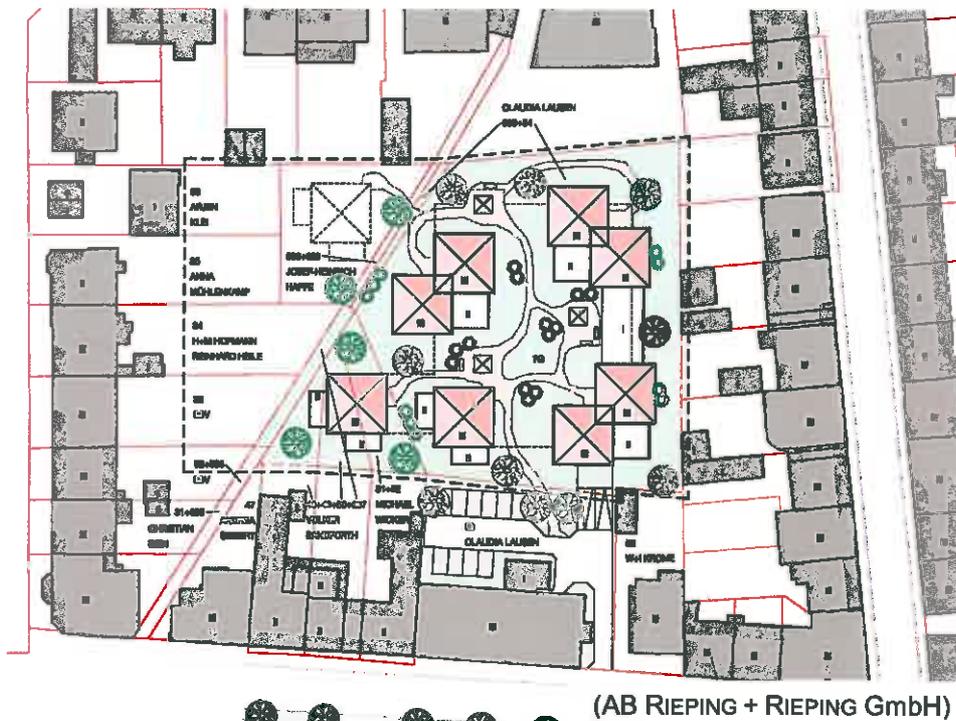


GUTACHTEN

Projekt: **Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage im Riemekeviertel in 33102 Paderborn**



- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: CLAUDIA LAUSEN
 Riemekestraße 44, 33102 Paderborn

Planer: RIEPING + RIEPING GMBH
 Andreasstraße 18, 33098 Paderborn

Auftragnehmer: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
 Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 15 05 33

Lippstadt, 20. August 2015

- INHALTSVERZEICHNIS -

1.0	LOKALITÄT / VERANLASSUNG / UMFANG / PROJEKT-ÜBERBLICK....	4
2.0	UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG.....	10
2.1	UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE:	10
2.2	GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE – ORIENTIERENDE ANGABEN	16
3.0	ORIENTIER. GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG (ERDTANK-AREAL)	20
3.1	AUFFÄLLIGKEITEN VOR-ORT.....	20
3.2	PROBEN-ZUSAMMENSTELLUNG / ANALYSEN-UMFANG	22
3.3	KW-INDEX-ANALYSEN ‚ERDTANK-AREAL‘ / FAZIT.....	24
3.4	LAGA- + DK/DEPV-ANALYSE AUFFÜLLUNGS-MISCHPROBE / FAZIT	25
4.0	INGENIEURGEOLOGISCHE BAUGRUNDBEURTEILUNG	29
4.1	BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL)	29
4.2	BAUGRUNDBEURTEILENDE LABORVERSUCHE.....	31
4.3	BODENMECHANISCHE KENNWERTE.....	34
4.4	BODENKLASSEN, BODENGRUPPEN UND FROSTKLASSEN.....	35
5.0	INGENIEURGEOLOGISCHE HINWEISGEBUNGEN.....	37
5.1	GEBÄUDEBAU	37
5.2	POTENZIELLER WEGEBAU + STELL-/BEWEGUNGSFLÄCHEN + TG-RAMPE:	61
6.0	ANLAGEN.....	64

– Abkürzungsverzeichnis –

AG / AN	= Auftraggeber / Auftragnehmer
BS	= Bohrsondierung
DK / DEP V	= (Parameterumfang) DEPONIEVERORDNUNG (Deponieklasse)
DPL	= dynamic probing light (= Leichte Rammsondierung)
ET	= (Bohr-)Endteufe
GLA (NRW)	= Geologisches Landesamt (von Nordrhein-Westfalen)
GOK / UK / OK	= Geländeoberkante / Unterkante / Oberkante
GRK	= Geotextilrobustheitsklasse
GW	= Grundwasser
GWM	= Grundwassermessstelle
IB / AB	= Ingenieurbüro / Architekturbüro
K	= Kern / (Diamant-)Kernbohrung
KG / EG / OG / DG	= Keller- / Erd- / Ober- / Dachgeschoss
KMRD	= Kampfmittelräumdienst
k.w.B.F.	= kein weiterer Bohrfortschritt
KW-Index	= Kohlenwasserstoff-Index
LAGA	= Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (hier: Parameter „LAGA/TR-Boden“)
M	= Maßstab
MFH	= Mehrfamilien(wohn)haus
OKFF(-EG)	= Oberkante Fertigfußboden (Erdgeschoss)
PAK	= polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
POK	= Pegeloberkante (von GWM)
RSV(-Säulen)	= Rüttel-Stopf-(Säulen-)Verdichtung
RuVA-StB 01-RiLi	= „Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (2001)“
SW- / RW-Kanal	= Schmutzwasser- / Regenwasser-Kanal
TG	= Tiefgarage

1.0 Lokalität / Veranlassung / Umfang / Projekt-Überblick

Vorgang: Auf dem Grundstück Riemekestraße Nr. 44 in 33102 Paderborn ist die Errichtung mehrerer 2- bis überwiegend 3-geschossiger Mehrfamilienhäuser/MFH's inkl. einer gemeinsamen >1.000 m² großen Tiefgarage/TG unter allen MFH's vorgesehen. Vordringlich relevant sind dabei folgende Flurstücke:

- Grundstück: Gemarkung Paderborn/Flur 63 / Flurst. 54, 689, etc.
- Adresse: Riemekestraße Hs.-Nr. 44 in 33102 Paderborn

Auf dem relevanten ca. 3.000 m² großen Untersuchungsgebiet befindet sich derzeit ein ehem. Kohle-/Öl-Handel-Gebäude-Komplex sowie eine Pkw-Garagen-Anlage, Carports und versiegelte Hof-/ Stell-/Fahrflächen.

Im westlichen Bereich dominieren angrenzende Grün-/Gartenflächen.

Aufgrund des noch frühen Planungsstandes des geplanten Bauvorhabens soll für die Bearbeitung zunächst von einer TG-/KG-Sohle von ca. 3,0 m u.GOK ausgegangen werden. Weitere vorläufige Planungs-Details sind dem Kap. 5.1 zu entnehmen.

Auftrag: Die Bauherrin CLAUDIA LAUSEN (Riemekestraße 44, 33102 Paderborn; = AG) beauftragte über den u.g. Planer das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) auf Grundlage eines Angebotes vom 28.05.2015 mit der Durchführung einer

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung.

Aufgabe ist die Durchführung einer Baugrundbeurteilung und Aussprache von orientierenden Gründungsempfehlungen für den Plangebäude-Komplex; auch im Hinblick auf eine baugrundtechnische Machbarkeitsuntersuchung zur Vorplanung.

Ergänzend sollten umwelttechnische Untersuchungen im Areal des ehem. Kohle-/Öl-Handels erfolgen.

Projekt-Beteiligte:

<u>Auftraggeber / Bauherr:</u>	CLAUDIA LAUSEN Riemekestraße 44, 33102 Paderborn
<u>Planer / Architekt:</u>	RIEPING + RIEPING GMBH Andreasstraße 18, 33098 Paderborn
<u>AN / Bodengutachter:</u>	KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
<u>Hydrogeologie:</u>	SCHMIDT + PARTNER GMBH Osningstraße 75, 33605 Bielefeld

Überblick: Einen ersten Überblick über das Untersuchungsgebiet, die Bestands-Situation und den Bereich der geplanten MFH's mit einer gemeinsamen TG liefert der nachfolgende Luftbild- (Abb. 1) und der Lageplan-Ausschnitt (Abb. 2):



Abb. 1: Untersuchungsgebiet (Auszug aus
GOOGLEEARTH-Luftbild ~2008)



Abb. 2: Ausschnitt aus Lageplan
Antrag Aufstellung B-Plan
(RIEPING + RIEPING GMBH, 2015)

Untersuchungsumfang:

Nachfolgend wird der Untersuchungsumfang tabellarisch aufgelistet (Tab. 1):

Gelände (09.07. bis 14.07.2015)	- Rammkernsondierungen (Ø 40 - 60 mm)		18 Stück
	- Ausbau zur Grundwasser-Messstelle (DN 40)		4 Stück
	- Diamantkernbohrungen (Ø 80-110 mm)		8 Stück
	- Leichte Rammsondierungen (DPL-5)		13 Stück
	- Einmessungen in Höhe und Lage (= Bohransatzpunkte)		18 Stück
	- zusätzlich randliche Höhen-Einmessungen		7 Stück
boden- merchi- sches Labor	- Korngrößenanalysen (DIN 18 123)		4 Stück
	- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121)		4 Stück
	- Ermittlung des organischen Anteils (DIN 18 128)		2 Stück
	- Zustandsgrenzenbestimmungen (ISO/TS 17892-12)		2 Stück
chemisches Labor	„Bodenproben“	- Kohlenwasserstoff-Index	14 Stück
	„Auffüllungs- Mischprobe“	- LAGA/TR _{Boden} -Parameterumfang	1 Stück
		- DK-/DepV-Parameterumfang	1 Stück

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

Die Lage der Untergrund-Aufschlüsse geht aus dem Lageplan (Anl. 1.1) hervor. Die Bohr-Ansatzpunkte wurden lagemäßig eingemessen und höhenmäßig absolut zueinander einnivelliert.

Als Höhenbezugspunkt ist die SW-Kanaldeckel-OK eines Schachtbauwerkes an der Riemekestraße, Höhe Haus-Nr. 56 herangezogen worden (OK Deckel = +113,04 m ü.NN).

Ferner wurden die Ansatzpunkte und Geländebefunde fotodokumentiert (Anl. 8).

Unterlagen:

Zur weiteren Bearbeitung liegen dem IB KLEEGRÄFE folgende Unterlagen vor:

- ⇒ 1.) Lageplan Antrag Aufstellung B-Plan (AB RIEPING & RIEPING; 18.05.2015)
- ⇒ 2.) Katasterplan-Auszug (M = 1.500)
- ⇒ 3.) hydrogeologisches Fachgutachten IB SCHMIDT + PARTNER (August 2015)
- ⇒ 4.) KLEEGRÄFE-intern: diverse Versorgungsleitungs-Pläne (M = 1.500)
- ⇒ 5.) GOOGLE EARTH-Luftbild-Auszug (Bildszene: Stand ~2008; Maßstab variabel)

Bestand: Wie der Abb. 1 (= Luftbild) zu entnehmen ist, befindet sich auf dem Grundstück ein ehem. Kohle-/Öl-Handels-Gebäude-Komplex bestehend aus einer Halle, Fahrzeug-Unterständen („Remise“), sowie einem angrenzenden Carport- bzw. Pkw-Unterstand- und Pkw-Garagen-Komplex als „Nebengebäude“.

Maßgeblich ist das ‚L-förmige‘ Kohle-/Öl-Handels-Hauptgebäude mit einer maximalen Nord-Süd-Länge von ca. 35 m und einer Ost-West-Breite von ca. 12-24 m.

Im nördlichen Bereich dieser Halle befinden sich noch Erdtanks (s.u.).

Die bestehenden Gebäude sollen zeitnah abgerissen werden.

Darüber hinaus existieren versiegelte Hof-/Stell-/Fahrflächen und vor allem im westlichen Bereich Grün-/Gartenflächen.

Weitere Details zur Ist-Situation sind der Fotodokumentation (Anl. 8.1) mit Darstellung der aktuellen Bohr-Ansatzpunkte zu entnehmen.

Unterflur-Bauteile (Tanks) / orient. Gefährdungsabschätzung:

Darüber hinaus ist die Existenz dreier unterirdischer Tanks im nördlichen Hallen-Bereich dokumentiert. Hier sollen zwei ca. 10,0/10,5 m lange Erdtanks und ein ca. 4,0/4,5 m langer Erdtank vorliegen (jeweils $\varnothing \sim 2$ m).

Die Lage der Erdtanks wird durch die auf der Oberfläche sichtbaren Domschacht-Deckel deutlich (Fotos 3-4/Anl. 8.1 = BS 15-BS 18 + Lageskizze Abb. 3/Kap. 3.1).

Neben der übergeordneten Baugrunderkundung sollte im Rahmen der Untergruenderkundungen auch eine ergänzende orientierende Gefährdungsabschätzung für das Areal der Erdtanks durchgeführt werden.

Daten zu ggf. weiteren u.U. umweltrelevanten Unterflur-Bauteilen (weitere Erdtanks, Abscheider, Betankungs-Zonen, etc.) oder Bereichen liegen nicht vor.

Im Rahmen der Vorrecherche ergab eine telefonische Auskunft am 22.05.2015 bei der UNTEREN BODENSCHUTZBEHÖRDE des KREISES PADERBORN, dass die Grund-/Flurstücke 54 + 689 etc. nicht im Altlastenkataster geführt werden bzw. dass diesbezüglich keine erfassten Unterlagen über die Fläche vorliegen.

Lage + Begrenzungen: Das Untersuchungs-Areal befindet sich im westlichen Stadtgebiet von 33102 Paderborn; ca. 450 m westlich des Innenstadt-Ringes.

Es liegt eine innerstädtische, annähernd durchgängige bzw. umliegende 1- bis überwiegend 3-geschossige Wohn- sowie Wohn-/Gewerbe-Bebauung vor.

Das insgesamt rund 3.000 m² große Areal wird wie folgt eingegrenzt:

- westlich: ‚Personstraße‘ (zuzügl. davor liegender Bebauung)
- südlich: ‚Riemekestraße‘ („)
- östlich: ‚Bleichstraße‘ („)
- nördlich: ‚Schulstraße‘ („)

Morphologie + Höhen: Morphologisch liegen die Bohr-Ansatzpunkte innerhalb eines vergleichsweise flachen, überwiegend gewerblich genutzten Hinterhof-Grundstücks vor. Die Höhenkote zwischen den Bohransatzpunkten liegt bei i.M. ca. +111,91 m ü.NN (Höhe Bohransätze: +111,10/+112,35 m ü.NN).

Aktuell liegt somit eine gemittelte GOK von ca. + 111,91 m ü.NN vor.

Zwischen den aktuellen, ebenerdigen Bohr-Ansatzpunkten liegen Höhen-Unterschiede von max. ca. 0,43 m vor.

Grundsätzlich zeigt sich ein flaches topographisches Einfallen nach Nordwesten.

Vorfluter, Fließgewässer oder andere offene Gewässer existieren im Nahbereich: Nördlich der ‚Schulstraße‘ befindet sich der ‚Riemekepark‘ mit dem sog. ‚Riemeke-Kolk‘, einer kleineren Karstquelle des hydrogeologisch sensiblen Paderborner Karst-Systems.

Der ‚Riemeke-Kolk‘ liegt ca. 50 m nordwestlich des Arbeitsgebietes.

Als lokaler Hauptvorfluter ist die ‚Pader‘ zu nennen, die ca. 0,9 km nördlich verläuft (⇒ nordwestliche Entwässerungsrichtung).

Darüber hinaus ist als östliche Begrenzung des Grundstückes ein ehem. Graben dokumentiert / eingezeichnet, der vor-Ort nicht mehr existiert (Foto 15/Anl. 8.1).

Versiegelungen + Oberflächen:

Projektrelevant ist eine ca. 10 cm starke ‚Doppel-T‘-Beton-Verbundsteinpflaster-Versiegelung der bestehenden Außenanlagen sowie eine ca. 13-22 cm starke Beton-Bodenplatte in der Remise/Halle im Bereich der dokumentierten Erdtanks (= Bohrungen BS 3-4/15-18).

Darüber hinaus liegen kleinräumig Schwarzdecke-Versiegelungen vor (BS 8).

Weiterhin sind Versiegelungen in den nicht untersuchten Gebäudeteilen und bei weiteren Außenanlagen zu nennen.

Vor allem westlich und nordwestlich und untergeordnet auch an weiteren Flächenrändern befinden sich Grün-/Wiesen-/Rasen-/Gartenflächen, die teilweise mit Büschen und Bäumen bewachsen sind (siehe Fotodokumentation, Anl. 8.1).

Ergänzend liegen auch unversiegelte, durch Schotterungen befestigte Teilflächen vor (BS 1/2/13/14).

Weitere Details zu den Oberflächen sind der Fotodokumentation zu entnehmen.

Erdbebenzone:

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.

Gefährdungspotenziale:

Das Online-Fachinformationssystem ‚Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW‘ des Geologischen Dienstes NRW gibt für das relevante Kilometerquadrat 22905 ‚verkarstungsfähiges Gestein‘ als besonderes Gefährdungspotenzial der nachfolgend aufgeführten Bereiche • Bergbau, • Methanausgasung, • Verkarstung / Auslaugung und • Erdbeben an.

Weltkriegs-/Militär-Rückstände / Bodendenkmäler:

Detail-Kenntnisse über das Vorhandensein von Weltkriegs- und Militärrückständen (Munition, Bomben, etc.) oder archäologische Artefakte / Bodendenkmäler liegen dem AN nicht vor und die diesbezügliche Ermittlung ist nicht Bestandteil der Beauftragung.

Wegen der Lage in der Paderborner Innenstadt sind bezüglich ‚Kampfmittel‘ Anfragen beim ORDNUNGSAMT und bei der BEZIRKSREGIERUNG durchzuführen.

Versorgungsleitungen:

Laut vorliegender Daten zu Versorgungsleitungen befinden sich die Hauptstränge der öffentlichen ‚Versorger‘ erwartungsgemäß im umliegenden Straßentrassen- und Gehweg-Bereich; also offensichtlich außerhalb des Baufeldes.

Leitungspläne der einzelnen Stiche / Haus-Anschlüsse liegen ausschließlich bis zu den umliegenden Gebäuden vor.

Darüber hinaus werden diverse bestehende interne bzw. aktuelle und ehemalige firmen- / AG-eigene querende bis tangierende Leitungen des ehem. Kohle-/Öl-Handel-Komplexes erwartet. Hierüber liegen jedoch keine Leitungspläne vor.

Es ist somit von diversen internen Anschlüssen/Stichen auszugehen.

Die Leitungslage ist im Vorfeld zu überprüfen. Baufeldquerende Leitungen sind zu entfernen bzw. umzulegen oder – wenn erforderlich – fachgerecht zu überbauen.

ergänzende einleitende Vorbemerkungen:

Aufgrund des frühen Planungsstadiums dient dieses Baugrundgutachten der Grundlagenermittlung im Sinne einer Machbarkeitsstudie für die weiteren, vertiefenden Planungen. Bei fortgeführter und konkretisierter Planung müssen ggf. einzelne Gewerke durch ergänzende baugrundtechnische Geländeuntersuchungen sowie Aktennotizen und Stellungnahmen präzisiert werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Untersuchungen zum Grundwasser, zur Hydrogeologie und zur Wasserhaltung durch das IB SCHMIDT + PARTNER (Osningstraße 75, 33605 Bielefeld) durchgeführt werden.

Für diesbezügliche Angaben wird auf das entsprechende und bereits vorgelegte Fachgutachten des IB SCHMIDT + PARTNER verwiesen.

Ferner sei angemerkt, dass die Untersuchung der Bausubstanz des Gebäudebestandes nicht Gegenstand der Erkundung ist und somit ausgeklammert wird.

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

2.0 Untergrunderschließung

2.1 Untergrundschichtung / Geologie:

Die Lage der Bohrsondierungs-Ansatzpunkte geht aus dem Lageplan (Anlage 1.1; Maßstab 1 : 500) hervor. Die Bohrungen wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Ferner sind die Bohransatzpunkte fotografiert worden (Anl. 8.1).

Die Schichtenprofile der 18 Bohrsondierungen BS 1-BS 18 sind inklusive idealisierter Schnittdarstellungen in Anl. 2.1-2.5 dargestellt.

Exakte Mächtigkeitsangaben sind Tab. 2a-b zu entnehmen.

Die aktuellen Bohrungen wurden bis jeweils 3,60/6,20 u.GOK – bzw. bis i.M. ca. 4,58 m u.GOK – abgeteuft; und zwar bei BS 1-BS 14 bis jeweils zur maximal möglichen Bohrendteufe, die ungefähr dem oberen Anteil bzw. dem hangenden Abschnitt des ‚Fels/Festgesteins‘ entspricht.

Der Bohr-Durchmesser beträgt jeweils Ø 40-60 mm.

Die Bodenansprache erfolgte durch einen erfahrenen Dipl.-Geologen nach den entsprechenden Normen.

Zuvor sind die versiegelten Oberflächen der Ansatzpunkte mittels Diamantkernbohrung (Ø 80-110 mm) vorgekernt – oder als Pflasterfläche aufgenommen worden.

Details zu den Versiegelungen gehen aus den Fotos hervor (Anl. 8.1).

Weiterhin sind die 4 Bohrungen BS 1/6/9/12 in den Außenecken des Untersuchungs-Areals als Grundwassermessstellen/GWM ausgebaut worden (DN 40).

Hinweise zur Plazierung der Bohrungen:

Zusammenfassend sind folgende Bohrungen wie folgt platziert worden bzw. wie folgt baugrundtechnisch relevant:

- 1.) Plan-Gebäude (MFH's + Keller/TG): ⇒ **BS 2/3/4/5/7/8/10/11/13/14**
- 2.) GWM in äußere ‚Ecken‘ (außerhalb): ⇒ BS 1/6/9/12 bzw. GWM 1/6/9/12
- 3.) Gefährdungsabschätz. (3 Erdtanks): ⇒ BS 15/16/17/18

[Fettdruck: relevanteste Baugrundbohrungen inkl. Rammsondierung]

Regelprofil:

(⇒ von oben nach unten)

Auffüllungen

- ‚Versiegelungen‘ (Schwarzdecke / Pflaster / Beton)
- ‚Füll-Oberboden‘ (Grünflächen bzw. Außenanlagen)
- ‚Füll-Kies‘ / ‚Schotter‘ ⇒ häufig (obere Auffüllung)
- ‚Füll-Lehm‘ ⇒ häufig (untere Auffüllung)
- ‚Füll-Sand‘

‚gewachsener‘ Boden:

- ‚Fluviatil-Sand‘ ⇒ selten
- ‚Fluviatil-Schluff‘ ⇒ prägend (Wechsel mit Fluv.-Kies)
- ‚Fluviatil-Kies‘ ⇒ prägend (Wechsel mit Fluv.-Schl.)
- ‚Verwitt.-Lehm‘ ⇒ ab 3,30/3,75 m (~0,2 bis ~2,0 m dick)
- ‚Verwitt.-Schutt‘ ⇒ ab 3,15/4,95 m (~0,3 bis <2,7 m dick)
- OK Fels/,Kalk[mergel]stein‘ ⇒ ab i.M. ~4,9 m u.GOK

Der Schichtaufbau wird nachfolgend zusammenfassend tabellarisch aufgelistet (Tab. 2a-b) und anschließend näher beschrieben:

Die Untergrundschichtung wird nachfolgend tabellarisch zusammengefasst (Tab. 2).

Bohrung	Ansatz absol. Höhe (m)	Ver- siege- lung (diverse)	Auffüllung				„gewachsener“ / geogener Boden				Grund- wasser 09.07. bis 14.07.'15	End- teufe (ET)
			Füll- Mu- bo*	Füll- Kies (Schotter)	Füll- Lehm	Füll- Sand	Fluv.- Schluff /-Ton	Fluv.- Kies	Verw.- Lehm/ -Ton	Verw.- Schutt (Kies)		
BS 1 GWM 1	111,68	-	-	0,00- 0,30 1,20- 1,75	-	0,30- 1,20	1,75- 2,40 2,90- 3,50	2,40- 2,90	-	ab 3,50	GW bei 1,64 (110,04)	6,20 kwBF*
BS 2	111,79	-	-	0,00- 1,00	-	1,00- 1,30	1,30- 3,50	-	ab 3,50	-	zuge- fallen: 1,40	5,50 kwBF*
BS 3	112,17	0-0,19 Beton (Kern)	-	0,19- 0,50	0,50- 2,15	-	MuBo*: 2,15- 2,60	2,60- 3,30	3,30- 3,60	ab 3,60	GW bei 1,85 (110,32)	4,30 kwBF*
BS 4	112,29	0-0,13 Beton (Kern)	-	0,13- 0,80	0,80- 1,40	-	1,40- 3,75	-	3,75- 4,15	ab 4,15	zuge- fallen: 1,10	4,50 kwBF*
BS 5	112,21	0-0,10 Bt-Pf.* (aufgen.)	-	0,10- 0,55	-	0,55- 3,30	3,30- 4,50	-	-	ab 4,50	zuge- fallen: 2,15	5,00 kwBF*
BS 6 GWM 6	112,35	0-0,13 Beton (Kern)	-	0,20- 0,60	0,60- 0,80	0,13- 0,20	0,80- 4,95	-	-	ab 4,95	GW bei 3,10 (109,25)	5,40 kwBF*
BS 7	112,25	0-0,10 Bt-Pf.* (aufgen.)	-	0,10- 0,80	0,80- 0,95	-	0,95- 4,90	-	-	ab 4,90	GW bei 1,65 (110,60)	5,40 kwBF*
BS 8	111,80	0-0,11 S.-D.* (Kern)	-	0,11- 0,40	0,40- 1,40	-	1,40- 4,00	-	-	ab 4,00	zuge- fallen: 0,50	4,30 kwBF*
BS 9 GWM 9	111,40	-	0,00- 0,50	-	0,50- 1,15	-	1,15- 1,40 3,60- 4,10	1,40- 3,60	-	ab 4,10	GW bei 1,44 (109,96)	4,50 kwBF*
BS 10	111,15	-	0,00- 0,50 1,35- 1,70	-	0,50- 1,35	-	-	1,70- 3,50	3,50- 3,75	ab 3,75	zuge- fallen: 1,65	4,00 kwBF*

Tabelle 2a: (1 / 2) Ergebnisse der Bohrsondierungen (in m u.GOK)

⇒ Erläuterungen zu Tab. 2a-b: siehe unter Tab. 2b

Bohrung	Ansatz absol. Höhe (m)	Ver- siege- lung (diverse)	Auffüllung				„gewachsener“ / geogener Boden					Grund- wasser 09.07. bis 14.07.'15	End- teufe (ET)
			Füll- Mu- bo*	Füll- Kies (Schotter)	Füll- Lehm	Füll- Sand	Fluv.- Sand	Fluv.- Schluff/ -Ton	Fluv.- Kies	Verw.- Lehm/ -Ton	Verw.- Schutt (Kies')		
BS 11	111,10	-	0,00- 0,50	-	-	-	-	0,50- 1,60	1,60- 3,15	-	ab 3,15	GW bei <u>1,53</u> (109,57)	3,60 kwBF*
BS 12 GWM 12	111,23	-	0,00- 1,00	-	-	-	-	1,00- 1,95	1,95- 3,70	3,70- 4,20	ab 4,20	GW bei <u>1,34</u> (109,89)	5,00 kwBF*
BS 13	111,79	-	-	0,00- 0,60	0,80- 1,50	0,60- 0,80	-	(teilw. MuBo) 1,50- 2,30	2,30- 3,65	3,65- 4,25	ab 4,25	GW bei <u>1,85</u> (109,94)	4,70 kwBF*
BS 14	112,30	-	-	0,00- 1,50	1,50- 2,70	-	2,70- 3,70	3,70- 4,00	-	-	-	zuge- fallen: 1,40	4,00 ET*
BS 15	112,18	0-0,22 Beton (Kern)	-	-	0,40- 1,30	0,22- 0,40	-	1,30- 2,50	2,50- 3,50	-	3,50- 3,80 Mer- gelst.: ab 3,8	GW bei <u>2,30</u> (109,88)	4,00 ET / kwBF*
BS 16	112,20	0-0,20 Beton (Kern)	-	-	0,40- 0,80 1,20- 1,40	0,20- 0,40 0,80- 1,20	-	1,40- 2,10	2,10- 3,70	-	ab 3,70	GW bei <u>2,19</u> (110,01)	4,00 ET*
BS 17	112,16	0-0,16 Beton (Kern)	-	-	0,60- 1,50	0,16- 0,60	1,50- 1,90	1,90- 2,70	2,70- 3,50	-	ab 3,50	GW bei <u>2,15</u> (110,01)	4,00 ET*
BS 18	112,24	0-0,15 Beton (Kern)	-	-	2,00- 2,50	0,15- 2,00	-	-	2,50- 3,50	3,50- 3,70	ab 3,70	GW bei <u>2,40</u> (109,84)	4,00 ET*

Tabelle 2b: (2 / 2) Ergebnisse der Bohrsondierungen (in m u.GOK)

⇒ Erläuterungen zu Tab. 2a-b:

- kursiv:* absolute Höhenangaben in m ü. NN
- Bt-Pf.*: Beton-Pflaster(stein); aufgenommen
- S.-D.*: Schwarzdecke-Versiegelung
- Mubo*: Mutterboden / Oberboden
- kwBF*: kein weiterer Bohrfortschritt
- blau:** Grundw. am Bohrtag (09.-14.07.2015); **blau-fett** in GWM am 14.07.2015

Nachfolgend wird der erbohrte Untergrund zusammenfassend beschrieben:

Auffüllungen:

- ‘Versiegelung’: Das Untersuchungsgebiet ist durch ‚Doppel-T‘-Beton-Verbundsteinpflaster (BS 5 + BS 7), durch Gebäude-Betonbodenplatten (BS 3/4/6/15-18), kleinere Schwarzdecken (BS 8) etc. bereits teilweise versiegelt. Details sind der Tab. 2a/b und den Fotos (Anl. 8.1) zu entnehmen.
- ‘(Füll)-Mutterboden’ befindet sich oberflächlich u.a. in den westlichen Rasen-/Grünflächen-Bereichen (BS 9-BS 12) in einer Mächtigkeit 0,5 m bis >1,0 m.
- ‘Füll-Kies/Schotterung’: Obere/hangende prägende Auffüllungs-Einheit in 10 von 18 Bohrungen sind Füll-Kiese bis Alt-Schotterungen. Die Füll-Kiese reichen bis 0,50/1,75 m u.GOK hinab.
- ‘Füll-Lehm’: Im unteren Auffüllungs-Abschnitt sind allgemein gering konsistente Füll-Lehme prägend, die in 13 von 18 Bohrungen bis 0,8/2,7 m u.GOK auftreten. Nennenswert sind organische und kiesige Beimengungen.
- ‘Füll-Sand’ wurde in den Bohrungen BS 1/2/5/6/13/15-18 als Auffüllungs-Bestandteil nachgewiesen. Maßgeblich sind hohe Füllsand-Mächtigkeiten im Bereich der Erdtanks als Verfüllung der ehem. Erdtank-Gruben (BS 15-18).

Geogenböden / „gewachsene“ Böden:

Der „gewachsene Boden“ folgt unterhalb der Auffüllung ab i.M. ca. 1,57 m u.GOK:

- ‘Fluviatil-Sand’: Ausschließlich in BS 14 (2,7-3,7 m u.GOK) und BS 17 (1,5-1,9 m u.GOK) sind fluviatile Sandlagen/-schichten nachgewiesen worden.
- ‘Fluviatil-Schluff’: 16 von 18 Bohrungen zeigen innerhalb des Tiefenintervalls 0,5/3,7 bis 1,6/5,0 m u.GOK in wechselnder Verbreitung und Mächtigkeit die den oberflächennahen Untergrund prägenden Fluviatil-Schluffe. Die Lehme besitzen aktuell eine ‚weich-steife‘ bis ‚weich-breißige‘ Konsistenz bei insgesamt feuchter bis nasser Bodenfeuchte.
- ‘Fluviatil-Kies’: Weiterhin prägend sind die ab 1,4/2,7 m und bis ca. 2,9/3,7 m u.GOK ebenfalls in stark wechselnder Verbreitung und Mächtigkeit vorliegenden, vorwiegend ‚mitteldicht‘ gelagerten, häufig GW-erfüllt nassen Fluv.-Kiese.
- ‘Verwitterungs-Lehm’: In 7 von 18 Bohrungen liegen ab 3,3/3,8 m u.GOK 0,2-2,0 m mächtige, bindige Verwitt.-bildungen als ‚steif-halbfest‘ konsistente ‚Verwitt.-Lehme‘ vor. Der Kieskorn-Anteil besteht aus Kalk(mergel)stein-Brocken.

- Verwitterungs-Schutt: Eher kiesig-steinige, stark verlehmete Verwitterungsbildungen – der sog. ‚Verwitterungs-Schutt/-Kies‘ – folgt in 16 von 18 Bohrungen ab 3,15/4,95 m u.GOK. Der ‚Verwitterungs-Schutt‘ ist generell ‚dicht‘ gelagert und besteht aus verwitterten Kalk- und Kalkmergelstein-Brocken.
- OK Fels / OK Kalkstein/Kalkmergelstein: Die OK Fels wird zumindest im Endteufenbereich der Bohrungen ab i.M. ca. 4,9 m u.GOK bzw. ab i.M. ca. +107 m ü.NN erwartet. Es handelt sich um einen angewitterten Kalk- bis Kalkmergelstein (s.u.: Geologie).

Geologie: Das Festgestein besitzt sowohl baugrundtechnisch als auch hydrogeologisch (⇒ Fachgutachten IB SCHMIDT + PARTNER) eine erhöhte Projektrelevanz.

Laut geologischer Karte „Blatt C4318/Paderborn“ (M = 1:100.000; GLA NRW 1985-ff) steht – unterhalb der diversen fluviatilen Ablagerungen – bereits oberflächennah das Kalk- bis Mergelkalkstein-Festgestein aus der Oberkreide an (*hier*: gem. geologischer Karte: sog. ‚schloenbachi-Schichten‘); samt seiner Verwitterungsbildungen im hangenden Bereich.

Die geologische Karte weist darauf hin, dass die jüngeren, überlagernden Tonmergelsteine des sog. ‚Emscher-Mergel‘ hier nicht mehr vorliegen, was durch die Bohrungen bestätigt wird.

Die nachgewiesenen vergleichsweise ‚härteren‘ Kalkmergel- bis Kalksteine der ‚schloenbachi-Schichten‘ sind klüftig und verkarstet.

Für das Untersuchungsgebiet ist somit von einem ‚abgedeckten Karst‘ auszugehen.

Auffälligkeiten: siehe Kap. 3.1

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie – orientierende Angaben

einleitende Bemerkungen: Angaben zum GW-Schwankungspotenzial, zur GW-Fließrichtung, sowie ergänzende Ausführungen zum Grundwasser, zur Hydrogeologie und zur bauzeitlichen Wasserhaltung sind dem **Fachgutachten des IB SCHMIDT + PARTNER** zu entnehmen.

Nachfolgend werden die wesentlichen Aussagen des Fachgutachtens aufgelistet:

maßgebliche Aussagen / Daten / Zahlen aus Fachgutachten IB SCHMIDT + PARTNER:

- „hydrogeologische Lage des Vorhabens im Paderborner Karst in unmittelbarer Nähe zum Riemeke-Kolk, der Emscher-Mergelgrenze sowie zu den Paderquellen“
- erforderlich: „Ermittlung des tiefsten unbeeinflussten Grundwasserstands-niveaus (...), um das zulässige Absenkziel einer (...) Wasserhaltung zu bewerten, sodass es zu keinem erheblichen Eingriff in den Grundwasserkörper des Paderborner Karstes kommt.“
- Bauvorhaben liegt „aus hydrogeologischer Sicht im unbedeckten Karst.“
- Als Festgestein stehen hier die „...dem Paderborner Tiefenwasser zugehörige(n) schloenbachi-Schichten des Turons (Oberkreide) (...) unter Quartärbedeckung“ an.
- „Die Kalkmergelsteine (...) stehen hydraulisch mit den hangenden quartären Überdeckungen in Verbindung..“. Der Emscher-Mergel fehlt hier.
- Das „...Bauvorhaben befindet sich südwestlich der Paderquellen...im unmittelbaren Zuflussgebiet...“
- Der Riemeke-Kolk ist eine kleine Karstquelle „dessen Quellniveau bei ca. 109 m+NN anzusetzen ist“.
- „Das Grundwasser strömt im Bereich (des BV) von WSW nach NO.“
- Die neu errichteten GWM's ‚GWM 1/6/9/12‘ belegen die allgemeine GW-Fließrichtung und das hydraulische Gefälle: „Zum Stichtag 14.07.2015 fällt der gemessene Grundwasserstand (hier) von rd. 109,75 m+NN an der Westseite um rd. 0,5 m auf rd. 109,25 m+NN ab.“
- Die im Fachgutachten gelieferten langjährigen GW-Ganglinien von 3 bestehenden, (nord)westlich platzierten GWM's, welche jeweils das Karst-GW erschließen, ergaben GW-Schwankungsbreiten von 1,72 m (= GWM mit geringster Distanz zu den zentralen Paderquellen) bis 3,16-3,17 m (= näher zum BV liegende GWM's).

- Die im Fachgutachten dokumentierten GW-Stände aus der bewertungsrelevanten Messstelle „GWM 3T/Fürstenbergstraße“ zum Stichtag 12./14.07.2015 weisen Ergebnisse von „rd. 0,30 m über dem bisherigen Minimalwasserstand, 0,38 m unter dem Mittelwasserstands-niveau und 2,40 m unter dem Hochwasserstands-niveau.“ (konkreter Messwert: 109,17 m+NN).
- „(...) Das tiefste natürliche Wasserstands-niveau im Bereich des Bauvorhabens (beträgt) rd. 109,50 m+NN“.
- „Bei höchsten Wasserständen kann das Wasserstands-niveau im Bereich des Bauvorhabens in etwa bis auf Geländeoberkante (rd. 111,5-112,0 m+NN) ansteigen, auch artesische Verhältnisse wären rechnerisch denkbar, diese werden jedoch durch die oberflächennahe Kanalentwässerung abgedämpft und treten nur im Riemeke-Kolk in Erscheinung.
- „Das Mittelwasserstands-niveau liegt bei rd. 110,0 (m+NN) (rd. 0,8 über der geplanten Baugrubensohle).“
- „Die beabsichtigte Eingriffstiefe einer Baugrube inklusive einer Höhe für den konstruktiven Aufbau von 0,5 m kann **maximal bis zu einer Höhenkote von 109,50 m+NN** erfolgen.“
- **Die „(...) Baugrubentiefe von 108,0 m+NN – 108,5 m+NN lässt sich somit aus hydrogeologischen Gründen nicht realisieren**, da die hierzu notwendigen Grundwasserabsenkungen das natürliche Niedrigwasserstands-niveau unterschreiten würden und somit einerseits setzungsbedingte Schäden im Umfeld durch Grundwasserentzug nicht ausgeschlossen werden könnten, bzw. wahrscheinlich wären. Durch die Trockenhaltung (...) wären nachteilige Effekte auch auf den Riemeke-Kolk nicht auszuschließen, da das Entwässerungs-niveau tiefer als dessen Quellniveau läge.“
- „(Es) muss darauf geachtet werden, dass der Grundwasserstand nicht tiefer als 109,50 m+NN abgesenkt wird, da ansonsten das natürliche Niedrigwasserstands-niveau unterschritten würde.“
- Auch bei mittlerem GW-Standniveau (durchschnittlich ~6 Monate/Jahr, ~Sommerhalbjahr) ist eine Wasserhaltung erforderlich.
- **anfallenden Wassermengen** bei flächenhafter Absenkung bis 109,5 m+NN:
 GW-Absenkbetrag \Rightarrow Menge: 0,5 m \Rightarrow 36 m³/h; 1,5 m \Rightarrow 68 m³/h; 2,5 m \Rightarrow 187 m³/h; 3,0 m \Rightarrow 225 m³/h; 3,5 m \Rightarrow 263 m³/h; 4,5 m \Rightarrow 341 m³/h
- Der maximale **Bemessungswasserstand beträgt rd. 112,0 m+NN** (~GOK)
- Bei einer erforderlichen Absenkung bis auf das zulässige Absenkziel ergeben sich rd. 3,0 m Absenkung, was einem max. Wasserandrang von rd. 190 m³/h entspricht (temporär bei höchsten Wasserständen).
- Die empfohlene Einbindetiefe in den Untergrund wird: Beschränkung auf das Mittelwasserstands-niveau von 100 m+NN.

orientierende Angaben zu den GW-Ständen am 09.-14.07.2015:

In 12 von 18 Bohrungen ist am jeweiligen Bohrtag Grundwasser in den Bohrlöchern angetroffen worden.

Es wurden GW-Flurabstände von 1,34-3,10 m u.GOK (GW i.M. ~1,96 m u.GOK) und GW-Koten von +109,25 bis +110,60 m ü.NN (GW i.M. ~+109,93 m ü.NN) nachgewiesen. Weitere Details hierzu sind Tab. 2a/b zu entnehmen.

Präzisere GW-Daten liefern **Grundwassermessstellen / GWM**.

Somit sind darüber hinaus am 14.07.2015 GW-Abstichsmessungen aus den 4 ausgebauten ‚GWM 1‘ + ‚GWM 6‘ + ‚GWM 9‘ + ‚GWM 12‘ durchgeführt worden.

Die Ergebnisse vom 14.07.2015 werden nachfolgend aufgelistet (Tab. 3):

	GWM 1	GWM 6	GWM 9	GWM 12
Höhe GOK	+111,68 m ü.NN	+112,35 m ü.NN	+111,40 m ü.NN	+111,23 m ü.NN
Höhe POK	+112,39 m ü.NN	+112,35 m ü.NN	+112,16 m ü.NN	+111,74 m ü.NN
GW in m u.POK	2,35 m u.POK	3,10 m u.POK	2,20 m u.POK	1,85 m u.POK
GW in m u.GOK	1,64 m u.GOK	3,10 m u.GOK	1,44 m u.GOK	1,34 m u.GOK
GW-Kote in m ü.NN	+110,04 m ü.NN	+109,25 m ü.NN	+109,96 m ü.NN	+109,89 m ü.NN

Tabelle 3: Daten aus GW-Abstichsmessungen vom 14.07.2015

Es handelt sich bei den angetroffenen Bodenfeuchte-/Nässe- und Grundwasser-Verhältnissen um eine zeitliche Momentaufnahme.

Die Geländearbeiten wurden innerhalb einer vergleichsweise ‚trockenen‘ Hochsommer-Periode im Zeitraum 09.-14.07.2015 durchgeführt. Die angetroffenen Bodenfeuchten, Untergrundnässen und GW-Stände stellen somit keine GW-Maximalstände dar.

Es existiert ein Anstiegs Potenzial für Grundwasser und Untergrundnässe.

k_f-Werte (= Durchlässigkeitsbeiwerte):

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden k_f-Werte ('Durchlässigkeitsbeiwerte') können für die projektrelevanten Bodenschichten wie folgt geschätzt werden:

Bodenart	k _f -Wert in m/s
- 'heterogene Auffüllungen' (kiesig bis bindig): ,Füll-Kies' / ,Füll-Sand' / ,Füll-Lehm'; ± sandig, ± bindig, ± kiesig	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁷
- 'Fluviatil-Sand': Mittel- bis Feinsand, überwiegend +/- schluffig.	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁷
- 'Fluviatil-Schluff': Schluff, (schwach) kiesig, (schwach) sandig, (schwach) tonig.	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁸
- 'Fluviatil-Kies': Kies, schwach bis stark bindig / schluffig, (schwach) sandig.	10 ⁻³ - 10 ⁻⁶
- 'Verwitterungsbildungen': ± verlehmt Kies bis kiesig-steinig-toniger Lehm	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁹
- Kalkstein-/(Kalk-)Mergelstein-Grundgebirge: [Kluft-GW-Leiter] angewittert-unverwittert, halbfest-fest	10 ⁻⁴ - 10 ⁻¹⁰

Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert (nach DIN 18 130)		
• stark durchlässig :	> 10 ⁻⁴	m/s
• durchlässig :	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	m/s
• gering durchlässig :	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁸	m/s
• sehr gering durchlässig:	< 10 ⁻⁸	m/s

Fazit: Bei einer Unterkellerung ist davon auszugehen, dass der Gründungs- und Lastabtragsbereich des Plangebäudes – je nach gewählter OKFF-KG – einer überwiegend permanenten (bis periodischen) Grundwasser-Beeinflussung unterliegt.

Darüber hinaus unterliegen die Unterflur-Bauteile grundsätzlich einer deutlichen Stauwasser-Beeinflussung.

Bei einer ggf. vorgesehenen Nicht-Unterkellerung kommen die unterflur befindlichen Bauteile – wie z.B. Fundamente – zumindest periodisch mit Nässe in Kontakt.

Bei Verzicht auf eine Unterkellerung bzw. bei nicht-unterkellerten Bauteilen wird durch Einbau eines kapillarbrechenden Schotterunterbaus eine Nässebeeinflussung der EG-Bodenplatte nicht erwartet.

Tiefgründigere Bauteile – wie z.B. Bohrpfähle, Säulen o.ä. – unterliegen einer permanenten Grundwasser-Beeinflussung.

3.0 orientier. Gefährdungsabschätzung (Erdtank-Areal)

3.1 Auffälligkeiten vor-Ort

Auffälligkeitsbild: Organoleptisch erfolgte eine fachgerechte Bohrgutansprache durch einen Dipl.-Geologen (Sachverständiger i.S.d. § 18 BBODSCHG).

Auffälligkeiten:

geruchliche + optische + materialspezifische Auffälligkeiten:

Grundsätzlich wurde das gesamte geförderte Bohrgut einer umweltgeologischen Bodenansprache unterzogen und auf u.U. schadstoffbehaftete, organoleptisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert.

Bei der Bodenansprache sind folgende Gering-Auffälligkeiten aufgetreten:

- geruchliche Auffälligkeiten:
 - keine
- optisch-farbliche Auffälligkeiten:
 - keine
- materialspezifische Gering-Auffälligkeiten innerhalb der Auffüllung:
 - punktuell: Schwarzdecke-Versiegelung (BS 8: 0,11 m Schwarzd.-Kern)
 - verbreitet Asche- und/oder Kohle-Anteile bzw. -Spuren
(eindeutig festgestellt in: BS 1/3/7/9/11/13)
 - generell: ± unbedenkl. ‚bauschuttartige‘ Kies-/Steinkorn-Anteile/Spuren
(Ziegel-/Betonbruch, Kiesel, [Kalkstein-]Schotter, Bettungssplitt, seltener Keramik-Bruchstücke/-Spuren)

Fazit: Abgesehen von vereinzelt Asche- und/oder Kohle-Spuren sind **keine nennenswerten Auffälligkeiten** festgestellt worden.

Hinzuweisen sei darauf, dass sich diese Aussagen ausschließlich auf die (Boden-/Auffüllungs-)Proben beziehen und Bohrungen punktueller Aufschlüsse darstellen.

nutzungsspezifisches Verdachtspotenzial:

Durch Lagerung / Befüllung / Betankung / Umschlag und aufgrund nicht auszuschließender Undichtigkeiten / Leckagen im Bereich der Erdtanks, Domschächte und der ehem. Betankungs- bzw. Zapfeinheiten sowie allgemein durch nicht auszuschließende ggf. ehem. Übertankungsschäden besteht ein nutzungsspezifisches Verdachtspotenzial aufgrund der ehem. Nutzung von Mineralöl, Heizöl o.ä.; und zwar für die Schutzgüter ‚Grundwasser‘ und ‚Boden‘.

Darüber hinaus ist die dokumentierte Kohle-Lagerung lediglich als untergeordnetes Verdachtspotenzial für das Schutzgut ‚Boden‘ anzusehen.

Verdachtsbereich:

Hauptverdachtsbereich ist das Areal der dokumentierten 3 unterirdischen Öltanks im nördlichen Hallen-Bereich des ehem. Kohle-/Öl-Handel-Gebäudes; inkl. der oberflächlich sichtbaren Domschacht-Bereiche (Bohrungen BS 15-BS 18; siehe Lageskizze/Abb. 3 + Fotos 3-4/Anl. 8.1):

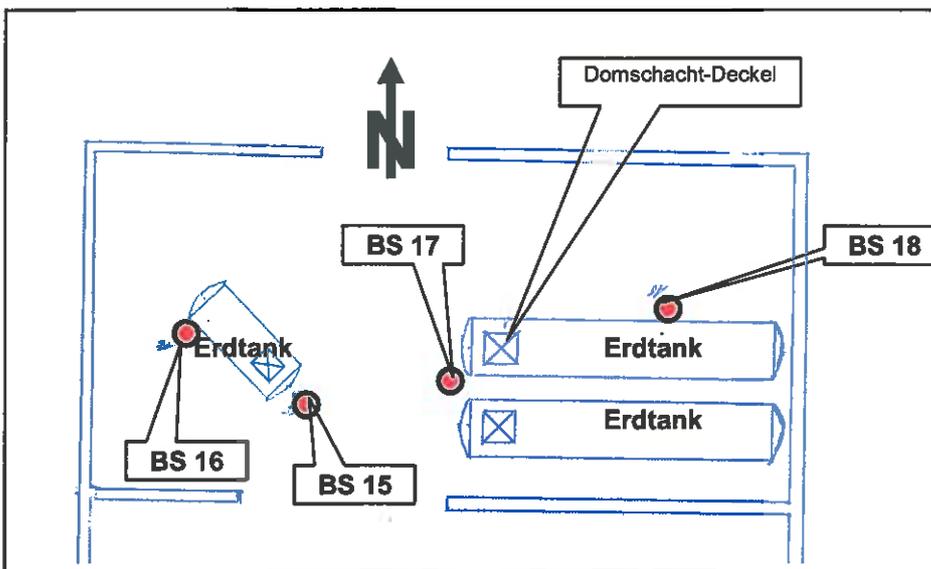


Abb. 3: Lageskizze: Bohrungen im nördl. Erdtank-Areal (ehem. Kohle-/Öl-Handel)

Verdachtsparemeter:

Nachfolgend wird der relevante Haupt-Verdachtsparemeter kurz erläutert:

⇒ KW-Index: KW-/Kohlenwasserstoff-Index; hier. Verdachtsparemeter für Öle – (z.B. Heiz-/Mineral-/Schmier-/Maschinenöl) und Kraftstoffe (Diesel/Benzin/Super).

3.2 Proben-Zusammenstellung / Analysen-Umfang

Analysen-Umfang:

Auf Grundlage des spezifischen Verdachtsbereiches im Areal der bestehenden Erdtanks sind nachfolgende Proben auf den folgenden nutzungsspezifischen Haupt-Verdachtparameter analysiert worden (⇒ Parameter-Beschreibung: s.o.).

Die Feststoff-Proben (Boden/Auffüllung) sind wie folgt analysiert worden (Tab. 4):

Areal	Proben-Bezeichnung	Tiefe (m u.GOK)	Boden-/Auffüll.-/ Material-Art o.ä.	Analysenumfang / Parameter	
Bereich 3 Erdtanks	Einzel- proben	Probe 14/2	0,50-1,50 m	Füll-Kies/Schotter	KW-Index
		Probe 14/4	2,00-2,70 m	Füll-Lehm	KW-Index
		Probe 14/6	3,70-4,00 m	Fluv.-Schluff	KW-Index
		Probe 15/4	1,30-2,50 m	Fluv.-Schluff	KW-Index
		Probe 15/5	2,50-3,50 m	Fluv.-Kies	KW-Index
		Probe 16/3	0,40-0,80 m	Füll-Lehm	KW-Index
		Probe 16/4	0,80-1,20 m	Füll-Sand	KW-Index
		Probe 16/8	2,10-3,00 m	Fluv.-Kies	KW-Index
		Probe 17/3	0,60-1,50 m	Füll-Lehm	KW-Index
		Probe 17/4	1,50-1,90 m	Fluv.-Sand	KW-Index
		Probe 17/6	2,70-3,50 m	Fluv.-Kies	KW-Index
		Probe 18/3	1,00-2,00 m	Füll-Sand	KW-Index
		Probe 18/4	2,00-2,50 m	Füll-Lehm	KW-Index
Probe 18/5	2,50-3,50 m	Fluv.-Kies	KW-Index		

Tabelle 4: Analysen-/Parameterumfang relevanter Feststoff-/Boden-Proben

Bei den in Tab. 4 aufgelisteten Proben handelt es sich um Boden- und Auffüllungsproben der im Erdplanum-Areal platzierten Bohrungen BS 14-BS 18.

Die Proben waren durchweg organoleptisch unauffällig (s.o.) und sind jeweils zu Beleg-/Dokumentationszwecken auf den Verdachtparameter KW-Index analysiert worden.

LAGA-Analyse + DK-Analyse:

Aufgrund der überwiegenden und generellen Gering-Auffälligkeit der erbohrten Auffüllungs- bzw. Füllboden-Einzelproben sind weitere Feststoff- und Eluat-Bodenanalysen über eine LAGA-Analyse und eine DK-/DepV-Analyse anhand einer Mischprobe erfolgt.

Die Mischprobe ist zwecks allgemeiner Kontrollanalytik, zur orientierenden Gefährdungsabschätzung und aus verwertungs-/entsorgungstechnischen Gründen für die zukünftig geplanten Aushub-/Erd-/Tiefbaumaßnahmen auf den Parameterumfang gem. LAGA_{Boden}/TR_{Boden} (Feststoff + Eluat) und gem. Deponieverordnung untersucht worden.

Folgende Feststoff-Mischprobe ist erstellt und analysiert worden:

⇒ MP Boden/P201514769'

Die in der Mischprobe enthaltenen Einzelproben gehen aus der nachfolgenden Tab. 5 (= „Mischplan“) hervor (weitere Details: siehe Schichtenprofile/Anl. 2.1):

Mischprobe	Proben-Bezeichnung	Tiefe (m u.GOK)	Auffüllungs-Material	Analysen-umfang
MP Boden'	1/2 + 1/3 + 2/1 + 2/2 + 2/3 + 3/3 + 3/4 + 4/2 + 4/3 + 5/2 + 5/3 + 5/4 + 5/5 + 6/2 + 6/3 + 6/4 + 7/2 + 7/3 + 8/3 + 9/2 + 10/2 + 13/2 + 13/3	0,13/0,40- 0,80/3,30 m	Auffüllungen: Füll-Sand + Füll-Kies / Schotter + Füll-Lehm	LAGA/TR _{Boden} - Parameter [Feststoff / Eluat] + DK-/DEPV- Parameter

Tabelle 5: Auffüllungs-Mischprobe („Mischplan“) – Parameterumfang

Die chemischen Analysen führte das die notwendigen Zulassungen besitzende Labor HUK UMWELTLABOR GMBH (Otto-Hahn-Straße 2, 57482 Wenden) durch.

Die Labor-Analysenberichte sind der Anl. 7.1-7.2 zu entnehmen.

Zur Bewertung der Boden-/Auffüllungs-Feststoff-Analysenergebnisse werden

- das Bundesbodenschutzgesetz (BBODSCHV/G, März 1999ff),
- die *Technischen Regeln - Ländergemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen* (LAGA-Richtlinie 20 bzw.: TR-Boden 2004)
- die DEPONIEVERORDNUNG (DEPV) in der aktuell gültigen Fassung
- sowie weitere, einschlägig bekannte (Grenzwert-)Listen wie z.B. die LAWA-Empfehlungen, etc. herangezogen.

3.3 KW-Index-Analysen ‚Erdtank-Areal‘ / Fazit

Nachfolgend werden die einzelnen Analysenergebnisse der relevanten Einzelproben und Mischproben der aufgefüllten und geogenen/„gewachsenen“ Boden-/Feststoffproben aus dem Erdtank-Areal tabellarisch zusammengefasst (Tab. 6) und anschließend beurteilt (Laborprotokolle: Anl. 7.1):

Areal	Proben-Bezeichnung	Tiefe (m u.GOK)	Boden-/Auffüll.-/ Material-Art o.ä.	Analysenergebnisse KW-Index (mg/kg)	
Bereich 3 Erdtanks	Einzelproben	Probe 14/2	0,50-1,50 m	Füll-Kies/Schotter	< 100 mg/kg
		Probe 14/4	2,00-2,70 m	Füll-Lehm	< 100 mg/kg
		Probe 14/6	3,70-4,00 m	Fluv.-Schluff	< 100 mg/kg
		Probe 15/4	1,30-2,50 m	Fluv.-Schluff	< 100 mg/kg
		Probe 15/5	2,50-3,50 m	Fluv.-Kies	< 100 mg/kg
		Probe 16/3	0,40-0,80 m	Füll-Lehm	< 100 mg/kg
		Probe 16/4	0,80-1,20 m	Füll-Sand	< 100 mg/kg
		Probe 16/8	2,10-3,00 m	Fluv.-Kies	< 100 mg/kg
		Probe 17/3	0,60-1,50 m	Füll-Lehm	< 100 mg/kg
		Probe 17/4	1,50-1,90 m	Fluv.-Sand	< 100 mg/kg
		Probe 17/6	2,70-3,50 m	Fluv.-Kies	< 100 mg/kg
		Probe 18/3	1,00-2,00 m	Füll-Sand	< 100 mg/kg
		Probe 18/4	2,00-2,50 m	Füll-Lehm	< 100 mg/kg
		Probe 18/5	2,50-3,50 m	Fluv.-Kies	< 100 mg/kg

Tabelle 6: Boden-/Auffüllung-Proben – KW-Index-Analysen

[grün: Hintergrund-Konzentration/ < Nachweis / Z0]

Der Parameter KW-Index wird im BBODSCHG bzw. in der BBODSCHV für das Schutzgut „Boden“ nicht vermerkt.

Zur weiteren Beurteilung wird diesbezüglich beispielsweise auf den *unteren* und *oberen Prüfwert* (300 / 500 mg/kg KW) sowie den *unteren* und *oberen Maßnahmenschwellenwert* der sog. „LAWA-Liste“ hingewiesen (1.000 / 5.000 mg/kg KW).

Wie der Tab. 6 zu entnehmen ist, sind in den o.g. 14 Kontrollanalysen der Auffüllungs- und Bodenproben **keine KW-Befunde** festgestellt worden.

Die kontrollanalytischen KW-Analysenergebnisse betragen jeweils < 100 mg/kg KW-Index (jeweils kleiner als die apparatetechnisch angesetzte Nachweisgrenze).

Bei < 100 mg/kg KW-Index bzw. bei Ergebnissen < apparatetechnische Nachweisgrenze existieren unbedenkliche Konzentrationen unterhalb der Grenzwerte einschlägig bekannter Grenzwert-/Bewertungslisten.

Die hier vorliegenden geruchlich-organoleptischen Unauffälligkeiten haben sich durch die KW-Analysen (< Nachweisgrenze) in den gg. Proben voll bestätigt.

3.4 LAGA- + DK/DepV-Analyse Auffüllungs-Mischprobe / Fazit

Nachfolgend werden die LAGA_{Boden}/TR_{Boden}-Analysergebnisse der zusammengestellten Auffüllungs-Mischprobe tabellarisch zusammengefasst (Tab. 7) und beurteilt (Probenzusammenstellung: siehe ‚Mischplan‘ = Tab. 5):

Parameter / Einstufung		„MP Boden/ P201514769“	LAGA _{Boden} /TR _{Boden} -Zuordnungswerte				
			Z 0 Sand	Z 0 Lehm/Schluff	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
KW-Index (mg/kg)		< 100	100 mg/kg	100 mg/kg	600 mg/kg	600 mg/kg	1.000 mg/kg
EOX (mg/kg)		< 1	1 mg/kg	1 mg/kg	3 mg/kg	3 mg/kg	10 mg/kg
Cyanide ges. (mg/kg)		< 1	1 mg/kg	1 mg/kg	3 mg/kg	3 mg/kg	10 mg/kg
TOC (%)		0,57	1 %	1 %	1,5 %	1,5 %	5 %
Schwermetalle	Blei (mg/kg)	54,7	40 mg/kg	70 mg/kg	210 mg/kg	210 mg/kg	700 mg/kg
	Cadmium (mg/kg)	< 0,1	0,4 mg/kg	1 mg/kg	3 mg/kg	3 mg/kg	10 mg/kg
	Chrom ges. (mg/kg)	12,6	30 mg/kg	60 mg/kg	180 mg/kg	180 mg/kg	600 mg/kg
	Kupfer (mg/kg)	126 (Z2)	20 mg/kg	40 mg/kg	120 mg/kg	120 mg/kg	400 mg/kg
	Nickel (mg/kg)	13,8	15 mg/kg	50 mg/kg	150 mg/kg	150 mg/kg	500 mg/kg
	Quecksilber (mg/kg)	0,23	0,1 mg/kg	0,5 mg/kg	1,5 mg/kg	1,5 mg/kg	5 mg/kg
	Zink (mg/kg)	95,8	60 mg/kg	150 mg/kg	450 mg/kg	450 mg/kg	1.500 mg/kg
	Arsen (mg/kg)	7,25	10 mg/kg	15 mg/kg	45 mg/kg	45 mg/kg	150 mg/kg
	Thallium (mg/kg)	< 0,1	0,4 mg/kg	0,7 mg/kg	2,1 mg/kg	2,1 mg/kg	7 mg/kg
PAK n. EPA (mg/kg)		2,29	3 mg/kg	3 mg/kg	9 mg/kg	9 mg/kg	30 mg/kg
Benzo(a)pyren (mg/kg)		0,20	0,3 mg/kg	0,3 mg/kg	0,9 mg/kg	0,9 mg/kg	3 mg/kg
BTEX (mg/kg)		< 1	1 mg/kg	1 mg/kg	1 mg/kg	1 mg/kg	1 mg/kg
LHKW (mg/kg)		< 1	1 mg/kg	1 mg/kg	1 mg/kg	1 mg/kg	1 mg/kg
PCB (mg/kg)		< 0,01	0,05 mg/kg	0,05 mg/kg	0,15 mg/kg	0,15 mg/kg	0,5 mg/kg
pH-Wert (-)		8,61	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5	6,0 – 12,0	5,5 – 12,0
el. Leitfähig. (µS/cm)		114	250 µS/cm	250 µS/cm	250 µS/cm	1.500 µS/cm	2.000 µS/cm
Chlorid (mg/l)		1,70	30 mg/l	30 mg/l	30 mg/l	50 mg/l	100 mg/l
Sulfat (mg/l)		23,3 (Z1.2)	20 mg/l	20 mg/l	20 mg/l	50 mg/l	200 mg/l
Schwermetalle	Blei (mg/l)	< 0,01	0,04 mg/l	0,04 mg/l	0,04 mg/l	0,08 mg/l	0,2 mg/l
	Cadmium (mg/l)	< 0,001	0,0015 mg/l	0,0015 mg/l	0,0015 mg/l	0,003 mg/l	0,006 mg/l
	Chrom ges. (mg/l)	< 0,005	0,0125 mg/l	0,0125 mg/l	0,0125 mg/l	0,025 mg/l	0,06 mg/l
	Kupfer (mg/l)	< 0,01	0,02 mg/l	0,02 mg/l	0,02 mg/l	0,06 mg/l	0,1 mg/l
	Nickel (mg/l)	< 0,01	0,015 mg/l	0,015 mg/l	0,015 mg/l	0,02 mg/l	0,07 mg/l
	Quecksilber (mg/l)	< 0,0001	0,0005 mg/l	0,0005 mg/l	0,0005 mg/l	0,001 mg/l	0,002 mg/l
	Zink (mg/l)	< 0,01	0,15 mg/l	0,15 mg/l	0,15 mg/l	0,2 mg/l	0,6 mg/l
	Arsen (mg/l)	< 0,01	0,014 mg/l	0,014 mg/l	0,014 mg/l	0,02 mg/l	0,06 mg/l
Phenol-Index (mg/l)		< 0,01	0,02 mg/l	0,02 mg/l	0,02 mg/l	0,04 mg/l	0,1 mg/l
Cyanide ges. (mg/l)		< 0,005	0,005 mg/l	0,005 mg/l	0,005 mg/l	0,01 mg/l	0,02 mg/l
Fazit LAGA/TR _{Boden}		Z2	[LAGA/TR _{Boden} ; hier: Bodenart „Sand“ + „Lehm/Schluff“]				

Tabelle 7: oben: Feststoff-Analysen / unten: Eluat-Analysen (Eluat = wässriger Auszug)

Wie der Tab. 7 und der Anl. 7.2 zu entnehmen ist, sind lediglich folgende beurteilungs- bzw. klassifizierungsrelevante LAGA-Auffälligkeiten festgestellt worden:

⇒ Beurteilung gem. LAGA / TR_{Boden} ⇒ **Fazit** ⇒ LAGA/TR_{Boden}Z2 vorläufig!

- Kupfer_{Feststoff}-Messwert: 126 mg/kg ⇒ LAGA/TR_{Boden}Z2
- Sulfat_{Eluat}-Messwert: 23,3 mg/l ⇒ LAGA/TR_{Boden}Z1.2
- restliche Parameter: ⇒ LAGA/TR_{Boden}Z0 (Lehm/Schuff)

Fazit LAGA-Analyse der Auffüllungs-Mischprobe:

Mit Ausnahme nicht auszuschließender punkteller ‚Verunreinigungs-Nester‘ ist für die untersuchten Auffüllungen nach aktuellem Kenntnisstand und vorläufig von maximal LAGA/TR_{Boden}Z2-Material auszugehen.

Klassifizierungsrelevant ist ausschließlich der geringfügig erhöhte Parameter ‚Kupfer‘ im Feststoff (126 mg/kg).

Untergeordnet ist eine geringe ‚Sulfat‘-Konzentration zu nennen, die im Z1.2-Niveau liegt.

LAGA-Z2-Material kann ausschließlich in unsensiblen und behördlich genehmigten Bereichen gem. Z2 ‚mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen eingeschränkt eingebaut‘ werden. Alternativ ist das Material auf Deponien zu entsorgen.

Aufgrund der lediglich geringfügigen Überschreitung der Z1.2-Zuordnungswerte für ‚Kupfer‘ im Feststoff und der Z1.1-Überschreitung für ‚Sulfat‘ im Eluat werden bei Bedarf zumindest Detailanalysen des Parameters ‚Kupfer‘ an Auffüllungs-Einzelproben empfohlen.

Aus gutachterlicher Sicht erscheint eine überwiegend geringere Z1.2-Zuordnung nach Durchführung von Detail-Analysen problemlos machbar.

LAGA-Z1.2-Material kann in geeigneten Bereichen gem. Z1.2 ‚eingeschränkt offen eingebaut‘ werden (= Verwertung).

Fazit DK-/DEPV-Analyse der Auffüllungs-Mischprobe:

Bei Aushubmaßnahmen innerhalb der untersuchten Auffüllungs-Massen wird aus entsorgungstechnischen Gründen ggf. die Vorlage einer Analyse gem. DEP/Deponieverordnung erforderlich werden.

Wie der Anl. 7.2 zu entnehmen ist, sind – mit jeweils \pm abnehmender Relevanz – folgende DK-klassifizierungsrelevante Messwerte festgestellt worden:

- ⇒ Beurteilung gem. **DK / DEP/** ⇒ **Fazit** ⇒ **DK 0**
- Glühverlust-Messwert: 4,19 % ⇒ >DK 1* (>DK 0)
 - restliche Parameter: ⇒ DK 0

*Bemerkungen: Gemäß DEP/Deponieverordnung Anhang 3 Tabelle 2 Fußnote 2 kann der Glühverlust gleichwertig zum TOC angewandt werden, so dass eine Einstufung in die Deponieklasse 0 erfolgen kann.

Somit kann DEP-konform eine Einstufung in die Deponieklasse DK 0 erfolgen.

altlasten-/gefährdungsabschätzungstechn. Beurteilung der Auffüllung:

Einleitend wird darauf hingewiesen, dass bei zukünftig ggf. geplanten Aushubmaßnahmen verwertungs-/entsorgungstechnisch ganz überwiegend folgende vorläufige LAGA-Zuordnungen vorliegen werden:

- ⇒ LAGA/TR_{Boden}Z1.2 / Z2 (Details: ⇒ Tab. 7/s.o.)
⇒ DEP-DK 0 (Details: ⇒ s.o.)

Zusätzlich wird die auch auf die Verdachtsparameter ‚Schwermetalle‘ + ‚PAK‘ + ‚KW-Index‘ und weitere (‚LHKW‘ + ‚BTEX‘ + ‚PCB‘, etc.) analysierte Auffüllungs-Mischprobe der vollflächig bis 0,5/3,3 m u.GOK – bzw. i.M. ~1,57 m u.GOK – hinabreichenden anthropogenen Auffüllungen nachfolgend altlasten-/gefährdungsabschätzungstechnisch beurteilt.

Unter Heranziehung der BBODSCHV-Prüfwerte bezogen auf den Gefährdungspfad „Boden – Mensch“ liegt in der untersuchten Auffüllungs-Mischprobe durchweg eine Unterschreitung auch der sensiblesten Prüfwerte für ‚Kinderspielflächen‘ vor.

Darüber hinaus werden auch die nutzungsbezogenen und hier relevanten Prüfwerte für ‚Wohngebiete‘ unterschritten.

Fazit ‚Altlasten‘-technische Auffüllungs-Beurteilung:

Abgesehen von der nicht vollständig auszuschließenden Existenz punktueller ‚Verunreinigungs-Nester‘ kann sowohl der untersuchte Bereich der 3 Erdtanks als auch die \pm vollflächig vorliegende Auffüllung wie folgt zusammenfassend beurteilt werden:

- ⇒ alle BBodSCHV-Prüfwerte unterschritten ⇒ keine Maßnahmen erforderlich
- ⇒ geringfügig erhöhter ‚Kupfer‘_{Feststoff}-Wert ⇒ keine Nutzungseinschränkung
- ⇒ ‚Gefährdungspfad Boden ⇒ Mensch‘ ⇒ nicht angezeigt / unbedenklich
- ⇒ ‚Gefährdungspfad Boden ⇒ Grundwasser‘ ⇒ nicht angezeigt / unbedenklich
- ⇒ ‚Gefährdungspfad Bodenluft ⇒ Mensch‘ ⇒ nicht angezeigt / unbedenklich
- ⇒ bei Aushub/Abfuhr: LAGA_{Boden}Z1.2-Z2/DK0 ⇒ moderat (ohne sog. ‚Nester‘)

4.0 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

4.1 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an die DIN 4094, TP BF-StB Teil B 15.1 und EN ISO 22476-2 und wurden mit der sog. Leichten Rammsonde durchgeführt (DPL = 'Dynamic Probing Light').

Die DPL's wurden im Bereich der BS 1-BS 13 positioniert (Beispiel: BS 1/DPL 1), um ergänzende Aussagen zur Tragfähigkeit/Konsistenz/Lagerungsdichte des Baugrundes zu erhalten.

Die Ergebnisdarstellung erfolgte in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe n_{10} gegen die Tiefe. Die Rammdiagramme sind in einem Schnitt (Anl. 2.1) grafisch dargestellt und den Rammkernsondierungen gegenübergestellt.

Projektrelevant ist, dass die DPL's jeweils ‚ausgerammt‘ worden sind, bzw. bis zur maximalen Rammtiefe von i.M. ca. 4,38 m u.GOK abgeteuft wurden ($n_{10} \geq 120$).

Insgesamt sind i.M. 1,57 m mächtige Auffüllungen nachgewiesen worden, die auch aufgrund der heterogenen Schlagzahl-Verteilungen nicht gründungsg geeignet sind.

- ⇒⇒ **Füll-Oberboden / überschütteter Mutterboden (BS 1/9/10-13 = randlich):** Die \pm organischen Füll-Oberböden sind auch wegen der geringen Schlagzahlen **nicht gründungsg geeignet** (DPL- n_{10} : meistens 1 bis ca. 5 = ‚weich-breilig‘). Auch tiefere, offensichtlich überschüttete ‚Mutterböden‘ (BS/DPL 3: 2,15-2,60 m u.GOK: DPL- n_{10} : 6-14; BS/DPL 13: 1,50-1,70 m u.GOK: DPL- n_{10} : 6-9) dürfen gründungstechnisch nicht herangezogen werden.
- ⇒/⇒ **Füll-Kies / (Alt-)Schotter (BS 1-8 /BS 13-14):** Die im oberflächennahen Bereich der gg. Bohrungen bis 0,4/1,8 m u.GOK geramnten Füll-Kiese sind mit den ermittelten heterogenen DPL-Schlagzahlen von $n_{10} = 5-27$ und meistens $n_{10} \geq 10$ als überwiegend mitteldicht zu beurteilen.
- ⇒(⇒) **Füll-Lehm (BS 3/4/6-10/3-ff):** Die unter den Füll-Kiesen bzw. anstatt der Kiese bis 0,8/2,7 m u.GOK nachgewiesenen Füll-Lehme ergaben mit Schlagzahlen von $n_{10} \sim 3$ bis meistens $n_{10} < 10$ keine Gründungseignung. Bereits bei der Bodenansprache sind teilweise zu geringe ‚weich-breilige‘ Konsistenzen nachgewiesen worden. Zur Tiefe hin ist darüber hinaus mit einer zunehmenden Schlagzahlverfälschung durch erhöhte Mantelreibung zu rechnen (Schluff ‚pappt‘ am Sondiergestänge aufgrund des Porenwasserüberdruck).

- ⇒/⇒ **Füll-Sand** (BS 1/2/5/6/13; BS 14-ff): Die Füll-Sande wiesen mit einem Schlagzahniveau von $n_{10} \sim 4-36$ und häufig $n_{10} \leq 10$ heterogene Werte auf, die insgesamt als locker bis mitteldicht gelagert zu beurteilen sind. Ohne Verbesserung sind auch die Füll-Sande nicht ausreichend gründungsg geeignet.
- ⇒ **Fluv.-Sand** (nur BS 14/17): Für die lediglich untergeordnet nachgewiesenen Fluv.-Sande sind insgesamt mitteldichte Lagerungsdichten zu erwarten (in BS 14/17: nicht gerammt / keine DPL).
- ⇒(⇒) **Fluv.-Schluff** (oberflächennah prägend): Die den oberflächennahen geogenen Untergrund prägenden Fluv.-Schluffe ergaben mit Schlagzahlen von $n_{10} \sim 2$ bis max. $n_{10} > 40$ und im oberen / hangenden Bereich häufig $n_{10} < 10$ insgesamt keine – bzw. **keine durchgängige Gründungseignung**.
Bei der Bodenansprache sind deutlich schwankende, uneinheitliche Konsistenzen von ‚weich-breig‘ bis ‚weich-steif‘ festgestellt worden.
Zur Tiefe hin ist darüber hinaus mit einer zunehmenden Schlagzahlverfälschung durch eine erhöhte Mantelreibung zu rechnen (s.o.).
- ⇒ **Fluv.-Kies** (im tieferen Untergrund bei BS 1/3/9-13/15-18 prägend): Der in g.g. Bohrungen im Tiefenintervall 1,4/2,7-2,9/3,7 m u.GOK angetroffene Fluv.-Kies ergab heterogene DPL-Schlagzahlen von meistens $n_{10} \geq 10$ bis $n_{10} > 50$. Somit wurden ganz überwiegend mindestens ‚mitteldichte‘ bis teilweise ‚dichte‘ Lagerungsdichten ermittelt. Geringfügige ‚Auflockerungen‘ ($n_{10} < 10$) teilweise im oberen/hangenden Bereich der Kiese sind vernachlässigbar. Insgesamt sind die Kiese für moderat bis höherlastige Gebäude ausreichend tragfähig.
- ⇒(⇒) **Verwitterungsbildungen** (Verw.-Lehm + Verwitt.-Schutt): Die Verwitterungsbildungen zeigen ein insgesamt erhöhtes DPL-Schlagzahniveau auf (mindestens ‚steif-halbfest‘ / ‚mitteldicht-dicht‘). Teilweise mussten die Rammsondierungen aufgrund nicht mehr feststellbaren Rammfortschritts innerhalb der Verwitterungs-Schichten abgebrochen werden ($n_{10} \geq 120$).
Die Verwitt.-Schichten sind für höherlastige Gebäude ausreichend tragfähig.
- ⇒⇒ **Kalk(mergel)stein** (= Fels / Festgestein): Ab i.M. ca. +107,0 m ü.NN bzw. ab i.M. ca. 4,9 m u.GOK (jeweils +/- ca. 0,5 m) wird die ‚wellig‘ ausgeprägte ‚OK Fels‘ erwartet. Zumind est bei Erreichen des oberkreidezeitlichen Festgesteins mussten die meisten Rammsondierungen aufgrund nicht mehr feststellbaren Rammfortschritts abgebrochen werden ($n_{10} \geq 120$), was ‚halbfest-festen‘ bis ‚festen‘ Baugrundverhältnissen entspricht.
Bei Erreichen der ‚OK Fels‘ kam es schnell zum Abbruch der Sondierungen.
Das Festgestein besitzt die **beste Gründungseignung**.

4.2 Baugrundbeurteilende Laborversuche

Korngrößenanalysen (DIN 18 123): Im bodenmechanischen Labor wurden 4 Korngrößenanalysen zur Charakterisierung des hier gründungs-/lastabtragsrelevanten Geogen-Bodens durchgeführt.

Konkret sind die Proben 1/6 + 6/6 (= ‚Fluv.-Schluff‘) als kombinierte Sieb-/Schlammanalysen und die Proben 11/3 + 13/6 (= ‚Fluv.-Kies‘) als Nass-/Trocken-Siebanalysen jeweils gem. DIN 18123 analysiert worden.

In Anl. 3.1-3.4 sind die ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt.

Die Analysenergebnisse werden zusammenfassend in der Tab. 8 aufgeführt.

Probe	Probe 1/6	Probe 6/6	Probe 11/3	Probe 13/6
Genese / Material	Fluv.-Schluff	Fluv.-Schluff	Fluv.-Kies	Fluv.-Kies
Profilbereich, m u.GOK	2,90-3,50 m	1,70-2,60 m	1,60-2,40 m	2,30-3,65 m
Ton (%)	~ 20 %	~ 26 %	~ 7 %	~ 5 %
Schluff (%)	~ 51 %	~ 64 %	~ 19 %	~ 20 %
Sand (%)	~ 17 %	~ 10 %	~ 31 %	~ 30 %
Kies (%)	~ 12 %	~ 0 %	~ 43 %	~ 45 %
d ₁₀ (mm)	nicht erreicht	nicht erreicht	0,0035 mm	0,0054 mm
k _r -Wert nach BEYER (m/s)	< 6,0 x 10 ⁻⁹	< 6,0 x 10 ⁻⁹	< 1,0 x 10 ⁻⁶	< 1,0 x 10 ⁻⁶
Wassergehalt w	16,09 %	31,64 %	10,86 %	10,97 %

Tabelle 8: Ergebnisse der Korngrößenanalysen + Wassergehaltsbestimmungen

[DIN 18 130-Einstufung der k_r-Werte: **stark durchlässig**/ durchlässig/ gering durchlässig/ **sehr gering durchlässig**]

Im Ergebnis zeigen sich tonige, +/- schwach sandig-kiesige Schluffe (= ‚Fluv.-Schluffe‘; Proben 1/6 + 6/6) und sandig-verlehnte Kiese (= ‚Fluv.-Kiese‘; Proben 11/3 + 13/6).

Bodenbezeichnung nach DIN 4022 und Bodenklassen nach DIN 18 196:

1/6:	Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig	(DIN 18 196: UM / UL)
6/6:	Schluff, tonig, schwach sandig	(DIN 18 196: UM / UL)
11/3:	Kies, stark sandig, schluffig, schwach tonig	(DIN 18 196: GU+)
13/6:	Kies, sandig, schluffig, schwach tonig	(DIN 18 196: GU+)

Frostklassen: Nach der Frostempfindlichkeits-Klassifikation der ZTVE-StB wird der untersuchte Geogen-Boden als ‚sehr frostempfindlich‘ (Klasse F 3) eingestuft.

Durchlässigkeiten (DIN 18 130): Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) nach BEYER ergeben für den untersuchten Fluv.-Schluff insgesamt geringe Durchlässigkeiten von größenordnungsmäßig $k_f < 6,0 \times 10^{-9}$ m/s (gemäß DIN 18 130: 'sehr gering durchlässig') und für den Fluv.-Kies $k_f < 1,0 \times 10^{-6}$ m/s (gemäß DIN 18 130: 'gering durchlässig'). Auf den betreffenden Schluff- und auf den stärker verlehnten Kies-Böden existiert ein ausgeprägt hohes Rückhalte- und Staunässepotenzial.

Wassergehalte (DIN 18 121): Die ermittelten Wassergehalte (siehe Anl. 4.1-4.4, Tab. 8) belegen mit $w = 10,86-31,64$ % stark unterschiedliche und teilweise deutlich erhöhte Erd-/Bodenfeuchten.

Je nach Korngrößenverteilung wird das erhöhte Staunässe- und Rückhaltepotenzial vor allem bei den Schluffen untermauert (Probe 6/6: $w = 31,64$ %).

Organischer Anteil (DIN 18 128): Mit den zwei Proben 3/4 (= organischer ‚Füll-Lehm‘; 1,60-2,15 m u.GOK) und 3/5 (= ‚Mutterboden‘-ähnlicher Fluv.-Schluff; 2,15-2,60 m u.GOK) sind zwecks Überprüfung des organischen Anteils im Labor jeweils Glühverlust-Bestimmungen durchgeführt worden.

Die Untersuchungen ergaben mit $v_{gl} = 6,612$ % (Probe 3/4) und $v_{gl} = 6,693$ % (Probe 3/5) deutlich erhöhte Organik-Gehalte.

Die Ergebnisse sind der Anl. 5.1-5.2 zu entnehmen.

Aufgrund der Überschreitung der Grenzwerte für definitionsgemäß ‚organische‘ Böden von $v_{gl} \geq 5$ % für bindige Böden ist von einer baugrundtechnischen Beeinträchtigung bzw. von bauwerkskritischen organischen Anteilen der Böden aufgrund eines organikbezogenen ‚Schrumpfsetzungspotenzials‘ auszugehen.

Organisches Material ist grundsätzlich nicht in der Gründungsebene und nicht im Lastabtragsbereich, sowie nicht als Wiedereinbaumaterial geeignet.

Fließ-/Ausrollgrenzen (ISO/TS 17892-12): Die Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze wurde ergänzend mit den Proben 1/6 + 6/6 vorgenommen (Anl. 6.1-6.2).

Probe	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizitätszahl I_P	Wassergehalt w	Konsistenzzahl I_c
1/6	26,27 %	14,86 %	0,114	16,09 %	0,892
6/6	47,87 %	19,15 %	0,287	31,64 %	0,565

Tabelle 9: Ergebnisse der Zustandsgrenzenbestimmung

Bei Einsatz der Daten in das Plastizitätsdiagramm nach CASAGRANDE liegt der Boden der untersuchten Probe 1/6 im Bereich der nach DIN 18 196 bezeichneten Bodengruppen 'leicht plastische Tone' (TL).

Probe 6/6 hingegen liegt im Bereich 'mittelplastischer Tone' (TM).

Bei Betrachtung der Plastizitätszahlen sowie Einsetzung in den sog. Konsistenzbalcken nach ATTERBERG ergibt sich insgesamt ein moderater bis schmaler Bildsamkeitsbereich (= moderate Nässeempfindlichkeit).

Bei einer Feuchtezunahme besteht generell die Gefahr, dass der Boden 'umkippt' und in einen 'weichen' bis 'breiigen' Konsistenzzustand übergeht, weil der Wassergehalt-Unterschied zwischen Fließ- und Ausrollgrenze lediglich 11,41-28,72 % beträgt.

Die Konsistenzzahl der Probe 1/6 von $I_c = 1,024$ weist für den untersuchten Boden eine aktuell moderate Konsistenz auf (allgemein: 'weich-steifer' Zustand).

Demgegenüber weist die Probe 6/6 mit $I_c = 0,565$ auf einen aktuell 'weich-breiigen' Zustand hin.

Die entsprechenden Konsistenz-Angaben in der Bodenansprache werden durch die Laborversuche bestätigt.

4.3 Bodenmechanische Kennwerte

Die bodenmechanischen Kennwerte der angetroffenen, relevanten Bodenarten können wie in Tab. 10 aufgeführt, angenommen werden (gem. DIN 1054 'vorsichtige Schätzwerte der Mittelwerte'; charakteristische Werte):

BODENART	γ_k (kN/m ³)	γ'_k (kN/m ³)	φ'_k (°)	c'_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (kN/m ²)
' <u>einzubauendes ,Schotterpolster'</u> : 0/45-HKS-Kalkstein-Güteschotter; mitteldicht-dicht	22,0	14,0	37,5	0	70.000 - 90.000 RW: 80.000
' <u>Füll-Kies</u> ' / 'Alt-Schotterung': ~sandig-bindiger ,Füll-Kies'; mitteldicht	21,0 - 22,0	13,0 - 14,0	32,5 - 35,0	0	30.000 - 50.000 RW: 40.000
' <u>Füll-Lehm</u> ': Schluff, tonig, (schwach) kiesig-sandig; u.U. organisch; +/- weich-breiig bis weich	18,0 - 18,5	8,0 - 8,5	25,0 - 27,5	0	2.000 - 4.000 RW: 3.000
' <u>Füll-Sand</u> ': +/- Mittelsand, +/- schluffig, +/- feinsandig; locker bis mitteldicht	17,0 - 18,0	9,0 - 10,0	30,0	0	15.000 - 25.000 RW: 20.000
' <u>Fluviatil-Sand</u> ': +/- Mittelsand, +/- schluffig, +/- feinsandig; mitteldicht	17,5 - 18,0	9,5 - 10,0	32,5	0	20.000 - 30.000 RW: 25.000
' <u>Fluviatil-Schluff/-Ton</u> ': Schluff, +/- tonig, sandig, schwach kiesig; aufgeweicht bis weich-breiig	19,0 - 19,5	9,0 - 9,5	27,5	0 - 1 RW: 0	2.000 - 4.000 RW: 3.000
' <u>Fluviatil-Schluff/-Ton</u> ': Schluff, +/- tonig, sandig, schwach kiesig; weich bis weich-steif	19,5 - 20,0	9,5 - 10,0	27,5	1 - 2 RW: 1	4.000 - 6.000 RW: 5.000
' <u>Fluviatil-Kies</u> ': Kies, sandig, +/- schluffig, schwach tonig; mitteldicht-dicht	20,0 - 22,0	12,0 - 13,0	32,5 - 35,0	0	30.000 - 60.000 RW: 40.000
' <u>Verwitterungs-Lehm</u> ': (Zersetzungszone) bindiger Boden, (stark) kiesig, +/- weich-steif / steif	19,0 - 20,0	9,0 - 10,0	22,5 - 27,5	3 - 7 RW: 5	5.000 - 10.000 RW: 8.000
' <u>Verwitterungs-Kies/-Schutt</u> ': Kies, schwach schluffig, z.T. steinig, mitteldicht bis sehr dicht	21,0 - 23,0	12,0 - 13,0	32,5 - 35,0	3 - 5 RW: 3	30.000 - 80.000 RW: 50.000
' <u>Kalk(mergel)stein</u> '-Grundgebirge: halbfest-fest, angewittert	20,0 - 23,0	11,0 - 14,0	30,0 - 40,0	20 - 30 RW: 20	70.000 - 110.000 RW: 90.000

Tabelle 10: bodenmechanische Kennwerte (Erläuterungen: b.w.)

Erläuterungen zu Tab. 10:

γ = Wichte des erdfeuchten Bodens γ' = Wichte d. Bodens unter Auftrieb
 φ_k = Reibungswinkel $\varphi_{s,k}$ = Ersatzreibungswinkel
 c_k = Kohäsion $E_{s,k}$ = Steifeziffer
 RW = Rechenwert

4.4 Bodenklassen, Bodengruppen und Frostklassen

In Tab. 11 erfolgt die Angabe der Bodenklassen (DIN 18 300), die Angabe des Gruppensymbols/der Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (DIN 18 196), die Angabe der Frostklasse (ZTVE-StB) sowie die Vorgehensweise zur Lösung der Böden.

Schichtglieder (Grobgliederung)	Bodenklassen (DIN 18 300)	Gruppensymbol (DIN 18 196)	Frostklasse ZTVE-StB	Bodenlösung
Neu-Schotterung	3	A (GW)	F 1	Löffelbagger
(Füll-)Mutterboden ¹⁾	1	(A) OU / OH	F 3	
Füll-Kies/Alt-Schotter	3 (4 / 5)	A (GW / GU / GU+)	F 1 – F 3	
Füll-Schluff ¹⁾	4, z.T. 2 / 1	A (UL-UM / OU)	F 3	
Füll-Sand ¹⁾	3 (z.T. 2)	A (SE/SW/SU/SU+)	F 1 – F 3	
Fluviatil-Sand ¹⁾	überw. 3 (4)	SE (SU / SU+)	F 1 (F 2 / F 3)	
Fluviatil-Schluff ¹⁾	4 / u.U. 2	UM - UL	F 3	
Fluviatil-Kies	überw. 3 (4)	GW / GU / GU+	F 1 – F 2	
Verwitt.-Lehm	4 – 5	UM - TM	F 3	
Verwitt.-Schutt	3 – 5 / 6	GU/GU+/GW/X/Zv	F 1 – F 3	
Kalk(mergel)stein- Grundgebirge	6 – 7	Z - Zv	(kein Boden)	Löffelbagger, Reißzahn / Meißel

Tabelle 11: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen

1) bei Wassersättigung bewegungsempfindlich

Erläuterungen zu Tab. 11

DIN 18 300	Bodenklasse 1: Oberboden / ‚Mutterboden‘ Bodenklasse 2: fließende Bodenarten Bodenklasse 3: leicht lösbare Bodenarten Bodenklasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 5: schwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 6: leicht lösbarer Fels Bodenklasse 7: schwer lösbarer Fels
DIN 18 196	OU Schluffe mit organischen Beimengungen OH Böden mit humosen Beimengungen X Steine / Blöcke GU/GU+ Kies-Schluff-Gemische (+: stärker verlehmt) GW weitgestufte Kiese SE/SW/SU(+) Sand (enggestuft/ weitgestuft/ verlehmt) UL / UM leicht- / mittelplastischer Schluff TL / TM leicht- / mittelplastischer Ton (Z)/(Zv) Fels, allgemein/verwittert
ZTVE-StB 09	F 1 nicht frostempfindlich F 2 gering bis mittel frostempfindlich F 3 sehr frostempfindlich

ergänzende Hinweise ‚Bodenlösung‘:

Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der Auskoffermassen innerhalb der gründungsrelevanten Teufen bis zur Bohrendteufe weitgehend mittels ‚normalen‘ Löffelbagger-Einsatzes möglich ist (Bodenklassen 1 – 5).

Aufgrund teilweise erhöhter Lagerungsdichten innerhalb des ‚Füll-Kieses‘, ‚Fluvial-Kieses‘ und des ‚Verwitterungs-Schutts‘ und ggf. weiterer kiesig-steiniger Schichten ist hierfür ein ausreichend starker Hydraulikbagger notwendig.

Diese Aussage lässt u.U. vorhandene ältere Bauteile wie Fundamente, Keller, Mauern o.ä. sowie die diversen großflächigen Versiegelungen und ohnehin die Gebäudesubstanz unberücksichtigt.

Diesbezüglich sind eigene Positionen im LV anzusetzen.

‚Meißel-/Reißzahneinsatz‘ und somit ein ‚erhöhter Lösungsaufwand‘ ist spätestens ab den jeweils erreichten Bohrendteufen einzukalkulieren.

5.0 Ingenieurgeologische Hinweisgebungen

5.1 Gebäudebau

grobe Vorplanung: Aufgrund des noch frühen Planungsstandes liegt dem IB KLEEGRÄFE ausschließlich der ‚Lageplan Antrag Aufstellung B-Plan‘ des AB RIEPING & RIEPING vom 18.05.2015 vor.

Zusätzlich werden für die weitere Bearbeitung Angaben aus einer Planer-mail vom 21.05.2015 und aus Telefonaten bis zum 17.08.2015 hinzugezogen.

Auf dem derzeit noch bebauten, ca. 3.000 m² großen Grundstück Riemekestraße Nr. 44 in 33102 Paderborn (konkret: Flurstücke 54 + 689) wird die Errichtung mehrerer 2- bis 3-geschossiger **Mehrfamilienhäuser/MFH's** inkl. gemeinsamer großer Tiefgarage/TG unter allen MFH's vorgesehen. Einen Überblick liefert Abb. 4:

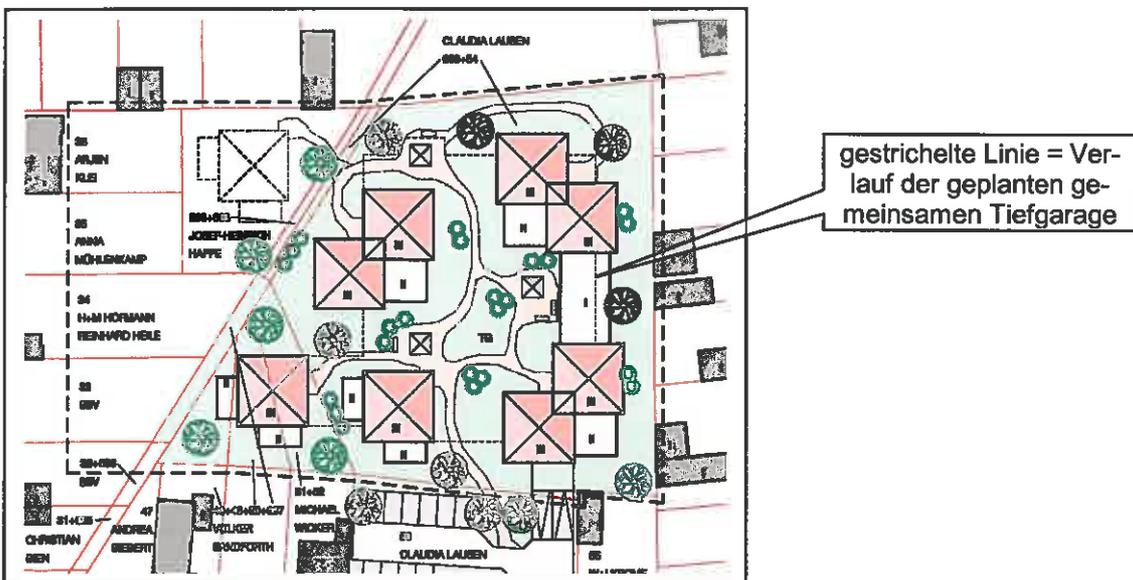


Abb. 4: Ausschnitt aus Lageplan Antrag Aufstellung B-Plan
 (RIEPING + RIEPING GMBH, 2015)

Maßgeblich ist ein Netto-Gebäude-Baufeld von max. ca. 58 m (Ost-West) x max. ca. 48 m (Nord-Süd), auf dem mehrere MFH's der ungefähren Einzelgrößen von ca. 10-18 x ca. 10-18 m platziert werden sollen.

Unterhalb dieses Neubau-Komplexes ist eine >1.000 m² (bis ca. 1.500 m²) große, großflächige und gemeinsame TG unter allen MFH's der ungefähren Grob-Maße ca. 35 m x ca. 45 m geplant.

Aufgrund des frühen Planungsstandes soll für die Bearbeitung zunächst von einer TG-/KG-Sohle von ca. 3,0 m u.GOK ausgegangen werden.

max. GW-Absenkungstiefe für große TG-Baugrube:

Die Erstellung der Baugrube für die geplante TG erfordert grundsätzlich umfangreiche, großflächige und umlaufende GW-Absenkungsmaßnahmen.

Gemäß den Angaben des bereits vorgelegten Fachgutachtens des IB SCHMIDT & PARTNER aus August 2015 liegt die maximale GW-Absenkstiefe bei +109,50 m ü.NN.

Die entsprechende Kote darf bei der (TG-)Baugrube nicht unterschritten werden!
 Es wird auf die hydrogeologisch sensible Situation hingewiesen (abgedeckter Karst, Riemeke-Kolk, etc.; weitere Details: Verweis auf gg. Fachgutachten).

OKFF's + Gründungshöhen + wichtige Höhen-Koten (Annahmen):

Nachfolgend werden die o.g maßgeblichen, vorläufigen Höhen aufgelistet (Tab. 12):

aktuelle GOK (im Gebäude-Bereich)	BS 11: min. +111,10 m ü.NN	BS 6: min. +112,35 m ü.NN
	GOK aktuell = i.M. ca. +111,91 m ü.NN (Bohransätze)	
	GOK optimiert: ca. +112,50 m ü.NN	
OKFF-EG (Annahme)	±0,00 m	ca. +112,50 m ü.NN
UK EG-Bodenplatte (Nicht-Unterkell.)	ca. -0,45 m	ca. +112,05 m ü.NN
UK EG-Fundamente (Nicht-Unterkell.)	ca. -1,00 m	ca. +111,50 m ü.NN
OKFF-TG / -KG (Annahme)	ca. -3,00 m	ca. +109,50 m ü.NN
UK TG-/KG-Bodenplatte	ca. -3,40 m	ca. +109,10 m ü.NN
UK TG-/KG-Aushubsohle	ca. -3,70 m	ca. +108,80 m ü.NN
max. GW-Absenkungs-Höhenkote	ca. -3,00 m	+109,50 m ü.NN

Tabelle 12: relevante Höhenangaben

grundsätzl. Höhen-Diskussion: GOK, OKFF-EG, OKFF-TG/-KG, GW-Absenk.:

Als relevante GOK wird planerischerseits vorläufig die ungefähre Höhe von ca. +112,50 m ü.NN angegeben (keine Festlegung; Annahme).

Anhand der eingemessenen Höhen der Bohransatzpunkte wird darüber hinaus eine gemittelte BS-GOK von i.M. ca. +111,91 m ü.NN geliefert, die jedoch auch die westlichen GOK-Vertiefungen innerhalb der bestehenden Gartenflächen beinhaltet.

Weitere Höhen-Hilfspunkte im nördlichen und westlichen ‚Grenzbereich‘ liegen mit +110,87 bis +111,75 m ü.NN noch tiefer (Lageplan/Anl. 1.1; siehe Punkte MP 1-4a).

Zusätzlich wird auf die bestehende OKFF-EG von i.M. ca. +112,20 m ü.NN im Bereich des detailuntersuchten Erdtank-Areals in der nördlichen Bestands-Halle hingewiesen (= Bohransatzpunkte BS 15-BS 18).

Eine weitere Höhe liegt für die Schachtdeckel-OK südöstlich auf der Riemekestraße vor. Hier liegt das Gelände bei +113,04 m ü.NN (= südwestl. Zwangshöhe).

Weitere maßgebliche Höhen-/Vermesser-Daten liegen nicht vor.

Bei einer geplanten TG-/KG-Sohle von ca. 3,0 m u.GOK ergäbe sich – inkl. einer TG-/KG-Sohlplatte von ca. 0,4 m – eine großflächige TG-/KG-Gründungssohle von entweder +108,61 m ü.NN (bei BS-GOK i.M. ca. +111,91 m ü.NN) bis +109,20 m ü.NN (bei GOK ca. +112,50 m ü.NN).

Zusammenfassend erscheint eine deutliche GOK-Anhebung grundsätzlich machbar, so dass für die weiteren Annahmen von einer „angehobenen“ GOK-Höhe von ca. +112,50 m ü.NN ausgegangen wird; und ebenfalls von einer daraus resultierenden angenommenen OKFF-EG von ca. +112,50 m ü.NN.

Daraus resultiert im weiteren, dass dann eine angenommene OKFF-TG-/KG von ca. +109,50 m ü.NN einzuplanen wäre.

Abzüglich der TG-/KG-Sohlplatte (ca. 0,4 m stark) und eines ‚Schotterpolsters‘ (mind. 0,3 m stark) ergäbe sich eine flächige Aushubsohle von ca. +108,80 m ü.NN.

Unter Einhaltung eines Mindest-Abstandes von mind. ca. 0,5 m zwischen UK Schotter = tiefste flächige Aushubsohle (= Baugrubensohle) ergäbe sich – trotz der ‚optimierten‘ o.g. GOK und OKFF-EG (+112,50 m ü.NN) – theoretisch eine bautechnisch erforderliche GW-Mindest-Absenktiefe von +108,30 m ü.NN.

Fazit: Bei ‚optimierter‘ bzw. angehobener GOK, OKFF-EG und OKFF-TG-/KG ergäbe sich eine flächige Baugrubentiefe von ca. +108,80 m ü.NN.

Demzufolge liegt die bautechnisch erforderliche GW-Mindest-Absenktiefe (+108,30 m ü.NN \Rightarrow mind. 0,5 m tiefer als Aushubsohle) mind. 1,2 m höher als die hydrogeologisch maximal zulässige GW-Absenktiefe (+109,50 m ü.NN / IB SCHMIDT & PARTNER).

Die daraus resultierende, rechnerisch somit mindestens erforderliche 1,2 m tiefere und großflächige GW-Absenkung ist nicht zulässig.

Das gg. Fazit entspricht auch den grundsätzlichen Schlussfolgerungen des IB SCHMIDT & PARTNER (siehe g.g. Fachgutachten auf S. 12 + Kap. 2.2).

Noch tiefere Gründungsebenen (z.B. tiefere Fundamente, Aufzug-Unterfahrten, OKFF-Absenkungen, etc.) erschweren die Situation zusätzlich bzw. erhöhen den erforderlichen GW-Absenkbetrag; zumindest in lokalen Bereichen / Teil-Baugruben. Die Unzulässigkeit der Maßnahmen wird hierdurch untermauert / intensiviert.

Fazit – Schlussfolgerungen und weitere Machbarkeits-Alternativen:

Es liegt die dokumentierte Problematik vor, dass die max. zulässige GW-Absenkung bei +109,50 m ü.NN festgelegt wurde und somit für das geplante Bauvorhaben projektspezifisch mind. 1,2 m „zu hoch“ liegt.

Hieraus ergeben sich für die weiteren Planungen sowie im Vorgriff auf die nachfolgenden Hinweisgebungen folgende wichtige Schlussfolgerungen bzw. Alternativen und **Varianten** bezüglich der allgemeinen Machbarkeit des Bauvorhabens:

- A) **Variante A): TG wie aktuell vorgesehen nicht realisierbar!** Die großflächige Tiefgarage ist auch mit ‚optimierter‘ GOK / OKFF-EG / OKFF-TG/-KG nicht zulässig. Verstärkt wird diese Aussage durch zusätzlich erforderliche, tiefer abzusenkende Teil-Baugruben (für Aufzüge, Fundamente, etc.).
- B) **Variante B): TG/-KG-Anhebung um >1,2 m: grenzwärtig machbar;** nach weiterer Optimierung zumindest bautechnisch machbar. Anzudenken wäre eine deutliche Heraushebung des TG / KG um mind. 1,2 m, was zwangsläufig zu Problemen aufgrund angrenzender, randlicher ‚Zwangshöhen‘ führt und genehmigungsmäßig fraglich ist. Hinzu kommen ergänzend abzusenkende Teil-Gruben. Es bietet sich hierfür eine projektangepasster ‚einfacher‘ Spezialtiefbau an. Denkbar sind RSV-Säulen (s.u.) im flächigen Raster unter der TG/-KG-Bodenplatte sowie verdichtet im Bereich von Fundamenten / Lastspitzen. Es ergäbe sich dann folgendes theoretisches Höhenmodell:
- ⇒ OKFF-EG: höher als +113,70 m ü.NN
 - ⇒ OKFF-TG/-KG: höher als +110,70 m ü.NN
 - ⇒ UK TG/-KG-Sohle: höher als + 110,30 m ü.NN
 - ⇒ UK ‚Schotterpolster‘/UK flächige Baugrube: höher als +110,00 m ü.NN
- C) **Variante C): Verzicht auf die große TG oder Einzel-KG's unter MFH's.** Ein vollständiger Verzicht auf die großflächige Tiefgarage und auf sämtliche ‚Einzel-Keller‘ ist z.B. durch ‚einfachen‘ Spezialtiefbau (⇒ RSV-Säulen; s.u.) als Baugrundverbesserung problemlos machbar. Eine Flach- oder eine herkömmliche Fundament-Gründung ohne Baugrundverbesserung wird hingegen aufgrund hoher Gesamtsetzungen und bauwerksschädigender Setzungsdifferenzen >4 cm abgelehnt (unzureichend tragfähiger und heterogener Baugrund bis >1,6 / >3,6 m u.GOK aktuell):
- D) **Variante D): Ggf. Errichtung von MFH's mit Einzel-KG's + deutliche ‚Heraushebung‘/‚Optimierung‘:** **grenzwärtig machbar;** Detail-Planungen sowie hydrogeologische + baugrundtechnische DetailUntersuch. erforderlich.

weitere Vorgehensweise / verbleibende Varianten:

Denkbar wäre die Festlegung einer flächigen TG-/KG-Baugrubensohle auf ein Niveau von ca. +110,00 m ü.NN.

Diese Situation liegt theoretisch für die grenzwärtige bis bautechnisch machbare o.g. ‚Variante B‘ vor (= TG-KG-Anhebung um > 1,2 m).

Im Vorgriff auf die weiteren Hinweisgebungen / Empfehlungen wird somit seitens des IB KLEEGRÄFE nach derzeitigem Planungs- und Kenntnisstand die o.g. Variante C‘ favorisiert (= komplette Nicht-Unterkellerung der MFH’s).

Die ‚Variante D‘ (= deutlich höhenoptimierte Einzel-KG’s ohne Groß-TG) wird ebenfalls weiter bearbeitet.

Darüber hinaus werden ergänzend und der Vollständigkeit halber auch allgemeingültige Hinweisgebungen zur Errichtung der Tiefgarage geliefert (‚Variante A + B‘).

erwartetes Gründungssystem + Last-Annahmen:

Aufgrund der frühen Planungsphase und des damit verbundenen Charakters einer Machbarkeitsstudie, liegt noch kein konkretes Gründungskonzept und keine Statik inkl. maßgeblicher Last-Vorgaben für das Bauvorhaben vor.

Da noch keine statischen Lasten vorliegen, werden über Vergleichsprojekte die u.g. groben Last-Annahmen herangezogen:

bei favorisierter Nichtunterkellerung (Var. C): Für ggf. nicht unterkellerte Bereiche bzw. für eine alternativ mögliche generelle Nicht-Unterkellerung der MFH’s wird von einem Lastabtrag über Einzel- bis ggf. Streifenfundamente ausgegangen.

Alternativ wäre eine EG-Plattengründung über eine ‚elastisch gebettete Bodenplatte‘ zumindest denkbar.

- charak. Gesamtlast Nichtunterkell.: ~200-250 kN/m² UK EG-Bodenpl. (Annahme)
- charakt. Last Fundamente Nicht-Unterk.: ~250 kN/m² UK Fundament (Annahme)

bei theoretischer Unterkellerung (Var. A/B/D): Der überwiegende Teil des geplanten Gebäude-Komplexes soll vermutlich über Keller-Bodenplatte(n) gründen.

- charak. Gesamtlast Unterkellerung: ~250 kN/m² UK TG-/KG-Sohlplatte (Annahme)
- darüber hinaus Einzel-/Stützenfundamente etc. darunter: : ~250 kN/m² (Annahme)

allgemeine Boden-/Baugrund- und Grundwasser-Verhältnisse:

- **EG-Fundament-Bereich (bei Nichtunterkellerung/Var. C):** Potenzielle Fundamente (UK EG-Fundament ca. +111,50 m ü.NN = Annahme; bei OKFF-EG ca. +112,50 m ü.NN) gründen im Niveau der heterogenen, insgesamt unzureichend tragfähigen, bindigen, sandigen und kiesigen Auffüllungen; untergeordnet auch im Niveau organischer Mutterboden-ähnlicher Böden. Der Lastabtrag liegt meistens innerhalb der **nicht tragfähigen Auffüllungen** und der gering konsistenten, ebenfalls **nicht ausreichend tragfähigen Fluvial-Schluffe** (Kap. 3.1: DPL-Schlagzahlen heterogen und tiefgründig $n_{10} < 10$). Eine Baugrundverbesserung wird dringend erforderlich.
- **EG-Bodenplatten-Bereich (bei Nichtunterkellerung/Var. C):** Die EG-Bodenplatte (UK EG-Bodenplatte ca. +112,05 m ü.NN = Annahme; s.o.) gründet bei 10 von 18 Bohrungen im oberen Bereich der Auffüllungen bzw. teilweise im Niveau der Bestands-Versiegelungen. Bei 8 von 18 Bohrungen (BS 1/2/8-13) liegt ein Massendefizit vor bzw. es muss ohnehin aufgehört werden. Durch erforderliche Entsiegelungen und Mutterboden-Abschiebungen (= „Sowieso-Aufwand“) erhöht sich das Massendefizit weiter. Der oberflächennahe Baugrund als Haupt-Lastabtrags-Bereich ist insgesamt **nicht ausreichend tragfähig** (DPL's heterogen und tiefgründig $n_{10} < 10$). Eine Baugrundverbesserung wird dringend erforderlich.
- **potenzielle großflächige TG-/KG-Bodenplatte (theoretischer Fall, Var. A/B):** Die potenzielle TG-/KG-Bodenplatte (UK TG-/KG-Bodenplatte = +109,10 m ü.NN) gründet für den Bereich der Bohrungen BS 9-BS 18 bereits im Niveau annähernd durchgängig mitteldicht gelagerter, **ausreichend tragfähiger** ‚Fluv.-Kiese‘ (und ‚Fluv.-Sande‘) und bei BS 1-BS 8 im Niveau heterogener, wechselnd beschaffener ‚Fluv.-Schluffe‘, ‚-Tone‘ und ‚-Kiese‘. Im Ergebnis liegen **heterogene, nicht durchgängig tragfähige Böden** vor. Zumindest Teilbereiche (Areal BS 1-BS 8) erfordern eine Baugrundverbesserung. Da diese Bohrungen über das innere Bau-feld verteilt sind, ist ohne Vorlage von weiteren Detail-Untersuchungen zunächst von einer vollständig erforderlichen Baugrundverbesserung auszugehen. Verstärkt wird diese Erfordernis einer kompletten Verbesserung, weil die Mächtigkeit der unzureichend tragfähigen Schichten bei einer deutlichen Anhebung der TG-/KG-Sohlplatte (= Var. B) noch weiter erhöht sein wird, was auch aus Gründen der o.g. Wasserhaltungs-Problematik die einzig mögliche und zulässige Variante bei erwünschter Unterkellerung wäre.

- potenzielle kleinteilige Einzel-KG's / unterkell. MFH's (theoretischer Fall, Var. D): Analog zu den gg. Aussagen bezüglich einer großflächigen Komplett-Unterkellerung ist auch für Einzel-KG's zunächst von **heterogenen, nicht tragfähigen Böden** auszugehen; vorbehaltlich der jeweiligen Detail-Planungen (Lage, Tiefe, Lasten, etc.) und der Ergebnisse von Detail-Untersuchungen (Detail-Baugrund-Aufschlüsse).

Fazit: Bis meistens ca. +109,50 m ü.NN bzw. bis teilweise ca. +108,30 m ü.NN (BS 2; auch BS 3, BS 5, etc.) liegen noch keine durchgängig ausreichenden, homogen tragfähigen Baugrundverhältnisse vor.

Im Detail handelt es sich um unzureichend tragfähige Baugrundverhältnisse bis generell ca. 2,6/3,8 m unterhalb der EG-Bodenplatte bei Nichtunterkellerung (Var. C) – bzw. theoretisch bis max. 0,8 m unterhalb der TG-/KG-Sohlplatte bei ggf. geplanter Unterkellerung (Var. A; auch Var. B/D).

- Grundwasser / Bemessungswasserstand / Staunässe: GW-Flurabstände: 1,34-3,10 m u.GOK (\Rightarrow GW i.M. ca. 1,96 m u.GOK) mit einer gemittelten GW-Kote von i.M. ca. +109,93 m ü.NN (Bohr-/Messtage: 09.-14.07.2015; Hochsommer-GW-Stände!; Anstiegspotenzial); Bemessungswasserstand ca. +112,00 m ü.NN (IB SCHMIDT + PARTNER; ca. -0,5 m u.OKFF-EG); Staunässe: bis GOK-aktuell.

zusammenfassende Baugrundbeurteilung:

Der heterogene Auffüllungskörper und vor allem die den oberflächennahen Untergrund prägenden, teilweise tiefreichenden, aufgeweichten und in wechselnden Mächtigkeiten vorliegenden Fluviatil-Schluffe sind als Baugrund für mittel- bis höherlastige Gebäude nachweislich nicht ausreichend tragfähig.

Orientierende Setzungsberechnungen für EG- und KG-Plattengründungen ergaben beispielsweise für charakteristische Flächenlasten von (200-)250 kN/m² Setzungsdifferenzen in der Größenordnung von bauwerksschädlichen > 4 cm.

Der unzureichend tragfähige Baugrund reicht bis mindestens zur jeweiligen UK des aufgeweichten ‚Fluviatil-Schuffs‘ (bis ca. +108,29 m ü.NN in BS 2) bzw. bis zur UK der ‚locker‘ gelagerten Füll-/Geogensande hinab (bis ca. +108,91 m ü.NN/BS 5).

Somit liegt bis mind. ca. 4,2 m u.OKFF-EG (bei Nichtunterkellerung, Var. C) bzw. bis mind. ca. 0,8 m u.UK TG-/KG-Sohlplatte (bei theoretischer Unterkellerung, Var. A/B/D) unzureichend tragfähiger Baugrund innerhalb des Lastabtragsbereiches vor.

Generell nimmt die Baugrundgüte zur Tiefe hin kontinuierlich zu: Tiefer anstehende, mindestens ‚weich-steif‘ konsistente Lehme/Schluffe und Tone sind maßnahmenangepasst ausreichend tragfähig.

Darunter folgen tragfähige mind. mitteldicht gelagerte Fluv.-Sande, tragfähige Verwitterungsbildungen und hoch tragfähiger Kalk[mergel]stein-Fels (ab i.M. ca. +107,00 m ü.NN).

Fazit: Es wird eine Baugrundverbesserung durch Spezialtiefbau erforderlich.

Gründungsempfehlung durch Baugrundverbesserung:

Die nachfolgenden Empfehlungen zur Baugrundverbesserung werden für alle Varianten verallgemeinert angegeben.

⇒ favorisierter Gründungsvorschlag: ‚RSV-/Rüttelstopfverdichtungs-Säulen‘

- Vorteile: - verdrängendes Verfahren (+ kein[e] Bohrgut/Entsorg.)
- ‚selbsterkennendes System‘ (bis erforderliche Tiefe)
- schnelle Ausführung (erfahrungsgemäß wenige Tage)
- kein Bohrgut/ kein Aushub/ keine zusätzl. Wasserhalt.
- RSV-Raster an Plan./Lasten/Höhen/Gründ. anpassbar
- unempfindlich bei ‚aggressiveren‘ Wässern
- vergleichsw. wirtschaftl. Tiefgründung / Spezialtiefbau
- unproblematisch bei der hier vorliegenden sensiblen Hydrogeologie (abgedeckter Karst-Fels, etc.)

Weitere alternative Gründungsvorschläge für eine spezialtiefbautechnische Tiefgründung können bei Bedarf und nach Vorlage der konkreten Planung sowie nach Rücksprache mit dem Fachgutachter (IB SCHMIDT + PARTNER) diskutiert werden, wobei dann die jeweilige Eignung und Machbarkeit erneut überprüft werden muss.

Der Vollständigkeit halber seien hier namentlich genannt:

- ‚Verfahren A‘) ‚(verdrängende) ‚RSV-Säulen‘
- ‚Verfahren B‘) ‚(verdrängende) ‚Fertigmörtelstopfsäulen‘
- ‚Verfahren C‘) ‚Betonfertigteile-Rammpfähle‘
- ‚Verfahren D‘) ‚(verdrängende) Schneckenbohrpfähle‘
- ‚Verfahren E‘) ‚vorverrohrte, armierte Ortbeton-Bohrpfähle‘

Nachfolgend beschränkt sich das IB KLEEGRÄFE auf ‚Verfahren A‘ = ‚RSV-Säulen‘.

Einbringung RSV-Säulen:

⇒ **bei Nichtunterkellerung (Var. C):**

Bei Verzicht auf eine Unterkellerung wird von einer Streifen- und ggf. Einzel-fundament-Gründung ausgegangen. Seltener werden bei bis zu 3-geschos-sigen MFH's auch Plattengründungen vorgesehen.

⇒ **bei Unterkellerung (theoretischer Fall Var. A/B/D):**

Bei geplanter Unterkellerung soll der Komplex vermutlich überwiegend über die TG-/KG-Sohlplatte(n) gegründet werden (zuzügl. Fundamente etc).

Erfahrungsgemäß kommen – bei Vorlage von ‚Lastspitzen‘ und aufgrund von tragenden Stützen und ggf. tragenden Wänden, egal ob mit oder ohne Keller – aus statischen Gründen erfahrungsgemäß ergänzende Einzel- und ggf. auch Streifenfundamente unter der EG-Bodenplatte bzw. unter der TG-/KG-Sohlplatte hinzu.

Ggf. ist die Platte ist noch ‚voutenartig‘ oder anderweitig zu verstärken.

Von einer herkömmlichen Flachgründung ohne Baugrundverbesserung wird grundsätzlich abgeraten.

Grund hierfür ist, dass von erheblichen sowie differierenden Setzungsbeträgen auszugehen ist (s.o.: bis > 4 cm), bzw. bei einem tiefreichend erforderlichen Bodenaustausch bis auf tragfähige Einheiten ein erheblicher bautechnischer und wirtschaftlicher Aufwand notwendig wird, der im Hinblick auf die maximal zulässige GW-Absenktiefe ohnehin technisch nicht / bzw. nicht durchgängig machbar ist.

Vorgeschlagen wird der Lastabtrag der o.g. EG-Boden- oder der TG-/KG-Sohlplatten-Lasten und EG- oder TG-/KG-Fundament-Lasten über Rüttelstopf-säulen-Gründungselemente.

Hierdurch werden die oberen, nicht gründungsgerechten Profilbereiche überbrückt bzw. bereits ‚oben‘ verbessert und ihre Last zusätzlich in dem tragfähigen, höher konsolidierten Boden/Baugrund bzw. den darunter liegenden Untergrund abgesetzt.

Das RSV-Verfahren ist im vorliegenden Baugrund problemlos machbar.

Die Vorteile bei Verwendung der g.g. Gründungselemente sind folgende:

- Da die Elemente von der Geländeoberfläche (bzw. von einem ‚Arbeitsplanum‘) eingebracht werden, wird keine (zusätzliche) Wasserhaltung und kein Verbau notwendig (Ausnahme RSV-Einbringung von theoret. Kellergruben-Niveau aus; Var. A/B/D).
- Der zeitliche Aufwand wird gegenüber einer Flachgründung geringer sein.
- Da es sich um ein Verdrängersystem handelt, fällt – abgesehen von den Fundamenten – kein / kaum Bodenaushub an, welcher abgefahren werden müsste.

Setzungen werden vereinheitlicht und es kann mit einer mittleren Bodenpressung gerechnet werden.

Angeraten werden Rüttelstopfsäulen flächig als Raster unter den belasteten EG-Bodenplatten und EG-Fundamenten (Var. C) bzw. unter der/den TG-/KG-Sohlplatte(n; Var. A/B/D), sowie unter ‚Lastspitzen‘ und unter ggf. erforderlichen TG-/KG-Fundamenten (Var. A/B/D).

Im Hinblick auf homogene, einheitliche Gründungs- und Lastabtragsverhältnisse sollten sämtliche Gründungsebenen / -platten und Fundamente über angeratene Rüttelstopfsäulen gründen.

Bodenpressung / Bettungsmodul:

Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen kann nach Durchführung der Baugrundverbesserungsmaßnahmen für die Bemessung der Fundamente und im Idealfall auch flächig (= Bodenplatten) im Verdichtungsbereich mit einer zulässigen Bodenpressung von $\sigma_{E,k} = 250 \text{ kN/m}^2$ gerechnet werden.

Bei den gegebenen Untergrundverhältnissen ist von einem Bettungsmodul der Größenordnung von $k_s = 10 \text{ MN/m}^3$ auszugehen. Bei sehr hohen Punkt-/Stiellasten muss die Bettungsziffer für den betreffenden Bereich individuell über Setzungsberechnungen und ‚Ersatzflächenansatz‘ bestimmt werden.

Systembeschreibung 'RSV-Säulen': Bei betreffendem System 'RSV-Säulen' wird von einem 'Arbeitsplanum' aus zunächst ein mäklergeführtes Vortreibrohr bis in die notwendige Absetztiefe eingebracht.

Anschließend wird das Vortreibrohr langsam gezogen und gleichzeitig von oben Schotter bzw. ein verdichtungsfähiges Kies-Sand-Gemisch in das Rohr zugegeben. Im Fußbereich wird durch 'Stopfen' eine 'Fußverbreiterung' und Verdichtung des unten austretenden Schotters erzeugt. Parallel hierzu erfolgt eine seitliche Verdichtung des anstehenden Bodens (Baugrundverbesserung).

Durch langsames Ziehen des Vortreibrohres bei gleichzeitiger Schotterzugabe (oben) und Verdichtung (unten) wird eine Schottersäule erzeugt und der Boden seitlich verdichtet.

Die Rüttelstopfsäulen haben üblicherweise Durchmesser von 40 cm, welche nach Ziehung und Verdichtung einen ungefähren Durchmesser von 60 cm aufweisen.

Hinzuweisen sei darauf, dass infolge der differierenden Flurabstände der tragfähigen Böden differierende Säulenlängen notwendig werden und keine exakten Längen angegeben werden können.

Bei Betrachtung der Bohr- und Rammprofile sollte bei einer Nicht-Unterkellerung und der o.g. vorläufigen OKFF-EG von orientierend ca. <4/>6 m langen RSV-Säulen unter der EG-Ebene ausgegangen werden (Var. C); für unterhalb der theoretisch ebenfalls denkbaren TG-/KG-Ebene(n) hingegen von ca. <2/>3 m langen RSV-Säulen (Var. A/B/D).

Es handelt sich bei den Rüttelstopfsäulen um sog. 'selbsterkennende Systeme', welche indirekt die ausreichende Tragfähigkeit aufzeigen.

Diese Angaben müssen jedoch durch den Anbieter spezifiziert werden (Ausführbarkeit von Leerbohrungen, Vermarkung der Ansatzstellen, etc.).

Den angefragten Firmen sollte zur Angebotskonkretisierung das Baugrundgutachten vorgelegt werden.

Die Schottersäulen werden im zuvor von den Anbietern nach statischen Gesichtspunkten errechneten Raster unterhalb der EG-Bodenplatte(n) bzw. der TG-/KG-Sohlplatte(n) und unterhalb der Fundamente bis zum tragfähigen Grund erstellt.

Ein Lastverteilungsrost für die Fundamente braucht nicht erstellt zu werden.

Die Fundamente und Bodenplatten können unmittelbar auf die Köpfe der Rüttelstopfsäulen aufgesetzt werden.

Bedarfsweise können Firmen benannt werden, mit denen in der Vergangenheit bei vergleichbaren Projekten positive Erfahrungen gesammelt werden konnten.

Im Folgenden werden die überschlägigen Kosten der Gründungselemente aufgeführt (allgemeine Herstellerangaben).

Verfahren	„RSV“ / Rüttelstopfsäulen (Schottersäulen)
Stopftiefe	untergrundabhängig und abhängig von der Gründungstiefe und der Wahl: Keller / kein Keller (ca. < 2 bis > 6 m)
Raster	last- / bauteilspezifisch
Kosten (netto)	ca. 30 € / lfm
Einrichtung (netto)	ca. 10.000-12.000 €

Tabelle 13: Angaben zur RSV-Baugrundverbesserung

Betreffende Leistungen anbietende Firmen im Nahbereich können genannt werden.

Hinzuweisen sei darauf, dass es sich bei den o.g. Preisen um Herstellerangaben handelt. Neben den aufgeführten Kosten kommen ergänzend Kosten für die geotechnische Abstimmung sowie die Säulenstatik hinzu.

Die Gesamtsetzungen der Säulen sollten rechnerisch $s = 2$ cm nicht übersteigen und die Setzungsunterschiede ≤ 1 cm betragen.

Eine Vorbemessung und exaktere Kostenschätzung kann von den Anbietern bei Vorlage des Bodengutachtens und der Lastpläne durchgeführt werden.

Die Anbieter sollten schriftlich die ausreichende Tragfähigkeit der Böden inkl. Einbindung bestätigen. D.h. die notwendigen Säulenlängen sollten von den Anbietern ausdrücklich genannt bzw. relativ präzise abgeschätzt werden.

Als wirtschaftlich sinnvoll wird erachtet, sämtliche RSV-Baugrundertüchtigungen auf dem Grundstück innerhalb eines Baustellen-Einsatzes durchführen zu lassen, um Baustelleneinrichtungen einzusparen (1 x ‚BE‘) und wirtschaftliche Angebote zu erhalten (‚Mengen-Rabatt‘; \Rightarrow Fazit: möglichst nur 1 RSV-‚Einsatz‘).

Dies ist vor allem dann zu berücksichtigen, wenn mehrere, gesondert gegründete Einzel-MFH's gebaut werden sollen – egal ob jeweils mit oder ohne (Einzel-)Unterkellerung.

Arbeitsablauf:

Die folgenden Hinweisgebungen gehen von einer **Säuleneinbringung** überwiegend unterhalb der einzelnen MFH-EG-Bodenplatte(n; Var. C) bei Nicht-Unterkellerung, alternativ unterhalb der MFH-Einzel-KG-Sohlplatte(n; Var. D) bzw. unter der TG-Sohlplatte (Var. A/B) beim theoretischen Fall der Unterkellerung, sowie unter weiteren Fundamenten bzw. unter höher belasteten Teilen der jeweiligen (EG- bzw. TG-/KG-)Boden-/Sohlplatte(n) aus.

- 1) In einem ersten Schritt ist das Baufeld bis zum UK ‚Schotterpolster‘ bzw. bis zur UK ‚Arbeitsplanum‘ (s.u.) abzuschachten (Fall Nicht-Unterkell.; Var. C) bzw. die theoretische Keller-Baugrube auszuheben (theor. Fall Unterkell.; Var. A/B/D).
- 2) Für die Säuleneinbringung ist zunächst ein ‚Arbeitsplanum‘ zu erstellen (s.u.). Dieses sollte zunächst bis OK max. 0,3 m unter UK EG-Bodenplatte (Fall Nicht-Unterkell.; Var. C) bzw. bis OK max. 0,3 m unter UK TG-/KG-Sohlplatte (theor. Fall Unterkell.; Var. A/B/D) errichtet werden.
- 3) Es muss einkalkuliert werden, dass nach Säuleneinbringung die obersten ca. 10-15 cm dieses ‚Arbeitsplanums‘ aufgelockert vorliegen und abgezogen / nachgearbeitet werden müssen. Durch Schlamm o.ä. sind diese oberen Bereiche häufig ‚verunreinigt‘ (Abzug von Verschlammungen/Auflockerungen; Aufschotterung und Verdichtung).
- 4) Danach werden die RSV-Säulen für die relevanten Bereiche eingebracht.
- 5) Sollten unterkellerte und nicht unterkellerte Teil-Baufelder nebeneinander geplant werden, sind zuerst RSV-Säulen für die Unterkellerung(en) einzubringen. Weitere RSV-Säulen für nichtunterkellerte Zonen können im Anschluss errichtet werden.
- 6) Die Erfordernis von ‚Leerbohrungen‘ sowie die Berücksichtigung eines ggf. notwendigen Übergangs Nichtunterkellerung / Unterkellerung (s.u.) ist im Detail zu klären.
- 7) Nach vollständiger Baugrundertüchtigung aller Bereiche: Beginn des Hochbaus (wenn ggf. vorhanden: zuerst vollständige Keller-Errichtung[en]).

potenzieller Fall: RSV-Säulen im Übergangsbereich Nichtunterkell./ Unterkell.:

a) Vermeidung seitlicher Lasteinträge (höhengleiche Gründung): Im relevanten Bereich muss vermieden werden, dass Lasten aus einem Nichtunterkellerungs-Bereich in die KG-Wände eines Unterkellerungs-Bereiches eingeleitet werden.

Grundsätzlich muss höhengleich gegründet werden. Angeraten wird daher im unmittelbaren Nahbereich die Schaffung einer Betonscheiben-Tieferführung ('Streifenfundament') unterhalb der nichtunterkellerten Bodenplatte.

Die UK dieser Betonscheibe muss höhengleich mit der UK KG-Sohlplatte verlaufen (siehe Schemaskizze Abb. 5). Zwischen dem KG und der Betonscheibe ist Kraftschluss zu vermeiden (Fugentrennung).

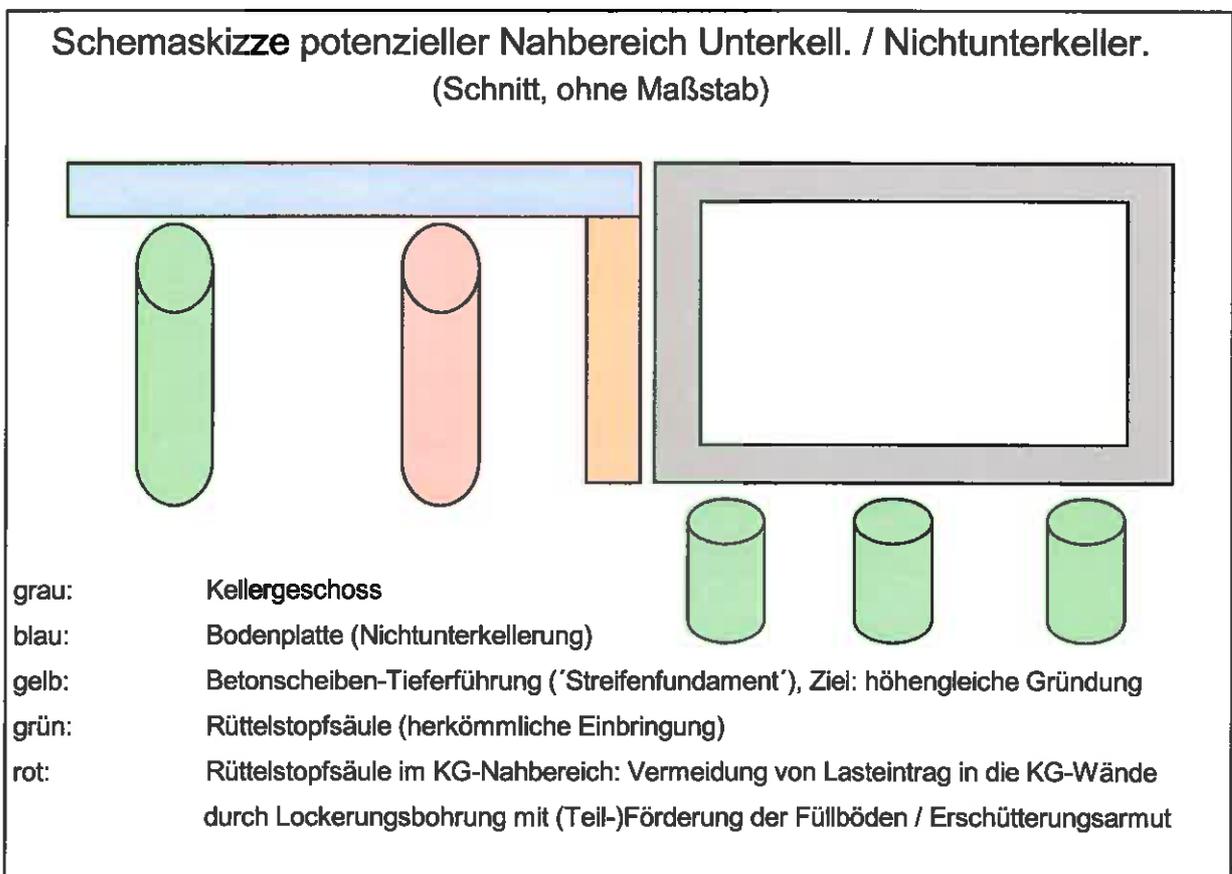


Abb. 5: Schemaskizze Nahbereich Unterkellerung / Nichtunterkellerung

b) Vermeidung seitlicher Lasteinträge (Rüttelstopfsäulen): Des Weiteren muss beachtet werden, dass es sich bei den angeratenen Rüttelstopfsäulen im Nichtunterkellerungs-Bereich um ein Vollverdrängersystem handelt.

Im potenziellen Anbindebereich muss eine Schädigung eines unterkellerten Bereiches durch die seitliche Bodenverdrängung / Vibration bei der Einbringung der nahegelegenen Säulen mittels geeigneter Maßnahmen vermieden werden.

Im Anbindebereich könnten z.B. Lockerungsbohrungen mit Förderung oder Teilförderung der Böden im Säulenbereich eine Druckentlastung bewerkstelligen.

Ein erschütterungsarmes Vorgehen ist zu gewährleisten. Betreffender Umstand ist von den Herstellern zu berücksichtigen. Relevante seitliche Lasteinträge in die KG-Wände bei Säuleneinbringung müssen ausgeschlossen werden.

ergänzende Hinweisgebungen für den Spezialtiefbau:

„Vermörtelung“: Eine ggf. notwendige ‚Vermörtelung‘ der Kies(stopf)säulen sollte durch Vorlage der Schichtendarstellungen mit dem angefragten Hersteller konkretisiert werden.

Nach aktuellem Kenntnisstand (= Frühstand der Planung) wird vermutlich keine ‚Vermörtelung‘ erforderlich.

Diesbezüglich besteht abschließender Klärungsbedarf nach Vorlage der konkreten Planung; in Abstimmung mit dem Planer, Statiker, Spezialtiefbauer, Baugrundgutachter und dem Hydrogeologen.

Arbeitsebene: Es ist sinnvoll, ab dem Niveau von ca. +111,45 m ü.NN bei Nicht-Unterkellerung (Var. C) bzw. von einer noch festzulegenden Höhe bei potenziell geplanter Unterkellerung (Var. A/B/D) ein ‚Arbeitsplanum‘ für das RSV-Bohrgerät zu errichten.

für die Nicht-Unterkellerung (Var. C): Von dem Niveau ca. +111,45 m ü.NN sollten durch Aufschotterung bis ca. +111,75 m ü.NN bzw. bis zur jeweiligen UK ‚Schotterpolster‘ die RSV-Säulen eingebracht werden.

Die gg. OK der gg. ‚Arbeitsebene‘ erscheint sinnvoll, weil dieses Niveau (+111,75 m ü.NN) ungefähr die OK Erdplanum bzw. die UK ‚Schotterpolster‘ der künftigen EG-Bodenplatte darstellt.

für potenzielle Unterkellerung(en) (Var. A/B/D): Hierbei ist die Tiefe des ‚Arbeitsplanum‘ analog abhängig von der tatsächlich gewählten Höhenplanung des Kellers.

Als Auftragsmaterial bzw. Ersatzmaterial für örtlich erforderlichen Bodenaustausch oder Massendefizit-Aufbau sollte Güteschotter (z.B. 0/45 mm HKS-Schotter, s.u.) verwendet werden, welcher ordnungsgemäß eingebracht und verdichtet werden muss (Verdichtungsgrad: 100 % der einfachen Proctordichte; Qualität: s.u.).

Voraussetzungen für Spezialtiefbau-Unternehmer:

Im Folgenden wird eine „Checkliste“ – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – für die spezialtiefbautechnischen Arbeiten angegeben:

- Verkehrsicherung / Baustellensicherung
- ausreichende Einrichtungsfläche, Schotterung (ggf. abschließbarer Lagerplatz; auch: standsichere Material-Stellfläche)
- teilweise: Erdarbeiten bauseits
- mit Schwergewicht befahrbare Arbeitsebene
- ausreichend freie Arbeitshöhe
- Wasser- und Stromanschlüsse (Baustrom, Kraftstrom, Bauwasser, etc.)
- Leitungsfreiheit, Kabelpläne, Ver-/Umlegen von Leitungen oder Stilllegung, etc.
- bescheinigte Kampfmittelfreiheit (s.u.)
- schriftliche Freigabe, ggf. Freigabe vom Prüfingenieur
- vollständiger Rückbau der ehemaligen Gebäudesubstanz (ggf. notwendige Tiefenenttrümmerung)
- Beseitigung von Bewuchs und Verunreinigungen/Kontaminationen (auch diesbezügliche Arbeitsschutzmaßnahmen)
- Kappen von ggf. vermörtelten Säulen-,Köpfen'
- Beseitigung von Bohr-/Verdrängungsgut, Überschussmaterial, etc.
- Nachverdichtung / Begradigung der Arbeitsflächen nach Spezialtiefbau-Arbeiten
- Beweissicherungsverfahren bauseits
- ggf. Entfernung von Hindernissen
- ggf. Bohren in hindernisfreien Böden
- ggf. Bestandspläne benachbarter Gebäude / Bauteile / Gewerke
- ggf. Einmessen und Markieren der Ansatzpunkte (lage- und höhenmäßig)
- Nachverdichtung / Begradigung der AE-Flächen nach Spezialtiefbauer-Arbeiten
- Ermittlung der Grundwasser-Betonaggressivität bei ‚vermörtelten‘ Säulen (s.u.); anschließend: Beachtung der Grundwasser-Betonaggressivität

§ 49 WHG-Anzeige: Bei einer Einbringung von o.g. Gründungselementen wird eine Anzeige der Erdaufschlüsse gemäß § 49 WHG erforderlich.

Grundwasser-Analyse auf ‚Betonaggressivität‘ (z.B. vermörtelte Säulen o.ä.):

Bei Durchführung von Mörtelstopfsäulen / vermörtelten RSV-Säulen werden zuvor ggf. Analysen des Grundwassers auf den ‚Betonaggressivität‘-Parameterumfang (gem. DIN 4030) erforderlich.

Kampfmittelfreigabe für RSV-Säulen-Einbringung etc.:

Es ist beim ORDNUNGSAMT (STADT PADERBORN) und bei der BEZ.-REG. DETMOLD die Thematik ‚Kampfmittel‘, ‚Kampfmittelfreigabe‘ und ‚Freimessung‘ zu erfragen.

Es ist nicht auszuschließen, dass Kampfmittelräumdienst-/KMRD-Sondierungen auf dem interessierenden Baufeld erforderlich werden.

Ferner kann eine ggf. noch erforderliche flächige ‚Freimessung‘ durch den KMRD vor Baubeginn nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Aus Vergleichsprojekten im Paderborner Innenstadt-Gebiet ist diese erfahrungsgemäß nach Alt-Gebäude-Rückbau, Entsiegelung und Tiefenenttrümmerung und ggf. Auffüllungs-Abtrag denkbar und durchzuführen.

Es besteht somit noch Klärungsbedarf mit dem ORDNUNGSAMT und der BEZ.-REG. über die weitere Verfahrensweise vor Einbringung der RSV-Säulen.

EG- und/oder TG-/KG-Boden-/Sohlplattenbereich:

Im Hinblick auf die Vermeidung von Nässeschäden / einem Kapillarwasseranstieg sowie aufgrund von Homogenisierungsaspekten sollte unterhalb der Bodenplatte / Sohlplatte grundsätzlich ein ‚Schotterpolster‘ in einer Mindestmächtigkeit von $d = 30$ cm an 0/45-HKS-Güteschotter eingebaut werden.

Grundsätzlich sollte vor Schotterauftrag ein Geotextil vollflächig und ausreichend überlappend aufgelegt werden (Güte: GRK 3).

Auf dem ‚Schotterpolster‘ ist jeweils ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 60-80$ MPa nachzuweisen.

allgemeine Hinweisgebungen + Maßnahmenvorschläge:

Beweissicherungsverfahren: Aufgrund der Nachbarschaft / Nähe zu setzungsempfindlichen Gebäuden und Bauteilen/Gewerken (umliegende Häuser / Gebäude, Versorgungsleitungen, Kanäle, Straßen, Wege, etc.) wird vor Beginn der Maßnahme die Durchführung eines Beweissicherungsverfahrens unter Mitwirkung aller Beteiligten angeraten (nach DIN 4107 und 4123).

Geb.-Rückbau + restliche Enttrümmerung + Massendefizit-Aufbau / Rückverfüllung: Wichtig ist, dass nach vollständig erfolgtem Bestandsgebäude-Rückbau und Abbruch sonstiger Gewerke (Versiegelungen + Fundamente + Bodenplatten + **Erdtanks** + ggf. Abscheider + Schächte + Kanäle etc.) die Enttrümmerung, Hebung und Entfernung sämtlicher ggf. unterirdisch vorhandener Unterflur-Bauteile und sonstiger Gewerke restlos durchgeführt worden ist (= **vollständige Tiefen-Enttrümmerung**).

Die recherchierten Erdtanks (siehe Kap. 3.1/Abb. 3 + Fotos 3-4/Anl. 8) innerhalb des Gebäude-Baufeldes müssen – bei tatsächlicher Vorlage / Existenz – aus bau(grund)technischen Gründen dringend gehoben und entfernt werden. Auf alten Erdtanks darf nicht gegründet werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Auskofferungsmaßnahmen von umweltrelevanten Unterflur-Bauteilen (z.B. Tanks, Abscheider, o.ä.) unter gutachterlicher Begleitung durchgeführt werden sollten.

Ferner ist bei Auftreten geruchlich-optisch auffälliger Aushubmassen (z.B. verfärbte Auffüllungen / verunreinigte Böden mit ‚Öl-Geruch o.ä.) umgehend der Gutachter hinzuzuziehen und die zuständige Umweltbehörde zu informieren.

Eine vollständige Aufnahme sämtlicher Auffüllungen ist nicht erforderlich.

Potenzielle Massendefizite sollten lagenweise (max. Lagenmächtigkeit = 30 cm) mit verdichtungsfähigem Material erfolgen.

Für den Massendefizit-Ausgleich sollte grundsätzlich Naturstein-Schotter verwendet werden. Das Schottermaterial ist lagenweise einzubauen und zu verdichten (max. 0,3-m-Einbaulagen).

Plattendruckversuche sollten die ausreichende Verdichtung flächig nachweisen (Forderung bei 0,3 m unter UK Bodenplatte: $E_{v2} \geq 45$ MPa). Eine Befahrbarkeit für Maschinen zur Einbringung der Gründungselemente ist sicherzustellen.

Entfernung potenzieller Oberböden / Aufweichungen:

In einem ersten Schritt sollten im gesamten Baufeld und in Randbereichen die anstehenden Füll-Oberböden/,Mutterböden' (= Beet-/Wiesen-/Rasenflächen) und potenziell aufgeweichte (d.h. weich-breiige) bindige oder stark verlehnte Böden abgetragen werden.

Eine zuvor durchzuführende Rodung / Flächenfreiräumung der Bäume, Büsche und sonstiger Gehölze samt Wurzeln / Stubben wird vorausgesetzt.

zeitliche Durchführung: Die Tiefbauarbeiten sollten während einer trockenen Wetterlage durchgeführt werden, da die bindigen oder verlehnten Füll- und Geogenböden nässeempfindlich sind.

Die Baugrundgüte sowie der notwendige Aufwand sind vor allem im hohen Maße abhängig vom Grad der Durchfeuchtung der bindigen / verlehnten Auffüllungen und der Fluvial-Schluffe.

Bei Frost sind bei den vorliegenden frostempfindlichen Böden keine Erdarbeiten zulässig. In niederschlagsintensiven Perioden sowie in Frostperioden müssen Stillstandszeiten einkalkuliert werden.

ingenieurgeologische Planums-Abnahme: Nach Freilegung des jeweiligen Erd-/Aushubplanums (Bodenplatten-/Sohlplatten-Bereich) sollten ingenieurgeologische Abnahmen 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.

Fugentrennung / Gebäudetrennung:

Bei ggf. nebeneinander vorliegenden unterschiedlichen Gründungstiefen (z.B. Unterkellerung / Nichtunterkellerung nebeneinander) sowie bei generell unterschiedlichen Last-, Gründungs- und Setzungsverhältnissen wird dringend die Schaffung von Fugentrennungen zwischen unterschiedlichen Plangebäude-Teilen erforderlich (Bewegungs- / Bauwerksfugen), um Setzungsdifferenzen schadensfrei kompensieren zu können.

Ein Kraftschluss sollte vermieden werden.

orientierende Angaben zur Wasserhaltung:

[ergänzende Angaben liefert das Fachgutachten IB SCHMIDT + PARTNER]

Grundsätzlich muss Grundwasser bauzeitlich bis 0,5 m unter tiefster Aushubsohle abgesenkt werden.

Bei den Bohrarbeiten im Zeitraum 09.07.-14.07.2015 wurde Grundwasser des ‚oberen Stockwerkes‘ innerhalb der quartären Schichten ermittelt (vorwiegend innerhalb der ‚Fluv.-Kiese‘ und ‚Fluv.-Schluffe‘).

Daten zu den aktuellen GW-Ständen sind Kap. 2.2 zu entnehmen.

Zumindest bei einer ggf. geplanten Unterkellerung (TG / KG's; = Var. A/B/D) werden definitiv Wasserhaltungsmaßnahmen zur bauzeitlichen Absenkung einer ‚drückenden‘ Wassersäule erforderlich; und zwar über eine geschlossene Wasserhaltung.

Lediglich einleitend wird darauf hingewiesen, dass potenzielle Absenkfilter/-brunnen wegen der ‚Fluviatil-Kiese‘ vermutlich gebohrt werden müssen.

Es wird vorsorglich darauf hingewiesen, dass das untere GW-Stockwerk im Festgestein nicht angebohrt werden darf.

Zusätzlich zu der übergeordneten Wasserhaltung für die Baugrube werden auch offene Wasserhaltungen erforderlich, um z.B. tiefergeführte, tiefer auszusachachende Fundament-, Aufzug-Gruben oder sonstiges Tag-/Niederschlagswasser o.ä. zusätzlich und punktuell entwässern zu können (ergänzende offene Wasserhaltung immer vorhalten!).

Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den städtischen Kanal ist die Erlaubnis bei der STEB der STADT PADERBORN bzw. bei der UNTEREN WASSERBEHÖRDE des KREISES PADERBORN zu beantragen.

Entscheidend bei der Wasserhaltung ist die eingangs genannte **maximal zulässige Absenktiefe von max. +109,50 m ü.NN** (= Fachgutachten IB SCHMIDT + PARTNER).

Für die Einbringung der RSV-Säulen wird prinzipiell keine (zusätzliche) Wasserhaltung erforderlich.

Bei übergeordneten Keller-Baugruben, von wo aus die RSV-Säulen eingebracht werden, sind diese selbstverständlich geschlossen und umlaufend fassen.

Böschchen / Verbau: Nach DIN 4124 muss ab Baugrubenteufen $> 1,25$ m geböscht / verbaut werden. Nicht wassergesättigte Böden können mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden. Evtl. vorliegende stauwassererfüllte Abschnitte sowie breite Böden sind nach DIN 4124 zu sichern.

Die potenzielle(n) TG-/KG-Baugrube(n) sollten aus wirtschaftlichen Gründen grundsätzlich **geböscht** werden, wenn dies die Platzverhältnisse zulassen.

An nicht auszuschließenden ‚Engstellen‘ ist stattdessen ein Verbau einzuplanen (z.B. ‚Berliner Verbau‘; Vor-/Auflockerungsbohrungen einkalkulieren!).

Nach Vorlage der konkreten Planung und bei Bedarf können diesbezüglich konkrete Hinweise kurzfristig nachgeliefert werden.

Schotter-Material: Das Material unterhalb der EG-Bodenplatte(n) und/oder unterhalb der ggf. erforderlichen TG-/KG-Sohlplatte(n) (= Bodenplatten- ‚Schotterpolster‘), sowie das Unterbaumaterial bzw. das Massendefizit-Ausgleichsmaterial darunter, sowie das Material für das RSV-Bohrgerät- ‚Arbeitsplanum‘ 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 quell- oder schrumpffähiges Material verwendet werden.

Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100$ % erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter: 45°). Zudem sollte ein allseitiger Überstand von mindestens 0,5 m eingehalten werden.

Das Material ist lagenweise mit einer maximalen Lagenmächtigkeit von 30 cm einzubringen.

Verdichtungsüberprüfung: Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums (UK EG-Bodenplatte[n] oder TG-/KG-Sohlplatte[n]) sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (statische oder dynamische Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung Gründungsplanum auf Mineralgemisch: $E_{v2} = \text{ca. } 60\text{-}80$ MPa, in Abhängigkeit von den statischen Forderungen).

Geotextil: Vor Auftrag des ‚Schotterpolsters‘ für die EG-Bodenplatte(n) oder die TG-/KG-Sohlplatte(n) sowie ggf. vor Aufbringung von Massendefizit-Aufbauten durch Schotter bis zum Niveau OK Erdplanum sollte die Auflage eines Geotextils erfolgen

(Vorschlag: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3; mechanisch verfestigt; Bemessungsfall AS 3/AB 2).

Das Geotextil hat einen positiven Einfluss auf die Langlebigkeit der aufzubringenden Schotterschicht[en] (Verhinderung der sog. 'inneren Erosion').

Arbeitsraumverfüllung: Die geschaffenen Arbeitsräume (Kellergrube[n] und/oder Fundament- und Aufzugsgruben etc.) sollten nach Errichtung grundsätzlich lagenweise mit einem 'HKS-Güteschotter' (s.o.) rückverfüllt werden.

Die max. Einbaulagenmächtigkeit sollte 30 cm nicht überschreiten (Material s.o.).

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

Trockenhaltung der Bauwerke / Bauweise / Betonqualität / Abdichtung:

Ab dem Bemessungswasserstand von ca. 112,00 m ü.NN (Angabe IB SCHMIDT + PARTNER, siehe Kap. 2.2) ist eine permanente GW-Beeinflussung der Fundamente, Boden-/ Sohlplatten, Bohrpfähle/Säulen oder sonstiger Unterflur-Bauteile einzurechnen (Stichwort: Expositionsklassen).

für Unterkellerung (Var. A/B/D): Die Unterflur-Bauteile mit GW-Beeinflussung sollten im vorliegenden Fall generell aus **WU-Beton** bestehen.

Bei einer überwiegend in den Untergrund einbindenden potenziellen TG (bzw. optionaler Einzel-KG's; inkl. der darunter angenommenen Fundamente, Aufzug-Unterfahrten, etc.) und deren empfohlene Errichtung in WU-Beton (Stichwort Expositionsklassen), werden keine zusätzlichen Trockenhaltungsmaßnahmen notwendig.

Wegen der permanenten bis mindestens periodischen GW-Beeinflussung des potenziellen TG bzw. der Einzel-KG's (Lastfall: 'drückendes Wasser von außen') muss die Unterkellerung nach DIN 18 195-6 (Abschnitt 8) druckwasserfest abgedichtet werden.

Empfohlen wird jeweils eine Wannen-Bauweise (sog. 'Weiße Wanne').

Es wird auf die erforderliche 'Rissbreitenbeschränkung' hingewiesen.

Alle Unterflurbauteile unterliegen grundsätzlich Auftriebskräften!

Von Seiten der Statik ist für potenzielle(n) Keller-Bauwerk(e) die Gefahr von **Auftrieb** zu ermitteln und eine ausreichende Auftriebsicherheit zu berücksichtigen.

Es wird auf den o.g. Bemessungswasserstand hingewiesen.

Zusätzlich sollten auch alle weiteren tieferliegende Bauteile wie potenzielle TG-Zufahrten, Anlieferungsrampen, Aufzugsschächte o.ä. in Wannen-Bauweise ('Weiße Wanne') errichtet werden.

Auch die potenziellen Fundamente unterliegen einer permanenten GW-Beeinflussung. Dies sollte ebenfalls bei der Betonauswahl berücksichtigt werden (Stichwort Expositionsclassen; empfohlen: WU-Beton).

für Nichtunterkellerung (Var. C): Zumindest die EG-Bodenplatte(n) bei einer potenziellen Nichtunterkellerung werden beim Einbau einer jeweils ausreichenden Kapillarbrechung (Güteschotter, $d \geq 30$ cm) und einer Modellierung / Schaffung eines Gefälles vom Gebäude weg nicht beeinflusst.

Die flächig einzubauende Schottertragschicht fungiert dabei als kapillarbrechender Sohlenunterbau. Eine Abdichtung des Bauwerkes gegen Erdfeuchte nach DIN 18 195-4 wird dann ausreichen.

Bei einer Nicht-Unterkellerung handelt sich um den Lastfall 'Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser' (DIN 18 195-4).

Unabhängig von diesen Vorschlägen sollten die Hinweise der DIN 18 195 ("Bauwerksabdichtung"), der DIN 4117 ("Abdichtung von Bauwerken gegen Bodenfeuchtigkeit") und der DIN 4122 ("Abdichtung von Bauwerken gegen nicht drückendes Oberflächen- und Sickerwasser") beachtet werden.

Die Unterzeichner raten von einer Drainage ab, da Drainagewässer nicht in das Kanalnetz eingeleitet werden dürfen.

Salzwassereintrag in TG: Es ist infolge der ggf. angedachten Nutzung des KG als Tiefgarage ein Salzwassereintrag zu berücksichtigen. Die Tiefgarage muss entsprechend dem aktuellen Stand der Technik errichtet werden (u.a. • DIN 1045, • DIN EN 1504, • Deutscher Ausschuss für Stahlbeton – DAfStb, Heft 525 und Heft 526, • Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein – DBV 'Parkhäuser und Tiefgaragen').

I.B. ist für die Tiefgarage eine ‚Rissbreitenbeschränkung‘ und ein geeignetes Oberflächenschutzsystem (Bodenbereich) zu berücksichtigen.

Frostsicherheit:

Es ist in frostsicherer Tiefe zu gründen (1,0 m).

Für ggf. nicht-unterkellerte Gebäude / Gewerke erfolgt dies über frostsicher einzu-
bindende ‚Frostschutzschürzen‘ (Beton; ggf. Schotter) oder umlaufende Streifen-
fundamente. Alternativ wäre ein deutlich verstärktes vollflächiges ‚Schotterpolster‘
zu realisieren.

Bei einer ggf. vorgesehenen Unterkellerung wird eine ausreichende Frostsicher-
heit ohnehin gewährleistet.

Betonaggressivität:

Angaben zur ‚Betonaggressivität‘ des Grundwasser liegen nicht vor und müssten
entsprechend nachgereicht werden. Vorsorglich wird darauf hingewiesen, dass
ggf. Zuschlagsstoffe für den Beton einzuplanen sind. Es wird somit im Vorfeld der
weiteren Planungen empfohlen, eine Wasserprobe entnehmen und auf den Pa-
rameterumfang ‚Betonaggressivität‘ analysieren zu lassen.

Wiedereinbaueignung:

Das gesamte Baugruben-Aushubmaterial ist nicht bzw. nicht ohne zusätzlichen
Aufbereitungs-Aufwand wiedereinbaufähig.

Die bindigen bzw. stark verlehnten Füll- und Geogen-Böden erreichen nicht bzw.
nicht durchgängig die erforderliche Proctordichte von $d_{pr} \geq 95\%$ und es sind Ver-
formungsmodul $E_{v2} \leq 45$ MPa zu erwarten.

Demnach werden die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB nicht erfüllt.

Die bindigen und stärker verlehnten Füll- und Geogen-Böden sind zusätzlich als
sehr frostempfindlich einzustufen (Klasse F 3 nach ZTVE-StB).

Ist davon auszugehen, dass Bereiche auch weiterhin einer reinen Grünbereichsnut-
zung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann das ausgehobene bindige
bzw. stark verlehnte Material dort wiederverfüllt werden.

In Bereichen zukünftiger Straßen-/Wegenutzung sowie setzungsempfindlichen Be-
reichen sollte grundsätzlich ein verdichtungsfähiges Mineralgemisch (z.B. 0/45-
HKS-Güteschotter) eingebaut werden; auch in den Arbeitsräumen.

Bezüglich der kontrollanalytischen bzw. verwertungs-/entsorgungsrelevanten Klas-
sifizierung wird auf Kap. 3.4 hingewiesen.

5.2 potenzieller Wegebau + Stell-/Bewegungsflächen + TG-Rampe:

Angaben zu den Bauklassen liegen nicht vor. Nach der RStO 12 (*'Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen'*, Ausgabe 2012) sind die zu errichtenden Stell- / Bewegungsflächen sowie die Rampenzufahrt vermutlich folgender Verkehrs- / Straßenart zugehörig: *'Abstellfläche für Pkw-Verkehr'* bzw. *'Wohnweg'*. Sie wird daher in die Belastungsklasse Bk0,3 gestellt.

Sollten die vorgenannten Einstufungen nicht zutreffen, so wird um Benachrichtigung zwecks Anpassung gebeten.

Die Planumböden (diverse Auffüllungen und Fluvial-Schluff) werden nach der ZTVE-StB in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (*'sehr frostempfindlich'*) eingestuft.

Nach der ZTVE-StB sind Frostschutzmaßnahmen erforderlich.

Mehr-/Minderdicken: Das Areal ist der Frosteinwirkungszone I zugehörig (keine Mehrdicke). Nach der RStO 12 muss eine Mehrdicke von 5 cm aufaddiert werden, da Grundwasser periodisch höher als 1,5 m unter Planum vorliegt.

Es wird von einer Entwässerung über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen ausgegangen (Minderdicke: 5 cm)

RStO-Dicke des frostsicheren Straßen- und Rampenaufbaus: Stellplätze: **50 cm** (Bk0,3, Mehrdicke eingerechnet), Rampe: **50 cm** (Bk0,3, Mehr-/Minderdicke eingerechnet).

Der Oberbau-Aufbau der Verkehrsflächen sollte nach der *'Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen'* (RStO 12) erfolgen. Es sollte ausschließlich Gütematerial verwendet werden. In einem ersten Schritt sind alle organischen und breiigen Böden (Aufweichungen) zu entfernen. Anschließend muss das Massendefizit bis UK Oberbau mit Güteschotter lagenweise aufgebaut werden.

Der Schluff darf nicht nachverdichtet werden.

Die o.g. Schichtdicke auf dem Erdplanum setzt ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ voraus. Dieser Verformungsmodul kann vermutlich nicht bzw. nicht durchgängig auf den diversen Auffüllungen und Fluv.-Schluffen erzielt werden.

Daher werden vermutlich Untergrundverbesserungen zur Erzielung des o.g. Verformungsmoduls auf Erdplanumniveau notwendig werden.

Es ist davon auszugehen, dass vor Auftrag der RStO-Schichtmächtigkeiten in den Schluff-Abschnitten zunächst Schotter aufgebracht und verdichtet werden muss (Untergrundverbesserung). Aus Erfahrung sollte für die Kalkulation eine ca. 25 cm mächtige Untergrundverbesserung bestehend aus einem Kalksteinschotter eingeplant werden, was jedoch zum Zeitpunkt der Arbeiten zu konkretisieren ist. Sinnvoll ist eine Probefeldanlage.

Diese Verbesserungen sind abhängig von den tatsächlichen Konsistenzverhältnissen auf Erdplanum. Nach der RStO darf die Untergrundverbesserung nicht auf die Dicke des frostsicheren Aufbaus angerechnet werden.

Angeraten wird vor Auftragsarbeit die flächendeckende Einlage eines Geotextils (GRK 3) im Bereich bindiger bzw. stark verlehmtter Böden/Auffüllungen und der Geogen-Schluffe.

Auf dem Schotterplanum sollten die RStO-Verdichtungsanforderungen mittels statischen Lastplattendruckversuchen nachgewiesen werden.

Verdichtungsanforderungen: Sehr wichtig ist der flächendeckende Nachweis eines Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Erdplanum mittels statischen Plattendruckversuchen, da ansonsten der von der RStO geforderte Verformungsmodul auf Schotterplanum nicht erreicht werden kann (Belastungsklasse Bk0,3):

- Bauweise mit Pflasterdecke (Stell-/Bewegungsfläche): $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
- Bauweise mit Betondecke (Rampenzufahrt): $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$

Forderung Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} < 2,5$. Vorgenannte Verdichtungsanforderungen sollten flächendeckend nachgewiesen werden.

Ausführung des Oberbaus: Für die Rampenzufahrt wird eine Bauweise mit Betondecke und für die Stell-/Bewegungsfläche eine Bauweise mit Pflasterung vorgeschlagen.

Nachfolgend ist ein möglicher Aufbau nach RStO 12 für den Rampen- und den Stell- / Bewegungsflächenbereich unmaßstäblich skizziert (Abb. 6 + Abb. 7).

Eine Schemaskizze betrifft die Bauweise mit Betondecke (Rampe, RStO 12, Tafel 2, Zeile 4) und die andere Schemaskizze betrifft die Bauweise mit Pflaster (Stell-/Bewegungsflächen, RStO 12, Tafel 3, Zeile 1), wobei in beiden Fällen die Belastungsklasse Bk0,3 herangezogen wird.

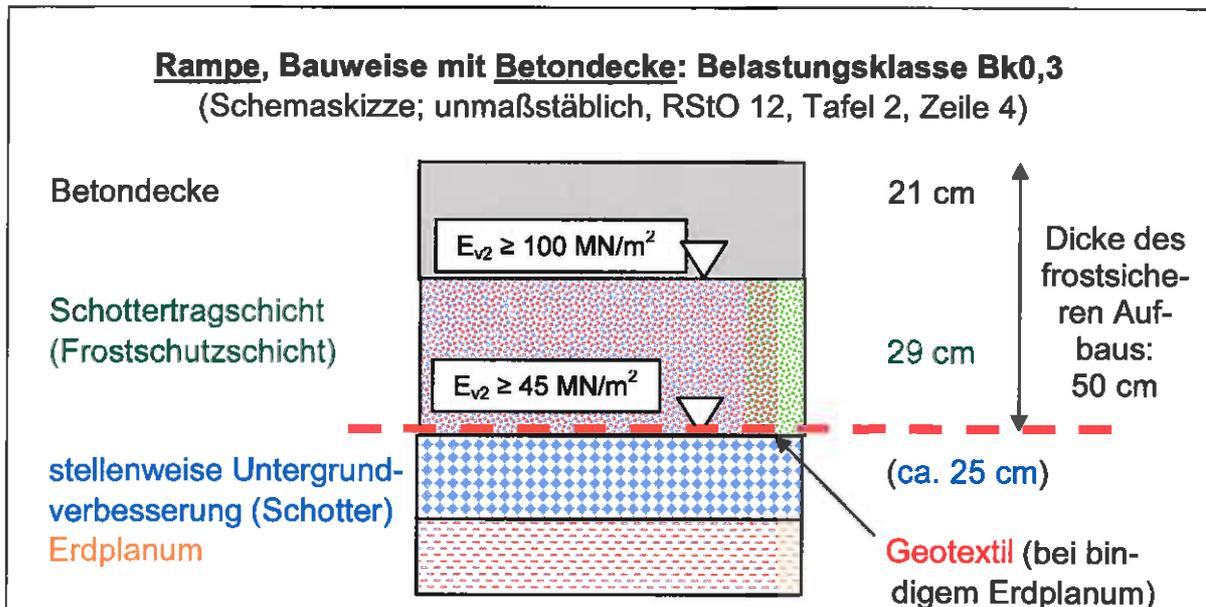


Abb. 6: ‚Aufbau‘ Betondecke Rampe

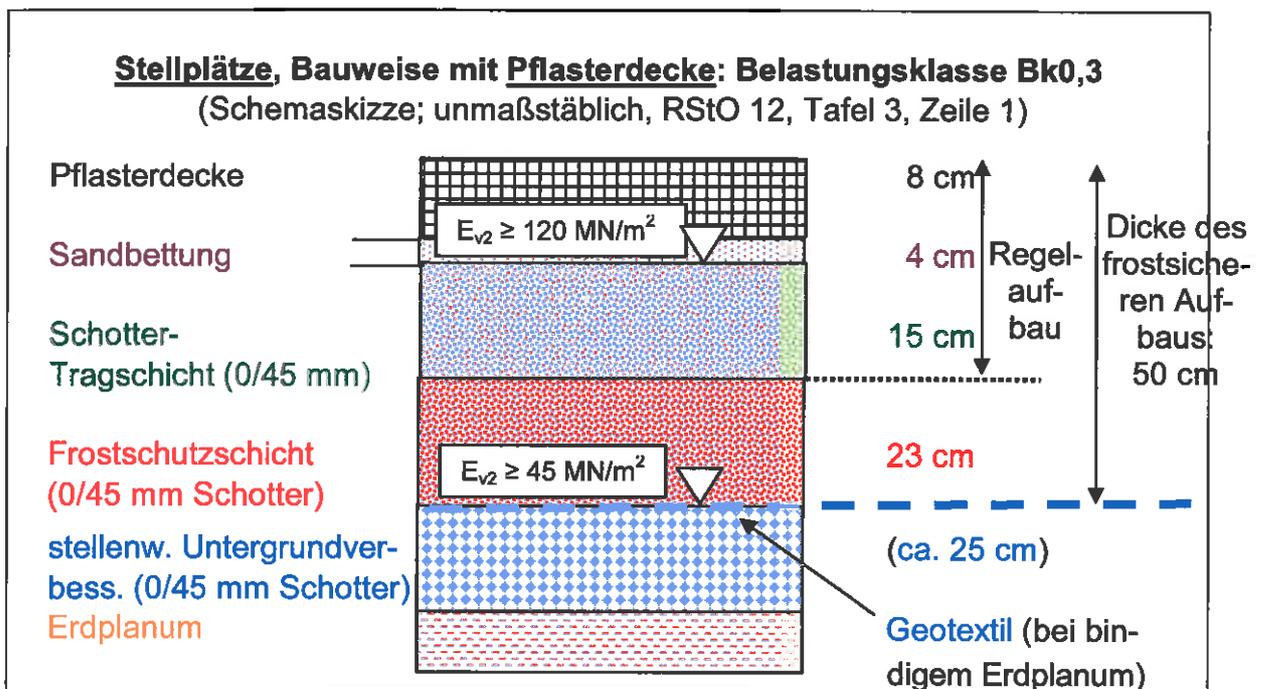


Abb. 7: ‚Aufbau‘ Pflasterdecke Außenanlagen

6.0 Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (M = 1 : 500)
- Anlage 2.1-2.5: Schichtenprofile / Schnittdarstellungen / GWM-Ausbau
- Anlage 3.1-3.4: Korngrößenanalysen (Laborprotokolle)
- Anlage 4.1-4.4: Wassergehaltsbestimmungen (Laborprotokolle)
- Anlage 5.1-5.2: Bestimmung des organischen Anteils (Laborprotokolle)
- Anlage 6.1-6.2: Bestimmung der Zustandsgrenzen (Laborprotokolle)
- Anlage 7.1: chemische Analysen – KW-Index-Analysen (Laborprotokolle)
- Anlage 7.2: chemische Analysen – LAGA- u. DK-Analyse (Laborprotokolle)
- Anlage 8.1: Fotodokumentation (vor-Ort: bis 14.07.2015)

KLEEGRÄFE – GEOTECHNIK GMBH

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

ppa. O. Bußkamp
(Dipl.-Geol.)



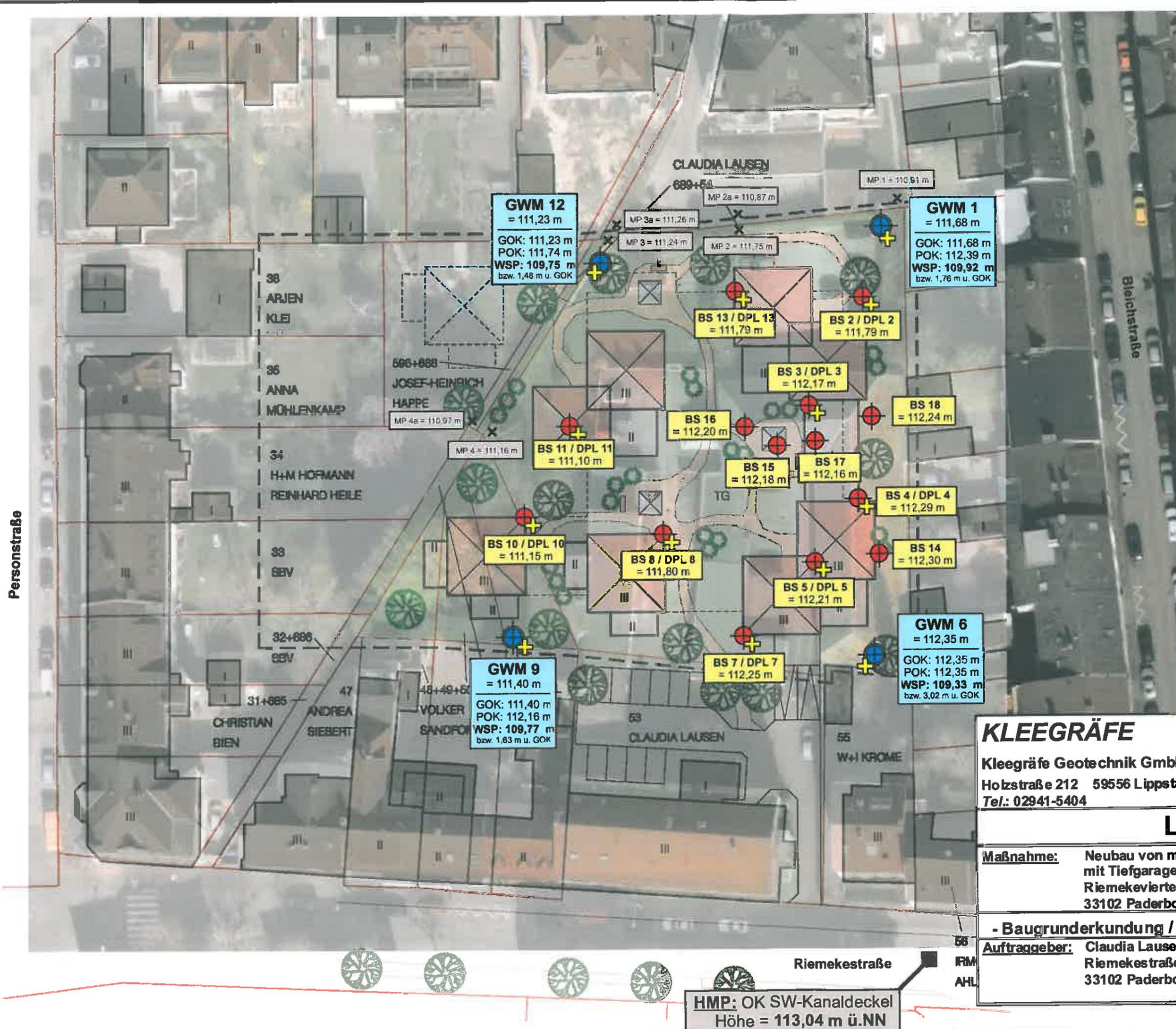
Verteiler: - RIEPING + RIEPING GMBH Andreasstraße 18, 33098 Paderborn 2 x + pdf

ANLAGE 1.1
Lageplan (M = 1 : 500)

Paderborn



Maßstab
1 : 500
5 m



Zeichenerklärung:

- BS** Kleinbohrung gemäß DIN 4021
- DPL** Rammsondierung gemäß DIN 4094
- GWM** Grundwassermessstelle (Ø 1 1/2 ")
- HMP** Höhenmesspunkt
- MP 1** Höhenmesspunkt

KLEEGRÄFE

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



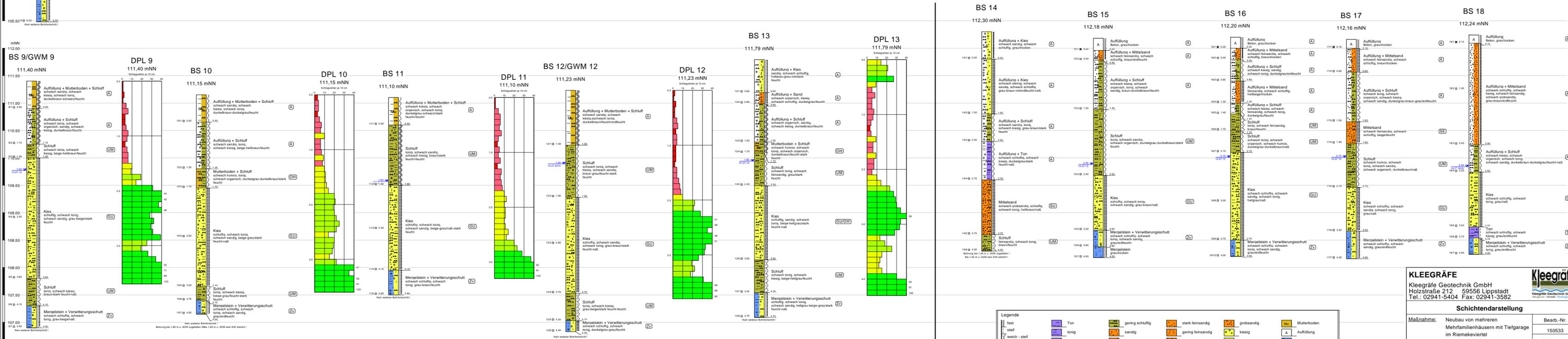
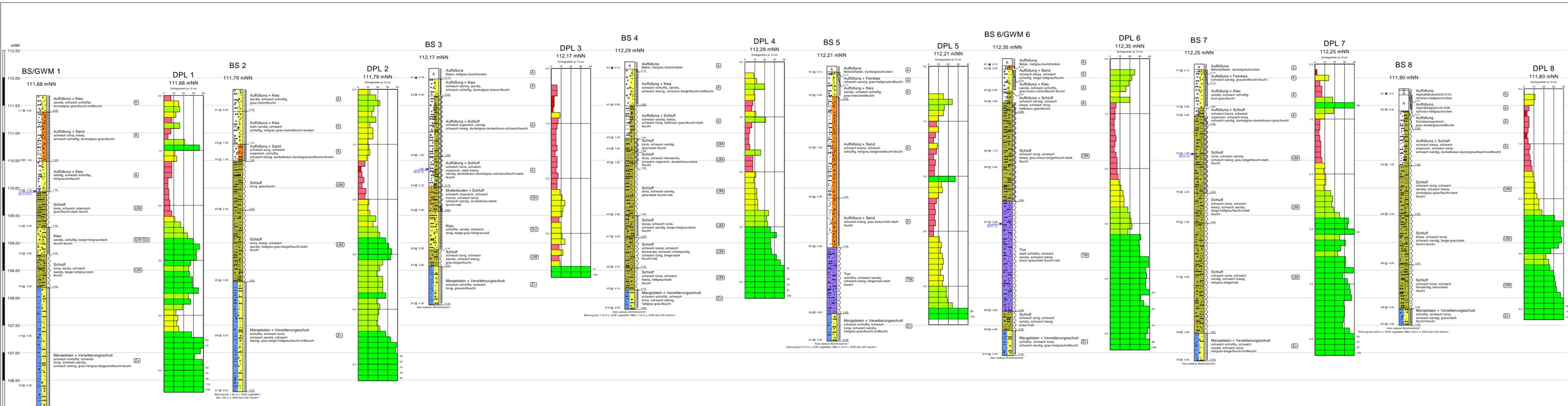
Lageplan

Maßnahme: Neubau von mehreren MFH mit Tiefgarage Riemekeviertel 33102 Paderborn	Bearb.-Nr.
	150533
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Anlage: 1
	Blatt: 1
	Jul 2015
	KleeMey
Auftraggeber: Claudia Lausen Riemekestraße 44 33102 Paderborn	M. 1 : 500

HMP: OK SW-Kanaldeckel
Höhe = 113,04 m ü.NN

A N L A G E 2.1 – 2.5

Schichtenprofile / Schnittdarstellungen / GWM-Ausbau



Legende		Legende DPL	
fest	Ton	gering schluffig	sehr locker
stief	tonig	sandig	locker
weich - stief	stark tonig	Sand	mittelsticht
weich	stark tonig	stark sandig	dicht
breilig - weich	stark tonig	gering sandig	sehr dicht
locker bis sehr locker	Schluff	Feinsand	
mittelsticht	schluffig	Grobsand	
dicht	stark schluffig	Feinkies	
		Mutterboden	
		Auffüllung	
		Mergelstein	

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

Schichtendarstellung

Maßnahme: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage im Riemekievertal in 33102 Paderborn

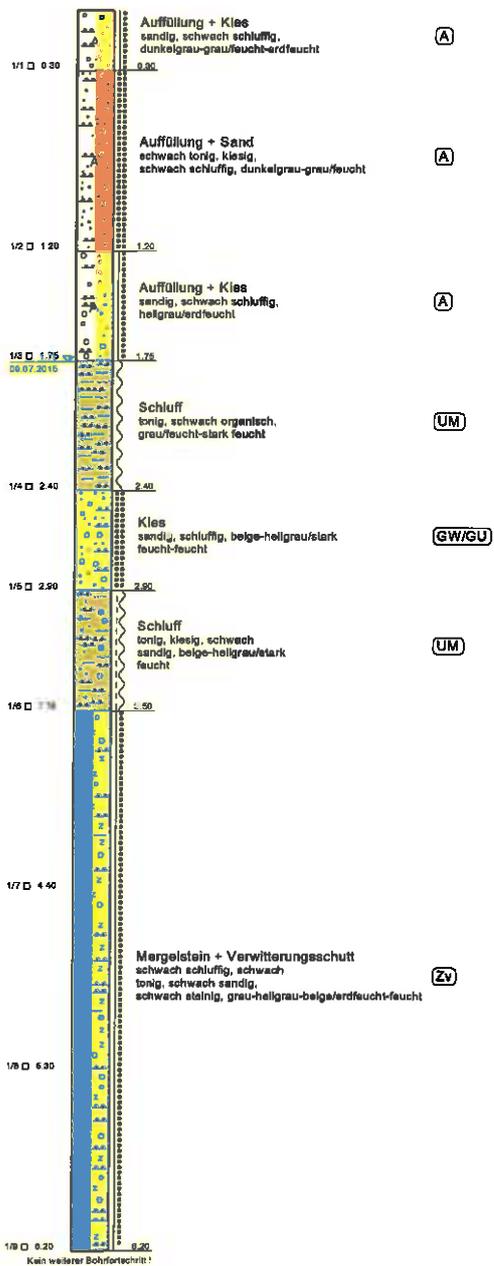
Auftragnehmer: Claudia Lausen
 Andreasstraße 18
 33102 Paderborn

Bearb.-Nr.: 150533
 Anlage 2.1

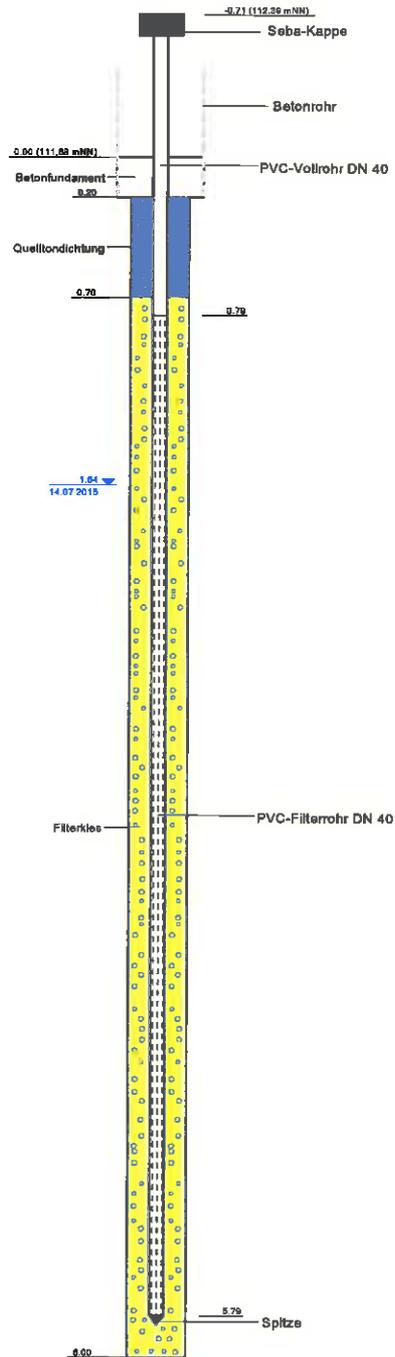
Geologe: Hr. Schulte/Hr. Hermes
 Datum: 09-14.07.2015

BS/GWM 1

111,66 mNN



GWM 1



KLEEGRÄFE

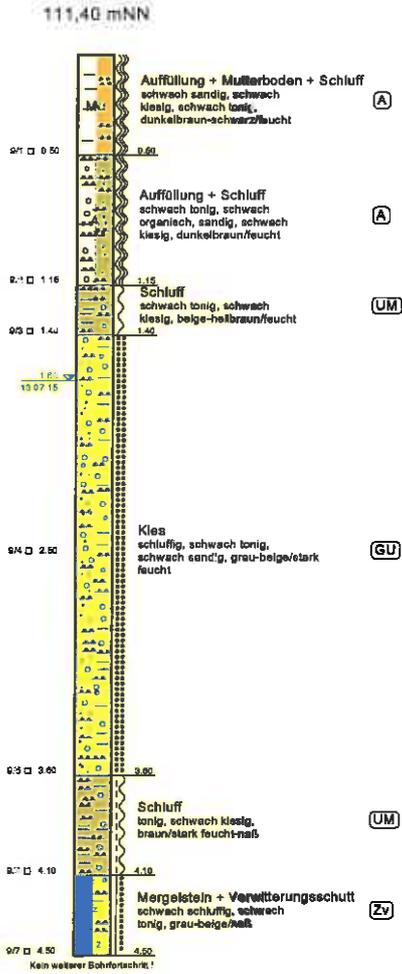
Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582



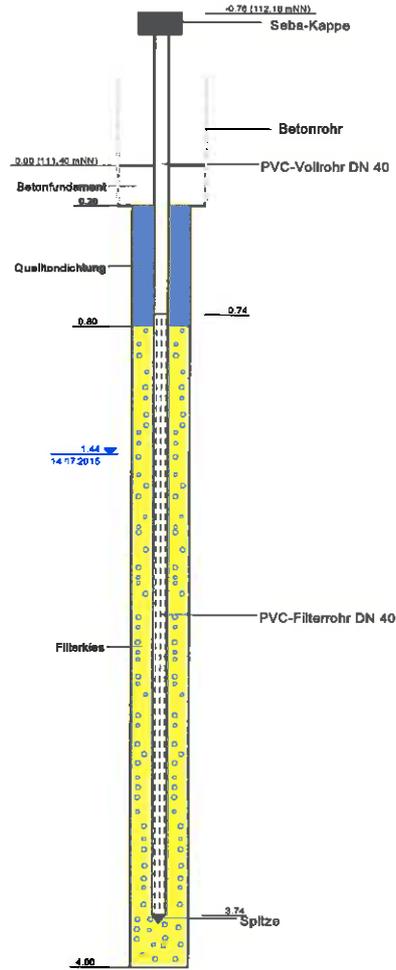
Ausbauprofil GWM 1

Maßnahme: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage im Riemekeviertel in 33102 Paderborn	Bearb.-Nr.
	150533
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Anlage 2.2
	Geologe:
Auftraggeber: Claudia Lausen Andreasstraße 18 33102 Paderborn	Hr. Schulte/Hr. Hermes
	Datum:
	09-14.07.2015

BS 9/GWM 9



GWM 9



KLEEGRÄFE

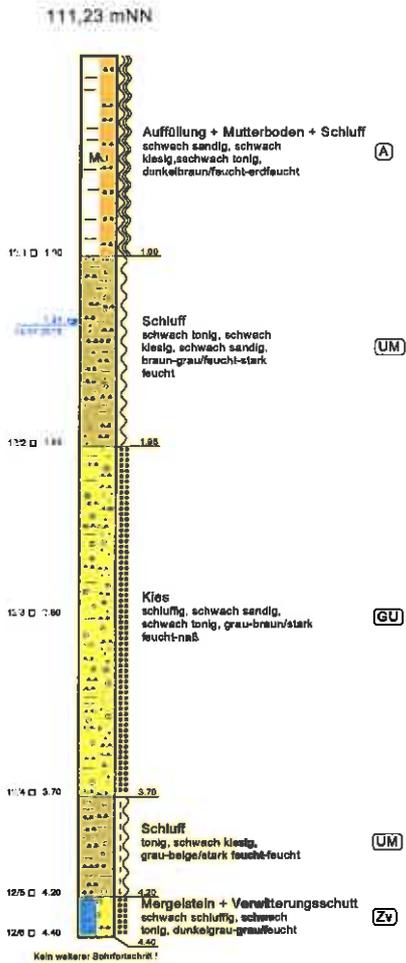
Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582



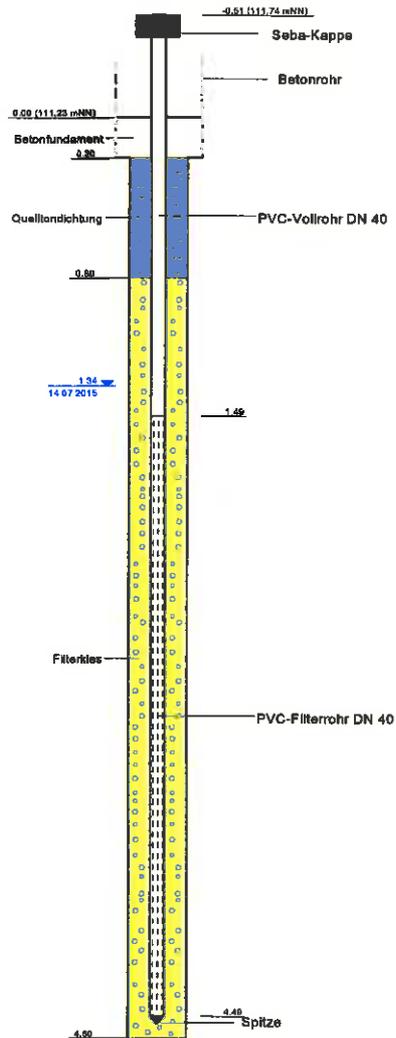
Ausbauprofil GMW 9

Maßnahme: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage im Riemkeviertel in 33102 Paderborn	Bearb.-Nr. 150533
	Anlage 2.4
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Geologe: Hr. Schulte/Hr. Hermes
Auftraggeber: Claudia Lausen Andreasstraße 18 33102 Paderborn	Datum: 09-14.07.2015

BS 12/GWM 12



GWM 12



KLEEGRÄFE

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



Ausbauprofil GW 12

Maßnahme: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage im Riemekeviertel in 33102 Paderborn	Bearb.-Nr.
	150533 Anlage 2.5
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Geologe:
Auftraggeber: Claudla Lausen Andreasstraße 18 33102 Paderborn	Hr. Schulte/Hr. Hermes
	Datum:
	09-14.07.2015

ANLAGE 3.1 – 3.4
Korngrößenanalysen (Laborprotokolle)

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

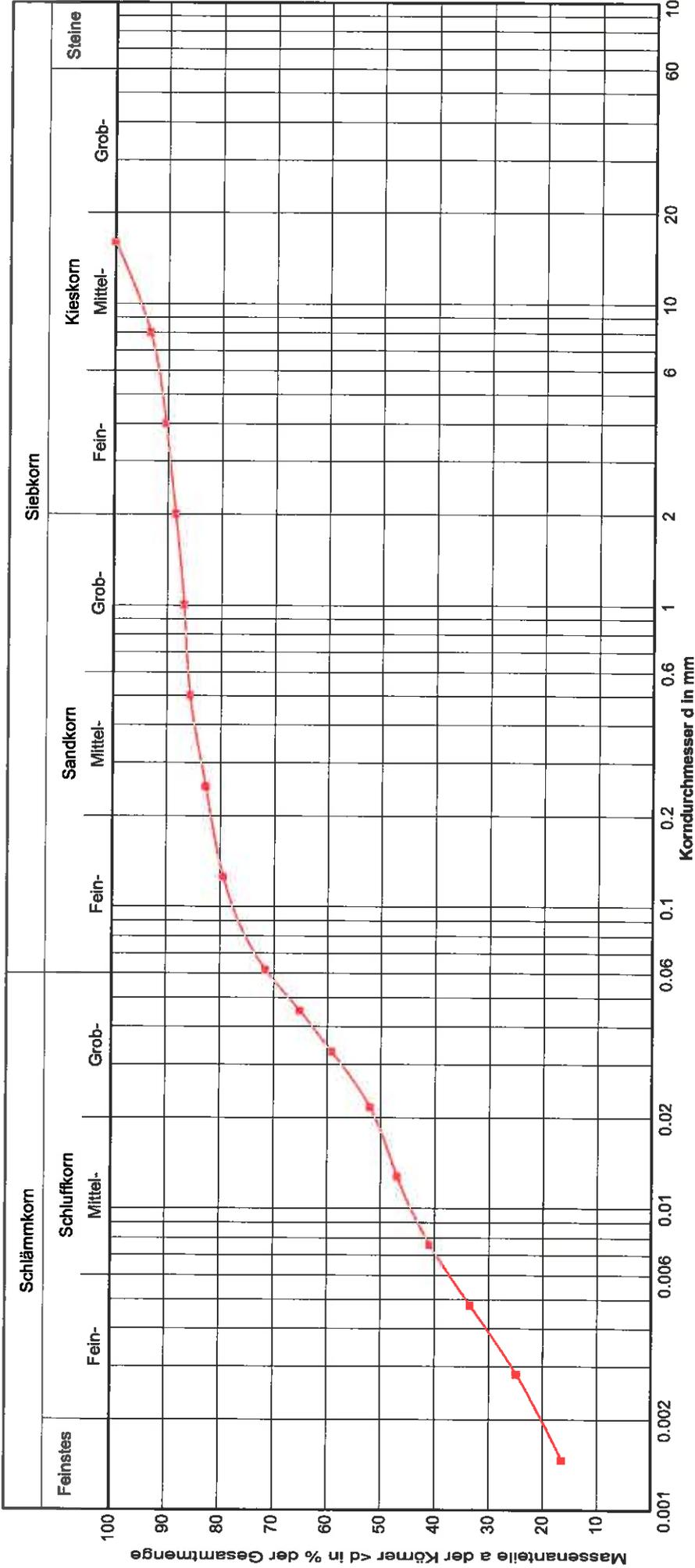
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
 mit Tiefgarage, Riemkeviertel in 33102 Paderborn
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemkestraße 44, Paderborn
 Sachbearbeiter: Herr Bußkamp

Anlage
 3
 Nr.:
 1

Prüfung DIN 18 123 - I



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	Korndichte [g/cm³]	k (Hazens) [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
Probe 1/6		2,90-3,50 m	Schluff, tonig, sandig, schw. kiesig	2.670				kf-Wert (BEYER): < 6,0 x 10^-9 m/s

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
mit Tiefgarage, Riemekeviertel in 33102 Paderborn
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 1
Tiefe : 2,90-3,50 m
Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemekestraße 44, Paderborn

Datum : 09.07.2015

Probe : Probe 1/6

Person : Herr Schulte

Bodenart : Schluff, tonig, sandig, schw. kiesig

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
56.0			
45.0			
31.5			
22.4			
16.0			100.00
8.0	3.29	6.50	93.50
4.0	1.51	2.98	90.52
2.0	0.99	1.96	88.56
1.0	0.78	1.54	87.02
0.5	0.64	1.26	85.75
0.250	1.49	2.94	82.81
0.125	1.68	3.32	79.49
0.063			
Schale	40.23	79.49	
Summe	50.61	100.00	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 7

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 22.07.2015
Person : Frau Gärtner
Trockenmasse [g] : 50.6
Größtkorn [mm] : 16.0
Kornform : kantig, flach

allgemeine Angaben zur Sedimentation

Datum : 22.07.2015
Person : Frau Gärtner
Trockenmasse [g] : 40.2
Korndichte [g/cm³] : 2.670
Aräometer : 1999760
Dispergierungsmittel : Na4P2O7*10H2O
Meniskuskorrektur : 0.60
100% Lesung : 25.2
Hilfswert : 3.97

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 [%]
30"	21.0	24.6	0.0616	21.6	22.6	90.0	71.5
1'	19.0	24.6	0.0451	19.6	20.6	82.0	65.2
2'	17.1	24.6	0.0329	17.7	18.7	74.5	59.2
5'	14.8	24.7	0.0215	15.4	16.5	65.4	52.0
15'	13.2	24.7	0.0127	13.8	14.9	59.1	47.0
45'	11.2	24.8	0.0075	11.8	12.9	51.2	40.7
2h	8.8	25.1	0.0047	9.4	10.6	42.0	33.4
6h	6.0	25.6	0.0028	6.6	7.9	31.3	24.9
24h	3.5	24.8	0.0015	4.1	5.2	20.6	16.4

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER): < 6,0 x 10⁻⁹ m/s

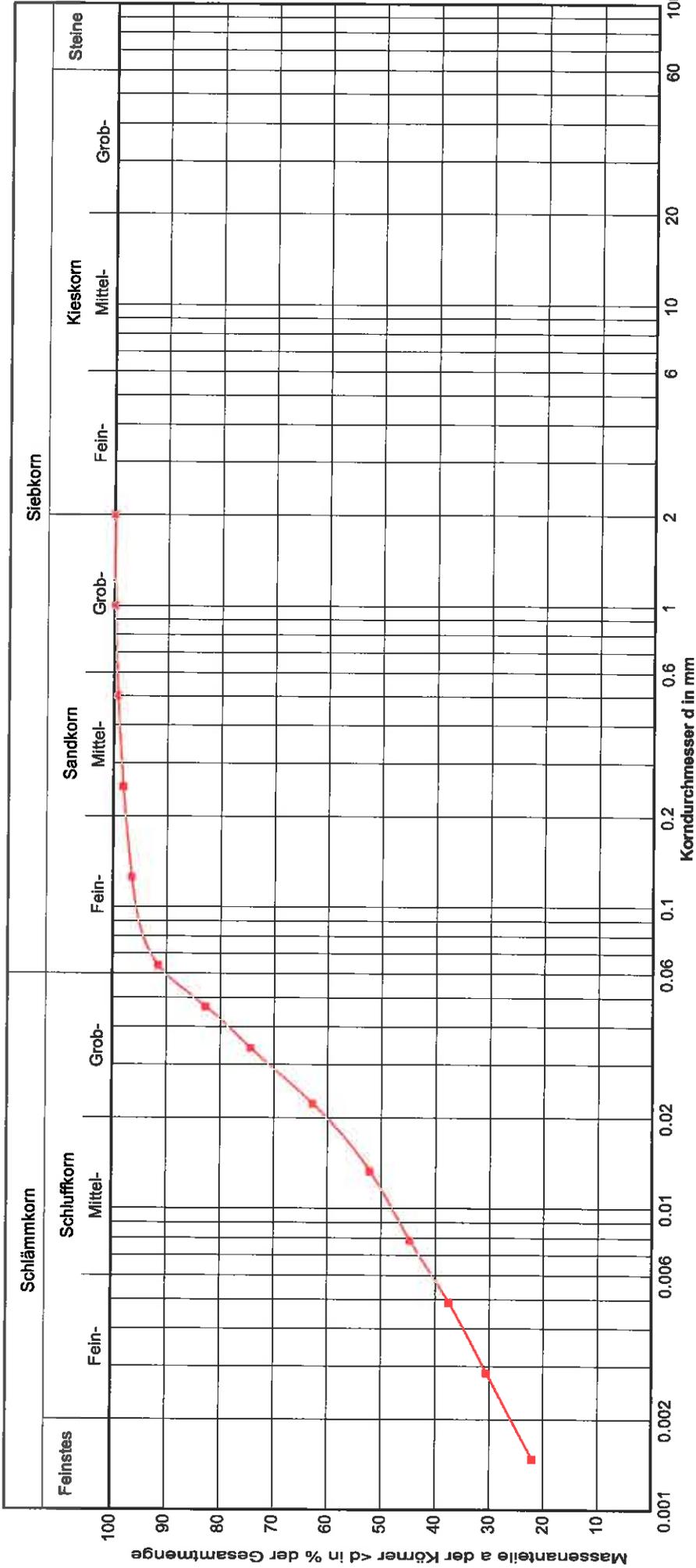
Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
 Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

Korngrößenverteilung
 nach DIN 18123

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
 mit Tiefgarage, Riemkeviertel in 33102 Paderborn
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Frau Claudia Lauen, Riemkestraße 44, Paderborn
 Sachbearbeiter: Herr Bußkamp

Anlage
 3
 Nr.:
 2

Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H ₂ O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]	k (Hazens) [m/s]	U (d ₆₀ /d ₁₀)	C _c	Bemerkungen
Probe 6/6		1,70-2,60 m	Schluff, tonig, schw. sandig	31.6	2.670				kf-Wert (BEYER): < 6,0 x 10 ⁻⁹ m/s

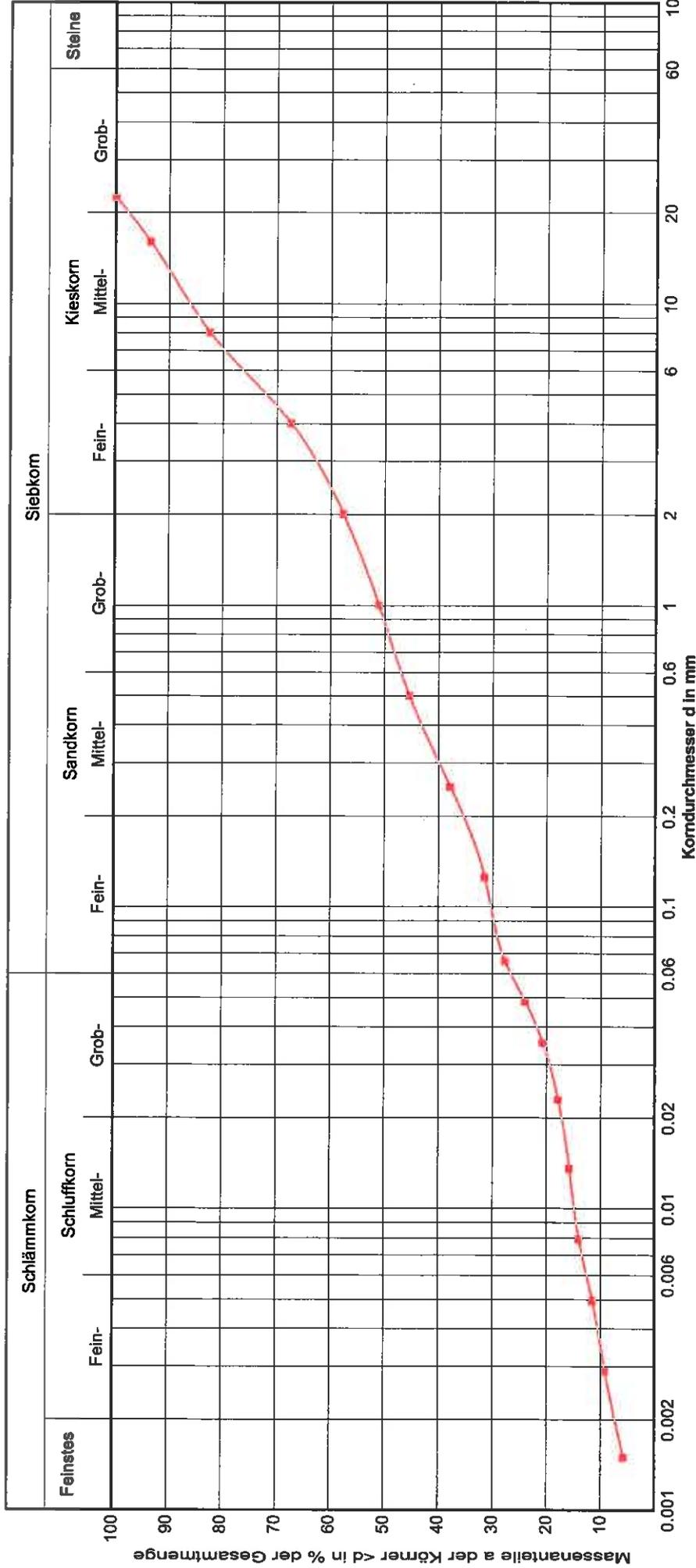
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

Korngrößenverteilung
 nach DIN 18123

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
 mit Tiefgarage, Riemkeviertel in 33102 Paderborn
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemkestraße 44, Paderborn
Sachbearbeiter: Herr Bußkamp

Anlage
 3
 Nr.:
 3

Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k (Hazen) [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
Probe 11/3	—	1,60-2,40 m	Kies, stark sandig, schluffig, schw. tonig	9.9	2.670		697.3	1.0	kt-Wert (BEYER): < 1,0 x 10^-6 m/s

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

Korngrößenverteilung

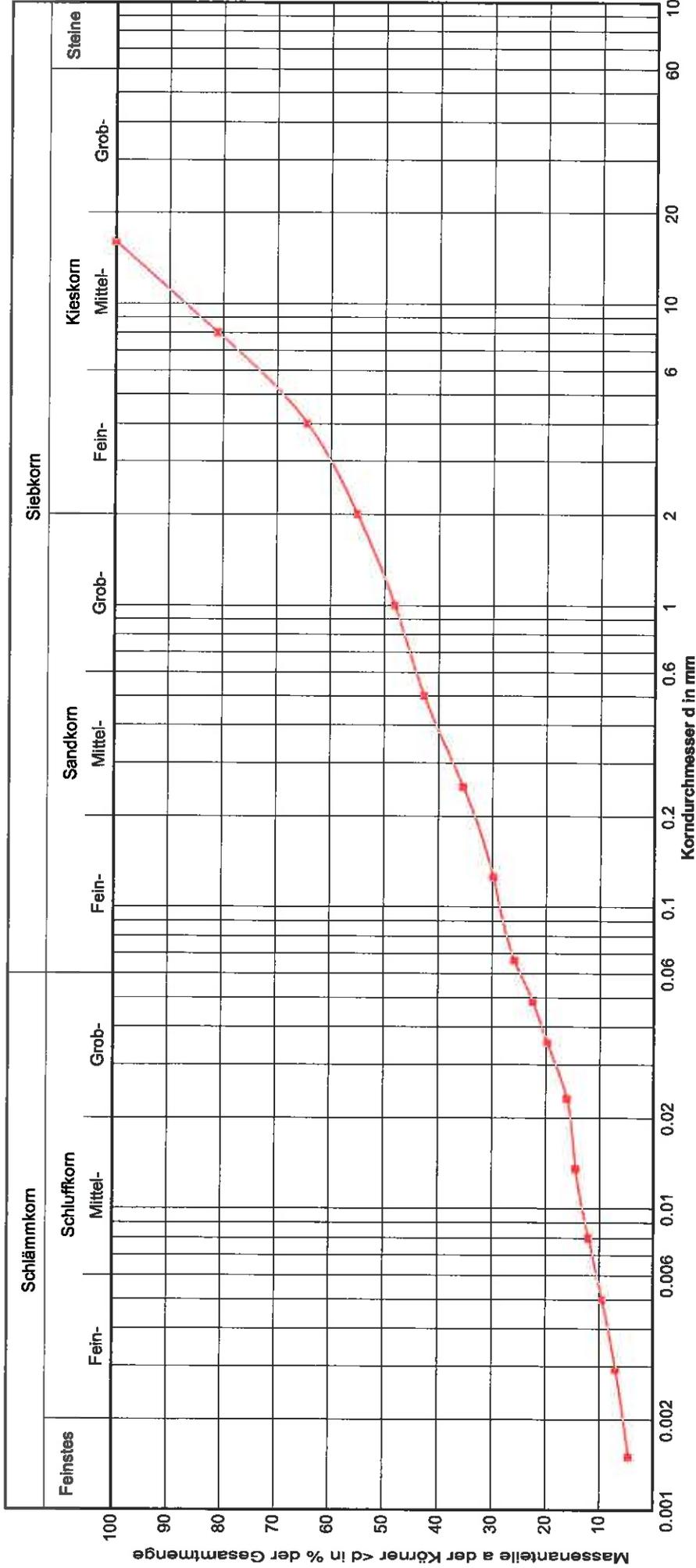
nach DIN 18123

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
 mit Tiefgarage, Riemkeviertel in 33102 Paderborn
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Frau Claudia Lusen, Riemkestraße 44, Paderborn
 Sachbearbeiter: Herr Bußkamp

Anlage
3

Nr.:
4

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 13/6	—	2,30-3,65 m	Kies, st. sandig, schluffig, schw. tonig	11.0	2.670		552.6	1.1	kf-Wert (BEYER): < 1,0 x 10 ⁻⁶ m/s

ANLAGE 4.1 – 4.4
Wassergehaltsbestimmungen (Laborprotokolle)

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
 mit Tiefgarage, Riemekviertel in 33102 Paderborn
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 1
 Tiefe : 2,90-3,50 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemekstraße 44, Paderborn

Datum : 09.07.2015

Probe : Probe 1/6

Person : Herr Schulte

Bodenart : Schluff, tonig, sandlg, schw. kiesig

Witterung :

Datum : 22.07.2015

Prüfung DIN 18 121

Person : Frau Gärtner

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	232.91		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	229.43		
Masse des Behälters	[g]	207.80		
Masse des Wassers	[g]	3.48		
Masse der trockenen Probe	[g]	21.63		
Wassergehalt	[%]	16.1		

		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 [%] : 16.09

Bemerkungen :

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
 mit Tiefgarage, Riemekeviertel in 33102 Paderborn
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 6
 Tiefe : 1,70-2,60 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemekestraße 44, Paderborn

Datum : 09.07.2015

Probe : Probe 6/6

Person : Herr Schulte

Bodenart : Schluff, tonig, schw. sandig

Witterung :

Datum : 22.07.2015

Prüfung DIN 18 121

Person : Frau Gärtner

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	257.79		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	246.72		
Masse des Behälters	[g]	211.73		
Masse des Wassers	[g]	11.07		
Masse der trockenen Probe	[g]	34.99		
Wassergehalt	[%]	31.6		

		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 [%] : 31.64

Bemerkungen :

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
mit Tiefgarage, Riemekeviertel in 33102 Paderborn
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemekestraße 44, Paderborn

Probe : Probe 11/3

Bodenart : Kies, stark sandig, schluffig, schw. tonig

Ort : BS 11

Tiefe : 1,60-2,40 m

Art : gestörte Probe

Datum : 11.07.2015

Person : Herr Schulte

Witterung :

Datum : 22.07.2015

Person : Frau Gärtner

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	284.18		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	277.52		
Masse des Behälters	[g]	216.22		
Masse des Wassers	[g]	6.66		
Masse der trockenen Probe	[g]	61.30		
Wassergehalt	[%]	10.9		

		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 [%] : 10.86

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.:

4

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
mit Tiefgarage, Riemekeviertel in 33102 Paderborn
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemekestraße 44, Paderborn

Probe : Probe 13/6

Bodenart : Kies, st. sandig, schluffig, schw. tonig

Ort : BS 13

Tiefe : 2,30-3,65 m

Art : gestörte Probe

Datum : 09.07.2015

Person : Herr Schulte

Witterung :

Datum : 22.07.2015

Person : Frau Gärtner

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	271.76		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	265.73		
Masse des Behälters	[g]	210.75		
Masse des Wassers	[g]	6.03		
Masse der trockenen Probe	[g]	54.98		
Wassergehalt	[%]	11.0		

		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 [%] : 10.97

Bemerkungen :

ANLAGE 5.1 – 5.2

Bestimmung des organischen Anteils (Laborprotokolle)

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
 mit Tiefgarage, Riemekeviertel in 33102 Paderborn
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemekestraße 44, Paderborn
 Probe : Probe 3/4
 Bodenart : schw. organ. Füll-Lehm

Ort : BS 3
 Tiefe : 1,60-2,15 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 09.07.2015
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Datum : 22.07.2015
 Person : Frau Gärtner

Prüfung DIN 18 128 - GL

Glühzeit [h]: 2

		1	2	3
Masse des Tiegels	[g]	26.790	26.990	29.230
Masse der trockenen Probe + Tiegel	[g]	55.200	54.760	54.750
Masse der geglühten Probe + Tiegel	[g]	53.310	52.100	53.830
Masse der trockenen Probe	[g]	28.410	27.770	25.520
Masse der geglühten Probe	[g]	26.520	25.110	24.600
Glühverlust	[%]	6.653	9.579	3.605
Mittelwert des Glühverlustes	[%]	6.612		

Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

Glühverlustbestimmung

nach DIN 18128

Anlage

5

Nr.:

2

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern
mit Tiefgarage, Riemekeviertel in 33102 Paderborn
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemekestraße 44, Paderborn

Probe : Probe 3/5

Bodenart : 'Mutterboden'

Ort : BS 3

Tiefe : 2,15-2,60 m

Art : gestörte Probe

Datum : 09.07.2015

Person : Herr Schulte

Witterung :

Datum : 22.07.2015

Person : Frau Gärtner

Prüfung DIN 18 128 - GL

Glühzeit [h]: 2

		1	2	3
Masse des Tiegels	[g]	26.740	28.380	27.720
Masse der trockenen Probe + Tiegel	[g]	53.150	52.760	54.000
Masse der geglühten Probe + Tiegel	[g]	51.210	51.270	52.260
Masse der trockenen Probe	[g]	26.410	24.380	26.280
Masse der geglühten Probe	[g]	24.470	22.890	24.540
Glühverlust	[%]	7.346	6.112	6.621
Mittelwert des Glühverlustes	[%]	6.693		

Bemerkungen :

ANLAGE 6.1 – 6.2

Bestimmung der Zustandsgrenzen (Laborprotokolle)

Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage
 Riemekeviertel in 33102 Paderborn
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemekestraße 44, 33102 Paderborn
 Probe: 1/6
 Bodenart: Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig

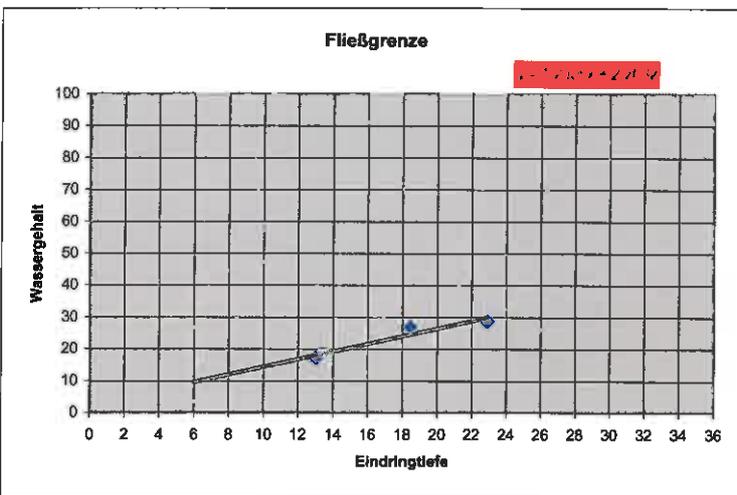
Ort: BS 1
 Tiefe: 2,90-3,50 m
 Art: gestörte Probe
 Datum: 09.07.2015
 Person: Herr Schulte

durchgeführt am: 30.07.2015
 Person: Frau Gärtner

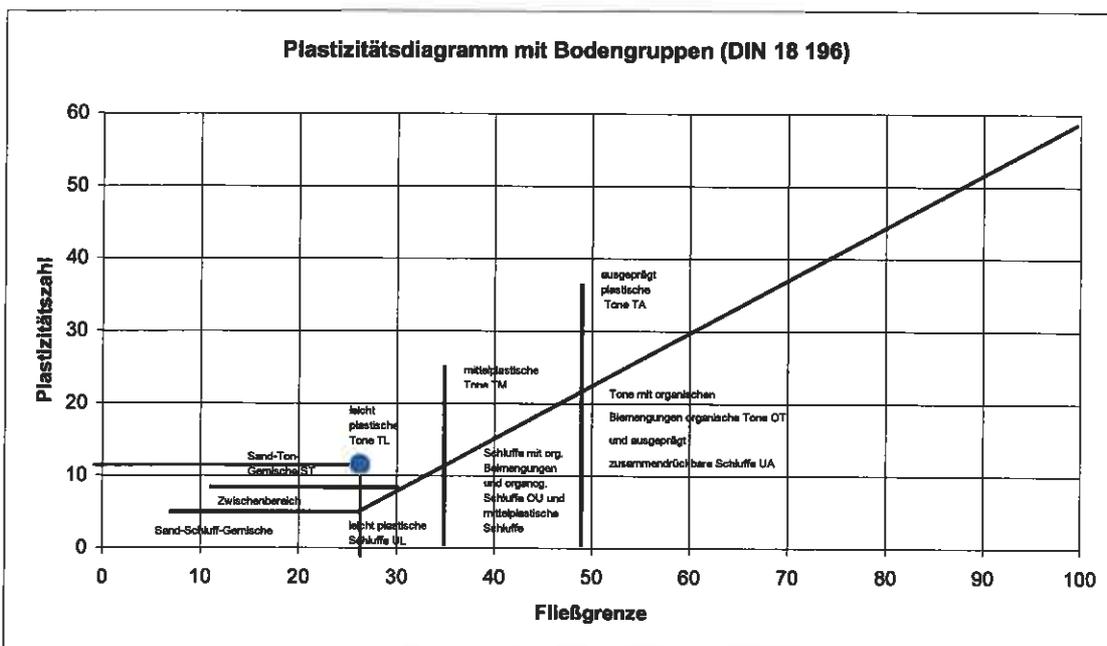
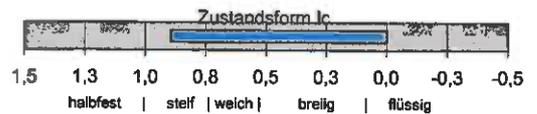
Versuchs-Nr.	Fließgrenze			Ausrollgrenze	
	1	2	3	1	2
Eindringtiefe	13,04	18,48	22,92		
Feucht Probe + Behälter	37,18	47,60	52,44	31,71	29,52
Trockene Probe + Behälter	34,99	42,35	46,08	30,54	28,64
Behälter	22,04	22,68	23,80	22,61	22,76
Masse des Wassers	2,19	5,25	6,36	1,17	0,88
Trockene Probe	12,95	19,67	22,28	7,93	5,88
Wassergehalt	16,91	26,69	28,55	14,75	14,97

Angaben zur Probe

Anteil < 0,002 mm: 20,00%
 Anteil < 0,4 mm: 85,00%
 Wassergehalt der Probe: 16,09%



Fließgrenze : 26,27%
 Ausrollgrenze: 14,86%
 Plastizitätszahl (I_p): 0,114
 Konsistenzzahl (I_c): 0,892
 Liquiditätszahl (I_L): 0,108
 Aktivitätszahl (I_a): 0,571



Projekt: Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage
 Riemekviertel in 33102 Paderborn
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Frau Claudia Lausen, Riemekstraße 44, 33102 Paderborn
 Probe: 6/6
 Bodenart: Schluff, tonig, schwach sandig

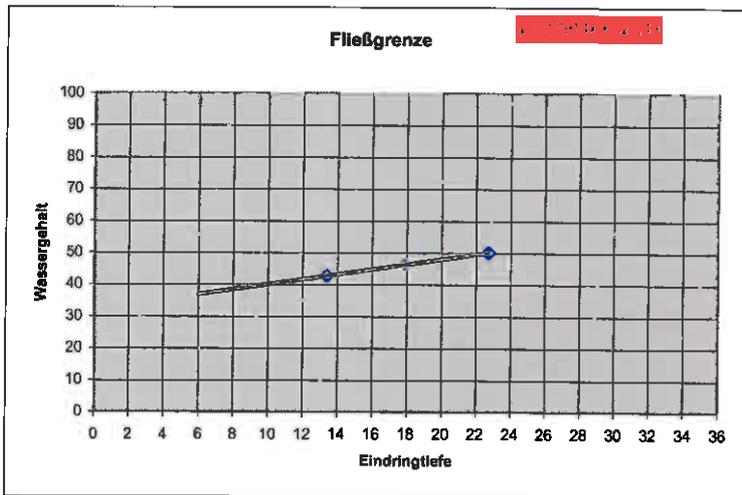
Ort: BS 6
 Tiefe: 1,70-2,60 m
 Art: gestörte Probe
 Datum: 09.07.2015
 Person: Herr Schulte

durchgeführt am: 30.07.2015
 Person: Frau Gärtner

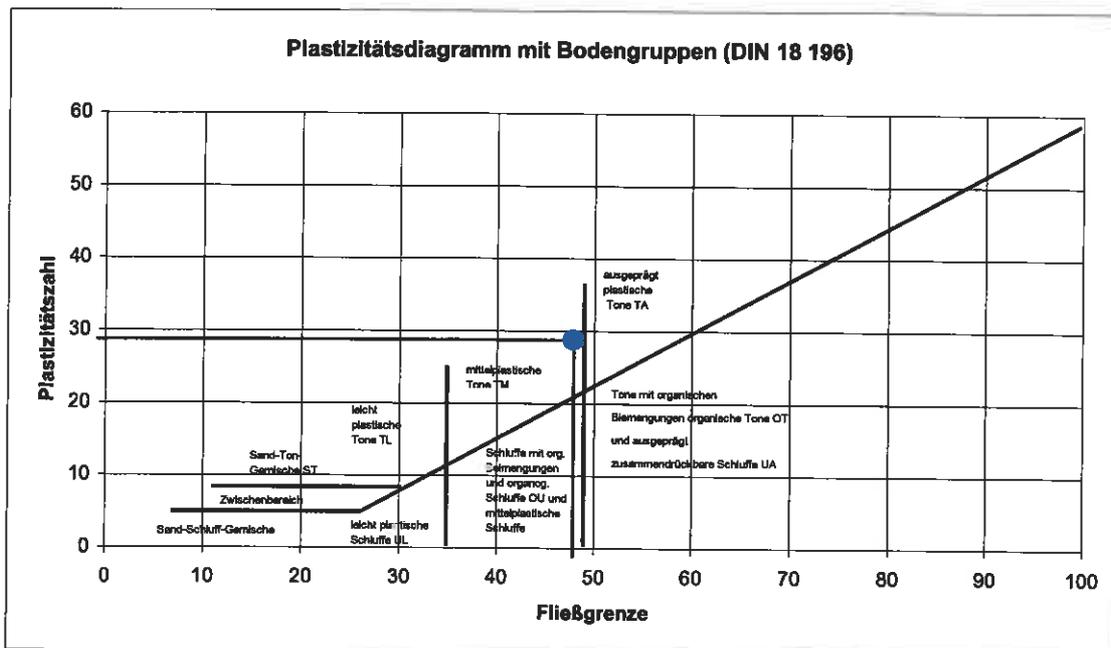
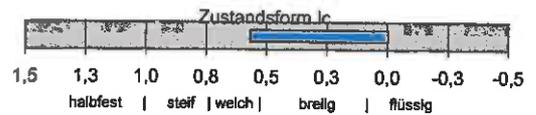
Versuchs-Nr.	Fließgrenze			Ausrollgrenze	
	1	2	3	1	2
Eindringtiefe	13,37	17,91	22,72		
Feucht Probe + Behälter	42,82	49,84	52,20	30,81	29,20
Trockene Probe + Behälter	36,83	41,29	42,15	29,68	28,16
Behälter	22,76	22,83	22,04	23,82	22,69
Masse des Wassers	5,99	8,55	10,05	1,13	1,04
Trockene Probe	14,07	18,46	20,11	5,86	5,47
Wassergehalt	42,57	46,32	49,98	19,28	19,01

Angaben zur Probe

Anteil < 0,002 mm: 26,00%
 Anteil < 0,4 mm: 39,00%
 Wassergehalt der Probe: 31,64%



Fließgrenze : 47,87%
 Ausrollgrenze: 19,15%
 Plastizitätszahl (I_p): 0,287
 Konsistenzzahl (I_c): 0,565
 Liquiditätszahl (I_L): 0,435
 Aktivitätszahl (I_a): 1,105



ANLAGE 7.1

chemische Analysen – KW-Index- Analysen (Laborprotokolle)



Prüfbericht-Nr: **B157788**

HuK Umweltlabor GmbH

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

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491

Eingangsdatum 21.07.2015

Kleegräfe Geotechnik GmbH

Auftragsnummer A060105

Entnahmearzt MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
Probenehmer / -ingang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 21.07.2015 - 24.07.2015

Holzstr. 212

D-59556 Lippstadt

Ansprechpartner / FAX

02941 / 3582

Bemerkung

Probennummer	Probenbezeichnung
P201514771	Probe 14/2 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
P201514772	Probe 14/4 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
P201514773	Probe 14/6 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
P201514774	Probe 15/4 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
P201514775	Probe 15/5 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel

Probennummer	Probenbezeichnung
P201514776	Probe 16/3 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
P201514777	Probe 16/4 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
P201514778	Probe 16/8 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel

Parameter	Einheit	Norm	Ort	P201514771	P201514772	P201514773	P201514774	P201514775	P201514776	P201514777	P201514778
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (Orig.)	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Kohlenwasserstoff-Index C22 - 40 (Orig.)	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Kohlenwasserstoff-Index (Original)	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100

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 = Weizlar

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 24.07.2015

Dr. Mechthild Grebe
 Bereichsleiterin Analytik



Prüfbericht-Nr: **B157789**

HuK Umweltlabor GmbH

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

Division: *Horn & Co. Analytics*

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 21.07.2015
Auftragsnummer A060105
Untersuchungszeitraum 21.07.2015 - 24.07.2015
Ansprechpartner / FAX

Entnahmeort MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfört HuK Umweltlabor GmbH
02941 / 3582

Bemerkung

Probennummer	Probenbezeichnung
P201514779	Probe 173 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
P201514780	Probe 174 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
P201514781	Probe 176 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
P201514782	Probe 18/3 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel
P201514783	Probe 18/4 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel

Probennummer	Probenbezeichnung
P201514784	Probe 18/5 MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel

Parameter	Einheit	Norm	Ort	P201514779	P201514780	P201514781	P201514782	P201514783	P201514784
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (Orig.)	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Kohlenwasserstoff-Index C22 - 40 (Orig.)	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Kohlenwasserstoff-Index (Original)	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	<100	<100	<100	<100	<100	<100

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 24.07.2015
 Dr. Mechthild Grebe
 Bereichsleiterin Analytik

ANLAGE 7.2

chemische Analysen – LAGA- und
DK-Analyse (Laborprotokolle)

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 21.07.2015

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201514769

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 21.07.2015 - 27.07.2015

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Boden MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel

Herkunftsort Paderborn, Riemeke Viertel

Entnahmeort Paderborn, Riemeke Viertel

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

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		LAGA PN 98	1* Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 500g		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4* Wen	
Probenvorbereitung	ja		DIN 19747	1* Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	5,04	%	DIN EN 14346	1* Wen	
Trockenrückstand (105°C)	95,0	%	DIN EN 14346	1* Wen	
Glühverlust (550°C)	4,19	%	DIN EN 15169	1* Wen	
Glührückstand (550°C)	95,8	%	DIN EN 15169	1* Wen	
TOC (TS)	0,57	%	DIN EN 13137	1* Wen	E DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	0,044	%	LAGA KW/04	1* Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1* Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1* Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN 38407-9	1* Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1* Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	0,023	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	2,29	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1* Wen	DIN EN 15308
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1* Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 17380	1* Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1* Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	7,25	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Blei (TS)	54,7	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Chrom (TS)	12,6	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Kupfer (TS)	126	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Nickel (TS)	13,8	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Quecksilber (TS) AAS	0,23	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2* Wen	DIN EN 1483

Prüfbericht-Nr: **B157938**

HuK Umweltlabor GmbH

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

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
KleeGräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 21.07.2015

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201514769

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 21.07.2015 - 27.07.2015

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr KleeGräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Boden MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Zink (TS)	95,8	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1* Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	8,61		DIN EN ISO 10523	1* Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	114	µS/cm	DIN EN 27888	1* Wen	
Wasserlöslicher Anteil	0,057	%	DIN 38409-1	1* Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	57	mg/L	DIN EN 15216	1* Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1* Wen	
DOC (Eluat)	2,33	mg/L	DIN EN 1484	1* Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	1,70	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1* Wen	
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1* Wen	
Fluorid-IC (Eluat)	0,21	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	23,3	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1* Wen	DIN EN 1483
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	

Akkreditierte Prüfmethode: 1* = Ja; 2*=Ja, mit Modifikationen; 3* Ja, im Unterauftrag // 4*: Nein; 5*: Fremdvergabe an ein akkreditiertes Labor
Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

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

Grenzwerteinstufung

		Einstufung
Z1.2 Boden	LAGA Z1.2 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	überschritten
Z2 Boden	LAGA Z2 - Boden - eingeschränkter Einbau mit def. techn. Sicherheitsmaßnahmen	eingehalten
DK 0	Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (Stand 02.05.2013)	eingehalten, s. Bemerkung

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 21.07.2015

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201514769

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 21.07.2015 - 27.07.2015

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Boden MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel

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

Endeinstufung LAGA Z2 Boden und Deponieklasse 0

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z1.2 Boden	Z2 Boden	DK 0	DK 1
Probenahme Boden / Abfall	AG					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 500g					
Probenvorbereitung	ja					
Feuchte (105°C)	5,04	%				
Trockenrückstand (105°C)	95,0	%				
Glühverlust (550°C)	4,19	%			3	3
Glührückstand (550°C)	95,8	%				
TOC (TS)	0,57	%	1,5	5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	0,044	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	3	10		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	300	1000		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	600	2000	500	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	0,023	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,20	mg/kg	0,9	3		
Summe PAK n. EPA (TS)	2,29	mg/kg	9	30	30	
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,15	0,5		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	3	10		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	7,25	mg/kg	45	150		
Blei (TS)	54,7	mg/kg	210	700		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	3	10		
Chrom (TS)	12,6	mg/kg	180	600		
Kupfer (TS)	126	mg/kg	120	400		
Nickel (TS)	13,8	mg/kg	150	500		
Quecksilber (TS) AAS	0,23	mg/kg	1,5	5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	2,1	7		
Zink (TS)	95,8	mg/kg	450	1500		

Prüfbericht-Nr: **B157938**

HuK Umweltlabor GmbH

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

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 21.07.2015

Auftrag-Nr. A060105

Probe-Nr. P201514769

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star

Prüfort HuK Umweltlabor GmbH

Untersuchungszeitraum 21.07.2015 - 27.07.2015

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Boden MFHs Lausen, Paderborn Riemekeviertel

Parameter	Meßwert	Einheit	Z1.2 Boden	Z2 Boden	DK 0	DK 1
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	8,61		6 - 12	5,5 - 12	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	114	µS/cm	1500	2000		
Wasserlöslicher Anteil	0,057	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	57	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,1	0,1	0,2
DOC (Eluat)	2,33	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	1,70	mg/L	50	100	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,01	0,02		
Cyanid, I. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	0,21	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	23,3	mg/L	50	200	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,06	0,05	0,2
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,08	0,2	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,003	0,006	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,025	0,06	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,06	0,1	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,07	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,001	0,002	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,2	0,6	0,4	2

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 20.08.2015



Dr. Mechthild Grebe

Bereichsleiterin Analytik

ANLAGE 8.1

Fotodokumentation (vor-Ort: bis 14.07.2015)

Situation am 14.07.2015



Foto 1: Blickrichtung ~ O; Bereich der GWM 1

Situation am 14.07.2015



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

Situation am 14.07.2015



Foto 3: Blickrichtung ~ W; Bereich der BS 3 und BS 15-17 (Markierungen)

Situation am 14.07.2015



Foto 4: Blickrichtung ~ O; Bereich der BS 18 (Markierung)

Situation am 14.07.2015



Foto 5: Blickrichtung ~ NO; Bereich der BS 5 und BS 14 (Markierungen)

Situation am 14.07.2015



Foto 6: Blickrichtung ~ O; Bereich der GWM 6 (Markierung)

Situation am 14.07.2015



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

Situation am 14.07.2015



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

Situation am 14.07.2015



Foto 9: Blickrichtung ~ S; Bereich der GWM 9 (Markierung)

Situation am 14.07.2015



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

Situation am 14.07.2015



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

Situation am 14.07.2015



Foto 12: Blickrichtung ~ N; Bereich der GWM 12 (Markierung)

Situation am 14.07.2015



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

Situation am 14.07.2015



Foto 14: Blickrichtung ~ S; Hallen-Komplex von Norden gesehen

Situation am 14.07.2015



Foto 15: Blickrichtung ~ SW; Bereich des ehem. Grabens (westliches Garten-Areal)

Situation am 14.07.2015



Foto 16: Blickrichtung ~ N; westliches Untersuchungs-Areal (Bildmitte: ~BS 8)

Situation am 14.07.2015



Foto 17: Blickrichtung ~ NO; westliches Untersuchungs-Areal (links-mittig: ~BS 8)

Situation am 14.07.2015



Foto 18: Blickrichtung ~ N; bestehende südöstliche Zufahrt(sgasse) auf das Untersuchungsgebiet