

GUTACHTEN

Projekt: **Bebauung des Grundstücks**
Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
Gemarkung Elsen, Flur 1, Flst. 416, 417 ,418



- Baugrunderkundung / Gründungsberatung /
Altlastenuntersuchung / Gefährdungsabschätzung -

Auftraggeber: **Mühlen-Immobilien GmbH**
Stettiner Straße 48-50, 33106 Paderborn

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

Projekt-Nr.: **14 09 27**

Lippstadt, den 31. Oktober 2014

- INHALTSVERZEICHNIS -

1. <u>VORGANG / AUFGABENSTELLUNG / LAGE</u>	3
2. <u>UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u>	5
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	5
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	9
3. <u>VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES</u>	12
3.1 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (LABORVERSUCHE)	13
3.2 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (GELÄNDEVERSUCHE)	14
3.3 BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS	15
4. <u>INGENIEURGEOL. BEURTEILUNG DES BAUGRUNDINVENTARS</u>	20
4.1 BODENCHARAKTERISIERENDE LABORVERSUCHE	20
4.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5)	22
4.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	24
4.4 BODENKLASSEN / BODENGRUPPEN / FROSTKLASSEN	25
5. <u>CHEMISCHE UNTERSUCHUNG (AUSHUBMATERIAL)</u>	26
5.1 PROBENZUSAMMENSTELLUNG / BEWERTUNGSMAßSTAB	27
5.2 BEWERTUNG DER MISCHPROBE MP AUFFÜLLUNG NORD HALLE	28
5.3 BEWERTUNG DER MISCHPROBE MP AUFFÜLLUNG SÜD HALLE	28
5.4 UNTERSUCHUNG DER SCHWARZDECKENPROBE	29
5.5 UNTERSUCHUNG DER SCHOTTERPROBE DER BS 7	30
5.6 UNTERSUCHUNG UMFELD BS 8 / GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG	32
6. <u>INGENIEURGEOL. HINWEISGEBUNGEN ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u>	34
6.1 GEBÄUDEBAU / BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	35
6.1.1 NICHTUNTERKELLERUNG (STREIFENFUNDAMENTE AUF FLUVIATILSAND)	38
6.1.2 NICHTUNTERKELLERUNG (STREIFENFUNDAMENTE AUF FLUVIATILKIES)	43
6.1.3 NICHTUNTERKELLERUNG (BODENPLATTE AUF SCHOTTERPOLSTER)	47
6.1.4 MAßNAHMEN BEI UNTERKELLERUNG (PLATTENGRÜNDUNG)	52
6.2 STRAßENBAU	56
6.3 KANALBAU	59
7. <u>ANLAGEN</u>	66

1. Vorgang / Aufgabenstellung / Lage

Zukünftig ist die Bebauung des Grundstücks 'Am Mühlenteich 2-4' in 33106 Paderborn-Elsen vorgesehen (Gemarkung Elsen, Flur 1, Flurstück 416, 417, 418, Fläche insgesamt ca. 1,52 ha).

□ Büro Lippstadt
Holzstraße 212
59556 Lippstadt
Bauwirtschaft
Tel.: 02941/5404
Fax: 02941/93582
kleegraefe@t-online.de
www.kleegraefe.com

Aufgabe war die Durchführung einer hydrogeologischen Untersuchung über die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes und einer grundstücksbezogenen ingenieur-geologischen Baugrunderkundung hinsichtlich der Bebaubarkeit für die zu errichtenden Wohngebäude. Für die Erschließung ergehen Hinweisgebungen zum Straßenbau.

Ergänzend werden die Ergebnisse zur durchgeführten Altlastenuntersuchung und Gefährdungsabschätzung abgehandelt.

Das für den Rückbau der vorhandenen Gebäudesubstanz heranzuziehende Schadstoffkataster liegt in einer separaten Stellungnahme vor.

Die Mühlen-Immobilien GmbH (Stettiner Straße 48-50, 33106 Paderborn = AG) beauftragte über das Planungsbüro SCHMIDT & MENGERINGHAUSEN ARCHITEKTURGEMEINSCHAFT GMBH (Bahnhofstraße 33, 59939 Olsberg) das Fachbüro KLEEGRÄFE – GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt), mit den Untersuchungen sowie der Erstellung des Gutachtens. Für die Ausarbeitung steht ein Lageplan zur Verfügung (Variante 7, Stand 30.07.2014, Maßstab 1:500).

Ergänzend werden Ergebnisse eines Besprechungstermins vom 30.10.2014 berücksichtigt.

Die Lage der Bohrungen geht aus der Anlage 1.1 (Lageplan) hervor. Die Sondier- und Bohransatzpunkte wurden lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert. Als Höhenfestpunkt wurde die OK des Kanalbauwerkes Nr. 72080086 auf der Straße 'Am Mühlenteich' herangezogen (+99,83 m ü.NN; Position siehe Lageplan). Der Anlage 9.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

Lage: Das relevante Areal befindet sich im nordwestlichen Bereich des OT Elsen der Stadt Paderborn. Die zu untersuchende Fläche wird im Südwesten durch die Straße Am Mühlenteich und im Norden durch die Straße 'Elser Bruch' begrenzt. Südöstlich und nordwestlich grenzen bebaute Grundstücke an (Mischbebauung).

Morphologisch liegt die Fläche relativ eben vor und weist geringe Höhendifferenzen zwischen den Ansätzen von max. 0,82 m auf. Die Höhenkote bewegt sich um +100 m ü.NN (RSto-Frosteinwirkungszone I).

Vorflut: Etwa 40 m nördlich des Untersuchungsgebietes befindet sich der 'Nesthauser See' als eine in Abbau befindliche Kiesgrube. Etwa 120 m südwestlich des Areal verläuft der Bach 'Gunne'. Die Lippe als Hauptvorfluter des Großraumes verläuft etwa 650 m nordnordöstlich des untersuchten Grundstücks. Das gesamte Umfeld muss als Auenbereich mit ganzjährig geringen Grundwasser-Flurabständen angesehen werden. Das Areal ist außerhalb von ausgewiesenen oder geplanten Heilquellen- oder Trinkwasserschutzzonen gelegen. Der nördliche Teil des Grundstücks ist als Überschwemmungsgebiet für das Extremhochwasser (HQ_{Extrem}, seltener als alle 100 Jahre auftretend).

Gelände (15.10. - 17.10.2014)	- Rammkernsondierungen (Ø 60 - 40 mm)	24 Stück
	- Diamant-Kernbohrungen (Ø 80 mm)	15 Stück
	- Einmessung in Höhe und Lage	24 Stück
	- Leichte Rammsondierungen (DPL-5)	24 Stück
	- Versickerungsversuche (Auffüllversuche)	3 Stück
	- Errichtung einer Grundwassermessstelle DN 50	1 Stück
	- Entnahme einer Grundwasserprobe	1 Stück
Bodenmechanisches Labor	- Korngrößenanalysen (DIN 18 123)	6 Stück
	- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121)	6 Stück
	- Glühverlustbestimmungen (DIN 18 128)	2 Stück
Chemisches Labor	- Summe Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole (Σ BTEX)	1 Stück
	- KW-Index	3 Stück
	- leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe	3 Stück
	- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	4 Stück
	- Phenolindex	3 Stück
	- Parameterumfang LAGA _{Boden} / TR-Boden	2 Stück
	- Schwermetalle n.KVO (zzgl. Arsen)	3 Stück
- Betonaggressivität von Grundwasser	1 Stück	

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

Erdbebenzone/Gefährdungspotenziale: Nach der 'Karte der Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland, hier: NRW (1:350 000, Geologischer Dienst NRW, 2006) ist das Arbeitsgebiet in einem 'Gebiet außerhalb von Erdbebenzonen' gelegen.

Das Online-Fachinformationssystem 'Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW' des Geologischen Dienstes NRW gibt für die von der Maßnahme betroffenen Planquadrate keine besonderen Gefährdungspotenziale an.

Vornutzung: Das Areal ist zur Zeit mit einem Gewerbehallenkomplex im Norden und Osten bestanden (Nutzung bis 2002 ehem. Fa. SCA PACKAGING bzw. Vorläuferfirmen). Etwa mittig verläuft eine schwarzdeckenversiegelte Zufahrt. Im westlichen Teil des Grundstücks befindet sich ein Wohngebäude mit Pool und Zierteich. Verdachtsmomente auf Bodenbelastungen existieren zumindest für einen Teilbereich des zuvor gewerblich genutzten Areals.

vorangegangene Sanierungstätigkeiten: Im Zuge des Rückbaus von Farbbehältern wurden Anfang 2003 Untergrundverunreinigungen festgestellt, die unter fremdgutachterlicher Begleitung bis April 2003 größtenteils beseitigt wurden (~ Umfeld aktuelle BS 8a/b/c). Hierzu besteht der Bericht des 'Chemischen Untersuchungsamtes des Kreises Paderborn'. Das Grundstück wurde mit Schreiben des Kreises Paderborn vom 12.08.2003 in das Altlastenkataster des Kreises Paderborn aufgenommen. Bei zukünftigen Baumaßnahmen sollen die verbliebenen Restauffälligkeiten nach behördlicher Vorgabe unter gutachterlicher Begleitung entfernt werden.

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

Die in diesem Gutachten gemachten Angaben sind ausschließlich projektbezogen zu verwenden.

2. Untergrunderschließung

2.1 Untergrundschichtung / Geologie

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 - 2.4).

Die Sondierungen stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher kann an anderen Stellen ein von den unten gemachten Angaben abweichender Untergrundaufbau vorliegen.

Obwohl aufgrund des verwendeten Sondendurchmessers nicht erbohrt, muss aufgrund der eiszeitlichen Beeinflussung des Gebietes mit Material in Stein- und ggf. Blockkorngröße innerhalb der gesamten anthropogenen und geogenen Ablagerungen gerechnet werden ('verlorene Geschiebe' und Geschiebe/Findlinge in-situ).

BS	Ansatz	Auffüllungen			Geogenböden			Grund- Wasser	End- teufe
		Versie- gelung	Mutter- boden	sonstige	Fluv.-Sand	Fluv.- Schluff	Fluv.- Kies		
1	+99,95	-	-0,20	0,20-0,60 (Sand) 0,60-0,75 (Schluff)	0,75-1,30 (Mubo) 1,30-1,80	1,80-2,20	ab 2,20	1,95 = +98,00	5,00
2	+100,13	-	-0,40	0,40-0,70 (Schluff) 0,70-0,90 (Sand) 0,90-1,00 (Steine) 1,00-1,30 (Schluff)	1,50-1,80	1,30-1,50 (Mubo) 1,80-1,95 (Mubo) 1,95-2,40	ab 2,40	1,98 = +98,15	5,00
3	+99,93	-0,08 (SD)	-	0,08-0,60 (Kies)	1,25-1,90 1,90-1,98 (Torf)	0,60-0,80 (Mubo) 0,80-1,25 1,98-2,35	ab 2,35	1,88 = +98,05	5,00
4	+99,99	-	-0,70	0,70-1,60 (Schluff)	1,60-2,00	2,00-2,30	ab 2,30	1,80 = +98,19	5,00
5	+100,12	-	-0,40	0,40-1,30 (Schluff)	1,30-1,90	1,90-2,30	ab 2,30	2,03 = +98,09	5,00
6	+100,16	-	-0,40	0,40-0,95 (Kies)	1,20-2,10	0,95-1,20 (Mubo) 2,10-2,35	ab 2,35	2,02 = +98,14	5,00
7	+100,01	-0,03 (SD)	-	0,03-0,45 (Kies)	0,45-0,80 (Mubo) 1,00-2,00	0,80-1,00 2,00-2,20	ab 2,20	1,98 = +98,03	5,00
8	+99,99	-0,02 (SD) 0,02-0,18 (Beton)	-	0,18-0,80 (Schluff)	0,80-1,10 (Mubo) 1,10-1,80	-	ab 1,80	(1,02 = +98,97)	5,00

Tabelle 2a: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse; Angaben in m u.GOK/ m ü.NN

SD = Schwarzdecke; Mubo = Mutterboden

Klammerwerte: Bohrlochzusammenfall

rot: materialspezifisch auffällig; pink: organoleptisch auffällig

BS	Ansatz	Auffüllungen			Geogenböden			Grund- Wasser	End- teufe
		Versie- gelung	Mutter- boden	sonstige	Fluv.-Sand	Fluv.- Schluff	Fluv.- Kies		
9	+99,99	-0,02 (SD) 0,02-0,19 (Beton)	-	0,19-0,60 (Sand)	0,85-1,15 (Mubo) 1,15-2,00	0,60-0,85	ab 2,00	1,96 = +98,03	5,00
10	+99,98	-0,03 (SD) 0,03-0,19 (Beton)	-	0,19-0,25 (Sand) 0,25-0,45 (Schluff)	0,45-1,80	1,80-2,00 (Ton) 2,00-2,25	ab 2,25	(1,20 = +98,78)	5,00
11	+100,03	-0,12 (SD)	-	0,12-0,70 (Kies) 0,70-0,85 (Schluff)	1,00-1,60	0,85-1,00 (Mubo) 1,60-2,20	ab 2,20	1,93 = +98,10	5,00
12	+100,01	-	-0,30	0,30-0,90 (Schluff)	0,90-1,20 (Mubo) 1,50-2,00	1,20-1,50 2,00-3,00	ab 3,00	1,99 = +98,02	5,00
13	+100,06	-	-0,30	0,30-0,80 (Sand)	1,05-2,00	0,80-1,05 (Mubo) 2,00-2,30	ab 2,30	2,18 = +97,88	5,00
14	+99,69	-	-0,90	0,90-1,10 (Schluff)	1,10-1,80 (Mubo)	1,80-2,20	ab 2,20	1,79 = +97,90	5,00
15	+99,78	-	-0,40	0,40-1,20 (Schluff)	1,20-2,10	2,10-2,25	ab 2,25	1,94 = +97,84	5,00
16	+99,91	-0,12 (SD)	-	0,12-0,65 (Kies) 0,65-0,85 (Schluff)		0,85-1,50 (Mubo) 1,50-2,20	ab 2,20	1,99 = +97,92	5,00

Tabelle 2b: Ergebnisse der Untergroundaufschlüsse; Angaben in m u.GOK/ m ü.NN
SD = Schwarzdecke; Mubo = Mutterboden
Klammerwerte: Bohrlochzusammenfall
rot: materialspezifisch auffällig

BS	Ansatz	Auffüllungen			Geogenböden			Grundwasser	Endteufe
		Versiegelung	Mutterboden	sonstige	Fluv.-Sand	Fluv.-Schluff	Fluv.-Kies		
17	+99,99	-0,02 (Estrich) 0,02-0,19 (Beton)	-	0,19-1,10 (Sand)	1,10-1,80 (Mubo)	-	ab 1,80	1,94 = +98,05	5,00
18	+99,99	-0,04 (Estrich) 0,04-0,13 (Beton)	-	0,13-0,50 (Sand)	0,50-1,80	1,80-2,25	ab 2,25	1,96 = +98,03	5,00
19	+99,99	-0,03 (SD) 0,03-0,20 (Beton)	0,20-0,70 0,90-1,10	0,70-0,90 (Kies)	1,10-2,00	2,00-2,25	ab 2,25	2,50 = +97,49	5,00
20	+99,99	-0,03 (SD) 0,03-0,21 (Beton)	-	0,21-0,45 (Sand) 0,45-1,00 (Kies)	1,00-1,40 (Mubo)	1,40-1,90	ab 1,90	(1,35 = +98,64)	5,00
21	+99,99	-0,03 (SD) 0,03-0,21 (Beton)	-	0,21-0,50 (Sand) 0,50-1,00 (Kies)	1,55-1,90	1,00-1,40 1,40-1,55 (Mubo) 1,90-2,05	ab 2,05	2,08 = +97,91	5,00
22	+99,69	-	-0,20	0,20-0,60 (Kies) 0,60-1,80 (Sand)	-	1,80-2,40	ab 2,40	1,86 = +97,83	5,00
23	+100,51	-	-0,55	0,55-1,30 (Schluff)	2,10-2,35	1,30-2,10 2,35-3,90	ab 3,90	2,50 = +98,01	5,00
24	+99,89		-0,35	0,35-1,20 (Schluff)	1,20-2,80	-	ab 2,80	1,88 = +98,01	5,00

Tabelle 2c: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse; Angaben in m u.GOK/ m ü.NN
SD = Schwarzdecke; Mubo = Mutterboden
Klammerwerte: Bohrlochzusammenfall

Geologie: Das Festgestein (Tonmergelstein der Oberkreide, Santon-Stufe) wurde bis zu den jeweiligen Endteufen nicht erbohrt. Die tieferen Kiesablagerungen werden der weichselzeitlichen 'Niederterrasse' zugeordnet. Die oberflächennah anstehenden Lehme werden als Hochflutlehme interpretiert. Die zuoberst angetroffenen Sande und organischen Bildungen werden dem holozänen Quartär zugeordnet.

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Die angetroffenen Grundwasserstände stellen keine Hoch- oder Maximalstände dar. In niederschlagsintensiveren Perioden ist mit einem geringeren Grundwasser-Flurabstand zu rechnen.

Nach Bohrende konnte in der Mehrzahl der Bohrungen Grundwasser direkt angetroffen werden. In einem anderen Teil der Bohrungen erfolgte nach Sondenziehung ein Bohrlochzusammenfall, der bei den vorliegenden Böden nicht notwendigerweise die Oberfläche des Grundwasserspiegels wiedergibt. Diese Bohrungen werden daher nicht weiter betrachtet.

Im Mittel wurde damit Grundwasser mit einem Flurabstand von 2,01 m (mittlere Höhenkote = +97,99 m ü.NN) angetroffen.

Die Bohrung BS 4 wurde nach Abschluss der Bohrarbeiten zu einer permanenten Grundwassermessstelle DN 50 (2") ausgebaut. Das Grundwasserschwankungspotenzial sollte in dieser Messstelle über einen längeren Zeitraum durch Abstichmessungen präzisierend bestimmt werden.

Hier erfolgte am 28.10.2014 eine erste Abstichmessung, die einen Flurabstand von 1,88 m u.GOK bzw. eine Höhenkote von +98,11 m ü.NN und somit einen minimalen GW-Rückgang gegenüber den Verhältnissen während der Geländeuntersuchungen erbrachte.

Am selben Tag wurde der Wasserstand im Nesthauser See mit +96,87 ü.NN, also rund 1,1 m tiefer als im Mittel des Untersuchungsgebietes festgestellt. Somit kann grundsätzlich ein Potenzialgefälle in Richtung des Sees postuliert werden, welches offenbar aber keine Auswirkung auf die Gesamtheit des Untersuchungsgebietes hat. Eine eindeutig auf den See gerichtete Grundwasserströmung liegt damit nicht vor. Auch kann insgesamt keine klar definierte GW-Strömungsrichtung angegeben werden.

Die im Untergrund verbreitet vorliegenden Sande und Kiese führen kein nennenswertes Staunässepotenzial. Dies gilt auch für Auffüllungen der entsprechenden Kornzusam-

mensetzung. Demgegenüber muss auf vorhandenen Füll- und Fluviatilschluffen von einem mäßigen bis deutlichen Staunässepotenzial ausgegangen werden.

Die Baugrundgüte und damit der bautechnische Gründungsaufwand dieser bindigen Böden hängen in erheblichem Maße von dem Grad der Durchfeuchtung ab. Zudem kann oberhalb von stauenden Schichten Schichtwasser anfallen.

Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen um eine zeitliche Momentaufnahme handelt. Langfristige Messdaten liegen in begrenztem Umfang vor. Hierzu werden aus dem ELWAS WEB-System des LANUV bereitstehende Daten der im unmittelbaren Nahbereich befindlichen Messstelle Nr. '021184100 – OL 126 Nesthausen' herangezogen (Standort: unmittelbar östlich des Grundstücks an der Straße 'Elser Bruch').

Lage (projektbezogen)	ca. 50 m östlich Arbeitsgebiet (Bereich Elser Bruch)	
Rechtswert / Hochwert	R 3477866 / H 5734738	
Messstellen-Nr. (LGD-Nr.)	021184100	
Name, Bezeichnung	'OL 126 Nesthausen'	
Eigentümer / Betreiber	Land NRW	
Art	GW-Messstelle	
Errichtung	01.10.1996	
GOK (Geländehöhe)	+99,57 NHN	
Messturnus / Lotung / Zeitraum	~ monatlich (ges. 199 Messungen)	
Hauptwerte (Grundwasser)	min.	+97,50 m ü.NN (06.07.2011)
	max.	+98,75 m ü.NN (08.01.2003)
	Schwankung	1,25 m
Hinweis: aktueller GW-Stand Baufelder	i.M. +97,99 m ü.NN (15.-17.10.2014)	

Tabelle 3: Kenndaten und Hauptwerte der nahegelegenen Grundwassermessstelle

Die dortige Geländehöhe liegt geringfügig tiefer als das mittlere Gelände des Untersuchungsgebietes, weshalb primär die NN-Höhen des Grundwasserspiegels betrachtet werden und die Flurabstände entsprechend rückgerechnet werden.

Der Bemessungswasserstand sollte die Grundlage für die Standortauswahl und Art von Versickerungsmöglichkeiten bzw. notwendiger Anpassung der Geländehöhe zur Realisierung von Versickerungsmöglichkeiten darstellen.

Hiernach muss mit einem Grundwasseranstieg bis ca. 98,75 m ü.NN gerechnet werden. Im Bereich der o.g. Messstelle entspricht dies einem Flurabstand von nur 0,66 m.

Bei Auswertung der zur Verfügung stehenden Daten kann der Bemessungswasserstand somit auf ein Maß von ca. 1,25 m unterhalb der mittleren aktuellen GOK festgelegt werden, was der vorgenannten Höhenkote von ca. +98,75 m ü.NN entspricht.

Dies entspricht einem Anstiegspotenzial von etwa 0,75 m gegenüber den Verhältnissen an den Untersuchungstagen, was in niederschlagsintensiven Jahreszeiten realistisch erscheint.

Fazit: Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand wird eine Grundwasserbeeinflussung herkömmlicher Fundamente bei nichtunterkellerten Bauwerken nicht erwartet. Unterkellerungen werden hingegen einer +/- permanenten Grundwasserbeeinflussung unterliegen, die entsprechende Abdichtungsmaßnahmen erforderlich machen wird. Eine Grundwasserbeeinflussung von Bodenplatten bei nicht unterkellerten Gebäuden wird – insbesondere bei einer Heraushebung gegenüber dem Urgelände – ausgeschlossen.

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden k_f -Werte ('Durchlässigkeitsbeiwerte') können für die erfassten relevanten Bodenschichten wie folgt abgeschätzt werden.

Bodenart	k_f -Wert in m/s
<u>- Füllkies / Schotterung / Fluvialtkies:</u>	
Kies, schwach sandig, schwach schluffig.....	$10^{-4} - 10^{-6}$
<u>- Fluvialtsand ('Flußablagerungen'):</u>	
Fein-/Mittelsand.....	$10^{-3} - 10^{-4}$
<u>- Füllschluff / Fluvialtschluff (Auenlehm):</u>	
Schluff, (schwach) tonig, (schwach) sandig, schwach kiesig	$10^{-7} - 10^{-9}$

**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

Allgemeine Merkmale des Wassers / Betonaggressivität: Der Grundwassermessstelle der BS/GWM 4 wurde am 15.10.2014 fachgerecht eine Grundwasserprobe entnommen, welche hinsichtlich der allgemeinen Beurteilung sowie im Hinblick auf ihre betonangreifende Wirkung nach DIN 4030 untersucht wurde. Die Analysen erfolgten durch das die notwendigen Zulassungen besitzende Chemielabor *HuK - Umweltlabor GmbH*, Wenden. Das Probenahmeprotokoll ist der Anlage 8.1 und die Analyseergebnisse sind der Anlage 8.2 zu entnehmen.

Endeinstufung: Es liegt ein nicht betonaggressives Wasser vor. Die Konzentrationen der betonaggressiven Stoffe werden nach DIN 4030 als '*nicht angreifend*' charakterisiert.

3. Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Es ist aufgrund § 51a LWG vorgesehen, das anfallende Niederschlagswasser - bei Eignung der Böden sowie der wasserrechtlichen Bestimmungen - im Untergrund versickern zu lassen. Aufgrund der Größe dieses Gebietes sowie der noch nicht vorliegenden Detailplanungen dienen diese Untersuchungen der überschlägigen Ermittlung des Versickerungspotenzials. Betreffende Untersuchung besitzt somit einen orientierenden Charakter und bedarf bei konkreten Bauvorhaben einer Detailüberprüfung/-dimensionierung.

Die Hinweisgebungen, Untersuchungen und die Bewertung des ermittelten Versickerungspotenzials sowie die Anlagendimensionierung erfolgen in enger Anlehnung an folgende aktuelle Regelwerke, Verwaltungsvorschriften, Software und Plandaten:

- *DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138 'Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser' (Ausgabe: April 2005).*
- *'Wasserrundbrief 3 - Niederschlagswasserversickerung' [RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung u. Landwirtschaft vom 18. Mai 1998 (IV B 5 – 673/2-29010 / IV B 6 – 031 002 0901) zur Durchführung des § 51a des Landeswassergesetzes LWG für das Land Nordrhein-Westfalen vom 4. Juli 1979 (GV.NW. S. 488) in der Neufassung vom 25. Juni 1995 (GV. NW. S. 926/SGV NW. 77)].*
- *Software zur Anlagendimensionierung: DWA / ATV – Versickerungsexpert, Software zum Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser), Version 4.0/2006.*
- *KOSTRA-DWD 2000 (Version 2.2.1).*

3.1 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Laborversuche)

Es wurden fünf Korngrößenanalysen (Siebanalysen) an den untergrundprägenden bzw. versickerungsrelevanten Böden durchgeführt (Proben 1/7, 5/3, 9/5, 13/4, 16/5 und 22/6). In der Anlage 3.1-3.6 sind die Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt. Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle 5 (siehe Kapitel 4.1) aufgeführt.

Als wichtigstes Ergebnis ist das prägende Vorhandensein nicht bindiger (sandiger) Komponenten zu nennen, welche den Charakter dieses Materials bestimmen. Der Sand (Proben 5/3, 13/4) weist eine ausgeprägte Homogenität und Engständigkeit auf und ist als schwach feinsandiger Mittelsand zu bezeichnen.

Der Kies (Proben 1/7 und 22/6) ist als jeweils schwach verlehmted Kies-Sand-Gemisch bzw. sandiger Kies zu beschreiben. Örtlich liegen bindige Sande vor (Probe 9/5). Der Fluviatilschluff der Probe 16/5 stellt sich als stark sandiger, bindiger Boden dar.

Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) nach BEYER sowie HAZEN ergeben für den untersuchten Fluviatilsand und den Fluviatilkies meist Durchlässigkeiten der Größenordnung von $k_f = 10^{-3} - 10^{-5}$ m/s (DIN 18 130: 'stark durchlässig' bis 'durchlässig').

Die Fluviatilsande und -kiese führen kein relevantes Staunässepotenzial bzw. besitzen im Umkehrschluss eine gute theoretische Versickerungseignung.

Im Gegensatz dazu ergeben sich Durchlässigkeiten nach MALLET & PACQUANT für den untersuchten Fluviatilschluff in der Größenordnung von $k_f < 10^{-7}$ m/s (DIN 18 130: 'gering durchlässig').

Hier liegt ein deutliches Staunässepotenzial bzw. eine entsprechend geringe Versickerungseignung vor. Es ist zu beachten, dass die Schluffe im Untersuchungsgebiet horizontal wie vertikal nicht gleichmäßig verteilt sind. Somit können sich im Untergrund Stauwasserhorizonte ergeben, die eine effektive Ableitung eingegebener Wässer behindern.

3.2 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Geländeversuche)

Die Auswertung der Auffüllversuche über der Grundwasseroberfläche erfolgt - bei einer quantitativ feststellbaren Versickerung - nach der Formel des "US Departments of the Interior Bureau of Reclamation Design of small Dams (1960: 144)".

Durchführung der Versickerungsversuche im Gelände: Die Versickerungsversuche wurden als Auffüllversuche durchgeführt. Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde nach der Formel für den zylindrischen Strömungsbereich berechnet. Für die Durchführung der Versickerungsversuche wurden die Bohrlöcher der Bohrungen BS 4, BS 13 und BS 19 verwendet. Als versickerungsrelevant wurde der oberflächennahe Profilbereich herangezogen.

Als erster Schritt des Versickerungsversuchs erfolgte eine Wässerung des Bohrlochprofils zwecks Sättigung des Bodenaufbaus. Im Anschluss erfolgte eine Wassersäulenfestlegung. Darauf wird die Wasserzugabe pro Zeiteinheit gemessen, welche zur Konstanthaltung dieser o.g. definierten Wassersäulenhöhe benötigt wird.

Hinzuweisen sei darauf, dass die Versickerungsversuche auf der GW-Spiegelfläche durchgeführt wurden, was zulässig ist, solange ausschließlich die Durchlässigkeit der oberhalb der GW-Spiegelfläche befindlichen Profilbereiche bestimmt wird.

Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in der Anlage 6.1 (Versickerungsversuche im Gelände) sowie in der folgenden Tabelle 4 dargestellt.

Bohrloch	Gültigkeitsbereich	Versick.-Medium	Versuch 1 (k _f in m/s)	Versuch 1 (k _f in m/s)	Bewertung DIN 18 130
BS 4	1,00-1,80 m	Füllschluff + Fluv.-Sand	9 * 10 ⁻⁵	8 * 10 ⁻⁵	'durchlässig'
BS 13	1,00-1,20 m	Fluv.-Sand + Fluv.-Schluff	1 * 10 ⁻⁵	1 * 10 ⁻⁵	
BS 19	1,00-1,60 m	Fluv.-Sand + Fluv.-Schluff	2 * 10 ⁻⁵	2 * 10 ⁻⁵	

Tabelle 4: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (Geländeversuche)

3.3 Bewertung des Versickerungspotenzials

- Materialspezifische Bewertung: Die Versickerungsversuche belegen Durchlässigkeiten auf einem mittelhohen Niveau. Sie bewegen sich weitgehend im Bereich von $k_f = 1 \cdot 10^{-5} - 9 \cdot 10^{-5}$ m/s. Die abschließende Korrelation der Geländedaten mit den Korngrößenanalysen muss noch erfolgen. Hierbei handelt es sich um deutliche Durchlässigkeiten im wasserrechtlich zulässigen Bereich.

Der Untergrund weist eine materialspezifische Versickerungszulässigkeit auf. Materialspezifisch ist eine Versickerung innerhalb des Arealis möglich und zulässig.

- Grundwasserrelevante Faktoren: Es sollte aus hydrogeologischen, umweltgeologischen und wasserrechtlichen Aspekten ein Mindestabstand des tiefstgelegenen Bestandteils einer Versickerungsanlage zum höchstgelegenen Grundwasserstand (= geringster Flurabstand) von 1 m nicht unterschritten werden. Dies fordert der o.g. Runderlass des Umweltministeriums vom 18.05.1998. Genannter Mindestabstand wird ebenfalls in dem grundlegenden Regelwerk der DWA-Regelwerk A 138 empfohlen.

Bei den Geländeaufnahmen wurde Grundwasser mit einem Flurabstand von i.M. 2,01 m angetroffen (+97,99 m ü.NN, Stand: 15.10. - 17.10.2014).

Als Bemessungswasserstand sollte ein Wert von 1,25 m unter aktueller GOK bzw. +98,75 m ü.NN angesetzt werden.

Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand sowie bei Beachtung der Hinweissgebungen (s.u.) können ausschließlich 'flache' Versickerungsanlagen wie Muldenversickerungen errichtet werden.

In Anlage 2.5 findet sich eine Schnittdarstellung, in der beispielhaft die o.g. relevanten Höhen und der geforderte Mindestabstand skizziert sind. Es wird deutlich, dass ohne eine gewisse Mindestaufhöhung des Geländes, auch die Realisierung 'flacher' Versickerungsanlagen schwierig ist.

Tiefreichende Anlagenformen wie Schächte und Rigolen sind nicht zulässig.

- Bodengenese: Bei den oberflächennah anstehenden versickerungsrelevanten Böden handelt es sich nicht durchgängig um unauffällige Böden. Schadstoffmobilisierungen können demnach nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

An potenziellen Versickerungsanlagenstandorten wäre somit vorlaufend die Unbedenklichkeit einer Wässereinleitung durch entsprechende chemische Untersuchungen der Füllböden nachzuweisen (analytischer Aufwand).

Alternativ sind sämtliche Füllböden aus dem Bereich einer Versickerungsanlage und im Sickerbereich zu entfernen und durch nachweislich wasserrechtlich unbedenkliches (geogenes) Füllmaterial zu ersetzen (bautechnischer Aufwand).

Ausschließlich innerhalb der gewachsenen Böden ist - nach Abschluss örtlich noch ausstehender Sanierungsmaßnahmen - von keinem Auswaschungspotenzial auszugehen.

- Flächenverbrauch: Gegenüber den in den Versickerungsversuchen festgestellten Durchlässigkeitsbeiwerten muss für den späteren dauerhaften Bauzustand von verminderten Rechenwerten ausgegangen werden (verbindliche Sicherheitsabschläge). Hieraus ergeben sich vergleichsweise große bereitzustellende Flächen für die Versickerungsanlage, die für andere Nutzungen nicht mehr zur Verfügung stehen (Verkehrsräume und Wohngrundstücke).

- Orientierende Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach DWA / ATV: Es erfolgt eine hypothetische Muldendimensionierung für eine Einzugsgebietsfläche von $A_E = 170 \text{ m}^2$, die davon ausgeht, dass vorab geeignete Rahmenbedingungen für eine Versickerung geschaffen worden sind (z.B. durch Flächenaufhöhung; Vorgabe A_E : 120 m^2 Gebäude + 30 m^2 Zufahrt + 20 m^2 Terrasse = 170 m^2 ; mittlerer Abflussbeiwert $\psi_m = 0,9$; $A_u = 153 \text{ m}^2$).

Im Hinblick auf potenzielle Abnahmen der Versickerungsleistung wurden folgende Sicherheitsabschläge berücksichtigt:

- Bei den Beispielsberechnungen wird das '5-jährige-Regenereignis' ($n = 0,2$) zugrunde gelegt.
- Es wurde ein Zuschlagsfaktor von $f_z = 1,2$ gewählt (Risikomaß: gering).
- Auf Grundlage der ermittelten Durchlässigkeiten wird bei den Dimensionierungsberechnungen ein Wert von $k_f = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ verwendet.

Der Verdunstungsfaktor bei Muldenversickerungen – welcher hinsichtlich der Dimensionierungsberechnung keine Berücksichtigung finden darf – dient als zusätzliche Sicherheit.

Hinsichtlich der Niederschlagsspende wurde das Rasterfeld 'Paderborn-Nord' (Spalte 25, Zeile 45) herangezogen (KOSTRA-DWD 2000, Version 2.2.1). Es wurde ein Zuschlagsfaktor von $f_z = 1,2$ gewählt (Risikomaß: gering).

Versickerungsmulde (Anlage 6.2)	
angeschlossene undurchlässige Fläche A_u	153 m ²
Versickerungsfläche A_s	30 m²
maximale Einstauhöhe	0,20 m
mittlere Einstauhöhe z_M	0,20 m
Mächtigkeit 'belebte Bodenzone'	0,20 m
notwendiges Speichervolumen V	6,1 m³
Entleerungszeit ($n = 1,0/a$)	5,56 h

Tabelle 5: Dimensionierung der Mulde nach DWA / ATV A 138 (Anlage 6.2)

Nach der Tabelle 5 wird zum aktuellen Kenntnisstand die Schaffung von insgesamt 6,1 m³ Speichervolumen als Versickerungsmulde erforderlich, um eine vollständige Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer sicherzustellen. Bei einer maximalen Einstauhöhe von 20 cm ergibt dies eine Fläche der Sohle der Versickerungsanlage von 30 m², die in ihrer Formgebung allerdings frei gewählt werden kann.

- Abstände: Die zu errichtenden Versickerungsanlagen sollten in Anlehnung an o.g. 'Wasserrundbrief 3' einen Sicherheitsabstand zu nichtunterkellerten Plangebäuden von mindestens 3 m einhalten. Zu unterkellerten Gebäuden ist ein Mindestabstand von 6 m einzuhalten, solange die Keller nicht über eine wasserdichte Abdichtung verfügen. Diese Maßgabe ist aufgrund der ohnehin abzudichtenden Keller nicht entscheidend, solange bautechnische Grundsätze wie Auftriebssicherheit, Lastabtragsbereiche, etc. beachtet werden.

Versickerungsanlagen müssen des Weiteren einen Mindestabstand von 2 m zu Grundstücksgrenzen einhalten, es sei denn, die Anlagen werden gemeinsam genutzt.



Abb. 1: Erstreckung einer 30 m²-Versickerungsmulde (grün) auf eine Beispielgrundstück

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht wird bei der vorbemessenen Muldenfläche die Platzierung innerhalb einiger Plan-Grundstücke problembehaftet sein. Empfehlungen zu einer 'Mindestgröße' eines Grundstückes hinsichtlich der Realisierung von Versickerungsanlagen überschreiten die Kompetenzen des IB KLEEGRÄFE.

- Thema 'Zierteich': Nach Auskunft des STEB Paderborn entwässern die befestigten Flächen von Flurstück 417 und die Dachflächen von Flurstück 416 in den Teich. Am 28.10.2014 wurde im Teich ein Wasserstand von +98,92 m ü.NN ermittelt. Bezogen auf die im Nahbereich zum Teich befindlichen Bohrungen BS 13 - BS 15 liegt dieser Stand rund 1,05 m über dem mittleren GW-Stand der g.g. Bohrungen.

Dieser doch deutliche Unterschied auf verhältnismäßig geringer horizontaler Erstreckung legt die Vermutung nahe, dass der Teich entweder über eine mechanische oder mineralische Dichtung verfügt, oder es im Laufe der Nutzungsjahre zu einer gewissen 'Eigenabdichtung' gekommen ist (Kolmatierung).

Die Teichsohle wurde örtlich mit +98,09 m ü.NN festgestellt, was in etwa dem mittleren GW-Stand im Untersuchungsgebiet entspricht. Es erfolgt somit eine zeitlich verzögerte Weitergabe der eingeleiteten Wässer ins Grundwasser.

Fazit: Hydrogeologische / versickerungsrelevante Rahmenbedingungen

- **Boden:** Die versickerungstechnisch untersuchten Böden sind als 'durchlässig' zu bezeichnen (k_f -Wert: $k_f = 1 \cdot 10^{-5} - 9 \cdot 10^{-5}$ m/s). Es handelt sich um wasserrechtlich zulässige und bodenphysikalisch ausreichende Durchlässigkeiten.
- **Bodengenese:** Ohne Nachweis der Unbedenklichkeit darf nicht innerhalb der Auffüllungen versickert werden. Für einen Nachweis fällt ein zusätzlicher (analytischer) Aufwand an. Alternativ sind die Auffüllungen im Bereich der Versickerungsanlagen gegen chemisch unbedenkliche Böden auszutauschen (bautechnischer Aufwand).
- **Grundwasser:** Das Grundwasser weist einen geringen Flurabstand auf (i.M.: +97,99 m ü.NN, Anstiegspotenzial!). Es existiert ein deutliches Anstiegspotenzial bis zum Bemessungswasserstand (+ 98,75 m ü.NN). Ausgehend von der aktuellen GOK sind ausschließlich 'flache' Versickerungsanlagen möglich / zulässig.

Aus gutachterlicher Sicht wird - ohne vorherige bautechnische Änderungen an der örtlichen Situation - von einer Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer abgeraten.

Die bei einer potenziellen Versickerung vom Wasserrecht geforderte dauerhaft schadlose Abführung der Niederschlagswässer kann sonst bei den bestehenden geologischen und hydrogeologischen Rahmenbedingungen nicht gewährleistet werden.

Diese Beurteilung stimmt mit den wasserrechtlichen (MURL) und technischen Vorgaben (DWA) überein.

Zur Schaffung positiver Versickerungsbedingungen werden entweder ergänzende chemisch-analytische oder geländeaufhöhende Arbeiten notwendig werden.

Die wirtschaftliche Darstellbarkeit solcher ergänzender Maßnahmen sollte, auch vor dem Hintergrund des Flächenverbrauchs potenzieller Versickerungsanlagen von planerischer Seite / AG-seits abschließend bewertet werden.

- **Vorfluter:** Vor potenziellen - wasserrechtlich grundsätzlich gleichberechtigten - ortsnahen Vorflutereinleitungen z.B. in den im Nordosten befindlichen 'Nesthauser See' muss ein sog. 'Hydraulischer Nachweis' die ausreichende Aufnahmekapazität nachweisen und es muss in Abhängigkeit der anzuschließenden Flächen ggf. die Schadlosigkeit der Einleitung, z.B. durch vorgeschaltete technische Reinigungsstufen belegt werden (z.B. Absetzbauwerk, .

Die hydraulische Erreichbarkeit (Stichwort Freigefälleleitungen) bleibt von den o.g. Voraussetzungen unangetastet. Hier sollte eine AG-seitige und planerische abschließende Überprüfung der Möglichkeiten erfolgen.

4. Ingenieurgeol. Beurteilung des Baugrundinventars

4.1 Bodencharakterisierende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN 18 123): Es wurden sechs Korngrößenanalysen an dem untergrundprägenden und gründungs- sowie versickerungsrelevanten Fluviatilsand durchgeführt (Proben 1/7, 5/3, 9/5, 13/5, 16/5 und 22/6). In der Anlage 3.1-3.6 sind die Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt. Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle 6 aufgeführt. Es wurden die untergrundprägenden Böden und ihre Verteilung zur Tiefe berücksichtigt.

Probe / (Genese)	Profilber. m u.GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d ₁₀ (mm)	k _r -Wert (m/s)*	Wassergehalt w
1/7 (G)	2,20-3,10	8		44	48	0,11	~7x10 ⁻⁵	10,0 %
5/3 (S)	1,30-1,90	4		95	1	0,44	~2x10 ⁻³	16,4 %
9/5 (S)	1,15-2,00	22		76	2	<0,063	<1x10 ⁻⁵	18,8 %
13/4 (S)	1,05-2,00	4		93	3	0,18	~4x10 ⁻⁴	17,0 %
16/5 (U)	1,50-2,20	12	46	39	3	<0,002	<1x10 ⁻⁷	19,1 %
22/6 (G)	3,20-4,10	7		23	70	0,17	~2x10 ⁻⁴	7,7 %

Tabelle 6: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: S = Fluviatilsand; U = Fluviatilschluff; **fett** = prägend

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

* k_r-Wertbestimmung: bei nichtbindigen Böden nach BEYER bzw. bei bindigen Böden nach MALLET / PACQUANT

Als wichtigstes Ergebnis ist das prägende Vorhandensein nicht bindiger (sandig-kiesigerer) Komponenten des Untergrundinventars zu nennen, welche den Charakter dieses Materials bestimmen. Bindige, d.h. schluffig-tonige Böden wurden örtlich in jeweils geringer Mächtigkeit nachgewiesen (wie Probe 16/5).

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

1/7: Kies-Sand-Gemisch	(DIN 18 196: GU)
5/3: Mittelsand, schwach grobsandig	(DIN 18 196: SE)
9/5: Sand, bindig	(DIN 18 196: SU*)
13/5: Mittelsand, schwach feinsandig	(DIN 18 196: SE/SU)
16/5: bindiger Boden, stark sandig	(DIN 18 196: UL/TL)
22/6: Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)

- Ungleichförmigkeit: Aufgrund der zumeist niedrigen Ungleichförmigkeitszahl von U < 3 wird der untersuchte Sand nach DIN 1054 als 'gleichförmig' eingestuft. Deutlich wird

eine enge Stufung, was eine sogenannte 'Verdichtungsunwilligkeit' verursacht. Hinsichtlich einer (Nach-)Verdichtungseignung ist dies als ungünstig zu bewerten.

Demgegenüber weist der Fluviatilkies hohe Ungleichförmigkeitszahlen von $U > 15$ auf, was einer weiten Stufung entspricht. Die Kiese verfügen über eine bautechnisch gut nutzbare Nachverdichtungseignung.

Trotz nominell hoher Ungleichförmigkeitszahlen von ebenfalls $U > 15$ dürfen der deutlich verlehnte Fluviatilsand (Probe 9/5) und der oberflächennah anstehende Fluviatilschluff (Probe 16/5) nicht nachverdichtet werden, da dies die Bodenstruktur zerstört.

- Durchlässigkeit: Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) nach BEYER sowie HAZEN ergeben für den untersuchten Fluviatilsand und den Fluviatilkies Durchlässigkeiten der Größenordnung von $k_f \geq 1 \times 10^{-3}$ m/s (DIN 18 130: 'stark durchlässig') bis $k_f \sim 7 \times 10^{-5}$ m/s (DIN 18 130: 'durchlässig'). Die Fluviatilsande und -kiese führen kein relevantes Staunässepotenzial. Demgegenüber weisen die ebenfalls untersuchten Fluviatilschluffe Durchlässigkeiten nach MALLET & PACQUANT in der Größenordnung von $k_f \leq 1 \times 10^{-7}$ m/s auf (DIN 18 130: 'gering durchlässig'), was einem mäßigen Staunässepotenzial entspricht.

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121): Die untersuchten Böden weisen mit Wassergehalten von $w = 10,0 / 19,1$ % eine materialspezifisch jeweils starke Durchfeuchtung bis (Grund-) Wassersättigung auf (siehe Anlage 4.1-4.6 und Tabelle 6).

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Die untersuchten Böden sind in Abhängigkeit vom Grad der Verlehmung in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 ('nicht frostempfindlich' = nicht bindiger SE-Sand) bis F 3 ('sehr frostempfindlich' = bindiger Sand oder bindiger Boden). Die Fluviatilkiese können als gering bis mittelfrostempfindlich (Klasse F 2) eingestuft werden.

- Glühverlustbestimmung (DIN 18 128): An den Bodenproben 1/4 und 6/3 wurden Glühverlustbestimmungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchungen (Glühverlust als Mittelwert von drei Versuchen; siehe Anlage 5.1-5.2) sind in der folgenden Tabelle 7 aufgeführt.

Probe	1/4	16/4
Art des Mutterbodens	nichtbindig	bindig
Profilbereich, m u.GOK	0,75-1,30	0,85-1,50
Glühverlust V_{gl}	4,21 %	8,18 %

Tabelle 7: Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen

Nach DIN 1054 sind nicht bindige Böden ab Organikanteilen > 3 % und bindige Böden ab Organikanteilen > 5 % als organische Böden zu bezeichnen. Die untersuch-

ten Proben führen somit erhöhte Organikgehalte, welche die bodenmechanischen Eigenschaften in erheblichem Maße negativ beeinflussen.

Die Mutterböden sind aufgrund ihrer Organikgehalte und des sich daraus ergebenden langfristigen Schrumpfsetzungspotenzials nicht gründungsg geeignet.

Grundsätzlich sollte das Planum daher nach Freilegung sorgfältig auf organische Anteile hin kontrolliert und von diesen befreit werden (z.B. im Rahmen einer ingenieur-geologischen Baugrubenabnahme).

Bodenmechanisches Fazit: Der gründungs- und lastabtragende Profilvereich setzt sich sowohl bei einer Nichtunterkellerung in erster Linie aus enggestuften Sanden mit einer sog. 'Verdichtungsunwilligkeit' zusammen. Im tieferen Profil und somit vor allem bei Unterkellerten Bauvorhaben von Belang sind weitgestufte Kiese, die eine gute Nachverdichtungseignung aufweisen. Die untersuchten Böden sind als 'nicht frostempfindlich' (Fluviatilsande) bis 'gering bis mittelfrostempfindlich' (Fluviatilkiese) einzustufen. Organikböden wurden nicht angetroffen.

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 der BS 1 bis BS 24. 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.

Ausgewertet werden nur die Bereiche unterhalb der ohnehin abzuschiebenden 'Mutterböden' und unterhalb von Versiegelungen.

⇒ Auffüllungen: Unabhängig von der tatsächlichen Korngrößenzusammensetzung weisen die Auffüllungen überwiegend geringe Schlagzahlen von $n_{10} < 8-10$ auf. Bei kiesig-sandigen Auffüllungen entspricht dies lockeren Lagerungsdichten und bei bindigen Auffüllungen weichen Konsistenzen.

Die Böden in vorgenannte Lagerungszuständen sind nicht unmittelbar gründungsg geeignet und sind bei Nichtunterkellerungen gründungsrelevant.

Aufgrund der zumeist unterlagernden organischen Mutterböden sind übliche baugrundverbessernde Maßnahmen (z.B. Einbau von Schotterpolstern) nicht

zielführend. Gründungen innerhalb der Auffüllungen werden daher abgelehnt.

⇒⇒ Fluviatilsand: Die oberflächennah verbreitete angetroffenen Sande weisen niedrige bis mittelhohe Schlagzahlen von i.d.R. $n_{10} \sim 3-15$. Auch unter Berücksichtigung einer engen Stufung der Sande und einer örtlichen Grundwasserbeeinflussung liegen lockere bis mitteldichte Lagerungszustände vor. Maßnahmenbezogen weisen die Sande eine **ausreichende Baugrundeignung** auf.

Im Falle von Nichtunterkellerungen sind diese Sande unmittelbar gründungsrelevant. Unterkellerungen binden in der Regel tiefer ein und durchörtern damit diese Schichten.

⇒⇒ Fluviatilschluff: Mehrheitlich konnten in den bindigen Fluviatilablagerungen Schlagzahlen von $n_{10} > 10$ festgestellt werden. Es liegen damit weich-steife bis teils steife Konsistenzen vor, die prinzipiell eine ausreichend Gründungseignung widerspiegeln. Mit einer nennenswerten versuchsspezifischen Schlagzahlverfälschung wird aufgrund der meist geringen Schichtmächtigkeiten nicht gerechnet. Bei Wegnahme der Überlagerungsspannung (Druckentlastung bei Auskoffnung) kann eine Konsistenzabnahme bis hin zum weichen Zustand erfolgen. Die bodenmechanische Andersartigkeit der Schluffe gegenüber den Kiesen/sanden und die ausgeprägte Witterungsempfindlichkeit verbleiben zusätzlich als gründungskritische Punkte.

⇒ Fluviatilkies: Die im mittleren bis tieferen Profil stets anstehenden Kiese weisen mindestens mittelhohe und zur Tiefe hin schnell auf ein hohes bis sehr hohes Niveau ansteigende Schlagzahlen auf ($n_{10} > 30 - 100$). Dies entspricht dichten bis sehr dichten Lagerungszuständen und einer maßnahmenbezogen sehr guten Gründungseignung.

Aufgrund der Tiefenlage der Kiese sind diese nur bei Unterkellerungen ohne zusätzlichen bautechnischen Aufwand gründungsrelevant.

Nahezu alle Rammsondierungen mussten innerhalb der Fluviatilkiese aufgrund der hohen Lagerungsdichten vor Erreichen der Bohrendteufen abgebrochen werden, da kein Rammfortschritt mehr erkennbar war.

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)	cal. φ' (°)	cal. c' (kN/m ²)	E_s (kN/m ²)
<u>Fluviatilsand:</u> Mittelsand, (schwach) bindig, schwach. feinsandig; locker bis mittel- dicht	17,0 - 17,5	9,0 - 9,5	30,0	0	10.000 - 25.000 RW 15.000
<u>Fluviatilschluff (ungestört):</u> bindiger Boden, stark san- dig; weich-steif bis steif	18,5 - 19,5	8,5 9,5	27,5	0 - 2 RW 1	5.000 - 8.000 RW 6.000
<u>Fluviatilschluff (gestört):</u> bindiger Boden, stark san- dig; weich	18,0 - 19,5	8,5 9,5	27,5	0	3.000 - 5.000 RW 4.000
<u>Fluviatilkies:</u> Kies, (stark) sandig, schwach bindig; dicht bis sehr dicht	21,0 - 22,0	13,0 14,0	35,0	0	45.000 - 80.000 RW 60.000

Tabelle 8: Bodenmechanischen Kennwerte

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 / Frostklassen

Schichtglieder (Grobgliederung)	Bodenklassen (DIN 18 300)	Gruppensymbol (DIN 18 196)	'Frostklasse' ZTVE-StB	Boden- lösung
aufgef. Mutterboden	1	A (OH/OU)	F 2 - F 3	'Löffel- bagger'
Füllkies	3 - 4	A (GW/GU/GU*)	F 1 - F 3	
Füllsand	3 - 4, u.U. 2	A (SE/SU/SU*)	F 1 - F 3	
Füllschluff	4, u.U. 2	A (UL/TL)	F 3	
Mutterboden	1	OH/OU	F 2 - F 3	
Fluviatilkies	3	GU	F 2	
Fluviatilsand*	3 - 4, u.U. 2	SE/SU/SU*	F 1 - F 3	
Fluviatilschluff	4, u.U. 2	UL/TL	F 3	

Tabelle 9: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen

* = bei Wassersättigung bewegungsempfindlich

Erläuterung Tabelle 9

nach DIN 18 300	Bodenklasse 1: Oberboden ('Mutterboden')	
	Bodenklasse 2: fließende Bodenarten	
	Bodenklasse 3: leicht lösbare Bodenarten	
	Bodenklasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten	
nach DIN 18 196	A	Auffüllungen
	OH	grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art
	OU	Schluff mit organischen Beimengungen
	GW	weitgestufte Kies-Sand-Gemische
	GU/GU*	Kies-Schluff-Gemische
	SE	enggestufte Sande
	SU/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

Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Geogenbereiche mindestens bis zu den jeweils erreichten Endteufen mittels 'normalen' Löffelbagger-Einsatzes möglich sein wird (Bodenklassen 1 – 3, überwiegend 3).

Diese Aussage gilt nicht für ggf. im Untergrund befindliche pleistozäne Geschiebe und/oder Findlinge, welche aufgrund der eiszeitlichen Beeinflussung des Gebietes nicht gänzlich ausgeschlossen werden können.

5. Chemische Untersuchung (Aushubmaterial)

Bodenbelastungen: Das Bohrgut wurde auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Hierbei konnten innerhalb der Auffüllungen überwiegend +/- unauffällige Schotter-, Kiesel- und Ziegel-Betonbruchbeimengungen vorgefunden werden. Als materialspezifisch auffällig wurden lediglich Auffüllungsbereiche in der BS 2 und BS 9 registriert (Aschen bzw. Glasaschen), die ein Verunreinigungspotenzial führen können.

Organoleptische Auffälligkeiten konnten zum einen im Übergang von Schwarzdecke zur Schotterung im Bereich BS 7 festgestellt werden ('Teer-Geruch'). Hier liegen Hinweise auf die Verwendung (früher oft teerhaltiger) Haftmittel vor.

Verfärbungen der Böden wurden im Umfeld der BS 8/BS 8a erkannt. Unter Berücksichtigung der Nutzungsgeschichte ergibt sich hier eine offensichtliche Beeinflussung durch Farbwässer.

Die obigen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die gewonnenen Bodenproben.

Um Aussagen zur chemischen Wiedereinbauzulässigkeit bzw. zum Entsorgungsweg aufzeigen zu können, wurde zwei Mischproben der Auffüllungen aus dem Bereich der Bestandshallen auf den Parameterumfang nach LAGA_{Boden} bzw. TR-Boden untersucht.

Des Weiteren erfolgten chemische Untersuchungen von Proben aus dem Umfeld der BS 8a/b/c auf nutzungsspezifische Hauptverdachtsparameter.

Schnelltests: Die mittels Lackansprühverfahren der gewonnenen Bohrkern durchgeführten Schnelltests ergaben mehrheitlich negative Befunde: Einen positiven Befund (d.h. nennenswerte Verfärbung) ergab sich lediglich für die Oberfläche der Schotterung aus BS 7.

Grundsätzlich sei angemerkt, dass vorgenanntes halbquantitatives Verfahren nicht dazu bestimmt ist, (rechtssicher) eine entsorgungstechnisch relevante Klassifizierung von Schwarzdecken zu liefern. Die Unterscheidung in 'kohlenteehaltige Bitumen-

gemische' (AVV-Nr. 170301*) und Bitumengemische (AVV-Nr. 170302) kann und soll dieses Verfahren nicht ermöglichen.

Auffällige sowie unauffällige Schwarzdeckenkerne sowie die haftmittelbeaufschlagte Schotterprobe wurden auf die Parameter 'polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe' (PAK n. EPA) und 'Phenolindex' untersucht, um Aussagen zur Wiedereinbaueignung bzw. zur Verwertung/Entsorgung zu erhalten (siehe Kapitel 5.1).

5.1 Probenzusammenstellung / Bewertungsmaßstab

Methodik / Parameterumfang: Die Parameterauswahl (siehe Tabelle 10) erfolgte unter entsorgungs-/wiederverwendungstechnischen Gesichtspunkten. Es wurden Einzelproben aus Bohrungen zusammengefasst, welche als Auffüllungen angesprochen worden waren. Hierbei handelt es sich um Material, welches bei einem Rückbau bzw. einer Neubebauung - zumindest teilweise - aufgenommen werden muss.

Feststoffanalysen (Boden)	
- Parameterumfang LAGA_{Boden} , Feststoff + Eluat; 2 Stück	<u>MP / Auffüllung Nord Halle</u> (19/2 + 19/3 + 19/4 + 20/2 + 20/3 + 21/2 + 21/3 + 22/2 + 22/3)
	<u>MP / Auffüllung Süd Halle</u> (1/1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 2/1 + 2/2 + 2/3 + 2/4 + 2/5 + 3/2 + 3/3 + 7/3 + 8/3 + 8c/2 + 9/2 + 10/2 + 10/3 + 11/2 + 11/3 + 11/4 + 16/2 + 16/3 + 17/2 + 18/2)

Tabelle 10: Analysenparameter / Probenauswahl

Die Analyse erfolgte jeweils 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 gilt definitionsgemäß nicht als 'mineralischer Fremdstoff'.

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 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),

5.2 Bewertung der Mischprobe MP Auffüllung Nord Halle

- Zuordnung nach LAGA (Feststoff + Eluat)

Die Analyse ergab geringfügige Auffälligkeiten. Klassifizierungsrelevant ist die Erhöhung des Feststoff-Summenparameters Σ PAK mit 8,95 mg/kg und dem darin enthaltenen Einzelparameter 'Benzo[a]pyren' mit 0,44 mg/kg.

Das Füllmaterial der Mischprobe 'MP Auffüllung Nord Halle' kann somit in die LAGA_{Boden}-Zuordnungsklasse Z1.1 (eingeschränkter offener Einbau) eingestuft werden. Der Einbau in 'hydrologisch ungünstigen Gebieten' ist damit zulässig.

Gesamtfazit MP Auffüllung Nord Halle: LAGA_{Boden} Z1.1

5.3 Bewertung der Mischprobe MP Auffüllung Süd Halle

Die Analyse ergab Auffälligkeiten. Klassifizierungsrelevant ist die Erhöhung des Feststoff-Summenparameters Σ PAK mit 9,51 mg/kg.

Das Füllmaterial der Mischprobe 'MP Auffüllung Süd Halle' muss somit in die LAGA_{Boden}-Zuordnungsklasse Z2 (eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen) eingestuft werden. Ein offener Wiedereinbau ist nicht zulässig.

Gesamtfazit MP Auffüllung Süd Halle: LAGA_{Boden} Z2

Anmerkung: Die Mischprobe 'MP Auffüllung Süd Halle' enthält die im Gelände als materialspezifisch angesprochenen Einzelproben aus den Bohrungen BS 2 und BS 9. Die untersuchten Mischproben weisen letztlich aber nur geringfügige Konzentrationsunterschiede des klassifizierungsrelevanten Parameters auf, was nicht auf stark erhöhte PAK-Konzentrationen innerhalb der materialspezifisch auffälligen Einzelproben hindeutet.

Trotzdem ergeben sich aufgrund der Grenzwertlage deutlich unterschiedliche LAGA-Zugehörigkeiten (LAGA Z1.1 bzw. Z2).

Es wird daher angeraten bei zukünftigen Aushubmaßnahmen repräsentative Mischproben auf den klassifizierungsrelevanten Parameter PAK nachanalysieren zu lassen, um hier ggf. eine einheitliche (und günstige) LAGA-Einstufung zu erhalten.

Eine Separierung auffälliger Einzelbereiche erscheint unter dem Gesichtspunkt der feinkörnigen Verteilung der offenbar klassifizierungsrelevanten Inhaltsstoffe nicht durchführbar.

Nach aktuellem Kenntnisstand sind die im Bereich der Mischprobe 'MP Auffüllung Süd Halle' anfallenden Auffüllungen in Gänze gemäß LAGA Z2 zu behandeln und dementsprechend abzufahren, da vor-Ort keine geeigneten Einbaubedingungen bestehen/hergestellt werden können bzw. sollen.

5.4 Untersuchung der Schwarzdeckenprobe

Es wurde die örtlich im Rahmen der Maßnahme zu lösende Schwarzdecke auf ihren möglichen PAK-Schadstoffgehalt hin untersucht (Kerne der Bohrungen BS 3, BS 11 und BS 16). Ziel der Untersuchung ist die Ermittlung der Wiedereinbaueignung. Als Bewertungsgrundlagen dienen:

- die **LAGA-Richtlinie** (*'Ländergemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen. Technische Regeln.'*) und
- die **RuVA-StB 01-Richtlinie** (*„Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01, Ausgabe 2001)“*, der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen / AG Asphaltstraßen.

Die Analyse erfolgte auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (= PAK nach EPA) in der Originalsubstanz (Feststoff) sowie auf den Phenolindex im Eluat. Die Analyse erfolgt in o.g. Labor. Das Analysenprotokoll ist in Anlage 7.2 einsehbar. Die bewerteten Ergebnisse sind in den Tabellen 11a und 11b aufgeführt.

Probe	Kern 3/1	Kern 11/1	Kern 16/1
Profilbereich	0,00 – 0,08 m	0,00 – 0,12 m	0,00 – 0,12 m
PAK n.EPA (mg/kg)	16,8	4,89	4,25
LAGA-Zuordnung	Z2	Z1.1	
Beurteilung	wiedereinbaueeignet		

Tabelle 11/a: Beurteilung nach LAGA-Richtlinie

LAGA-Fazit: Ausgehend von den Untersuchungsergebnissen ist die Schwarzdecke vollständig als 'bitumenstämmig' zu bezeichnen. Die Abschnitte sind gemäß LAGA Z1.1 und Z2 zuzuordnen und können unter Einhaltung der entsprechenden LAGA-Vorgaben wieder eingebaut werden.

Beurteilung nach RuVA-StB 01 – Richtlinie

Probe	Kern 3/1	Kern 11/1	Kern 16/1
Profilbereich	0,00 – 0,08 m	0,00 – 0,12 m	0,00 – 0,12 m
PAK n.EPA (mg/kg)	16,8	4,89	4,25
Phenolindex (mg/l)	0,014	0,013	0,013
RuVA-StB 01 – Art	'Ausbauasphalt'		
RuVA-StB 01 – Verwertungsstufe	Klasse A		
RuVA-StB 01 – Verwertungsverfahren	vorzugsweise Heißmischverfahren (oder alternativ Kaltmischverfahren mit oder ohne Bindemittel)		

Tabelle 11/b: Beurteilung nach RuVA-StB-Richtlinie

RuVA-StB 01-Fazit: Die Schwarzdecke der relevanten Fahrbahnabschnitte kann vollständig als 'Ausbauasphalt' der Verwertungsstufe A betrachtet werden. Hier bietet sich eine Verwertung im Heißmischverfahren (auch baustellenseits) an.

Fazit/Empfehlungen: Es wurden insgesamt geringe Konzentrationen von PAK und Phenolindex festgestellt.

Zum aktuellen Kenntnisstand kann die Schwarzdecke im Trassenbereich als 'bitumenstämmig' (LAGA Z1.1) angesehen werden. Bei einer Verwertung nach LAGA werden keine weiteren Untersuchungen für notwendig erachtet. Es kann die AVV-Schlüsselnummer 17 03 02 (Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01* fallen) herangezogen werden.

Gemäß RuVA-StB ist die Schwarzdecke als 'Ausbauasphalt' in die Verwertungsstufe A einzustufen. Bei einer Verwertung nach RuVA-StB werden ebenfalls keine weiteren Untersuchungen für notwendig erachtet.

5.5 Untersuchung der Schotterprobe der BS 7

An der Schotterung im Bereich der BS 7 wurden organoleptische Auffälligkeiten festgestellt (Teergeruch und augenscheinliche Verunreinigungen). Erfahrungsgemäß sind solche Auffälligkeiten in der Regel auf die früher häufige Verwendung von 'teerhaltigen' Haftmitteln im Übergang von Schwarzdecke und Unterbau zurückzuführen. Es wurde daher eine Untersuchung der Schotterung auf den Hauptverdachtsparameter 'polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe' (PAK n. EPA) veranlasst

Die detaillierten Analyseergebnisse sind der Anlage 7.3 zu entnehmen.

Ziel der Untersuchung ist die Ermittlung der Wiedereinbaueignung. Als Bewertungsgrundlagen dient die **LAGA-Richtlinie** (*'Ländergemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen. Technische Regeln.'*; hier: Matrix Bauschutt).

Probe	Schotterprobe 7/2 (0,05 - 0,45 m)
Profilbereich	Schotterung
PAK n.EPA (mg/kg)	698
Zuordnung	> LAGA Z 2

Tabelle 12: Beurteilung nach LAGA_{Bauschutt}-Richtlinie

LAGA-Fazit: Ausgehend von den Analyseergebnissen ist die untersuchte Schotterung stark mit PAK belastet. Im Bereich von BS 7 ist die Schotterung LAGA_{Bauschutt}>Z2 einzustufen. Sie ist damit nachweislich ‚teerstämmig‘.

Hier wird eine gesonderte Entsorgung notwendig. Ergänzend liegt hier eine Überschreitung des Zuordnungswerte nach Deponieklasse DK 0 vor (Grenzwert DK 0: 30 mg/kg PAK).

Im Zuge des Ausbaus der vorhandenen Schotterung ist entsprechend auf organoleptische und insbesondere geruchliche Auffälligkeiten zu achten.

Die Arbeiten sollten unter gutachterlicher Begleitung durchgeführt werden, um eine entsprechende Abgrenzung und Massenminimierung der auffälligen Schotterung zu erreichen.

5.6 Untersuchung Umfeld BS 8 / Gefährdungsabschätzung

Im Umfeld der BS 8 wurden Anfang 2003 bereits Sanierungsmaßnahmen durchgeführt (siehe Bericht des 'Chemischen Untersuchungsamtes des Kreises Paderborn').

Auch aktuell konnten an den örtlichen Böden Verfärbungen (schwarz-dunkelgrau) festgestellt werden, die auf die Einwirkung von Farbwässern zurückgeführt werden. Seinerzeit verunreinigungsrelevant am Schutzgut Grundwasser zeigten sich die Parameter AOX, Kupfer und CSB. Die diesbezüglichen chemischen Zusammenhänge sind in dem o.g. Bericht detailliert erläutert.

An einer Auswahl von teils farblich auffälligen Einzel- bzw. Mischproben wurden daher die Hauptverdachtsparameter Schwermetalle nach Klärschlammverordnung (zzgl. Arsen), KW-Index, Summe BTEX (Σ BTEX) und Summe der leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (Σ LHKW) untersucht. Die detaillierten Analysenergebnisse sind der Anlage 7.4 zu entnehmen.

Die Mischprobe MP 8/a/b/c - Geogen enthält hierbei die an sich unauffälligen Einzelproben 8/5 + 8/6 + 8/8 + 8a/6 + 8a/7 + 8a/8 + 8b/7 + 8b/8 + 8c/5 + 8c/6 + 8c/7 + 8c/8.

Probe	Tiefe m u.GOK	Parameterumfang	Bewertung
8a/3	0,23-0,53	BTEX, LHKW, KW-Index, Schwermetalle	LAGA _{Boden} Z1.1
8/7	3,00-4,20	LHKW, KW-Index, Schwermetalle	LAGA _{Boden} Z0
MP 8/a/b/c - Geogen	s.o.	LHKW, KW-Index, Schwermetalle	LAGA _{Boden} Z0

Tabelle 13: Untersuchungsumfang Proben im Bereich BS 8

Unter Heranziehung der o.g. LAGA-Richtlinie als Bewertungsgrundlage kann die weitestgehende Unauffälligkeit/Unbedenklichkeit der drei untersuchten Bodenproben festgestellt werden. Einzig die Probe 8a/3 weist mit einer klassifizierungsrelevanten Geringauffälligkeit des Einzel-Schwermetalls 'Kupfer' mit 79,4 mg/kg eine Überschreitung der LAGA_{Boden} Z0-Zuordnungswertes auf (Matrix Lehm/Schluff).

Eine Zuordnung der hier betrachteten Böden zu nur einer Bodengruppe ist hier nicht zweckmäßig, daher erfolgte die Zuordnung zur Gruppe Lehm/Schluff.

Da seit geraumer Zeit kein erneuter Eintrag von Farbstoffen in den Boden erfolgte und die am Feststoff nachgewiesenen Konzentrationen der Hauptverdachtsparameter insgesamt ein unauffälliges/unbedenkliches Bild ergeben, besteht nach gutachterlicher Ansicht keine Gefährdung der Schutzgüter bzw.

der entsprechenden Wirkungspfade für die menschliche Gesundheit, das Grundwasser oder den Boden, welches von den Farbauffälligkeiten ausgehen könnte.

Wie bereits im Rahmen früherer Untersuchungen gezeigt werden konnte sind Eluate der Böden dahingehend als unkritisch zu beschreiben, als dass eine herkömmliche Ablagerung auf einer Deponie nicht gefährdet ist.

Empfehlung: Teilweise konnten an den - bezogen auf dieses Kapitel - untersuchten Böden deutliche Verfärbungen festgestellt werden, die unter Berücksichtigung der Analyseergebnisse als rein optische Verunreinigungen einzustufen sind. Es liegen keine nennenswerten tatsächlichen Schadstoffgehalte vor.

Es kann bei Abfuhr der entsprechend verfärbten Bodenmassen eine Entsorgung gemäß der in Tabelle 11 getroffenen LAGA-Zuordnungen erfolgen.

Nutzungseinschränkungen oder Planänderungen hinsichtlich der vorgesehenen Wohnbebauung sind nicht angezeigt.

6. Ingenieurgeol. Hinweisgebungen zur Baudurchführung

Die Grundfläche des Untersuchungsgebietes (größte Länge mal Breite) beträgt rund 155 m x 125 m (Fläche insgesamt ca. 1,52 ha).

Aufgrund der zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorliegenden Detailplanung erfolgt eine überschlägige (Baugrund-) Beurteilung des zu untersuchenden Areals. Diese Untersuchung ersetzt nicht in allen Fällen eine detaillierte Einzelprojekt-Baugrunduntersuchung. Da für die Erschließung eine neue Straße vorgesehen ist, erfolgen zusätzlich zu den Hinweisgebungen zum Wohngebäudebau auch Empfehlungen für den Straßenneubau.

Zum aktuellen Kenntnisstand soll kein Kanal in das Gebiet gelegt werden, weshalb auf diesbezügliche Hinweisgebungen verzichtet werden kann.

Ausgehend vom aktuellen Kenntnisstand wird zunächst davon ausgegangen, dass das Gelände nicht in nennenswertem Umfang aufgehöhht wird ($GOK_{alt} \sim GOK_{neu}$).

Eine separate Ausgliederung bzw. Betrachtung einzelner Bereiche des Plangebietes ist aufgrund der festgestellten Untergrundverhältnisse nicht sinnvoll.

Das auf Flurstück 417 bestehende Wohngebäude soll nicht rückgebaut, sondern erhalten und ggf. umgebaut/erweitert werden. Hierzu erfolgen in diesem Gutachten keine Angaben.

Hinweisgebungen zur eigentlichen Baureifmachung des Geländes (Rückbau von Gebäuden, Rodung, etc.) sind ebenso nicht Teil der weiteren Ausführungen.

Die entsprechenden Hinweisgebungen gliedern sich in die folgenden Abschnitte:

- Kap. 6.1: Gebäudebau / Baugrundverhältnisse
 - Kap. 6.1.1: Nichtunterkellerung (Streifenfundament auf Fluviatilsand)
 - Kap. 6.1.2: Nichtunterkellerung (Streifenfundament auf Fluviatilkies)
 - Kap. 6.1.3: Nichtunterkellerung (Bodenplatte auf Schotterpolster)
 - Kap. 6.1.4: Maßnahmen bei Unterkellerung (Plattengründung)
- Kap. 6.2: Straßenbaumaßnahmen
- Kap. 6.3: Kanalbaumaßnahmen

6.1 Gebäudebau / Baugrundverhältnisse

Dem AN lag keine Information über eine ausschließliche Bauweise mit oder ohne Unterkellerung vor. Grundsätzlich sind sowohl Gebäudeerrichtungen mit als auch ohne Unterkellerung möglich.

Bezüglich des Gebäudebaus wird bei einer Unterkellerung von einer Gründungsteufe auf ca. 2,8 m u.GOK und bei einer Nichtunterkellerung von einer (frosthfreien) Gründungsteufe auf ca. 0,8 m u.GOK ausgegangen. Die Oberkante Fußboden der Gebäude kommt jeweils geringfügig oberhalb der örtlichen GOK zu liegen.

Boden- und Grundwasserverhältnisse:

- Nichtunterkellerung: In den nicht zu unterkellernden Bereichen werden überaus wechselhafte Bedingungen vorliegen. Zumeist stehen Restmächtigkeiten weicher Füllschluffe oder locker gelagerter Füllkiese/-sande an. Zur Tiefe hin folgen meist überschüttete, organische Mutterböden. Insgesamt liegen keine unmittelbar ausreichenden Gründungsbedingungen für nichtunterkellerte Bauwerke vor. Es werden zusätzliche bautechnische Maßnahmen erforderlich.

- Unterkellerung: Ausgehend von den Bohrergebnissen steht auf Gründungsniveau ein organikfreier Kies-Sand bzw. sandiger Kies in dichter Lagerung an. Es liegen unmittelbar gründungsg geeignete Bedingungen vor.

- Grundwasser: Der Gründungsbereich befindet sich bei einer Nichtunterkellerung periodisch und bei einer Unterkellerung permanent im Grundwassereinflussbereich. Zusätzlich muss oberhalb des Bemessungswasserstandes aufgrund der wechselnden örtlichen Bedingungen von einer permanenten Staunässebeeinflussung der Gründungskörper ausgegangen werden.

Eine Grund- oder Stauwasserbeeinflussung der Bodenplatten nicht unterkellerten Bauvorhaben wird bei einer Heraushebung gegenüber dem Urgelände ausgeschlossen. Bemessungswasserstand: 1,25 m unter aktueller GOK.

Zukünftige Bauvorhaben mit Vollkeller können zum aktuellen Kenntnisstand höchstwahrscheinlich in die Geotechnische Kategorie 1 (GK 1) eingeordnet werden, was vereinfachte Nachweisverfahren nach Eurocode 7 (EC 7) zulässt.

Nicht- oder teilunterkellerte Bauvorhaben müssen aufgrund der wechselnden Böden im oberflächennahen Bereich in die Geotechnische Kategorie 2 (GK 2) eingeordnet, was keine vereinfachten Nachweisverfahren zulässt.

Der relevante Untergrund weist abhängig von der Bauart (Unterkellerung/Nichtunterkellerung) Unterschiede der Baugrundgüte auf.

Bei einer Nichtunterkellerung liegen wechselnde und insgesamt nicht unmittelbar gründungsgünstige Bedingungen vor.

Bei einer Unterkellerung liegt ein dicht gelagerter, organikfreier Kies-Sand bzw. sandiger Kies vor, der maßnahmenbezogen unmittelbar gründungsgünstig ist.

- Gründungsvorschlag Nichtunterkellerung: Lastabtrag über Streifenfundamente, alternativ Gründung über Bodenplatte auf Schotterpolster

- Bei einer Nichtunterkellerung müssen im Lastabtragsbereich Auffüllungen und Organikböden entfernt werden.
- Die Gründung sollte dann entweder auf einem Fluviatilsand erfolgen, wenn dieser ausreichende Mächtigkeiten aufweist,
- oder bei zu geringmächtigen Sanden und/oder Vorlage von Fluviatilschluffen sind die Fundamente bis auf die tieferliegenden Kiese herabzuführen.

- Gründungsvorschlag Unterkellerung: Gründung über Bodenplatte

- Die unterkellerten Plangebäude müssen gegen drückendes Grundwasser geschützt werden, was entsprechende Abdichtungen erforderlich macht. Bemessungswasserstand: aktuelle GOK -1,25 m.
- Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes für die **Vorplanung**: $\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$ (Streifenfundament Nichtunterkellerung mit Tieferführung auf Fluviatilsand) bzw. $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$ (Streifenfundament Nichtunterkellerung mit Tieferführung bis auf Fluviatilkies) und $\sigma_{R,d} = 280 \text{ kN/m}^2$ (Platte Unterkellerung).

Nachfolgend wird die gutachterlicherseits **favorisierte** Gründungsalternative für die einzelnen Bohrungen bzw. Baufelder tabellarisch aufgeführt (Tabelle 14). Die Bereiche der BS 23 und BS 24 werden dabei ausgeklammert, da hier primär straßenbautechnische Fragestellungen relevant sind.

Es sei hierzu angemerkt, dass im Falle einer Nichtunterkellerung grundsätzlich immer die Möglichkeit besteht Fundamente bis auf den Fluviatilkies tieferzuführen. Sofern bei möglichst schmalen Fundamente relativ hohe Lasten abzutragen sind, kann ein Absetzen auf Fluviatilsanden aufgrund von zu hohen Setzungen oder Setzungsunterschiede möglicherweise von vornherein ausgeschlossen werden.

Bereich / Bohrung	Nichtunterkellerung		Unterkellerung
	bevorzugt	alternativ	
BS 1	Durchgründung der Streifenfundamente auf Fluviatilkies	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 2			
BS 3			
BS 4			
BS 5			
BS 6	Absetzen der Streifenfundamente auf Fluviatilsand	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 7			
BS 8			
BS 9	Absetzen der Streifenfundamente auf Fluviatilsand	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 10			
BS 11	Durchgründung der Streifenfundamente auf Fluviatilkies	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 12			
BS 13	Absetzen der Streifenfundamente auf Fluviatilsand	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 14	Durchgründung der Streifenfundamente auf Fluviatilkies	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 15	Absetzen der Streifenfundamente auf Fluviatilsand	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 16	Durchgründung der Streifenfundamente auf Fluviatilkies	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 17	Durchgründung der Streifenfundamente auf Fluviatilkies	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 18			
BS 19	Absetzen der Streifenfundamente auf Fluviatilsand	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 20	Durchgründung der Streifenfundamente auf Fluviatilkies	Plattengründung auf Schotterpolster	Plattengründung auf Fluviatilkies
BS 21			
BS 22			

Tabelle 14: Gründungsvorschläge zu den Baufeldern

6.1.1 Nichtunterkellerung (Streifenfundamente auf Fluviatilsand)

Die nachfolgenden Hinweisgebungen beziehen sich in erster Linie auf die Baufelder der Bohrungen BS 6 - BS 10, BS 13, BS 15 und BS 19.

Grundsätzlich möglich ist hier eine herkömmliche Flachgründung über Streifenfundamente. Für die Streifenfundamente wird eine (frostfreie) Einbindung von 0,8 m unter späterer GOK angenommen.

Bodenplatten-Schotterpolster: Um für die Bodenplatten keine Bettung herstellen zu müssen, wird empfohlen, diese 'freitragend' als Decken zu bemessen. Die gründungsungeeigneten Auffüllungen und Organikböden können in diesem Fall im Baufeld als 'Erdschalung' verbleiben.

Die geplanten Garagen sollte wie die Wohngebäude über Fundamente mit entsprechenden Tieferführungen und freitragender Bodenplatte gegründet werden.

Für die Herstellung von Bettungspolstern bei nicht freitragenden Bauweisen müssen einzelfallbezogen Lasten und örtliche Bodenbedingungen gegenübergestellt und die entsprechenden Maßnahmen individuell für jeden Bauplatz bestimmt werden. Eine pauschale Angabe einer 'Schottermindestmächtigkeit' kann an dieser Stelle nicht vorgenommen werden.

Massendefizite sind durch Einbau eines Mineralgemisches (siehe unten) auszugleichen. Durch eine fachgerechte Verdichtung ist eine Einbaudichte von mindestens 95% der einfachen Proctordichte herzustellen.

Das hergestellte Planum kann als Arbeitsebene genutzt werden, wobei darauf hinzuweisen ist, dass nach Einbringung der Fundamente Nacharbeiten an der Schotterung notwendig werden (Abziehen von Verschlämmungen, ggf. Nachschottern, etc.).

Material: Eventuell benötigtes Material zum Ausgleich des Massendefizites sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter 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 Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100\%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter: 45°). Alternativmaterialien sind mit dem IB KLEEGRÄFE bedarfsweise abzustimmen.

Wasserhaltung: Innerhalb der hier relevanten Teufen wurde an den Untersuchungstagen kein Grundwasser angetroffen (Verhältnisse wie am 15.- 17.10.2014). Für die Errichtung der Fundamente wird die Vorhaltung einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichend sein.

Böschung/Verbau: Nach DIN 4124 sind Gruben ab einer Teufe > 1,25 m zu verbauen / böschten. Das vorliegende nicht wassererfüllte bzw. entwässerte Lockergestein kann generell unter einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböschet werden, der aus Sicherheitsgründen keinesfalls überschritten werden darf. Die Fundamentgruben weisen bei unmittelbarer Verfüllung (siehe unten) mit Beton nach Freilegung weitgehend eine kurzzeitige Standfestigkeit auf. Lediglich die hangenden Kanten sollten schwach geböschet werden.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskoffnung der Fundamentgruben/-gräben 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.

Gründung: Basierend auf den o.g. Höhenangaben und den vorgefundenen Untergrundverhältnissen werden unterhalb der Fundamente jeweils aufgelockerte oder aufgeweichte Auffüllungen und überschüttete Mutterböden vorliegen (nicht gründungsg geeignet), die erst zur Tiefe hin in maßnahmenbezogen gründungsg geeignete Sande übergehen. Baugrundverbessernde Maßnahmen werden notwendig.

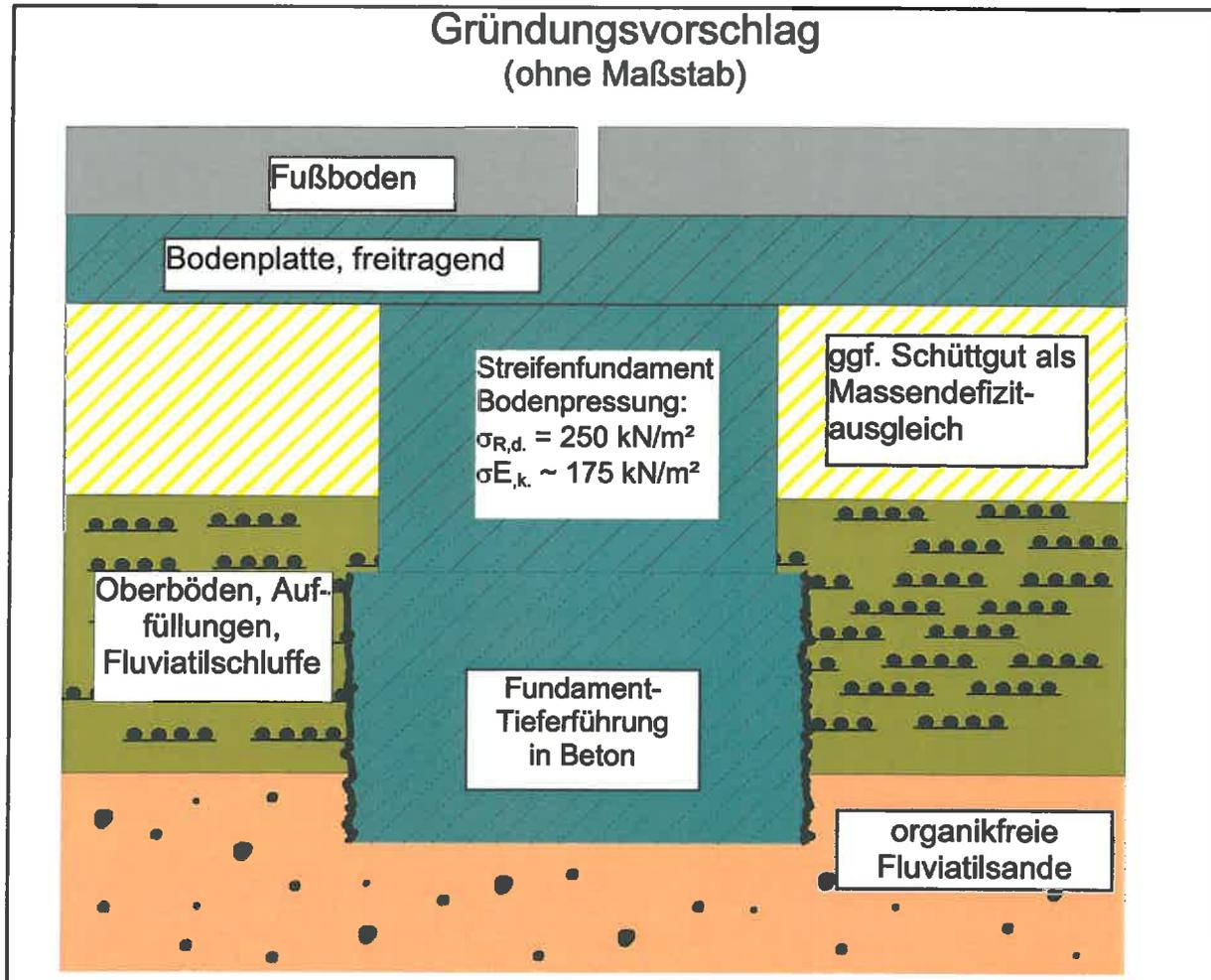
Ausgehend von den Untersuchungsergebnissen werden die gründungsg geeigneten Böden bei ca. 0,80 – 1,30 m unter aktueller GOK anstehen. Entsprechend werden **Fundamenttieferführungen von maximal ca. 0,5 m Mächtigkeit** notwendig, um die Fundamentlasten in ausreichend tragfähigen Untergrund einzuleiten.

Alle Böden sollten mittels 'Schneidbestückung' gelöst werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Die Fundamentgruben der Streifenfundamente können von der hergestellten OK Arbeitsplanum mit einem Bagger angelegt werden.

Die Fundamentgruben sollten nicht betreten werden. **Unmittelbar** nach Freilegung und Abnahme sollte das Massendefizit bis UK Fundament durch Fundamentbeton (Güte: C20/C25) verfüllt werden. In diesem Falle braucht kein Lastabtragswinkel beachtet zu werden. Auf den Tieferführungsbeton können nach Aushärtung die Streifenfundamente aufgesetzt werden.

In der folgenden Schemadarstellung werden die Gründungsvorschläge dargestellt.



Für die Tieferführungen sollte Beton der Güte C20/25 (oder höherwertig) verwendet werden, um keinen zusätzlichen Lastabtragswinkel berücksichtigen zu müssen.

Trockenhaltung der Bauwerke: Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand kann eine periodische Nässebeeinflussung der Tieferführungen durch Grundwasser erfolgen. Zusätzlich ist eine +/- permanente Nässebeeinflussung der Fundamente und Tieferführungen durch Stauwasser zu berücksichtigen. Diese Tatsache ist bei der Betonauswahl zu beachten (Stichwort Expositionsklassen, DIN EN 206-1:2001 / DIN 1045-2:2001).

Bodenpressung / Setzungsberechnung (Fundamente): Anhand der in der Tabelle 7 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen. Es wurde das Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt. Es wird von ei-

ner Gründung auf einem geogenen/gewachsenen, zumindest weich-steif bis steif konsistenten Verwitterungslehm ausgegangen.

Für die Streifenfundamente wird von beispielhaften Längen von 12 m und 25 m bei üblichen Breiten von $b = 0,30 - 0,80$ m ausgegangen. In den Tabellen 15 und 16 sowie den Anlagen 10.1 und 10.2 sind die zu erwartenden Setzungen aufgeführt.

Für die Vorplanung wird der **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** auf ein Maß von $\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$ (entspricht ca. $\sigma_{E,k} \sim 175 \text{ kN/m}^2$ für die Streifenfundamente) beschränkt.

Streifenfundamente (l = 12 m)		
Gründung		Tieferführung bis auf Fluviatilsand
Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$		250 kN/m ²
Unterbau		kein Unterbau
Gesamtsetzung S_g bei Fundament- breite b	b: 0,40 m	S_g : 0,68 cm (Bettungsmodul $k_s = 25,7 \text{ MN/m}^3$)
	b: 0,40 m	S_g : 0,83 cm (Bettungsmodul $k_s = 21,1 \text{ MN/m}^3$)
	b: 0,50 m	S_g : 0,96 cm (Bettungsmodul $k_s = 18,3 \text{ MN/m}^3$)
	b: 0,60 m	S_g : 1,07 cm (Bettungsmodul $k_s = 16,3 \text{ MN/m}^3$)
	b: 0,70 m	S_g : 1,18 cm (Bettungsmodul $k_s = 14,9 \text{ MN/m}^3$)
	b: 0,80 m	S_g : 1,27 cm (Bettungsmodul $k_s = 13,8 \text{ MN/m}^3$)

Tabelle 15: Setzungsbeträge, Bettungsmoduln (Streifenfundamente Anlage 10.1)

Streifenfundamente (l = 25 m)		
Gründung		Tieferführung bis auf Fluviatilsand
Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$		250 kN/m ²
Unterbau		kein Unterbau
Gesamtsetzung S_g bei Fundament- breite b	b: 0,30 m	S_g : 0,69 cm (Bettungsmodul $k_s = 25,3 \text{ MN/m}^3$)
	b: 0,40 m	S_g : 0,85 cm (Bettungsmodul $k_s = 20,7 \text{ MN/m}^3$)
	b: 0,50 m	S_g : 0,98 cm (Bettungsmodul $k_s = 17,9 \text{ MN/m}^3$)
	b: 0,60 m	S_g : 1,10 cm (Bettungsmodul $k_s = 15,9 \text{ MN/m}^3$)
	b: 0,70 m	S_g : 1,21 cm (Bettungsmodul $k_s = 14,5 \text{ MN/m}^3$)
	b: 0,80 m	S_g : 1,31 cm (Bettungsmodul $k_s = 13,4 \text{ MN/m}^3$)

Tabelle 16: Setzungsbeträge, Bettungsmoduln (Streifenfundamente Anlage 10.2)

Aufgrund der hergestellten Homogenität der Gründungsverhältnisse werden keine größeren Setzungsunterschiede erwartet. Bei den angenommenen Fundamentabmessungen werden die lastinduzierten Setzungsunterschiede nicht > 1 cm betragen.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Oberböden und bindige Böden (Schluffe/Lehme/Tone) sind grundsätzlich nicht in lastabtragenden Bereichen wieder einbaueeignet.

Sofern davon auszugehen ist, dass Bereiche auch weiterhin einer reinen Garten-/Grünflächennutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann das ausgehobene organische oder bindige Material dort wiederverfüllt werden. In diesem Fall ist mit Nachsackungen zu rechnen, welche nachgearbeitet werden müssen. Das ausgeprägte Staunäsepotenzial ist ggf. landschaftsgärtnerisch zu beachten.

Arbeitsraumverfüllung: Die Verfüllung der Arbeitsräume sollte lagenweise mit einem Güteschotter erfolgen (maximale Lagenmächtigkeit 30 cm). Die Arbeitsraumverfüllung sollte mit $D_{Pr} > 100$ % Proctordichte erfolgen.

6.1.2 Nichtunterkellerung (Streifenfundamente auf Fluviatilkies)

Die nachfolgenden Hinweisgebungen beziehen sich in erster Linie auf die Baufelder der Bohrungen BS 1 - BS 5, BS 11, BS 12, BS 14, BS 16 - BS 18 und BS 20 - BS 22.

Ausbildung Bodenplatten: siehe Kapitel 6.1.1

Wasserhaltung: Sollte im Zuge der Schurfherstellung (s.u.) zur Aktualisierung des Kenntnisstandes der Untergrundfeuchte ein erheblicher Wasserandrang in die Schurfgrube festgestellt werden und lässt sich dieses Wasser nicht kurzfristig über eine 'offene Wasserhaltung' entfernen (Einhängen einer Pumpe), so wird die Installation einer 'geschlossenen Wasserhaltung' (Vakuump-Filterlanzen) angeraten. Dies sollte mit dem IB KLEEGRÄFE ggf. präzisierend abgestimmt werden.

Probeschurf / Ingenieurgeologische Abnahme: Sehr sinnvoll wird die Anlage eines Probeschurfes vor Baubeginn beurteilt. Hierdurch sollte die exakte Konsistenz von oberflächennahen Fluviatilschluffen (im Hinblick auf fließende Böden) ermittelt und die Maßnahmen u.U. aktualisiert / angepasst werden. Ebenso sollten die Nässeverhältnisse / der GW-Stand und der Wasserzutritt aktualisiert werden.

Gründungsvorschlag Fundamente: Bei den o.g. Bohrungen liegen bei frostfreier Fundamenteinbindung keine geeigneten Gründungsbedingungen vor. Im Vorgriff auf die unten folgenden Ausführungen wird empfohlen eine Fundamenttieferführung mit Beton auf zumindest mitteldicht gelagerte Fluviatilkiese durchzuführen.

Anstehende Auffüllungen, Schluffe und Organikböden sind hierbei zu durchörten.

Wasserhaltung: Innerhalb der für die Tieferführungen relevanten Teufen wurde an den Untersuchungstagen Grundwasser angetroffen. Es sollte zunächst der Einsatz einer offenen Wasserhaltung eingeplant werden, die für eine Entwässerung bzw. eine geringfügig-lokale Absenkung von Grundwasser bei den angetroffenen Verhältnissen ausreichend sein wird.

In Abhängigkeit von den Ergebnisse des Probeschurfes kann die Notwendigkeit zur punktuellen Installation einer 'geschlossenen Wasserhaltung' nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Diese sollte bei Angeboten als Eventualposition mit abgefragt werden.

Gründung: Angeraten wird eine Gründung über Streifenfundamente. Zunächst müssen nach Freilegung alle aufgefüllten Böden, Schluffe sowie die Organikböden entfernt werden. Die Gründung darf ausschließlich auf +/- organikfreien, gewachsenen Kiesen erfolgen.

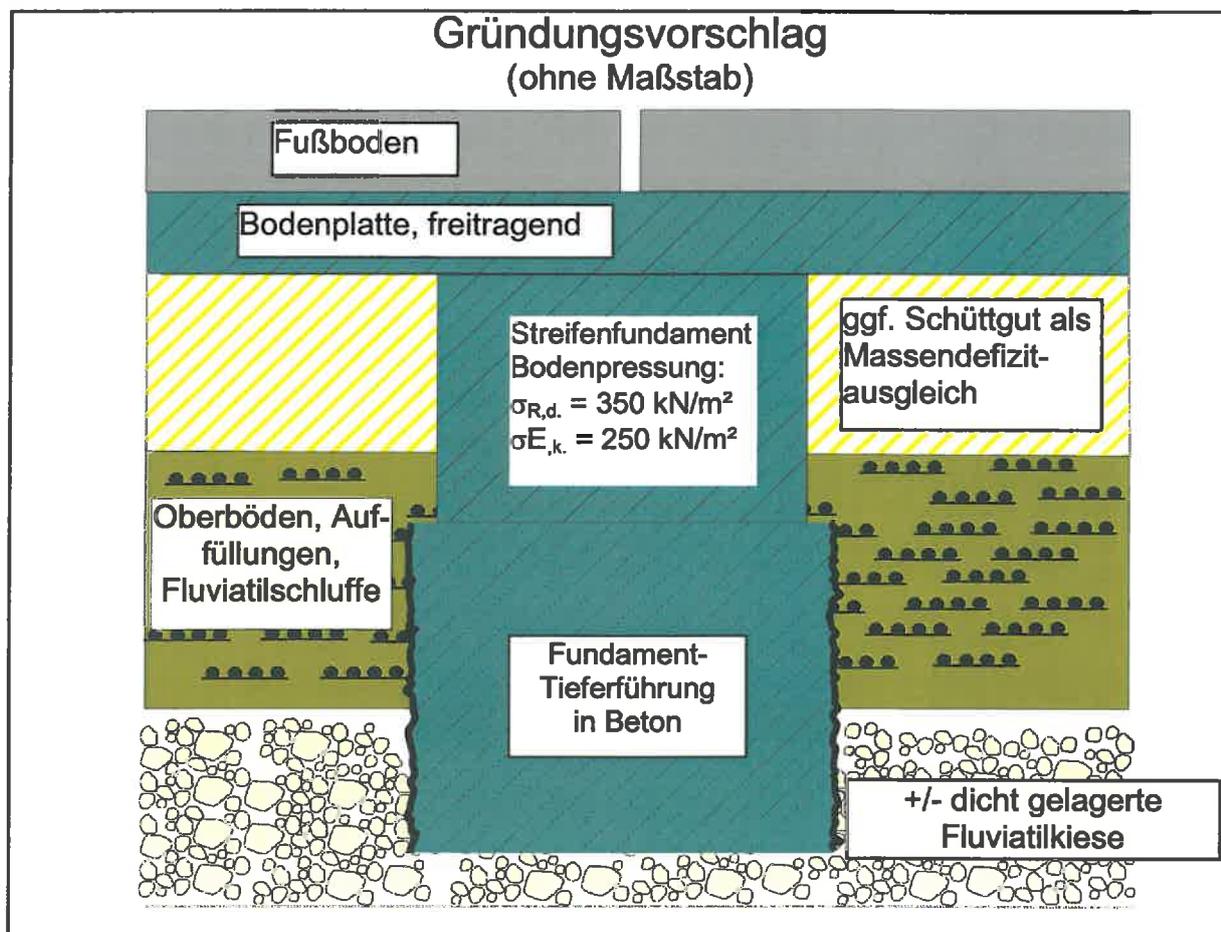
Alle Böden unterhalb des Auffüllungskörpers sollten mittels 'Schneidbestückung' gelöst werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Die Fundamentgruben der Streifenfundamente können von der OK Arbeitsplanum (siehe Kapitel 6.1.1) mit einem Bagger angelegt werden.

Ausgehend von einer mittleren Tiefenlage der OK Fluviatilkies bei 2,25 m u.GOK ergeben sich durchschnittlich 1,45 m mächtige Tieferführungen.

Unmittelbar nach Freilegung und Abnahme sollte das Massendefizit bis UK Fundament durch Fundamentbeton (Güte: C20/C25) verfüllt werden. In diesem Falle braucht kein Lastabtragswinkel beachtet zu werden. Auf den Tieferführungsbeton kann nach Aushärtung das Einzel-/Streifenfundament aufgesetzt werden.

In der folgenden Schemadarstellung werden die Gründungsvorschläge dargestellt.



Für die Tieferführungen sollte Beton der Güte C20/25 (oder höherwertig) verwendet werden, um keinen zusätzlichen Lastabtragswinkel berücksichtigen zu müssen.

Böschung/Verbau: Nach DIN 4124 sind Gruben ab einer Teufe > 1,25 m zu verbauen / böschen. Das vorliegende nicht wassererfüllte bzw. entwässerte Lockergestein kann generell unter einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden, der aus Sicherheitsgründen keinesfalls überschritten werden darf.

Die Fundamentgruben weisen bei unmittelbarer Verfüllung mit Beton nach Freilegung weitgehend eine kurzzeitige Standfestigkeit auf, sodass in diesem Fall bedarfsweise auch senkrecht geschachtet werden kann. Lediglich die hangenden Kanten (des Arbeitsplanums) sollten schwach geböscht werden.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskoffierung der Fundamentgruben/-gräben 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.

Trockenhaltung der Bauwerke: Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand wird eine permanente Nässebeeinflussung der Tieferführungen durch Grundwasser erwartet. Die eigentlichen Fundamente werden permanent mit Stau-/Kapillarwasser in Kontakt kommen. Diese Tatsache ist bei der Betonauswahl zu beachten (Stichwort Expositionsklassen, DIN EN 206-1:2001 / DIN 1045-2:2001).

Bodenpressung / Setzungsberechnung (Fundamente): Anhand der in der Tabelle 7 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen. Es wurde das Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt. Es wird von einer Gründung auf einem geogenen/gewachsenen, +/- dicht gelagerten Kies ausgegangen.

Für die Streifenfundamente wird von beispielhaften Längen von 12 m und 25 m bei üblichen Breiten von $b = 0,30 - 0,80$ m ausgegangen. In den Tabellen 17 und 18 sowie den Anlagen 10.3 und 10.4 sind die zu erwartenden Setzungen aufgeführt.

Für die Vorplanung wird der Bemessungswert des Sohlwiderstandes auf ein Maß von $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$ (entspricht ca. $\sigma_{E,k} \sim 280 \text{ kN/m}^2$ für die Streifenfundamente) beschränkt.

Streifenfundamente (l = 12 m)		
Gründung		Tieferführung bis auf Fluviatilkies
Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$		400 kN/m ²
Unterbau		kein Unterbau
Gesamtsetzung S_g bei Fundament- breite b	b: 0,40 m	S_g : 0,27 cm (Bettungsmodul $k_s = 103,5$ MN/m ³)
	b: 0,40 m	S_g : 0,34 cm (Bettungsmodul $k_s = 81,7$ MN/m ³)
	b: 0,50 m	S_g : 0,41 cm (Bettungsmodul $k_s = 68,3$ MN/m ³)
	b: 0,60 m	S_g : 0,47 cm (Bettungsmodul $k_s = 59,2$ MN/m ³)
	b: 0,70 m	S_g : 0,53 cm (Bettungsmodul $k_s = 52,6$ MN/m ³)
	b: 0,80 m	S_g : 0,59 cm (Bettungsmodul $k_s = 47,5$ MN/m ³)

Tabelle 17: Setzungsbeträge, Bettungsmoduln (Streifenfundamente Anlage 10.3)

Streifenfundamente (l = 25 m)		
Gründung		Tieferführung bis auf Fluviatilkies
Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$		400 kN/m ²
Unterbau		kein Unterbau
Gesamtsetzung S_g bei Fundament- breite b	b: 0,30 m	S_g : 0,28 cm (Bettungsmodul $k_s = 98,5$ MN/m ³)
	b: 0,40 m	S_g : 0,36 cm (Bettungsmodul $k_s = 76,9$ MN/m ³)
	b: 0,50 m	S_g : 0,44 cm (Bettungsmodul $k_s = 63,7$ MN/m ³)
	b: 0,60 m	S_g : 0,51 cm (Bettungsmodul $k_s = 54,8$ MN/m ³)
	b: 0,70 m	S_g : 0,58 cm (Bettungsmodul $k_s = 48,3$ MN/m ³)
	b: 0,80 m	S_g : 0,65 cm (Bettungsmodul $k_s = 43,4$ MN/m ³)

Tabelle 18: Setzungsbeträge, Bettungsmoduln (Streifenfundamente Anlage 10.4)

Aufgrund der Homogenität der Gründungsverhältnisse werden keine größeren Setzungsunterschiede erwartet. Bei den angenommenen Fundamentabmessungen werden die lastinduzierten Setzungsunterschiede deutlich < 1 cm betragen.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: siehe Kapitel 6.1.1

6.1.3 Nichtunterkellerung (Bodenplatte auf Schotterpolster)

Oberbodenabzug/Entfernung von überschütteten Mutterböden: Zunächst sind - sofern vorhanden - der gesamte oberflächliche 'Mutterboden' sowie tieferliegende, überschüttete sonstige 'organischer Boden' im Sinne der DIN innerhalb des Baufeldes sowie des Lastabtragsbereiches abzuschleifen bzw. auszukoffern.

Einem Verbleib tieferliegender Mutterböden kann aufgrund der in Kapitel 4.1 geschilderten Schrumpfsetzungsproblematik keinesfalls zugestimmt werden. Die entsprechenden Organikböden müssen identifiziert und entfernt werden. Hieraus ergeben sich in den einzelnen Baufeldern teils deutliche vorab auszuführende Aushubtiefen (siehe Tabelle 19).

Bohrung	Voraushub bis m u.GOK / m ü.NN
BS 1	1,30 m u.GOK / +98,65 m ü.NN
BS 2	1,95 m u.GOK / +98,18 m ü.NN
BS 3	0,80 m u.GOK / +99,13 m ü.NN
BS 4	0,70 m u.GOK / +99,29 m ü.NN
BS 5	keine Mutterböden angetroffen
BS 6	1,20 m u.GOK / +98,96 m ü.NN
BS 7	0,80 m u.GOK / +99,21 m ü.NN
BS 8	1,10 m u.GOK / +98,89 m ü.NN
BS 9	1,15 m u.GOK / +98,84 m ü.NN
BS 10	keine Mutterböden angetroffen
BS 11	1,00 m u.GOK / +99,03 m ü.NN
BS 12	1,20 m u.GOK / +98,81 m ü.NN
BS 13	1,05 m u.GOK / +99,01 m ü.NN
BS 14	1,80 m u.GOK / +97,89 m ü.NN
BS 15	keine Mutterböden angetroffen
BS 16	1,50 m u.GOK / +98,41 m ü.NN
BS 17	1,80 m u.GOK / +98,19 m ü.NN
BS 18	0,50 m u.GOK / +99,49 m ü.NN
BS 19	1,10 m u.GOK / +98,89 m ü.NN
BS 20	1,40 m u.GOK / +98,59 m ü.NN
BS 21	1,55 m u.GOK / +98,44 m ü.NN
BS 22	keine Mutterböden angetroffen

Tabelle 19: Voraushub für Plattengründung bei Nichtunterkellerung

Wie aus Tabelle 19 ersichtlich wird, werden größtenteils Voraushubmächtigkeiten von > 1 m und teilweise von > 1,5 m erreicht werden. Die Wirtschaftlichkeit solcher Maßnahmen ist daher vorab entsprechend zu prüfen. Gegebenenfalls ist eine der angegebenen Alternativen für die Gründung heranzuziehen.

Das freigelegte Baufeld sollte ingenieurgeologische abgenommen und freigegeben werden.

Wasserhaltung: Ausgehend von den Verhältnissen am Untersuchungstag wird bei dieser Art der Gründung die Vorhaltung einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichen, um anfallendes Tagwasser abführen zu können.

Massendefizitaufbau / Geotextil / Bodenplattenbereich: Vor Auftrag des Ausgleichsmaterials ('Schotter') sollte flächig auf das Erdplanum die Auflage eines Geotextils erfolgen (Vorschlag: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3; mechanisch verfestigt; Bemessungsfall AS 3/AB 2).

Durch das Geotextil erfolgt eine Trennung vom in großen Teilen verlehmteten Erdplanum und aufzubringendem Schotter, was die Verdichtungsfähigkeit und Langlebigkeit des Schotters nachweislich erhöht.

Sollen im Anschluss keine separaten Frostschutzschürzen mehr errichtet werden müssen, so sollte vorab eine Schotterstärke von 0,8 m eingebaut werden.

Vom AN wird von der Verwendung von Güteschotter (z.B. HKS 0/45 mm) zum Ausgleich des Massendefizites angeraten (Beschaffenheit siehe unten).

Das Massendefizit sollte mit Güteschotter aufgebaut und auf 98 % - 100 % Proctordichte verdichtet werden. Die Lagenmächtigkeit sollte 0,3 m nicht überschreiten. Auf OK Schotter (= Planum Bodenplatte) sollte ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70-80$ MPa nachgewiesen werden (in Abhängigkeit der statischen Erfordernisse).

Bei Auskoffnung sollte 'rückschreitend' und bei Schottereinbau 'vor-Kopf' gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Befahrung zu zerstören.

Außenseitiger Horizontalüberstand: Der Einbau geeigneten Materials muss im außenseitigen Überstandsbereich erfolgen (auch im Garagenbereich). Der Horizontalüberstand (Außenkante Bodenplatte – OK Abtreppung Schotter zur Aussenseite) sollte mindestens 0,5 m betragen. Der Güteschotter sollte am außenseitigen Ende des g.g. Überstandes abgetreppert unter max. 45° einfallen.

Es wird davon ausgegangen, dass der zukünftige Gartenbereich bis ungefähr zur OK einer angrenzenden (Erschließungs-)Straße aufgehöhrt wird. Hierfür braucht kein Schotter verwendet zu werden.

Böschchen / Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböschcht / verbaut werden. Bei den zu erwartenden Aushubtiefen braucht somit nicht verbaut werden. Die vorliegenden Böden können – falls sie nicht wassergesättigt vorliegen – unter max. $\beta = 45^\circ$ geböschcht werden.

Gründungsvorschlag / Aufbau Schotterplanum Bodenplatte: Im Falle einer Plattengründung sollte eine ggf. vorgesehene Garage genauso wie das Wohnhaus gründen.

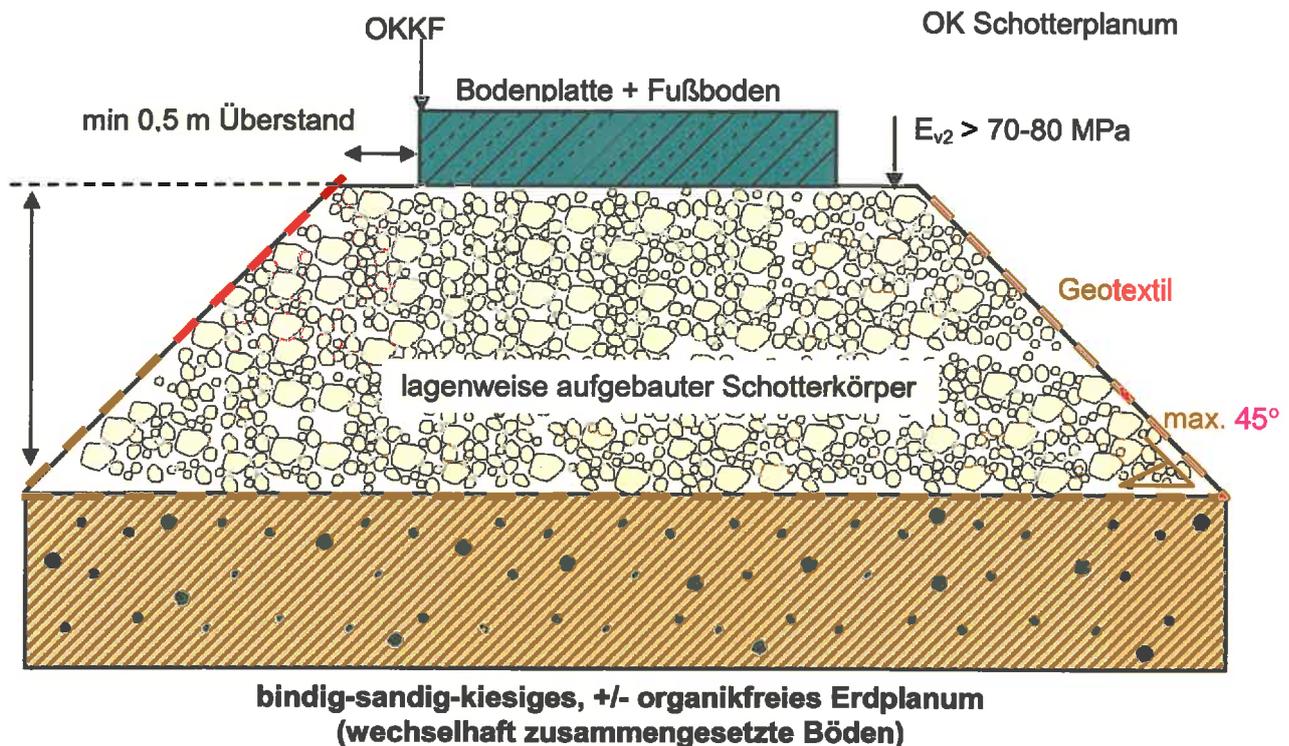
- 1. Schritt: Entfernung der 'Mutterböden': Der Oberboden und die überschütteten Mutterböden weisen keine Gründungseignung auf und müssen vollständig entfernt werden (Sowieso-Aufwand). D.h. in einem ersten Schritt sollte das Baufeld inkl. der seitlichen Lastabtrags- und Überstandsbereiche (s.u.) von den genannten Böden befreit werden. Die Abschiebung / der Abzug sollte rückschreitend mit einer Baggerschaufel ohne Zähne ('Schneidbestückung / Flachschaufel') durchgeführt werden.
- 2. Schritt: Kontrolle auf deutliche Organikanteile / Aufweichungen: Nach g.g. Entfernung der überschütteten 'Mutterböden' sollte eine ingenieurgeologische Abnahme des Erdplanums durch Fachpersonal erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen.
Im Besonderen ist das Erdplanum auf deutliche Aufweichungen zu kontrollieren. Diese potenziellen 'Nester' sollten entfernt und durch Schotter ersetzt werden. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.
- 3. Schritt: Geotextilaufgabe / Schotteraufbau: Vorab ist ein Geotextil GRK 3 auf das Aushubplanum auszulegen. Das Massendefizit bis zur UK Bodenplatte sollte lagenweise (max. Lagenmächtigkeiten: 30 cm) mit Güteschotter (oder einem Alternativmaterial) aufgebaut werden. Der Schotter muss innerhalb des gesamten Baufeldes und eines mind. 0,5 m breiten Horizontalüberstandes im Gebäudeaußenbereich (Wohnhaus und Garage) sowie des sich seitlich anschließenden Lastabtragsbereiches (Schotterabtreppung unter 45°) eingebaut werden. Der Schotter muss ordnungsgemäß auf mind. 98 % - 100 % Proctordichte verdichtet werden.
- 4. Schritt: Verdichtungskontrolle: Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums (Plattengründung, Schotterplanum) sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung: $E_{v2} = 70-80 \text{ MN/m}^2$, in Abhängigkeit von den statischen Forderungen).

Bettungsmodul: Die Angabe eines allgemein gültigen Bettungsmoduls ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht zielführend. In Abhängigkeit statischer Angaben zu anfallenden Lasten und der tatsächlichen Bedingungen am Bauplatz (Mächtigkeit des Schotterpolsters, Art des Materials, etc.) können entsprechend konkrete Angaben jedoch bedarfsweise und kurzfristig nachgereicht werden.

Trockenhaltung der Bauwerke: Eine Grundwasserbeeinflussung des nichtunterkellerten Baukörpers wird aufgrund der Heraushebung gegenüber dem Urgelände ausgeschlossen. Bei Verwendung von Güteschotter in o.g. Stärke fungiert genannte Schüttung als kapillarbrechender Sohlenunterbau und eine Abdichtung des Bauwerkes gegen 'Bodenfeuchte' nach DIN 18 195-4 wird ausreichen.

Der Gründungsvorschlag wird nachfolgend schematisch skizziert (Schnittdarstellung, unmaßstäblich).

Der vom IB KLEEGRÄFE favorisierte Gründungsvorschlag wird nachfolgend schematisch skizziert (Schnittdarstellung, unmaßstäblich).



Material: Das notwendige Aufhöhungsmaterial im Baufeld und Überstandsreich / Unterbau sollte aus o.g. Gründen aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter 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 Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100\%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter: 45°). Alternativmaterialien sind mit dem IB KLEEGRÄFE bedarfsweise abzustimmen.

Frostsicherheit: Bei der Plattengründung existiert bei Einbau von frostsicherem Material in einer Stärke von $> 0,8\text{ m}$ eine ausreichend tiefe 'Frostschuttschürze'. Die Errichtung separater Frostschuttschürzen aus Schotter oder Beton kann in diesem Fall verzichtet werden.

Wird eine geringere Schotterstärke als Plattenunterbau verwendet müssen Frostschuttschürze aus Beton oder frostsicherem Mineralgemisch bis in eine Tiefe von $0,8\text{ m}$ u.GOK geführt werden.

6.1.4 Maßnahmen bei Unterkellerung (Plattengründung)

Gründung/Bauweise: Grundsätzlich muss auf kiesig-sandigen Böden gegründet werden. Sollten – was allenfalls in geringem Umfang und lokal erwartet wird – bindige Böden auf Gründungs- und Lastabtragsniveau vorliegen, so sind diese zu entfernen und gegen Schotter auszutauschen.

Es wird angeraten, eine Verdichtungsauflage/Sauberkeitsschicht von ca. 20 cm Güteschotter unterhalb der Bodenplatte einzubauen. Aufgrund der zu erwartenden permanenten Grundwasserbeeinflussung sollte bei einer Unterkellerung vor Schotterauftrag ein Geotextil auf das Erdplanum aufgelegt und bis zur OK Schotterung 'hochgezogen' und umgeschlagen werden.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Die Verhältnisse zum Zeitpunkt der Geländearbeiten lassen eine bauzeitliche GW-Absenkung notwendig werden. Das Grundwasser muss bis mindestens 0,5 m unter Gründungsniveau bauzeitlich abgesenkt werden. Bei einer potenziellen Gründung auf ca. 2,8 m u.GOK und die Verhältnisse bei den Geländearbeiten zugrunde gelegt, bedeutet dies eine abzusenkende Wassersäule von bis zu ca. 1,6 m.

Der AN schlägt eine bauzeitliche Wasserhaltung mittels Vakuumlansen vor. Wichtig ist der ausreichende Vorlauf dieser Anlage vor Beginn der Auskofferungsarbeiten. Unmittelbar nach Auskoffierung sollte Schotter als Flächenfilter (20 cm) als Schutz gegen Ausspülungen eingebracht und u.U. offen entwässert werden. Die um die Baufläche positionierten Lanzen müssen permanent in Betrieb bleiben, bis der notwendige Gegendruck gegen Auftrieb vorliegt.

Bei dem durchgängig anstehenden Fluvialtkies und dem rechnerisch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert von teilweise $k_f > 10^{-4}$ m/s handelt es sich um Verhältnisse, welche den Anwendungs-Grenzbereich einer Vakuum-Absenkungsanlage darstellen. Aus diesem Grunde sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt.

Lanzenabstand, Vakuumdruck und Vorlaufzeit sind von der ausführenden Firma zu bestimmen, da diese Faktoren geräteabhängig sind. Die hierfür benötigten Eckdaten (Durchlässigkeit, Bodenverhältnisse, etc.) sind diesem Gutachten zu entnehmen.

Äußerst wichtig ist die Beibehaltung der GW-Absenkung, bis der notwendige 'Gegendruck' durch Errichtung des Gebäudes gegeben ist. Erst dann sollten die Pumpen abgestellt werden.

Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den städtischen Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei den Stadtentwäs-

serungsbetrieben Paderborn (STEB) bzw. bei der Unteren Wasserbehörde (Kreis Paderborn) zu beantragen.

Die absenkende Firma hat zu gewährleisten, dass durch die absenkenden Maßnahmen keine schädigenden Auswirkungen (Setzungen) an Nachbarbauwerken eintreten.

Böschchen / Verbau: Bei Vorlage wassererfüllter Böden wird ein Verbau nach DIN 4124 erforderlich werden. Nicht wassererfüllte Böden können unter max. $\beta = 45^\circ$ geböscht werden.

Sollten vorlaufende wasserabsenkende Maßnahmen (z.B. Vakuumanlage) zum Einsatz kommen, so kann der Boden ebenfalls unter max. $\beta = 45^\circ$ geböscht werden, nachdem der Boden entwässert ist. Bei einem Abböschchen ist die Verkleidung der Baugrubenwände mit einer Folie als Schutz vor Erosion notwendig.

Trockenhaltung / Bauweise / Betonqualität: Aufgrund der permanenten Nässe-Beeinflussung des UG (Lastfall: *Von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18 195-6*) wird eine entsprechende KG-Abdichtung dringend angeraten. Bemessungswasserstand (auch für den statischerseits zu berücksichtigenden Faktor 'Auftrieb') ist 1,25 m u.GOK. Es liegt ein nicht betonaggressives Wasser vor.

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

Die Setzungsberechnungen (s.u.) dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden. Bei g.g. orientierenden Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-Footing wird eine 1 m breite 'Ersatzfläche' berücksichtigt (12 x 1,0 m bzw. 25,0 x 1,0 m).

Vorgenannten Längen von 12 m und 25 m stellen vermutlich die längste Wandscheibe im Bereich eines EFH bzw. MFH dar (Annahmen).

Des Weiteren wird von einer Gründung auf dicht gelagerten Kiesen ausgegangen. Als Unterbau wird ein Güteschotter der Stärke von 20 cm angesetzt.

Die charakteristische Beanspruchung des Baugrundes wird auf maximal $\sigma_{E,k} = 200 \text{ kN/m}^2$ geschätzt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 20 zu entnehmen.

Sohlspannung σ / Unterbau / Bodenaustausch	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul k_s
$\sigma_{E,k} = 200 \text{ kN/m}^2$ 20 cm Schotter	1,0 x 12 m	0,44 cm	44,7 MN/m ³
	1,0 x 25 m	0,49 cm	40,5 MN/m ³

Tab. 20: Orient. Setzungsberechnungen zw. Erhaltung Eingangs-Bettungsmodul (Unterkellerung)

Bei den genannten Setzungen handelt es sich um die Gesamtsetzungen, welche in dem relevanten Baugrund innerhalb gleichartig gegründeter Bauteile ohne größere Setzungsunterschiede auftreten. Die Setzungsunterschiede werden deutlich kleiner 1 cm betragen, was aufgrund der ohnehin notwendigen Bewehrung der Bodenplatte nicht zu Bauwerksschädigungen führen wird.

Bettungsmodul: Es sollte für das Schotterplanum zunächst ein Bettungsmodul von $k_s \sim 40 \text{ MN/m}^3$ 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.

Verdichtungskontrolle: Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums (Unterkellerung, Schotterplanum) sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung: $E_{v2} = 70\text{-}80 \text{ MN/m}^2$, in Abhängigkeit von den statischen Forderungen).

Material: Die angeratene Ausgleichsschicht sowie potenzielles Aufhöhungsmaterial im Baufeld + Überstandsbereich sollte aus einem gütegeprüftem Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter 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 quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung des Schotters sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel für Schotter (45°) zu achten.

Geotextil: Es existiert aufgrund der Grundwasserbeeinflussung die Gefahr von Feinkornumlagerungen aus der Tragschicht (Gefahr von Sackungen). Um diese Ausschwemmungen ("Innere Erosion") zu verhindern, sollte vor Einbringung der Schotterlagen ein Geotextil auf den Untergrund überlappend aufgelegt und seitlich bis zur OK

Schotter hochgezogen werden (Güteanforderung: GRK 3; mechanisch verfestigt; Bemessungsfall AS 3/AB 2). Durch das Geotextil wird ergänzend die Verdichtungsfähigkeit und Langlebigkeit des Schotters nachweislich erhöht.

Ingenieurgeologische Abnahmen: Nach Auskofferung der jeweiligen Baugrube sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die 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.

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

‘Schneidbestückung’: Die Ausschachtung der Kiese sollte mit einer Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’) durchgeführt werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Ein Teil des anfallenden Baugrubenaushubs (Auffüllungen, ‘Mutterboden’, potenzielle sonstige organische oder bindige Böden) ist nicht wiedereinbaufähig.

Sofern davon auszugehen ist, dass Bereiche auch weiterhin einer reinen Gartennutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann das ausgehobene organische sowie potenzielle bindige Material wiederverfüllt werden. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke, jedoch nicht innerhalb des Gebäude-Arbeitsraumes.

Organikfreie Fluviatilsande mit einem bindigen Anteil < 15 % können wieder eingebaut werden. Dieser Sand kann beispielsweise zwecks Erzielung einer Frostsicherheit zur außenseitigen Andeckung der Plangebäude eingebaut werden. Der Sand sollte jedoch nicht als Oberbau für Bewegungs- / Stellflächenbereiche verwendet werden. Beim Ausbau müssen die organikfreien Sande sorgfältig von den organikführenden Sanden getrennt werden.

Da der organikfreie SE-Sand infolge seiner engen Stufung eine ‘Verdichtungs-unwilligkeit’ aufweist, sollte bei Einbau in lastabtragenden Bereichen die Verdichtungseignung/-fähigkeit durch Mischung mit einem Schotter (Mischungsverhältnis Schotter:Sand max. 1:2) hergestellt werden. Die einzelnen Lagenmächtigkeiten sollten 0,30 m nicht überschreiten und jeweils ordnungsgemäß verdichtet werden.

Es wird nicht mit dem Anfall nennenswerter und daher für einen Wiedereinbau relevanter Kies-Massen ausgegangen.

6.2 Straßenbau

- Bauklasse/Belastungsklasse: Eine Einstufung in eine Belastungsklasse liegt seitens des AG nicht vor.

In Absprache mit dem Planer können die **Erschließungsstraßen** nach der aktuellen Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen – Ausgabe 2012' (RStO 12) als **Anliegerstraßen (Wohnweg)** etwa der **Belastungsklasse Bk0,3 zugeordnet werden**. Die Errichtung von Pkw-Abstellflächen und Rad-/Gehwegen ist in den Wohnwegen grundsätzlich denkbar. Die Abstellflächen können dabei in die Belastungsklasse Bk0,3 eingestuft werden (Nutzung ausschließlich durch Pkw).

Verhältnisse auf Planum: Das Erdplanum führt unterhalb der Oberböden durchweg 'bindige Böden', weshalb der Planumsboden nach *ZTVE-StB 09* in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 ('sehr frostempfindlich') eingestuft werden muss. Nach der *ZTVE-StB 09* sind Frostschutzmaßnahmen grundsätzlich erforderlich. Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 50 cm für die Belastungsklasse Bk0,3.

Sofern keine 'qualifizierte Bodenverbesserung' nach ZTV-E StB für das Erdplanum der Straßen ausgeführt wird, ergibt sich auch im Falle einer vorab durchgeführten Bodenbehandlung keine günstigere Frostempfindlichkeitsklasse.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone I gestellt. Die Notwendigkeit einer diesbezüglichen 'Mehrdicke' ergibt sich nicht. 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' vorkommen kann. Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken.

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

- | | |
|---|---------------------|
| ➤ Fahrstraße Belastungsklasse Bk0,3: | 55 cm |
| ➤ Stellflächen Belastungsklasse Bk0,3: | 55 cm |
| ➤ Rad-/Gehweg: | 30 (- 40) cm |

- Dicke des frostsicheren Oberbaus (bei Gehwegen): Nach der RStO wird für Planumböden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 eine Mindestdicke des frostfreien Oberbaus von 30 cm notwendig.

Sollte die Möglichkeit der Überfahung von Teilen des Geh-/Radweges vorgesehen werden, so sollte aufgrund einschlägiger Erfahrungen aus Tragfähigkeitsgründen die Minstdicke des frostsicheren Oberbaus wenigstens 40 cm betragen.

Im Bereich von Überfahrten für Kraftfahrzeuge (z.B. Einfahrten) ist die Befestigungsdicke auf die Verkehrsbelastung abzustimmen. Die g.g. Dicke des frostsicheren Oberbaus von 40 cm reicht in diesem Fall i.d.R. aus.

- Hinweise zur Errichtung: Der Oberbau-Aufbau der Verkehrsflächen sollte nach der 'Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen' Ausgabe 2012 (RStO 12) erfolgen.

Zunächst sind die Oberböden sowie sonstige organische Böden auf Erdplanum zu entfernen. Anschließend muss das Massendefizit bis UK Oberbau mit geeignetem Material lagenweise aufgebaut werden (Schotter).

Die o.g. Schichtdicken auf dem Erdplanum setzen ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa voraus. Dieser Verformungsmodul kann auf bindigen Füllböden erfahrungsgemäß nicht erzielt werden. Es werden Untergrundverbesserungen zur Erzielung des o.g. Verformungsmoduls auf Erdplanumniveau notwendig.

Aus Erfahrung sollte für die Kalkulation eine ca. 30 cm mächtige Untergrundverbesserung bestehend aus einem Schotter oder einem Material grober Körnung (z.B. 0/60 oder 0/100 mm) eingeplant werden, was jedoch zum Zeitpunkt der Arbeiten zu konkretisieren ist. Diese Verbesserungen sind abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum.

Die g.g. Untergrundverbesserung durch Schottereinbau sollte vorab für 100 % der Fahrwege und Stellflächen einkalkuliert werden.

Nach der RStO darf die Untergrundverbesserung nicht auf die Dicke des frostsicheren Aufbaus angerechnet werden.

Angeraten wird auf Erdplanum vor Auftragsarbeit eine Geotextileinlage (GRK 3).

- Verdichtungsüberprüfungen: Auf dem Schotterplanum sollten die RStO-Verdichtungsanforderungen mittels statischen Lastplattendruckversuchen nachgewiesen werden. Sehr wichtig ist der flächendeckende Nachweis eines Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45$ MPa auf dem Erdplanum mittels statischen Plattendruckversuchen, da ansonsten der von der RStO geforderte Verformungsmodul auf Schotterplanum nicht erreicht werden kann (Belastungsklasse Bk0,3: $E_{v2} \geq 120$ MPa und Rad-/Gehwege $E_{v2} \geq 80$ MPa). Vorgenannte Verdichtungsanforderungen sollten flächendeckend nachgewiesen werden.

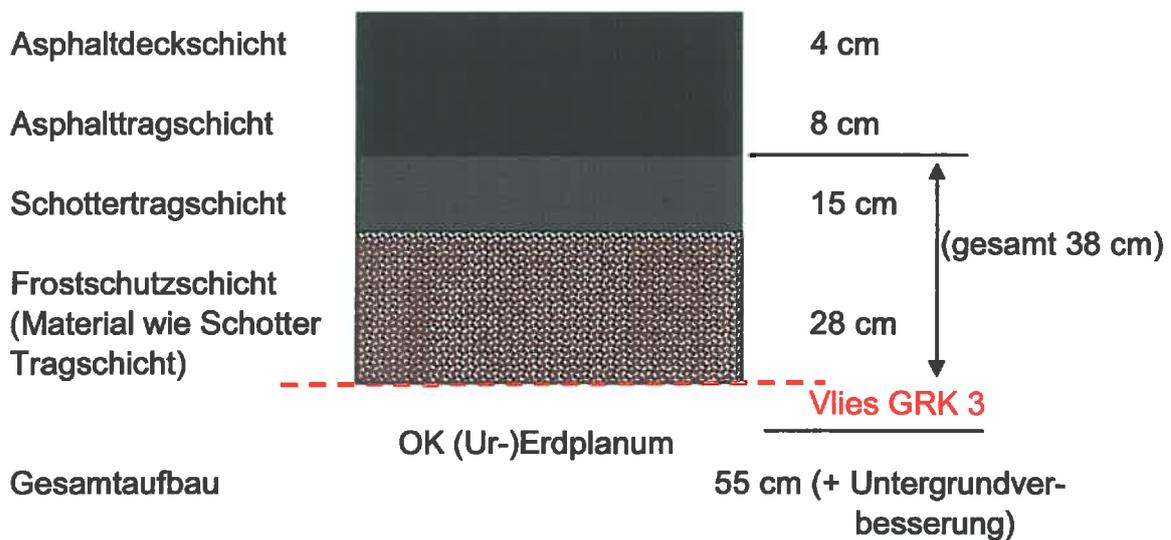
Bauweise der Stellplätze / Bewegungsflächen: Hinsichtlich der Abführung anfallender Niederschlagswässer sei auf die in Kapitel 3.3 geschilderten Umstände und den bestehenden abschließenden Klärungsbedarf verwiesen.

Es wird die Verwendung von 'offenem', durchlässigen Bauweisen abgelehnt, da als Folge Aufweichungen des Oberbaus und des Untergrundes resultieren und örtlich Stauwasser anfallen kann. Letztlich wäre die Standfestigkeit sowie die Frostsicherheit der Stell-/Bewegungsflächen und Fahrwege nicht dauerhaft gewährleistet. Angeraten wird hier eine Vollversiegelung (z.B. Schwarzdecke).

Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau – einschließlich Geotextil aber ohne Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für die Belastungsklasse Bk0,3 unmaßstäblich skizziert (nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 3):

Bk0,3 – Bauweise mit Asphaltdecke

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)



6.3 Kanalbau

Unter Berücksichtigung der Besprechungsergebnisse vom 30.10.2014 sollen weitere Planungen und Abstimmungen in Richtung einer Trennkanalisation erfolgen.

Detailplanungen zur Kanalverlegung liegen entsprechend nicht vor. Es werden daher Annahmen für die Verlegung von Regen- und Schmutzwasserkanälen getroffen

Die Plankanäle werden in 'offener' Bau- und hydraulischer Arbeitsweise erstellt werden.

Regenwasserkanal: Bestehende Regenwasserkanäle in der Umgebung sind sehr flach verlegt und daher für die Plankanäle nicht erreichbar. Es wird daher vereinfachend der Tiefenbereich von 1,50 m +/- 0,20 m u.GOK als 'Fenster' für die Neuverlegung des Regenwasserkanals betrachtet.

Schmutzwasserkanal: Unter Heranziehung vorhandener Planunterlagen ergibt sich eine Verlegetiefe des Schmutzwasserkanals von ca. 2,50 - 3,40 m u.GOK. In o.g. Besprechungstermin wurde eine orientierende Plantiefe von ca. 2 m veranschlagt. Es wird somit vereinfachend der Tiefenbereich von 2,75 m +/- 0,75 m u.GOK als 'Fenster' für die Neuverlegung des Schmutzwasserkanals betrachtet.

Boden-/Grundwasserverhältnisse Regenwasser-Kanalsole: Auf dem Sohlniveau stehen insgesamt sehr wechselhaft zusammengesetzte Böden an (Auffüllungen, Fluviatilsande, Fluviatilschluffe und überschüttete Mutterböden).

Eine Grundwasserbeeinflussung der Sohlbereiche ist bereits bei einem geringen Feuchteanstieg gegenüber den Verhältnissen der Untersuchungstage gegeben.

Die Baugrundverhältnisse weisen einen mäßigen Verbesserungs-/Homogenisierungsbedarf auf.

Boden-/Grundwasserverhältnisse Schmutzwasser-Kanalsole: Auf dem Sohlniveau steht ausschließlich ein gewachsener/geogener mehrheitlich dicht gelagerte Fluviatilkies an. Es muss von einer permanenten Grundwasserbeeinflussung ausgegangen werden.

Die Baugrundverhältnisse weisen keinen nennenswerten Verbesserungs-/Homogenisierungsbedarf auf.

Für den Faktor 'Auftrieb' ist rechnerisch ein Grundwasseranstieg bis 1,25 m unter Geländeoberkante heranzuziehen.

Nachfolgend werden die vorzuschlagenden Maßnahmen für die Plantrasse tabellarisch kurz zusammengefasst (Tabellen 20 und 21).

	Plankanäle (RW)
Bohrung	BS 1-24
Wasserhaltung	Offen, ggf. verstärkt offen
Verbau	Normverbau
Gründung	30 cm Schotterpolster 0/32 mm
Grabenverfüllung	V 1-Material gem. ZTV-A StB
Verdichtung im Graben	dynamisch
Verdichtung im Oberbau	dynamisch

Tabelle 20: Maßnahmen für SW-Plankanal

	Plankanäle (SW)
Bohrung	BS 1-24
Wasserhaltung	geschlossen
Verbau	Normverbau
Gründung	15 cm Schotterpolster 0/32 mm
Grabenverfüllung	V 1-Material gem. ZTV-A StB
Verdichtung im Graben	dynamisch
Verdichtung im Oberbau	dynamisch

Tabelle 21: Maßnahmen für SW-Plankanal

Maßnahmenvorschläge:

Bestandskanäle: Nicht mehr benötigten Kanäle / Bauwerke sollten geborgen oder verfüllt/verdämmt werden, dass langfristig kein Setzungspotenzial von der 'Alttrasse' ausgeht (z.B. Einbrechen defekter Rohre oder Einschwemmen von Feinkorn aus umgebenden Böden).

Schneidbestückung / Bodenlösung: Die Lösung Auffüllungen/Böden im oberflächennahen Bereich kann mit einem Hydraulikbagger mit Zahnbestückung erfolgen. Die Herstellung des Feinplanums im Kanalgraben sollte mit einem Löffelbagger mit sog. 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Wasserhaltung: Bei Verhältnissen wie am Untersuchungstag wird eine Grundwasserabsenkung erforderlich.

Das Grundwasser muss bis 0,5 m unter tiefster Aushubsohle abgesenkt werden. Dies bedeutet eine abzusenkende Wassersäule von bis zu ca. 2,30 m im Bereich des Schmutzwasserkanals bezogen auf einen mittleren Flurabstand von 2,02 m u.GOK.

Eine ausreichende GW-Absenkung mittels einer (verstärkten) 'offenen Wasserhaltung' ist bei Verhältnissen wie am Untersuchungstag ausschließlich im Bereich des zu verlegenden Regenwasserkanals realisierbar.

Vorgeschlagen und gutachterlicherseits eindeutig favorisiert wird der Einsatz eines Vakuumverfahrens bei Errichtung einer 'geschlossenen Wasserhaltung'. Bei den zu erwartenden Durchlässigkeitsbeiwerten der zu entwässernden Böden von $k_f \sim 10^{-5}$ bis 10^{-3} m/s handelt es sich um Verhältnisse, welche teilweise den Grenz-Anwendungsbereich einer Vakuum-Absenkungsanlage darstellen. Das Lanzenprofil sollte so ausgebildet sein, dass auch kurzzeitige GW-Anstiege, z.B. nach intensiven Niederschlagsereignissen, abgefangen werden können. Es sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt.

Von großer Wichtigkeit ist eine ausreichende Vorlaufzeit der Vakuumanlage. Die GW-Absenkung muss bis mindestens 0,5 m unter tiefster Aushubsohle reichen. Wichtig ist die ausreichende Tiefe der Absenkung, damit sich die Überschneidung / Schnittlinien der Absenktrichter unterhalb der Baugrubensohle befinden (Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches). Über die Ausdehnung des Absenktrichters lässt sich auch eine Absenkung im Bereich des in der Regel nahen Regenwasserkanals erzielen, weshalb dort dann keine (zusätzliche) Wasserhaltung installiert werden muss.

Zur Angebotskonkretisierung sollte den angefragten Firmen das Bodengutachten zur Verfügung gestellt werden. Die Auswahl des geeigneten Verfahrens ist letztlich allein Sache des Auftragnehmers.

Es sollten verfahrensunabhängig immer nur kurze Trassenabschnitte abgesenkt werden. Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in einen städtischen Kanal oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei der Stadtentwässerungsbetriebe Paderborn bzw. der Unteren Wasserbehörde des Kreises Paderborn zu beantragen.

Die absenkende Firma hat dafür Sorge zu tragen, dass die GW-Absenkung keine schädigenden Auswirkungen auf Bauwerke ausübt (Stichwort: Setzungsschäden).

Verbau: Nach DIN 4124 sind Baugruben ab Tiefen von > 1,25 m zu böschen oder zu verbauen. Aufgrund der großen möglichen Kanalgrabentiefen des SW-Kanals und bei des Verlauf innerhalb einer Verkehrsstraße sollte die Kanaltrasse grundsätzlich nicht geböscht, sondern verbaut werden.

Dort wo keine Gefährdung von Bauwerken und/oder Gebäuden existiert, kann ein herkömmlicher Verbau nach DIN 4124 ('Normverbau') eingebracht werden. Dies betrifft die gesamten geplanten Kanaltrassen.

Die in Tabelle 8 (Bodenmechanische Kennwerte) aufgeführten Werte können grundsätzlich zur Bemessung eines Verbaus herangezogen werden.

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

Gründung / Rohraufleger: Bei der Kanalverlegung sind die Vorgaben der DIN EN 1610 ('Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen') sowie das technische Merkblatt ATV/DVWK-A 139 ('Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen') zu beachten.

Als Regelausführung ist darin eine untere Bettungsschicht mit einer Mächtigkeit von mind. 100 mm bei herkömmlichen Bodenverhältnissen erforderlich.

Ergänzend empfiehlt die ATV/DVWK-A 139 zwecks Vermeidung von Setzungen und Rohrschäden, dass die Bettungsschicht in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser grundsätzlich auf $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ (DN in mm) erhöht wird.

Der AN empfiehlt unabhängig vom letztlich einzubauenden Außendurchmesser bei Verlegetiefen der Kanäle bis 2,25 m u.GOK in die Trassenabschnitte eine Bettungsschicht-Mächtigkeit von mindestens 30 cm einzubauen.

Ab Verlegetiefen der Kanäle von $> 2,25 \text{ m u.GOK}$ ist eine Bettungsschicht-Mächtigkeit von mindestens 15 cm ausreichend.

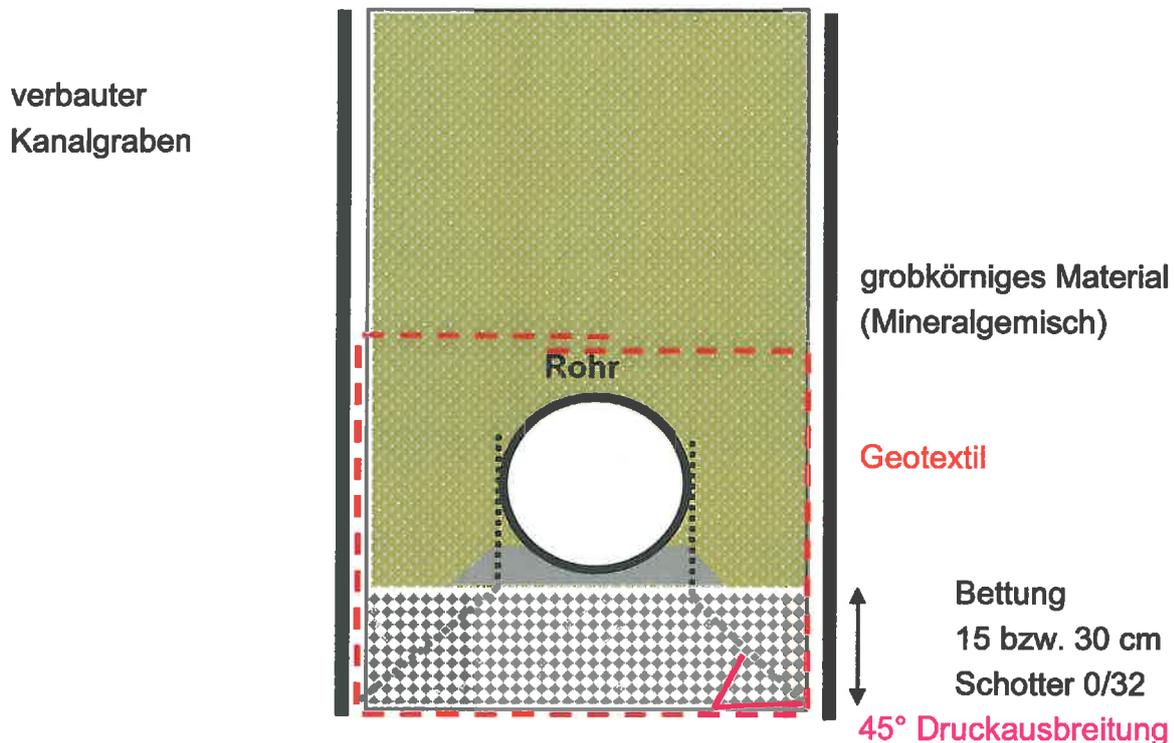
Bei Rohrdurchmessern von DN 200-600 ist eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material mit einem Größtkorn von $< 40 \text{ mm}$ herzustellen (z.B. 0/32 mm Güteschotter).

Die sogenannte 'Hauptverfüllung' darf nach DIN EN 1610 keine Bestandteile mit einem Größtkorn von mehr als 300 mm enthalten oder Anteile deren Größtkorn die Dicke der Abdeckung c oder die Hälfte der zu verdichtenden Schicht beinhalten.

Die Bettungsschicht muss im Druckausbreitungswinkel des Kanals / Bauteils eingebracht werden (Mineralgemisch = 45°).

Das empfohlene Verfahren ist unten schematisch und unmaßstäblich skizziert.

OK Kanalgrabenverfüllung = UK RStO-Aufbau



Gründung Kanäle: Die Gründungsverhältnisse im Bereich des Schmutzwasser-Plankanals werden als homogen bzw. gleichartig angesehen. Die Gründungsverhältnisse im Bereich des Regenwasser-Plankanals stellen sich dagegen sehr heterogen dar.

Im Mittel steht ab ca. 2,25 m u.GOK der hochtragfähige Fluvialtkies an, der keinen Verbesserungsbedarf besitzt. Die Böden oberhalb müssen in mäßigem Umfang zum Lastabtrag verbessert werden.

Der Umfang der Verbesserung kann vorab anhand der geplanten Verlegetiefen (unabhängig von der tatsächlichen Art des Kanals) bestimmt werden.

Bei Verlegetiefen der Kanäle bis 2,25 m u.GOK ist in die Trassenabschnitte eine Bettungsschicht-Mächtigkeit von mindestens 30 cm einzubauen.

Ab Verlegetiefen der Kanäle von > 2,25 m u.GOK ist eine Bettungsschicht-Mächtigkeit von mindestens 15 cm ausreichend.

Vor Schottereinbau sollte bei Kanalverlegung zusätzlich ein Geotextil (Güte: Geotextil-robustheitsklasse GRK 3; 150 – 200 g/m²) eingelegt und seitlich bis ca. 30 cm oberhalb des Rohrscheitels hochgezogen und umgeschlagen werden. Hierdurch wird die Rohr-

leitungszone weitgehend ummantelt. Eine 'innere Erosion', d.h. der Austrag von Feinkorn durch anströmendes Grundwasser und dadurch bedingte mögliche Setzungerscheinungen können so vermieden werden.

Schotter-Material 0/32: Das Auftragsmaterial zur Gründung bzw. Ersatzmaterial bei einem Bodenaustausch sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/32 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter 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 quell- oder schrumpffähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 97 - 100 \%$ erfolgen.

Rohrleitungszone und Grabenverfüllung: Bei Rohrleitungen mit Fuß kann auf ein Sandbett verzichtet werden; hier erfolgt eine direkte Auflagerung auf dem Schotter des 'Rohraufagers'.

Daneben sind ggf. gesonderte Anforderungen des Leitungsbetreibers zu berücksichtigen.

Unter Beachtung oberhalb der Kanaltrasse verlaufender Verkehrswege und zur Minimierung einer Drainagewirkung des Kanalgrabens wird zur Vermeidung von späteren Setzungen-/Setzungsdifferenzen empfohlen, den *Kanalgraben bzw. Verfüllzone* entweder mit einem raumbeständigem und verdichtungsfähigem Material (Verdichtbarkeitsklasse V1 gem. ZTV-A) zu verfüllen.

In Frage für ein Mineralgemisch kommen hier z.B. Güteschotter, Vorabsiebungsmaterial, Bankettenmaterial bzw. Mischungen der vorgenannten Baustoffe.

Dieses Material ist lagenweise einzubringen und mittels adäquater Verdichtungsgeräte zu verdichten. Bei der Verdichtung der Füllmaterialien sind gemäß ZTVE-StB 09 Proctordichten zwischen 97 und 98 % (bis 1 m unter Planum) und 100 % der einfachen Proctordichte (< 1 m unter Planum) einzuhalten.

Eine zusätzliche Drainwirkung des Kanals ist bei den umgebenden Böden nicht gegeben.

Auf alternative Verfahren zur Grabenverfüllung (z.B. Flüssigboden, etc.) kann bei ausdrücklichem Interesse ergänzend eingegangen werden.

Auftriebsicherheit: Die Kanalbauteile sind aufgrund der zu berücksichtigenden Grundwasserbeeinflussung gegen Auftrieb zu bemessen. Die Auftriebsicherheit beträgt

mind. $n_a = 1,1$. Rechnerischer Bemessungsstand sollte eine Höhe von 1,25 m u.GOK sein.

Wiedereinbaueignung von Schotter und Füllkiesen/-sand/-schluffen: Beim Material der oberflächennahen Auffüllungen handelt es sich um recht heterogen zusammengesetzte Auffüllungen, die wechselnde bindige-kiesig-sandige Anteile enthalten und daher unterschiedlich gut bis nicht verdichtbar. Sie sollten daher nicht als Hauptverfüllung eingesetzt werden.

Wiedereinbaueignung von Böden: Organische Böden, unaufbereitete bindige Böden können nicht wieder eingebaut werden. Eine alternative Aufbereitung anfallender bindiger Böden mit einem Mischbinder zur Herstellung einer Wiedereinbaueignung erscheint bei den geringen anfallenden Massen nicht wirtschaftlich darstellbar.

Bodenpressung: Es sollte eine max. 'Bodenpressung' auf dem Gründungsniveau von $\sigma_{E,k} = 200 \text{ kN/m}^2$ im Bereich des Regenwasserkanals und von $\sigma_{E,k} = 250 \text{ kN/m}^2$ im Bereich des Schmutzwasserkanals nicht überschritten werden, um lastinduzierte Gesamtsetzungen zu minimieren bzw. Setzungsunterschiede zu vermeiden.

Lagerungsdichteüberprüfung: Die Verdichtung des Gründungsplanums der (Schacht-)Bauwerke sollte vor den Gründungsarbeiten mittels (dynamischen) Plattendruckversuchen überprüft und kontrolliert werden. Es sollte hierbei in den Fundamentbereichen auf dem Gründungsniveau der Bauwerke für das Verformungsmodul ein Wert von $E_{v2} = 60-80 \text{ MPa}$ erreicht werden.

Die ausreichende Verdichtung der Grabenverfüllung sollte ebenfalls mittels (statischen) (Last-)Plattendruckversuchen und Rammsondierungen nachgewiesen werden.

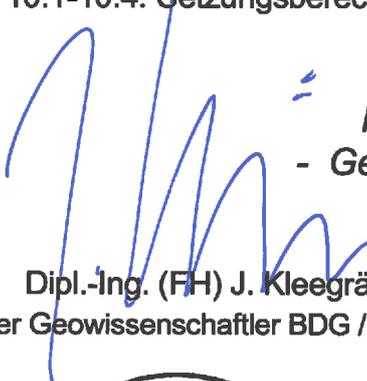
Ingenieurgeologische Abnahmen werden angeraten. Hierbei sollte eine Überprüfung der vorliegenden Bodenverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen erfolgen. Der ausreichend tragfähige Baugrund muss nachgewiesen werden.

Bei Abweichungen von den Untersuchungsergebnissen kann kurzfristig eine Anpassung der zu treffenden Maßnahmen gegeben werden.

7. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:500)
- Anlage 2.1-2.4: Schichtendarstellungen / Rammdiagramme
- Anlage 2.5: Schnittdarstellung A-A'
- Anlage 3.1-3.6: Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)
- Anlage 4.1-4.6: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1-5.2: Glühverlustbestimmungen
- Anlage 6.1: Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)
- Anlage 6.2: Dimensionierung Muldenversickerung nach DWA-A 138
- Anlage 7.1-7.4: Chemische Analysenergebnisse (Feststoff)
- Anlage 8.1: Probenahmeprotokoll (Grundwasser)
- Anlage 8.2: Chemische Analysenergebnisse (Grundwasser)
- Anlage 9.1: Fotodokumentation
- Anlage 10.1-10.4: Setzungsberechnungen (Streifenfundamente)

Kleegräfe
- Geotechnik GmbH -


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


V. Thiemann
(Dipl.-Geol.)



Verteiler: SCHMIDT & MENGERINGHAUSEN ARCHITEKTURGEMEINSCHAFT GMBH
Bahnhofstraße 33, 59939 Olsberg (2 x + pdf)

Projekt: *Bebauung des Grundstücks 'Am Mühlenteich 2-4', 33106 Paderborn-Eisen*
- Baugrunduntersuchung / Altlastenuntersuchung / Gefährdungsabschätzung- Seite 66

ANLAGE 1.1

Lageplan (1:500)



Grundbuch : Elsen 1086
 Eigentümer : Rolf Jansen
 Nutzung: GBE
 1643

Eigentümer : Stadt Paderborn
 Umwandlung von GBE in WA
 1674

- Zeichenerklärung:**
- BS Kleinbohrung gemäß DIN 4021
 - DPL Rammsondierung gemäß DIN 4094
 - GWM Grundwassermessstelle (Ø 1 1/2 ")
 - VS Versickerungsversuch im Gelände
 - HMP Höhenmesspunkt

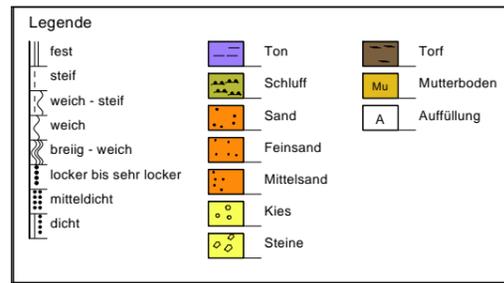
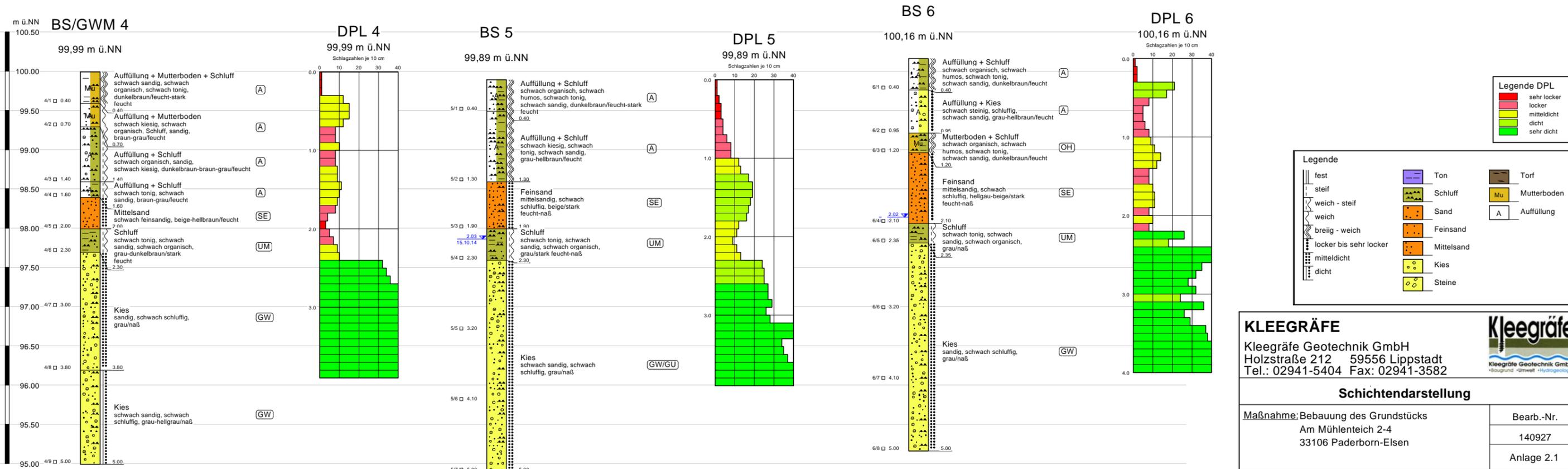
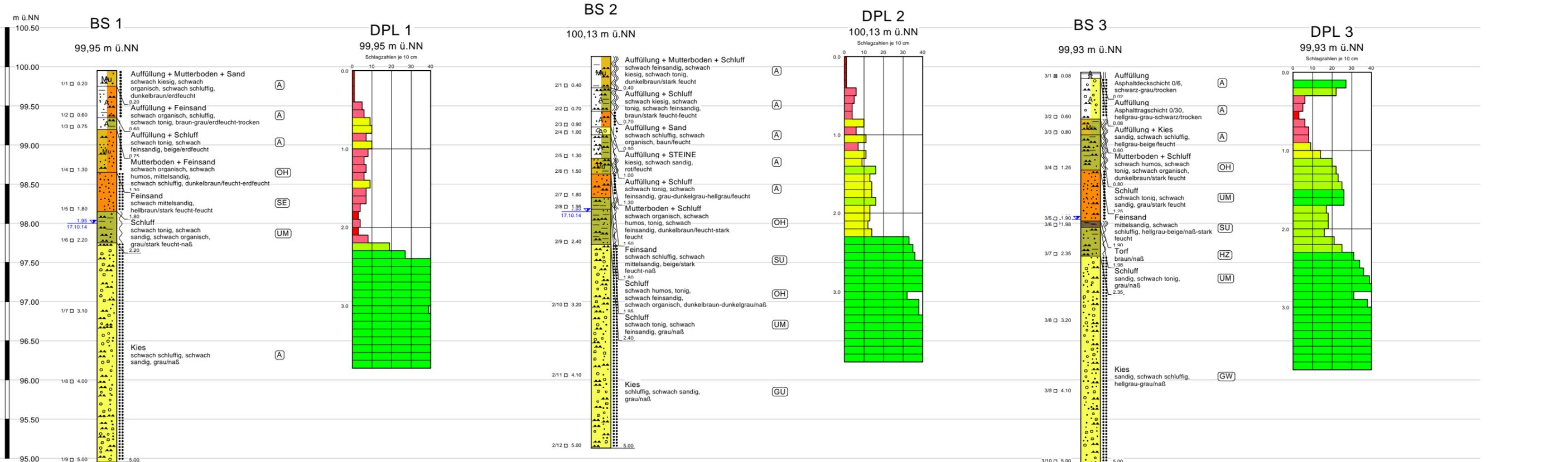
KLEEGRÄFE
 Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

Lageplan

Maßnahme: Bebauung des Grundstücks Am Mühlenteich 2-4 33106 Paderborn-Elsen	Bearb.-Nr. 140927
	Anlage: 1
Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH Stettiner Straße 48-50 33106 Paderborn	Blatt: 1
	Okt. 2014
	Klee/Mey/Thie M. 1 : 500

ANLAGE 2.1 – 2.4

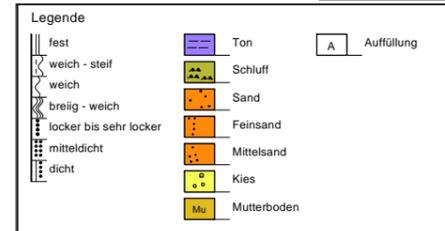
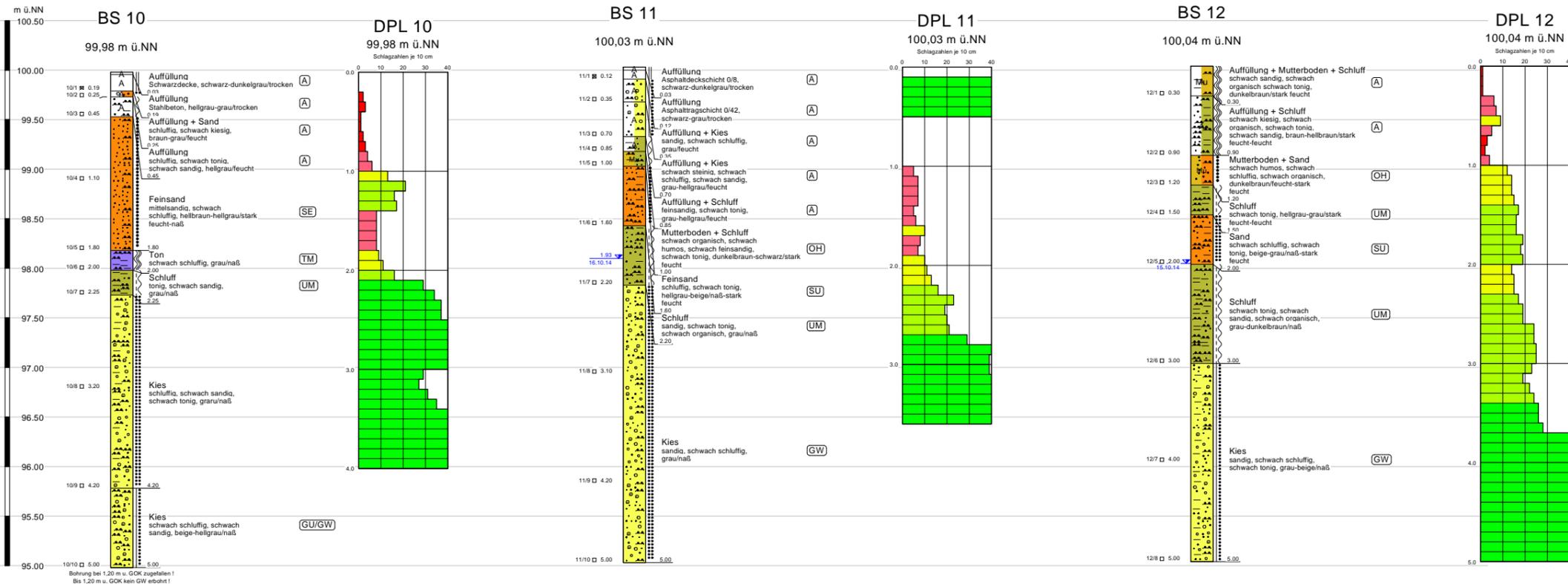
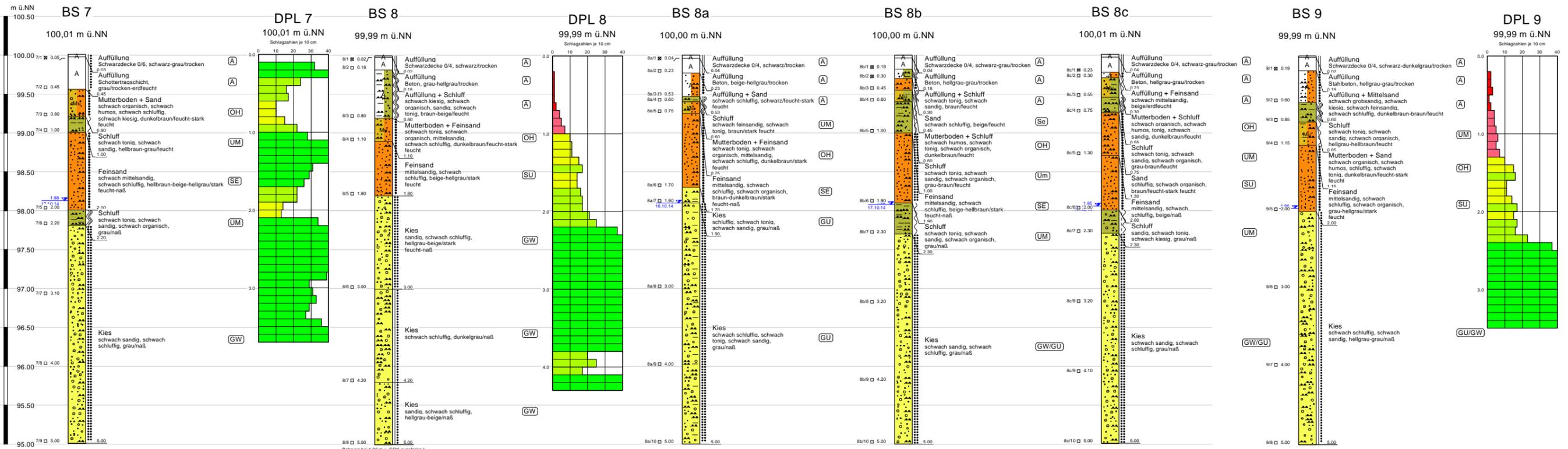
Schichtendarstellungen / Rammdiagramme



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

Schichtendarstellung

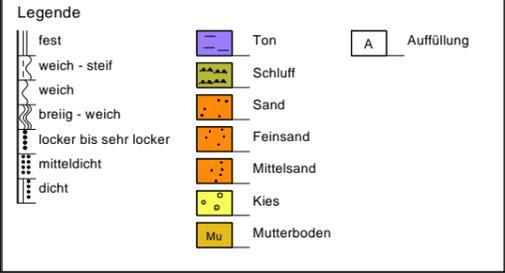
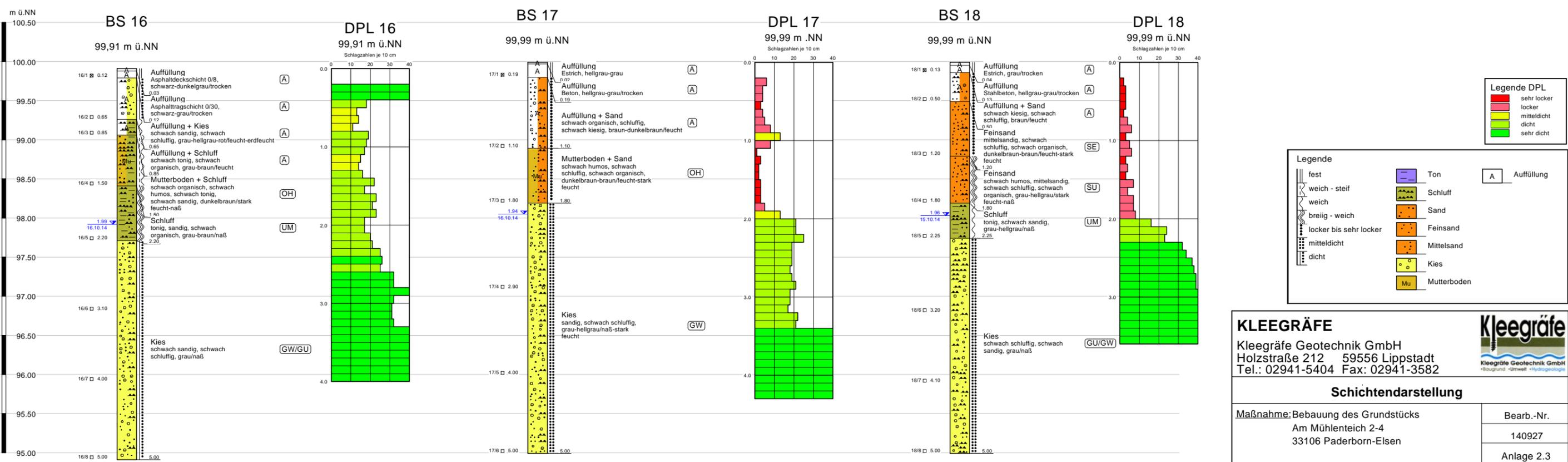
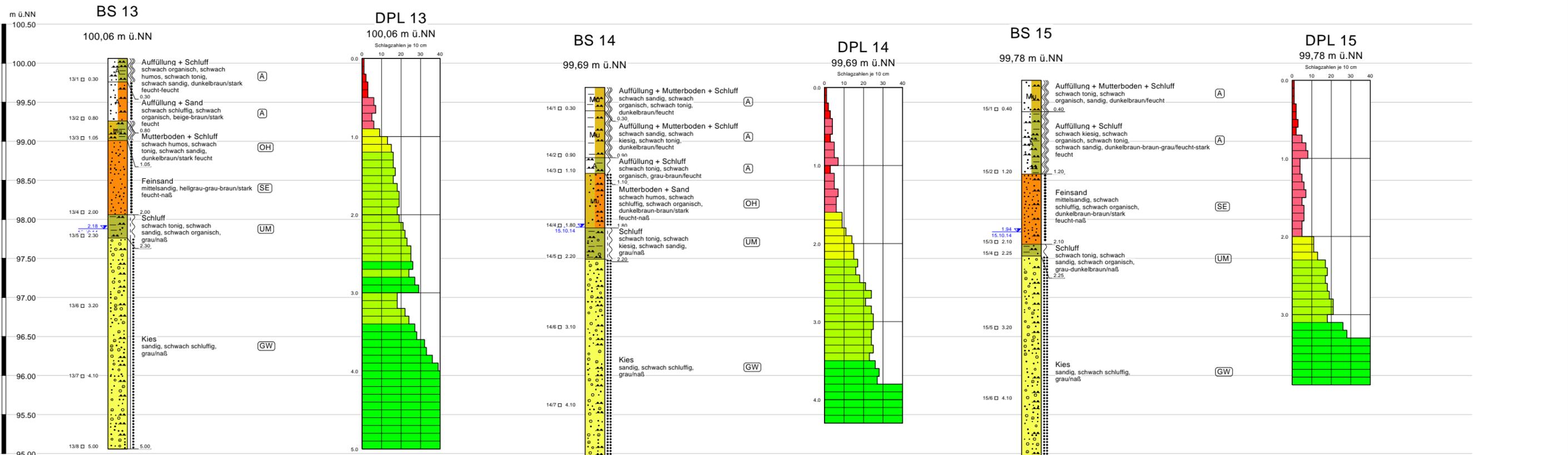
Maßnahme: Bebauung des Grundstücks Am Mühlenteich 2-4 33106 Paderborn-Elsen	Bearb.-Nr. 140927 Anlage 2.1
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -	Geologe: Herr Schulte
Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH Stettiner Straße 48-50 33106 Paderborn	Datum: 15.-17.10.2014



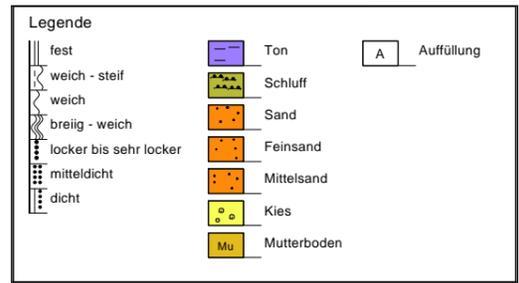
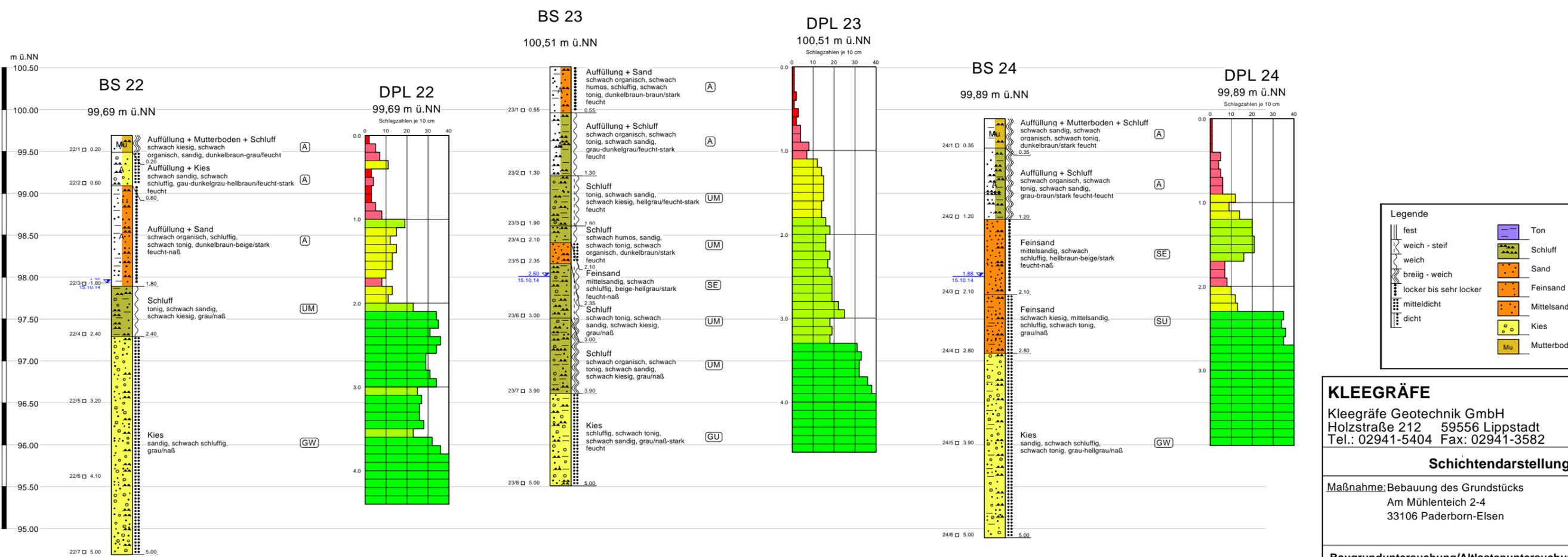
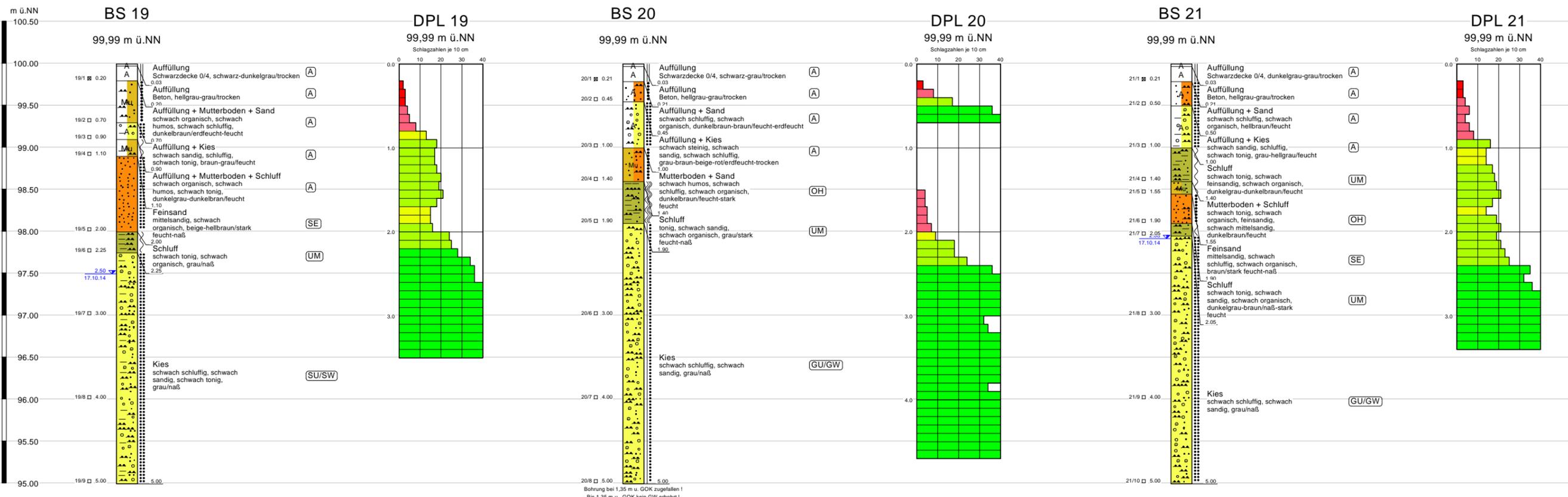
KLEEGRÄFE
 KleeGräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

Schichtendarstellung

Maßnahme: Beprobung des Grundstücks Am Mühlenteich 2-4 33106 Paderborn-Elsen	Bearb.-Nr. 140927 Anlage 2.2
Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -	Geologe:
Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH Stettiner Straße 48-50 33106 Paderborn	Herr Schulte Datum: 15.-17.10.2014



KLEEGRÄFE Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582			
Schichtendarstellung Maßnahme: Bebauung des Grundstücks Am Mühlenteich 2-4 33106 Paderborn-Elsen		Bearb.-Nr.	140927
		Anlage 2.3	
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung - Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH Stettiner Straße 48-50 33106 Paderborn		Geologe:	Herr Schulte
		Datum:	15.-17.10.2014



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

Schichtendarstellung

Maßnahme: Bebauung des Grundstücks Am Mühlenteich 2-4 33106 Paderborn-Elsen	Bearb.-Nr.	140927	
	Anlage 2.4		
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -	Geologe:	Herr Schulte	
	Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH Stettiner Straße 48-50 33106 Paderborn	Datum:	15.-17.10.2014

ANLAGE 2.5

Schnittdarstellung A-A'

~ Südwesten

~ Nordosten

BS/GWM 4

BS 6

BS 11

BS 16

BS 20

99,99 m ü.NN

100,16 m ü.NN

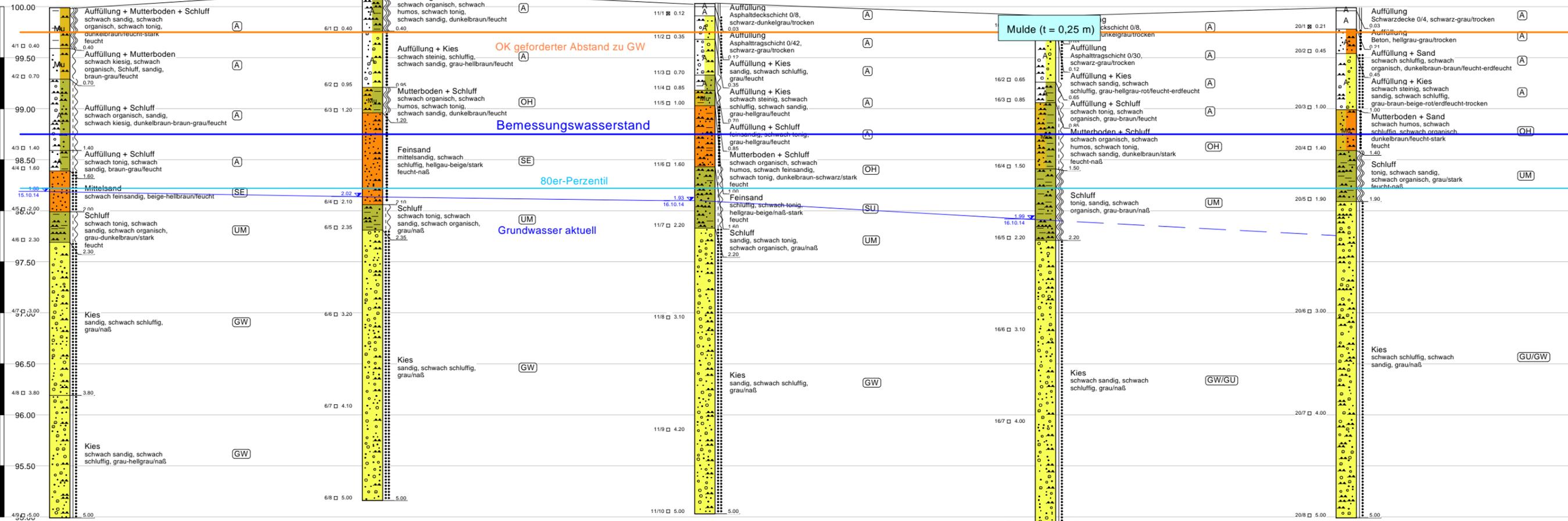
100,03 m ü.NN

99,91 m ü.NN

99,99 m ü.NN

GOK

Mulde (t = 0,25 m)



KLEEGRÄFE Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582		 <small>Baugrund · Umwelt · Hydrogeologie</small>
Schnittdarstellung		
Maßnahme: Bebauung des Grundstücks Am Mühlenteich 2-4 33106 Paderborn-Elsen		Bearb.-Nr. 140927 Anlage 2.5
Baugrunduntersuchung / Altlastenuntersuchung		
Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH Stettiner Straße 48-50 33106 Paderborn		Datum: 30.10.2014

ANLAGE 3.1 – 3.6

**Korngrößenanalysen
(Kornsummenkurven)**

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

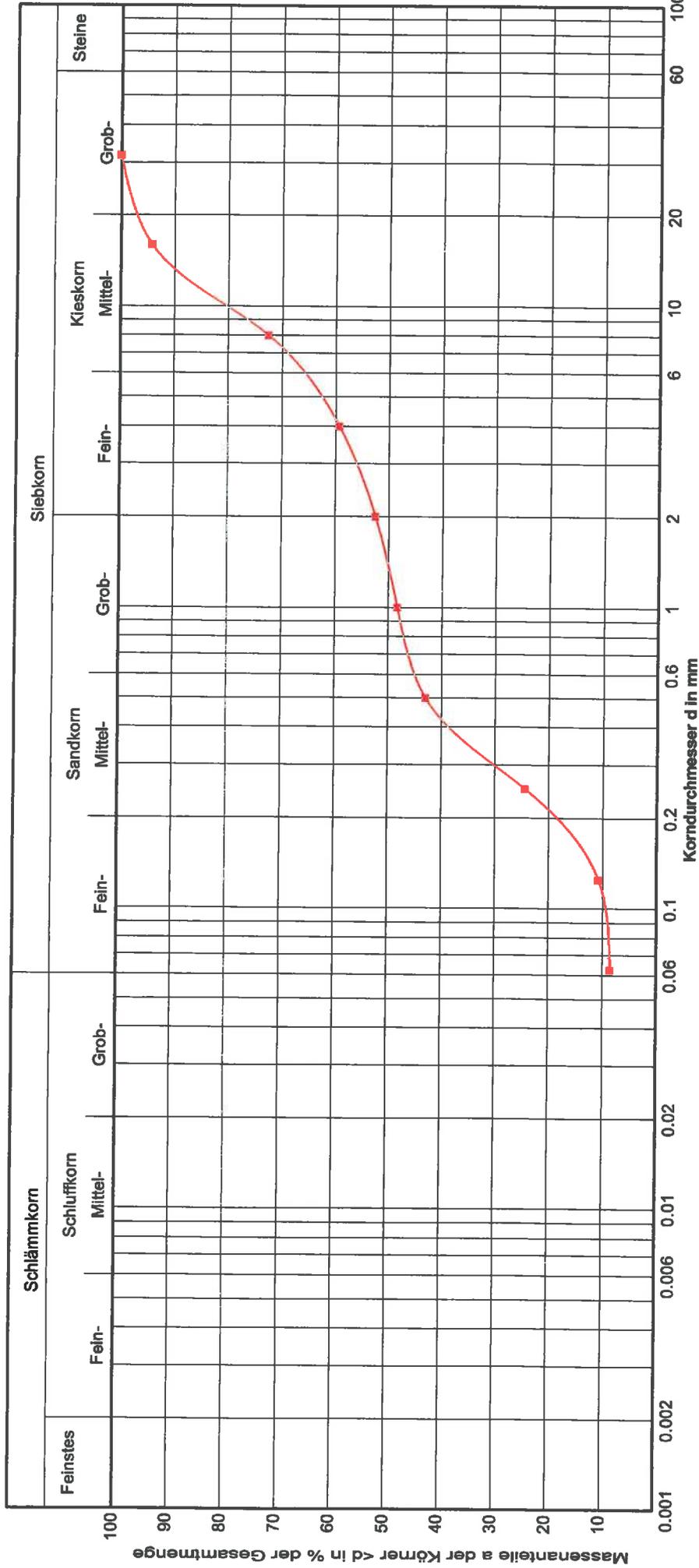
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Bebauung des Grundstücks
 Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Eisen
 - Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn
Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
3
Nr.:
1

Prüfung DIN 18 123 - 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 1/7	—	2,20 - 3,10 m	Kies-Sand-Gemisch, schw. bindig	10.0			39.4	0.2	Kf-WERT (BEYER) ~ 7.3 x 10 ⁻⁵ m/s

Projekt: Bebauung des Grundstücks
 Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
 - Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn
Probe : Probe 1/7
Bodenart : Kies-Sand-Gemisch, schw. bindig

Ort : BS 1
Tiefe : 2,20 - 3,10 m
Art : gestörte Probe
Datum : 17.10.2014
Person : Herr Schulte
Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			100.0
16.0	32.4	5.8	94.2
8.0	121.5	21.6	72.7
4.0	75.1	13.3	59.3
2.0	38.1	6.8	52.6
1.0	23.7	4.2	48.4
0.5	30.3	5.4	43.0
0.250	105.1	18.7	24.3
0.125	76.9	13.7	10.7
0.063	12.3	2.2	8.5
Schale	47.8	8.5	
Summe	563.3	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 28.10.2014
Person : Herr Vohberger
Trockenmasse [g] : 563.3
Größtkorn [mm] : 21.0
Kornform : gerundet, flach

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) ~ 7,3 x 10⁻⁵ m/s

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

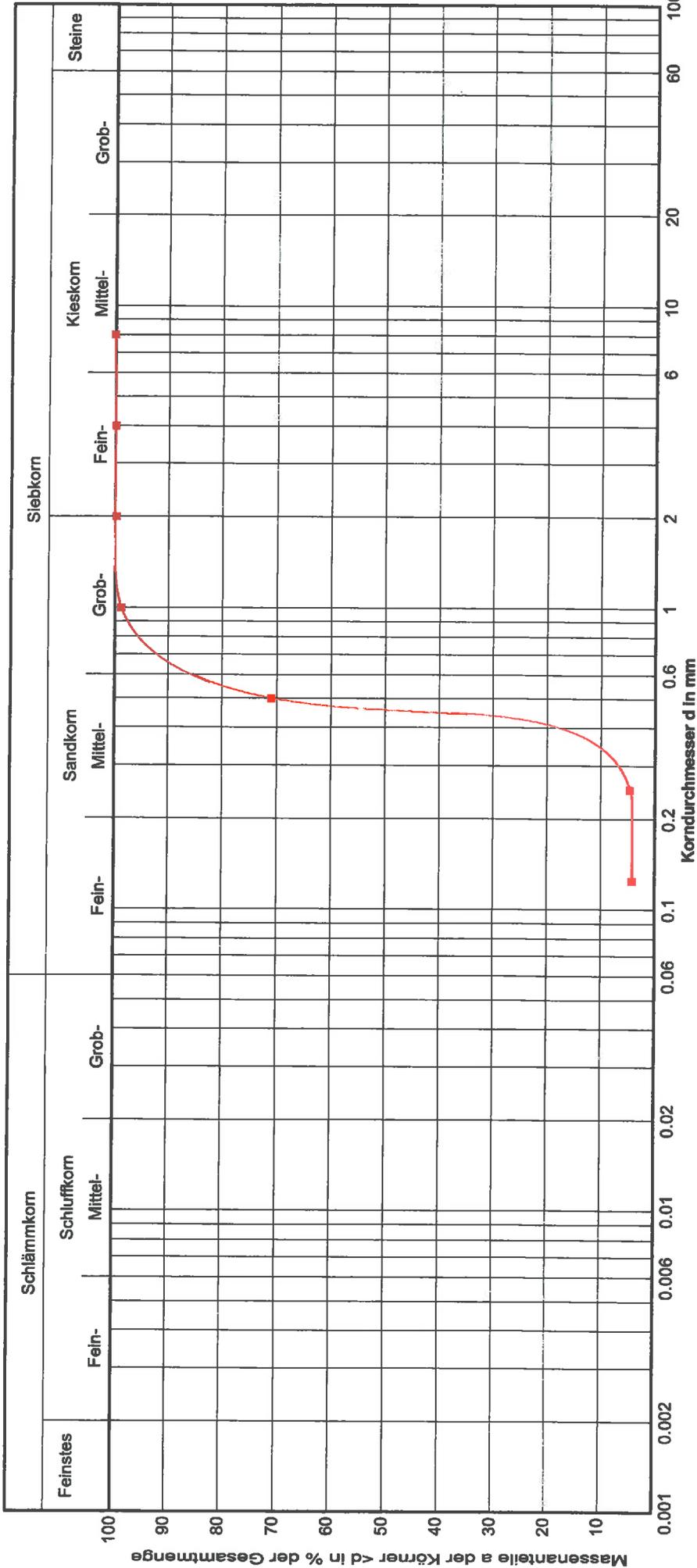
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Bebauung des Grundstücks
 Am Mühlenleich 2-4, 33106 Paderborn-Eisen
 - Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn
Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
3
Nr.:
2

Prüfung DIN 18 123 - 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 5/3		1,30 - 1,90 m	Sand	16.4		2.2x10 ⁻³	1.3	1.3	kf-Wert (BEYER) ~ 2.1 x 10 ⁻³ m/s

Projekt: Bebauung des Grundstücks
 Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
 - Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
 Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn
 Probe : Probe 5/3
 Bodenart : Sand

Ort : BS 5
 Tiefe : 1,30 - 1,90 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 15.10.2014
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			
8.0			100.0
4.0	0.5	0.1	99.9
2.0	0.6	0.2	99.7
1.0	3.1	0.9	98.7
0.5	90.5	27.7	71.0
0.250	216.2	66.3	4.7
0.125	1.6	0.5	4.2
0.063			
Schale	13.7	4.2	
Summe	326.2	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 28.10.2014
 Person : Herr Vohberger
 Trockenmasse [g] : 326.2
 Größtkorn [mm] : 6.0
 Kornform : gerundet

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) ~ 2,1 x 10⁻³ m/s

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

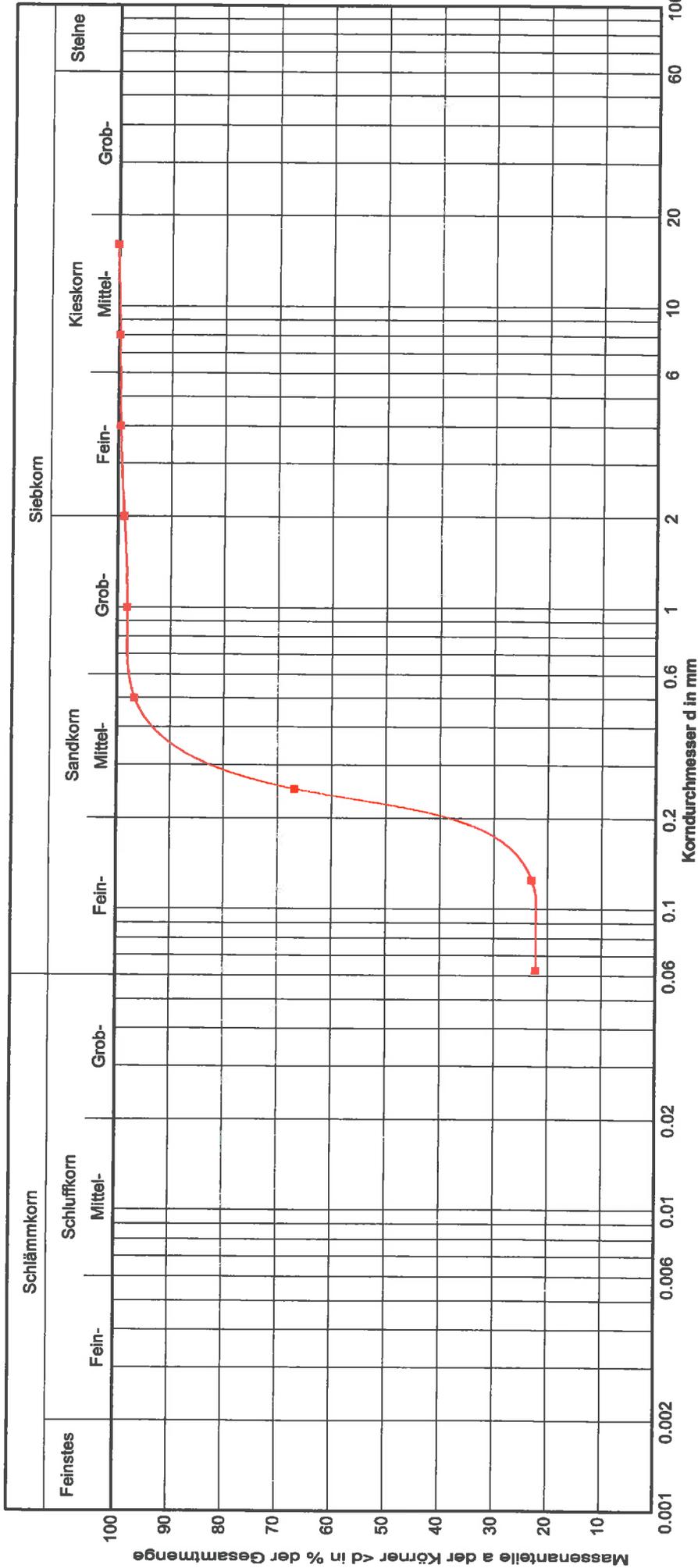
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Bebauung des Grundstücks
 Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Eisen
 - Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
Auftraggeber: Mühlern-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn
Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
3
Nr.:
3

Prüfung DIN 18 123 - 5



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	Korndichte	k (Hazen)	U	Cc	Bemerkungen
Probe 9/5		1,15 - 2,00 m	Sand, bindig	[g/cm³]	[m/s]	(d60/d10)		kt-Wert (BEYER) < 1,0 x 10 ⁻⁵ m/s

Projekt: Bebauung des Grundstücks
Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -

Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn

Probe : Probe 9/5

Bodenart : Sand, bindig

Ort : BS 9

Tiefe : 1,15 - 2,00 m

Art : gestörte Probe

Datum : 16.10.2014

Person : Herr Schulte

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			100.0
8.0	0.8	0.2	99.8
4.0	1.0	0.3	99.5
2.0	2.6	0.8	98.7
1.0	1.9	0.6	98.1
0.5	4.8	1.5	96.6
0.250	98.4	29.8	66.8
0.125	144.3	43.8	23.0
0.063	2.6	0.8	22.2
Schale	73.1	22.2	
Summe	329.5	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 28.10.2014

Person : Herr Vohberger

Trockenmasse [g] : 329.5

Größtkorn [mm] : 10.0

Kornform : angerundet, flach

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

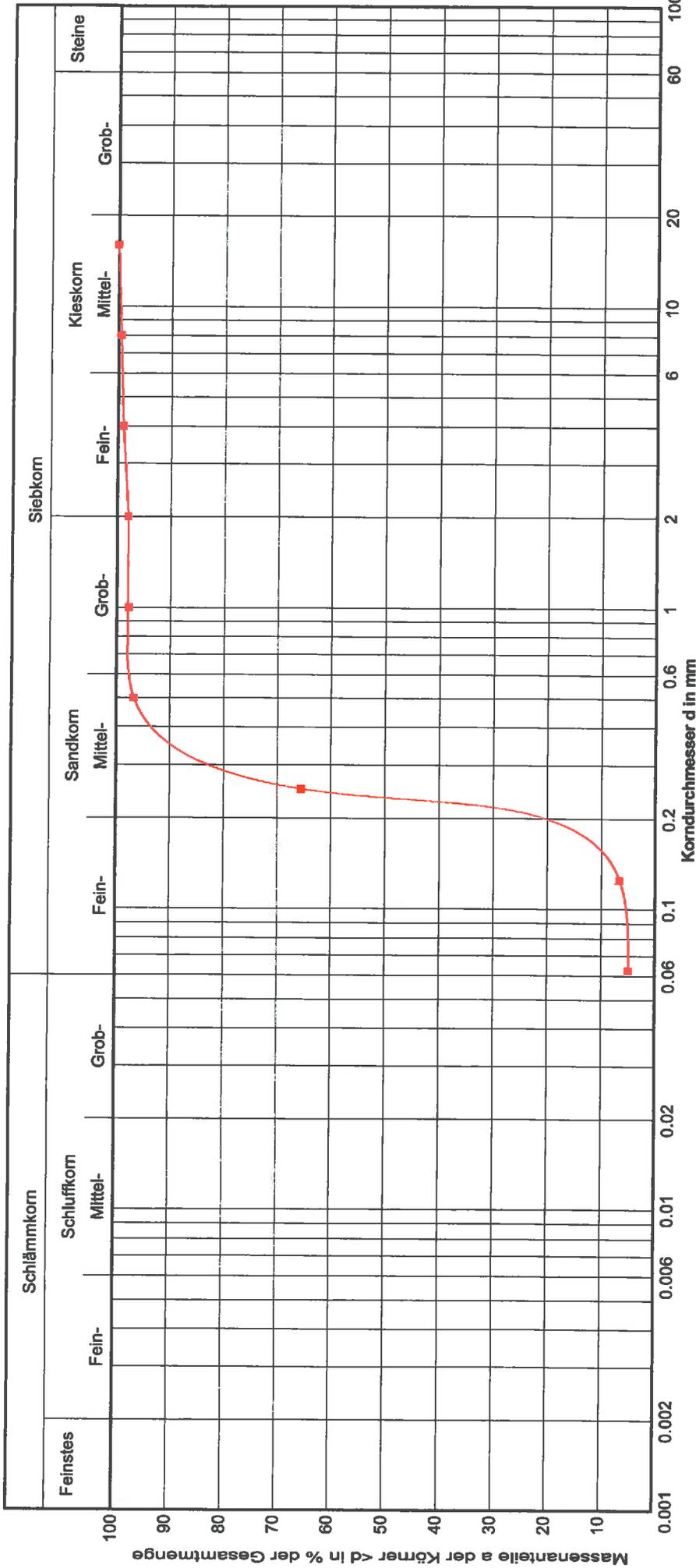
nach DIN 18123

Projekt: Bebauung des Grundstücks
 Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Eisen
 - Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
 Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn
 Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
3

Nr.:
4

Prüfung DIN 18 123 - 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
Probe 13/4		1,05 - 2,00 m	Sand	17.0		3.9x10 ⁻⁴	1.5	1.5	kf-Wert (BEYER) ~ 3.6 x 10 ⁻⁴ m/s

Projekt: Bebauung des Grundstücks
Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -

Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn

Probe : Probe 13/4

Bodenart : Sand

Ort : BS 13

Tiefe : 1,05 - 2,00 m

Art : gestörte Probe

Datum : 15.10.2014

Person : Herr Schulte

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			100.0
8.0	2.8	0.6	99.4
4.0	2.8	0.6	98.8
2.0	4.4	0.9	97.9
1.0	0.9	0.2	97.7
0.5	4.9	1.1	96.6
0.250	145.9	31.0	65.6
0.125	277.5	59.0	6.5
0.063	7.8	1.7	4.8
Schale	22.8	4.8	
Summe	470.1	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 28.10.2014

Person : Herr Vohberger

Trockenmasse [g] : 470.1

Größtkorn [mm] : 9.0

Kornform : gerundet, kubisch

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) ~ 3,6 x 10⁻⁴ m/s

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

Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt:

Bebauung des Grundstücks
 Am Mühlenreich 2-4, 33106 Paderborn-Eisen
 - Baugrunduntersuchung/Alliastenuntersuchung -

Auftraggeber:

Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn

Sachbearbeiter: Herr Thiemann

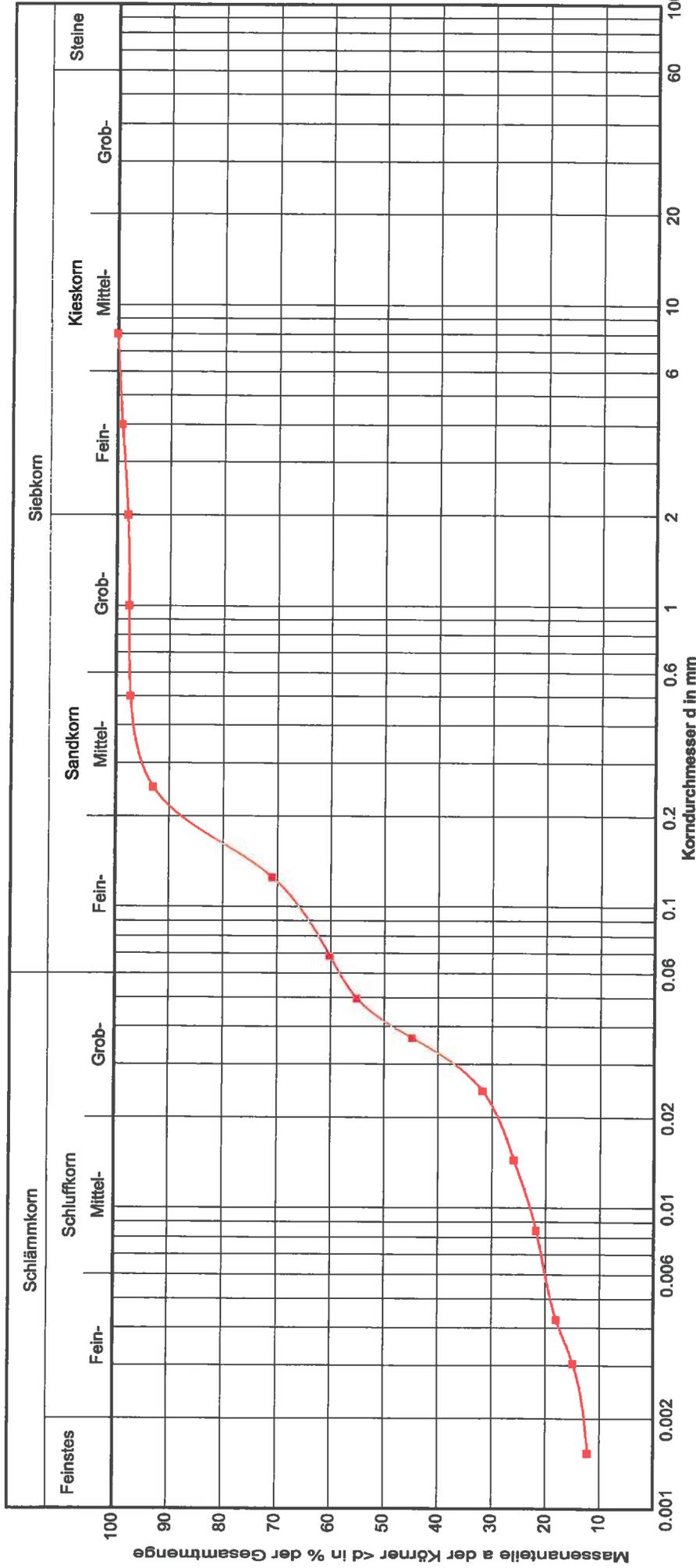
Anlage

3

Nr.:

5

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 16/5		1.50 - 2.20 m	bindiger Boden, stark sandig	19.1	2.670				kf-Wert (Mallet & Pacquant) < 1,0 x 10 ⁻⁷ m/s

Projekt: **Bebauung des Grundstücks**
Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -

Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn

Probe : Probe 16/5

Bodenart : bindiger Boden, stark sandig

Ort : BS 16
Tiefe : 1,50 - 2,20 m
Art : gestörte Probe
Datum : 16.10.2014
Person : Herr Schulte
Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			
8.0			100.00
4.0	0.43	0.92	99.08
2.0	0.53	1.14	97.94
1.0	0.12	0.26	97.68
0.5	0.18	0.39	97.29
0.250	2.00	4.30	92.99
0.125	10.20	21.94	71.05
0.063			
Schale	33.04	71.05	
Summe	46.50	100.00	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 7

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 28.10.2014
Person : Herr Vohberger
Trockenmasse [g] : 46.5
Größtkorn [mm] : 5.0
Kornform : kantig, kubisch

allgemeine Angaben zur Sedimentation

Datum : 28.10.2014
Person : Herr Vohberger
Trockenmasse [g] : 33.0
Korndichte [g/cm³] : 2.670
Aräometer : 1999760
Dispergierungsmittel : Na4P2O7*10H2O
Meniskuskorrektur : 0.60
100% Lesung : 20.7
Hilfswert : 4.84

Sedimentation

Zeit- spanne	Aräometer Ablesung R' [g]	Temperatur T [°C]	Korndurch- messer d [mm]	R = R' + Cm [g]	R + CT [g]	Schlamm- probe a [%]	Gesamt- probe a tot [%]
1'	15.0	21.9	0.0496	15.6	16.0	77.6	55.1
2'	12.0	21.9	0.0366	12.6	13.0	63.1	44.8
5'	8.2	21.9	0.0243	8.8	9.2	44.7	31.7
15'	6.5	21.9	0.0143	7.1	7.5	36.4	25.9
45'	5.3	21.8	0.0084	5.9	6.3	30.5	21.7
3h	4.2	21.9	0.0042	4.8	5.2	25.3	18.0
6h	3.3	21.9	0.0030	3.9	4.3	21.0	14.9
24h	2.5	21.9	0.0015	3.1	3.5	17.1	12.1

Bemerkungen :

kf-Wert (Mallet & Pacquant) < 1,0 x 10⁻⁷ m/s

Projekt: Bebauung des Grundstücks
Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -

Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn

Probe : Probe 22/6

Bodenart :

Ort : BS 22

Tiefe : 3,20 - 4,10 m

Art : gestörte Probe

Datum : 15.10.2014

Person : Herr Schulte

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
90.0			
63.0			
31.5			100.0
16.0	182.9	24.5	75.5
8.0	186.9	25.0	50.5
4.0	98.9	13.2	37.3
2.0	52.6	7.0	30.2
1.0	30.4	4.1	26.2
0.5	29.5	3.9	22.2
0.250	56.2	7.5	14.7
0.125	50.8	6.8	7.9
0.063	4.4	0.6	7.3
Schale	54.7	7.3	
Summe	747.2	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 28.10.2014

Person : Herr Vohberger

Trockenmasse [g] : 747.2

Größtkorn [mm] : 20.0

Kornform : gerundet, kubisch

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER) ~ 1,7 x 10⁻⁴ m/s

ANLAGE 4.1 – 4.6
Wassergehaltsbestimmungen

Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

Wassergehaltsbestimmung mittels Ofen

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage

4

Nr.:

1

Projekt: Bebauung des Grundstücks
Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -

Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn

Probe : Probe 1/7

Bodenart : Kies-Sand-Gemisch, schw. bindig

Ort : BS 1
Tiefe : 2,20 - 3,10 m
Art : gestörte Probe
Datum : 17.10.2014
Person : Herr Schulte
Witterung :

Datum : 27.10.2014
Person : Herr Vohberger

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	1013.19		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	956.65		
Masse des Behälters	[g]	393.38		
Masse des Wassers	[g]	56.54		
Masse der trockenen Probe	[g]	563.27		
Wassergehalt	[%]	10.0		

		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 [%] : 10.04

Bemerkungen :

Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

Wassergehaltsbestimmung mittels Ofen

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage

4

Nr.:

2

Projekt: Bebauung des Grundstücks
Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -

Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn

Probe : Probe 5/3

Bodenart : Sand

Ort : BS 5
Tiefe : 1,30 - 1,90 m
Art : gestörte Probe
Datum : 15.10.2014
Person : Herr Schulte
Witterung :

Datum : 27.10.2014

Person : Herr Vohberger

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	775.27		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	721.85		
Masse des Behälters	[g]	395.69		
Masse des Wassers	[g]	53.42		
Masse der trockenen Probe	[g]	326.16		
Wassergehalt	[%]	16.4		

		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 [%] : 16.38

Bemerkungen :

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

**Wassergehaltsbestimmung
 mittels Ofen**

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage
 4
 Nr.:
 3

Projekt: Bebauung des Grundstücks
 Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Eisen
 - Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
 Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn
 Probe : Probe 9/5
 Bodenart : Sand, blindig

Ort : BS 9
 Tiefe : 1,15 - 2,00 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 16.10.2014
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Datum : 27.10.2014
 Person : Herr Vohberger

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	826.83		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	764.84		
Masse des Behälters	[g]	435.32		
Masse des Wassers	[g]	61.99		
Masse der trockenen Probe	[g]	329.52		
Wassergehalt	[%]	18.8		

		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 [%] : 18.81

Bemerkungen :

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

**Wassergehaltsbestimmung
 mittels Ofen**

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage
 4
 Nr.:
 4

Projekt: Bebauung des Grundstücks
 Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
 - Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
 Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn
 Probe : Probe 13/4
 Bodenart : Sand

Ort : BS 13
 Tiefe : 1,05 - 2,00 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 15.10.2014
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Datum : 27.10.2014
 Person : Herr Vohberger

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	991.66		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	911.59		
Masse des Behälters	[g]	441.52		
Masse des Wassers	[g]	80.07		
Masse der trockenen Probe	[g]	470.07		
Wassergehalt	[%]	17.0		

		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 [%] : 17.03

Bemerkungen :

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

**Wassergehaltsbestimmung
 mittels Ofen**

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage
 4
 Nr.:
 5

Projekt: **Bebauung des Grundstücks**
 Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
 - Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
 Auftraggeber: **Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn**
 Probe : **Probe 16/5**
 Bodenart : **bindiger Boden, stark sandig**

Ort : **BS 16**
 Tiefe : **1,50 - 2,20 m**
 Art : **gestörte Probe**
 Datum : **16.10.2014**
 Person : **Herr Schulte**
 Witterung :

Datum : **27.10.2014**
 Person : **Herr Vohberger**

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	297.18		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	281.91		
Masse des Behälters	[g]	202.00		
Masse des Wassers	[g]	15.27		
Masse der trockenen Probe	[g]	79.91		
Wassergehalt	[%]	19.1		

		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 [%] : 19.11

Bemerkungen :

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

**Wassergehaltsbestimmung
mittels Ofen**

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage
4
Nr.:
6

Projekt: Bebauung des Grundstücks
Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Eisen
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
Auftraggeber: Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn
Probe: Probe 22/6
Bodenart:

Ort: BS 22
Tiefe: 3,20 - 4,10 m
Art: gestörte Probe
Datum: 15.10.2014
Person: Herr Schulte
Witterung:

Datum: 27.10.2014
Person: Herr Vohberger

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	1243.49		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	1186.06		
Masse des Behälters	[g]	438.89		
Masse des Wassers	[g]	57.43		
Masse der trockenen Probe	[g]	747.17		
Wassergehalt	[%]	7.7		

		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 [%] : 7.69

Bemerkungen:

ANLAGE 5.1 – 5.2
Glühverlustbestimmungen

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

Glühverlustbestimmung
nach DIN 18128

Anlage
5
Nr.:
1

Projekt: **Bebauung des Grundstücks**
Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Eisen
- Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
Auftraggeber: **Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn**
Probe: **Probe 1/4**
Bodenart: **~ Mutterboden**

Ort: **BS 1**
Tiefe: **0,75 - 1,30 m**
Art: **gestörte Probe**
Datum: **17.10.2014**
Person: **Herr Schulte**
Witterung:

Datum: **28.10.2014**
Person: **Herr Vohberger**

Prüfung DIN 18 128 - GL

Glühzeit [h]: **2**

		1	2	3
Masse des Tiegels	[g]	32.000	27.780	31.960
Masse der trockenen Probe + Tiegel	[g]	50.630	48.730	49.110
Masse der geglühten Probe + Tiegel	[g]	49.780	47.910	48.400
Masse der trockenen Probe	[g]	18.630	20.950	17.150
Masse der geglühten Probe	[g]	17.780	20.130	16.440
Glühverlust	[%]	4.563	3.914	4.140
Mittelwert des Glühverlustes	[%]	4.206		

Bemerkungen:

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

Glühverlustbestimmung

nach DIN 18128

Anlage
 5
 Nr.:
 2

Projekt: **Bebauung des Grundstücks**
 Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Elsen
 - Baugrunduntersuchung/Altlastenuntersuchung -
 Auftraggeber: **Mühlen-Immobilien GmbH, 33106 Paderborn**
 Probe : **Probe 16/4**
 Bodenart : **~ Mutterboden**

Ort : **BS 16**
 Tiefe : **0,85 - 1,50 m**
 Art : **gestörte Probe**
 Datum : **16.10.2014**
 Person : **Herr Schulte**
 Witterung :

Datum : **28.10.2014**
 Person : **Herr Vohberger**

Prüfung DIN 18 128 - GL

Glühzeit [h]: **2**

		1	2	3
Masse des Tiegels	[g]	30.600	27.250	27.890
Masse der trockenen Probe + Tiegel	[g]	47.200	43.000	43.910
Masse der geglühten Probe + Tiegel	[g]	45.720	41.770	42.660
Masse der trockenen Probe	[g]	16.600	15.750	16.020
Masse der geglühten Probe	[g]	15.120	14.520	14.770
Glühverlust	[%]	8.916	7.810	7.803
Mittelwert des Glühverlustes	[%]	8.176		

Bemerkungen :

ANLAGE 6.1

Versickerungsversuche im Gelände

Anlage: 6.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f

Maßnahme: Bebauung des Grundstücks
Ort: Am Mühlenteich 2-4, 33106 Paderborn-Eisen
Datum: 15.10. und 20.10.2014

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test'

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wasser- menge l	Q m ³ /s	k_f m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
BS 4	1	25	0,80	5,00	3,10	1,03E-05	9,39E-05	kein GW; 1,30-6,00 m; Füllkies, Schluff+Sand
	2	25	0,80	5,00	2,56	8,53E-06	7,76E-05	kein GW; 1,30-6,00 m; Füllkies, Schluff+Sand
BS 11	1	25	4,80	2,05	4,00	3,25E-05	4,93E-05	kein GW; 1,50-6,30 m; Füllkies, Schluff+Sand
	2	25	4,80	2,13	4,00	3,13E-05	4,74E-05	kein GW; 1,50-6,30 m; Füllkies, Schluff+Sand
BS 13	1	25	3,50	5,00	0,61	2,03E-06	4,23E-06	kein GW; 1,50-5,00 m; Füllkies, Schluff+Sand
	2	25	3,50	5,00	0,43	1,43E-06	2,98E-06	kein GW; 1,50-5,00 m; Füllkies, Schluff+Sand

Erläuterung
r - Brunnenradius, mm
h - Wasserstandshöhe über der Grundwasseroberfläche, m
Q - Wasserzugabe in m³/s (Wasserspiegelkonstanthaltung)
 k_f - Durchlässigkeitsbeiwert, m/s

Durchlässigkeitsbewertung nach DIN 18 130

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

ANLAGE 6.2

Dimensionierung Muldenversickerung n. DWA-A 138



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 6,2
Muldenversickerung

Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: Ausweisung eines neuen B-Plan-Gebietes, Am Mühlenteich, 33106 Padborn, 28.10.2014
 Bearbeiter: Dipl.-Geol. V. Thiemann
 Bemerkung: Muldenversickerung (t = 20 cm) mit belebter Bodenzone

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m ²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m ²]	Beschreibung der Fläche
1	120,00	0,90	108,00	Dachflächen
2	30,00	0,90	27,00	Zufahrt
3	20,00	0,90	18,00	Terrasse
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	170,00	0,90	153,00	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 6,2
Muldenversickerung

Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: Ausweisung eines neuen B-Plan-Gebietes, Am Mühlenteich, 33106 Padetborn, 28.10.2014
 Bearbeiter: Dipl.-Geol. V. Thiemann
 Bemerkung: Muldenversickerung (t = 20 cm) mit belebter Bodenzone

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	153	m ²
mittlere Versickerungsfläche	A_S	30	m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,00001	m/s
Niederschlagsbelastung	Statistik Regendaten		
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,2	

Bemessung der Versickerungsmulde

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	V [m ³]	Erforderliche Größe der Anlage
5	315,1	2,0	<u>erforderliches Speichervolumen</u> $V = 6,1 \text{ m}^3$ $V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	236,5	3,0	
15	194,5	3,7	
20	166,8	4,2	
30	131,8	4,9	
45	102,0	5,6	
60	84,2	6,0	
90	59,7	6,1	
120	46,8	6,1	
180	33,3	6,0	
240	26,1	5,7	<u>mittlere Einstauhöhe</u> $z = 0,20 \text{ m}$ $z = V / A_S$
360	18,6	4,9	
540	13,3	3,6	<u>rechnerische Entleerungszeit</u> $t_E = 11,31 \text{ h}$ $t_E = 2 \cdot z / k_f$
720	10,4	2,1	
1080	7,5	0,0	<u>Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a</u> vorh. $t_E = 5,56 \text{ h} < \text{erf. } t_E = 24 \text{ h}$
1440	6,1	0,0	
2880	4,1	0,0	
4320	2,9	0,0	

ANLAGE 7.1

**Chemische Analysenergebnisse
(Auffüllungen Hallenbereich)**

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201420455

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 28.10.2014

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP / Auffüllung Nord Halle PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Herkunftsort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Entnahmeort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Trockenrückstand (105°C)	87,7	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Feuchte (105°C)	12,3	%	DIN EN 14346	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	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	0,014	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	0,44	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	8,95	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
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 17380	1*	Wen	
TOC (TS)	0,66	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN ISO 10694
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	3,47	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (TS)	13,0	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	0,13	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)	41,3	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)	7,62		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	84	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,53	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	5,58	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420455
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfört HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 28.10.2014

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP / Auffüllung Nord Halle PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
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	
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
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	überschritten
Z1.1 Boden	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	eingehalten
Z1.2 Boden	LAGA Z1.2 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	eingehalten
Z2 Boden	LAGA Z2 - Boden - eingeschränkter Einbau mit def. techn. Sicherheitsmaßnahmen	eingehalten
Endeinstufung	LAGA Z1.1 Boden	

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	Z1.2 Boden	Z2 Boden
Trockenrückstand (105°C)	87,7	%				
Feuchte (105°C)	12,3	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	3	10
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg				
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	600	2000
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1	1	1
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1	1	1
Naphthalin (TS)	0,014	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,44	mg/kg	0,3	0,9	0,9	3
Summe PAK n. EPA (TS)	8,95	mg/kg	3	9	9	30
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15	0,15	0,5

Prüfbericht-Nr: **B1410653**

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 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420455
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 28.10.2014

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP / Auffüllung Nord Halle PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	Z1.2 Boden	Z2 Boden
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	1	3	3	10
TOC (TS)	0,66	%	1	1,5	1,5	5
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	3,47	mg/kg	15	45	45	150
Blei (TS)	13,0	mg/kg	70	210	210	700
Cadmium (TS)	0,13	mg/kg	1	3	3	10
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	180	180	600
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	120	120	400
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	150	150	500
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1,5	1,5	5
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,7	2,1	2,1	7
Zink (TS)	41,3	mg/kg	150	450	450	1500
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	7,62		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	84	µS/cm	250	250	1500	2000
Chlorid-IC (Eluat)	0,53	mg/L	30	30	50	100
Sulfat-IC (Eluat)	5,58	mg/L	20	20	50	200
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005	0,01	0,02
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,04	0,1
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,02	0,06
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,08	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,003	0,006
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,025	0,06
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,06	0,1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,02	0,07
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,002
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,15	0,15	0,2	0,6

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 28.10.2014



Dr. Mechthild Grebe
Bereichsleiterin Analytik

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201420454

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 28.10.2014

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP / Auffüllung Süd Halle PB-Elsen, Am Mühlenteich 2-4

Herkunftsort PB-Elsen, Am Mühlenteich 2-4

Entnahmeort PB-Elsen, Am Mühlenteich 2-4

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Trockenrückstand (105°C)	85,1	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Feuchte (105°C)	14,9	%	DIN EN 14346	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	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	0,044	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	0,40	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	9,51	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
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 17380	1*	Wen	
TOC (TS)	0,99	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN ISO 10694
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	6,46	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (TS)	33,8	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	0,40	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)	72,9	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)	7,75		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	97	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,51	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	4,32	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420454
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 28.10.2014

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP / Auffüllung Süd Halle PB-Elsen, Am Mühlenteich 2-4

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
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	
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
Zink (Eluat)	0,015	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	überschritten
Z1.1 Boden	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	überschritten
Z1.2 Boden	LAGA Z1.2 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	überschritten
Z2 Boden	LAGA Z2 - Boden - eingeschränkter Einbau mit def. techn. Sicherheitsmaßnahmen	eingehalten
Endeinstufung	LAGA Z2 Boden	

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	Z1.2 Boden	Z2 Boden
Trockenrückstand (105°C)	85,1	%				
Feuchte (105°C)	14,9	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	3	10
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg				
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	600	2000
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1	1	1
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1	1	1
Naphthalin (TS)	0,044	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,40	mg/kg	0,3	0,9	0,9	3
Summe PAK n. EPA (TS)	9,51	mg/kg	3	9	9	30
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15	0,15	0,5

Prüfbericht-Nr: **B1410650**

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 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420454
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfört HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 28.10.2014

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP / Auffüllung Süd Halle PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	Z1.2 Boden	Z2 Boden
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	1	3	3	10
TOC (TS)	0,99	%	1	1,5	1,5	5
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	6,46	mg/kg	15	45	45	150
Blei (TS)	33,8	mg/kg	70	210	210	700
Cadmium (TS)	0,40	mg/kg	1	3	3	10
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	180	180	600
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	120	120	400
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	150	150	500
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1,5	1,5	5
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,7	2,1	2,1	7
Zink (TS)	72,9	mg/kg	150	450	450	1500
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	7,75		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	97	µS/cm	250	250	1500	2000
Chlorid-IC (Eluat)	0,51	mg/L	30	30	50	100
Sulfat-IC (Eluat)	4,32	mg/L	20	20	50	200
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005	0,01	0,02
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,04	0,1
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,02	0,06
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,08	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,003	0,006
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,025	0,06
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,06	0,1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,02	0,07
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,002
Zink (Eluat)	0,015	mg/L	0,15	0,15	0,2	0,6

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 28.10.2014



Dr. Mechthild Grebe
Bereichsleiterin Analytik

ANLAGE 7.2

**Chemische Analysenergebnisse
(Schwarzdecken)**

Prüfbericht-Nr: **B1410740**

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 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420450
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 30.10.2014

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung Kern K3 (3/1-0,00-0,08m) PB-Elsen, Am Mühlenteich 2-4

Herkunftsort PB-Elsen, Am Mühlenteich 2-4

Entnahmeort PB-Elsen, Am Mühlenteich 2-4

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Naphthalin (Orig)	1,06	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Acenaphthylen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Acenaphthen (Orig)	1,45	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Fluoren (Orig)	0,99	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Phenanthren (Orig)	3,30	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Anthracen (Orig)	1,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Fluoranthren (Orig)	2,33	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Pyren (Orig)	1,60	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)anthracen (Orig)	0,90	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Chrysen (Orig)	1,09	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(b)fluoranthren (Orig)	0,87	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(k)fluoranthren (Orig)	0,75	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (Orig)	0,50	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	0,37	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	0,18	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(ghi)perylene (Orig)	0,39	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (Orig)	16,8	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1*	Wen	DIN EN 12457-4
Phenolindex (Eluat)	0,014	mg/L	DIN EN ISO 14402	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

A RuVA-StB 01/0	Verwertungsklasse A Asphalt gem. RuVA-StB 01/05
B RuVA-StB 01/0	Verwertungsklasse B Asphalt gem. RuVA-StB 01/05
C RuVA-StB 01/0	Verwertungsklasse C Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

Einstufung
eingehalten

Prüfbericht-Nr: **B1410740**

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 22.10.2014

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201420450

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfart HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 30.10.2014

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung Kern K3 (3/1-0,00-0,08m) PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Endeinstufung Verwertungsklasse A Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	A RuVA-StB 01/0	B RuVA-StB 01/0	C RuVA-StB 01/0
Naphthalin (Orig)	1,06	mg/kg			
Acenaphthylen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Acenaphthen (Orig)	1,45	mg/kg			
Fluoren (Orig)	0,99	mg/kg			
Phenanthren (Orig)	3,30	mg/kg			
Anthracen (Orig)	1,01	mg/kg			
Fluoranthren (Orig)	2,33	mg/kg			
Pyren (Orig)	1,60	mg/kg			
Benzo(a)anthracen (Orig)	0,90	mg/kg			
Chrysen (Orig)	1,09	mg/kg			
Benzo(b)fluoranthren (Orig)	0,87	mg/kg			
Benzo(k)fluoranthren (Orig)	0,75	mg/kg			
Benzo(a)pyren (Orig)	0,50	mg/kg			
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	0,37	mg/kg			
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	0,18	mg/kg			
Benzo(ghi)perylene (Orig)	0,39	mg/kg			
Summe PAK n. EPA (Orig)	16,8	mg/kg	25		
Elution mit dest. Wasser	ja				
Phenolindex (Eluat)	0,014	mg/L	0,1	0,1	

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 30.10.2014



Dr. Mechthild Grebe
Bereichsleiterin Analytik

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420451
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 30.10.2014

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung Kern K11 (11/1-0,00-0,12m) PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Herkunftsort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4
Entnahmeort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Naphthalin (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Acenaphthylen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Acenaphthen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Fluoren (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Phenanthren (Orig)	0,61	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Anthracen (Orig)	0,15	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Fluoranthren (Orig)	0,72	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Pyren (Orig)	0,64	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)anthracen (Orig)	0,34	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Chrysen (Orig)	0,83	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(b)fluoranthren (Orig)	0,41	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(k)fluoranthren (Orig)	0,24	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (Orig)	0,28	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	0,14	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	0,13	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(ghi)perylen (Orig)	0,19	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (Orig)	4,89	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1*	Wen	DIN EN 12457-4
Phenolindex (Eluat)	0,013	mg/L	DIN EN ISO 14402	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

A RuVA-StB 01/0	Verwertungsklasse A Asphalt gem. RuVA-StB 01/05
B RuVA-StB 01/0	Verwertungsklasse B Asphalt gem. RuVA-StB 01/05
C RuVA-StB 01/0	Verwertungsklasse C Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

Einstufung
eingehalten

Prüfbericht-Nr: **B1410741**

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 22.10.2014

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201420451

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfört HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 30.10.2014

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung Kern K11 (11/1-0,00-0,12m) PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Endeinstufung Verwertungsklasse A Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	A RuVA-StB 01/0	B RuVA-StB 01/0	C RuVA-StB 01/0
Naphthalin (Orig)	<0,1	mg/kg			
Acenaphthylen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Acenaphthen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Fluoren (Orig)	<0,1	mg/kg			
Phenanthren (Orig)	0,61	mg/kg			
Anthracen (Orig)	0,15	mg/kg			
Fluoranthren (Orig)	0,72	mg/kg			
Pyren (Orig)	0,64	mg/kg			
Benzo(a)anthracen (Orig)	0,34	mg/kg			
Chrysen (Orig)	0,83	mg/kg			
Benzo(b)fluoranthren (Orig)	0,41	mg/kg			
Benzo(k)fluoranthren (Orig)	0,24	mg/kg			
Benzo(a)pyren (Orig)	0,28	mg/kg			
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	0,14	mg/kg			
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	0,13	mg/kg			
Benzo(ghi)perylene (Orig)	0,19	mg/kg			
Summe PAK n. EPA (Orig)	4,89	mg/kg	25		
Elution mit dest. Wasser	ja				
Phenolindex (Eluat)	0,013	mg/L	0,1	0,1	

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 30.10.2014



Dr. Mechthild Grebe
Bereichsleiterin Analytik

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420452
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 30.10.2014

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung Kern K16 (16/1-0,00-0,12m) PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Herkunftsort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4
Entnahmeort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Naphthalin (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Acenaphthylen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Acenaphthen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Fluoren (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Phenanthren (Orig)	0,58	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Anthracen (Orig)	0,11	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Fluoranthren (Orig)	0,70	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Pyren (Orig)	0,63	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)anthracen (Orig)	0,32	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Chrysen (Orig)	0,49	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(b)fluoranthren (Orig)	0,40	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(k)fluoranthren (Orig)	0,21	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (Orig)	0,22	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	0,12	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	0,14	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(ghi)perylen (Orig)	0,19	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (Orig)	4,25	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1*	Wen	DIN EN 12457-4
Phenolindex (Eluat)	0,013	mg/L	DIN EN ISO 14402	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

A RuVA-StB 01/0 Verwertungsklasse A Asphalt gem. RuVA-StB 01/05
B RuVA-StB 01/0 Verwertungsklasse B Asphalt gem. RuVA-StB 01/05
C RuVA-StB 01/0 Verwertungsklasse C Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

Einstufung
eingehalten

Prüfbericht-Nr: **B1410742**

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 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420452
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 30.10.2014

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung Kern K16 (16/1-0,00-0,12m) PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Endeinstufung Verwertungsklasse A Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	A RuVA-StB 01/0	B RuVA-StB 01/0	C RuVA-StB 01/0
Naphthalin (Orig)	<0,1	mg/kg			
Acenaphthylen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Acenaphthen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Fluoren (Orig)	<0,1	mg/kg			
Phenanthren (Orig)	0,58	mg/kg			
Anthracen (Orig)	0,11	mg/kg			
Fluoranthren (Orig)	0,70	mg/kg			
Pyren (Orig)	0,63	mg/kg			
Benzo(a)anthracen (Orig)	0,32	mg/kg			
Chrysen (Orig)	0,49	mg/kg			
Benzo(b)fluoranthren (Orig)	0,40	mg/kg			
Benzo(k)fluoranthren (Orig)	0,21	mg/kg			
Benzo(a)pyren (Orig)	0,22	mg/kg			
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	0,12	mg/kg			
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	0,14	mg/kg			
Benzo(ghi)perylene (Orig)	0,19	mg/kg			
Summe PAK n. EPA (Orig)	4,25	mg/kg	25		
Elution mit dest. Wasser	ja				
Phenolindex (Eluat)	0,013	mg/L	0,1	0,1	

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 30.10.2014



Dr. Mechthild Grebe
Bereichsleiterin Analytik

ANLAGE 7.3

**Chemische Analysenergebnisse
(Schotter BS 7)**

Auftraggeber 14491
KleeGräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420453
Probenehmer / -ingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 30.10.2014

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr KleeGräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung Schotterprobe 7/2 (0,05-0,45) PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Herkunftsort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Entnahmeort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Naphthalin (Orig)	0,44	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Acenaphthylen (Orig)	0,40	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Acenaphthen (Orig)	12,9	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Fluoren (Orig)	16,9	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Phenanthren (Orig)	174	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Anthracen (Orig)	46,8	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Fluoranthen (Orig)	129	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Pyren (Orig)	96,4	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)anthracen (Orig)	46,6	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Chrysen (Orig)	46,7	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(b)fluoranthen (Orig)	27,0	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(k)fluoranthen (Orig)	23,7	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (Orig)	29,2	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	28,3	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	1,19	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(ghi)perylene (Orig)	19,5	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (Orig)	698	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527

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.

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 30.10.2014



Dr. Mechthild Grebe
Bereichsleiterin Analytik

ANLAGE 7.4

**Chemische Analysenergebnisse
(Umfeld BS 8)**

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201420458

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 27.10.2014

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP / BS8 /a /b /c - Geogen PB-Elsen, Am Mühlenteich 2-4

Herkunftsort PB-Elsen, Am Mühlenteich 2-4

Entnahmeort PB-Elsen, Am Mühlenteich 2-4

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	
Feuchte (105°C)	13,1	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	86,9	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Arsen (TS)	1,56	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (TS)	11,5	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	0,32	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)	21,3	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)	78,6	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Chlorethylen (Vinylchlorid) (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	2*	Wen	DIN EN ISO 10301
Dichlormethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
cis-1,2-Dichlorethen (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Trichlormethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
1,2-Dichlorethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
1,1,1-Trichlorethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Tetrachlormethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Trichlorethen (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Tetrachlorethen (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Summe LHKW (Orig)	<1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301

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.

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 27.10.2014



Dr. Mechthild Grebe

Bereichsleiterin Analytik

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420456
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 27.10.2014

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung Probe 8a/3 (0,23-0,53m) PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Herkunftsort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Entnahmeort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Feuchte (105°C)	9,53	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	90,5	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Arsen (TS)	2,69	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)	79,4	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)	113	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (Orig.)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C22 - 40 (Orig.)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	
Kohlenwasserstoff-Index (Original)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	
Benzol (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Toluol (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Ethylbenzol (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
m-/p-Xylol (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
ortho-Xylol (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX (Orig)	<1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Chlorethylen (Vinylchlorid) (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	2*	Wen	DIN EN ISO 10301
Dichlormethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
cis-1,2-Dichlorethen (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Trichlormethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
1,2-Dichlorethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
1,1,1-Trichlorethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Tetrachlormethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Trichlorethen (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Tetrachlorethen (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Summe LHKW (Orig)	<1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301

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

Auftraggeber 14491	Eingangsdatum 22.10.2014
Kleegräfe Geotechnik GmbH	Auftrag-Nr. A060105
Holzstr. 212	Probe-Nr. P201420456
D-59556 Lippstadt	Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
	Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
	Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 27.10.2014

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung Probe 8a/3 (0,23-0,53m) PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4
Herkunftsort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4
Entnahmeort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

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.

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 27.10.2014



Dr. Mechthild Grebe
Bereichsleiterin Analytik

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201420457

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 27.10.2014

Ansprechpartner

Herr Kleegräfe

FAX

02941 / 3582

Telefon

02941 / 5404

Probenbezeichnung Probe 8/7 (3,00-4,20m) PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Herkunftsort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Entnahmeort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	
Feuchte (105°C)	6,50	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	93,5	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Arsen (TS)	2,84	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)	22,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Chlorethylen (Vinylchlorid) (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	2*	Wen	DIN EN ISO 10301
Dichlormethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
cis-1,2-Dichlorethen (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Trichlormethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
1,2-Dichlorethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
1,1,1-Trichlorethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Tetrachlormethan (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Trichlorethen (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Tetrachlorethen (Orig)	<0,1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Summe LHKW (Orig)	<1	mg/kg	E DIN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301

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.

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 27.10.2014



Dr. Mechthild Grebe

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420457
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 27.10.2014

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung Probe 8/7 (3,00-4,20m) PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4
Herkunftsort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4
Entnahmeort PB-Eisen, Am Mühlenteich 2-4

Bereichsleiterin Analytik

ANLAGE 8.1

**Probenahmeprotokoll
(Grundwasser)**

KLEEGRÄFE

Geotechnik GmbH, Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Tel. 02941-5404

Fax: 02941-3582

Anlage: 8

Blatt: 1

Projektbezeichnung: Erweiterung / Umbau des Zentrallagers, Eichfeld 3 in 33154 Salzkotten

Az.-Nr.: 140826

Probenahmeprotokoll

Proben-Nummer	WP GWM 4				
Bezeichnung der Probenahme- stelle lt. Lageplan	GWM 4				
Datum der Probenahme	16.10.2014				
Uhrzeit der Probenahme	15:34				
Art/Ausführung der Probenahme- stelle (Schacht)	Pegel				
Ausbau des Brunnens (Kunststoff, Stahl/stabil-verzinkt)	Kunst- stoff				
Durchmesser (cm) (bei Pegel oder Brunnen)	DN 40 (1,5")				
Ausbautiefe (m unter OK Schacht)	4,50				
Ruhwasserspiegel (m unter OK Gelände)	1,80				
Entnahmevorgang					
Abpumpen (ankreuzen)	schöpfen				
Pumpenart (Saug-, UW-Pumpe)	-				
Entnahmetiefe (m unter OK Pegel)	3,50 m u.POK				
Pumpdauer (min)					
Fördermenge zum Probenahme- zeitpunkt (l/min)					
Beschreibung der Probe					
Art des Probenbehälters (Glas/Kunststoff)	Braunglas				
Art des Verschlusses (Glas/Kunststoff)	Kunstst.				
Probekapazität (l)	2 x 0,5 l				
Vorgaben (bzw. unmittelbar nach Entnahme)					
Aussehen	l. braun				
Geruch	neutral				
Temperatur (°C)	11,				
pH-Wert	n.b.				
Elektrische Leitfähigkeit bei 25°C (µS/cm)	n.b.				
O ₂ -Gehalt, elektromensch (mg/l)	n.b.				
Probenvorbereitung					
Stabilisierung	Marmor				
Transport- und Lagerbedingungen	-				

Bemerkungen:gkt./dkl.: gekühlt & dunkel
(n.b.): nicht bestimmt

Analyseumfang: Betonaggressivität

i.V. V. Thiemann

Probenehmer: Hr. Großekathöfer

Datum/Unterschrift: 16.10.2014

ANLAGE 8.2

**Chemische Analysenergebnisse
(Grundwasser)**

Auftraggeber 14491
KleeGräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.10.2014

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201420390

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 23.10.2014

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr KleeGräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung WP/ GWM 4, Elser Bruch Paderborn

Herkunftsort Elser Bruch Paderborn

Entnahmeort Elser Bruch Paderborn

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Aussehen	gelblich trüb			4*	Wen	
Geruch	ohne		DEV B 1/2	1*	Wen	
pH-Wert	7,07		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	<1,00	mg/L	DIN 4030-2	4*	Wen	DIN 4030-1
Permanganatindex	3,13	mg/L	DIN EN ISO 8467	1*	Wen	
Gesamthärte (°d)	21,4	°d	DIN 38409-6	1*	Wen	
Härte (Calcium)	21,0	°d	DIN 38409-6	1*	Wen	
Calcium (flüssig)	150	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Magnesium (flüssig)	1,83	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Ammonium	0,27	mg/L	DIN EN ISO 11732	1*	Wen	
Chlorid-IC	64,3	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC	132	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfid (LCK 653)	<0,10	mg/L	DR. LANGE LCK 653	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
Beton nicht agg	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend (06-1991)	eingehalten
Beton schwach	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - schwach angreifend (06-1991)	
Beton stark	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - stark angreifend (06-1991)	
Beton sehr st.	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - sehr stark angreifend (06-1991)	
Endeinstufung	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend	

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Prüfbericht-Nr: **B1410508**

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 22.10.2014
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201420390
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.10.2014 - 23.10.2014

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung WP/ GWM 4, Elser Bruch Paderborn

Parameter	Meßwert	Einheit	Beton nicht agg	Beton schwach	Beton stark	Beton sehr st.
Aussehen	gelblich trüb					
Geruch	ohne					
pH-Wert	7,07		6,5	5,5	4,5	4,4999
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	<1,00	mg/L	15	40	100	100
Permanganatindex	3,13	mg/L				
Gesamthärte (°d)	21,4	°d				
Härte (Calcium)	21,0	°d				
Calcium (flüssig)	150	mg/L				
Magnesium (flüssig)	1,83	mg/L	300	1000	3000	3000
Ammonium	0,27	mg/L	15	30	60	60
Chlorid-IC	64,3	mg/L				
Sulfat-IC	132	mg/L	200	600	3000	3000
Sulfid (LCK 653)	<0,10	mg/L				

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 23.10.2014



Dr. William Kwarteng
Laborleitung

ANLAGE 9.1

Fotodokumentation

Situation am 17.10.2014



Foto 1: Blickrichtung ~ NNO; Bereich der BS 1 (Markierung)

Situation am 17.10.2014



Foto 2: Blickrichtung ~ SO; Bereich der BS 2 (Markierung)

Situation am 17.10.2014



Foto 3: Blickrichtung ~ NW; Bereich der BS 3 (Markierung)

Situation am 17.10.2014



Foto 4: Kern BS 3; 0,00 - 0,08 m u.GOK

Situation am 17.10.2014



Foto 5: Blickrichtung ~ SW; Bereich der GWM 4 (Markierung)

Situation am 15.10.2014



Foto 6: Blickrichtung ~ SW; Bereich der BS 5 (Markierung)

Situation am 15.10.2014



Foto 7: Blickrichtung ~ W; Bereich der BS 6 (Markierung)

Situation am 17.10.2014



Foto 8: Blickrichtung ~ SSW;
Bereich der BS 7
(Markierung)



Foto 9: Kern BS 7;
0,00 - 0,05 m u.GOK

Fotodokumentation

Situation am 16.10.2014



BS 8

Foto 10: Blickrichtung ~ SW; Bereich der BS 8 (Markierung)



Kern 8

Foto 11: Kern BS 8;
0,00 - 0,18 m u.GOK

Situation am 16.10.2014



BS 8a

Foto 12: Blickrichtung ~ SW; Bereich der BS 11 (Markierung)



Kern 8a

Foto 13: Kern BS 8a;
0,00 - 0,23 m u.GOK

Fotodokumentation

Situation am 17.10.2014



BS 8b

Foto 14: Blickrichtung ~ SO; Bereich der BS 8b (Markierung)



Kern 8b

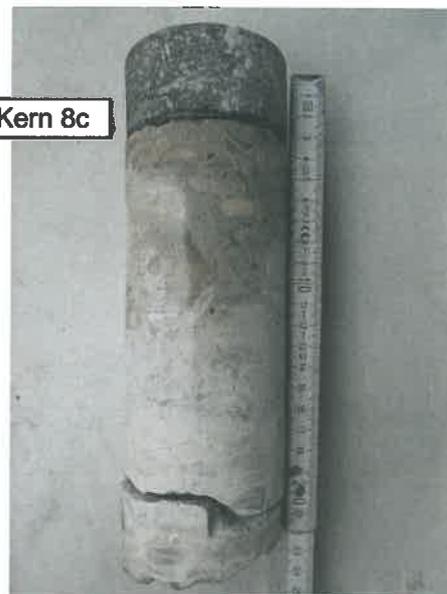
Foto 15: Kern BS 8b; 0,00 - 0,18 m u.GOK

Situation am 17.10.2014



BS 8c

Foto 16: Blickrichtung ~ SW; Bereich der BS 8c (Markierung)



Kern 8c

Foto 17: Kern BS 13; 0,00 - 0,15 m u.GOK

Fotodokumentation

Seite 7

Anlage 9

Situation am 17.10.2014



BS 9



Foto 18: Blickrichtung ~ NO; Bereich der BS 9 (Markierung)

Foto 19: Kern BS 9; 0,00 - 0,19 m u.GOK

Situation am 16.10.2014



BS 10



Foto 20: Blickrichtung ~ SO; Bereich der BS 10 (Markierung)

Foto 21: Kern BS 10; 0,00 - 0,19 m u.GOK

Fotodokumentation

Seite 8

Anlage 9

Situation am 16.10.2014



Foto 22: Blickrichtung ~ NNO;
Bereich der BS 11
(Markierung)

Foto 23: Kern BS 11;
0,00 - 0,10 m u.GOK

Situation am 16.10.2014



Foto 24: Blickrichtung ~ SW; Bereich der BS 12 (Markierung)

Situation am 15.10.2014



Foto 25: Blickrichtung ~ ONO; Bereich der BS 13 (Markierung)

Situation am 15.09.2014



Foto 26: Blickrichtung ~ SW; Bereich der BS 14 (Markierung)

Situation am 15.10.2014



Foto 27: Blickrichtung ~ O; Bereich der BS 15 (Markierung)

Situation am 16.10.2014

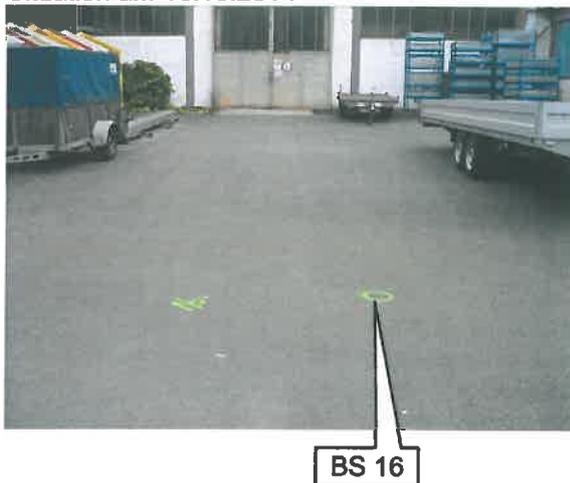


Foto 28: Blickrichtung ~ NNO; Bereich der BS 16 (Markierung)



Foto 29: Kern BS 16; 0,00 - 0,12 m u.GOK

Situation am 16.10.2014



BS 17

Foto 30: Blickrichtung ~ NO; Bereich der BS 17 (Markierung)



Kern 17

Foto 31: Kern BS 17;
0,00 - 0,19 m u.GOK

Situation am 15.10.2014



BS 18

Foto 32: Blickrichtung ~ SO; Bereich der BS 18 (Markierung)



Kern 18

Foto 33: Kern BS 18;
0,00 - 0,13 m u.GOK

Situation am 17.10.2014



Foto 34: Blickrichtung ~ SSW; Bereich der BS 19 (Markierung)



Foto 35: Kern BS 19; 0,00 - 0,20 m u.GOK

Situation am 17.10.2014

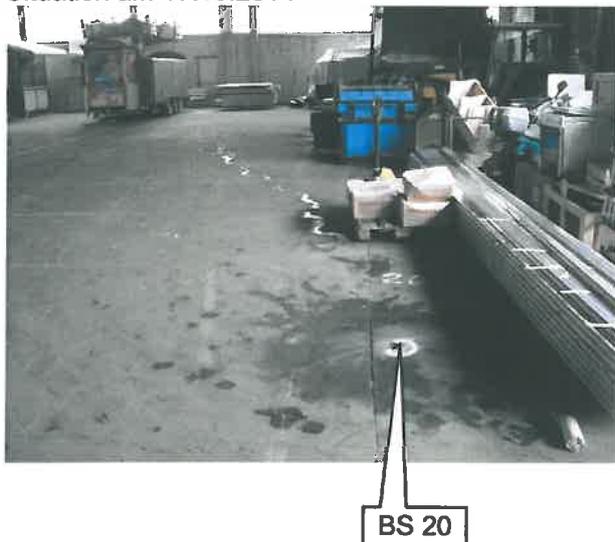


Foto 36: Blickrichtung ~ SW; Bereich der BS 20 (Markierung)

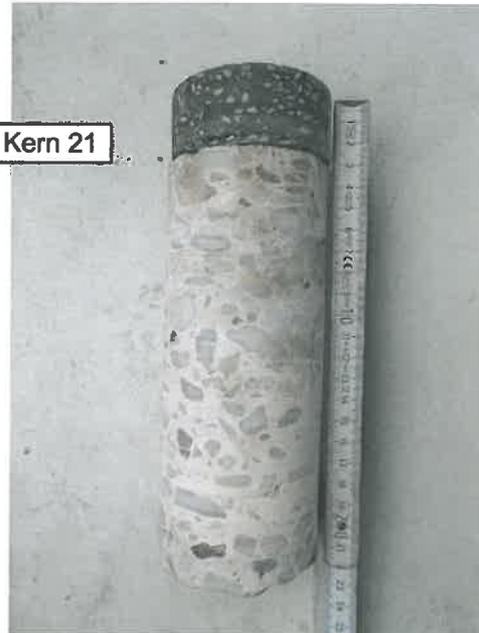


Foto 37: Kern BS 20; 0,00 - 0,21 m u.GOK

Situation am 17.10.2014



BS 21



Kern 21

Foto 38: Blickrichtung ~ S; Bereich der BS 21 (Markierung)

Foto 39: Kern BS 21; 0,00 - 0,21 m u.GOK

Situation am 15.10.2014



BS 22

Foto 40: Blickrichtung ~ SW; Bereich der BS 22 (Markierung)

Situation am 15.10.2014



Foto 41: Blickrichtung ~ SO; Bereich der BS 23 (Markierung)

Situation am 15.09.2014

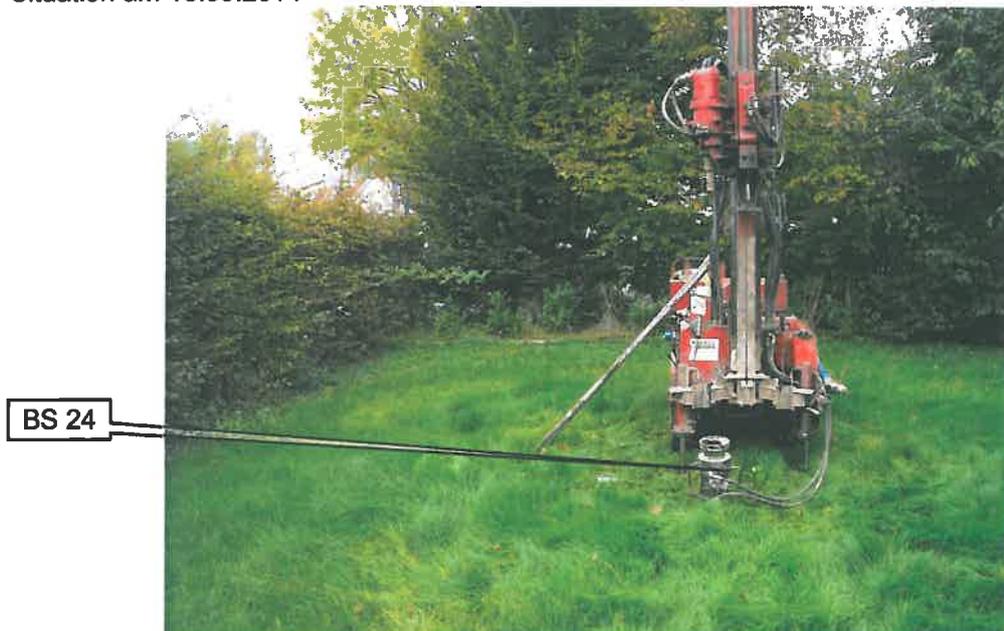


Foto 42: Blickrichtung ~ NW; Bereich der BS 24 (Markierung)

ANLAGE 10.1 - 10.4

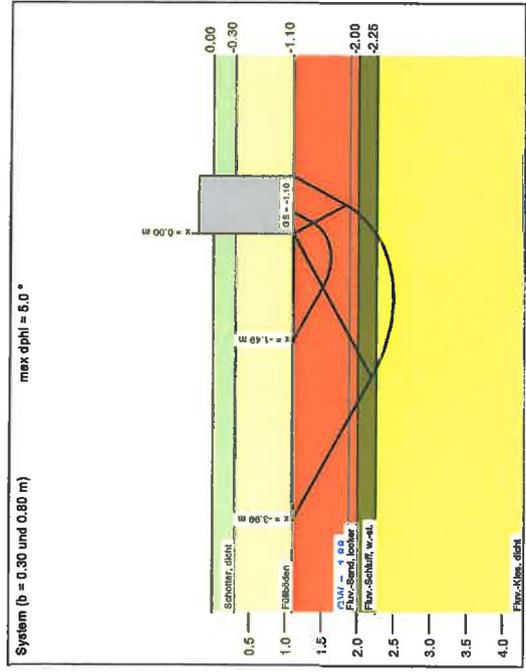
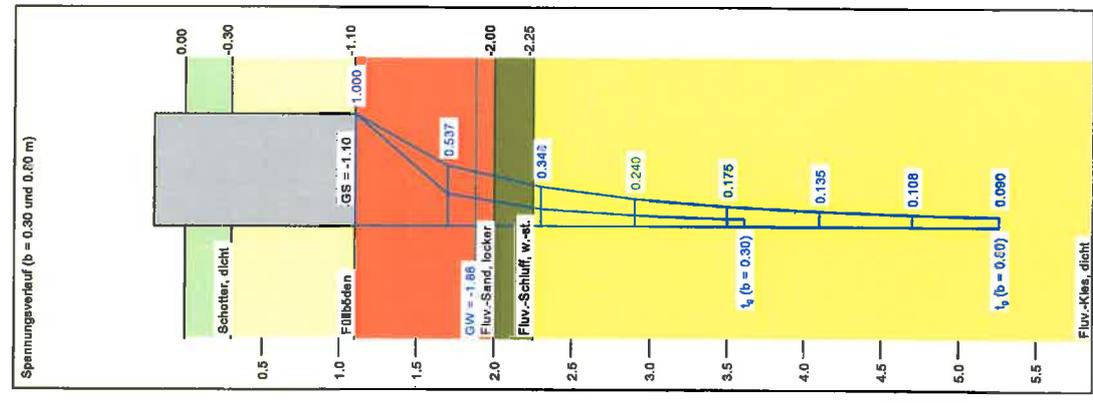
**Setzungsberechnungen
(Streifenfundamente)**

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582
 Projekt: BG Am Mühlenteich, Paderborn-Eisen
 Setzungsberechnung Streifenfundamente (l = 12 m)

Berechnungsgrundlagen:
 BV: Am Mühlenteich, PB-Eisen
 Grundbruchnorm nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 12,00 m)
 $\gamma_{G,1} = 1,40$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_G = 1,50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(e,c)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_e$
 $\gamma_{(e,c)} = 1,425$
 $\sigma_{G,d}$ auf 250.00 kN/m² begrenzt
 OK Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -1,10 m
 Grundwasser = -1,88 m
 Grenztiefe mit p = 20,0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 Grundbruch mit Tiefenbeiwert

Streifenfundamente

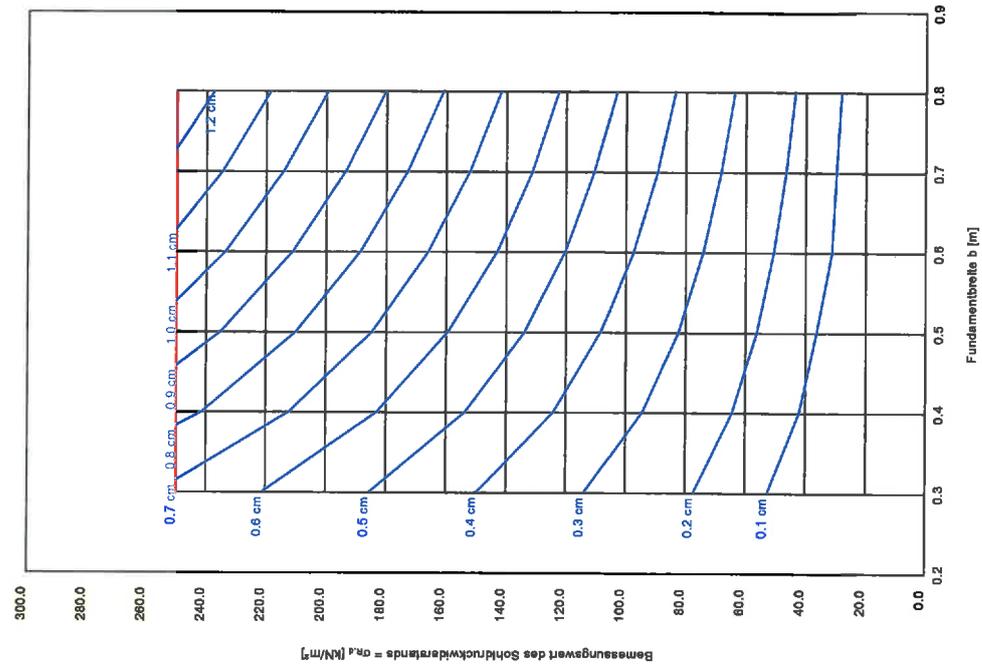
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	18.0	8.0	25.0	0.0	3.0	0.00	Füllböden
	18.0	10.0	32.5	0.0	15.0	0.00	Fluv.-Sand, locker
	18.5	8.5	27.5	0.0	4.0	0.00	Fluv.-Schluff, w.-st.
	21.5	13.5	35.0	0.0	60.0	0.00	Fluv.-Kies, dicht



h [m]	b [m]	$\sigma_{G,s}$ [kN/m ²]	R _{s,s} [kN/m ²]	$\sigma_{G,s}$ [kN/m ²]	s [cm]	cell ϕ [°]	cell c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{G,s}$ [kN/m ²]	t ₉₀ [m]	UKLS [m]	t _c [m]
12.00	0.30	250.0	75.0	175.4	0.88	32.5	0.00	18.00	21.00	3.91	1.82	25.7
12.00	0.40	250.0	100.0	175.4	0.83	32.5	0.00	18.00	21.00	4.03	1.79	21.1
12.00	0.50	250.0	125.0	175.4	0.86	32.5	0.00	17.75	21.00	4.39	1.87	18.3
12.00	0.80	250.0	150.0	175.4	1.07	31.3	0.00	17.16	21.00	4.71	2.10	16.3
12.00	0.70	250.0	175.0	175.4	1.18	30.7	0.00	18.47	21.00	5.00	2.24	14.9
12.00	0.80	250.0	200.0	175.4	1.27	32.5*	0.00	15.77	21.00	5.28	2.49	13.8

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{G,s} = \sigma_{G,s} \cdot (\gamma_{(e,c)} - \gamma_{(e,c)}) = \sigma_{G,s} / 1.43$ (für Setzungen)
 Verhältnis vertikale/vertikale(Correspondenz) $(\sigma_{G,s})/b = 0.50$

Streifenfundamente (l = 12 m) mit Fundamenttieferführung in Beton bis auf Fluvialisande

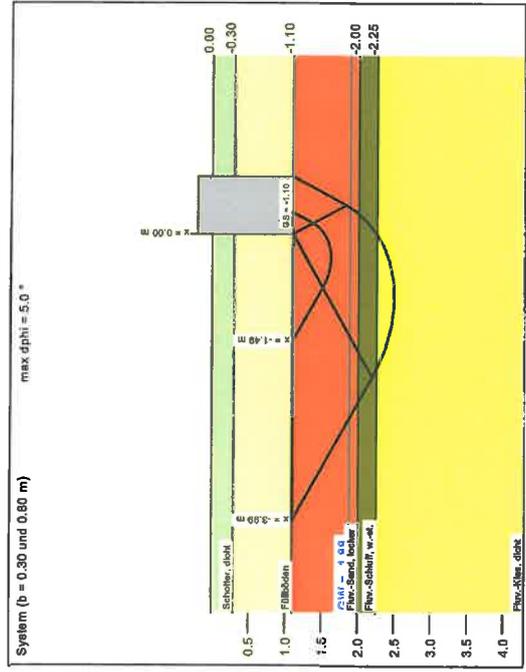
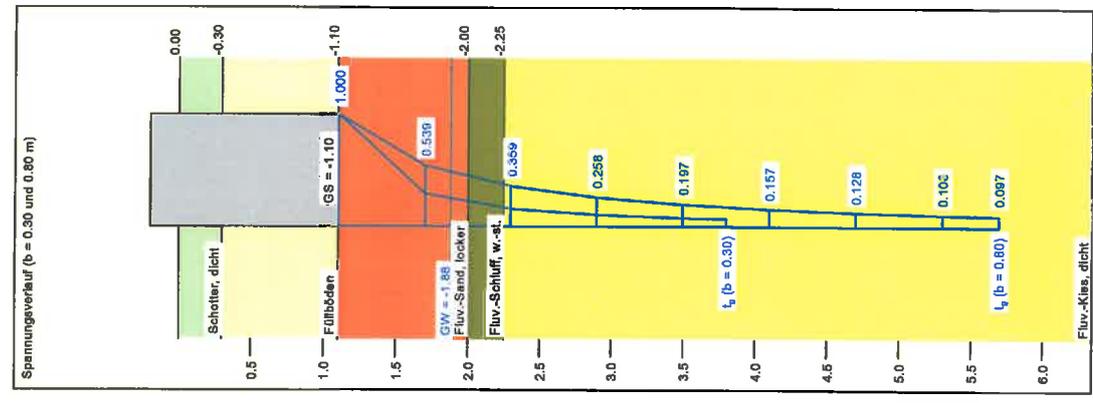


KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 in 69556 Lippstadt-Bad Waldiesborn
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582
 Projekt: BG Am Mühlenteich, Paderborn-Eisen
Setzungsberechnung Streifenfundamente (l = 25 m)

Berechnungsgrundlagen:
 BV: Am Mühlenteich, PB-Eisen
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 25,00 m)
 $\gamma_{R,s} = 1,40$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_Q = 1,50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(e,c)} = 0,500 \cdot \gamma_e \cdot (1 - 0,500) \cdot \gamma_e$
 $\gamma_{(e,q)} = 1,425$
 $\sigma_{R,s}$ auf 250,00 kN/m² begrenzt
 OK Gelände = 0,00 m
 Gründungssohle = -1,10 m
 Grundwasser = -1,88 m
 Grenztiefe mit p = 20,0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 Grundbruch mit Tiefenbeiwert

Streifenfundamente

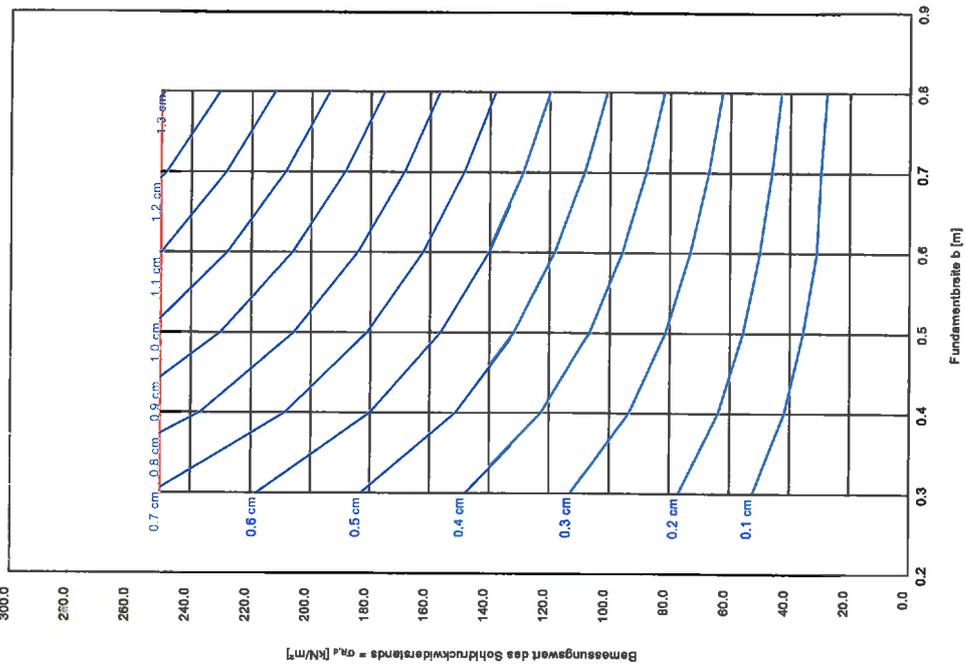
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	C [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	18.0	8.0	25.0	0.0	3.0	0.00	Füllböden
	18.0	10.0	32.5	0.0	15.0	0.00	Fluv.-Sand, locker
	18.5	8.5	27.5	0.0	4.0	0.00	Fluv.-Schluff, w.-st.
	21.5	13.5	35.0	0.0	60.0	0.00	Fluv.-Kies, dicht



h [m]	$\sigma_{R,s}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,q}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,c}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,t}$ [kN/m ²]	cal e [kN/m ²]	cal q [°]	a [cm]	$\gamma_{R,s}$ [kN/m ³]	$\sigma_{R,s}$ [kN/m ²]	t_{90} [m]	UKLS [m]	t_{90} [m]	t_{90} [m]	t_{90} [m]
25.00	0.30	250.0	75.0	175.4	0.69	32.5	0.00	18.00	21.00	3.80	1.92	26.3		
25.00	0.40	260.0	100.0	175.4	0.85	32.5	0.00	18.00	21.00	4.28	1.79	20.7		
25.00	0.50	250.0	125.0	175.4	0.88	32.5	0.00	17.75	21.00	4.70	1.87	17.9		
25.00	0.60	250.0	150.0	175.4	1.10	31.3	0.00	17.16	21.00	5.08	2.10	15.9		
25.00	0.70	250.0	175.0	175.4	1.21	30.7	0.00	16.47	21.00	5.39	2.24	14.5		
25.00	0.30	250.0	200.0	175.4	1.31	32.5*	0.00	15.77	21.00	5.69	2.49	13.4		

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{R,s} = \sigma_{R,s} \cdot (\gamma_{R,s} \cdot \gamma_{(e,c)}) = \sigma_{R,s} \cdot (1,40 \cdot 1,43) = \sigma_{R,s} / 1,09$ (für Setzungen)
 $\sigma_{R,t} = \sigma_{R,t} \cdot (\gamma_{R,s} \cdot \gamma_{(e,q)}) = \sigma_{R,t} \cdot (1,40 \cdot 1,43) = \sigma_{R,t} / 1,09$ (für Setzungen)
 Verringert Grundwert (G) / Gesamtwert (G+C) H = 0,50

Streifenfundamente (l = 25 m) mit Fundamenttieferführung in Beton bis auf Fluvialisande

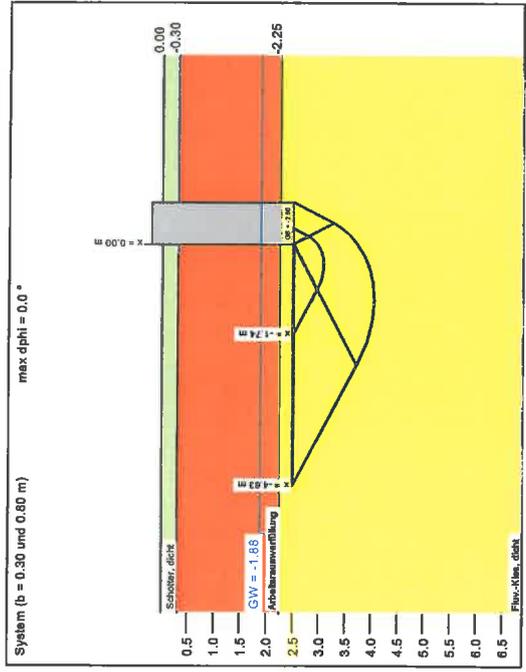
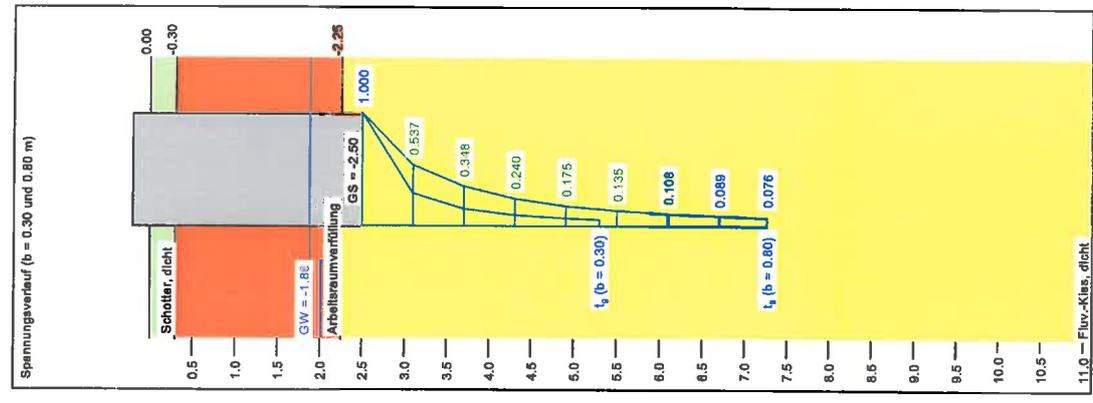


Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
1	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
2	18.0	10.0	32.5	0.0	15.0	0.00	Arbeitsraumverfüllung
3	21.5	13.5	35.0	0.0	60.0	0.00	Fluv.-Kies, dicht

Streifenfundamente

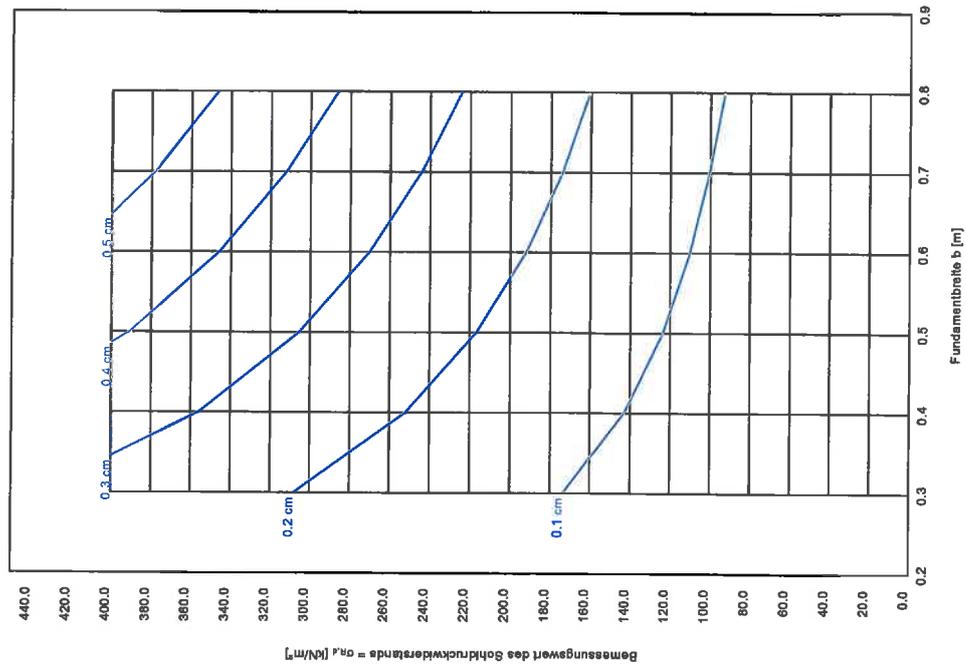
KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt-Bad Waldlesborn
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582
 Projekt: BG Am Mühlenteich, Paderborn-Eisen
Setzungsrechnung Streifenfundamente (l = 12 m)

Berechnungsgrundlagen:
 BV: Am Mühlenteich, PB-Eisen
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 12.00 m)
 $\gamma_{G,0} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{G,cl} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{G,cl} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 400.00 kN/m² begrenzt
 OK Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -2.50 m
 Grundwasser = -1.88 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztafelspannungsvariabel bestimmt
 Grundbruch mit Tiefenbeiwert



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,s}$ [kN/m ²]	$R_{s,d}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	a [cm]	e [°]	e [°]	γ_{12} [kN/m ²]	σ_{12} [kN/m ²]	t_{12} [m]	UKLS [m]	k_p [kN/m ²]
12.00	0.30	400.0	120.0	280.7	0.27	35.0	0.00	13.50	42.12	6.29	3.07	103.5
12.00	0.40	400.0	160.0	280.7	0.34	35.0	0.00	13.60	42.12	5.79	3.28	81.7
12.00	0.50	400.0	200.0	280.7	0.41	35.0	0.00	13.50	42.12	6.21	3.45	66.3
12.00	0.60	400.0	240.0	280.7	0.47	35.0	0.00	13.50	42.12	6.60	3.64	56.2
12.00	0.70	400.0	280.0	280.7	0.53	35.0	0.00	13.50	42.12	6.95	3.84	52.6
12.00	0.80	400.0	320.0	280.7	0.59	35.0	0.00	13.50	42.12	7.27	4.03	47.5

$\sigma_{R,s} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{G,cl} \cdot \gamma_{G,cl}) = \sigma_{R,d} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,d} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(O)Gesamtlast(e)(G+Q) [-] = 0.50



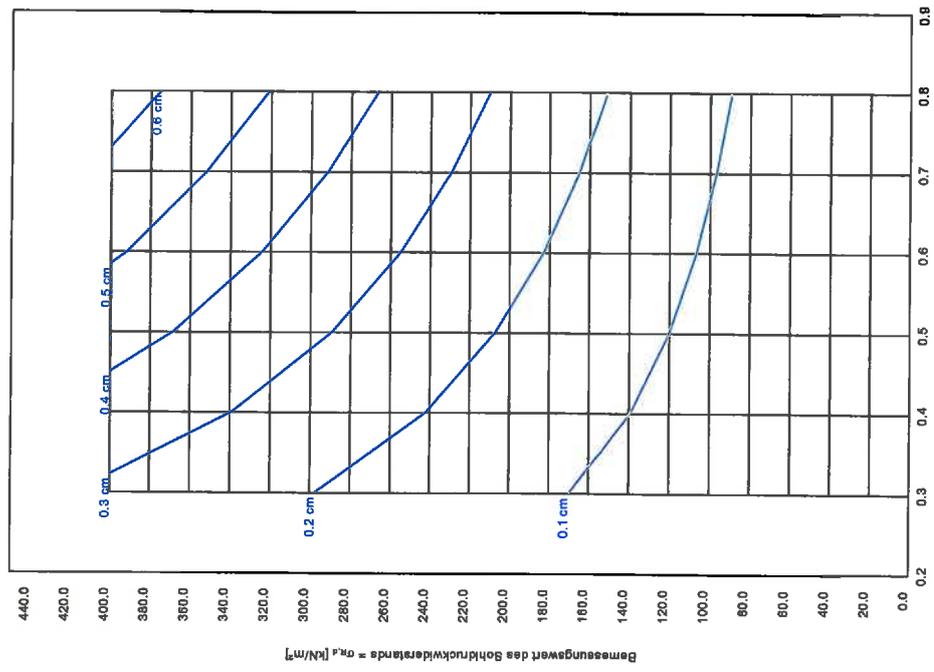
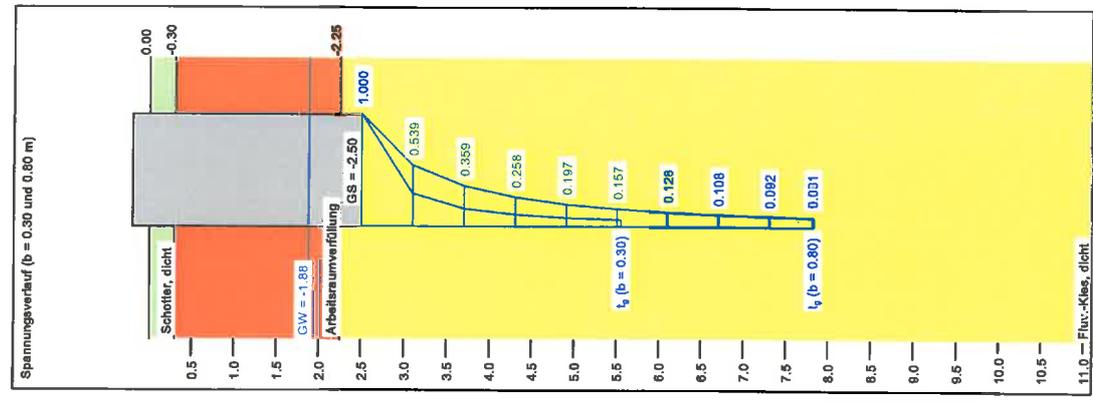
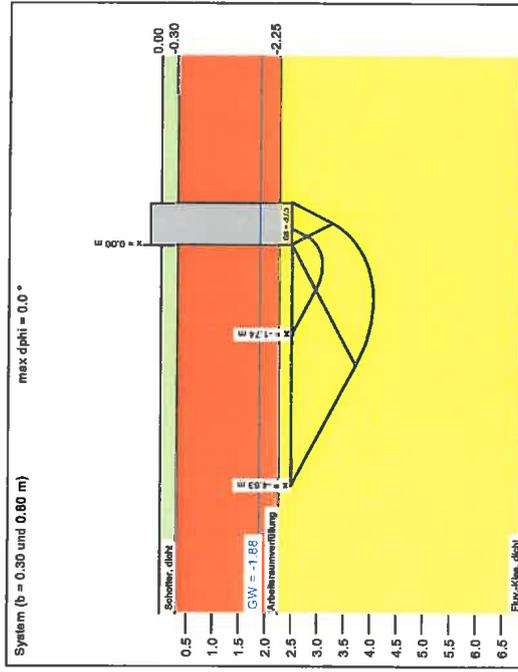
Streifenfundamente (l = 12 m) mit Fundamenttieferführung in Beton bis auf +/- dicht gelagerte Fluvialtkiese

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
1	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
2	18.0	10.0	32.5	0.0	15.0	0.00	Arbeitsraumverfüllung
3	21.5	13.5	35.0	0.0	60.0	0.00	Fluv.-Kies, dicht

Streifenfundamente

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582
 Projekt: BG Am Mühlenteich, Paderborn-Eisen
Setzungsrechnung Streifenfundamente (l = 25 m)

Berechnungsgrundlagen:
 BV: Am Mühlenteich, PB-Eisen
 Grundbruchnormel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 25.00 m)
 $\gamma_{G,0} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_G = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{G,0} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{G,0} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 400.00 kN/m² begrenzt
 OK Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -2.50 m
 Grundwasser = -1.88 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenzstellen spannungsvariabel bestimmt
 Grundbruch mit Tiefenbeiwert



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{s,d} [kN/m]	$\sigma_{G,0}$ [kN/m ²]	$\gamma_{G,0}$ [kN/m ³]	cell c [kN/m ²]	cell e [kN/m ²]	φ [°]	a [cm]	$\sigma_{G,0}$ [kN/m ²]	$\gamma_{G,0}$ [kN/m ³]	cell c [kN/m ²]	cell e [kN/m ²]	φ [°]	$t_{1/2}$ [m]	UKLS [m]	$t_{1/2}$ [m]	$k_{1/2}$ [MN/m ²]
25.00	0.30	400.0	120.0	280.7	13.50	0.00	0.00	35.0	0.28	42.12	13.50	0.00	0.00	3.07	5.55	3.07	96.5	
25.00	0.40	400.0	160.0	280.7	13.50	0.00	0.00	35.0	0.38	42.12	13.50	0.00	0.00	6.12	3.28	76.9		
25.00	0.50	400.0	200.0	280.7	13.50	0.00	0.00	35.0	0.44	42.12	13.50	0.00	0.00	6.81	3.45	65.7		
25.00	0.60	400.0	240.0	280.7	13.50	0.00	0.00	35.0	0.51	42.12	13.50	0.00	0.00	7.05	3.64	54.8		
25.00	0.70	400.0	280.0	280.7	13.50	0.00	0.00	35.0	0.58	42.12	13.50	0.00	0.00	7.45	3.84	48.3		
25.00	0.80	400.0	320.0	280.7	13.50	0.00	0.00	35.0	0.65	42.12	13.50	0.00	0.00	7.81	4.03	43.4		

$\sigma_{G,0} = \sigma_{G,0} / (\gamma_{G,0} \cdot \gamma_{G,0}) = \max(1/40 - 1/43) = \sigma_{G,0} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(Q+G) [-] = 0.50

Streifenfundamente (l = 25 m) mit Fundamenttieferführung in Beton bis auf +/- dicht gelagerte Fluvialtkiese