/2: k-Wert (BEYER): ~ 8,9x 10 ⁻⁷ m/s 5/2: k-Wert (MALLET / PACQUANT): ~ 4,1x 10 ⁻⁸ m/s				

Körnungslinie

Neubau eines Studentenwohnheims

Technologiepark, 33100 Paderborn

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 29.03.2018

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 1/3
 Bodenart: mG, u', fs', gs', fg', gg'
 Tiefe: 1,00 - 1,60 m
 k [m/s] (Hazen): -
 Entnahmestelle: BS 1
 Cu/Cc 148.8/5.5
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.085 / 2.424 / 12.649
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 61.88
 Schlämmanalyse:
 Trockenmasse [g]: 10.57
 Korndichte [g/cm³]: 2.650
 Ärometer:
 Bezeichnung: DIN-Ärometer
 Volumen Ärometerbirne [cm³]: 70.55
 Fläche Messzylinder [cm²]: 28.27
 Länge Ärometerbirne [cm]: 16.00
 Länge der Skala [cm]: 14.50
 Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50
 Ärometer-Konstante: 0.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
23.0	0.00	0.00	100.00
16.0	20.97	33.89	66.11
8.0	13.55	21.90	44.21
4.0	6.17	9.97	34.24
2.0	3.71	6.00	28.25
1.0	3.01	4.86	23.38
0.5	1.71	2.76	20.62
0.25	1.26	2.04	18.58
0.125	0.93	1.50	17.08
Schale	10.57	17.08	-
Summe	61.88		
Siebverlust	0.00		

Schlammmanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' [g]	R = R' + C _m [g]	Korngröße [mm]	T [°C]	C _T [g]	R + C _T [g]	Durchgang [%]
0	0.5	3.80	3.80	0.0865	18.4	-0.27	3.53	9.15
0	1	3.30	3.30	0.0615	18.4	-0.27	3.03	7.85
0	2	2.80	2.80	0.0437	18.4	-0.27	2.53	6.56
0	5	2.70	2.70	0.0276	18.6	-0.24	2.46	6.38
0	15	2.40	2.40	0.0160	18.7	-0.22	2.18	5.65
0	45	2.00	2.00	0.0092	19.1	-0.16	1.84	4.78
2	0	1.40	1.40	0.0056	19.9	-0.02	1.38	3.59
6	0	0.90	0.90	0.0032	20.5	0.09	0.99	2.57
24	0	0.40	0.40	0.0016	19.8	-0.04	0.36	0.95

Körnungslinie

Neubau eines Studentenwohnheims

Technologiepark, 33100 Paderborn

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 29.03.2018

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 3/2

Bodenart: G, u, t', fs'

Tiefe: 0,30 - 0,80 m

k [m/s] (Hazen): -

Entnahmestelle: BS 3

Cu/Cc -/-

d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: - / 0.047 / 4.672

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 60.92

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 26.63

Korndichte [g/cm³]: 2.650

Aräometer:

Bezeichnung: DIN-Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm³]: 70.55

Fläche Messzylinder [cm²]: 28.27

Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00

Länge der Skala [cm]: 14.50

Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50

Aräometer-Konstante: 0.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
20.0	0.00	0.00	100.00
16.0	10.26	16.84	83.16
8.0	9.19	15.09	68.07
4.0	6.74	11.06	57.01
2.0	2.86	4.69	52.31
1.0	1.98	3.25	49.06
0.5	1.23	2.02	47.05
0.25	0.96	1.58	45.47
0.125	1.07	1.76	43.71
Schale	26.63	43.71	-
Summe	60.92		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' [g]	R = R' + C _m [g]	Korngröße [mm]	T [°C]	C _T [g]	R + C _T [g]	Durchgang [%]
0	0.5	13.20	13.20	0.0768	18.8	-0.21	12.99	34.25
0	1	12.00	12.00	0.0552	18.8	-0.21	11.79	31.09
0	2	11.10	11.10	0.0395	18.8	-0.21	10.89	28.72
0	5	10.20	10.20	0.0252	19.0	-0.17	10.03	26.43
0	15	9.40	9.40	0.0147	19.1	-0.16	9.24	24.37
0	45	8.40	8.40	0.0085	19.5	-0.09	8.31	21.91
2	0	7.30	7.30	0.0052	20.1	0.02	7.32	19.29
6	0	5.60	5.60	0.0031	20.4	0.07	5.67	14.96
24	0	4.00	4.00	0.0016	19.9	-0.02	3.98	10.50

Körnungslinie

Neubau eines Studentenwohnheims

Technologiepark, 33100 Paderborn

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 29.03.2018

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 4/2
 Bodenart: G, t', u', fs'
 Tiefe: 0,30 - 1,00 m
 k [m/s] (Hazen): -
 Entnahmestelle: BS 4
 Cu/Cc 1452.2/47.6
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.012 / 3.204 / 17.690
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 81.78
 Schlämmanalyse:
 Trockenmasse [g]: 17.87
 Korndichte [g/cm³]: 2.650
 Aräometer:
 Bezeichnung: DIN-Aräometer
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 70.55
 Fläche Messzylinder [cm²]: 28.27
 Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00
 Länge der Skala [cm]: 14.50
 Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50
 Aräometer-Konstante: 0.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
29.0	0.00	0.00	100.00
16.0	44.28	54.15	45.85
8.0	7.18	8.78	37.08
4.0	5.10	6.24	30.84
2.0	2.58	3.15	27.68
1.0	1.85	2.26	25.42
0.5	0.98	1.20	24.22
0.25	0.87	1.06	23.16
0.125	1.07	1.31	21.85
Schale	17.87	21.85	-
Summe	81.78		
Siebverlust	0.00		

Schlammmanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' [g]	R = R' + C _m [g]	Korngröße [mm]	T [°C]	C _T [g]	R + C _T [g]	Durchgang [%]
0	0.5	8.10	8.10	0.0830	17.9	-0.35	7.75	15.21
0	1	7.40	7.40	0.0592	17.9	-0.35	7.05	13.84
0	2	6.80	6.80	0.0421	17.9	-0.35	6.45	12.66
0	5	6.10	6.10	0.0268	18.1	-0.32	5.78	11.35
0	15	5.70	5.70	0.0155	18.3	-0.29	5.41	10.62
0	46	4.90	4.90	0.0089	18.8	-0.21	4.69	9.21
2	0	4.20	4.20	0.0055	19.7	-0.05	4.15	8.14
6	0	3.20	3.20	0.0031	20.6	0.11	3.31	6.50
24	0	2.20	2.20	0.0016	19.9	-0.02	2.18	4.29

Körnungslinie

Neubau eines Studentenwohnheims

Technologiepark, 33100 Paderborn

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 29.03.2018

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 5/2

Bodenart: G, t', u', fs'

Tiefe: 0,25 - 0,70 m

k [m/s] (Hazen): -

Entnahmestelle: BS 5

Cu/Cc -/-

d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: - / 0.041 / 6.993

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 73.28

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 31.45

Korndichte [g/cm³]: 2.650

Aräometer:

Bezeichnung: DIN-Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm³]: 70.55

Fläche Messzylinder [cm²]: 28.27

Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00

Länge der Skala [cm]: 14.50

Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50

Aräometer-Konstante: 0.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
20.0	0.00	0.00	100.00
16.0	15.96	21.78	78.22
8.0	13.51	18.44	59.78
4.0	3.68	5.02	54.76
2.0	3.87	5.28	49.48
1.0	1.94	2.65	46.83
0.5	1.05	1.43	45.40
0.25	0.85	1.16	44.24
0.125	0.97	1.32	42.92
Schale	31.45	42.92	-
Summe	73.28		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit		R'	R = R' + C _m	Korngröße	T	C _T	R + C _T	Durchgang
[h]	[min]	[g]	[g]	[mm]	[°C]	[g]	[g]	[%]
0	0.5	16.30	16.30	0.0718	20.4	0.07	16.37	35.88
0	1	14.70	14.70	0.0519	20.4	0.07	14.77	32.38
0	2	13.20	13.20	0.0375	20.4	0.07	13.27	29.09
0	5	11.10	11.10	0.0244	20.5	0.09	11.19	24.53
0	15	10.60	10.60	0.0141	20.6	0.11	10.71	23.47
0	46	9.30	9.30	0.0082	20.8	0.15	9.45	20.70
2	0	8.10	8.10	0.0051	21.5	0.28	8.38	18.37
6	0	6.30	6.30	0.0030	22.5	0.48	6.78	14.86
24	0	5.00	5.00	0.0016	19.9	-0.02	4.98	10.92

Körnungslinie

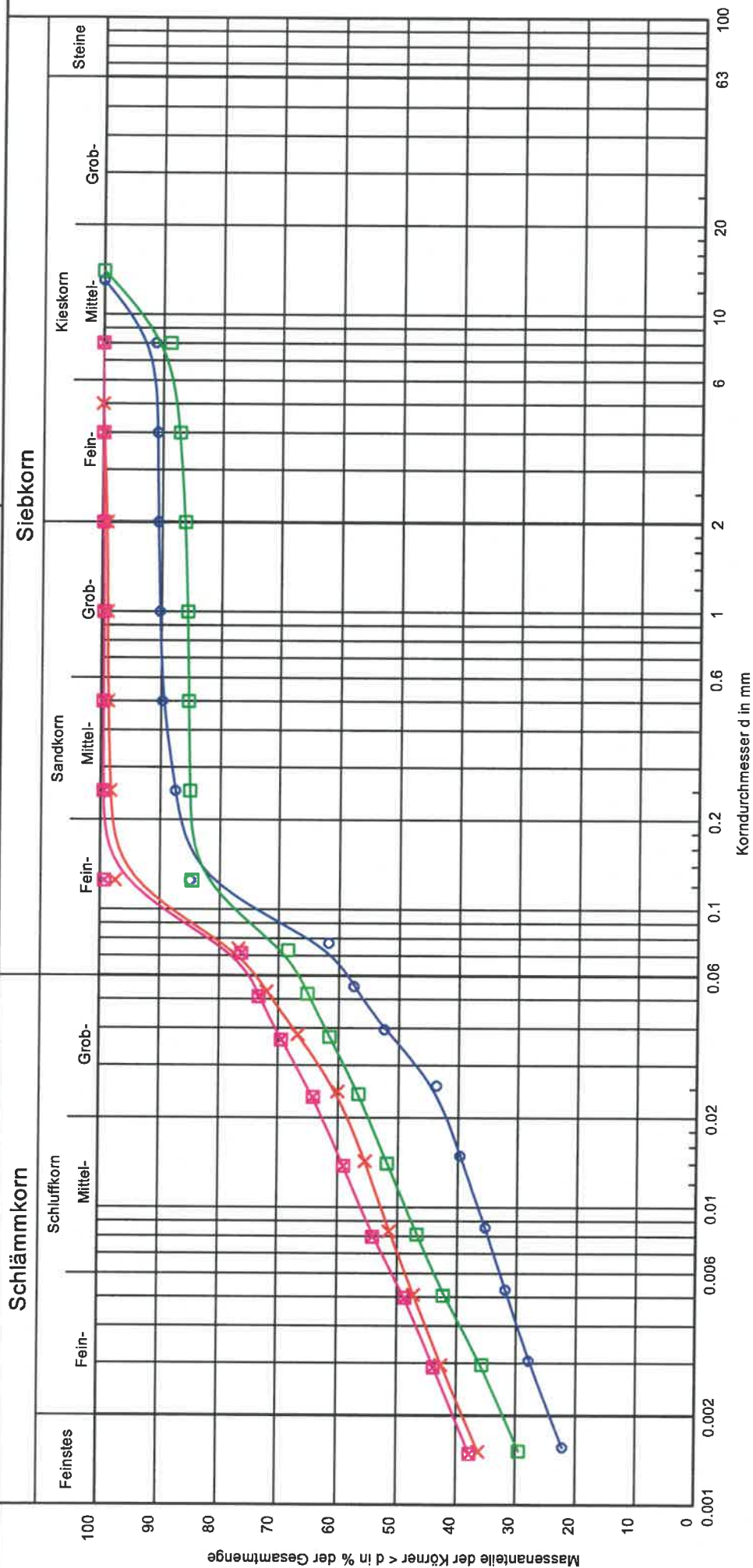
Neubau eines Studentenwohnheims
Technologiepark, 33100 Paderborn

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse



Bezeichnung:					Bemerkungen: 7/1: kf-Wert (MALLET / PACQUANT): < 1,0 x 10 ⁻⁶ m/s 9/2: kf-Wert (MALLET / PACQUANT): < 1,0 x 10 ⁻⁶ m/s 11/2: kf-Wert (MALLET / PACQUANT): < 1,0 x 10 ⁻⁶ m/s 13/2: kf-Wert (MALLET / PACQUANT): < 1,0 x 10 ⁻⁶ m/s
Bodenart:					
Tiefe:					
k [m/s] (Hazen):					
Entnahmestelle:					
Cu/Cc					
Probe 7/1		Probe 13/2	Probe 9/2	Probe 11/2	
U, t, fs, mg'		T, ü, fs	U, t, fs, mg'	T, ü, fs	
0,00 - 0,30 m		0,40 - 1,35 m	0,30 - 0,90 m	0,40 - 1,50 m	
-		-	-	-	
BS 7		BS 13	BS 9	BS 11	
-/-		-/-	-/-	-/-	

Körnungslinie

Neubau eines Studentenwohnheims

Technologiepark, 33100 Paderborn

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 29.03.2018

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 7/1
 Bodenart: U, t, fs, mg'
 Tiefe: 0,00 - 0,30 m
 k [m/s] (Hazen): -
 Entnahmestelle: BS 7
 Cu/Cc -/
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: - / 0.004 / 0.065
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 34.61
 Schlammanalyse:
 Trockenmasse [g]: 29.41
 Korndichte [g/cm³]: 2.650
 Aräometer:
 Bezeichnung: DIN-Aräometer
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 70.55
 Fläche Messzylinder [cm²]: 28.27
 Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00
 Länge der Skala [cm]: 14.50
 Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50
 Aräometer-Konstante: 0.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
13.0	0.00	0.00	100.00
8.0	3.01	8.70	91.30
4.0	0.14	0.40	90.90
2.0	0.07	0.20	90.70
1.0	0.14	0.40	90.29
0.5	0.17	0.49	89.80
0.25	0.78	2.25	87.55
0.125	0.89	2.57	84.98
Schale	29.41	84.98	-
Summe	34.61		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' [g]	R = R' + C _m [g]	Korngröße [mm]	T [°C]	C _T [g]	R + C _T [g]	Durchgang [%]
0	0.5	13.60	13.60	0.0770	18.2	-0.31	13.29	61.69
0	1	12.70	12.70	0.0551	18.2	-0.31	12.39	57.51
0	2	11.60	11.60	0.0396	18.2	-0.31	11.29	52.41
0	5	9.70	9.70	0.0256	18.3	-0.29	9.41	43.67
0	15	8.80	8.80	0.0149	18.5	-0.26	8.54	39.64
0	46	7.80	7.80	0.0086	18.9	-0.19	7.61	35.31
2	0	6.90	6.90	0.0053	19.8	-0.04	6.86	31.85
6	0	5.90	5.90	0.0031	20.6	0.11	6.01	27.89
24	0	4.80	4.80	0.0016	19.9	-0.02	4.78	22.19

Körnungslinie

Neubau eines Studentenwohnheims

Technologiepark, 33100 Paderborn

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 29.03.2018

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 13/2

Bodenart: T, $\bar{u}$, fs

Tiefe: 0,40 - 1,35 m

k [m/s] (Hazen): -

Entnahmestelle: BS 13

Cu/Cc -/-

d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: - / - / 0.023

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 33.59

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 32.73

Korndichte [g/cm³]: 2.650

Aräometer:

Bezeichnung: DIN-Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm³]: 70.55

Fläche Messzylinder [cm²]: 28.27

Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00

Länge der Skala [cm]: 14.50

Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50

Aräometer-Konstante: 0.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
5.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.07	0.21	99.79
2.0	0.21	0.63	99.17
1.0	0.06	0.18	98.99
0.5	0.05	0.15	98.84
0.25	0.17	0.51	98.33
0.125	0.30	0.89	97.44
Schale	32.73	97.44	-
Summe	33.59		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' [g]	R = R' + C _m [g]	Korngröße [mm]	T [°C]	C _T [g]	R + C _T [g]	Durchgang [%]
0	0.5	16.30	16.30	0.0738	18.5	-0.26	16.04	76.71
0	1	15.30	15.30	0.0530	18.5	-0.26	15.04	71.92
0	2	14.20	14.20	0.0380	18.5	-0.26	13.94	66.66
0	5	12.80	12.80	0.0245	18.6	-0.24	12.56	60.05
0	15	11.80	11.80	0.0143	18.8	-0.21	11.59	55.43
0	45	10.90	10.90	0.0083	19.1	-0.16	10.74	51.36
2	0	9.90	9.90	0.0051	19.9	-0.02	9.88	47.25
6	0	8.80	8.80	0.0029	20.6	0.11	8.91	42.60
24	0	7.60	7.60	0.0015	19.9	-0.02	7.58	36.25

Körnungslinie

Neubau eines Studentenwohnheims

Technologiepark, 33100 Paderborn

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 29.03.2018

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 9/2
 Bodenart: U, $\bar{t}$, fs, mg'
 Tiefe: 0,30 - 0,90 m
 k [m/s] (Hazen): -
 Entnahmestelle: BS 9
 Cu/Cc -/-
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: - / 0.002 / 0.033
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 39.15
 Schlämmanalyse:
 Trockenmasse [g]: 33.13
 Korndichte [g/cm³]: 2.650
 Aräometer:
 Bezeichnung: DIN-Aräometer
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 70.55
 Fläche Messzylinder [cm²]: 28.27
 Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00
 Länge der Skala [cm]: 14.50
 Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50
 Aräometer-Konstante: 0.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
14.0	0.00	0.00	100.00
8.0	4.37	11.16	88.84
4.0	0.65	1.66	87.18
2.0	0.39	1.00	86.18
1.0	0.20	0.51	85.67
0.5	0.10	0.26	85.42
0.25	0.12	0.31	85.11
0.125	0.19	0.49	84.62
Schale	33.13	84.62	-
Summe	39.15		
Siebverlust	0.00		

Schlammmanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' [g]	R = R' + C _m [g]	Korngröße [mm]	T [°C]	C _T [g]	R + C _T [g]	Durchgang [%]
0	0.5	16.90	16.90	0.0729	18.7	-0.22	16.68	68.41
0	1	16.10	16.10	0.0522	18.7	-0.22	15.88	65.13
0	2	15.20	15.20	0.0374	18.7	-0.22	14.98	61.43
0	5	14.00	14.00	0.0240	18.8	-0.21	13.79	56.58
0	15	12.80	12.80	0.0141	19.0	-0.17	12.63	51.79
0	46	11.50	11.50	0.0081	19.4	-0.11	11.39	46.74
2	0	10.30	10.30	0.0051	20.0	0.00	10.30	42.25
6	0	8.60	8.60	0.0030	20.6	0.11	8.71	35.73
24	0	7.20	7.20	0.0015	19.9	-0.02	7.18	29.46

Körnungslinie

Neubau eines Studentenwohnheims

Technologiepark, 33100 Paderborn

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 29.03.2018

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 11/2

Bodenart: T, $\bar{u}$, fs

Tiefe: 0,40 - 1,50 m

k [m/s] (Hazen): -

Entnahmestelle: BS 11

Cu/Cc -/-

d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: - / - / 0.015

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 37.77

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 37.49

Korndichte [g/cm³]: 2.650

Aräometer:

Bezeichnung: DIN-Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm³]: 70.55Fläche Messzylinder [cm²]: 28.27

Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00

Länge der Skala [cm]: 14.50

Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50

Aräometer-Konstante: 0.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.03	0.08	99.92
2.0	0.06	0.16	99.76
1.0	0.07	0.19	99.58
0.5	0.00	0.00	99.58
0.25	0.04	0.11	99.47
0.125	0.08	0.21	99.26
Schale	37.49	99.26	-
Summe	37.77		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' [g]	R = R' + C _m [g]	Korngröße [mm]	T [°C]	C _T [g]	R + C _T [g]	Durchgang [%]
0	0.5	18.10	18.10	0.0713	19.0	-0.17	17.93	76.22
0	1	17.40	17.40	0.0510	19.0	-0.17	17.23	73.25
0	2	16.50	16.50	0.0365	19.0	-0.17	16.33	69.42
0	5	15.20	15.20	0.0235	19.2	-0.14	15.06	64.04
0	15	14.00	14.00	0.0138	19.3	-0.12	13.88	59.01
0	46	12.80	12.80	0.0080	19.6	-0.07	12.73	54.13
2	0	11.40	11.40	0.0050	20.2	0.04	11.44	48.63
6	0	10.20	10.20	0.0029	20.6	0.11	10.31	43.84
24	0	8.90	8.90	0.0015	19.9	-0.02	8.88	37.77

Körnungslinie

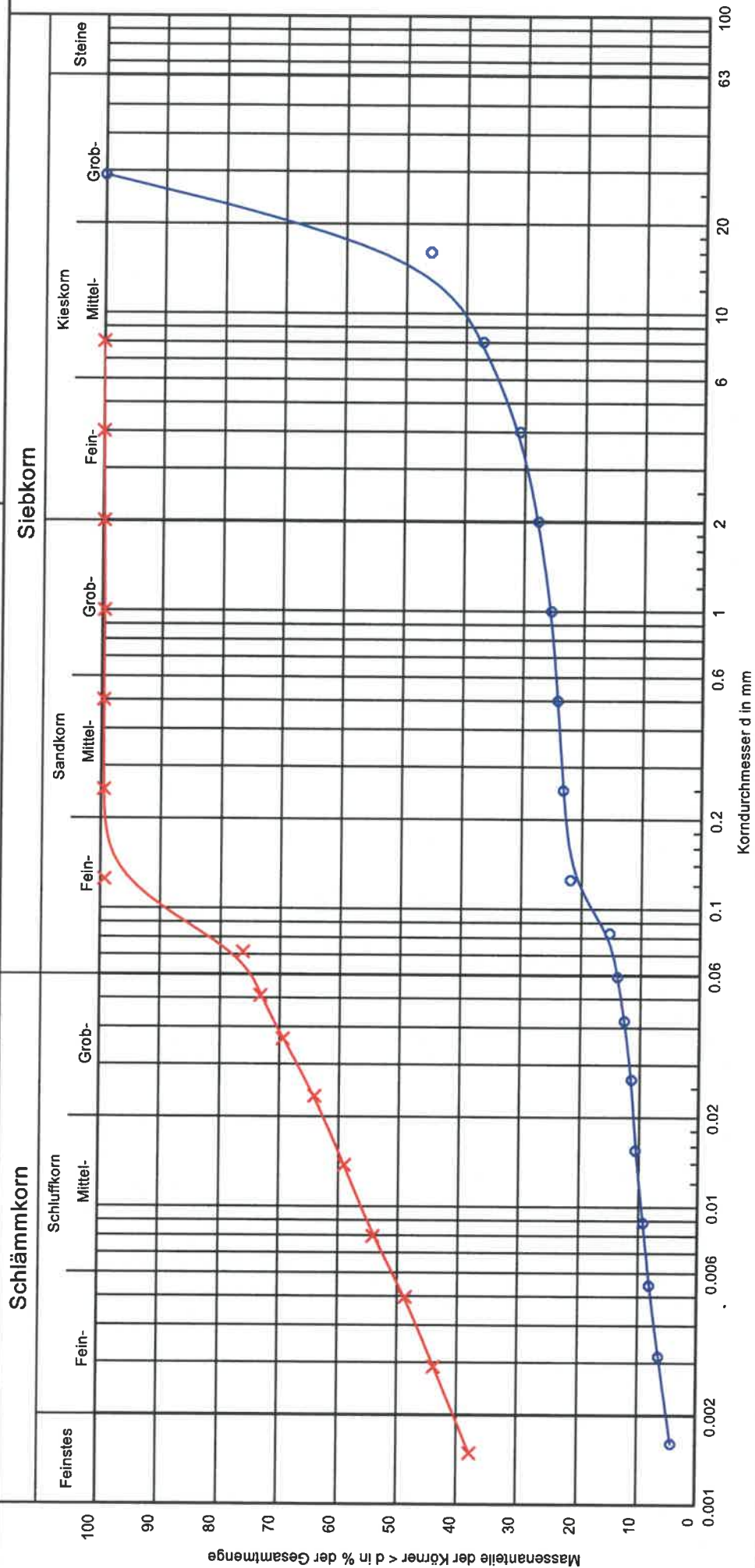
Neubau eines Studentenwohnheims
Technologiepark, 33100 Paderborn
- Körnungsbandbreite -

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.02.2018

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analyse



Bezeichnung:

Bodenart:

Tiefe:	0,30 – 1,00 m
---------------	---------------

k [m/s] (Hazen):	

Entnahmestelle:	BS 4
-----------------	------

Cu/Cc	1452.2/47.6
-------	-------------

Probe 4/2

G. 't'. u'. fs'

0,30 - 1,00 m

1,000,000

BS 4

1452.2/47.6

Probe 11/2

 $T, \bar{u}, \bar{s}$

0,40 - 1,50 m

1

BS 11

7

Bemerkungen:

Bericht:
180157
Anlage:
3.3

ANLAGE 4.1

Wassergehaltsbestimmungen

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Neubau eines Studentenwohnheims

Technologiepark, 33100 Paderborn

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 29.03.2018

Prüfungsnummer: 1/3, 3/2, 4/2, 5/2, 7/1, 9/2, 11/2, 13/2

Entnahmestelle: BS 1, BS 3, BS 4, BS 5, BS 7, BS 9, BS 11, BS 13

Tiefe: 0,00 - 1,60 m (min.-max.)

Bodenart: div.

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 21.02.2018

Probenbezeichnung:	Probe 1/3	Probe 3/2	Probe 4/2	Probe 5/2	Probe 7/1	Probe 9/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	459.57	404.23	471.19	436.06	547.70	49.33
Trockene Probe + Behälter [g]:	457.84	400.50	466.93	419.07	525.30	47.08
Behälter [g]:	425.40	371.38	431.37	223.56	437.18	36.63
Porenwasser [g]:	1.73	3.73	4.26	16.99	22.40	2.25
Trockene Probe [g]:	32.44	29.12	35.56	195.51	88.12	10.45
Wassergehalt [%]	5.33	12.81	11.98	8.69	25.42	21.53

Probenbezeichnung:	Probe 11/2	Probe 13/2				
Feuchte Probe + Behälter [g]:	403.56	508.81				
Trockene Probe + Behälter [g]:	399.54	483.10				
Behälter [g]:	382.45	394.66				
Porenwasser [g]:	4.02	25.71				
Trockene Probe [g]:	17.09	88.44				
Wassergehalt [%]	23.52	29.07				

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

ANLAGE 5.1

Glühverlustbestimmungen

Glühverlust nach DIN 18 128

Neubau eines Studentenwohnheims

Technologiepark, 33100 Paderborn

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 29.03.2018

Prüfungsnummer: 7/1, 8/1, 13/2

Entnahmestelle: BS 7, BS 8 und BS 13

Tiefe: 0,00 - 1,35 m (min.-max.)

Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: ~ Füllschluff / Verw.-Lehm

Probe entnommen am: 21.02.2018

Probenbezeichnung	Probe 7/1	Probe 7/1	Probe 7/1	Probe 8/1	Probe 8/1	Probe 8/1
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	52.42	55.83	53.55	53.71	54.32	53.19
Geglühte Probe + Behälter [g]	51.18	54.55	52.41	52.43	52.96	51.99
Behälter [g]	27.41	29.25	28.12	27.37	26.95	27.03
Massenverlust [g]	1.24	1.28	1.14	1.28	1.36	1.20
Trockenmasse vor Glühen [g]	25.01	26.58	25.43	26.34	27.37	26.16
Glühverlust [-]	4.96	4.82	4.48	4.86	4.97	4.59

Probenbezeichnung	Probe 13/2	Probe 13/2	Probe 13/2	Probe 5/2	Probe 5/2	Probe 5/2
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	53.80	52.06	53.22	50.31	51.27	52.05
Geglühte Probe + Behälter [g]	52.57	50.87	52.11	49.81	50.78	51.56
Behälter [g]	29.25	27.75	27.92	30.69	27.67	31.48
Massenverlust [g]	1.23	1.19	1.11	0.50	0.49	0.49
Trockenmasse vor Glühen [g]	24.55	24.31	25.30	19.62	23.60	20.57
Glühverlust [-]	5.01	4.90	4.39	2.55	2.08	2.38

Probenbezeichnung	Probe 9/2	Probe 9/2	Probe 9/2			
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	41.86	39.34	39.66			
Geglühte Probe + Behälter [g]	41.13	38.64	39.17			
Behälter [g]	27.76	26.96	29.55			
Massenverlust [g]	0.73	0.70	0.49			
Trockenmasse vor Glühen [g]	14.10	12.38	10.11			
Glühverlust [-]	5.18	5.65	4.85			

Probenbezeichnung						
Ungeglühte Probe + Behälter [g]						
Geglühte Probe + Behälter [g]						
Behälter [g]						
Massenverlust [g]						
Trockenmasse vor Glühen [g]						
Glühverlust [-]						

ANLAGE 6.1

Bestimmung der Zustandsgrenzen

Projekt: Neubau eines Studentenwohnheims
Technologiepark in 33100 Paderborn
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
Auftraggeber: GDI AG, Herrengraben 1, 20459 Hamburg
Probe: 11/2
Bodenart: Schluff-Ton-Gemisch, sandig

Ort: BS 11
Tiefe: 0,40 - 1,50 m
Art: gestörte Probe
Datum: 22.02.2018
Person: Herr Risse

Durchgeführt am: 29.03.2018
Person: Herr Drilling

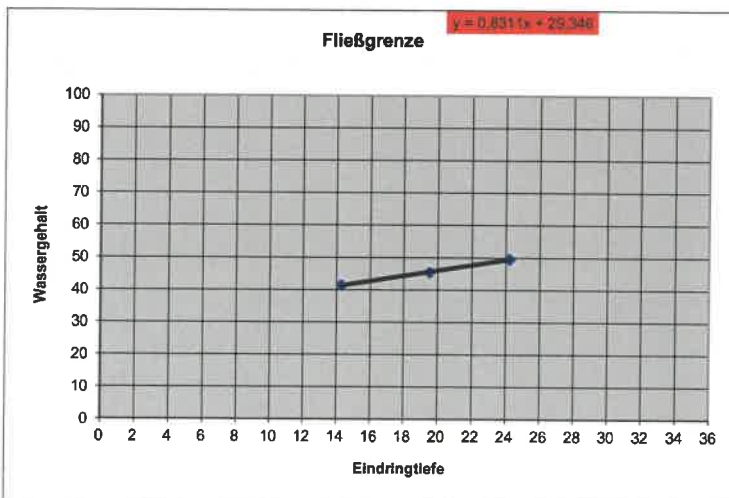
Versuchs-Nr.	Fließgrenze			Ausrollgrenze	
	1	2	3	1	2
Eindringtiefe	14,27	19,49	24,19		
Feucht Probe + Behälter	61,04	50,49	54,14	31,11	31,98
Trockene Probe + Behälter	53,39	42,19	45,03	30,51	31,15
Behälter	34,86	23,90	26,64	27,43	26,98
Masse des Wassers	7,65	8,3	9,11	0,60	0,83
Trockene Probe	18,53	18,29	18,39	3,08	4,17
Wassergehalt	41,28	45,38	49,54	19,48	19,90

Angaben zur Probe

Anteil < 0,002 mm: 40,50%

Anteil < 0,4 mm: 99,50%

Wassergehalt der Probe: 23,52%



Fließgrenze : 45,97%

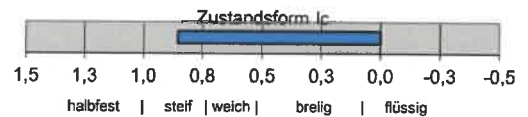
Ausrollgrenze: 19,69%

Plastizitätszahl (I_p): 0,263

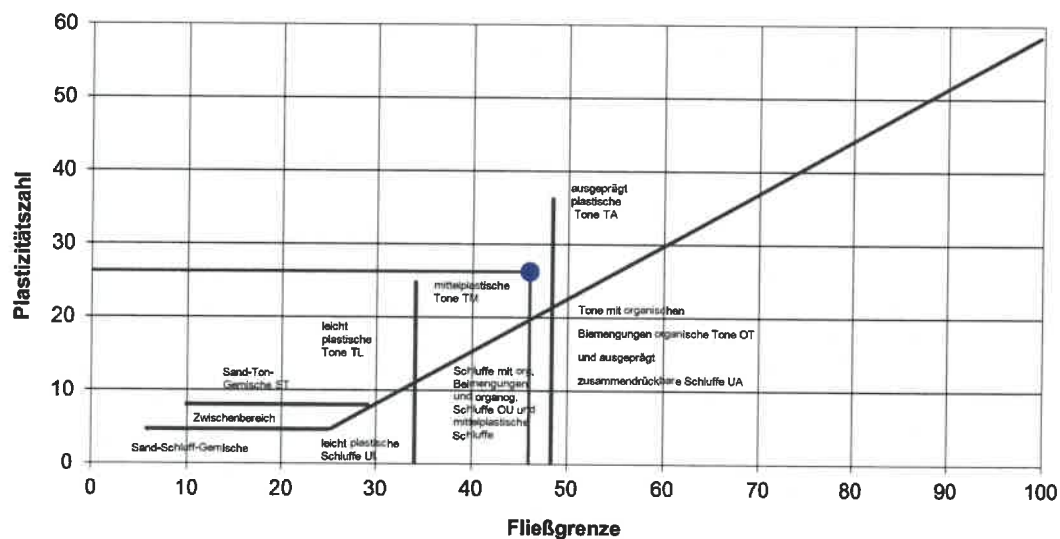
Konsistenzzahl (I_c): 0,854

Liquiditätszahl (I_L): 0,146

Aktivitätszahl (I_a): 0,649



Plastizitätsdiagramm mit Bodengruppen (DIN 18 196)



ANLAGE 7.1

Chemische Analysenergebnisse (Feststoff-Mischproben)

Prüfbericht-Nr: B183626

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805759
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 07.03.2018

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Oberboden

Herkunftsort BV: Fa. Kalkbrenner - Paderborn, Technologiepark, Studentenwohnheim

Entnahmeort BV: Fa. Kalkbrenner - Paderborn, Technologiepark, Studentenwohnheim

Bemerkung Gemäß DepV (Deponieverordnung) Anhang 3 Tabelle 2 Fußnote 2 kann der Glühverlust (1.01) gleichwertig zum TOC (1.02) angewandt werden, so dass eine Einstufung in die Deponieklasse 0 erfolgen kann.

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		i.A. LAGA PN 98	1*	Wen	DIN 19698-1
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probenvorbereitung	s. Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	21,3	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	78,7	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	4,80	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	95,2	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	0,98	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	0,012	%	LAGA KW/04	1*	Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	6,40	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (TS)	36,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	0,25	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Chrom (TS)	22,9	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (TS)	20,5	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (TS)	29,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

Prüfbericht-Nr: **B183626**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
KleeGräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805759
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 07.03.2018

Ansprechpartner

Herr KleeGräfe

FAX

02941 / 3582

Telefon

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Oberboden

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen	DIN EN 1483
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Zink (TS)	80,0	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1*	Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	8,03		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	131	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Wasserlöslicher Anteil	0,0655	%	DIN 38409-1	1*	Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	65,5	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
DOC (Eluat)	2,95	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,91	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	0,020	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Cyanid, I. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Fluorid-IC (Eluat)	0,79	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	1,46	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Molybdän (Eluat)	0,015	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1*	Wen	DIN EN 1483
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

Akkreditierte Prüfmethode: 1* = Ja; 2*=Ja, mit Modifikationen; 3* Ja, im Unterauftrag // 4*: Nein; 5*: Fremdvergabe

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der HuK Umweltlabor GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Grenzwerteinstufung

Z1.2 Boden

LAGA Z1.2 - Boden - eingeschränkter offener Einbau

Einstufung

überschritten

Z2 Boden

LAGA Z2 - Boden - eingeschränkter Einbau mit def. techn. Sicherheitsmaßnahmen

eingehalten

Prüfbericht-Nr: **B183626**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805759
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 07.03.2018

Ansprechpartner **FAX** **Telefon**
Herr Kleegräfe 02941 / 3582 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Oberboden

DK 0 Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (Stand 02.05.2013) eingehalten, s. Bemerkung

DK 1 Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (Stand 02.05.2013) eingehalten, s. Bemerkung

Endeinstufung LAGA Z2 Boden und Deponieklasse 0

Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z1.2 Boden	Z2 Boden	DK 0	DK 1
Probennahme Boden / Abfall	AG					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s. Anlage					
Feuchte (105°C)	21,3	%				
Trockenrückstand (105°C)	78,7	%				
Glühverlust (550°C)	4,80	%			3	3
Glührückstand (550°C)	95,2	%				
TOC (TS)	0,98	%	1,5	5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	0,012	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	3	10		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	300	1000		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	600	2000	500	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,9	3		
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	9	30	30	
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,15	0,5		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	3	10		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	6,40	mg/kg	45	150		
Blei (TS)	36,4	mg/kg	210	700		
Cadmium (TS)	0,25	mg/kg	3	10		
Chrom (TS)	22,9	mg/kg	180	600		
Kupfer (TS)	20,5	mg/kg	120	400		

Prüfbericht-Nr: **B183626**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805759
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 07.03.2018

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Oberboden

Parameter	Meßwert	Einheit	Z1.2 Boden	Z2 Boden	DK 0	DK 1
Nickel (TS)	29,1	mg/kg	150	500		
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	1,5	5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	2,1	7		
Zink (TS)	80,0	mg/kg	450	1500		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	8,03		6 - 12	5,5 - 12	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	131	µS/cm	1500	2000		
Wasserlöslicher Anteil	0,0655	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	65,5	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,1	0,1	0,2
DOC (Eluat)	2,95	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,91	mg/L	50	100	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	0,020	mg/L	0,01	0,02		
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	0,79	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	1,46	mg/L	50	200	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,06	0,05	0,2
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,08	0,2	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,003	0,006	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,025	0,06	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	0,015	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,06	0,1	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,07	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,001	0,002	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,2	0,6	0,4	2

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 07.03.2018

H. Grebe

ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

A. Allgemeine Angaben

Datum 02.03.2018

Proben-Nr. P201805759

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH

Ansprechpartner Herr Kleegräfe

Probenkennzeichnung MP Oberboden

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch ☐ HuK Umweltlabor GmbH☒ AuftraggeberPN-Protokoll ☒ Nein ☐ Ja☐ vorhanden ☒ n. vorhandenVorbereitung vor Ort ☒ Nein ☐ Ja☐ bekannt ☒ n. bekannt

Probenart

Boden

Probenmenge ☒ Masse[kg]: 1,2☐ Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gem. ☒ LAGA Boden ☐ LAGA Bauschutt ☒ DepV ☐ PAK nach RuVA-Stb 01 ☐ sonst.:Untersuchungs- ☐ physikalisch ☒ anorganisch Feststoff ☒ anorg. Eluat ☒ leichtflüchtigparameter ☐ biologisch ☒ organisch Feststoff ☒ organ. Eluat

Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung ☒ Nein ☐ Ja:Siebung ☒ Nein ☐ Ja

Siebschnitt [mm]

Durchgang [%]

Analytik von ☐ Durchgang ☐ Rückstand ☒ gesamtZerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Brechen ☒ Shreddern ☐ sonstiges:Teilung ☐ 1/4-Teilung ☒ Riffelteiler ☐ Rotationsverteiler ☐ sonstiges:Prüf-/Rückstellproben Originalsubstanz ☐ Nein ☒ Ja [g]: 500 ☒ RückstellprobeTrockensubstanz ☐ Nein ☒ Ja [g]: 100 ☐ RückstellprobeProbe für Eluat ☐ Nein ☒ Ja [g]: 100 ☐ Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

Trocknung ☒ bei 105°C ☐ chemisch ☐ Lufttrocknung ☐ sonstiges:Feinzerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Mahlen ☐ Schneiden ☐ sonstiges:Siebung ☒ Nein ☐ Ja

Endfeinheit [mm]

Prüf-/Rückstellproben Gemahlene TS ☐ Nein ☒ Ja [g]: 50 ☒ Rückstellprobe

F. Sonstiges

Bemerkungen

Ort / Datum Wenden / 02.03.2018

Unterschrift

Brosterhus

i.A. Helmut Brosterhus

Prüfbericht-Nr: **B184008**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805760
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 14.03.2018

Ansprechpartner **FAX** **Telefon**
Herr Kleegräfe 02941 / 3582 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP bindiger Verwitterungsschutt (Mitte)

Herkunftsort BV: Fa. Kalkbrenner - Paderborn, Technologiepark, Studentenwohnheim

Entnahmeort BV: Fa. Kalkbrenner - Paderborn, Technologiepark, Studentenwohnheim

Bemerkung Gemäß DepV (Deponieverordnung) Anhang 3 Tabelle 2 Fußnote 2 kann der Glühverlust (1.01) gleichwertig zum TOC (1.02) angewandt werden, so dass eine Einstufung in die Deponieklasse 0 erfolgen kann.

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		i.A. LAGA PN 98	1*	Wen	DIN 19698-1
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probenvorbereitung	s. Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	12,6	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	87,5	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	3,02	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	97,0	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	0,20	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	0,012	%	LAGA KW/04	1*	Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	7,40	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (TS)	16,6	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Chrom (TS)	18,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (TS)	14,5	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (TS)	24,9	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

Prüfbericht-Nr: **B184008**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805760
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 14.03.2018

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP bindiger Verwitterungsschutt (Mitte)

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2* Wen	DIN EN 1483
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Zink (TS)	44,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1* Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	8,23		DIN EN ISO 10523	1* Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	92	µS/cm	DIN EN 27888	1* Wen	
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1* Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	46	mg/L	DIN EN 15216	1* Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1* Wen	
DOC (Eluat)	1,37	mg/L	DIN EN 1484	1* Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,25	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1* Wen	
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1* Wen	
Fluorid-IC (Eluat)	0,59	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,91	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Barium (Eluat)	0,022	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1* Wen	DIN EN 1483
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	

Akkreditierte Prüfmethode: 1* = Ja; 2* = Ja, mit Modifikationen; 3* Ja, im Unterauftrag // 4*: Nein; 5*: Fremdvergabe

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der HuK Umweltlabor GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Grenzwerteinstufung

Z0 Boden - L/S

LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart
Lehm/Schluff

Einstufung

eingehalten

Z1.1 Boden

LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau

eingehalten

Prüfbericht-Nr: **B184008**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805760
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 14.03.2018

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP bindiger Verwitterungsschutt (Mitte)

DK 0 Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (Stand 02.05.2013) eingehalten, s. Bemerkung

DK 1 Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (Stand 02.05.2013) eingehalten, s. Bemerkung

Endeinstufung LAGA Z0 - Boden (Bodenart Lehm/Schluff) + Deponieklasse 0

Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Probennahme Boden / Abfall	AG					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s. Anlage					
Feuchte (105°C)	12,6	%				
Trockenrückstand (105°C)	87,5	%				
Glühverlust (550°C)	3,02	%			3	3
Glührückstand (550°C)	97,0	%				
TOC (TS)	0,20	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	0,012	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	500	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,9		
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	30	
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	7,40	mg/kg	15	45		
Blei (TS)	16,6	mg/kg	70	210		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	1	3		
Chrom (TS)	18,4	mg/kg	60	180		
Kupfer (TS)	14,5	mg/kg	40	120		

Prüfbericht-Nr: **B184008**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805760
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 14.03.2018

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP bindiger Verwitterungsschutt (Mitte)

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Nickel (TS)	24,9	mg/kg	50	150		
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1,5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,7	2,1		
Zink (TS)	44,4	mg/kg	150	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	8,23		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	92	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	46	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	1,37	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,25	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	0,59	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	0,91	mg/L	20	20	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,05	0,2
Barium (Eluat)	0,022	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,15	0,15	0,4	2

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 14.03.2018

H. Grebe

ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

A. Allgemeine Angaben

Datum 02.03.2018

Proben-Nr. P201805760

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH

Ansprechpartner Herr Kleegräfe

Probenkennzeichnung MP bindiger Verwitterungsschutt (Mitte)

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch ☐ HuK Umweltlabor GmbH☒ AuftraggeberPN-Protokoll ☒ Nein ☐ Ja☐ vorhanden ☒ n. vorhandenVorbereitung vor Ort ☒ Nein ☐ Ja☐ bekannt ☒ n. bekannt

Probenart

Verwitterungsschutt

Probenmenge ☒ Masse[kg]: 2,3☐ Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gem. ☐ LAGA Boden ☐ LAGA Bauschutt ☐ DepV ☐ PAK nach RuVA-Stb 01 ☐ sonst.:Untersuchungs- ☐ physikalisch ☐ anorganisch Feststoff ☐ anorg. Eluat ☐ leichtflüchtigparameter ☐ biologisch ☐ organisch Feststoff ☐ organ. Eluat

Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung ☒ Nein ☐ Ja:Siebung ☒ Nein ☐ Ja

Siebschnitt [mm]

Durchgang [%]

Analytik von ☐ Durchgang ☐ Rückstand ☒ gesamtZerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Brechen ☒ Shreddern ☐ sonstiges:Teilung ☐ 1/4-Teilung ☒ Riffelteiler ☐ Rotationsverteiler ☐ sonstiges:

Prüf-/Rückstellproben Originalsubstanz ☐ Nein ☒ Ja [g]: 500 ☒ Rückstellprobe

Trockensubstanz ☐ Nein ☒ Ja [g]: 100 ☐ Rückstellprobe

Probe für Eluat ☐ Nein ☒ Ja [g]: 100 ☐ Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

Trocknung ☒ bei 105°C ☐ chemisch ☐ Lufttrocknung ☐ sonstiges:Feinzerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Mahlen ☐ Schneiden ☐ sonstiges:Siebung ☒ Nein ☐ Ja

Endfeinheit [mm]

Prüf-/Rückstellproben Gemahlene TS ☐ Nein ☒ Ja [g]: 50 ☒ Rückstellprobe

F. Sonstiges

Bemerkungen

Ort / Datum Wenden / 02.03.2018

Unterschrift

Brosterhus

i.A. Helmut Brosterhus

Prüfbericht-Nr: **B184009**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805761
Probenehmer / -eigang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 14.03.2018

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP schwach bindiger Verwitterungsschutt (unten)

Herkunftsort BV: Fa. Kalkbrenner - Paderborn, Technologiepark, Studentenwohnheim

Entnahmeort BV: Fa. Kalkbrenner - Paderborn, Technologiepark, Studentenwohnheim

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		i.A. LAGA PN 98	1*	Wen	DIN 19698-1
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probenvorbereitung	s. Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	5,42	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	94,6	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	1,72	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	98,3	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	<0,1	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%	LAGA KW/04	1*	Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (TS)	15,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen	DIN EN 1483
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

Prüfbericht-Nr: **B184009**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
KleeGräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805761
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 14.03.2018

Ansprechpartner Herr KleeGräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP schwach bindiger Verwitterungsschutt (unten)

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Zink (TS)	22,8	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1* Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	8,30		DIN EN ISO 10523	1* Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	65	µS/cm	DIN EN 27888	1* Wen	
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1* Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	32,5	mg/L	DIN EN 15216	1* Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1* Wen	
DOC (Eluat)	<1	mg/L	DIN EN 1484	1* Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,21	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1* Wen	
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1* Wen	
Fluorid-IC (Eluat)	0,29	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,57	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1* Wen	DIN EN 1483
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	

Akkreditierte Prüfmethode: 1* = Ja; 2*=Ja, mit Modifikationen; 3* Ja, im Unterauftrag // 4*: Nein; 5*: Fremdvergabe

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der HuK Umweltlabor GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Grenzwerteinstufung

		Einstufung
Z0 Boden - L/S	LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Lehm/Schluff	eingehalten
Z1.1 Boden	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	eingehalten
DK 0	Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (Stand 02.05.2013)	eingehalten
DK 1	Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (Stand 02.05.2013)	eingehalten

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805761
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 14.03.2018

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP schwach bindiger Verwitterungsschutt (unten)

Endeinstufung LAGA Z0 - Boden (Bodenart Lehm/Schluff) + Deponieklasse 0

Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Probennahme Boden / Abfall	AG					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s. Anlage					
Feuchte (105°C)	5,42	%				
Trockenrückstand (105°C)	94,6	%				
Glühverlust (550°C)	1,72	%			3	3
Glührückstand (550°C)	98,3	%				
TOC (TS)	<0,1	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	500	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,9		
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	30	
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	<1	mg/kg	15	45		
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	210		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	1	3		
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	180		
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	120		
Nickel (TS)	15,4	mg/kg	50	150		
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1,5		

Prüfbericht-Nr: **B184009**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 02.03.2018
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201805761
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 02.03.2018 - 14.03.2018

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP schwach bindiger Verwitterungsschutt (unten)

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,7	2,1		
Zink (TS)	22,8	mg/kg	150	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	8,30		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	65	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	32,5	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	<1	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,21	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	0,29	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	0,57	mg/L	20	20	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,05	0,2
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,15	0,15	0,4	2

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 14.03.2018

H. Grebe

ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

A. Allgemeine Angaben

Datum 02.03.2018

Proben-Nr. P201805761

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH

Ansprechpartner Herr Kleegräfe

Probenkennzeichnung MP schwach bindiger Verwitterungsschutt (unten)

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch ☐ HuK Umweltlabor GmbH☒ AuftraggeberPN-Protokoll ☒ Nein ☐ Ja☐ vorhanden ☒ n. vorhandenVorbereitung vor Ort ☒ Nein ☐ Ja☐ bekannt ☒ n. bekannt

Probenart

Verwitterungsschutt

Probenmenge ☒ Masse[kg]: 2,9☐ Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gem. ☒ LAGA Boden ☐ LAGA Bauschutt ☒ DepV ☐ PAK nach RuVA-Stb 01 ☐ sonst.:Untersuchungs- ☐ physikalisch ☒ anorganisch Feststoff ☒ anorg. Eluat ☒ leichtflüchtigparameter ☐ biologisch ☒ organisch Feststoff ☒ organ. Eluat

Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung ☒ Nein ☐ Ja:Siebung ☒ Nein ☐ Ja

Siebschnitt [mm]

Durchgang [%]

Analytik von ☐ Durchgang ☐ Rückstand ☒ gesamtZerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Brechen ☒ Shreddern ☐ sonstiges:Teilung ☐ 1/4-Teilung ☒ Riffelteiler ☐ Rotationsverteiler ☐ sonstiges:

Prüf-/Rückstellproben Originalsubstanz ☐ Nein ☒ Ja [g]: 500 ☒ Rückstellprobe

Trockensubstanz ☐ Nein ☒ Ja [g]: 100 ☐ Rückstellprobe

Probe für Eluat ☐ Nein ☒ Ja [g]: 100 ☐ Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

Trocknung ☒ bei 105°C ☐ chemisch ☐ Lufttrocknung ☐ sonstiges:Feinzerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Mahlen ☐ Schneiden ☐ sonstiges:Siebung ☒ Nein ☐ Ja

Endfeinheit [mm]

Prüf-/Rückstellproben Gemahlene TS ☐ Nein ☒ Ja [g]: 50 ☒ Rückstellprobe

F. Sonstiges

Bemerkungen

Ort / Datum Wenden / 02.03.2018

Unterschrift

Brosterhus

i.A. Helmut Brosterhus

ANLAGE 8.1

Fotodokumentation

Fotodokumentation

Seite 1

Anlage 8

Situation am 22.02.2018



Foto 1: Blickrichtung ~ N; Bereich der BS 1 und BS 3 bis BS 8 (Markierungen)

Situation am 22.02.2018



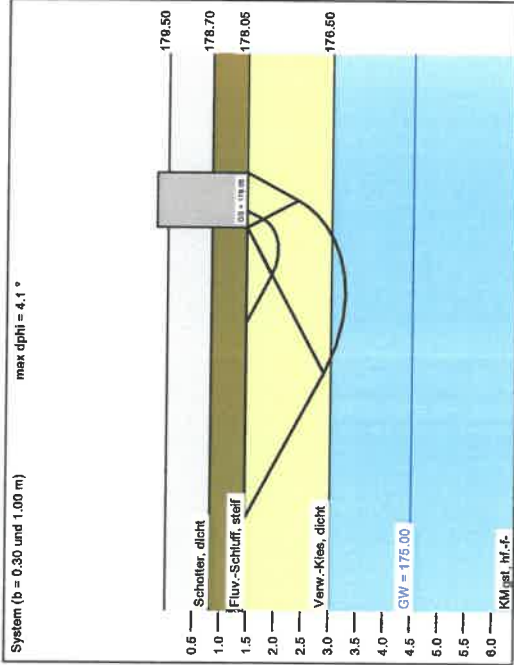
Foto 2: Blickrichtung ~ WNW; Bereich der BS 2 und BS 9 bis BS 13 (Markierungen)

ANLAGE 9.1 – 9.3

Setzungsberechnungen (Streifen-/Einzelfundamente)

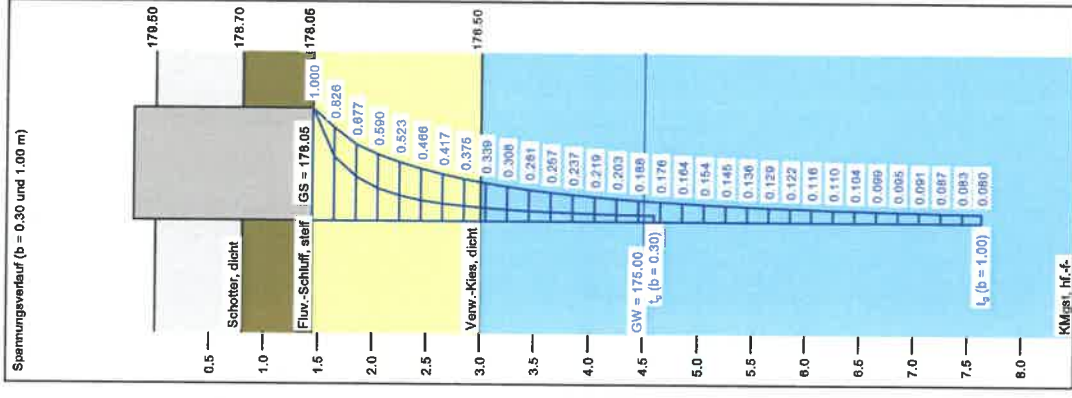
Streifenfundamente (Nichtunterkellerung)

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
1.0	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
1.5	19.0	9.0	25.0	2.0	7.5	0.00	Fluv.-Schluff, steif
2.0	21.0	13.0	35.0	0.0	70.0	0.00	Verw.-Kies, dicht
2.5	23.0	14.0	30.0	20.0	90.0	0.00	KMgst, hf.-f.

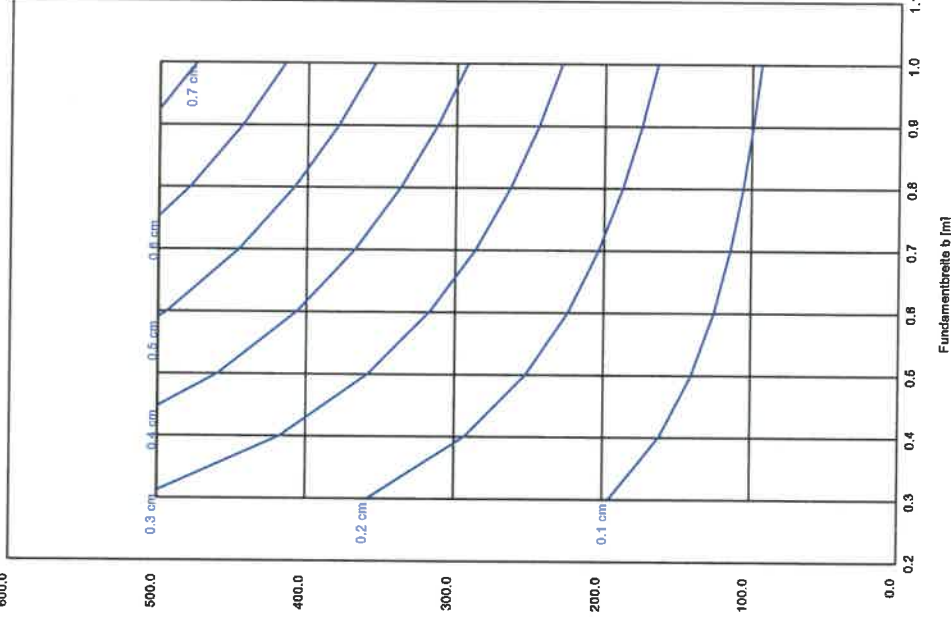


a	b	$\sigma_{s,d}$	$R_{s,d}$	$\sigma_{s,s}$	e	cal φ	cal c	γ_2	α_0	t_g	UKLS	k_g
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ²]
21.40	0.30	600.0	150.0	350.9	0.29	35.0	0.00	21.00	20.95	4.59	2.02	119.9
21.40	0.40	600.0	200.0	350.9	0.37	35.0	0.00	21.00	20.95	5.16	2.21	95.0
21.40	0.50	600.0	250.0	350.9	0.44	35.0	0.00	21.00	20.95	5.69	2.40	79.6
21.40	0.60	500.0	300.0	350.9	0.51	35.0	0.00	21.00	20.95	6.15	2.59	69.2
21.40	0.70	500.0	350.0	350.9	0.57	35.0	0.00	21.00	20.95	6.56	2.79	61.5
21.40	0.80	500.0	400.0	350.9	0.63	35.0	0.00	21.00	20.95	6.94	2.98	55.7
21.40	0.90	500.0	450.0	350.9	0.69	34.1	3.98	21.03	20.95	7.30	3.10	51.0
21.40	1.00	500.0	500.0	350.9	0.74	33.5	6.08	21.11	20.95	7.63	3.26	47.2

$\sigma_{s,s} = \sigma_{s,d} / (\gamma_{s,d} \cdot \gamma_{s,s}) = \sigma_{s,d} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{s,d} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderlicher(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Bemessungswert des Sohldruckwiderstands = $\sigma_{s,d}$ [kN/m²]



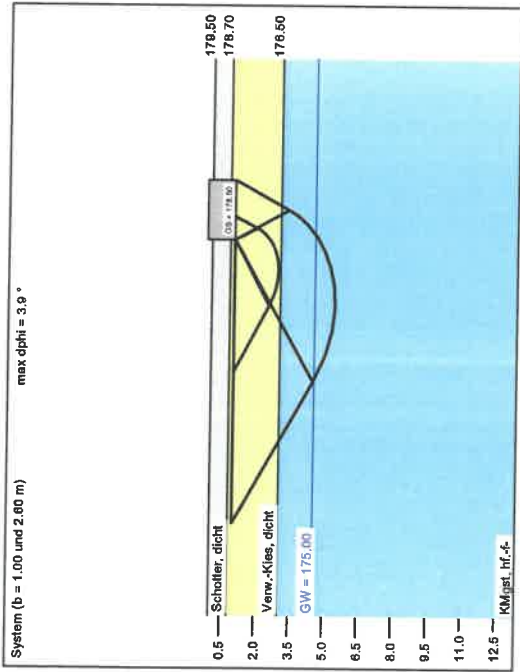
KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH
59556 Lipstadt-Bad Waldiesborn, Holzstraße 212
Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582
Projekt: Neubau eines Studentenwohnheims, Technologiepark, PB
Setzungsberechnung Streifenfundamente (Nichtunterkellerung)

Berechnungsgrundlagen:
BV Technologiepark, 33100 Paderborn
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 21.40 m)
 $\gamma_{s,d} = 1.40$
 $\gamma_{s,s} = 1.43$
Grundtiefe mit p = 20.0 %
Grenztafel mit p = 20.0 %
Grenztafel mit p = 20.0 %
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

Streifenfundamente Nichtunterkellerung; lokale Tieferführung bis +178,05 m ü.NN

Streifenfundamente (Nichtunterkellerung)

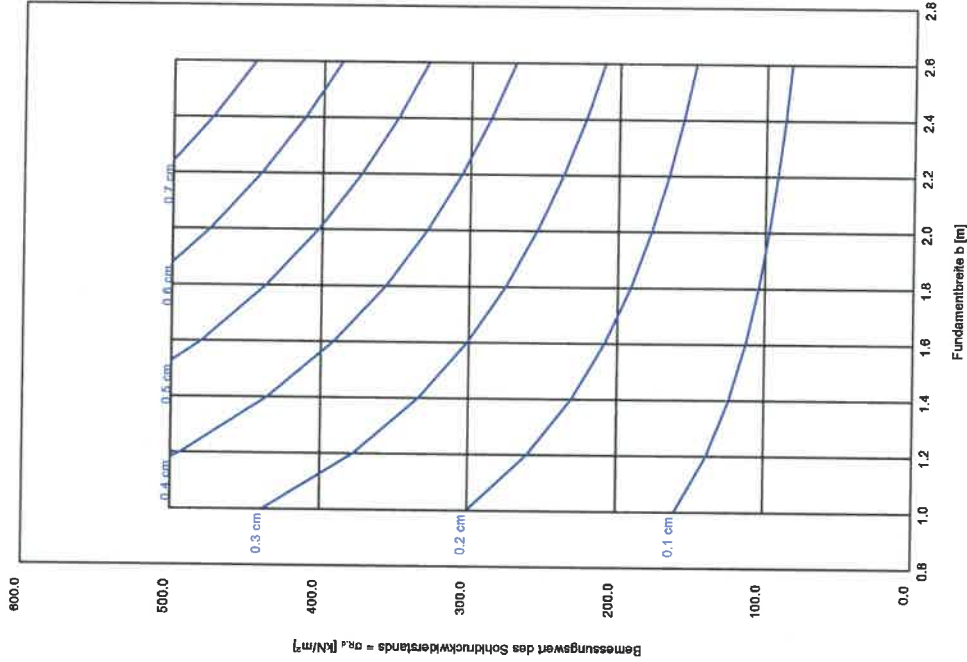
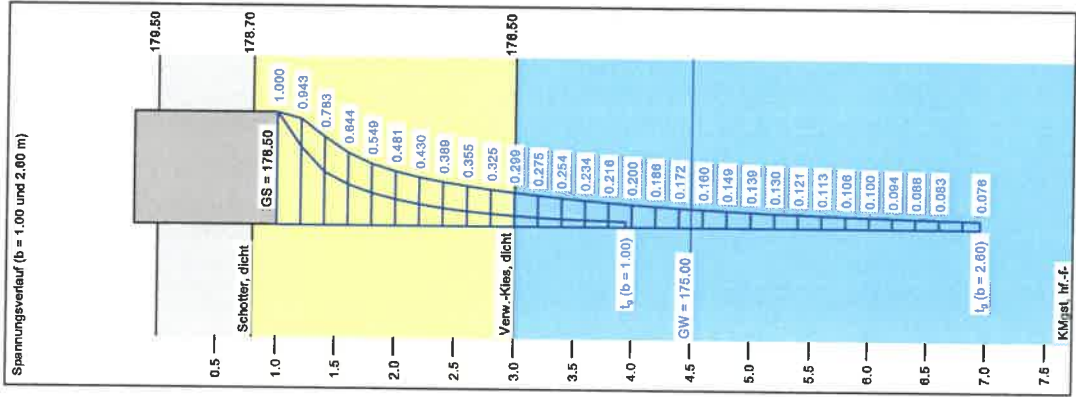
Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	21.0	13.0	35.0	0.0	70.0	0.00	Venw.-Kies, dicht
	23.0	14.0	30.0	20.0	90.0	0.00	KMgst, hf.-f.



a	b	σ_{sk}	R_{sk}	σ_{sk}	a	cal ϕ	cal c	γ_2	σ'_0	t_g	UKLS	k_s
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN]	[kN/m²]	[cm]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[MN/m²]
1.00	1.00	500.0	500.0	350.9	0.35	35.0	0.00	21.00	21.80	3.05	2.91	101.8
1.20	1.20	500.0	720.0	350.9	0.41	33.9	4.72	21.05	21.80	4.34	3.19	88.5
1.40	1.40	500.0	980.0	350.9	0.48	33.2	7.29	21.15	21.80	4.74	3.50	75.5
1.60	1.60	500.0	1280.0	350.9	0.52	32.8	8.88	21.31	21.80	5.15	3.81	67.1
1.80	1.80	500.0	1620.0	350.9	0.58	32.6	10.06	21.43	21.80	5.53	4.13	60.6
2.00	2.00	500.0	2000.0	350.9	0.63	32.3	11.00	21.53	21.80	5.90	4.45	55.3
2.20	2.20	500.0	2420.0	350.9	0.69	32.1	11.77	21.68	21.80	6.26	4.77	50.9
2.40	2.40	500.0	2880.0	350.9	0.74	32.0	12.41	21.73	21.80	6.61	5.08	47.2
2.60	2.60	500.0	3380.0	350.9	0.80	31.8	12.95	20.98	21.80	6.95	5.40	44.1

$$\sigma_{sk} = \sigma_{sk} / (\gamma_{sk} \cdot \gamma_{soil}) = \sigma_{sk} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{sk} / 1.98 \text{ (für Setzungen)}$$

$$\text{Verhältnis Verdrängung(Q)/Gesamtlaster(G+Q) [-] = 0.50}$$



KLEGRÄFE Geotechnik GmbH
59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212
Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582
Projekt: Neubau eines Studentenwohnheims, Technologiepark, PB
Setzberechnung Streifenfundamente (Nichtunterkellerung)

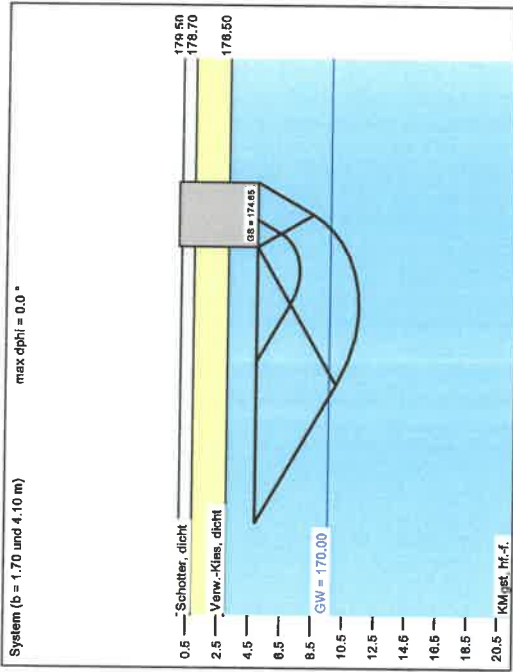
Berechnungsgrundlagen:
BV Technologiepark, 33100 Paderborn
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{sk} = 1.40$
 $\gamma_{soil} = 1.35$
 $\gamma_{soil} = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{soil} = 0.500 \cdot \gamma_{sk} + (1 - 0.500) \cdot \gamma_{soil}$
 $\gamma_{soil} = 1.425$
 σ_{sk} auf 500.00 kN/m² begrenzt
OK Gelände = 179.50 m
Gründungssohle = 178.50 m
Grundwasser = 175.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztafelspannungsvariabel bestimmt

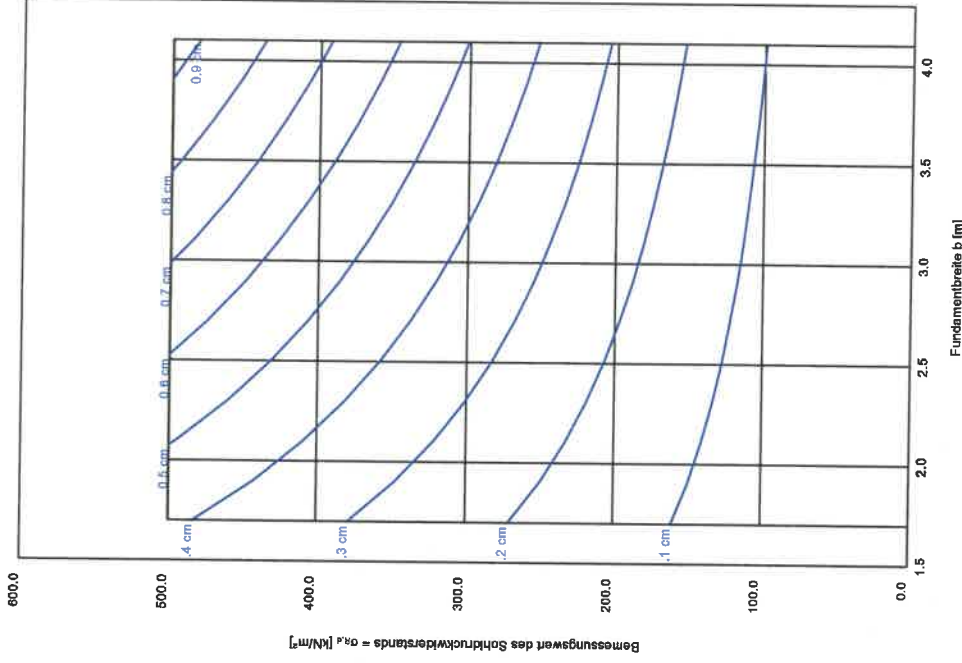
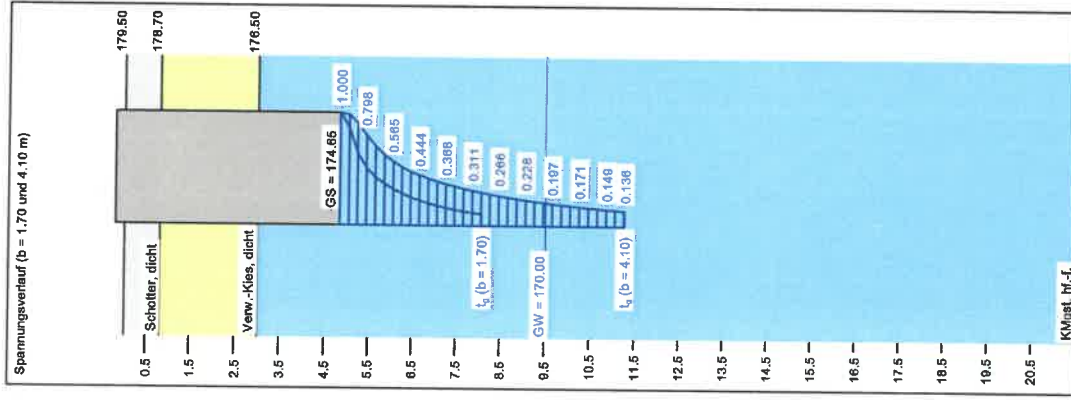
Streifenfundamente Nichtunterkellerung; Einbindung bis +178,50 m ü.NN

Einzelfundamente (Nichtunterkellerung)

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v	Bezeichnung
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	21.0	13.0	35.0	0.0	70.0	0.00	Verw.-Kies, dicht
	23.0	14.0	30.0	20.0	90.0	0.00	KMgst, hf.-f.



a	b	$\sigma_{s,d}$ [kN/m ²]	R _{s,d} [kN]	$\sigma_{s,k}$ [kN/m ²]	a	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ²]	σ'_0 [kN/m ²]	i_2 [m]	i_1 [m]	UKLS [m]	k_s [MN/m ²]
1.70	1.70	500.0	1445.0	350.9	0.42	30.0	20.00	23.00	106.35	8.06	7.54	84.3	
1.90	1.90	500.0	1805.0	350.9	0.46	30.0	20.00	23.00	106.35	8.35	7.86	76.0	
2.10	2.10	500.0	2205.0	350.9	0.51	30.0	20.00	23.00	106.35	8.64	8.18	69.3	
2.30	2.30	500.0	2645.0	350.9	0.55	30.0	20.00	23.00	106.35	8.91	8.50	63.7	
2.50	2.50	500.0	3125.0	350.9	0.59	30.0	20.00	23.00	106.35	9.17	8.81	59.0	
2.70	2.70	500.0	3645.0	350.9	0.64	30.0	20.00	23.00	106.35	9.43	9.13	55.0	
2.90	2.90	500.0	4205.0	350.9	0.68	30.0	20.00	23.00	106.35	9.70	9.45	51.4	
3.10	3.10	500.0	4805.0	350.9	0.73	30.0	20.00	22.89	106.35	9.98	9.76	48.3	
3.30	3.30	500.0	5445.0	350.9	0.77	30.0	20.00	22.87	106.35	10.24	10.08	45.6	
3.50	3.50	500.0	6125.0	350.9	0.81	30.0	20.00	22.41	108.35	10.50	10.40	43.1	
3.70	3.70	500.0	6845.0	350.9	0.86	30.0	20.00	22.16	106.35	10.76	10.71	41.0	
3.90	3.90	500.0	7605.0	350.9	0.90	30.0	20.00	21.90	106.35	11.02	11.03	39.0	
4.10	4.10	500.0	8405.0	350.9	0.94	30.0	20.00	21.85	108.35	11.28	11.35	37.2	



KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH
59556 Lipstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212
Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582
Projekt: Neubau eines Studentenwohnheims, Technologiepark, PB
Satzungsberechnung Einzelfundamente (Unterkerllung)

Berechnungsgrundlagen:
BV Technologiepark, 33100 Paderborn
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{s,d} = 1.40$
 $\gamma_{s,k} = 1.35$
 $\gamma_{s,e} = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(s,d)} = 0.500 \cdot \gamma_{s,d} + (1 - 0.500) \cdot \gamma_{s,e}$
 $\gamma_{(s,k)} = 1.425$
 $\sigma_{s,d}$ auf 500.00 kN/m² begrenzt
OK Gelände = 179.50 m
Gründungssohle = 174.65 m
Grundwasser = 170.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt

Einzelfundamente Unterkerllung; Einbindung bis +174,65 m ü.NN