

GUTACHTEN

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes
in 59269 Beckum



- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: Stadt Beckum
Weststraße 46, 59269 Beckum

Auftragnehmer: Kleegräfe – Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 16 07 01 / 1

Lippstadt, den 13. Januar 2017

- Inhaltsverzeichnis -

1.0 AUFGABENSTELLUNG / VORGANG / LAGE	3
2.0 AUFBAU STRAßENOBEBERBAU / SCHICHTAUFBAU.....	4
3.0 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	6
4.0 CHEMISCHE UNTERSUCHUNG (AUSHUBMATERIAL)	7
4.1 BEWERTUNG DER MISCHPROBE 'MP SCHOTTER'	9
4.2 BEWERTUNG DER MISCHPROBE 'MP BODEN'	9
4.3 BEWERTUNG DER MISCHPROBE 'MP PFLASTERSTEINE'	10
5.0 BAUGRUNDBEWERTUNG DER STRAßEN-/WEGETRASSEN	12
5.1 BODENCHARAKTERISIERENDE LABORVERSUCHE	12
5.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5)	14
5.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	15
5.4 BODENKLASSEN, BODENGRUPPEN UND FROSTKLASSEN	16
5.5 HOMOGENBEREICHE GEM. VOB TEIL C.....	17
6.0 INGENIEURGEOLOG. HINWEISGEBUNGEN	18
6.1 STRAßEN-OBERBAU	18
6.2 HINWEISE ZUR ERRICHTUNG IM VOLLAUSBAU	20
6.3 SCHWINGUNGS-/ERSCHÜTTERUNGSPROBLEMATIK	26
7.0 ANLAGEN	29

1.0 Aufgabenstellung / Vorgang / Lage

Die Stadt Beckum beabsichtigen die Umgestaltung des Marktplatzes im zentralen Ortsbereich von 59269 Beckum. Die vorhandene Pflasterung soll dabei aufgenommen und durch eine neue Pflasterung ersetzt werden.

Aufgabe war die ingenieurgeologische Erkundung des vorhandenen Straßenoberbaus. Die untersuchten Flächen liegen durchweg in pflasterversiegelter Bauweise vor. Schwarzdeckenversiegelte Bereiche bestehen nicht im untersuchten Areal.

Die STADT BECKUM (Weststraße 46, 59269 Beckum) beauftragte auf Grundlage eines Angebotes vom 02.08.2016 das Fachbüro KLEEGRÄFE – GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) mit den Untersuchungen sowie der Erstellung des Gutachtens.

Gelände (29.08.2016)	- Rammkernsondierungen (Ø 60 - 50 mm)	9 Stück
	- Leichte Rammsondierung (DPL-5)	9 Stück
	- Einmessung in Lage und Höhe	9 Stück
Bodenmechanisches Labor	- Korngrößenanalyse (DIN 18 123)	5 Stück
	- Wassergehaltsbestimmung (DIN 18 121)	3 Stück
Chemisches Labor	- Parameterumfang LAGA _{Boden} /TR-Boden	2 Stück
	- Parameterumfang Deponieverordnung	2 Stück
	- Parameterumfang RCL-Liste	1 Stück

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

Lage: Die Lage der im Untersuchungsgebiet in Abstimmung mit dem AG angesetzten Aufschlüsse geht aus dem Lageplan (Anlage 1) hervor.

Die Bohransätze wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Als absoluter Höhenfestpunkt diente die Oberkante eines Höhenmessbolzens an der St. Stephanus-Kirche (Höhe = +109,72 m NHN). Zusätzlich wurden die Geländearbeiten fotodokumentiert (Anlage 6).

Morphologie: Zwischen den Bohransatzpunkten konnten geringe Höhenunterschiede von rund 0,36 m festgestellt werden. Die Trasse liegt damit mit nur schwach ausgeprägtem Gefälle vor. Das Gebiet ist der Frosteinwirkungszone I gemäß RStO 12 zugehörig.

Vorfluter: Im unmittelbaren Nahbereich bestehen keine Vorfluter. Der Bach 'Werse' verläuft in einer Entfernung von rund 150 m südlich des Untersuchungsgebietes.

Archäologische Artefakte: Aufgrund der innerstädtischen Lage können archäologische Artefakte und Bauwerke im Untergrund nicht ausgeschlossen werden. Sollten bei den Baumaßnahmen Hinweise / Verdachtsmomente auf derartige archäologische Kulturgüter vorliegen, so sollte unverzüglich die diesbezügliche Fachbehörde hinzugezogen werden.

Vorbemerkung: Kenntnisse über das Vorhandensein archäologischer Artefakte/Bodendenkmäler und nicht zur Wirkung gelangter Kampfmittel liegen dem AN nicht vor und die diesbezügliche Ermittlung ist nicht Bestandteil der Beauftragung.

Die in dieser Stellungnahme gemachten Angaben sind ausschließlich projektbezogen zu verwenden.

2.0 Aufbau Straßenoberbau / Schichtaufbau

Die Bodenansprache erfolgte durch einen erfahrenen Dipl.-Geologen nach den entsprechenden DIN-Normen. Die Bohrungen wurden zu Schichtprofilen entwickelt und höhenmäßig zueinander in Beziehung gestellt (siehe Schnittdarstellung – Anlage 2.1).

Die Sondierungen stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher kann an anderen Stellen ein von den unten gemachten Angaben abweichender Untergrundaufbau vorliegen. In den folgenden Tabellen 2a und 2b sind die Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse aufgeführt.

Geologie: Das unterlagernde Grundgebirge (Kalkmergelstein der Oberkreide, Campan-Stufe, sog. 'Beckumer-Schichten') konnte in keiner der neun Bohrungen angetroffen werden. Die im Endteufenbereich erbohrten Fluvialablagerungen wurden durch Wasserbewegung im pleistozänen Quartär (sog. Ältere Mittelterrasse) sedimentiert.

Bohrung	BS 1	BS 2	BS 3	BS 4	BS 5
Ansatz	+109,83	+110,18	+109,99	+109,98	+109,99
Pflasterung	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Splittbettung	0,07-0,15	-	-	-	-
Füllkies	0,15-0,50	0,07-0,50	0,07-0,50	0,07-0,40	0,07-0,50
Füllsand	-	ab 0,50	ab 0,50	ab 0,60	ab 0,50
Füllschluff	ab 0,50	-	-	0,40-0,60	-
<u>Fluviatilsand</u>	-	-	-	-	-
<u>DPL-5</u>	X	X	X	X	X
Endteufe	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Grundwasser	-	-	-	-	-

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

Bohrung	BS 6	BS 7	BS 8	BS 9
Ansatz	+109,83	+110,01	+109,89	+109,82
Pflasterung	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Splittbettung	-	-	-	-
Füllkies	0,07-0,60	0,07-0,60	0,07-0,70	0,07-1,00
Füllsand	0,60-1,20	ab 0,60	ab 0,70	1,00-1,50
Füllschluff	-	-	-	-
<u>Fluviatilschluff</u>	ab 1,20	-	-	ab 1,50
<u>DPL-5</u>	X	X	X	X
Endteufe	4,00	1,00	1,00	4,00
Grundwasser	BLZ 3,00	-	-	BLZ 2,90

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

BLZ = Bohrlochzusammenfall

3.0 Grundwasser / Hydrogeologie

Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen um eine zeitliche Momentaufnahme handelt. Langfristige Messdaten liegen nicht vor. Aus diesem Grunde kann keine Angabe über das Schwankungspotential der Untergrundnässe geliefert werden. Ohne längerfristige GW-Beobachtung sind keine zuverlässigen Angaben zu machen.

Es muss angemerkt werden, dass die Geländearbeiten innerhalb einer niederschlagsmäßig 'trockenen' Herbstperiode durchgeführt wurden. Es ist daher davon auszugehen, dass keinesfalls der Hoch- oder Maximalstand der Untergrundfeuchte angetroffen wurde. Es ist von einem deutlichen Anstiegspotenzial in niederschlagsmäßig 'normalen' bis 'feuchten' Perioden auszugehen.

In den bis 4 m abgeteuften Bohrungen erfolgte nach Sondenziehung jeweils ein Bohrlochzusammenfall, der bei den vorliegenden Böden und den zur Tiefe hin zunehmenden Bodenfeuchten erfahrungsgemäß in etwa den Grundwasserspiegel wiedergibt

Es kann davon ausgegangen werden, dass ab im Mittel etwa 2,95 m u.GOK Grundwasser vorliegt (mittlere Höhenkote = +106,88 m NHN; quartärer Porengrundwasserleiter).

Eine Grundwasserbeeinflussung der Trassensohlbereiche kann aufgrund des Anstiegspotenzials somit nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Das Staunässepotenzial auf den Füll- und Fluviatilschluffen wird als mäßig hoch bis deutlich eingeschätzt.

In keiner der neun Bohrungen konnte Grundwasser direkt gelotet werden. Aufgrund der Bohrlochzusammenfälle und der zur Tiefe hin stets zunehmenden Bodenfeuchten wird aus Erfahrung davon ausgegangen, dass aktuell im Mittel ab etwa 2,95 m Grundwasser vorliegt und ab diesen Tiefen grundsätzlich mit Wasserzutritt in Baugruben zu rechnen ist. Das Anstiegspotenzial wird zum aktuellen Kenntnisstand auf rund 1,5 m geschätzt, womit sich **Bemessungswasserstände zwischen 1,4-1,5 m u.GOK ergeben.**

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden k_f -Werte ("Durchlässigkeitsbeiwerte") können für die erfassten Bodenschichten wie folgt relativ exakt angegeben werden:

Bodenart	k_f -Wert in m/s
<u>- Füllkies/Schotterung:</u>	
Kies, (schwach) sandig, (schwach) schluffig.....	$10^{-3} - 10^{-7}$
<u>- Füllsand:</u>	
Sand, schwach schluffig, schwach kiesig.....	$10^{-4} - 10^{-6}$
<u>- Füllschluff / Fluviatilschluff:</u>	
Schluff, (schwach fein-)sandig, schwach tonig, z.T. schwach kiesig	$10^{-7} - 10^{-8}$

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

4.0 Chemische Untersuchung (Aushubmaterial)

Innerhalb der Auffüllungen wurden ausschließlich +/- unbedenkliche Schotter, Ziegel- und Natursteinbeimengungen angetroffen.

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)	
- Parameterumfang LAGA_{Boden} , Feststoff + Eluat; 2 Stück	<u>MP Schotter</u> (1/2 + 2/1 + 3/1 + 4/1 + 5/1 + 6/1 + 7/1 + 8/1 + 9/1)
- Parameterumfang Deponieverordnung ; 2 Stück	<u>MP Boden</u> (1/3 + 2/2 + 3/2 + 4/2 + 4/3 + 5/2 + 6/2 + 7/2 + 8/3 + 9/2)

Tabelle 3: Analysenparameter / Probenauswahl

Es wurde das Material der entweder als 'Füllkies bzw. 'Schotter' bzw. gewachsenen/geogenen 'Boden' angesprochenen, organoleptisch unauffälligen Proben aus dem Bereich des Marktplatzes in den entsprechend benannten Mischproben zusammengefasst. Hierbei handelt es sich um Material, welches bei der Neuerrichtung der Fläche – zumindest in Teilbereichen – aufgenommen werden muss.

Die Analysen erfolgten auf den Parameterumfang gemäß LAGA_{Boden}, da diese den vollständigeren Parametersatz beinhaltet. Die Bewertung erfolgt ebenfalls nach LAGA_{Boden}, da der Anteil an 'mineralischen Fremdstoffen' weniger als 10 Vol.-% beträgt. Natursteinabraum, wie z.B. Schotter oder Splitt, gilt definitionsgemäß nicht als 'mineralischer Fremdstoff'.

Ergänzend wurde jeweils 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 5.1 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), die
- *Phoenix-Vorsorge- und Zuordnungswerte* für die Bodenmatrix 'Sand' und die
- *Deponieverordnung DepV* ('Verordnung über Deponien und Langzeitlager', Stand: 27.05.2009, letzte Änderung: 04.03.2016).

4.1 Bewertung der Mischprobe 'MP Schotter'

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

Die Analyse ergab keinerlei Auffälligkeiten. Das Material der Mischprobe 'MP Schotter' kann somit in die LAGA_{Boden}-Zuordnungsklasse Z0 (uneingeschränkter offener Einbau) eingestuft werden.

- Zuordnung Phoenix

Die Analysenergebnisse weisen für die 'MP Schotter' keine Auffälligkeiten auf. Die Zuordnungswerte für 'Sand' werden eingehalten.

- Zuordnung Deponieklasse nach DepV

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

Gesamtfazit 'MP Schotter': LAGA_{Boden} Z0 und DK 0; Phoenix-Werte eingehalten

4.2 Bewertung der Mischprobe 'MP Boden'

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

Die Analyse ergab keinerlei Auffälligkeiten. Das Material der Mischprobe 'MP Boden' kann somit in die LAGA_{Boden}-Zuordnungsklasse Z0 (uneingeschränkter offener Einbau) eingestuft werden.

- Zuordnung Phoenix

Die Analysenergebnisse weisen für die 'MP Boden' keine Auffälligkeiten auf. Die Zuordnungswerte für 'Sand' werden eingehalten.

- Zuordnung Deponieklasse nach DepV

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

Gesamtfazit 'MP Boden': LAGA_{Boden} Z0 und DK 0; Phoenix-Werte eingehalten

4.3 Bewertung der Mischprobe 'MP Pflastersteine'

Der Vollständigkeit halber werden an dieser Stelle die chemischen Analyseergebnisse der untersuchten Betonstein-Pflasterung mit aufgeführt, die zwischenzeitlich mit dem Bericht LA 1613 vom 08.12.2016 eingereicht worden waren.

Materialbeschreibung/Auffälligkeiten/Vorgehen: Bei der Materialansprache konnten keine nennenswerten organoleptischen Auffälligkeiten an den Betonpflastersteinen erkannt werden. Zur Feststellung der Recyclingklasse wurde das Material einer chemischen Analyse auf den RCL-Parameterumfang unterzogen.

Die Verwertung/Entsorgung von Bauschutt, der aus Abbruch von Gebäuden und anderen Bauwerken anfällt, wird in dem gemeinsamen Runderlass des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr vom 09.10.2001 („Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau sowie Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Stoffen aus Bautätigkeiten (Recycling-Baustoffe) im Straßen- und Erdbau“) geregelt.

Hierbei werden Anforderungen an den Einbau und Schadstoffhöchstbelastungen für unterschiedliche Materialien definiert. Bei den hier vorliegenden mineralischen Materialien handelt es sich um aufbereiteten Bauschutt, sodass die Anforderungen an Recyclingbaustoffe (RCL) für die Beurteilung heranzuziehen ist. Unabhängig hiervon sind ergänzende Regelwerke aus dem Straßen- und Erdbau der Straßenbaulastträger zu beachten.

Der o.g. Erlass definiert für den Feststoff und für den wässrigen Auszug (Eluat) wasserwirtschaftliche Merkmale, die einzuhalten sind. Hierbei werden **RCL I** (*Baustoffe mit geringen Verunreinigungen*) und **RCL II** (*Bauschutt mit höheren Verunreinigungen*) unterschieden.

In Abhängigkeit von der vorzunehmenden Klassifizierung ist dann der Einbau dieser Materialien für den Einsatz im Straßen- und Erdbau definiert.

Die Analyse der Feststoff-Mischprobe wurde vom Labor HUK UMWELTLABOR GMBH (Otto-Hahn-Straße 2, 57482 Wenden) durchgeführt. Die Labor-Analysenberichte sind als Kopie ebenfalls der Anlage 5.1 zu entnehmen.

Nachfolgend werden die Analyseergebnisse inklusive der Grenzwerte für *RCL I* und *RCL II* tabellarisch zusammengefasst.

Folgende Konzentrationen sind in der *Originalsubstanz* nachgewiesen worden:

Parameter / Einstufung	<u>MP Pflastersteine</u> <u>P201626380</u>	RCL I	RCL II
PAK*EPA (mg/kg)	< 1 mg/kg	15 mg/kg	75 mg/kg
EOX*(mg/kg)	< 1 mg/kg	3 mg/kg	5 mg/kg

Tabelle 4: Feststoff-Analysenergebnisse

PAK*EPA: 16 polycyclische aromat. Kohlenwasserstoffe nach EPA (analog US EPA 610)

EOX*: extrahierbare organisch gebundene Halogene

Folgende Konzentrationen sind im *Eluat* (= wässriger Auszug) nachgewiesen worden:

Parameter / Einstufung	<u>MP Pflastersteine</u> <u>P201626380</u>	RCL I	RCL II
pH-Wert (-)	11,7	7-12,5	7-12,5
el. Leitfähigk.(μ S/cm)	1.520 μ S/cm	2.000 μ S/cm	3.000 μ S/cm
Chlorid (mg/l)	6,28 mg/l	40 mg/l	150 mg/l
Sulfat (mg/l)	9,19 mg/l	150 mg/l	600 mg/l
Schwermetalle			
Blei (mg/l)	< 0,01 mg/l	0,04 mg/l	0,1 mg/l
Cadmium (mg/l)	< 0,001 mg/l	0,005 mg/l	0,005 mg/l
Chrom VI (mg/l)	< 0,005 mg/l	0,03 mg/l	0,05 mg/l
Kupfer (mg/l)	< 0,01 mg/l	0,1 mg/l	0,2 mg/l
Nickel (mg/l)	< 0,01 mg/l	0,03 mg/l	0,1 mg/l
Zink (mg/l)	< 0,01 mg/l	0,2 mg/l	0,4 mg/l
Phenol-Index (mg/l)	0,019 mg/l	0,05 mg/l	0,1 mg/l

Tabelle 5: Eluat-Analysenergebnisse

Fazit: Die in den Tabellen 4 und 5 aufgelisteten Analysenergebnisse des Pflasterstein-Materials (= Mischprobe „MP Pflastersteine“) aus der *Originalsubstanz* und aus dem *Eluat* unterschreiten in den nachgewiesenen Konzentrationen der einzelnen Parameter die jeweiligen Grenzwerte gemäß der RCL-I-Klassifikation bzw. halten diese ein.

Die Unterzeichner stufen das untersuchte, gebrochene Bauschutt-Material somit in die **Güteklasse RCL I** ein.

Die Güteklasse RCL I umfasst Materialien, die durch Auswahl der Rohstoffe oder durch verbesserte Aufbereitung *schadstoffarm* sind.

5.0 Baugrundbewertung der Straßen-/Wegetrassen

5.1 Bodencharakterisierende Laborversuche

Korngrößenanalysen (nach DIN 18 123): Es wurden drei Korngrößenanalysen aus dem Bereich des zukünftigen Erdplanums durchgeführt (Proben 1/3, 3/2 und 4/2). Zusätzlich wurde der 'Schotter' zur Klärung der bodenmechanischen Wiedereinbaueignung untersucht. In den Anlagen 3.1-3.5 sind die ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt. Die Ergebnisse der Analysen sind zusammenfassend in der Tabelle 6 aufgeführt.

Probe / (Genese)	Profilber. m u.GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d ₁₀ (mm)	k _f -Wert (m/s)*	Wassergehalt w
1/3 (A U)	0,50-1,00	10	71	18	1	0,0019	<1x10 ⁻⁷	26,0 %
3/2 (A S)	0,50-1,00		12	58	30	<0,063	<1x10 ⁻⁵	9,4 %
4/2 (A U)	0,40-0,60	8	62	23	7	0,0024	<1x10 ⁻⁷	4,1 %
MP Schotter 1	0,07-0,50		12	25	63	<0,063	<1x10 ⁻⁵	n.b.
MP Schotter 2	0,07-1,00		12	23	65	<0,063	<1x10 ⁻⁵	n.b.

Tabelle 6: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: A U: Füllschluffe; A S: Füllsand; A G = Füllkies; **fett** = prägend; n.b. = nicht bestimmt

* k_f-Wertbestimmung: nach BEYER; nach MALLET / PACQUANT

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

Nach dem Ergebnis der Korngrößenanalysen ist auf Erdplanum mit aufgefüllten +/- verlehnten Sanden und Schluffböden zu rechnen, die wechselhafte kiesig-sandig-tonige Nebengemengteile führen. Die vorhandenen sandigen Füllkiese führen mäßig hohe bindige Nebengemengteile.

Die in den Korngrößenverteilungen ergänzend dargestellten '0/45-Zwangskurven' (in Anlehnung an die TL SoB-StB 04 für 'Frostschutzschichten 0/45') werden von den Proben 'MP Schotter 1' und 'MP Schotter 2' nur bereichsweise eingehalten. Es ergibt sich eine deutliche Abweichung hinsichtlich des bindigen Anteils.

Der nach TL SoB-StB 04 zulässige Maximalwert bindiger Anteile von 7 M.-% für Frostschutz- und Schottertragschichtmaterial (im Einbauzustand) kann von den untersuchten Proben 'MP Schotter 1+2' nicht eingehalten werden. Das Material ist diesbezüglich als nicht ausreichend frostsicher zu beschreiben. Von

einer Wiederverwendung innerhalb des (frostsicheren) Oberbaus von Verkehrsflächen sollte daher abgesehen werden.

Eine Wiederverwertung als 'Untergrundverbesserung' ist dagegen denkbar und auch aus chemischen Gründen zulässig (siehe Kapitel 4.1).

Bodenbezeichnung (DIN 4022) und Bodenklassen (DIN 18 196):

- Probe 1/3: A Schluff, sandig, schwach tonig (DIN 18 196: A UL)
- Probe 3/2: A Sand, stark kiesig, schwach bindig (DIN 18 196: A SU)
- Probe 4/2: A Schluff, sandig, schw. tonig-kiesig (DIN 18 196: A UL)
- MP Schotter 1: A Kies, sandig, schwach bindig (DIN 18 196: A GU)
- MP Schotter 2: A Kies, sandig, schwach bindig (DIN 18 196: A GU)

Wassergehalt: Die ergänzend auf ihren Wassergehalt hin untersuchten Proben 1/3, 3/2 und 4/2 ergaben heterogene 'geringe' bis 'stark erhöhte' Grade der Durchfeuchtung ($w = 4,1\%$ bzw. $26,0\%$).

Durchlässigkeiten: Die theoretische Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) nach BEYER bzw. MALLET & PACQUANT ergibt für die untersuchten Füllschluffen eine orientierende Durchlässigkeit in der Größenordnung von $k_f \sim 10^{-7}$ m/s ('gering durchlässig' bis 'sehr gering durchlässig' gem. DIN 18300). Es liegt ein mäßiges bis deutliches Staunässepotenzial vor. Der Füllsand (Probe 3/2) und die untersuchten Füllkiese 'MP Schotter 1' und 'MP Schotter 2' weisen Durchlässigkeiten in der Größenordnung von $k_f \sim 10^{-6}$ m/s auf (~ 'durchlässig' gem. DIN 18300). Vorgenannte Böden führen kein nennenswertes Staunässepotenzial.

Frostklassen (nach ZTVE-StB 09): Aufgrund der prägenden bzw. deutlich vorhandenen bindigen Anteile ist das Erdplanum als 'sehr frostempfindlich' einzustufen (Klasse F 3 nach ZTVE-StB: nicht frostempfindlich). Die Füllkiese sind als 'gering bis mittel frostempfindlich' (Klasse F 2) einzustufen.

Bodenmechanisches Fazit: Als Ergebnis bleibt festzuhalten, dass es sich bei der gründungsrelevanten Bodenart um (aufgefüllte) wechselhaft zusammengesetzte Schluffe und Sand in teils 'erhöhter' Durchfeuchtung handelt. Der untersuchte Boden ist insgesamt als sehr frost- und witterungsempfindlich zu charakterisieren und weist teilweise ein relevantes Staunässepotenzial auf. Die vorhandene 'Schotterung' ist als nicht vollständig frostsicher zu beschreiben, besitzt aufgrund der gegebenen Verdichtungseignung jedoch die Verwendungsmöglichkeit als 'Untergrundverbesserung'.

5.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an die DIN 4094, EN ISO 22476-2 und TP BF-StB Teil B15.1 und wurden mit der sog. Leichten Rammsonde durchgeführt (DPL 5 = 'Dynamic Probing Light', 5 cm² Spitzenquerschnitt). Die DPL wurden in unmittelbarer Nähe zu den neun Bohrungen BS 1 bis BS 9 positioniert (Beispiel: BS 1 / DPL 1).

Die Ergebnisdarstellung erfolgte 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. Ausgewertet werden nur die Bereiche unterhalb der Versiegelungen.

- ⇒ Schotterung/Füllkiese und Füllsande: Die angetroffenen kiesig-sandigen Auffüllungen ergaben hohe Schlagzahlen von meist $n_{10} > 20-30$. Es liegen mitteldichte bis überwiegend dichte Lagerungsverhältnisse vor, was ausreichenden Gründungsverhältnissen entspricht.
- ⇒⇒ Füllschluff: Die aufgefüllten Schluffe zeigen schwankende, hohe bis z.T. niedrige Schlagzahlen von $n_{10} \sim 4$ bis > 20 auf. Die damit einhergehenden wechselhaften Konsistenzen weisen auf zumindest **bereichsweise unzureichende** Gründungsbedingungen hin.
- ⇒⇒ Fluviatilsande: Die gewachsenen Sande weisen geringe bis mittelhohe Schlagzahlen von $n_{10} \sim 5 - 18$ auf. Es liegen hier lockere bis mitteldichte Lagerungsverhältnisse vor. Die Sande sind für den weiteren Lastabtrag von Bedeutung.

5.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

In der folgenden Tabelle 7 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>Schotterung/Füllkiese:</u> Kies, sandig, (schwach) schluffig; dicht bis sehr dicht	21,0 - 22,0	13,0 - 14,0	35,0	0	70.000 - 100.000
<u>Füllsand:</u> Sand, schwach kiesig, schwach schluffig; mitteldicht-dicht	18,0 - 19,0	10,0 - 11,0	32,5 - 35,0	0	25.000 - 35.000
<u>Füllschluff:</u> Schluff, sandig, schwach tonig; weich bis steif	18,0 - 19,0	8,0 - 9,0	27,5	0	4.000 - 8.000
<u>Fluviatilsand (aufgelockert):</u> Fein-/Mittel-Sand, schwach bindig; locker	17,0 - 17,5	9,0 - 9,5	30,0	0	2.500 - 4.000
<u>Fluviatilsand:</u> Fein-/Mittel-Sand, schwach bindig; mitteldicht	18,0	10,0	32,5	0	20.000 - 30.000

Tabelle 7: Bodenmechanische Kennwerte

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

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

5.4 Bodenklassen, Bodengruppen und Frostklassen

In der Tabelle 8 erfolgt die Angabe der Bodenklassen (DIN 18 300), die Angabe des Gruppensymbols / Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (DIN 18 196), die Angabe der Frostklasse (ZTVE-StB 09) sowie die Vorgehensweise zur Lösung der Böden.

Schichtglieder (Grobgliederung)	Bodenklassen (DIN 18 300)	Homogenbereiche (DIN 18300:2016-09)	Gruppensymbol (DIN 18 196)	'Frostklasse' ZTVE-StB	Bodenlösung
Füllkies/Schotter	3	Nr. 1	A (GU)	F 2	'Löffelbagger'
Füllsand*	3, u.U. 2		A (SU)	F 1 - F 2	
Füllschluff*	4, u.U. 2		A (UL-TL)	F 3	
Fluviatilsand*	3, u.U. 2		SE/SU	F 1	

Tabelle 8: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen

Erläuterung Tabelle 8

nach DIN 18 300	Bodenklasse 2: fließende Bodenarten Bodenklasse 3: leicht lösbare Bodenarten Bodenklasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten
Homogenbereich (DIN 18 300: 2016-09)	Nr. 1: Eigenschaften siehe Tabelle 9
nach DIN 18 196	A Auffüllungen GW weitgestufte Kies-Sand-Gemische GU/GU* Kies-Schluff-Gemische SE enggestufte Sande SU Sand-Schluff-Gemische UL/TL leicht plastische Schluffe / Tone
nach ZTVE-StB 09	F 1 nicht frostempfindlich F 2 gering bis mittel frostempfindlich F 3 sehr frostempfindlich

Bodenlösung: Die o.g. Festlegung des Homogenbereiches für das Gewerk 'Erdarbeiten' basiert auf der Annahme des Einsatzes eines ausreichend starken Löffelbaggers. Sollten hiervon abweichende Erdbaugeräte zum Einsatz kommen sollen, so wird um Mitteilung zwecks Anpassung der Homogenbereichsfestlegung gebeten.

Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Böden mindestens bis zu den jeweils erreichten Endteufen mittels 'normalen' Löffelbagger-Einsatzes möglich sein wird (+/- überwiegend Bodenklassen 3 und 4 bzw. Homogenbereich Nr. 1).

Diese Aussage gilt nicht für mögliche noch vorhandene Unterflurbauteile eines Altbestandes (Fundamente, Schächte, Kanäle, etc.). Für diese Bauteile sind gesonderte Positionen zu vereinbaren.

Diese Aussage gilt ebenfalls nicht für die zu lösenden Versiegelungen. Hierfür ist eine eigene Position in Ansatz zu nehmen.

5.5 Homogenbereiche gem. VOB Teil C

Die Festlegung von Homogenbereichen (Tabelle 9) erfolgt für das Gewerk 'Erdarbeiten' gem. DIN 18300:2016-09 im Hinblick auf die anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 1. Grundlage ist der Einsatz eines ausreichend starken Baggers zur Bodenlösung. Sollten diesbezüglich andere Gerätschaften zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung gebeten, um die Homogenbereiche entsprechend anpassen zu können.

Nr. nach VOB	Kennwert/Eigenschaft	Wertebereich
2a, 2b	Anteil Steine und Blöcke	< 10 %
2c	Anteil große Blöcke	<< 1 %
6	undrainierte Scherfestigkeit	0 kN/m ²
9	Konsistenz	~ 0,50 – 1,00 bzw. n.b.
12	Plastizitätszahl	~ 0,10 – 0,20 bzw. n.b.
14	Lagerungsdichte I _D	n.b. bzw. ~ 0,25 - 0,50
20	Bodengruppe	A, GU, SE, SU, UL, TL,
21	Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Ältere Mittelterasse

Tabelle 9: Kennwerte für Homogenbereich Nr. 1 (Abgrenzung siehe Tabelle 8)

n.b. = nicht bestimmbar

6.0 Ingenieurgeolog. Hinweisgebungen

6.1 Straßen-Oberbau

Aufgabe: Es war eine Untersuchung für die geplante Neugestaltung des Marktplatzes im Voll-Ausbau für eine Pflasterbauweise durchzuführen. Hierfür war es notwendig, die relevanten oberflächennahen Bodenarten zu bestimmen. Hierauf basierend wurden Aussagen über die Boden-/Grundwasserverhältnisse sowie die Tragfähigkeit und die insgesamt daraus resultierenden weitergehenden Maßnahmen gegeben. Aufgabe war somit einerseits die *ingenieurgeologische Erkundung und Bewertung des Untergrundinventars im geplanten Fahrstraßenbereich*. Des Weiteren wurden die vorliegende *Schwarzdeckenversiegelung* und die *Auffüllungen chemisch* untersucht und hinsichtlich ihrer Verwertungsmöglichkeiten bewertet. Abschließend erfolgen nun Hinweisgebungen zur Neuerrichtung.

Sondernutzungen: Auch zukünftig ist die regelmäßige Nutzung des Platzes als Aufstellfläche für Fahrgeschäfte im Rahmen von 'Kirmesveranstaltungen' oder des Weihnachtsmarktes vorgesehen. Weiterhin wird die Fläche unregelmäßig für andere Veranstaltungen (Konzerte, etc.) genutzt. Hinsichtlich der langfristigen Standfestigkeit des herzustellenden Unterbaus sind somit erhöhte Anforderungen zu stellen.

Planung/Annahmen: Planunterlagen zur Ausgestaltung der Fläche liegen nicht vor. Es werden daher allgemein gültige Aussagen und auf Erfahrungen mit vergleichbaren Projekten basierend entsprechende Annahmen getroffen.

Die Ausgliederung möglicherweise 'geringer belasteter' Bereiche des Platzes wird unter Berücksichtigung der Nutzungsanforderungen als äußerst ungünstig beurteilt.

Die gesamte überplante Fläche sollte nach einer Einstufung gemäß **Belastungsklasse Bk1,8** gemäß RStO 12 behandelt werden. Diese Einstufung beinhaltet auch eine Befahrung von bis zu 65 Bussen täglich.

Sollte sich die Planung diesbezüglich ändern, bitten wir um Mitteilung. Insbesondere bei einer höheren Belastungsklasse als Bk3,2 sei darauf hingewiesen, dass die RStO in diesem Fall keine Regelbauweisen mit Pflasterversiegelungen mehr vorsieht. Es sollten dann Schwarzdeckenbauweisen vorgesehen werden.

Es wird von einer +/- höhengleichen Errichtung zum jetzigen Bestand ausgegangen.

Aufgrund des ohnehin geplanten Vollausbaus wird an dieser Stelle auf einen Ist-/Soll-Abgleich der Oberbauten verzichtet.

Bauweise von möglichen Stellflächen: Bei den bereichsweise im Untergrund befindlichen bindigen (Füll-)Böden ist eine flächige Versickerung anfallender Wässer nicht gesichert möglich. Letztlich wäre hier mit einem Rückstau von Niederschlagswässern zu rechnen, wodurch langfristig die Frostsicherheit des Oberbaus nicht mehr gewährleistet wäre.

Die Verwendung von 'offenem' Pflaster im Bereich potenzieller Stellplätze wird daher abgelehnt und die Verwendung eines möglichst 'dichten' Pflasters empfohlen.

Verhältnisse auf Planum: Das Erdplanum führt bindige oder +/- verlehnte Böden und muss daher in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 ('sehr frostempfindlich') eingestuft werden. Nach der ZTVE-StB 09 sind Frostschutzmaßnahmen grundsätzlich erforderlich. **Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 60 cm** (bei Bk1,8). Geplante Stellflächen sollten ebenfalls einen frostsicheren Oberbau von 60 cm Gesamtstärke erhalten.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone I gestellt. Die Notwendigkeit einer diesbezüglichen 'Mehrdicke' ergibt sich nicht. Kleinräumige Klimaunterschiede werden ebenfalls 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 der Fahrbahn erfolgt auch zukünftig über Abläufe und Rohrleitungen, weshalb hier eine Minderdicke angesetzt werden kann.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
'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 10: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

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

- **Marktplatz** **Bk1,8:** **60 cm**

Bei der geplanten Pflaster-Bauweise wird aufgrund der herzustellenden Verformungsmodul eine Mächtigkeit von ≥ 64 cm zu realisieren sein (siehe unten).

6.2 Hinweise zur Errichtung im Vollobau

Beweissicherungsverfahren: Aufgrund der Nachbarschaft zu potenziell schwingungs-/setzungsempfindlichen Bauteilen (teils historische Gebäude, Straße mit Versorgungsleitungen, etc.) wird vor Beginn der Maßnahme für die Trassenbereiche die Durchführung eines vor- und nachsorgenden Beweissicherungsverfahrens unter Mitwirkung aller Beteiligten angeraten (nach DIN 4107 und 4123).

Zeitliche Durchführung: Es wird angeraten, die Arbeiten in einer erfahrungsgemäß trockenen Witterungsperiode durchzuführen, um hinsichtlich möglicher Aufweichungen des Erdplanums keinen erhöhten bautechnischen Aufwand betreiben zu müssen.

Wasserhaltung: Grundwasser konnte am 29.08.2016 nicht oberhalb der Straßenbau-Trassensohle angetroffen werden. Bei den angetroffenen Feuchtezuständen handelt es sich nicht um einen Höchststand. Es besteht ein Anstiegspotenzial.

Bei den vorgefundenen Verhältnissen wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichend sein, um Tag- und Stauwasser zu fassen und abzuleiten.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können – sofern nötig und soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen – mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden.

Herleitung Mächtigkeit des Oberbaus für Bk1,8 bei Pflasterdeckenbauweise: In Anlehnung an die unten aufgeführte Tabelle 8 der RStO wird im Folgenden die Mächtigkeit der 'Tragschichten ohne Bindemittel' für den Gesamtaufbau der hier zu errichtenden Pflasterflächen abgeleitet.

Hintergrund ist hier nicht das Sicherstellen eines ausreichend starken frostsicheren Aufbaus, sondern ein Erreichen entsprechend hoher Verformungsmoduln.

Für die Herstellung der Frostschutzschicht wird zur Minimierung der Schichtstärke von der Verwendung eines Materials der Qualität 'Schottertragschicht', ausgegangen.

Tabelle 8: Anhaltswerte für aus Tragfähigkeitsgründen erforderliche Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel gemäß ZTV SoB-StB in Abhängigkeit von den E_{v2} -Werten der Unterlage sowie von der Art der Tragschicht (Dickenangaben in cm)

E_{v2} -Wert [MPa] auf Oberfläche ToB		80	100	120	150	100	120	150	120	150	180	150	180
		≥	≥	≥	≥	≥	≥	≥	≥	≥	≥	≥	≥
				↑									↑
Art der ToB	STS [cm]	15*	15*	25	35**	-	20	25	15*	20	30	15*	20
	KTS [cm]	15*	15*	30	50**	-	25	35	20	30	×	20	×
	FSS [cm] aus überwiegend gebrochenem Material	15*	20	30	×	15*	25	×	×	×	×	×	×
	FSS [cm] aus überwiegend ungebrochenem Material	20	25	35	×	-	-	×	×	×	×	×	×
			↑				↑			↑			↑
E_{v2} -Wert [MPa] der Unterlage			45			80		100		120			
Unterlage				Planum				Frostschuttschicht					

⊗ nicht mögliche Kombination
 - nicht gebräuchliche Kombination

15* technologische Mindestdicke mit 0/45
 ** bei örtlicher Bewehrung auch geringere Dicke möglich

Die aus Gründen der zu erreichenden Verformungsmoduln und vorgegebenen Schichtstärken resultierende Gesamtstärke des Oberbaus beträgt somit unter Einbeziehung einer 10 cm starken Pflasterdecke gemäß RStO 12, Tafel 3, Zeile 1 insgesamt 64 cm (25 + 25 + 4 + 10 cm = 64 cm).

Errichtung / Straßenaufbau: In einem ersten Schritt sollten die Pflasterungen der Trassenbereiche gelöst und separiert werden.

Im Anschluss sind die vorhandenen Auffüllungen/Böden bis auf 0,60 m u. GOK auszukoffern. Anfallende Aushubböden können gemäß der Einstufungen in Kapitel 4 verwendet werden (vorbehaltlich bodenmechanischer Anforderungen).

Nach Auskoffnung bis auf die nach Belastungsklasse benötigte Tiefe ist das Erdplanum ergänzend auf relevante organische Anteile und Aufweichungen zu kontrollieren. Sofern organische Böden und/oder aufgeweichte bindige Böden, d.h. weich-breiiige Bereiche auftreten, werden hier ggf. besondere Maßnahmen zur 'Untergrundverbesserung' notwendig. Die Kontrolle des Erdplanums sollte

im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme durch das IB KLEEGRÄFE erfolgen.

Der weitere Oberbau-Aufbau der Verkehrsflächen hat nach der 'Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen' (RStO 12) zu erfolgen.

'Schneidbestückung': Die Lösung der hangenden kiesigen Auffüllungen muss vermutlich mit einem Bagger mit Zahnbestückung erfolgen. Die Herstellung des Feinplanums (bzw. Planum der Untergrundverbesserung, s.u.) sollte mit einem Löffelbagger mit sog. 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Verdichtungsüberprüfungen und Unterbauverbesserung: Auf dem Erd- und Schotterplanum sollten die je nach RStO 12-Bauweise geforderten Verformungsmodule durch statische Verdichtungsüberprüfungen (statische Lastplattendruckversuche gem. DIN 18 134) nachgewiesen werden.

Die RStO 12 setzt auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ voraus.

Auf den aufgefüllten Erdplanumsböden ist davon auszugehen, dass vorgenannter Verformungsmodul nicht erreicht werden kann.

Bindige Böden auf Erdplanum dürfen keinesfalls (direkt) nachverdichtet werden, da hierdurch die Bodenstruktur zerstört wird.

In Teilbereichen des Platzes werden (ausreichende) Restmächtigkeiten an kiesigen Auffüllungen vorliegen. Diese werden nach einer Nachverdichtung den o.g. Sollwert sicher erreichen.

Untergrundverbesserungen sollten daher zunächst vorab für 75 % der gesamten überplanten Flächen einkalkuliert werden.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Details sind durch ingenieurgeologische Abnahmen vor-Ort festzulegen. Bei Verhältnissen wie am Untersuchungstag wird erfahrungsgemäß eine Untergrundverbesserung durch Einbau einer im Mittel ca. 20 cm starken Schotterlage ausreichend sein.

Alternative Methoden zur Untergrundverbesserung, wie z.B. durch Einbringung eines Kombinationsbindemittels („Kalkung/Zementierung“) werden aufgrund der innerstädtischen Lage wegen der nicht gänzlich zu vermeidenden Staubentwicklung abgelehnt.

Einbau einer Geogitter-Vlies-Kombination: Als langfristige Sicherungsmaßnahme sollte aufgrund der verkehrstechnischen Rahmenbedingungen der zusätzliche Einbau eines Geogitters erfolgen.

Eine mit Geogittern bewehrte Tragschicht bietet eine hohe Eigensteifigkeit (geringe Dehnung bei hoher Zugfestigkeit) und damit eine deutliche Reduzierung von Setzungsdifferenzen. Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass Setzungen durch die Bewehrung nicht verhindert werden. Setzungen können jedoch vergleichsmäßig und lokale Senkungsbereiche (z.B. Fahrspuren) überbrückt werden. Bei Schotter als Auftragsmaterial kommt es zu einer *Verzahnung* des Korngerüsts mit der offenen Geogitterstruktur.

Aufgrund der im Gesamtpaket notwendigen 'Bewehrung' der Tragschicht sowie der zu erwartenden Verkehrsbelastung sollte ein **Gitter mit Längs- und Quer-Höchstzugkräften von mindestens 30 kN/m verwendet werden.**

Die Gitter-Maschenweite ist auf das zu verwendende Größtkorn des Schüttgute abzustimmen. Bei einem Größtkorn von 45 mm ist eine Maschenweite von 40 mm in der Regel ideal.

Um gleichzeitig eine Trennung zum Erdplanum zu erhalten, sollte ein Produkt mit einem angehefteten Geotextil (Güte siehe unten) zum Einsatz kommen.

Durch die Bewehrungsfunktion kann die Mächtigkeit der Untergrundverbesserung u.U. (deutlich) verringert werden. Zur Konkretisierung ist hier jedoch die Anlage eines Probefeldes anzuraten. Grundsätzlich ist die Verlegeanleitung des jeweiligen Herstellers zu beachten.

Von Nachteil ist der geringfügig erhöhte bautechnische Aufwand der bei zukünftigen Wartung/Reparatur von Versorgungsleitungen entsteht, da hierfür das Gitter aufgeschnitten werden muss.

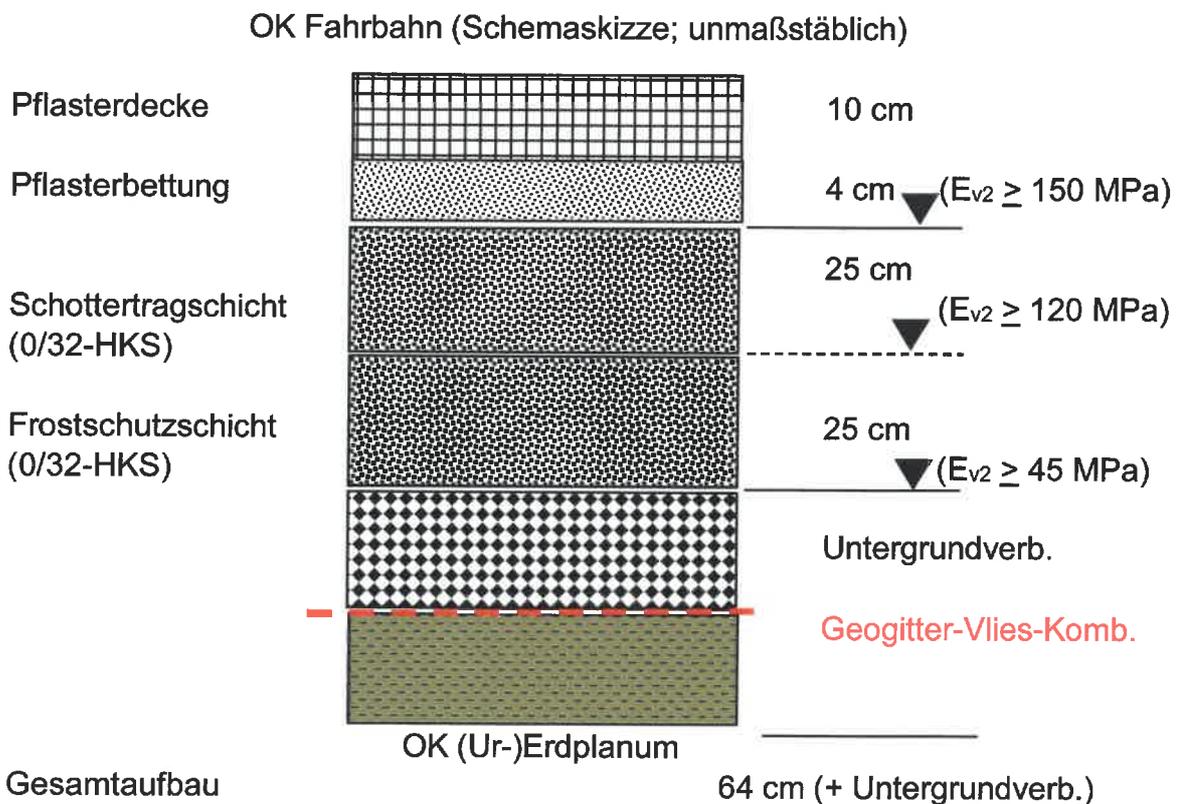
Geeignete Einzel- und/oder Kombinations-Produkte können auf Anfrage benannt werden.

Geotextil: Zur Trennung zum Erdplanum sollte zudem ein Geotextil eingebaut werden, dessen Eigenschaft wie folgt festgelegt werden: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt, Flächengewicht $\geq 150 \text{ g/m}^2$, Stempeldurchdrückkraft $F_{P, 5\%} \geq 1,5 \text{ kN}$, 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 $V_{IH} 50 - 1,00^{-1}$ m/s.

Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau inklusive einer Planumsverbesserung ist nachfolgend für die Belastungsklasse Bk1,8 unmaßstäblich skizziert (nach RStO 12 Tafel 3, Zeile 1 RStO 12).

Belastungsklasse Bk1,8 - Pflasterbauweise



Verformungsmodul auf Schotterplanum: Für Pflasterbauweisen ergibt sich in der Belastungsklasse Bk1,8 (Annahme: Tafel 3, Zeile 1) der Nachweis eines Verformungsmoduls von mindestens $E_{v2} = 150$ MPa auf der Oberkante Schottertragschicht. Auf der Oberkante Frostschuttschicht ist ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120$ MPa nachzuweisen.

Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO 12 sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen (gem. DIN 18 134:2012-04) flächendeckend auf dem Schotterplanum nachgewiesen werden.

Auftragmaterial / Schotter: Das neu aufzubringende Auftragmaterial sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen, dass die Anforderungen für eine

Verwendung als 'Schottertragschicht' gem. TL SoB-StB und TL Gestein-StB, was anhand von Prüfzeugnissen nachgewiesen werden sollte.

Unter Vorwegnahme der Empfehlungen aus Kapitel 6.3 wird ein gebrochener 0/32 mm HKS-Kalksteinschotter empfohlen. Es darf keinesfalls quell- oder schrumpffähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. In Bereichen mit Pflasterversiegelung ist im Vorfeld die Filterstabilität zum vorgesehenen Bettungsmaterial zu prüfen.

Zur Vereinfachung des Bauablaufes sollte sowohl für die oben genannten 'Frostschutzschichten' als auch für die eigentliche 'Schottertragschicht' jeweils ein Material verwendet werden, welches die Anforderungen an 'Schottertragschichten' erfüllt.

Auswahl des Bettungsmaterials: Für die Fläche erscheint die Wahl eines nach TL G SoB-StB geprüften Baustoffgemisches 0/5 oder 0/8 sinnvoll. Material der Körnungen 2/5 oder 2/8 ist nach ZTV Pflaster StB 06 für Flächen, die von Kraftfahrzeugen befahren werden, nicht mehr vorzusehen.

Empfohlen wird die Verwendung eines 'gebrochenen' Materials, welches einen erhöhten Widerstand gegen Zertrümmerung/Abrieb besitzt. Hierzu wird vorgeschlagen ein Material zu wählen, welches der Kategorie SZ₁₈ entspricht (Los-Angeles-Koeffizient LA₂₀).

Im Vorfeld ist die Filterstabilität zum vorgesehenen Schottermaterial und zum einzusetzenden Fugenmaterial zu prüfen.

Auswahl des Fugenmaterials: Für die Fläche erscheint die Wahl eines nach TL G SoB-StB geprüften Baustoffgemisches 0/4 oder 0/5 sinnvoll. Bei wünschenswertem Einsatz eines Verbundsteinpflasters mit geringen Fugenbreiten kann ein entsprechend geprüftes Baustoffgemisch 0/2 zweckmäßig sein.

Empfohlen wird die Verwendung eines 'gebrochenen' Materials der Kategorie Ecs₃₅, welches zusätzlich einen erhöhten Widerstand gegen Zertrümmerung/Abrieb besitzt. Hierzu wird vorgeschlagen ein Material zu wählen, dessen Prüfkörnung der Kategorie SZ₁₈ entspricht (Los-Angeles-Koeffizient LA₂₀).

Im Vorfeld ist die Filterstabilität zum vorgesehenen Bettungsmaterial zu prüfen.

Wiedereinbaufähigkeit anfallender Böden: Organische und bindige Böden sind grundsätzlich nicht in lastabtragenden/setzungsempfindlichen Bereichen wiedereinbaueeignet. In Bereichen zukünftiger Straßen-/Wegenutzung und Stellplatznutzung sowie setzungsempfindlichen Bereichen sollte ein verdichtungsfähiges Mineralgemisch eingebaut werden.

Ist davon auszugehen, dass Flächen auch weiterhin einer reinen Grünflächennutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann ausgehobenes organisches und bindiges Material dort wiederverfüllt werden. In diesem Fall ist mit Nachsackungen zu rechnen, welche nachgearbeitet werden müssen.

6.3 Schwingungs-/Erschütterungsproblematik

Problematik Schwingungseinträge in Gebäudebestand: Über die Gründung der im unmittelbaren Nahbereich befindlichen Gebäude liegen dem IB KLEEGRÄFE keine Daten vor.

Hinsichtlich eines Schwingungseintrages, wie er z.B. bei der dynamischen Verdichtung von Böden/Schüttgütern entsteht, muss unterschieden werden in solche Schwingungen, die eine unmittelbare Gefährdung der Standfestigkeit des Bauwerkes darstellen (z.B. direkte Schädigung oder durch schwingungsinduzierte Setzungen im Fundamentbereich) und solche, durch die besonders empfindliche Bauteile des Gebäudes betroffen sind (Messeinrichtungen, Alarmanlagen, Server, etc.).

Es sollte planerischerseits geprüft werden, ob die während der Bauphase auftretenden Schwingungen durch die Anbringung von 3-Komponenten-Erschütterungsmessgeräten gem. DIN 4150 und DIN 45669 überwacht werden sollen. Eine bauvorlaufende Testphase wird in diesem Fall für sinnvoll erachtet.

Grundsätzlich sollten bei kurzzeitigen Erschütterungen die Schwinggeschwindigkeiten v_i für Frequenzen < 10 Hz einen Anhaltswert von 3 mm/s nicht überschreiten. Für dauerhafte Erschütterungen gilt ein Anhaltswert für o.g. Frequenz von 2,5 mm/s (siehe DIN 4150-3:2010).

Maßnahmen gegen Bodenerschütterungen: Ziel dieser Maßnahmen ist die entstehenden Schwingungen soweit abzumildern, dass die g.g. Anhaltswerte nicht überschritten werden. Diese Maßnahmen betreffen Abschirmungsmaßnahmen an der Quelle der Erschütterungen, Abschirmungen an dem zu schützenden Objekt und/oder Abschirmungen im Ausbreitungspfad der Erschütterungen.

Beim aktuellen Kenntnisstand erscheint ausschließlich die erstgenannte Alternative, nämlich die Verringerung der entstehenden Schwingungen bzw. eine Unterbindung des Entstehens von Schwingungen sinnvoll.

Als bautechnisch sinnvolle und wirtschaftlich darstellbare Lösungsmöglichkeit zur Minimierung des Schwingungseintrages in die Bauwerke verbleiben nach Ansicht des IB KLEEGRÄFE daher vor allem zwei Lösungsansätze:

- a.) Vermeidung bzw. Minimierung des Entstehens von Schwingungen/Erschütterungen.
- b.) Ausweisung/Abstimmung eines 'Schutzstreifens' an Gebäuden, innerhalb dessen der Einsatz von schweren Fahrzeugen zur Verdichtung gänzlich unterbleibt.

Ziel muss auch sein, durch die Arbeitsweise möglichst gleichmäßige und vorhersagbare Verhältnisse im Arbeitsbereich herzustellen. Eine Ausweisung einer Zone, in der beispielsweise dynamisch verdichtet werden könnte, wird in diesem Zusammenhang als äußerst ungünstig angesehen.

Es werden daher folgende Maßnahmenvorschläge zur Durchführung unterbreitet:

- 1.) Ausschließlich statische Verdichtung der einzubauenden Mineralgemischlagen.
- 2.) Verwendung eines gebrochenen 0/32 mm Mineralgemisches.
- 3.) Reduzierung der Schichtdicken der einzubauenden Mineralgemische auf ein Maß von nicht mehr als 15 cm (im verdichteten Zustand).
- 4.) Bedingt durch die ausschließlich statisch wirkende Verdichtung wird zum Einsatz zumindest mittelschwerer Walzenzüge geraten (z.B. Typ 145, Typ BW 177 oder Typ BW 211 der Fa. BOMAG, oder gleichwertig).
- 5.) Alternativ können für die Verdichtung der Frostschutzschichten (nicht für den Einbau der Untergrundverbesserung!) Gummiradwalzen eingesetzt werden (z.B. Typ BW 24 RH der Fa. BOMAG, oder gleichwertig).
- 6.) In einem Streifen von 1,5 m zum angrenzenden Bestand (Wohngebäude) sind ausschließlich handgeführte, statisch arbeitende Gerätschaften einzusetzen (z.B. Typ BW 65 oder Typ BW 75 der Fa. BOMAG, oder gleichwertig).
- 7.) Die Anzahl der für eine ausreichende Verdichtung notwendigen Übergänge sollte im Rahmen der Probefeldherstellung vorab geklärt werden.
- 8.) In Bereichen, in denen ein Verdichtungseinsatz von Handgeräten nicht ohne Bestandsberührung möglich ist, ist eine Pflasterverlegung in einem ausreichend mächtigen Betonbett vorzusehen.

Konsolidierung / Zeitfaktor: Bedingt durch die einzusetzenden Geräte und Verdichtungsverfahren muss für die abschließende Konsolidierung der Schichtpakete ein höherer Zeitaufwand einkalkuliert werden.

Es sollte ein 'Ruhenlassen' von eingebauten Mineralgemischen vor einer Verdichtungsüberprüfung von mindestens 48 Stunden unbedingt gewährleistet werden.

7.0 Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (Maßstab 1:500)
- Anlage 2.1: Schichtendarstellung / Rammdiagramme
- Anlage 3.1-3.3: Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)
- Anlage 4.1-4.3: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Chemische Analysenergebnisse (Feststoff-Mischproben)
- Anlage 6.1: Fotodokumentation

Kleegräfe
- Geotechnik GmbH -


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



V. Thiemann
(Dipl.-Geol.)



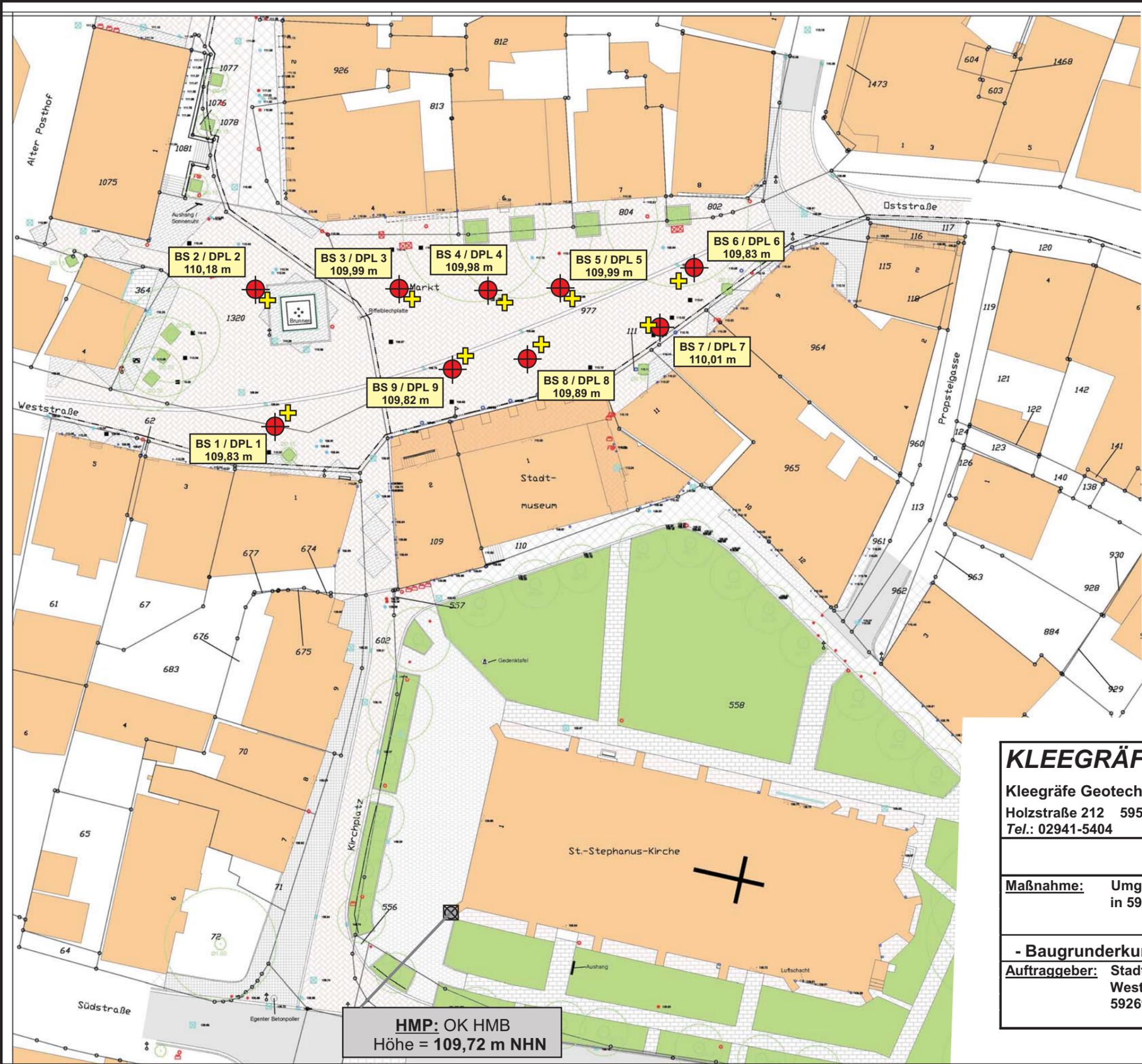
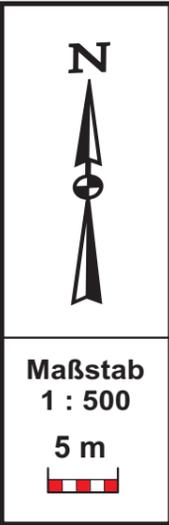
Verteiler: STADT BECKUM
Weststraße 46, 59269 Beckum

(2 x + pdf)

ANLAGE 1.1

Lageplan (1:500)

Beckum



HMP: OK HMB
Höhe = 109,72 m NHN

Zeichenerklärung:

-  **BS** Kleinbohrung gemäß DIN 4021
-  **DPL** Rammsondierung gemäß DIN 4094
-  **HMP** Höhenmesspunkt

KLEEGRÄFE

KleeGräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

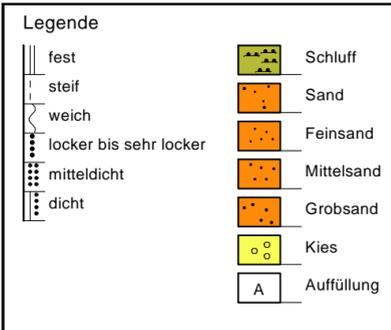
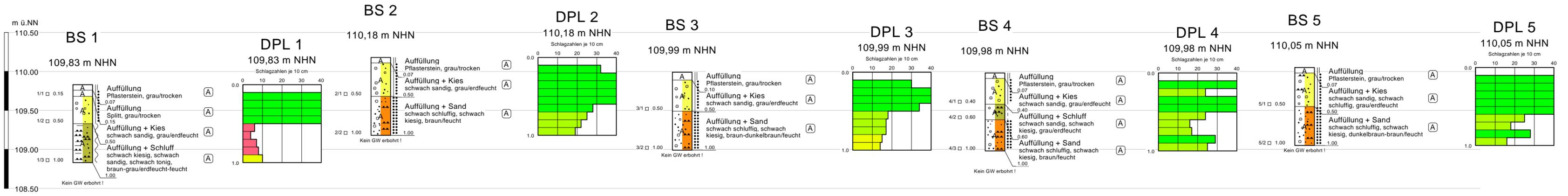


Lageplan

Maßnahme: Umgestaltung des Marktplatzes in 59269 Beckum	Bearb.-Nr. 160701
	Anlage: 1
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung - Auftraggeber: Stadt Beckum Weststraße 46 59269 Beckum	Blatt: 1
	Oktober 2016
	Klee/Schw M. 1 : 500

ANLAGE 2.1

Schichtendarstellung / Rammdiagramme



KLEEGRÄFE
 Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

Schichtendarstellung		
Maßnahme:	Umgestaltung des Marktplatzes	Bearb.-Nr.
	59269 Beckum	160701/1
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Anlage 2.1
		Geologe:
Auftraggeber:	Stadt Beckum	Herr Töpfer
	Weststraße 46	Datum:
	59269 Beckum	29.08.2016

A N L A G E 3.1 -3.3

**Korngrößenanalysen
(Kornsummenkurven)**

Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
 Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

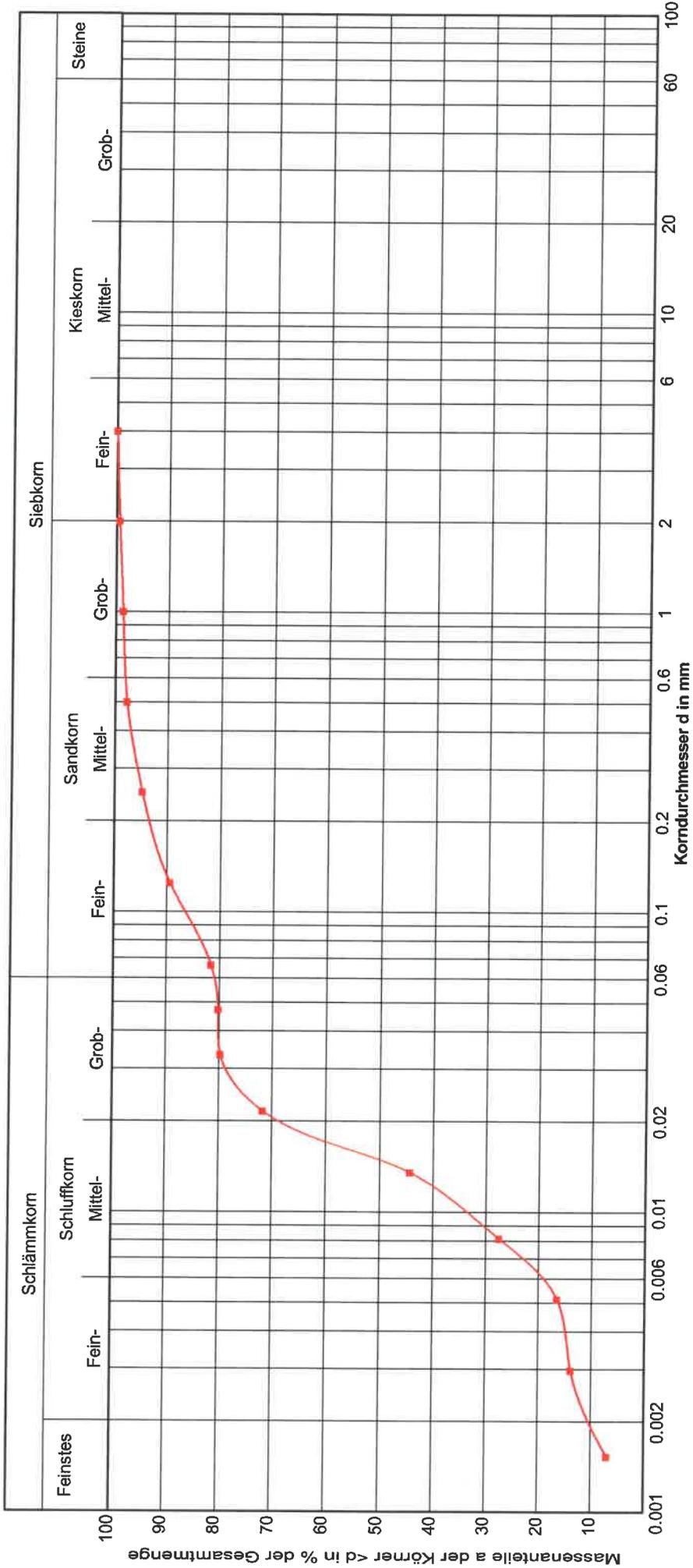
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum
 Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
 3
 Nr.:
 1

Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H ₂ O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]	k (Hazen) [m/s]	U (d ₆₀ /d ₁₀)	Cc	Bemerkungen
Probe 1/3	—	0.50 - 1.00 m	A Schluff, sandig, schw. tonig	26.0	2.670		9.0	2.3	kf-Wert (Mallet & Pasquant) < 1,0 x 10 ⁻⁷ m/s

Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
 Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

Korngrößenverteilung

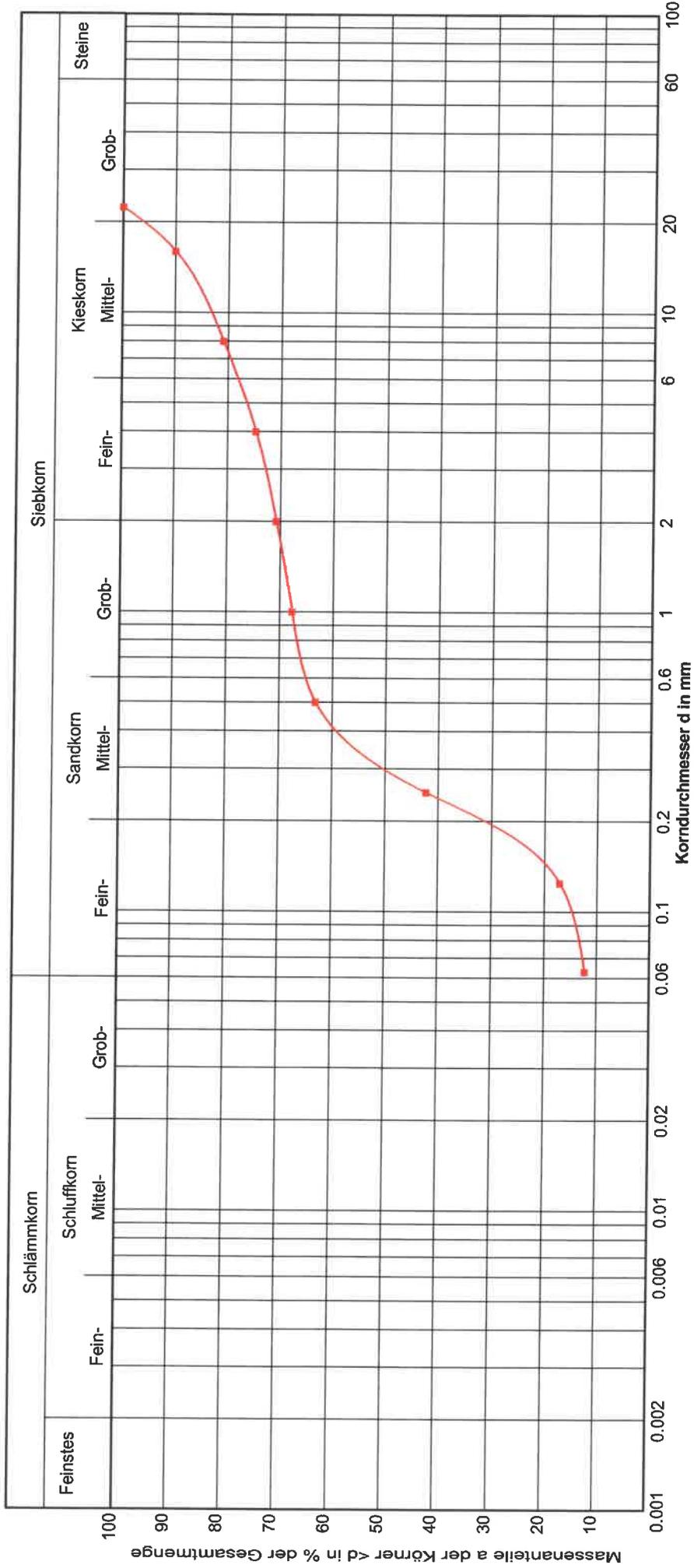
nach DIN 18123

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum
Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
3

Nr.:
2

Prüfung DIN 18123 - 5



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H ₂ O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]	k (Hazen) [m/s]	U (d ₆₀ /d ₁₀)	Cc	Bemerkungen
Probe 3/2	---	0.50 - 1.00 m	A Sand, kiesig, schw. bindig	9.4					kf-Wert (BEYER) < 1,0 x 10 ⁻⁵ m/s

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 3
 Tiefe : 0.50 - 1.00 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum

Datum : 29.08.2016

Probe : Probe 3/2

Person : Herr Töpfer

Bodenart : A Sand, kiesig, schw. bindig

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
56.0			
45.0			
31.5			
22.4			100.0
16.0	22.8	10.0	90.0
8.0	20.7	9.1	80.9
4.0	14.3	6.3	74.7
2.0	8.8	3.9	70.8
1.0	7.1	3.1	67.7
0.5	10.2	4.5	63.2
0.250	47.8	21.0	42.2
0.125	57.3	25.2	17.1
0.063	10.8	4.7	12.3
Schale	28.1	12.3	
Summe	228.0	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 16.09.2016
 Person : Herr Drilling
 Trockenmasse [g] : 228.0
 Größtkorn [mm] : 30.0
 Kornform : kantig, kubisch

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) < 1,0 x 10⁻⁵ m/s

Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
 Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

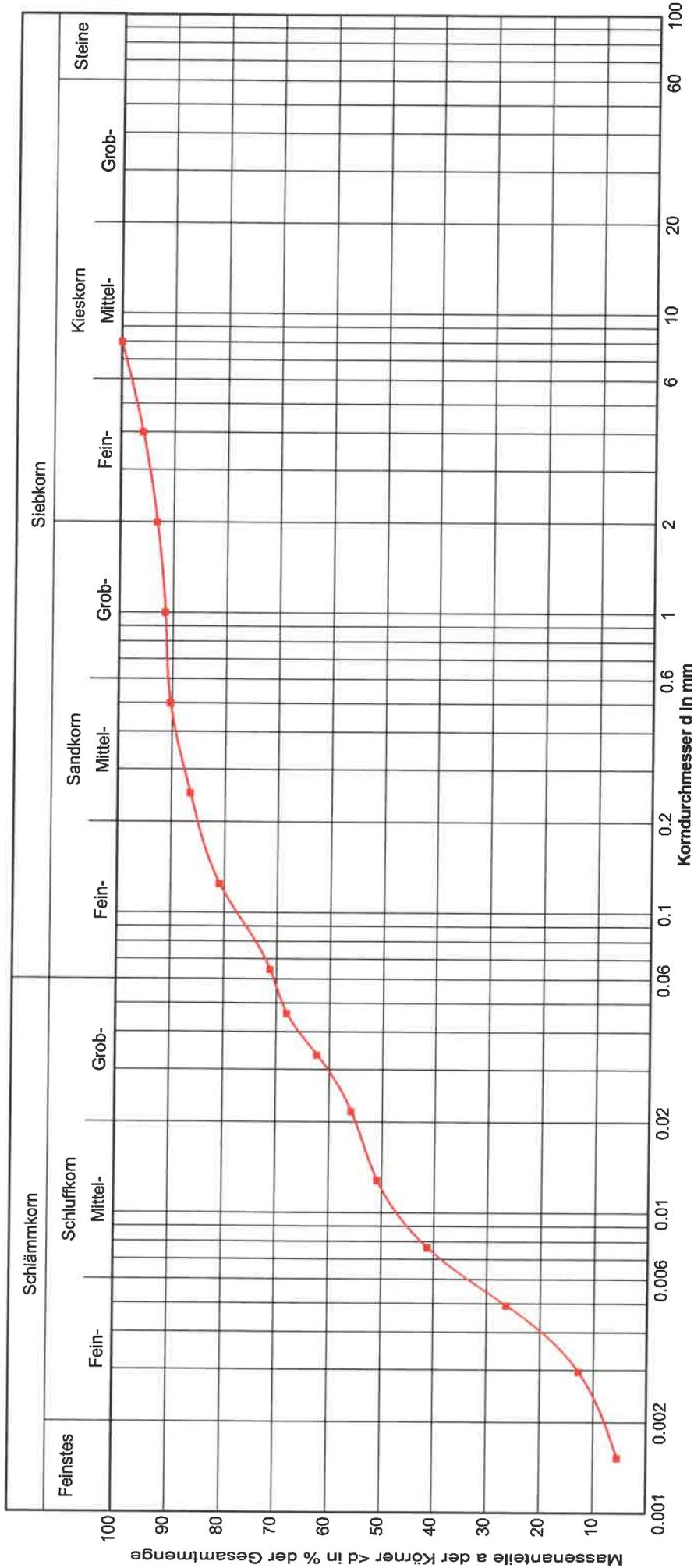
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum
 Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
 3
 Nr.:
 3

Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H ₂ O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]	k (Hazen) [m/s]	U (d ₆₀ /d ₁₀)	C _c	Bemerkungen
Probe 4/2		0.40 - 0.60 m	A Schluff, sandig, schw. tonig-keisig	4.1	2.670		12.6	0.4	kf-Wert (Mallet & Pasquant) < 1,0 x 10 ⁻⁷ m/s

Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
 Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

Korngrößenverteilung

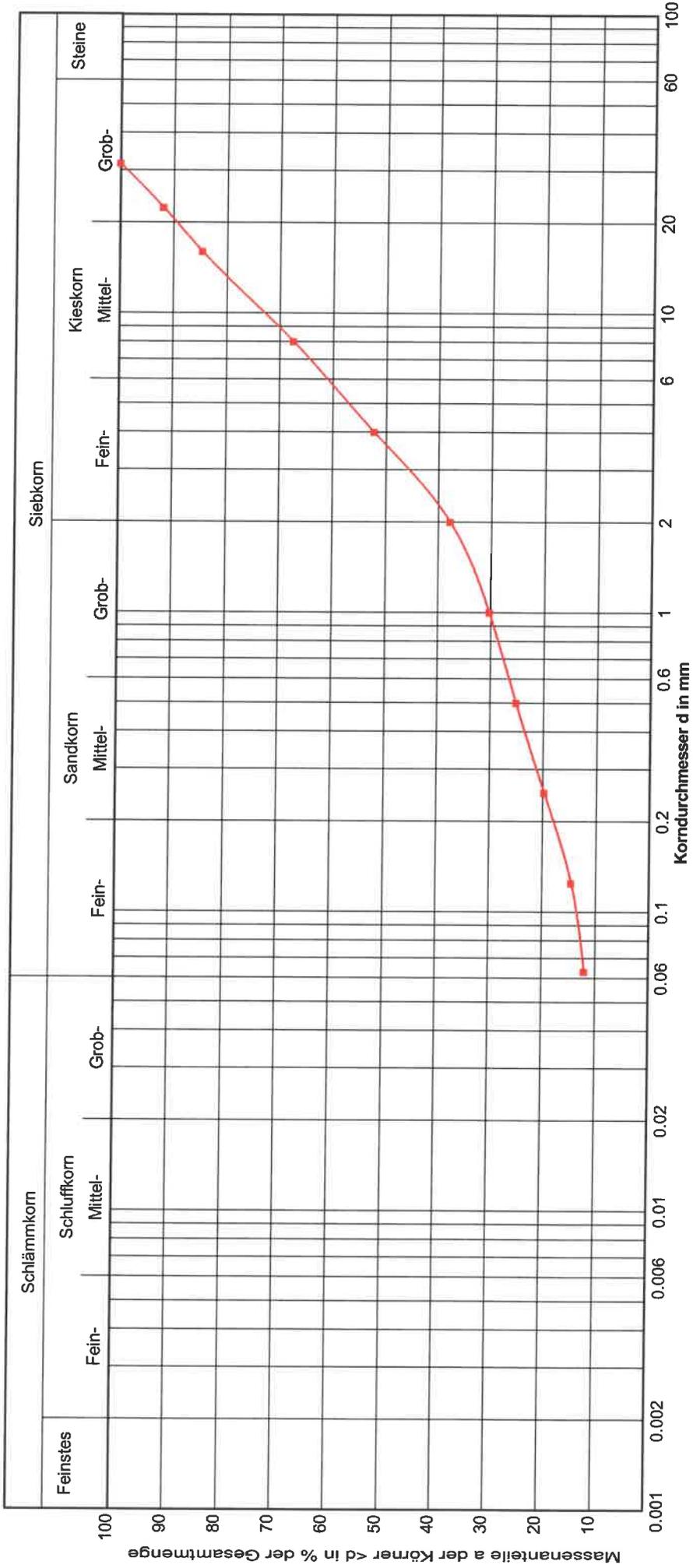
nach DIN 18123

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum
 Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
3

Nr.:
4

Prüfung DIN 18123 - 5



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H ₂ O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]	k (Hazen) [m/s]	U (d ₆₀ /d ₁₀)	C _c	Bemerkungen
MP Schotter 1	---	0.07 - 0.50 m (in Kläss. sandig, schw. bindig)							kf-Wert (BEYER) < 1,0 x 10 ⁻⁵ m/s

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 1 - BS 4
Tiefe : 0.07 - 0.50 m (min.-max.)
Art : gestörte Probe/Mischprobe

Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum

Datum : 29.08.2016

Probe : MP Schotter 1

Person : Herr Töpfer

Bodenart : A Kies, sandig, schw. bindig

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
56.0			
45.0			
31.5			100.0
22.4	139.0	8.1	91.9
16.0	125.0	7.3	84.7
8.0	296.4	17.2	67.5
4.0	261.8	15.2	52.3
2.0	248.5	14.4	37.8
1.0	128.6	7.5	30.4
0.5	89.9	5.2	25.1
0.250	92.3	5.4	19.8
0.125	89.6	5.2	14.6
0.063	43.6	2.5	12.0
Schale	207.4	12.0	
Summe	1722.0	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 08.09.2016
Person : Herr Drilling
Trockenmasse [g] : 1722.0
Größtkorn [mm] : 41.9
Kornform :

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) < 1,0 x 10⁻⁵ m/s

Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
 Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

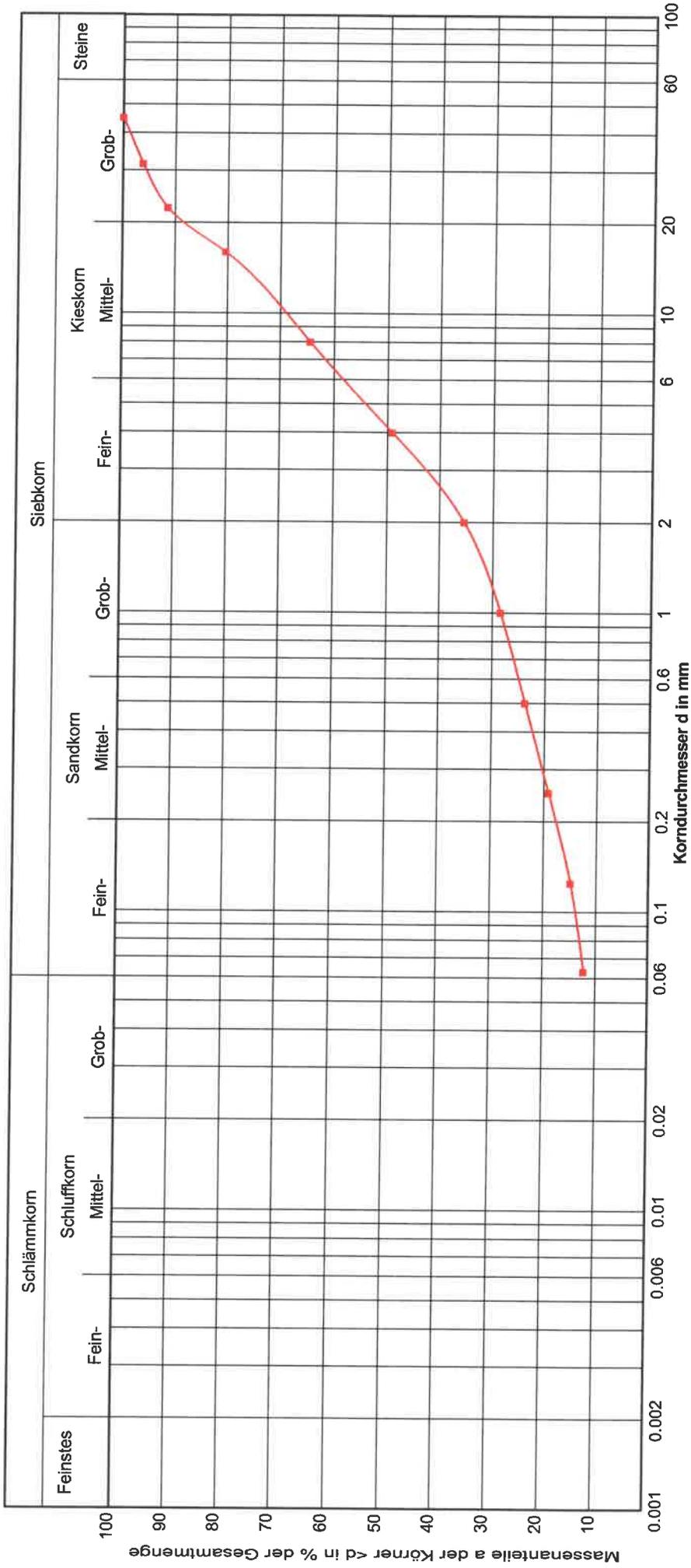
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum
 Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
 3
 Nr.:
 5

Prüfung DIN 18 123 - 5



Probe	Signatur	Enthnahmetiefe	Bodenart	H ₂ O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]	k (Hazen) [m/s]	U (d ₆₀ /d ₁₀)	Cc	Bemerkungen
MP Schotter 2		0.07 - 1.00 m	mittl. kiesig, sandig, schw. bindig						kf-Wert (BEYER) < 1,0 x 10 ⁻⁵ m/s

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 5 - BS 9
 Tiefe : 0.07 - 1.00 m (min.-max.)

Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum

Art : gestörte Probe

Probe : MP Schotter 2

Datum : 29.08.2016

Bodenart : A Kies, sandig, schw. bindig

Person : Herr Töpfer

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
56.0			
45.0			100.0
31.5	50.5	3.8	96.2
22.4	63.5	4.8	91.4
16.0	146.0	11.0	80.5
8.0	212.9	16.0	64.5
4.0	205.4	15.4	49.1
2.0	182.8	13.7	35.4
1.0	92.6	6.9	28.4
0.5	62.7	4.7	23.7
0.250	62.3	4.7	19.1
0.125	56.9	4.3	14.8
0.063	35.6	2.7	12.1
Schale	161.6	12.1	
Summe	1333.0	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 08.09.2016

Person : Herr Drilling

Trockenmasse [g] : 1333.0

Größtkorn [mm] : 42.1

Kornform :

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) < 1,0 x 10⁻⁵ m/s

ANLAGE 4.1 – 4.3
Wassergehaltsbestimmungen

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 1
 Tiefe : 0.50 - 1.00 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum

Datum : 29.08.2016

Probe : Probe 1/3

Person : Herr Töpfer

Bodenart : A Schluff, sandig, schw. tonig

Witterung :

Datum : 08.09.2016

Person : Herr Drilling

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	220.32		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	215.74		
Masse des Behälters	[g]	198.10		
Masse des Wassers	[g]	4.58		
Masse der trockenen Probe	[g]	17.64		
Wassergehalt	[%]	26.0		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] : 25.96

Bemerkungen :

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 3
 Tiefe : 0.50 - 1.00 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum

Datum : 29.08.2016

Probe : Probe 3/2

Person : Herr Töpfer

Bodenart : A Sand, kiesig, schw. bindig

Witterung :

Datum : 08.09.2016

Person : Herr Drilling

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	621.32		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	599.99		
Masse des Behälters	[g]	372.00		
Masse des Wassers	[g]	21.33		
Masse der trockenen Probe	[g]	227.99		
Wassergehalt	[%]	9.4		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] : 9.36

Bemerkungen :

Projekt: Umgestaltung des Marktplatzes in Beckum
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 4
 Tiefe : 0.40 - 0.60 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Stadt Beckum, Weststraße 46, 59269 Beckum

Datum : 29.08.2016

Probe : Probe 4/2

Person : Herr Töpfer

Bodenart : A Schluff, sandig, schw. tonig-kiesig

Witterung :

Datum : 08.09.2016

Person : Herr Drilling

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	236.58		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	235.77		
Masse des Behälters	[g]	216.19		
Masse des Wassers	[g]	0.81		
Masse der trockenen Probe	[g]	19.58		
Wassergehalt	[%]	4.1		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] : 4.14

Bemerkungen :

ANLAGE 5.1

Chemische Analysenergebnisse (Feststoff-Mischproben)

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 12.09.2016

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201620707

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 12.09.2016 - 15.09.2016

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Schotter

Herkunftsort Beckum, Marktplatz

Entnahmeort Beckum, Marktplatz

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		LAGA PN 98	1* Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4* Wen	
Probenvorbereitung	ja		DIN 19747	1* Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	3,78	%	DIN EN 14346	1* Wen	
Trockenrückstand (105°C)	96,2	%	DIN EN 14346	1* Wen	
Glühverlust (550°C)	1,22	%	DIN EN 15169	1* Wen	
Glührückstand (550°C)	98,8	%	DIN EN 15169	1* Wen	
TOC (TS)	<0,1	%	DIN EN 13137	1* Wen	E 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	
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	
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)	0,083	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	0,012	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)	2,05	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)	<10	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	
Zink (TS)	26,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	

Prüfbericht-Nr: **B1610270**

HuK Umweltlabor GmbH

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

Division: *Horn & Co. Analytics*

Auftraggeber 14491
KleeGräfe Geotechnik GmbH

Eingangsdatum 12.09.2016
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201620707

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 12.09.2016 - 15.09.2016

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr KleeGräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Schotter

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1* Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	9,19		DIN EN ISO 10523	1* Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	96	µS/cm	DIN EN 27888	1* Wen	
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1* Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	48	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)	2,30	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	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)	0,62	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	16,9	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 an ein akkreditiertes Labor
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 12.09.2016

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201620707

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 12.09.2016 - 15.09.2016

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Schotter

Endeinstufung LAGA Z0 - Boden (Bodenart Ton, 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					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	ja					
Feuchte (105°C)	3,78	%				
Trockenrückstand (105°C)	96,2	%				
Glühverlust (550°C)	1,22	%			3	3
Glührückstand (550°C)	98,8	%				
TOC (TS)	<0,1	%	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)	0,083	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,012	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)	2,05	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)	<10	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		

Prüfbericht-Nr: **B1610270**

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 12.09.2016

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201620707

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 12.09.2016 - 15.09.2016

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Schotter

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Zink (TS)	26,1	mg/kg	150	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	9,19		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	96	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	48	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)	2,30	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)	0,62	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	16,9	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 15.09.2016



ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

Prüfbericht-Nr: **B1610271**

HuK Umweltlabor GmbH

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

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Eingangsdatum 12.09.2016
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201620708

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 12.09.2016 - 15.09.2016

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Boden

Herkunftsort Beckum, Marktplatz

Entnahmeort Beckum, Marktplatz

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		LAGA PN 98	1* Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4* Wen	
Probenvorbereitung	ja		DIN 19747	1* Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	10,0	%	DIN EN 14346	1* Wen	
Trockenrückstand (105°C)	90	%	DIN EN 14346	1* Wen	
Glühverlust (550°C)	1,34	%	DIN EN 15169	1* Wen	
Glührückstand (550°C)	98,7	%	DIN EN 15169	1* Wen	
TOC (TS)	0,13	%	DIN EN 13137	1* Wen	E 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	
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	
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)	2,50	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)	<10	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	
Zink (TS)	16,0	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	

Prüfbericht-Nr: **B1610271**

HuK Umweltlabor GmbH

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

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Eingangsdatum 12.09.2016
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201620708

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 12.09.2016 - 15.09.2016

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Boden

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1* Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	8,66		DIN EN ISO 10523	1* Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	146	µS/cm	DIN EN 27888	1* Wen	
Wasserlöslicher Anteil	0,073	%	DIN 38409-1	1* Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	73	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)	21,5	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	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)	0,30	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	2,39	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 an ein akkreditiertes Labor
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

Prüfbericht-Nr: **B1610271**

HuK Umweltlabor GmbH

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

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Eingangsdatum 12.09.2016

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201620708

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 12.09.2016 - 15.09.2016

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Boden

Endeinstufung LAGA Z0 - Boden (Bodenart Ton, 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					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	ja					
Feuchte (105°C)	10,0	%				
Trockenrückstand (105°C)	90	%				
Glühverlust (550°C)	1,34	%			3	3
Glührückstand (550°C)	98,7	%				
TOC (TS)	0,13	%	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)	2,50	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)	<10	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		

Prüfbericht-Nr: **B1610271**

HuK Umweltlabor GmbH

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

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
KleeGräfe Geotechnik GmbH

Eingangsdatum 12.09.2016

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201620708

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 12.09.2016 - 15.09.2016

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr KleeGräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Boden

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Zink (TS)	16,0	mg/kg	150	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	8,66		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	146	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	0,073	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	73	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	2,95	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	21,5	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)	0,30	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	2,39	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 15.09.2016



ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

Prüfbericht-Nr: **B1613581**

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 21.11.2016

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201626380

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 21.11.2016 - 30.11.2016

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Pflastersteine

Herkunftsort BV Stadt Beckum, Untersuchung Pflastersteine

Entnahmeort BV Stadt Beckum, Untersuchung Pflastersteine

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Trockenrückstand (105°C)	97,9	%	DIN EN 14346	1* Wen	
Feuchte (105°C)	2,10	%	DIN EN 14346	1* Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1* Wen	
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1* Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	11,7		DIN EN ISO 10523	1* Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	1520	µS/cm	DIN EN 27888	1* Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	6,28	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	9,19	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Phenolindex (Eluat)	0,019	mg/L	DIN EN ISO 14402	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(VI) (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN 38405-24	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	
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 an ein akkreditiertes Labor
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

RCL I	RCL II	Einstufung
RCL I - Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau	RCL II - Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau	eingehalten
		eingehalten

Endeinstufung

RCL I - Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau

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

Prüfbericht-Nr: **B1613581**

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 21.11.2016

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201626380

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 21.11.2016 - 30.11.2016

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Pflastersteine

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	RCL I	RCL II
Trockenrückstand (105°C)	97,9	%		
Feuchte (105°C)	2,10	%		
EOX (TS)	<1	mg/kg	3	5
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	15	75
Elution mit dest. Wasser	ja			
pH-Wert (Eluat)	11,7		7 - 12,5	7 - 12,5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	1520	µS/cm	2000	3000
Chlorid-IC (Eluat)	6,28	mg/L	40	150
Sulfat-IC (Eluat)	9,19	mg/L	150	600
Phenolindex (Eluat)	0,019	mg/L	0,05	0,1
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,1
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,005	0,005
Chrom(VI) (Eluat)	<0,005	mg/L	0,03	0,05
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,1	0,2
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,03	0,1
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,2	0,4

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 30.11.2016



ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

ANLAGE 6.1
Fotodokumentation

Fotodokumentation

Seite 1

Anlage 6

Situation am 29.08.2016



Foto 1: Blickrichtung ~ S; Bereich der BS 1, BS 2 und BS 9 (Markierungen)

Situation am 29.08.2016



Foto 2: Blickrichtung ~ O; Bereich der BS 3 bis BS 9 (Markierungen)

Projekt:

*Umgestaltung des Marktplatzes in 59269 Beckum
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -*