

GUTACHTEN

Projekt: Delbrück-Westenholz
Baugebiet B-Plan Nr. 117 'Höber' inkl. Erweiterungsfläche



Baugrunderkundung / Gründungsberatung

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Fachbereich Bauen und Planen
33129 Delbrück, Marktstraße 6

Auftragnehmer: Kleegräfe Geotechnik GmbH
59556 Lippstadt, Holzstraße 212

Projekt-Nr.: 19 09 61

Lippstadt, den 09. Juli 2020

- INHALTSVERZEICHNIS -

<u>1. VORGANG / AUFGABENSTELLUNG / LAGE</u>	3
<u>2. UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u>	5
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	5
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	7
<u>3. ERMITTLUNG UND BEURTEILUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS</u>	12
3.1 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (LABORVERSUCHE)	13
3.2 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (GELÄNDEVERSUCHE)	14
3.3 BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS / RAHMENBEDINGUNGEN	14
3.4 HINWEISGEBUNG BEZÜGLICH DER NIEDERSCHLAGSWASSERABFÜHRUNG	16
<u>4. CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN</u>	21
4.1 MUTTERBODEN: BEURTEILUNG AUFBRINGUNG AUF LANDWIRTSCHAFT. FLÄCHEN	21
4.2 ABFALLWIRTSCHAFTLICHE BEURTEILUNG DES AUSHUBBODENS	22
<u>5. INGENIEURGEOL. BEURTEILUNG DES BAUGRUNDINVENTARS</u>	25
5.1 BODENCHARAKTERISIERENDE LABORVERSUCHE	25
5.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5)	29
5.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	30
5.4 BODENKLASSEN / BODENGRUPPEN / FROSTKLASSEN / HOMOGENBEREICHE	31
<u>6. INGENIEURGEOL. HINWEISGEBUNGEN ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u>	33
6.1 WOHNGEBÄUDEBAU	33
6.2 KANALBAU	44
6.3 STRAßENBAU	48
<u>7. ANLAGEN</u>	52

1. Vorgang / Aufgabenstellung / Lage

Die Stadt Delbrück beabsichtigt die Erschließung eines Bebauungsplangebietes im OT Westenholz südlich der Knäppenstraße für Wohnbebauung (B-Plan Nr. 117 'Höber'). Südlich schließt sich eine Erweiterungsfläche an.

Die Beauftragung gliedert sich in folgende Bereiche:

- **Baugrund:** Aufgabe ist eine ingenieurgeologischen Baugrunderkundung und -beurteilung. Hierauf basierend erfolgt eine orientierende Hinweisgebung hinsichtlich der allgemeinen Bebaubarkeit für die zu errichtenden Wohngebäude, für die Kanäle und die Anliegerstraßen.
- **Versickerung:** Die für eine potenzielle Versickerung wichtigen Rahmenbedingungen sind zu ermitteln und die relevanten Eckdaten aufzuzeigen und zu bewerten. Bei positiven Rahmenbedingungen sind Beispieldimensionierungen einer geeigneten Versickerungsanlage zu erstellen.
- **Abfallwirtschaftliche Klassifizierung Aushubboden:** Das potenzielle Boden-Überschusssmaterial ist hinsichtlich seiner Wiedereinbaueignung / -zulässigkeit chemisch zu untersuchen und klassifizieren (LAGA / DepV). Der Oberboden wird bezüglich der Zulässigkeit der Aufbringung auf landwirtschaftliche Flächen beurteilt.

Die STADT DELBRÜCK / FACHBEREICH BAUEN UND PLANEN, Marktstraße 6 in 33129 Delbrück, beauftragte das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH, Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt, mit den Untersuchungen sowie der gutachterlichen Stellungnahme.

Für die Ausarbeitung steht dem AN der Planentwurf Nr. 117 'Höber' (1:1.000, Stand: 31.07.2019) mit Parzellierungs- und Straßenkennzeichnung des 1.BA sowie die Kennzeichnung der Erweiterungsfläche zur Verfügung:

Tabelle 1: Untersuchungsumfang (Gelände + Labor)

Gelände (11.-13. März 2020)	- Rammkernsondierungen (Ø 50 / 60 mm)	19 Stück
	- Einmessung in Höhe und Lage	19 Stück
	- Leichte Rammsondierungen (DPL-5)	17 Stück
	- Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)	5 Stück
	- Ausbau zu Überflur-Grundwassermessstellen (1½ Zoll)	6 Stück
	- Schneckenbohrungen für Pegelausbau (Ø 112 mm)	6 Stück
Boden- mechanisches Labor	- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4)	7 Stück
	- Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1)	7 Stück
	- Glühverlustbestimmungen (DIN 18 128)	3 Stück
Chemisches Labor	- Parameterumfang LAGA (TR Boden, 2004)	4 Stück
	- Parameterumfang Deponieverordnung (DepV, 2011)	4 Stück
	- BBodSchV Vorsorgewerte (Aufbringung landwirtsch. Flächen)	2 Stück

Die Lage der Bohrungen geht aus der Anlage 1.1 (Lageplan) hervor. Nach Bohrende wurden die Bohransatzpunkte lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert.

Lage: Das Areal befindet sich im Westen von 33129 Delbrück-Westenholz. Südlich des Areals des B-Plangebietes Nr. 117 'Höber' schließt sich ein Erweiterungsareal an.

- Grenze Norden (B-Plan 'Höber'): Knäppenstraße
- Grenze Osten: N: Wohnbebauung Malvenweg, S: Wohnbebauung Lupinenweg
- Grenze Süden (Erweiterungsareal): Nelkenweg / Seniorenheim
- Grenze Westen: Ottensdamm, Norden: Bestandsbebauung

Das Umfeld wird von lockerer Bebauung (überwiegend Wohnbebauung, untergeordnet Seniorenheim, landwirtschaftliches Anwesen) sowie von landwirtschaftlichen Flächen geprägt. Der Anlage 10.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

Vornutzung: Das Areal wurde und wird weitgehend landwirtschaftlich vorgenutzt (siehe Anlage 10.1 Fotodokumentation). Im Nordwesten des Areals existiert ein landwirtschaftliches Anwesen, welches vermutlich bis auf das Wohnhaus rückgebaut werden soll. Anderweitige Vornutzungen sind dem AN nicht bekannt. Es existieren keine Hinweise / Verdachtsmomente auf Bodenbelastungen.

Morphologie: Das Areal liegt ebenso wie sein Umfeld morphologisch relativ ausgeprägt vor. Innerhalb des eigentlichen B-Plangebietes 'Höber' existieren Höhendifferenzen von ca. 2,42 m, wobei ein Geländeanstieg in Richtung Süden / Südosten vorliegt. Die sich südlich anschließende Erweiterungsfläche steigt um bis zu ca. 5 m in Richtung Süden an.

Hinsichtlich der anvisierten Versickerung ist von Relevanz, dass das eigentliche Baugebiet (B-Plan 'Höber') tiefer liegt als das Erweiterungsareal. Die Höhenkote bewegt sich zwischen ca. +83 mNHN und ca. +90 mNHN (RStO-Froststeinwirkungszone I).

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 (www.gd.nrw.de) gibt für das von der Maßnahme betroffene Kilometerquadrat 24059 keine besonderen geogenen Gefährdungspotenziale aufgeführter Bereiche an (• Bergbau, • Methanergasung, • Verkarstung / Auslaugung, • Erdbeben).

Radon: Es sind folgende Hinweise zu beachten: Das neue deutsche Strahlenschutzgesetz ist im Dezember 2018 in Kraft getreten. Es enthält in den §§ 121 bis 132 erstmals verbindliche rechtliche Regelungen zum Radonschutz.

Der Referenzwert für Radon in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen beträgt demnach 300 Bq/m³. Es sollte im Zuge des weiteren Projektfortschritts eine Klärung über die tatsächliche Radonkonzentration in der Bodenluft herbeigeführt werden und es sollte geprüft werden, in wieweit die aus verschiedenen anderen Gründen auszuführenden Arbeiten am Bauwerk im Sinne ´präventiver Schutzmaßnahmen zum radonsicheren Bauen´ zu bewerten sind.

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

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

2. Untergrunderschließung

2.1 Untergrundschichtung / Geologie

Die Bohrungen wurden flächendeckend innerhalb des Areals positioniert. Die Bohrpunkte wurden wie folgt positioniert:

- B-Plangebiet ´Höber´: BS 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 16, 18
- Erweiterungsareal: BS 6, 9, 11, 19
- Übergangsbereich zwischen den g.g. Arealen: BS 15, 17

Die Schichtenprofile sind in der Anlage 2.1-2.4 dargestellt. Die Bodenansprache erfolgte nach den relevanten DIN-Normen.

Geologie: Bei den relevanten Schichteinheiten handelt es sich zum einen um einen enggestuften Flugsand im hangenden und zum anderen um einen schwach feinsandigen, schwach tonigen Schluff im Liegenden.

Bei dem Schluff handelt es sich um den sog. ´Oberen Schneckensand´, welcher genetisch einen älteren Löß aus der unteren Saale-Kaltzeit darstellt. Der Flugsand wurde erheblich später in der oberen Weichsel-Kaltzeit aeolisch sedimentiert. Das Grundgebirge (Tonmergelstein der *Santon*-Stufe) wurde bis zu den Endteufen nicht erbohrt.

Tabelle 2/a: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse (11.-13.03.2020)

Be- reich	BS	Ansatz m NHN	Mutter- boden ¹⁾	Sand	Schluff	Grundwasser		DPL-5	End- teufe
						m u.GOK	mNHN		
B-Plangebiet 'Höber'	1	+83,11	0-0,50	0,50-3,50	ab 3,50	1,10 *	+82,01 *	X	5,00
	2	+83,46	0-0,30	0,30-4,00	ab 4,00	1,52 **	+81,94 **	X	5,00
	3	+83,78	0-0,50	0,50-4,50	ab 4,50	0,97 *	+82,81 *	X	5,00
	4	+84,07	0-0,45	0,45-3,80	ab 3,80	1,61 **	+82,46 **	X	5,00
	5	+84,88	0-0,50	ab 0,50	-	1,85 *	+83,03 *	X	5,00
	7	+83,87	0-0,60	0,60-4,40	ab 4,40	1,10 *	+82,77 *	X	5,00
	8	+84,09	0-0,50	0,50-4,30	ab 4,30	0,90 *	+83,19 *	X	5,00
	10	+84,66	0-0,60	0,60-3,90	ab 3,90	1,50 *	+83,16 *	X	5,00
	12	+83,97	0-0,60	0,60-3,00	ab 3,00	1,00 *	+82,97 *	X	5,00
	13	+84,31	0-0,50	0,50-2,90	ab 2,90	1,30 *	+83,01 *	X	5,00
	14	+84,57	0-0,40	0,40-2,90	ab 2,90	1,35 *	+83,22 *	X	5,00
	15	+85,53	0-0,45	0,45-1,80	ab 1,80	2,42 **	+83,11 **	X	5,00
	16	+84,67	0-0,55	0,55-3,20	ab 3,20	1,35 *	+83,32 *	X	5,00
	17	+85,29	0-0,40	0,40-3,30	ab 3,30	2,52 **	+82,77 **	X	5,00
	18	+83,83	0-0,45	0,45-3,50 4,10-4,30	3,50-4,10 ab 4,30	1,86 **	+81,97 **	-	5,00
Ø	+84,27	0-0,49	ab 0,49					5,00	

m u.GOK / mNHN, ¹⁾ anthropogen beeinflusst, blau: Grundwassermessstelle (Pegelausbau),

* Stichtag (11.-13.03.2020 → verfälscht wg. Zusammenfall im Liegenden)

** = 25.06.2020 (Pegellotung: exaktere Werte nach 'Pegelberuhigung' ohne Verfälschungen wg. Zusammenfall)

Tabelle 2/b: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse (11.-13.03.2020)

Be- reich	BS	Ansatz m NHN	Mutter- boden ¹⁾	Sand	Schluff	Grundwasser		DPL-5	End- teufe
						m u.GOK	mNHN		
Erweiterungsfläche	6	+86,12	0-0,35	0,35-4,10	ab 4,10	(2,30)	+83,82	X	5,00
	9	+86,44	0-0,55	0,55-3,70	ab 3,70	2,70	+83,74	X	5,00
	11	+85,67	0-0,50	0,50-3,80	ab 3,80	(2,50)	+83,17	X	5,00
	15	+85,53	0-0,45	0,45-1,80	ab 1,80	2,42 **	+83,11 **	X	5,00
	17	+85,29	0-0,40	0,40-3,30	ab 3,30	2,52 **	+82,77 **	X	5,00
	19	+90,62	0-0,40	ab 0,40	-	4,02 **	+86,60 **	-	4,50
	Ø	+86,61	0-0,44	ab 0,44					

m u.GOK / mNHN, ¹⁾ anthropogen beeinflusst, blau: Grundwassermessstelle (Pegelausbau),

Klammerwerte: Bohrlochzusammenfall

* Stichtag (11.-13.03.2020 → verfälscht wg. Zusammenfall im Liegenden)

** = 25.06.2020 (Pegellotung: exaktere Werte nach 'Pegelberuhigung' ohne Verfälschungen wg. Zusammenfall)

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen dem AN nicht bzw. lediglich im deutlich eingeschränkten Umfang aus dem Umfeld vor. Aus diesem Grunde kann keine belastbare Angabe über das Schwankungspotenzial des Grundwassers geliefert werden.

• **Ausbau zu Grundwassermessstellen:** Nach Bohrbeendigung wurde die sechs Bohrungen BS 2, BS 4, BS 15, BS 17, BS 18 und BS 19 zu 1½-Zoll Permanent-Grundwassermessstellen (GWM) ausgebaut (Vorbereitung: Aufweitungsbohrung mit 112 mm-Schneckenbohrung, Ausbau: • Spitze, • je 4,0 m Filterrohr, • je 1,5 m Vollrohr, • Sebakappe, • Filterkies 0,75/1,25 mm, • Bentonitabdichtung, • Betonfundament, • Stahlstülprohr als Schutzrohr, • Schutzdreieck).

Nach Pegleinbau wurden die Wasserstände in den Pegeln nicht gelotet, da infolge des Einbaus extreme Störungen / Verfälschungen des Wasserstandes auftreten. Erst im zeitlichen Abstand und nach einer 'Beruhigung' der Wasserverhältnisse wurden die Pegelstände am 25.06.2020 gelotet (siehe Tabelle 3).

Der AN empfiehlt die fortgesetzte regelmäßige Messung der installierten Pegel über einen längeren Zeitraum (mind. eine hydrologische Jahresperiode), um das GW-Schwankungspotenzial weiter belastbar zu präzisieren.

Es wird deutlich, dass das i.M. 2,34 m höher gelegene Erweiterungsgebiet (GOK i.M. +86,61 mNHN) einen höheren GW-Flurabstand als das tiefer gelegene B-Plangebiet 'Höber' aufweist (GOK i.M. +84,27 mNHN).

Es existiert eine nach Nordwesten ausgerichtete Grundwasserfließrichtung.

Referenzpegel (z.B. behördliche Grundwassermessstellen) zur Einordnung der geloteten Grundwasserflurabstände existieren nicht im Nahbereich.

Tabelle 3: Grundwasserstände innerhalb der installierten Grundwassermessstellen (Lotung: **25.06.2020**)

Bereich		B-Plangebiet 'Höber'					Erweiterungsfläche		
Messstelle (GWM)		2	4	18	15	17	15	17	19
GOK		+83,46	+84,07	+83,83	+85,53	+85,29	+85,53	+85,29	+90,62
Lotung 25.06.2020	Einzelwerte	1,52	1,51	1,86	2,42	2,52	2,42	2,52	4,02
		+81,94	+82,46	+81,97	+83,11	+82,77	+83,11	+82,77	+86,60
	Mittelwert	1,966					2,99		
		+82,45					+84,16		

m u.GOK / mNHN

• **Grundwasser (Bohrlochmessungen):** Bei den Geländearbeiten am 11.-13.03.2020 wurde zusammenhängendes Grundwasser gelotet. Bei dem geloteten Grundwasser handelt es sich um einen zusammenhängender Lockergesteinsaquifer / Porenwasserleiter.

Es wird deutlich darauf hingewiesen, dass bei den u.g. Wasserständen unmittelbar nach Sondenziehung (Bohrlochmessungen) die Bohrlochzusammenfalle vieler Bohrungen einbezogen sind, was eine Verfälschung ergibt (geringere Flurabstände durch 'Hochdrücken' des Wassers). Die o.g. Pegellotungen stellen die exakteren und unverfälschteren Messungen dar und sollten als Datengrundlage herangezogen werden.

Tabelle 4: GW-Stände der nicht ausgebauten Bohrungen unmittelbar nach Sondenziehung (11.-13.03.3030)

Bereich	B-Plangebiet 'Höber'									
BS	1	3	5	7	8	10	12	13	14	16
GOK	+83,11	+83,78	+84,88	+83,87	+84,09	+84,66	+83,97	+84,31	+84,57	+84,67
Einzelwerte	1,10	0,97	1,85	1,10	0,90	1,50	1,00	1,30	1,35	1,35
	+82,01	+82,81	+83,03	+82,77	+83,19	+83,16	+82,97	+83,01	+83,22	+83,32
Mittelwert	1,24									
	+82,95									
Bereich	Erweiterungsfläche									
BS	6			9			11			
GOK	+86,12			86,44			+85,67			
Einzelwerte	2,30			2,70			2,50			
	+83,82			+83,74			+83,17			
Mittelwert	2,50									
	+83,58									

m u.GOK / mNHN

• **Messdaten älterer Untersuchungen im Umfeld:** Das sich südlich anschließende Baugebiet wurde vom IB Kleegräfe in 2004 untersucht (Baugebiet 'Böckmanns-Feld', Gutachtendatum: 08.12.2004). Dieses weist jedoch ein deutlich höheres Geländeniveau und völlig andere Bodenverhältnisse auf (primär: bindige Grundmoräne). Daher dürfen die Ergebnisse der damaligen Untersuchungen nicht in die aktuellen Untersuchungen einfließen.

• **Behördliche Messdaten aus dem Umfeldbereich:** Im unmittelbaren Nahbereich existiert kein behördlicher Grundwasserpegel. Im Umfeld befinden sich drei ehemalige, nun nicht mehr aktive Messstellen. Aufgrund der deutlichen Entfernung vom Arbeitsgebiet und differierenden Umfeldbedingungen (u.a. deutlich differierende GOK) dürfen die dortigen Wasserstände nicht auf das Arbeitsgebiet übertragen werden. Der AN zieht jedoch die Schwankungsbreite der Hoch-/Tiefstände orientierend heran und überträgt sie tendenziell auf das Arbeitsgebiet (Quelle: 'Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen' online gestellt ('NRW Umweltdaten vor Ort')).

Bei der Angabe des Schwankungspotenzials werden die 'Spitzen' der Hoch- und der Tiefstände herausgefiltert und für die Hochstände die 'HW-95-Perzentile' sowie für die Tiefstände die 'HW-5-Perzentile' angesetzt.

Das gemittelte GW-Schwankungspotenzial der drei Messstellen beträgt 0,85 m.

Tabelle 5: Daten der behördlichen Grundwassermessstellen im weiteren Umfeld des Arbeitsgebietes

Messstelle		OL 43		OL 42		OL 44 Hessel	
LGD-Nummer		021161604		021162700		021161707	
Entfernung zum Arbeitsgebiet		1.360 m		1.320 m		2.000 m	
aktiv		1965-1999		1965-1969		1965-2013	
Anzahl Messungen		1820		251		1915	
GOK (mNHN)		+80,34		+87,85		+77,21	
Wasser- stand (mNHN)	Hochstand	+80,33		+86,87		+76,85	
	Tiefstand	+78,54		+86,09		+74,71	
	HW-95-Perzentile	+80,00	Δ 1,17 m	+86,76	Δ 0,53 m	+76,37	Δ 0,85 m
	HW-5-Perzentile	+78,83		+86,23		+75,52	
	Mittelwert	+79,51		+86,54		+75,92	

• **Einstufung der Niederschlagsituation Geländearbeiten:** Die Geländearbeiten (11.03.-13.03.2020) fanden nach einer außergewöhnlichen, extrem niederschlagsreichen Periode statt (Niederschlag in Delbrück im Februar 2020: 119,60 mm [=119,60 l/m²]; zum Vergleich Februar 2019: 25,80 mm, Februar 2018: 21,40 mm; Quelle: www.proplanta.de).

Die am Stichtag angetroffenen Grundwasser-Flurabstände stellen somit relative Hochstände dar. Hinzu kommt die o.g. Verfälschung der Bohrlochmessungen durch Zusammenfall der liegenden Abschnitte, was höhere Wasserstände verursacht.

Pegellotung am 25.06.2020: Während der April und Mai 2020 im Raum Delbrück relativ niederschlagsarm waren (Niederschlag: 22,8 mm bzw. 18,8 mm), wies der Juni 2020 mit 91,9 mm sehr hohe Niederschlagsmengen auf (zum Vergleich: Juni 2019: 30,1 mm, Juni 2018: 30,7 mm; Quelle: www.proplanta.de). Es handelt sich somit bei den geloteten Pegelständen um relativ hohe Mittelstände.

● **Bemessungswasserstand:**

- Grundsätzlich muss vorab deutlich gesagt werden, dass aufgrund der ausgeprägten Geländemorphologie kein einheitlicher, höhengleicher Bemessungswasserstand in NHN angegeben werden kann. Erheblich sinnvoller und zielführender ist es, höhenunabhängige Flurabstände der GW-Hochstände anzugeben.

Es existieren für das Arbeitsgebiet (B-Plan 'Höber' sowie Erweiterungsfläche) keine langfristigen, belastbaren Messdaten. Um Bemessungswasserstände für die beiden Arbeitsgebiete zu erlangen ergeben sich zwei Möglichkeiten:

Variante 1: Regelmäßige, mindestens wöchentliche Messungen der installierten Pegel über einen längeren Zeitraum (mind. eine, besser mehrere hydrologische Jahresperioden), um das GW-Schwankungspotenzial belastbar zu präzisieren. Der Vorteil ist die Belastbarkeit der gewonnenen Daten. Nachteil ist der zeitliche und logistische Aufwand mit Vorlage der Ergebnisse erst in frühestens einem oder zwei Jahren.

Variante 2: Um einen Bemessungswasserstand zeitnah anzugeben, muss alternativ ersatzweise auf die o.g. Niederschlagsdaten, die o.g. Schwankungsbreite der behördlichen Pegel im Umfeld und auf die Einschätzung des Wasserstandes zum Zeitpunkt der Lotungen zurückgegriffen werden.

► Die Pegelmessungen stellen die deutlich exakteren Messungen dar und geben die tatsächlichen GW-Stände wieder. Die Lotungen in den nicht ausgebauten Bohrlöchern nach Sondenziehung weisen Verfälschungen (geringere Flurabstände) auf, da der untere Teil der Bohrlöcher sehr häufig unmittelbar nach Sondenziehung zusammenfällt und das Wasser nach oben drückt.

Fazit: Die Bohrlochmessungen sollten kritisch gesehen werden, da sie i.d.R. einen zu geringen GW-Flurabstand angeben.

► Die Geländearbeiten Anfang März (11.-13.03.2020) fanden in einer extrem niederschlagsreichen Periode statt (s.o.). Die Pegellotungen am 25.06.2020 fanden ebenfalls nach einer niederschlagsreichen Periode statt (s.o.).

Fazit: Die im März angetroffenen Grundwasser-Flurabstände stellen somit relative Hochstände und die Pegellotungen im Juni relativ hohe Mittelstände dar.

► Das gemittelte GW-Schwankungspotenzial von drei behördlichen, im Umfeld befindlichen Pegel beträgt 0,85 m (Δ 'HW-95-Perzentile' / 'HW-5-Perzentile').

→ B-Plangebiet 'Höber': Unter Berücksichtigung der o.g. Punkte wird der GW-Bemessungswasserstand für das B-Plangebiet 'Höber' auf 0,90 m u. akt. GOK abgeschätzt (orientierend HW-95-Perzentile', ohne Extremereignisse). Gegenüber den gemittelten GW-Ständen von i.M. 1,24 m (Bohrlochmessungen Anfang März) bzw. von i.M. 1,96 m (Pegelmessungen im Juni) bedeutet dies einen deutlichen Anstieg / Aufschlag. Bei Betrachtung eines max. GW-Schwankungspotenzials von 0,85 m im Raum wird deutlich, dass der Anstieg / Aufschlag des Bemessungswertes – ausgehend von einem hohen gemessenen GW-Stand – hohe Sicherheiten berücksichtigt. Der für den relevanten Bereich vereinheitlichte Bemessungswert gilt vorbehaltlich der Ergebnisse von Individual-Baufelduntersuchungen.

- Bemessungswasserstand (GW) B-Plangebiet 'Höber': 0,90 m u.GOK -

→ Erweiterungsfläche: Unter Berücksichtigung der o.g. Punkte wird der GW-Bemessungswasserstand für die Erweiterungsfläche auf 2,00 m u. akt. GOK abgeschätzt (orientierend HW-95-Perzentile', ohne Extremereignisse). Gegenüber den gemittelten GW-Ständen von i.M. 2,50 m (Bohrlochmessungen Anfang März) bzw. von i.M. 2,99 m (Pegelmessungen im Juni) bedeutet dies einen deutlichen Anstieg / Aufschlag. Bei Betrachtung eines max. GW-Schwankungspotenzials von 0,85 m im Raum wird deutlich, dass der Anstieg / Aufschlag des Bemessungswertes – ausgehend von einem hohen gemessenen GW-Stand – hohe Sicherheiten berücksichtigt. Der für den relevanten Bereich vereinheitlichte Bemessungswert gilt vorbehaltlich der Ergebnisse von Individual-Baufelduntersuchungen.

- Bemessungswasserstand (GW) Erweiterungsfläche: 2,00 m u.GOK -

- **Stauäsepotenzial**: Der untergrundprägende Fluviatilsand weist kein relevantes Stauäsepotenzial auf. Die im tieferen Untergrund anstehenden sandigen Schluffe weisen demgegenüber ein Stauäsepotenzial auf.
- **Ausweisung Überschwemmungsgebiet / Trinkwasserschutzgebiet**: Das Arbeitsgebiet ist nicht als 'festgesetztes Überschwemmungsgebiet' sowie nicht als 'Trinkwasserschutzgebiet' ausgewiesen (Quelle: www.ELWAS.nrw.de, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW).
- **Vorflut**: befinden sich nicht im Nahbereich der Arbeitsgebiete.

Fazit: Bei einer Nichtunterkellerung kann im B-Plangebiet 'Höber' eine seltene GW-Beeinflussung der Fundament-Gründungskörper / Frostschutzschürze nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte ist dort bei einer Nichtunterkellerung bei einer deutlichen Heraushebung der OKFF EG über die aktuelle GOK unwahrscheinlich. Bei einer Unterkellerung unterliegt das KG einer häufigen bis permanenten GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser').
Bemessungswasserstand (ohne Extremereignisse): B-Plangebiet 'Höber': 0,90 m u. akt. GOK, Erweiterungsfläche: 2,00 m u. akt. GOK.

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

Bodenart	k_f -Wert in m/s
----------	--------------------

- Fluviatilsand:

Feinsand, stark mittelsandig	$10^{-4} - 10^{-5}$
------------------------------------	---------------------

- Fluviatilschluff:

Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig	$10^{-7} - 10^{-9}$
--	---------------------

Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert
(nach DIN 18 130)

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

3. Ermittlung und Beurteilung des Versickerungspotenzials

Im Rahmen der Erschließung des Areals ist aufgrund des § 51a LWG vorgesehen, das anfallende Niederschlagswasser – bei Eignung der Böden sowie der wasserrechtlichen Bestimmungen – im Untergrund versickern zu lassen. Es ist das Versickerungspotenzial des Untergrundes mittels Versickerungsversuchen ('Auffüllversuchen') zu ermitteln und anschließend die relevanten Eckdaten aufzuzeigen. Bei positiven Ergebnissen ist eine Beispieldimensionierung einer geeigneten Versickerungsanlage zu errechnen.

**Es handelt sich hierbei nicht um Detailplanungen. Hydrogeologische Gelände-
modelle wurden nicht erstellt.**

Richtlinien / Regelwerke: Die Hinweisgebungen sowie Bewertungen erfolgen in enger Anlehnung an folgende Regelwerke / Verwaltungsvorschriften:

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

3.1 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Laborversuche)

- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden sieben Korngrößenanalysen durchgeführt (3 x Sieb-/Sedimentationsanalysen, 4 x Siebanalyse), wobei der Flugsand und der Fluviatilschluff untersucht wurde (Proben siehe Tabelle 9). Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 9 aufgeführt.

Der Untergrund gliedert sich in einen enggestuften, stark mittelsandigen Feinsand (Flugsand) deutlicher Durchlässigkeit im oberen Bodenprofil und in einen schwach feinsandigen, schwach tonigen Schluff (Fluviatilschluff) geringer bis sehr geringer Durchlässigkeit im tieferliegenden Bodenprofil.

- Durchlässigkeiten (DIN 18 130): Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) der untersuchten Bodenproben erfolgten nach BEYER sowie für die enggestuften Böden ergänzend nach HAZEN und für die stärker bindigen Böden ergänzend nach MALLET / PACQUANT. Die Ergebnisse zeigen folgender Größenordnungen für die untersuchten Böden:

- Flugsand: überw. $k_f = \text{ca. } 9 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: *'stark durchlässig' bis 'durchlässig'*), Fazit: sehr geringes / nicht vorhandenes Staunässe- / Rückhaltepotenzial (Einstufung: **'Nichtstauer' / 'Leiter'**).
- Fluviatilschluff: überw. $k_f = \text{ca. } 1 \cdot 10^{-7} - 6 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: *'gering durchlässig' bis 'sehr gering durchlässig'*), Fazit: hohes Staunässe- / Rückhaltepotenzial (Einstufung: **relativer 'Stauer' / Nichtleiter'**).

Die untersuchten Sande weisen kein relevantes Staunässepotenzial auf und besitzen eine materialspezifische Versickerungseignung. Der im tieferen Bodenprofil anstehende Fluviatilschluff besitzt ein deutliches Staupotenzial und kann nicht für Versickerungszwecke verwendet werden.

3.2 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Geländeversuche)

Durchführung der Versickerungsversuche (Feldversuche): Die Versickerungsversuche wurden als hydrostatisches Verfahren (Auffüllversuche) mit konstanter Druckhöhe durchgeführt ('open-end-test'). Für die Durchführung der Versuche wurden die fünf zu Grundwassermessstellen ausgebauten Bohrungen BS/GWM 2, 4, 15, 17 und 18 herangezogen. Die Versuche erfolgten innerhalb des Pegels (Schutz vor Bohrlochzusammenfall).

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

Die Versickerungsversuche wurden auf der Grundwasseroberfläche durchgeführt, was zulässig ist, solange ausschließlich die Durchlässigkeiten der darüber liegenden Bodenschichten bestimmt werden. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in der Anlage 7.1 sowie in der folgenden Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (Geländeversuche am 13.03.2020)

Pegel	GWM 2	GWM 4	GWM 15	GWM 17	GWM 18
Versickerungs-Medium	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand
Grundwasser, m u.GOK	0,92	0,85	1,01	2,24	1,02
Gültigkeitsbereich, m u.GOK	0,60-0,92	0,60-0,85	0,60-1,01	1,00-2,24	0,60-1,02
Versuch 1 (k_f in m/s)	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$
Versuch 2 (k_f in m/s)	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$
Bewertung DIN 18 130	<i>'stark durchlässig'</i>				
MURL Bewertung	Versickerungseignung nach MURL: $k_f > 5 \cdot 10^{-6}$ m/s				

Bewertung DIN 18 130: stark durchlässig durchlässig gering durchlässig sehr gering durchlässig

3.3 Bewertung des Versickerungspotenzials / Rahmenbedingungen

► Materialspezifische Bewertung: Die Versickerungsversuche belegen deutliche Durchlässigkeiten der Flugsande, die sich weitgehend im Bereich von $k_f = 2 \cdot 10^{-4} - 7 \cdot 10^{-4}$ m/s bewegen (DIN 18 130: *'stark durchlässig'*). Die theoretischen Berechnungen der Wasserdurchlässigkeit anhand der Kornsummenkurven belegen ebenfalls deutliche Durchlässigkeiten der Sande, die sich überwiegend im Bereich um $1 \cdot 10^{-4}$ m/s bewegen (DIN 18 130: *'durchlässig'* bis *'stark durchlässig'*).

Die versuchs- und labortechnisch ermittelten / errechneten Durchlässigkeiten bewegen sich im wasserrechtlich zulässigen und bodenphysikalisch ausreichenden Bereich.

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

Bei den Geländearbeiten wurde zusammenhängendes Grundwasser ermittelt. Der Bemessungswasserstand wurde für das B-Plangebiet 'Höber' auf 0,90 m u. akt. GOK und für die Erweiterungsfläche auf 2,00 m u. akt. GOK festgelegt.

Ausgehend von den aktuellen Höhenverhältnissen sind Versickerungsanlagen gleich welcher Bauweise (Mulden, Becken, Rigolen, Schächte, etc.) innerhalb des B-Plangebietes 'Höber' nicht zulässig, da davon ausgegangen werden muss, dass der o.g. wasserrechtliche Mindestabstand nicht dauerhaft eingehalten werden kann. Demgegenüber sind 'flache' Versickerungsanlagen (z.B. Mulden) innerhalb des Erweiterungsgebietes zulässig.

Zur Herstellung wasserrechtlich zulässiger Rahmenbedingungen wird daher innerhalb des B-Plangebietes 'Höber' die **Aufhöhung des Geländes um 0,40 m angeraten**, um bei einer (flachen) Versickerungsmulde mit einer Einstauhöhe von max. 0,20 m und einer Muldentiefe von 0,30 m ('Freibord': 0,10 m) einen entsprechenden Abstand zum Grundwasser dauerhaft einhalten zu können. Innerhalb des Erweiterungsgebietes wird demgegenüber keine Geländeaufhöhung zur Schaffung zulässiger Rahmenbedingungen notwendig.

Als Aufhöhungsmaterial darf ausschließlich ein wasserrechtlich unbedenklicher, lehm- und organikfreier, geogener Sand Verwendung finden (z.B. SE, SW; wichtig: bindiger Anteil < 5 %), welcher einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s erreicht. Der Sand darf nicht verdichtet, sondern lediglich mit der Baggerschaufel angedrückt werden. Der anstehende Sand ist diesbezüglich geeignet. Die bodenmechanischen Eigenschaften des zur Verwendung vorgesehenen Schüttgutes sollten vorab überprüft und das Material diesbezüglich freigegeben werden.

Innerhalb des B-Plangebietes sind nach o.g. Geländeaufhöhung um mind. 0,40 m – unter der Prämisse der Schaffung 'flacher' Versickerungsmulden mit Aufstauhöhen von max. 0,20 m und Muldentiefen von max. 0,30 m – Versickerun-

gen zulässig. Gleiches gilt für das Erweiterungsgebiet, wobei dort keine Geländeaufhöhung erfolgen muss.

Vorgenanntes gilt vorbehaltlich der Zustimmung der zuständigen Wasserbehörde (Kreis Paderborn / Untere Wasserbehörde), mit welcher sich abgestimmt werden muss.

► Bodengenese: Bei den versickerungsrelevanten Sanden unterhalb der Oberbodenschichten handelt es sich weitgehend um geogene, unauffällige Böden. Punktuell existieren unbedenkliche Anthropogenbeeinflussungen (Pflügung / 'Inertboden'). Schadstoffmobilisierungen sind demnach nicht zu befürchten / zu erwarten.

Fazit: Hydrogeologische / versickerungsrelevante Rahmenbedingungen

● Boden: Der prägende Flugsand ($k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) ist 'stark durchlässig'. Der enggestufte Sand weist wasserrechtlich zulässige und bodenphysikalisch ausreichende Durchlässigkeiten auf.

● Grundwasser: Unter Berücksichtigung des Bemessungswasserstandes (B-Plangebiet 'Höber': 0,90 m u. akt. GOK, Erweiterungsfläche: 2,00 m u. akt. GOK) sind im Areal des B-Plangebietes 'Höber' Versickerungen ausschließlich nach einer Geländeaufhöhung mit geeignetem Material um mind. 0,40 m zulässig.

● Empfehlung: Aus gutachterlicher Sicht wird nach einer Geländeaufhöhung im B-Plangebiet 'Höber' um mind. 0,40 m eine Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer mittels 'flacher' Versickerungsmulden mit einem max. Wasseraufstau von 0,20 m und Muldentiefen von max. 0,30 m angeraten. Innerhalb des Erweiterungsgebietes werden keine Geländeaufhöhungen notwendig. Empfohlen wird eine Abstimmung mit der Fachbehörde.

3.4 Hinweisgebung bezüglich der Niederschlagswasserabführung

Die dargestellten exemplarischen und orientierenden Hinweisgebungen beziehen sich auf die örtliche Herstellung versickerungstechnisch zulässiger Verhältnisse und setzen die wasserrechtliche Zulässigkeit einer Versickerung voraus.

Versickerungen sind bodenphysikalisch im betreffenden Aral möglich. Grundsätzlich sollte vorab eine Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde erfolgen (Kreis Paderborn / Untere Wasserbehörde).

Bei Durchführung von Versickerungen sollten als Versickerungsmedium ausschließlich die Flugsande herangezogen werden. Die Hinweisgebungen berücksichtigen ausschließlich folgende Wässer:

- Niederschlagswasser der Wohngebäude und Garagen (Dachflächen).
- Niederschlagswasser der Wohnstraßen/Anliegerstraßen des Wohngebietes.

Hinweise zur Geländeaufhöhung (ausschließlich B-Plangebiet 'Höber'): Eine Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer ist innerhalb des B-Plangebietes 'Höber' erst nach Schaffung zulässiger Rahmenbedingungen möglich. **Die aktuelle GOK muss um mind. 0,40 m aufgehört werden.** Entsprechend muss die OK der Planstraßen angepasst werden. Da i.d.R. die OK der Planstraßen in Baugebieten deutlich höher als die OK des jeweiligen Urgeländes geplant werden, handelt es sich bei der angeratenen Geländeaufhöhung nicht bzw. lediglich teilweise um einen Mehraufwand. Sehr wichtig ist, dass im Bereich der Versickerungsmulde der anstehende 'Mutterboden' sowie alle potenziellen organischen und verlehmtten Böden entfernt werden. Das Aufbauplanum muss im Muldenbereich zzgl. Überstand einen lehmfreien Sand aufzeigen.

Eingebaut werden darf im Versickerungs- / Muldenbereich inklusiv eines Überstandes ausschließlich ein wasserwirtschaftlich unbedenklicher, geogener, lehmfreier und organikfreier Sand oder Sandkies in einer ausreichenden Durchlässigkeit (von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$). Die Durchlässigkeit des zum Einbau vorgesehenen Materials sollte gutachterlich abgenommen werden. Sollte beim Gebäudebau der anstehende Flugsand (organikfrei, lehmfrei) als Aushub anfallen, so kann dieses zum Geländeaufbau verwendet werden. Das Aufhöhungsmaterial darf im Versickerungs- / Muldenbereich inklusiv eines Überstandes nicht verdichtet, sondern lediglich mit der Baggerschaufel 'angedrückt' werden.

Qualität der zu versickernden Wässer:

- Dachflächenwässer: Die Wohngebäude-Dachflächenwässer werden nach MURL-Erlass als 'unbelastetes' ('unverschmutztes') Niederschlagswasser eingestuft.
- Fahrflächen / Bewegungsflächen / Zufahrten: Die Wässer dieser Flächen werden als 'schwach belastet' ('gering verschmutzt') eingestuft. Die Wässer der Stellplätze und Anliegerstraßen dürfen aufgrund der Reinigung durch die 'belebte Bodenzone' (s.u.) in eine Muldenversickerungsanlage eingeleitet werden.

Angeschlossene undurchlässige Flächen (A_u): Die Unterzeichner gehen pro Wohnhaus von einer jeweiligen Grundfläche von ca. 140 m² inkl. Garage aus (Schätzung). Die Gebäude-Einzugsgebietsfläche beträgt somit geschätzte $A_E = 140 \text{ m}^2$. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass die Gebäude mit ziegelbedeckten Schrägdächern errichtet werden (mittlerer Abflussbeiwert $\psi_m = 0,9$). Hieraus ergibt sich eine 'angeschlossene undurchlässige Fläche' A_u von ca. 126 m² für ein Wohnhaus inkl. Garage.

Anpassungen der Muldendimension aufgrund größerer oder kleinerer Flächen können durch Interpolation angeglichen oder kurzfristig nachgereicht werden.

Vorschlag: Versickerung über Mulde mit ´belebter Bodenzone´: Vorgeschlagen wird die Schaffung von **dezentralen Mulden-Versickerungsanlagen mit einer ´belebten Bodenzone´ (d = 10 cm), einer Muldentiefe von 30 cm und einer max. zulässigen Wassertiefe (Aufstauhöhe) von 20 cm (´Freibord´: 10 cm)**. Tiefreichende Versickerungsanlagen wie Rigolen / Schächte sind unzulässig bzw. werden als nicht sinnvoll beurteilt. Das zu versickernde Wasser durchläuft bei einer Muldenversickerung folgende Reinigungsstufen:

- Mulde (Reinigung über Absatz, Sedimentation)
- ´Belebte Bodenzone´, Mindestmächtigkeit: 10 cm (mikrobiologische Reinigung und mechanische Filterwirkung)
- Sickerraum (Reinigung über Filterwirkung)

Entfernung potenzieller Schluffe / Verlehmungen / organischer Böden / Auffüllungen: Ausschließlich der geogene Flugsand stellt das geeignete Versickerungsmedium. Der gesamte ´Mutterboden´ muss im Muldenbereich plus Überstand abgezogen werden. Ebenfalls müssen potenzielle organische Böden sowie Schluffe, verlehnte Sande und Auffüllungen entfernt werden. Dies sollte durch geeignetes Fachpersonal abgenommen werden. Vorgenannte ungeeignete Böden sind bis auf den geeigneten Geogensand zu entfernen.

Angeraten wird eine ingenieurgeologische Planumabnahme. Erst anschließend kann der Aufbau mit geeignetem Material erfolgen. Potenzielle Massendefizite sind mit Geogensand aufzufüllen, welcher im eingebauten Zustand nachweislich eine Durchlässigkeit von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s aufweist. Der Sand muss locker eingeschoben werden und darf lediglich mit der Baggerschaufel leicht ´angedrückt´ werden.

´Belebte Bodenzone´: Die Mulden sollten mit einer 0,10 m mächtigen ´belebten Bodenzone´ ausgestattet werden. Diese sitzt dem geogenen Flugsand auf. Die ´belebte Bodenzone´ muss aus einem gut durchlässigen Sand bestehen. Die Durchlässigkeit dieses humifizierten Sandes muss $k_f \geq 8 \cdot 10^{-5}$ m/s im eingebauten Zustand betragen. Die ´belebte Bodenzone´ kann durch Saateinmischung des geogenen Flugsandes hergestellt werden, da dieser ausreichende Durchlässigkeiten aufweist.

Abstände: Es sollte ein Mindestabstand von 3 m zu nichtunterkellerten und von 4 m zu unterkellerten Gebäuden / Bauwerken eingehalten werden.

Versickerungsanlagen müssen des Weiteren einen Mindestabstand von 2 m zu Grundstücksgrenzen einhalten.

Positionierung Versickerungsanlage/-n: Die Positionierung sollte unter Berücksichtigung der o.g. Mindestabstände vorgenommen werden. Sinnvoll erscheint eine Positionierung innerhalb der zukünftigen Gartenbereiche.

Durchlässigkeitsbeiwert: Der AN verwendet bei den Dimensionierungsberechnungen aufgrund der Durchströmung der 'belebten Bodenzone' einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 8 \cdot 10^{-5}$ m/s, welcher einen Sicherheitsabschlag gegenüber den ermittelten Werten beinhaltet.

Details Mulde: Die Böschungsneigung der Mulde sollte einen Winkel von 26° (1:2) nicht überschreiten. Die Mulde kann hinsichtlich der Formgebung bei Beachtung der notwendigen Versickerungsfläche frei gewählt werden. Hinzuweisen ist auf die Notwendigkeit von Pflegearbeiten hinsichtlich einer Funktions-Aufrechterhaltung:

- Mahd (Intervall: mindestens jährlich sowie bei Bedarf, Entfernung des Mähgutes).
- Regelmäßige Entfernung von Laub und Störstoffen (im Herbst und bei Bedarf).
- Verhinderung von Auskolkungen im Einlaufbereich (Steinschüttung oder Pflasterung oder widerstandsfähige Vegetation).

Die Mulde sollte weder bei der Errichtung noch im späteren Betriebszustand mit schwerem Gerät befahren werden, um schädliche Verdichtungen zu unterbinden.

Die bei der Dimensionierungsberechnung der Mulde angegebene 'verfügbare Versickerungsfläche' (hier: $12,5 \text{ m}^2$) betrifft ausschließlich den horizontalen Sohlbereich der Mulde. Die Böschungen zählen nicht hierzu.

Zulauf: Der Zulauf sollte oberirdisch in offenen Zuleitungsrinnen erfolgen, da ansonsten die hydraulische Muldeneinleitung durch unterirdische Rohre bei Beachtung der Frostsicherheit und der notwendigen Sickerraumhöhe nicht möglich wird.

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

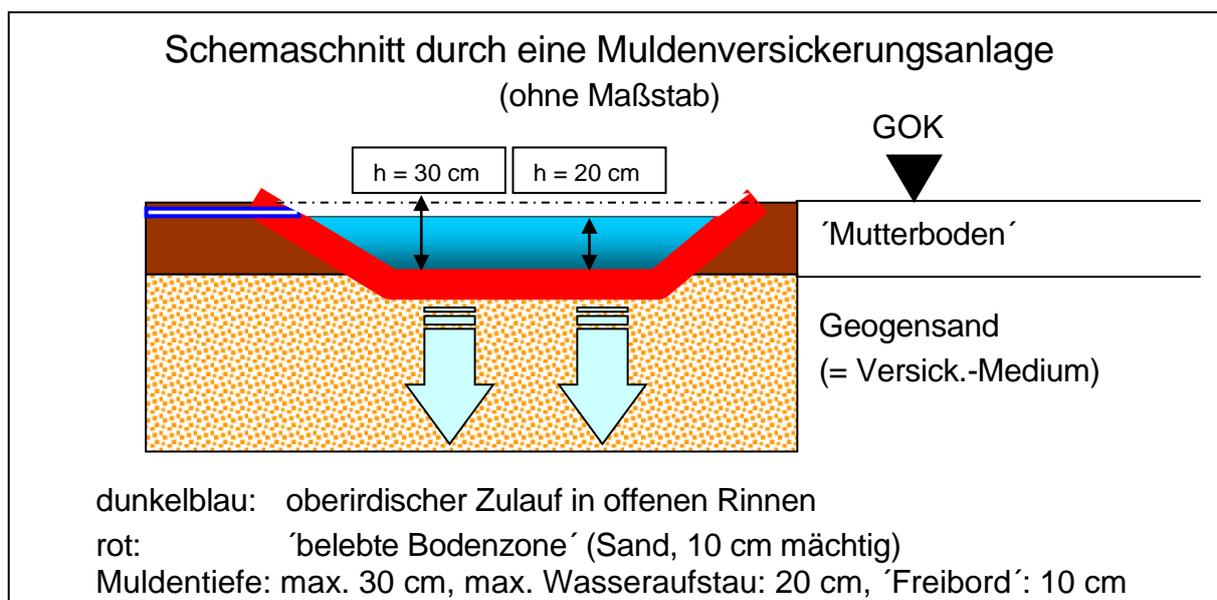
- Zugrundelegung von $n = 0,2$ ('5-jähriges Regenereignis').
- Gegenüber den ermittelten Durchlässigkeiten wird bei der Dimensionierung ein abgeminderter Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 8 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt.
- Es wurde ein Zuschlagsfaktor von $f_z = 1,2$ gewählt (Risikomaß: gering).

Mulden-Dimensionierungsberechnung: In der Anlage 7.2 ist die Dimensionierung einer Mulde nach DWA-A 138 angegeben.

Hinsichtlich der Niederschlagsspende wurde das Rasterfeld 'Delbrück NW' (Spalte 23, Zeile 45) herangezogen (KOSTRA-DWD 2010R, Version 3.2.3). Bemessungsergebnisse:

- angeschlossene undurchlässige Fläche A_u :	126	m^2 (Dachfläche WH + Garage)
- max. zulässige Muldenwassertiefe:	0,20	m
- Versickerungsfläche A_s	12,5	m^2
- mittlere Einstauhöhe z_M :	0,20	m
- Mächtigkeit 'belebte Bodenzone':	0,10	m
- notwendiges Speichervolumen V :	2,50	m^3
- rechnerische Entleerungszeit t_e :	0,62	h ($n = 1$)
- rechnerische Entleerungszeit t_e :	1,41	h ($n = 0,2$)

In der folgenden Schemaskizze ist ein Schnitt durch die Muldenversickerung dargestellt.



Hinweise zur Versickerung der Straßenwässer: Es existiert die Möglichkeit der Versickerung der anfallenden Straßenwässer über Straßen-Seitengräben. Es handelt sich um 'schwach belastetes' Niederschlagswasser, was eine Vorreinigung über eine 'belebte Bodenzone' notwendig macht.

Der Straßenseitengraben (Tiefe: 30 cm, max. Wassereinstau: 20 cm) sollte eine 'belebte Bodenzone' in einer Mächtigkeit von 10 cm aufweisen. Wie o.g. müssen alle 'Mutterböden' sowie alle potenziellen bindige Böden, organische Böden und Auffüllungen bis auf den geogenen Fluviatilsand abgezogen werden.

Potenzielle Aufhöhungen müssen mit geeignetem Geogensand erfolgen. Sinnvoll ist eine ingenieurgeologische Abnahme des Einbaumaterials. Die Mulde sollte horizontal ausgebildet sein und bedarf regelmäßiger Pflegearbeiten (s.o.).

Bei Vorlage exakter Straßenflächengrößen kann ein Mulden-System genauer dimensioniert werden. Für die Vorplanung sind bei angenommenen Straßenbreiten-Varianten von 4, 5 bzw. 6 m und einer Asphalt-Vollversiegelung (mittlerer Abflussbeiwert $\psi_m = 0,9$) sowie bei einer einseitigen Grabenführung jeweils folgende Graben- (= Mulden-) Breiten einzuplanen (jeweils ca. 10 % der Straßenfläche):

Straßenbreite 4 m: horizontale Graben-/Muldenbreite: ca. 0,40 m

Straßenbreite 5 m: horizontale Graben-/Muldenbreite: ca. 0,50 m

Straßenbreite 6 m: horizontale Graben-/Muldenbreite: ca. 0,60 m

4. Chemische Untersuchungen

4.1 Mutterboden: Beurteilung Aufbringung auf landwirtschaftl. Flächen

Der Oberboden / 'Mutterboden' des B-Plangebietes Nr. 117 'Höber' sowie der sich südlich anschließende Erweiterungsfläche wurde hinsichtlich der Aufbringung auf landwirtschaftliche Flächen (auf bestehende Oberböden) untersucht und beurteilt.

Methodik / Auffälligkeiten:

Material- und Geruchsauffälligkeiten: Der relevante Oberboden ('Ackerboden') wurde auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Auffälligkeiten wie Asche sowie Schwarzdeckenbruch wurden nicht erkannt. Häufig existiert eine geringe Anthropogenbeeinflussung durch Pflugbearbeitung. Bei dem relevanten Oberboden handelt es sich weitgehend um einen verlehnten Sand / ein Sand-Lehm-Gemisch mit organischen Anteilen. Geruchliche Auffälligkeiten wurden – abgesehen vom typischen 'Mutterboden' Geruch – nicht erkannt.

Parameterumfang: Die Analysen erfolgten auf den Parameterumfang gemäß 'Vorsorgewerte' der *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung* (BBodSchV, Anhang 2, Abs. 4, 'Vorsorgewerte für Metalle' und 'Vorsorgewerte für organische Stoffe').

Mischprobenzusammenstellung: Es wurden hinsichtlich der Flächenabdeckung zwei Mischproben (MP) erstellt:

- 'MP Mutterboden Osten': geogener und anthropogen beeinflusster Oberboden des östlichen Bereiches (B-Plan 'Höber': BS 4, 5, 8, 10, 14 und Erweiterungsfläche: BS 6, 17, 19)

- MP Mutterboden Westen: geogener und anthropogen beeinflusster Oberboden des westlichen Bereiches (B-Plan 'Höber': BS 1, 2, 3, 7, 12, 13, 16, 18 und Erweiterungsfläche: BS 9, 11, 15, 19)

Es handelt sich hierbei weitgehend um einen verlehmtten Sand / ein Sand-Lehm-Gemisch mit organischen Anteilen.

Die chemischen Analysen der Probe führte die *Horn & Co. Analytics GmbH*, Wenden, durch, welche die entsprechenden Zulassungen besitzt. Die detaillierten Analysenergebnisse sind der Anlage 8.1 zu entnehmen.

Analysenergebnisse (siehe Anlage 8.1): Alle Analysenergebnisse unterschreiten die *'Vorsorgewerte für Metalle'* (Bodenart Lehm/Schluff) sowie die *'Vorsorgewerte für organische Stoffe'* (Böden mit Humusgehalt < 8 %). Das Auf- und Einbringen von diesem Oberboden auf oder in eine (bestehende) durchwurzelbare Bodenschicht ist somit zulässig. Empfohlen wird eine Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde.

4.2 Abfallwirtschaftliche Beurteilung des Aushubbodens

Veranlassung: Es ist bei der Maßnahme mit Anfall von Überschuss- / Aushubboden zu rechnen. Daher erfolgen umweltrelevante Untersuchungen des potenziell aufzunehmenden Aushubs (ohne 'Mutterboden', s.o.) mit dem Ziel der Kenntnisnahme des konkreten Schadstoffpotenzials sowie der Beurteilung einer Wiedereinbaueignung/-zulässigkeit bzw. der Aufzeigung eines geeigneten Entsorgungsweges.

Methodik / Auffälligkeiten: Die für die Mischprobenerstellung herangezogenen Einzelproben stellen Bohrgutentnahmen der Rammkernsondierungen BS 1-19 dar (Ziel: Flächendeckung). Der Oberboden / 'Mutterboden' wurde im Rahmen dieser Untersuchungen nicht herangezogen (s.o.). Organoleptisch erfolgte eine fachgerechte Bohrgutansprache durch einen erfahrenen Dipl.-Geologen.

Material- und Geruchsauffälligkeiten: Das Bohrgut wurde auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Auffälligkeiten wie Asche sowie Schwarzdeckenbruch wurden nicht erkannt.

Bei dem zu lösenden Geogenboden handelt es sich – abgesehen von dem sowieso abzuschiebenden 'Mutterboden' – um einen enggestuften Flugsand. Geruchliche Auffälligkeiten wurden nicht erkannt. Auffälligkeiten wurden nicht erkannt.

Untersuchungsumfang: Die Analysen erfolgten auf den Parameterumfang gemäß LAGA_{Boden}, da dieser den vollständigeren Parametersatz beinhaltet. Ergänzend wurde der Parameterumfang gemäß Deponieverordnung (DepV) untersucht.

Parameterumfang / Mischprobenzusammenstellung: Es wurden hinsichtlich der Flächenabdeckung insgesamt vier Mischproben (MP) erstellt:

- **MP 1:** geogener Flugsand: BS 4, 5, 10 (Osten B-Plan 'Höber')
- **MP 2:** geogener Flugsand: BS 1, 2, 3, 7, 8, 12 (Norden B-Plan 'Höber')
- **MP 3:** geog. Flugsand: BS 13, 14, 15, 16, 17, 18 (Süden B-Plan 'Höber')
- **MP 4:** geogener Flugsand: BS 6, 9, 11, 19 (Erweiterungsfläche)

Tabelle 7: Analysenparameter / Probenauswahl (Mischplan)

Feststoffanalysen (Boden)			
Parameterumfang LAGA (TR Boden, 2004), Feststoff + Eluat (4 Stück) + Parameterumfang Deponie verordnung DepV (4 Stück)	B-Plan 'Höber'	MP 1 (BS 4, 5, 10)	$4/2 + 4/3 + 5/2 + 5/3$ $+ 5/4 + 10/2 + 10/3$
		MP 2 (BS 1, 2, 3, 7, 8, 12)	$1/2 + 1/3 + 2/2 + 2/3 +$ $3/2 + 3/3 + 7/2 + 7/3 + 8/2$ $+ 8/3 + 12/2 + 12/3$
		MP 3 (BS 13, 14, 15, 16, 17, 18)	$13/2 + 13/3 + 14/2 + 14/3 +$ $15/2 + 15/3 + 16/2 + 16/3 +$ $16/4 + 17/2 + 17/3 + 17/4 +$ $18/2 + 18/3$
	Erweit.- Areal	MP 4 (BS 6, 9, 11, 19)	$6/2 + 6/3 + 9/2 + 9/3 + 11/2$ $+ 11/3 + 19/2 + 19/3$

Die chemischen Analysen führte das die notwendigen Zulassungen besitzende Chemielabor HORN & CO. ANALYTICS GMBH, Otto-Hahn-Straße 2 in 57482 Wenden, durch. Die Labor-Analysenberichte sind als Kopie der Anlage 8.2 zu entnehmen.

Bewertungsgrundlagen: Die Bewertung erfolgt hinsichtlich einer Wiedereinbaubewertung sowie der Aufzeigung der Entsorgung nach folgenden Regelwerken:

- *LAGA Technischen Regeln - Ländergemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen* (LAGA 'Technische Regeln Boden' TR Boden, Stand 05.11.2004)
- *Deponieverordnung DepV* ('Verordnung über Deponien und Langzeitlager', Stand: 27.04.2009, letzte Änderung: 27.09.2017)

Analysenergebnisse / Bewertung: Innerhalb des eigentlichen B-Plangebietes 'Höber' sowie innerhalb der Erweiterungsfläche wurden keinerlei Auffälligkeiten erkannt.

In der folgenden Tabelle 8 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Bewertung der untersuchten Proben, basierend auf den Analyseergebnissen.

Tabelle 8: LAGA- und DepV-Klassifizierung anhand der Analyseergebnisse

Bereich	Mischprobe	LAGA-Einstufung	DepV-Einstufung
B-Plan 'Höber'	MP 1	Z₀Boden[*] (Bodenart Sand + Schluff / Lehm)	DK0
	MP 2		
	MP 3		
Erweiterungsfläche	MP 4		

Einbauklasse Z₀Boden = Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen

* = vorbehaltlich einer bodenmechanischen Eignung

5. Ingenieurgeol. Beurteilung des Baugrundinventars

5.1 Bodencharakterisierende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden sieben Stück Korngrößenanalysen durchgeführt (3 x Sieb-/Sedimentationsanalysen, 4 x Siebanalyse), wobei der gründungs- und versickerungsrelevante Flugsand sowie der Schluff untersucht wurden (Proben siehe Tabelle 9). In den Anlagen 3.1-3.2 sind die ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 9 aufgeführt.

Tabelle 9: Ergebnisse der Korngrößenanalysen und Wassergehaltsbestimmungen

fett = prägend

Einheit	Flugsand								Fluviatilschluff					
Probe	1/3		4/3		6/4		9/3		1/5		11/5		15/4	
Profil (m u.GOK)	1,50-2,50		1,50-2,60		2,20-3,10		1,55-2,55		3,50-5,00		3,80-5,00		1,80-2,80	
Ton (%)	n.b.	2	n.b.	1	n.b.	2	n.b.	2	17	84	9	72	10	81
Schluff (%)	n.b.		n.b.		n.b.		n.b.		67		63		71	
Feinsand (%)	56	98	53	99	53	98	56	98	13	16	23	28	15	19
Mittelsand (%)	40		43		43		39		3		5		4	
Grobsand (%)	2		3		2		3		-		-		-	
Kies (%)	-		-		-		-		-		-		-	
d ₁₀ (mm)	0,095		0,104		0,100		0,094		<0,001		0,0024		0,002	
U-Wert (d ₆₀ /d ₁₀)	2,2		2,1		2,1		2,2		>33		18		18	
k _r -Wert (m/s)	BEYER	$9 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-5}$	$ca. 6 \cdot 10^{-9}$	$4 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8}$						
	HAZEN	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	-	-	-						
	MA/PA	-	-	-	-	$ca. 6 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$						
Wassergehalt w	16,96 %		15,54 %		18,85 %		16,84 %		20,52 %		18,40 %		19,86 %	

Bewertung DIN 18 130: **stark durchlässig** / **durchlässig** / **gering durchlässig** / **sehr gering durchlässig**

MA/PA = Mallet & Pacquant

Der Untergrund gliedert sich in einen enggestuften, stark mittelsandigen Feinsand (Flugsand) deutlicher Durchlässigkeit im oberen Bodenprofil und in einen schwach feinsandigen, schwach tonigen Schluff (Fluviatilschluff) geringer bis sehr geringer Durchlässigkeit im tieferliegenden Bodenprofil.

- Bodenbezeichnung (DIN 4022), Bodenklasse (DIN 18 196), Frostklasse (ZTVE-StB)

Tabelle 10: Klassifizierung der untersuchten Proben nach DIN 4022, DIN 18 196, ZTVE-StB

Einheit	Probe	DIN 4022	DIN 18 196	ZTVE-StB Frostklasse
Flugsand	1/3	Feinsand-Mittelsand-Gemisch	SE	F1
	4/3	Feinsand-Mittelsand-Gemisch	SE	F1
	6/4	Feinsand-Mittelsand-Gemisch	SE	F1
	9/3	Feinsand-Mittelsand-Gemisch	SE	F1
Fluviatilschluff	1/5	Schluff , tonig, schwach feinsandig	UL-UM	F3
	11/5	Schluff , feinsandig, schw. tonig, schw. mittelsandig	UL-UM	F3
	15/4	Schluff , feinsandig, schwach tonig	UL-UM	F3

Einstufung ZTVE-StB: **F1 (sehr frostempfindlich)** / **F2 (gering-mittel frostempfindlich)** / **F3 (sehr frostempfindlich)**

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Der untersuchte Flugsand ist der Klasse F1 (*‘nicht frostempfindlich’*) zugehörig. Der untersuchte Fluviatilschluff muss in die Klasse F3 gestellt werden (*‘sehr frostempfindlich’*).

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1, Anlage 4.1, Tabelle. 9): Die ermittelten Wassergehalte der vier untersuchten Flugsand-Bodenproben von $w = 15,5 / 18,9 \%$ sowie die ermittelten Wassergehalte der drei untersuchten Fluviatilschluff-Bodenproben von $w = 18,4 / 20,5 \%$ belegen bei den vorhandenen Böden einen weitgehend grundwassergesättigt nassen Zustand.

- Durchlässigkeiten (DIN 18 130): Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) der untersuchten Bodenproben erfolgten nach BEYER sowie für die enggestuften Böden (Flugsand) ergänzend nach HAZEN und für die stärker bindigen Böden ergänzend nach MALLET / PACQUANT. Die Ergebnisse zeigen folgender Größenordnungen für die untersuchten Böden:

- Flugsand: überw. $k_f = \text{ca. } 9 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: *‘stark durchlässig’* bis *‘durchlässig’*), Fazit: sehr geringes / nicht vorhandenes Staunässe- / Rückhaltepotenzial (Einstufung: **‘Nichtstauer’ / ‘Leiter’**).
- Fluviatilschluff: überw. $k_f = \text{ca. } 1 \cdot 10^{-7} - 6 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: *‘gering durchlässig’* bis *‘sehr gering durchlässig’*), Fazit: hohes Staunässe- / Rückhaltepotenzial (Einstufung: **relativer ‘Stauer’ / Nichtleiter**).

- Glühverlustbestimmungen (nach DIN 18 128): Bei der Bodenansprache wurde an einzelnen Proben ein geringer organischer Nebengemenganteil erkannt. Die in der Tabelle 11 aufgeführten zwei Bodenproben wurden auf ihren Organikanteil hin unter-

sucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen (Glühverlust als Mittelwert von drei Versuchen; siehe Anlage 5.1) sind der folgenden Tabelle 11 zu entnehmen.

Tabelle 11: Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen

Einheit	Probe	Tiefenlage (m u.GOK)	Glühverlust V_{gl}	DIN EN ISO 14688-2	DIN 1054
Sand	5/2	0,50-1,10	2,19 %	<i>schwach organisch</i>	<i>nicht organisch</i>
Sand	9/3	1,55-2,55	0,34 %	<i>nicht organisch</i>	<i>nicht organisch</i>

<u>DIN 1054-Klassifizierung:</u>	<i>'nichtorganischer Boden'</i>	(nichtbindige Böden < 3 %, bindige Böden < 5 %)
	<i>'organischer Boden'</i>	(nichtbindige Böden 3-20 %, bindige Böden 5-20%)
	<i>'hochorganischer Boden'</i>	(> 20 %)
<u>DIN EN ISO 14688-2:</u>	<i>'nicht organisch'</i>	(< 2 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
	<i>'schwach organisch'</i>	(2-6 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
	<i>'mittel organisch'</i>	(6-20 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
	<i>'stark organisch'</i>	(> 20 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)

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

Die Ergebnisse belegen durchgängig einen geringen bis mäßigen Organikanteil, welcher von der DIN 1054 als *'nicht organisch'* und von der DIN EN ISO 14688-2 ebenfalls als *'nicht organisch'* (Probe 9/3) bzw. als *'schwach organisch'* klassifiziert wird (Probe 5/2). Bei der Probe 5/2 wird vermutet, dass es sich um eingetragene Humifizierungen geringen Umfangs handelt (liegender / söhligler Abschnitt des 'Mutterbodens').

Ein erhöhtes Setzungspotenzial geht von der nachgewiesenen Größenordnung des Organikanteils nicht aus. Stärkere organische Einschaltungen können jedoch nicht völlig innerhalb / unterhalb der gründungsrelevanten Teufen ausgeschlossen werden. Sehr wichtig ist die sorgfältige Kontrolle der Aushubfläche auf deutliche organische Bestandteile und deren vollständigen Entfernung.

- Zustandsgrenzen-Ermittlung (nach DIN EN ISO 17892-12): Die Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen wurde an drei u.g. Fluviatillehm-Proben vorgenommen (Proben siehe Tabelle 12). Die Ergebnisse sind der Tabelle 12 sowie der Anlage 6.1-6.3 zu entnehmen.

Tabelle 12: Ergebnisse der Zustandsgrenzen-Ermittlungen (Fließ-/Ausrollgrenzen)

Probe	Entnahmetiefe	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizitätszahl I_P	Wassergehalt w	Konsistenzzahl I_C
1/5	3,50-5,00 m	26,6 %	17,1 %	9,5 %	20,5 %	0,64 ('weich')
11/5	3,80-5,00 m	24,5 %	17,3 %	7,2 %	18,4 %	0,84 ('steif')
15/4	1,80-2,80 m	24,6 %	19,5 %	5,1 %	19,9 %	0,93 ('steif')

Der untersuchte Fluviatillehm weist sehr geringe Plastizitätszahlen auf. Bereits bei mäßigen Wassergehaltszunahmen besteht die Gefahr, dass der Boden 'umkippt', d.h. in einen breiigen Konsistenzzustand übergeht. Er weist eine hohe 'Konsistenzlabilität' auf. Bei Einsatz der Daten in das Plastizitätsdiagramm nach CASAGRANDE liegt der untersuchte Boden überwiegend im Bereich der nach DIN 18 196 bezeichneten Bodengruppen 'leicht plastische Schluffe' (UL) bis 'mittelplastische Schluffe' (UM). Basierend auf den ermittelten Konsistenzzahlen kann im ungestörten Zustand unter Auflast von einer weichen bis steifen Konsistenz ausgegangen werden.

5.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an DIN 4094 sowie EN ISO 22476-2 und wurden mit der sog. Leichten Rammsonde durchgeführt (DPL 5 = 'Dynamic Probing Light' 5). Die 17 Stück Rammsondierungen (DPL) wurden – abgesehen von den BS 18 und BS 19 – im Nahbereich zu allen Bohrungen durchgeführt (Beispiel: BS 1 / DPL 1). Die Ergebnisdarstellung erfolgte in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe n_{10} gegen Tiefe. Die Rammdiagramme sind in der Anlage 2 grafisch dargestellt.

- ⇒ Oberer Flugsand (bis ca. 1,0 / 2,0 m u. akt. GOK): Abgesehen von den Oberböden und hangenden Auflockerungen geringer Stärke weist betreffender Profilbereiche weitgehend ein mittleres Schlagzahlniveau von überwiegend $n_{10} = \text{ca. } 6-10$ auf. Umgerechnet handelt es sich hierbei um eine **mitteldichte Lagerung**. Bei einer Nichtunterkellerung besitzen diese Sande weitgehend Gründungsrelevanz. Diese Sande weisen einen mäßigen Verbesserungsbedarf auf (tiefenwirksame Nachverdichtung) und bedürfen geringer gründungsvorbereitender Verbesserungen (verdichtungsfähige Schotterlage).

- ⇒ Unterer Flugsand (ab ca. 1,0 / 2,0 m u. akt. GOK): Ab genannter Teufe erfolgt eine i.d.R. mäßige Zunahme der Schlagzahlen auf ein Niveau von weitgehend $n_{10} = 10-15$. Dies entspricht umgerechnet innerhalb der grundwassererfüllten Bereiche einer überwiegend **mitteldichten, z.T. dichten Lagerung**. Dieser Sand weist eine ausreichende Baugrundeignung auf, kommt als direktes Gründungsmedium aufgrund seiner Tiefenlage vermutlich jedoch lediglich stellenweise bei einer Unterkellerung zum Tragen.

- ⇒ Fluviatilschluff (überw. ab ca. 3,0 / 4,0 m u. akt. GOK): Innerhalb der Fluviatilschluffe wurde ein Level von weitgehend $n_{10} = 10-20$, z.T. höher benötigt. Diesem Niveau kann eine **weiche-steife bis steife Konsistenz** im ungestörten Zustand (überdeckt) zugeordnet werden.
Nach Wegnahme der Überlagerungsspannung (Freilegung bei Auskofferrung) muss innerhalb der Schluffe bei der aktuellen Grundwasserbeeinflussung mit weichen bis breiigen, und damit gründungsungeeigneten Konsistenzen gerechnet werden. Der Schluff stellt einen ausgeprägt nässeempfindlichen Boden dar.
Der Schluff kommt als direktes Gründungsmedium aufgrund seiner Tiefenlage vermutlich lediglich stellenweise bei einer Unterkellerung zum Tragen.

5.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

Tabelle 13: Charakteristische Bodenkenngrößen der relevanten Bodenarten

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>Einzubauende Schottertragschicht (dicht)</u>	22,0	14,0	37,5	0	80.000
<u>Oberer Flugsand (bis ca. 1,0 / 2,0 m u. akt. GOK):</u> Feinsand- / Mittelsand-Gemisch, schwach schluffig; überw. mitteldicht *	17,5 - 18,0	9,5 - 10,0	32,5	0	20.000 - 25.000 RW 23.000
<u>Unterer Flugsand (ab ca. 2,0 / 3,0 m u. akt. GOK):</u> Feinsand- / Mittelsand-Gemisch, schwach schluffig; überw. mitteldicht, z.T. dicht *	18,0 - 19,0	10,0 - 11,0	32,5 - 35,0	0	25.000 - 40.000 RW 30.000
<u>Fluviatilschluff (überw. ab ca. 3,0 / 4,0 m u. akt. GOK):</u> Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig; überw. weich-steif bis steif* + **	19,0 - 20,0	9,0 - 10,0	25,0	0	6.000 - 10.000 RW 8.000

γ_k = Wichte des erdfeuchten Bodens

φ'_k = Reibungswinkel des drainierten Bodens

c'_k = Kohäsion des drainierten Bodens

* = angetroffen

γ'_k = Wichte d. Bodens unter Auftrieb

RW = Rechenwert

$E_{s,k}$ = Steifeziffer

** = ungestört unter Auflast

5.4 Bodenklassen / Bodengruppen / Frostklassen / Homogenbereiche

Tabelle 14: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen, Homogenbereiche

Schichtglieder (Grobgliederung)	Bodenklassen (DIN 18 300)	Gruppensymbol (DIN 18 196)	‘Frostklasse’ ZTVE-StB	Boden- lösung	Homogen- bereiche
beeinfl. ‘Mutterboden’	1 / period. 2	A (OU)	F2	‘Löffel- bagger’	-
‘Mutterboden’	1 / period. 2	OU	F2		
Sand (prägend)	3	SE	F1		Nr. 1
Schluff ¹⁾	4	UL-UM-SU*	F3		

¹⁾ bei Wassersättigung bewegungsempfindlich (Gefahr der Konsistenzverring. bis zu breiiger Konsistenz = BK 2)

Für die Entfernung des ‘Mutterbodens’ erfolgt keine Ausweisung eines eigenen Homogenbereiches, da dieser ohnehin separat zu handhaben ist.

Erläuterung Tabelle 14

nach DIN 18 300	Bodenklasse 1: Bodenklasse 2: Bodenklasse 3: Bodenklasse 4:	Oberboden (‘Mutterboden’) fließende Bodenarten leicht lösbare Bodenarten mittelschwer lösbare Bodenarten
nach DIN 18 196	A OU SE SU* UL/UM	Auffüllungen Schluffe mit organischen Beimengungen enggestufte Sande Sand-Schluff-Gemische leicht / mittelplastische Schluffe
ZTVE-StB	F1 F3	nicht frostempfindlich sehr frostempfindlich
Homogenbereiche DIN 18 300: 2019-09	Nr. 1:	Eigenschaften siehe Tabelle 15

Bodenlösung / Erdbau (Wohnbebauung / Kanalbau / Straßenbau): Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Lockergesteinsböden mittels ‘normalem’ Löffelbagger möglich sein wird (Bodenklassen 1-4).

Homogenbereiche gem. VOB Teil C: Die Festlegung von Homogenbereichen erfolgt für das Gewerk ‘Erdbau’ gem. DIN 18 300:2019-09 im Hinblick auf die anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 1 (‘Kleiner Erdbau’).

Homogenbereich (DIN 18 300: 2019-09): Nr. 1

Tabelle 15: Kennwerte für **Homogenbereich Nr. 1**

Nr. nach VOB	Kennwert / Eigenschaft	Wertebereich
2a, 2b	Anteil Steine und Blöcke	≤ 1 % (Schätzung)
2c	Anteil große Blöcke	0 % (Schätzung)
6	undrainierte Scherfestigkeit	~ 0 – 150 kN/m ²
9	Konsistenz	~ 0,30 - 1,30
12	Plastizitätszahl	~ 0,04 – 0,30
14	Lagerungsdichte D	~ 0,25 – 0,65
20	Bodengruppen	SE, UL, UM, SU*
21	Ortsübliche Bezeichnung	Flugsand, Fluviatilschluff

6. Ingenieurgeol. Hinweisgebungen zur Baudurchführung

Aufgrund der zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorliegenden Detailplanung soll an dieser Stelle eine orientierende, überschlägige (Baugrund-) Beurteilung des zu untersuchenden Areals vorgenommen werden. Diese Untersuchung ersetzt keine detaillierte Einzelprojekt-Baugrunduntersuchung (Individualuntersuchung). Die Hinweisgebungen gliedern sich in die drei Bereiche Wohngebäudebau, Kanalbau und Straßenbau.

6.1 Wohngebäudebau

Dem AN liegt keine Information über eine Bauweise mit oder ohne Unterkellerung vor. Grundsätzlich ist die Aussage zu treffen, dass sowohl Gebäudeerrichtungen mit als auch ohne Unterkellerung möglich sind. Bei den vorliegenden Grundwasserverhältnissen macht eine Bauweise mit Unterkellerung einen Mehraufwand gegenüber einer Nichtunterkellerung erforderlich (Gründungsniveau und Kellergeschoss innerhalb des grundwasserbeeinflussten Bereiches \Rightarrow dauerhafter Schutz des KG vor 'drückendem' Wasser, \Rightarrow Notwendigkeit einer bauzeitlichen Grundwasserabsenkung). Bezüglich des Gebäudebaus wird bei einer Unterkellerung von einer Gründungsteufe auf ca. 2,3-2,5 m u. akt. GOK und bei einer Nichtunterkellerung von einer (frostfreien) Fundamentgründungsteufe auf ca. 0,5-1,0 m u.GOK ausgegangen. Ebenso wird von einer deutlichen Heraushebung der OKFF EG über die aktuelle GOK ausgegangen.

Infolge der Rahmenbedingungen (Grundwasser) müssen hinsichtlich der Schaffung einer Versickerungseignung die Parzellen im B-Plangebiet 'Höber' um mind. 0,40 m gegenüber der aktuellen GOK aufgehöhht werden (vorbehaltlich der Detailklärung mit der Wasserbehörde). Entsprechend muss die OK der Planstraßen angepasst werden.

Die OKFF EG der Plangebäude verläuft üblicherweise ca. 0,10 m oberhalb der angrenzenden GOK. Somit verläuft die OKFF EG der Plangebäude ca. 0,50 m oberhalb der aktuellen GOK (Annahme).

Boden- und Grundwasserverhältnisse: Nach Abtrag des 'Mutterbodens' (B-Plangebiet 'Höber': d = i.M. 0,49 m, Erweiterungsfläche: d = i.M. 0,44 m) steht ganz überwiegend ein enggestuftes Feinsand- / Mittelsandgemisch an. Die Lagerungsdichten können bis ca. 1,0 / 2,0 m u. akt. GOK mit weitgehend mitteldicht und ab g.g. Teufe mit überwiegend mit mitteldicht, z.T. dicht angegeben werden.

Innerhalb des tieferen Bodenprofils folgt ein Fluviatilschluff. Dieser weist differierende Flurabstände auf (ca. 1,8 / 4,50 m. u. GOK). Der Schluff liegt im ungestörten, überdeckten Zustand in einer weichen-steifen bis steifen Konsistenz vor.

B-Plangebiet 'Höber': Bei einer Nichtunterkellerung ist eine seltene GW-Beeinflussung potenzieller Fundamente / Gründungskörper / Frostschutzschürzen nicht ausgeschlossen. Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte ist bei einer Nichtunterkellerung ausschließlich bei einer Heraushebung der OKFF EG um 0,50 m über die akt. GOK unwahrscheinlich. Bei einer Unterkellerung unterliegt das KG einer häufigen bis permanenten GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser'). Bemessungswasserstand B-Plan 'Höber': 0,90 m unter akt. GOK (ohne Extremereignisse).

Erweiterungsfläche: Bei einer Nichtunterkellerung wird eine GW-Beeinflussung potenzieller Fundamente / Gründungskörper / Frostschutzschürzen nicht erwartet. Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte ist bei einer Nichtunterkellerung unwahrscheinlich. Bei einer Unterkellerung kann – vorbehaltlich der Ergebnisse einer Individualuntersuchung – eine periodische, u.U, permanente GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser') nicht ausgeschlossen werden. Bemessungswasserstand Erweiterungsfäche: 2,00 m unter akt. GOK (ohne Extremereignisse).

Kurzfassung: Der relevante Untergrund weist projektbezogen eine ausreichende Gründungseignung für eine Flach- / Fundamentgründung auf. Einschränkendes Kriterium stellen der primär im B-Plangebiet 'Höber' geringe Grundwasserflurabstand dar. Bemessungswasserstand B-Plangebiet 'Höber': 0,90 m u. akt. GOK, Erweiterungsfäche: 2,00 u. akt. GOK (jeweils ohne Extremereignisse).

Im B-Plangebiet 'Höber' wird zwecks Schaffung einer Versickerungseignung eine Geländeaufhöhung um mind. 0,40 m notwendig.

- Nichtunterkellerung: Vorgeschlagen wird ein Lastabtrag über Streifenfundamente bzw. alternativ über eine bewehrte Bodenplatte. Der AN favorisiert eine Platten-gründung. Die UK der Bodenplatte muss deutlich oberhalb des Bemessungswasserstandes liegen. Unter Berücksichtigung der o.g. Geländeaufhöhung um mind. 0,40 m im B-Plangebiet 'Höber' wird dort eine Heraushebung der OKFF EG von mindestens 0,50 m oberhalb der aktuellen GOK empfohlen.
- Unterkellerung: Es wird eine Plattengründung und Abdichtung gegen 'drückendes' Wasser angeraten.

Im Bauflächen- und Lastabtragsbereich sind alle organischen Böden vollständig zu entfernen und durch Schotter zu ersetzen. Wichtig: Homogenisierung der Lagerungsdichten (Nachverdichtung). Der SE-Sand benötigt eine verdichtungsfähige Auflage (Schotter) in einer Mächtigkeit von $d = 0,30$ m (Platte) / $0,20$ m (Streifenfundament) und der Schluff (u.U. bei einer Unterkellerung gründungsrelevant) eine Schotterunterbau der Stärke von mind. $0,50$ m plus einem Geotextil. Vor Schotterauftrag (Unterkellerung) ist ein Geotextil einzulegen und seitlich hochzuziehen.

a) Maßnahmenvorschläge bei Nichtunterkellerung:

Oberboden: Der 'Mutterboden' sowie sonstige organischen und potenziellen bindigen Böden müssen aus dem Baufeld inkl. Überstand vollständig abgezogen werden. Angeraten wird die Verwendung einer 'Glattschneide' / 'Schneidbestückung', damit der Geogensand auf Erdplanum nicht in seiner natürlichen Lagerung gestört wird.

Unter der Annahme eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von $d = \text{ca. } 0,40 \text{ m}$ sowie der 'Heraushebung' der OKFF EG von mind. $0,50 \text{ m}$ gegenüber der akt. GOK existiert aufgrund der Oberbodenstärke ($d = \text{i.M. ca. } 0,5 \text{ m}$) ein i.M. ca. $0,6 \text{ m}$ starkes Massendefizit zwischen freigelegtem Erdplanum und UK Bodenplatte.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Es wird bei den vorgefundenen Grundwasser-Verhältnissen vermutlich eine offene Wasserhaltung ausreichend sein. Nach Niederschlägen ist u.U. bereichsweise Tagwasser zu erwarten.

Es sollten mindestens ein Pumpenschacht, nach deutlichen Niederschlägen mehrere tieferreichender Pumpenschächte errichtet werden, welche bis mindestens $0,5 \text{ m}$ unterhalb der geplanten Gründungssohle reichen. Potenzielles Grundwasser muss bauzeitlich bis mind. $0,5 \text{ m}$ u. Aushubniveau abgesenkt werden.

Sinnvoll ist vor Baubeginn die Aktualisierung des GW-Standes in einem nahegelegenen Pegel bzw. in einem anzulegenden Baggerschurf und die Anpassung der Wasserhaltung an die aktuellen Verhältnisse.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss ab Baugrubenteufen $> 1,25 \text{ m}$ geböscht / verbaut werden. Die Böden können - soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden. Evtl. vorliegende grundwassererfüllte Abschnitte sind nach DIN 4124 zu sichern.

Bodenplattenbereich: Zunächst sollte das vom Oberboden freigelegte sandige Erdplanum sorgfältig nachverdichtet werden. Üblicherweise wird die OKFF als Schutz vor Oberflächenzulauf oberhalb der GOK vorgesehen ('Heraushebung').

Unter Berücksichtigung der notwendigen Höhenplanung (mind. $0,40 \text{ m}$ höher als die akt. GOK) wird eine Heraushebung der OKFF EG von mindestens $0,50 \text{ m}$ oberhalb der aktuellen GOK empfohlen.

Das Massendefizit sollte mit geeignetem Material lagenweise eingebaut (max. Lagenstärke: 30 cm) und ordnungsgemäß verdichtet werden (100% Proctordichte). Vom AN wird die Verwendung von Güteschotter (z.B. $0/45 \text{ mm HKS}$) angeraten.

Unter der Annahme eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von $d = \text{ca. } 0,40 \text{ m}$ wird aufgrund des Massendefizites nach Entfernung des Oberbodens ($d = \text{i.M. ca. } 0,50 \text{ m}$) mit einem i.M. $d = \text{ca. } 0,60 \text{ cm}$ starken Unterbau unter UK Bodenplatte gerechnet (Annahme: Güteschotter). **Grundsätzlich sollte der Schotter-Unterbau nicht weniger als $d = 0,30 \text{ m}$ betragen (Mindeststärke)**. Der empfohlene Schotterunterbau stellt somit weitgehend 'Sowieso-Kosten' dar. Auf OK Schotter (Bodenplatte) sollte ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden (in Abhängigkeit der statischen Erfordernisse).

Variante 1 Nichtunterkellerung (Gründung über Streifenfundamente): Es ist ein Lastabtrag über Streifenfundamente möglich. Wichtig ist eine Gründung und ein Lastabtrag in / auf dem geogenen, organikfreien Sand. Es wird eine Einbindung von $1,00 \text{ m}$ u. OKFF EG vorgeschlagen.

Zum einen handelt es sich um eine frostsichere Tiefe und zum anderen stehen in g.g. Teufe weitgehend keine Sande mit einem relevanten organischen Anteil an. Sollten auf Gründungsniveau dennoch organische oder bindige Böden anstehen, so wird eine ergänzende Fundamenttieferführung bis auf organikfreie Sande oder ein Bodenaustausch der organischen / bindigen Böden und Ersatz gegen Schotter oder Beton notwendig.

Es wird angeraten, unterhalb der Fundamente sowie im Lastabtragsbereich eine Verdichtungsauflage von $d = 0,20 \text{ m}$ Schotter einzubauen. Der Sand sollte zuvor tiefenwirksam nachverdichtet werden (wichtig: mind. dreimaliger Übergang). Der Verdichtungsgrad sollte mindestens 100% der einfachen Proctordichte betragen. Das Wohnhaus sowie eine potenziell anbindende Garage sollten ihre Lasten über eine gleichartige Gründung abtragen.

Bemessungswert des Sohlwiderstandes / Setzung (Streifenfundament): Anhand der in der Tabelle 13 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen (siehe Anlage 9.1). Es wurde das Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt. Es wird bei einer Nichtunterkellerung von einer Einbindung des Streifenfundamentes von 1 m ausgegangen (Annahme). Des Weiteren wird eine größte Länge von 12 m angenommen (übliche Wohnhauslänge). Bei der Berechnung werden die 'schlechteren' Untergrundverhältnisse mit dem geringsten Abstand zu den Fluviatilschluffen (z.T. $1,8 \text{ m}$ u. akt. GOK) sowie ein GW-Flurabstand von $0,9 \text{ m}$ u. akt. GOK (= Bemessungswasserstand) herangezogen. Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte ohne vertiefende Detailuntersuchungen nicht überschritten werden.

Tabelle 16: Setzungsbeträge, Bodenpressung (Streifenfundamente Nichtunterkellerung)

Streifenfundamente (a = 12 m), Einbindung: 1 m		
Unterbau	Güteschotter (d = 20 cm)	
Fundamentbreite b	Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$	Gesamtsetzung S_g
b: 0,40 m	$\sigma_{R,d} = 310 \text{ kN/m}^2$	S_g : ca. 1,0 cm
b: 0,50 m	$\sigma_{R,d} = 310 \text{ kN/m}^2$	S_g : ca. 1,2 cm
b: 0,60 m	$\sigma_{R,d} = 310 \text{ kN/m}^2$	S_g : ca. 1,5 cm
b: 0,70 m	$\sigma_{R,d} = 310 \text{ kN/m}^2$	S_g : ca. 1,8 cm
b: 0,80 m	$\sigma_{R,d} = 310 \text{ kN/m}^2$	S_g : ca. 2,0 cm

Variante 2 Nichtunterkellerung (Gründung über eine bewehrte Bodenplatte): Alternativ kann die Gründung über eine bewehrte Bodenplatte erfolgen. Unter der Annahme einer 'Heraushebung' der OKFF EG von mindestens 0,40 m gegenüber der akt. GOK sowie eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von $d = \text{ca. } 0,40 \text{ m}$ existiert nach Entfernung des Oberbodens ($d = \text{i.M. ca. } 0,50 \text{ m}$) ein Massendefizit von i.M. ca. $d = 0,60 \text{ m}$ zwischen UK Bodenplatte und freigelegtem Planum. **Es wird ein Güteschotterunterbau der Mindeststärke von $d = 0,30 \text{ m}$ empfohlen.** Bei der u.g. Berechnung wird von g.g. Mindest-Schotterunterbau von 0,30 m ausgegangen. Der empfohlene Schotterunterbau stellt weitgehend 'Sowieso-Kosten' dar. Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung Gründungsplanum auf OK Schotter: $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$, in Abhängigkeit der statischen Forderungen).

Bemessungswert des Sohlwiderstandes / Bettungsmodul (Bodenplatte: Angabe Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die Berechnung der Fundamentplatte sowie der Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM). Es werden die Eingangsparameter (siehe Tab. 13), das relevante Schichtmodell (mind. 0,30 m Güteschotter / dicht über 1,5 m Flugsand / mitteldicht, über Fluviatilschluff / weich-steif bis steif) sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert. Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden. Bei g.g. orientierenden Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-Footing wird eine 'Ersatzfläche' für die Einflussbreite an der UK der Gründungsplatte angesetzt (12 x 1,0 m).

G.g. Länge von 12 m stellt die vermutlich längste Wandscheibe dar (übliche Wohnhauslänge).

Als Unterbau wird ein Schotterpaket der Stärke von $d = \text{mind. } 0,3 \text{ m}$ angesetzt. Bei der Berechnung werden – vorbehaltlich der Ergebnisse einer Individualuntersuchung – die ‘schlechteren’ Untergrundverhältnisse (1,5 m Sand / mitteldicht über Schluff / weich-steif bis steif) sowie ein GW-Flurabstand von 1,5 m u. aktueller GOK herangezogen. Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte hinsichtlich der Einhaltung der Grundbruchsicherheit ohne vertiefende Detailuntersuchungen nicht überschritten werden.

Tabelle 17: Orient. Setzungsberechnungen zw. Erhaltung Eingangs-Bettungsmoduls (Plattengründung NU)

Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ / Unterbau	‘Ersatzfläche’	Setzung s	Bettungsmodul k_s
$\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$ (mind. 0,30 m Schotter)	1,0 x 12,0 m	ca. 1,8 cm	9,9 MN/m³

Frostschutzmaßnahmen: Es ist bei einer Nichtunterkellerung in frostsicherer Tiefe zu gründen ($t = \text{mind. } 0,8 \text{ m}$ unter zukünftige außenseitiger GOK, Streifenfundamente) bzw. bei einer Plattengründung (Nichtunterkellerung) eine gebäudeumlaufende ‘Frostschuttschürze’ aus Beton einzubringen ($t = \text{mind. } 0,8 \text{ m}$ unter zukünftige außenseitiger GOK). Dies gilt auch für Garagenbauten.

Trockenhaltung der Gebäudebauwerke / Betonqualität (Nichtunterkellerung):
B-Plangebiet ‘Höber’: Bei einer Streifenfundamentgründung kann eine seltene, kurzzeitige Grundwasserbeeinflussung der Fundament-Gründungskörper sowie bei einer Plattengründung potenzielle Beton-Frostschuttschürzen nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Die periodische Nässebeeinflussung (Grundwasser) der Streifenfundamente und der Schürzen muss bei der Auswahl der Betonsorte berücksichtigt werden (Stichworte: Expositionsklassen).

Unter der Voraussetzung das die OKFF EG der Plangebäude mind. 0,50 m oberhalb der akt. GOK vorgesehen wird (Heraushebung) und die Gesamtstärke Bodenplatten-aufbau 0,40 m nicht überschreitet wird folgende Wassereinwirkungsklasse angesetzt. Lastfalleinstufung: DIN 18 533: Lastfall: ‘Wassereinwirkungsklasse W1.1-E’. Sollten die o.g. Annahmen nicht zugrunde liegen, muss die ‘Wassereinwirkungsklasse W2.1-E’ angesetzt werden bzw. werden Detailuntersuchungen notwendig.

Erweiterungsfläche: Lastfalleinstufung: DIN 18 533: Lastfall: ‘Wassereinwirkungsklasse W1.1-E’.

b) Maßnahmenvorschläge bei Unterkellerung:

Sollte eine Bauweise mit Unterkellerung anvisiert werden, so wird dringend die Durchführung einer Individual-/Einzelprojekt-Baugrunduntersuchung angeraten. Hierbei muss geklärt werden, ob Schluff oder Sand auf dem Gründungsniveau vorliegt sowie auf welchem Tiefenniveau die OK Schluff verläuft.

Wasserhaltung: Wichtig ist die aktuelle Ermittlung des GW-Flurabstandes vor Beginn der Arbeiten. Mittels Pegellotungen und / oder eines Baggerschurfes vor Beginn der jeweiligen Ausschachtung sollte der exakte GW-Flurabstand ermittelt und die genauen, evtl. gegenüber u.g. Maßnahmen veränderten Wasserhaltungsmaßnahmen festgelegt werden. Die notwendigen, u.g. und relativ aufwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen werden je nach Ausführungszeitpunkt u.U. nicht notwendig werden.

Die Verhältnisse zum Zeitpunkt der Geländearbeiten (Stichtag: 11.-13.03.2020) lassen im B-Plangebiet 'Höber' eine Grundwasserabsenkung notwendig werden. Innerhalb der Erweiterungsfläche wird vermutlich verbreitet ebenfalls eine GW-Absenkung notwendig, jedoch im deutlich geringen Umfang.

Das vorhandene Grundwasser muss bis mindestens 0,5 m unter Aushubniveau bauzeitlich abgesenkt werden.

Es wird von einem notwendigen Aushub von ca. 2,3 / 2,5 m u. aktueller GOK ausgegangen. Die Verhältnisse bei den Geländearbeiten zugrunde gelegt, bedeutet dies im B-Plangebiet 'Höber' eine abzusenkende Wassersäule von i.M. ca. 1,0 / 2,0 m und in der Erweiterungsfläche von bereichsweise ca. 0,5 m.

Der AN schlägt bei den Bodenverhältnissen (Sand mit hoher / deutlicher Durchlässigkeit) im B-Plangebiet 'Höber' eine bauzeitliche Wasserhaltung mittels umlaufender **Vakuum-Filterlanzen** vor.

Die deutlich vorhandene Gefahr eines 'hydraulischen Grundbruchs' wird ganz erheblich reduziert. Von großer Wichtigkeit ist der Vorlauf dieser Anlage vor Beginn der Auskofferungsarbeiten.

Unmittelbar nach Auskofferung und Nachverdichtung des sandigen Erdplanums sollte Schotter als Flächenfilter (20-25 cm) als Schutz gegen Ausspülungen eingebracht und offen entwässert werden. Die um die Baufläche positionierten Lanzen müssen permanent in Betrieb bleiben, bis der notwendige Gegendruck gegen Auftrieb vorliegt. U.U. wird im zentralen Baufeld ein Pumpensumpf zur Unterstützung der o.g. Vakuum-Filterlanzen notwendig.

Es sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt.

Lanzenabstand, Vakuumdruck und Vorlaufzeit sind von der ausführenden Firma zu bestimmen, da diese Faktoren geräteabhängig sind. Die hierfür benötigten Eckdaten (Durchlässigkeit, Bodenverhältnisse, etc.) sind diesem Gutachten zu entnehmen, weshalb das Gutachten den angefragten Firmen zur Angebotskonkretisierung zur Verfügung stehen sollte. Letztlich erfolgt die Gerätewahl nach Wahl des Auftragnehmers. Angeraten wird eine Probeabsenkung in einem kleineren Teilabschnitt hinsichtlich der Anwendungseignung.

Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den städtischen Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei der Stadtverwaltung / Stadtwerke bzw. bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen. Die absenkende Firma hat zu gewährleisten, dass durch die absenkenden Maßnahmen keine schädigenden Auswirkungen (Setzungen) an Nachbarbauwerken eintreten.

Innerhalb der Erweiterungsfläche sowie evtl. periodisch im B-Plangebiet 'Höber' wird u.U. in sehr trockenen, niederschlagsarmen Sommermonaten in Abhängigkeit von den tatsächlichen, zu ermittelnden GW-Ständen zum Zeitpunkt der Baumaßnahme eine 'verstärkte offene Wasserhaltung' innerhalb der Sande ausreichend sein. Aus Erfahrung kann die Aussage getroffen werden, dass erfahrene Baufirmen mittels einer 'verstärkten offenen Wasserhaltung' durch mehrere Pumpensümpfe Grundwasser bis zu ca. 1 m absenken können. Hierbei sollten an den Außenseiten der ausgehobenen Baugrube schmale Sammelgräben mit Verlegung von zu einem Pumpensumpf / mehreren Pumpensümpfen führenden Drainagerohren vorgesehen werden. In den wasserabführenden Gräben sowie in die Pumpensümpfe sollte ein Schotterbett eingelegt werden, um die Ausschwemmung der bindigen Bestandteile zu vermeiden. Angeratene Pumpensümpfe sollten vor Auskoffierung der Baugruben in Baggerschürfen angelegt werden (vorlaufende Absenkung).

Wichtig ist die Beibehaltung der Grundwasserabsenkung bis der notwendige 'Gegendruck' durch Errichtung des Gebäudes gegeben ist. Erst dann sollten die Pumpen abgestellt werden.

Sollte eine 'verstärkte offene Wasserhaltung' angedacht werden, so muss zuvor der GW-Flurabstand z.B. durch einen Baggerschurf bzw. Pegellotung ermittelt und die Anwendbarkeit einer 'verstärkten offenen Wasserhaltung' geklärt werden.

Es sei deutlich darauf hingewiesen, dass die Verhältnisse zum Zeitpunkt der Geländearbeiten vermutlich eine offene Wasserhaltung zumindest im B-Plangebiet 'Höber' nicht zulassen.

Böschchen / Verbau: Bei Vorlage wassererfüllter Böden wird ein Verbau nach DIN 4124 erforderlich werden.

Nicht wassererfüllte Böden können unter max. $\beta = 45^\circ$ geböscht werden. Sollten vorlaufende wasserabsenkende Maßnahmen (z.B. Vakuum-Filteranlage) zum Einsatz kommen, so kann der Boden ebenfalls unter max. $\beta = 45^\circ$ geböscht werden, nachdem der Boden entwässert und eine permanente bauzeitliche Entwässerung gewährleistet ist. Bei einem Abböschchen ist die Verkleidung der Baugrubenwände mit einer windgesicherten Folie als Schutz vor Erosion notwendig.

Gründung: Die KG-Gründung erfolgt laut den Ergebnissen der Untergrundaufschlüsse ganz überwiegend auf einem mitteldicht, z.T. dicht gelagerten Fein- / Mittelsand und auf dem angeratenen 20-25 cm mächtigen Flächenfilter (Schotter). Neben der Funktion als Flächenfilter dient der Schotter als verdichtungsfähige Auflage, um die 'verdichtungsunwilligen' Sande nachzuverdichten. Zwecks Homogenisierung der Lagerungsdichten sollte eine sorgfältige Nachverdichtung der Sande erfolgen (Forderung: mind. 100 % der einfachen Proctordichte). Der Sand sollte mittels 'Schneidbestückung' gelöst werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Vereinzelt wird bei einer Unterkellerung auf dem Fluviatilschluff gegründet. Infolge der diffusen Flurabstände des Schluffes (ab ca. 1,8 / 4,50 m. u. GOK, nicht durchgängig) kann ohne eine Individual-/Einzelprojektuntersuchung keine exakte Tiefenlage des Schluffes genannt werden.

Bei Vorlage des Schluffes muss dieser mit 'Schneidbestückung' bis mind. 0,5 m unter UK Bodenplatte aufgenommen werden. Im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme muss geklärt werden, ob ergänzend der Einbau einer ca. 0,3 m starken Grobschlaglage notwendig wird (z.B. 0/100 mm Kalkstein, gebrochen). Dieser darf nicht verdichtet, sondern lediglich mit der Baggerschaufel 'angedrückt' werden.

Vor Schotterauftrag sollte ein Geotextil flächendeckend aufgelegt und seitlich bis OK Schotter hochgezogen werden (Güte: GRK 3). Potenzielle organische Bildungen auf Aushubniveau müssen entfernt und durch Schotter ersetzt werden.

Wichtig ist bei einer Unterkellerung die Durchführung einer Individual- / Einzelprojekt-Baugrunduntersuchung zwecks Klärung ob Schluff oder Sand auf dem Gründungsniveau bei einer Unterkellerung vorliegt.

Bemessungswert des Sohlwiderstandes / Bettungsmodul (Bodenplatte Plattengründung: Angabe der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung):

Die Berechnung der Fundamentplatte sowie der Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM).

Die Setzungsberechnungen (s.u.) dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden.

Bei g.g. orientierenden Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-Footing zwecks Erhaltung des Eingangsbettungsmoduls wird eine 1 m breite 'Ersatzfläche' als Ansatz der Einflussbreite berücksichtigt (12,0 x 1,0 m). G.g. Länge von 12 m stellt vermutlich die längste Wandscheibe dar (Annahme).

Des Weiteren wird von einer Gründung auf ca. 2,3 m u. akt. GOK auf einer Schottertragschicht ($d = 0,2$ m) über einem Fluviatilsand (mitteldicht) über einem Fluvia-tilschluff (ab 0,7 m u.UK Bodenplatte, Annahme) ausgegangen. **G.g. Annahme muss im Rahmen einer Individual- / Einzelprojektuntersuchung überprüft und u.U. angepasst werden.** Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte nicht überschritten werden.

Tab. 18: Orient. Setzungsberechnungen zw. Erhaltung Eingangs-Bettungsmoduls (Plattengründung Unterkeller.)

Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul k_s
$\sigma_{R,d} = 195 \text{ kN/m}^2$	1,0 x 12,0 m	ca. 1,9 cm	7,2 MN/m³

Frostsicherheit: Der unterkellerte Bereich wird in frostsicherer Tiefe gegründet.

Trockenhaltung der Gebäudebauwerke (Unterkellerung): Die Unterflurbauteile unterliegen einer permanenten bis häufigen GW-Beeinflussung. Die Nässebeeinflussung (Grundwasser) muss bei der Auswahl der Betonsorte berücksichtigt werden (Stichworte: Expositionsklassen).

Lastfalleinstufung: DIN 18 533: '**Wassereinwirkungsklasse W2.1-E**' (bei einer max. KG-Einbindung (UK Bodenplatte) von 3,0 m unter aktueller GOK, bei tieferreichender Einbindung gesonderte Einzelfallfestlegung). Von Seiten der Statik sollte für das KG die Gefahr von Auftrieb ermittelt und eine ausreichende Auftriebsicherheit berücksichtigt werden.

Allgemeine Hinweisgebung:

Material: Das angeratene Schotterpolster / Unterbaumaterial unterhalb von Fundamenten / Bodenplatten sowie potenzielles Aufhöhungsmaterial im Baufeld plus Überstandsbereich sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter sollte nach den '*Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004*' (TL Gestein-StB 04) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden.

Die Verdichtung des Schotters sollte mit einem gründungsspezifisch angepassten Verdichtungsgrad erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel für Schotter (45°) zu achten. Der Einbau von RC-Material wird in Verbindung mit dem Bemessungswasserstand abgelehnt.

Geotextil: Bei einer Grundwasserbeeinflussung besteht die Gefahr von Feinkornumlagerungen aus der Tragschicht (Gefahr von Sackungen). Um diese Ausschwemmungen ("Innere Erosion") zu verhindern, sollte bei KG-Errichtung vor Einbringung der Schotterlage ein Geotextil auf den Untergrund überlappend aufgelegt und seitlich bis zur OK Schotter hochgezogen werden (Güte: GRK 3; 180-200 g/m²).

Ingenieurgeologische Abnahmen: Nach Auskoffering der jeweiligen Baugrube sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Im Besonderen muss die Organikfreiheit sowie – bei Vorlage von Schluff (u.U. bei Unterkellerung) – die ausreichende Konsistenz abgenommen werden. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

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

Fugentrennung / höhengleiche Gründung WH/Garage: Bei einer Anbindung der Garage an das Wohnhaus sollte eine Fugentrennung zwischen den beiden Bauwerken vorgesehen werden. Grundsätzlich sollten beide Bauwerke gleichartig gegründet werden (Platte oder Streifenfundament).

Sollte die Kombination Wohnhaus (unterkellert) mit anbindender Garage (nichtunterkellert) vorgesehen werden, so ist auf eine höhengleiche Gründung im Anbindebereich zu achten. D.h. die Streifenfundamente der Garage sind bis zur UK Fundamente / Bodenplatte des KG zu führen (wichtig: Einbau Schotterpolster). Die Garagenfundamenttieferführung darf dort, wo die Anbindung an das KG-Fundament/Bodenplatte endet unter max. 30° abgetrepppt gegen die Horizontale ansteigen. Die Fundamenttieferführungen müssen aus Fundamentbeton (mind. C20/25 oder höherwertig) bestehen.

Verdichtungsüberprüfung: Die ordnungsgemäße Verdichtung des Massendefizitaufbaus nach Oberbodenentfernung (Nichtunterkellerung) sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) kontrolliert werden (Forderung OK Schotter: $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$; in Abhängigkeit von den statischen Forderungen).

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Ein Teil des anfallenden Baugrubenaushubs (‘Mutterboden’, organische und u.U. bindige Böden) ist nicht wieder einbaufähig. Ist davon auszugehen, dass zu verfüllende Bereiche auch weiterhin einer reinen Gartennutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann das ausgehobene organische sowie potenzielle bindige Material dort wiederverfüllt werden. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke, jedoch nicht innerhalb von Gebäude-Arbeitsräumen.

Der organikfreie Fluviatilsand kann bei bindigen Anteilen < 15 % wieder eingebaut werden. Der Sand sollte jedoch nicht als Oberbau für Bewegungs- / Stellflächenbereiche verwendet werden. Da der organikfreie Sand infolge seiner engen Stufung eine ‘Verdichtungsunwilligkeit’ aufweist, sollte bei Einbau in lastabtragenden Bereichen die Verdichtungseignung/-fähigkeit durch Mischung mit einem Schotter erfolgen um eine breitere Stufung herzustellen (Mischungsverhältnis Schotter-Sand = 1:2).

Die einzelnen Lagenmächtigkeiten sollten 0,30 m nicht überschreiten und jeweils ordnungsgemäß verdichtet werden. Überschüssiger organikfreier Sand (bindiger Anteil < 15 %) kann für die vorgesehenen Geländeaufhöhung verwendet werden.

6.2 Kanalbau

Es liegen keine konkreten Angaben über Kanal-Gründungsteufen vor. Es wird von einer Kanal-Gründung auf ca. 2,0 / 2,5 m u. akt. GOK ausgegangen (Vermutung).

Boden- / Grundwasserverhältnisse auf verm. Kanal-Gründungsniveau: Weitgehend steht ein Feinsand-/Mittelsand-Gemisch in einer überwiegend mitteldichten, z.T. dichten Lagerung an. Untergeordnet steht stellenweise ein Fluviatilschluff in einer weichen-steifen bis steifen Konsistenz an. Der überwiegende Aushubanteil wird von den Bodenklassen 1 bis 4 gebildet (‘Löffelbaggereinsatz’).

Der Kanal wird im B-Plangebiet ‘Höber’ überwiegend innerhalb grundwassererfüllter Bereiche gegründet. In der Erweiterungsfläche verläuft die Kanalsohle weitgehend im Schwankungsbereich des Grundwassers.

Zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen lag ein gemittelter Grundwasserflurabstand von 1,24 m u. akt. GOK (B-Plan ‘Höber’) bzw. von 2,50 m u. akt. GOK vor (Erweiterungsfläche). Dies entspricht im B-Plan ‘Höber’ einer gemittelten ‘drückenden’ Wassersäule von ca. 0,76 m (Sohltiefe: 2,0 m u. akt. GOK) bzw. ca. 1,26 m (Sohltiefe: 2,5 m u. akt. GOK). Im Erweiterungsareal existierte am Stichtag keine ‘drückende’ Wassersäule. Es existiert ein deutliches Anstiegspotenzial (Bemessungswasserstand B-Plangebiet ‘Höber’: 0,90 m unter akt. GOK, Erweiterungsfläche: 2,00 m u. akt. GOK).

Wasserhaltung: Aufgrund der überwiegend geringen sowie stark differierenden GW-Flurabstände wird dringend eine Lotung der Pegel im Nahbereich sowie u.U. die Anlage eines oder mehrerer Baggerschürfe zur Ermittlung des konkreten Grundwasserstandes unmittelbar vor Baubeginn zwecks Anpassung der konkreten Maßnahmen angeraten.

Grundsätzlich muss Grundwasser bis mind. 0,5 m unter Aushubsohle abgesenkt werden. Unter Hinzuziehung des Rohraufagers (s.u., Sandbereich / überwiegend: ca. 0,20 m, Schluffbereich / untergeordnet: je nach DN-Maß ca. 0,40-0,50 m) ergeben sich – die Verhältnisse des Stichtages zugrundegelegt (11.-13.03.2020) – folgende Absenkhöhen (gemittelte Werte):

- B-Plan 'Höber': ca. 1,46 / 1,76 m (Sohltiefe: 2,0 m u. akt. GOK) bzw. ca. 1,95 / 2,45 m (Sohltiefe: 2,5 m u. akt. GOK).
- Erweiterungsareal: ca. 0,20 / 0,50 m (Sohltiefe: 2,0 m u. akt. GOK) bzw. ca. 0,70 / 1,00 m (Sohltiefe: 2,5 m u. aktueller GOK).

Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen (enggestufter Fein- / Mittelsand) bietet sich die Absenkung durch ein Vakuumverfahren an (**vorlaufende Vakuum-Spüllanzen**). Es sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt. Angeraten wird eine Probeabsenkung in einem kleineren Teilabschnitt hinsichtlich der Anwendungseignung. Es sollten immer nur kurze Trassenabschnitte abgesenkt werden.

Aufgrund des teilweise geringen GW-Flurabstandes und eines sich hieraus ergebenden hohen GW-Absenkwertes sollten u.U. beidseitig des Kanalgrabens Vakuumanlagen eingespült werden, was jedoch von der ausführenden Firma zu konkretisieren ist. Von großer Wichtigkeit ist eine ausreichende Vorlaufzeit der Vakuumanlage. Die GW-Absenkung muss bis mindestens 0,5 m unter Aushubniveau reichen (Absenktiefe am Stichtag s.o.).

U.U. kann – vor allem innerhalb der Erweiterungsfläche – in trockenen, niederschlagsarmen Sommermonaten auf die o.g. Vakuum-Absenkung verzichtet werden und evtl. eine 'verstärkte offene' Wasserhaltung ausreichend sein.

Mit an beiden Trassen-Außenseiten verlegten schmalen Sammelgräben, innerhalb welcher Drainagerohre zu tieferliegenden Pumpensümpfen führen, ist evtl. eine kurzzeitige und lokale Grundwasserabsenkung durchführbar und der Wasserandrang kontrollier- und regulierbar. In den wasserabführenden Gräben sollte ein filterstabiles Schotterbett eingelegt werden, um die Ausschwemmung von bindigen und feinsandigen Anteilen zu vermeiden. Wichtig ist, dass die Pumpensümpfe keinen zu großen Abstand untereinander aufweisen. Auf diese Weise wird – vergleichbar einem Schwerkraftbrunnen – eine zeitweilige Grundwasserabsenkung vorgenommen.

Bei Verbleib der Drainagerohre müssen diese fachgerecht mit geeignetem Material verpresst werden.

Sollte eine ´verstärkte offene´ Wasserhaltung angedacht werden, so muss vor Durchführung der Maßnahme der aktuelle GW-Stand ermittelt werden. Die absenkende Firma hat dafür Sorge zu tragen, dass die GW-Absenkung keine schädigenden Auswirkungen auf Bauwerke ausübt (Stichwort: Setzungsschäden).

Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den städtischen Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei der Stadtverwaltung / Stadtwerken bzw. bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen.

Es sei deutlich darauf hingewiesen, dass die Verhältnisse zum Zeitpunkt der Geländearbeiten vermutlich eine offene Wasserhaltung vor allem im B-Plangebiet ´Höber´ nicht zulassen und daher dort vom AN eindeutig eine ´geschlossene´ Wasserhaltung favorisiert wird.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss ab Baugrubenteufen > 1,25 m gebösch / verbaut werden. Die Böden können - soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ gebösch werden. Evtl. vorliegende grundwassererfüllte Abschnitte sind nach DIN 4124 zu sichern.

Verbau Trassenbereich: Bei Anwendung eines ´geschlossenen Systems´ zur Wasserhaltung (z.B. Vakuum-Filterlanzen) besteht alternativ zur (raumgreifenden) Anlage von Böschungen auch die Möglichkeit eines Verbaus der entwässerten Böden mit herkömmlichen ´Grabenverbauplatten´.

Dies bedingt jedoch bei einer GW-Beeinflussung der relevanten Tiefen die vorlaufende GW-Absenkung bis mindestens 0,5 m unter Aushubniveau. Sinnvoll ist in diesem Fall die Öffnung eines lediglich kurzen Trassenabschnittes.

Verbau Bauwerkbereich: Sollte keine vorlaufende Vakuumanlage zum Einsatz kommen, wird aufgrund der gegebenen Verhältnisse zumindest bei größeren Ausschachtungstiefen und gedrungenen Baugruben (z.B. Schachtbauwerke) ein verformungsarmer Verbau mittels ´Schloss-Spundbohlen´ angeraten, wobei eine Mindestrammtiefe von 5 m u.GOK, vermutlich tiefer vorhanden ist. Aufgrund der Schlösser der Spundbohlen existiert ein minimaler seitlicher Wasseranfall. Angeraten wird eine Vakuum-Grundwasserabsenkung. Wichtig ist die ausreichende Tiefe der Absenkung, damit sich die Überschneidung / Schnittlinien der Absenktrichter unterhalb der Baugrubensohle befinden (Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches).

Auftriebsicherheit: Aufgrund der bei herkömmlichen Gründungsteufen permanenten bis häufigen Positionierung des Kanals innerhalb des Grundwassers sind die Gründungskörper gegen Auftrieb zu sichern (Auftriebsicherheit: mind. $n_a = 1,1$).

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

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

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

- Sandbereich (überwiegend): Empfohlen wird vom AN bei den vorgefundenen Bodenverhältnissen (überw. mitteldicht gelagerter, enggestufter Fein-/Mittelsand) für die Gründung auf dem geogenen und organikfreien Sand in Abhängigkeit vom konkreten DN-Maß eine ca. 20 cm mächtige herkömmliche verdichtungsfähige Bettungsschicht (Rohraufleger). Die Sande sollten zuvor nachverdichtet werden
- Schluffbereich (untergeordnet): Bei Vorlage von Schluff auf Sohlniveau sollte in Abhängigkeit des konkreten DN-Maßes ein ca. 40-50 cm starker Schotterunterbau (Bettung plus Stabilisierung) sowie ein Geotextil eingebaut werden. Dies sollte im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme bestätigt bzw. konkretisiert bzw. angepasst werden. Organische Böden sollten entfernt und durch Schotter ersetzt werden. Der Schluff darf nicht nachverdichtet werden.

Bei Rohrdurchmessern von DN 200-600 ist eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material mit einem Größtkorn von $< 40 \text{ mm}$ herzustellen (z.B. 0/32 mm Güteschotter), welches ordnungsgemäß verdichtet werden muss (Verdichtungsgrad: $> 97 \%$ Proctordichte). Sowohl die Bettungsschicht als auch die u.U. notwendig werdende Stabilisierungsschicht müssen im Druckausbreitungswinkel des Kanals / Bauteils eingebracht werden (Mineralgemisch 45°).

Restmächtigkeiten / geringmächtige Schlufflagen sollten entfernt und durch Schotter ersetzt werden. Der Sohlbereich sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Hierbei ist die Notwendigkeit des ergänzenden Einbaus einer Stabilisierungsschicht unterhalb der Bettungsschicht zu spezifizieren. Der Aushub sollte mit 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Rohrleitungszone und Grabenverfüllung: Bei Rohrleitungen mit Fuß kann auf ein Sandbett verzichtet werden; hier erfolgt eine direkte Auflagerung auf dem Schotter. Für die Leitungszone sollte ein steinfreier, möglichst sandiger Boden verwendet werden. Hierfür kann der organikfreie und nichtbindige Geogensand verwendet werden. Der bindige Anteil muss jedoch < 15 % betragen.

Unter Beachtung des vermutlich oberhalb der Kanaltrasse verlaufenden Verkehrsweges wird zur Vermeidung von späteren Setzungsdifferenzen empfohlen, den Kanalgraben mit nichtbindigem, raumbeständigem und verdichtungsfähigem Material zu verfüllen. Bindige Böden sowie Kiese und Sande mit deutlichem bindigen Anteil sind ebenso wie Böden mit Stein- und Blockanteil ungeeignet.

Dieses Material ist in Lagenstärken von max. 30 cm einzubringen und mittels adäquater Verdichtungsgeräte zu verdichten. Bei der Verdichtung der Füllmaterialien sind gemäß ZTVE-StB 94 Proctordichten zwischen 97 und 98 % (bis 1 m unter Planum) und 100 % der einfachen Proctordichte (< 1 m unter Planum) einzuhalten.

Alternativ kann der enggestufte, organikfreie SE-Sand (Aushubmaterial) bei einem geringen bindigen Anteil (< 15 %) in Mischung mit einem Schotter (Verhältnis Schotter-Sand = 1:2) in Lagen von max. 30 cm eingebaut werden. Stärker bindige Sande dürfen nicht eingebaut werden. Bei Unklarheiten hinsichtlich der Wiedereinbaueignung sollte der Bodengutachter hinzugezogen werden. Als oberste Lage sollte HKS-Schotter verwendet werden. Organische Böden, bindige Böden sowie Auffüllungen dürfen nicht wieder eingebaut werden.

Geotextil: Grundsätzlich sollte ein Geotextil vor Auftrag des Mineralgemisches eingelegt werden (Güte: GRK 3). Dieses Vlies ist seitlich in der Stärke des Rohrauflegers 'hochziehen', um das Bodenaustauschmaterial weitgehend zu 'ummanteln'.

Bodenpressung: Es sollte eine Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ auf dem Gründungsniveau von $\sigma_{zul.} = 180 \text{ kN/m}^2$ in diesem Bereich nicht überschritten werden, um Setzungsunterschiede auf den Kanalstrecken zu vermeiden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: s.o. (Gebäudebau)

6.3 Straßenbau

Planung: Es sollen Wohnstraßen innerhalb des Areals errichtet werden. **Infolge der Rahmenbedingungen (Grundwasser) müssen hinsichtlich der Schaffung einer Versickerungseignung die Parzellen im B-Plangebiet 'Höber' um mind. 0,40 m gegenüber der aktuellen GOK aufgehöhht werden (vorbehaltlich der Detailklärung mit der Wasserbehörde). Entsprechend muss die OK der Planstraßen angepasst werden.**

Zugrundeliegende Richtlinie: Die Hinweisgebungen erfolgen in Anlehnung an die *‘Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012’* (RStO 12, FGSV).

Einstufung Belastungsklasse (Annahme): Angaben zu den Bauklassen liegen dem AN nicht vor. Nach der RStO 12 (*‘Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen’*, Ausgabe 2012) sind die zu errichtenden Verkehrs- / Bewegungsflächen vermutlich folgender Verkehrs- / Straßenart zugehörig (Annahme):
Baugebiet / Erschließungsstraße: **Bk0,3 (‘Wohnstraße’, Straßenkategorie ES V)**

Sollten die vorgenannten (angenommenen) Einstufungen nicht zutreffen, so wird um Benachrichtigung von Seiten der Planung zwecks Anpassung gebeten.

Bodenverhältnisse auf Erdplanum: Das Erdplanum führt nach Abzug der Oberböden weitgehend einen enggestuften Sand (DIN18 196: SE), welcher weitgehend der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zugehörig ist (*‘nicht frostempfindlich’*).

Frostschutzmaßnahmen werden im Sandbereich nicht notwendig. Dies bedingt jedoch die vollständige Entfernung organischer sowie potenzieller bindiger Böden und verlehmtter Sande (bindiger Anteil > 15 %) auf Erdplanum und den Ersatz durch Güteschotter (gem. TL Gestein-StB 04). Die abzuziehenden ‘Mutterböden’ weisen im Mittel eine Mächtigkeit von $d = \text{ca. } 0,5 \text{ m}$ auf.

Errichtung / Straßenaufbau: In einem ersten Schritt sollten die hangenden beeinflussten und geogenen ‘Mutterböden’ vollständig abgezogen werden. Ergänzend sollten potenzielle Schluffe sowie deutlich verlehmtte Sande und organische Böden aufgenommen und durch Schotter ersetzt werden. Potenzielle Massendefizite sind lagenweise mit Güteschotter aufzubauen und ordnungsgemäß zu verdichten. Der Bagger sollte ‘rückschreitend’ arbeiten. Das freigelegte Planum sollte vor Andeckungen nicht mit Radfahrzeugen befahren werden. Nach Auskofferung ist das Erdplanum sorgfältig im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme auf relevante organische Anteile zu kontrollieren. Der Sand sollte nachverdichtet werden.

Der Oberbau-Aufbau der Verkehrsflächen sollte nach der *‘Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen’* (RStO 12) erfolgen.

‘Schneidbestückung’: Die Herstellung des Feinplanums (bzw. Planum der Untergrundverbesserung, s.u.) sollte ebenso wie der Abzug der Böden mit einem Löffelbagger mit sog. ‘Schneidbestückung’ erfolgen.

Material: Das Mineralgemisch / Material der Schottertragschicht sowie der Frostschutzschicht (‘Schotter’) sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS).

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

Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100\%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

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

Die RStO 12 setzt auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ voraus. Auf dem auf Erdplanum anstehenden enggestuftem SE-Sand wird g.g. Verformungsmodul nicht durchgängig möglich sein, so dass vor Auftrag der RStO-Schichtstärken zunächst Schotter aufgebracht und verdichtet werden sollte (Unterbauverbesserung). Aus Erfahrung solle für die Kalkulation eine ca. 0,25 m mächtige Untergrundverbesserung bestehend aus einem Kalksteinschotter eingeplant werden. Die Stärke dieser Untergrundverbesserung sollte in einem Probefeld konkretisiert werden. Die Untergrundverbesserung darf nicht auf die RStO-Oberbaumächtigkeit angerechnet werden.

Verformungsmodul auf Schotterplanum: Sehr wichtig ist der flächendeckende Nachweis eines Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ auf dem (verbesserten) Erdplanum mittels statischen Lastplattendruckversuchen, da ansonsten der von der RStO geforderte Verformungsmodul auf Schotterplanum nicht erreicht werden kann.

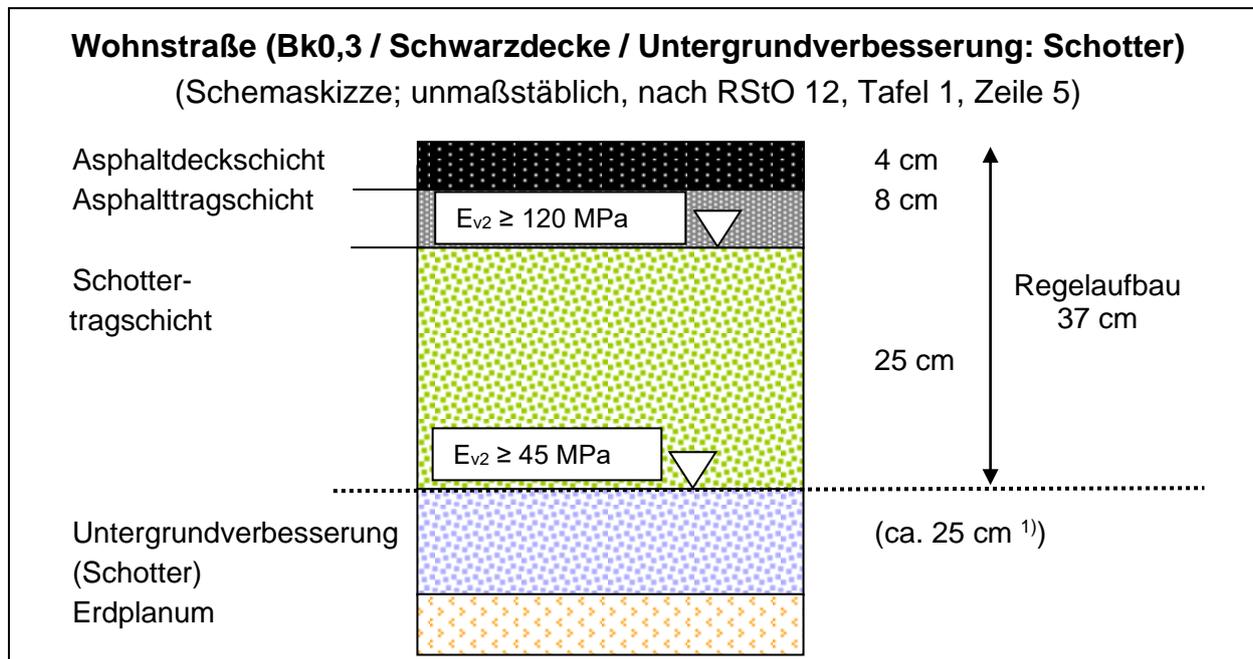
RStO-Forderungen OK Schotterplanum:

- Belastungsklasse Bk0,3 (Wohnstraße / Pkw-Parkplatz): $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$
- potenzielle Gehwege: $E_{v2} \geq 80 \text{ MPa}$

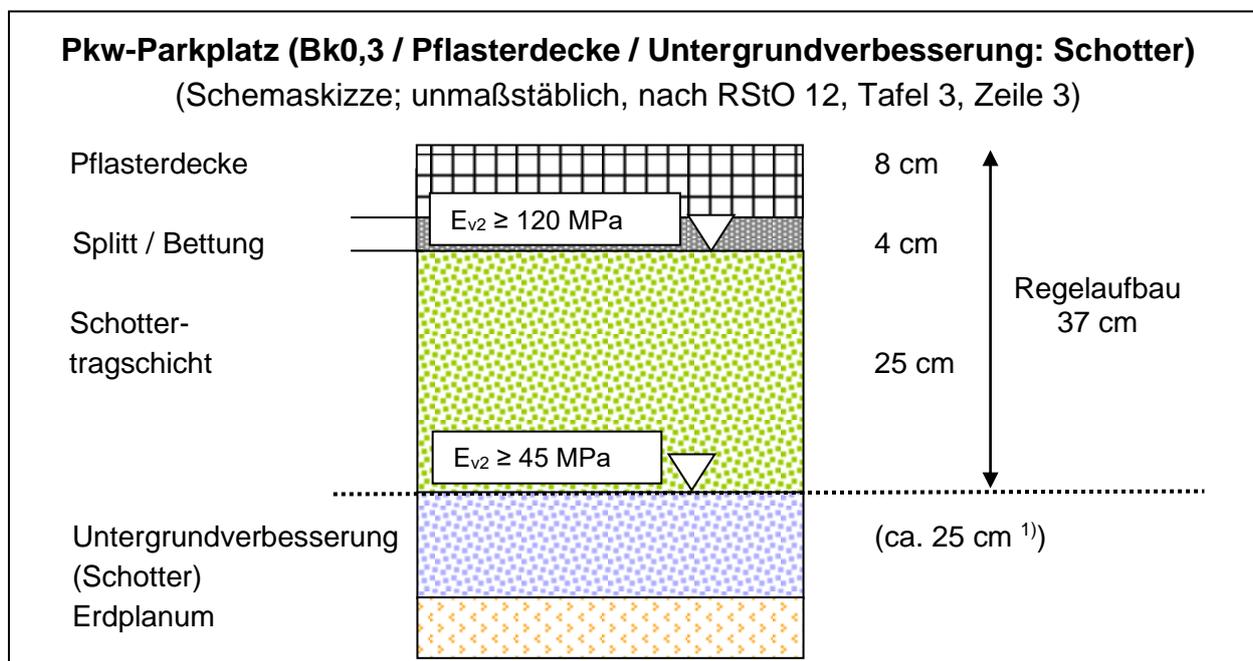
Genannte Forderungen sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen (gem. DIN 18 134) auf dem Schotterplanum nachgewiesen werden.

Ausführung des Oberbaus: Nachfolgend ist ein möglicher Aufbau nach RStO 12 für den Fahrbahn- und Parkplatzbereich unmaßstäblich skizziert. Die Schemaskizzen betreffen folgende Bauweisen:

- Wohnstraße: Bauweise mit Asphaltdecke (Bk0,3) n. RStO 12, Tafel 1, Zeile 5
- Pkw-Parkplatz: Bauweise mit Pflasterdecke (Bk0,3) n. RStO 12, Tafel 3, Zeile 3



¹⁾ in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Probefeldanlage



¹⁾ in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Probefeldanlage

7. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:1.250)
- Anlage 2.1-2.4: Schichtenprofile / Rammdiagramme
- Anlage 3.1-3.2: Korngrößenanalysen / Kornsummenkurven
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Glühverlustbestimmungen
- Anlage 6.1-6.3: Ermittlung der Zustandsgrenzen
- Anlage 7.1: Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)
- Anlage 7.2: Dimensionierung einer Mulden-Versickerungsanlage (DWA-A 138)
- Anlage 8.1: Chemische Analysen (Oberboden)
- Anlage 8.2: Chemische Analysen (Boden, LAGA und DepV)
- Anlage 9.1: Setzungsberechnung Streifenfundament (Nichtunterkellerung)
- Anlage 10.1: Fotodokumentation

Kleegräfe
Geotechnik GmbH

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

i.A. Paul Girhards
(Dipl.-Geologe (BDG))



Verteiler:

Stadt Delbrück / Fachbereich Bauen und Planen (z.Hd. Herrn André Harbig,
Andre.Harbig@stadt-delbrueck.de),
Marktstraße 6 in 33129 Delbrück (1 x Druck, pdf)

ANLAGE 1.1
Lageplan (1:1.250)

Delbrück



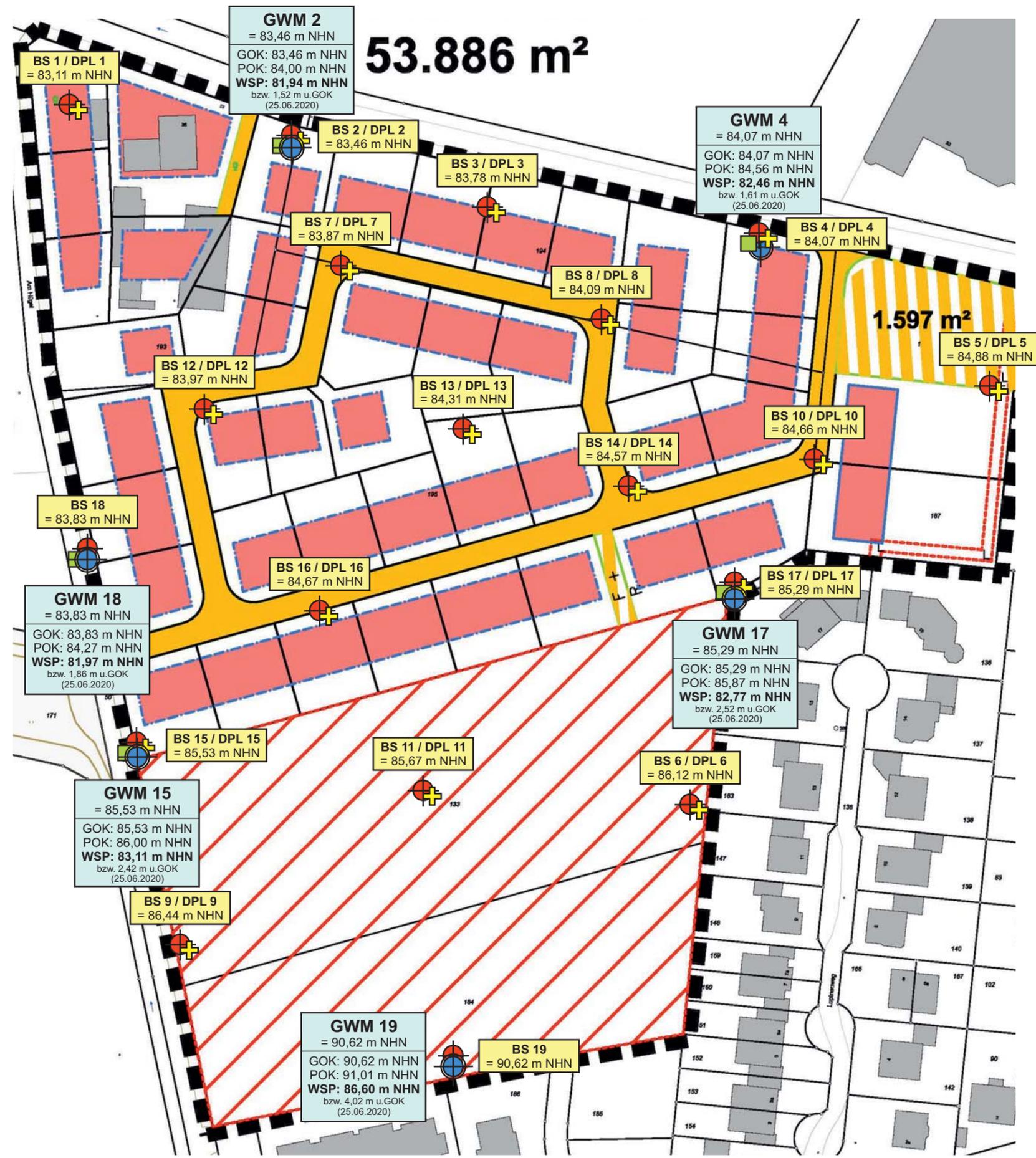
Maßstab
1 : 1.250

12,5 m



53.886 m²

1.597 m²



Zeichenerklärung:

-  **BS** Kleinbohrung gemäß DIN 4021
-  **DPL** Rammsondierung gemäß DIN 4094
-  **VS** Versickerungsversuch im Gelände
-  **GWM** Grundwassermessstelle

KLEEGRÄFE

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



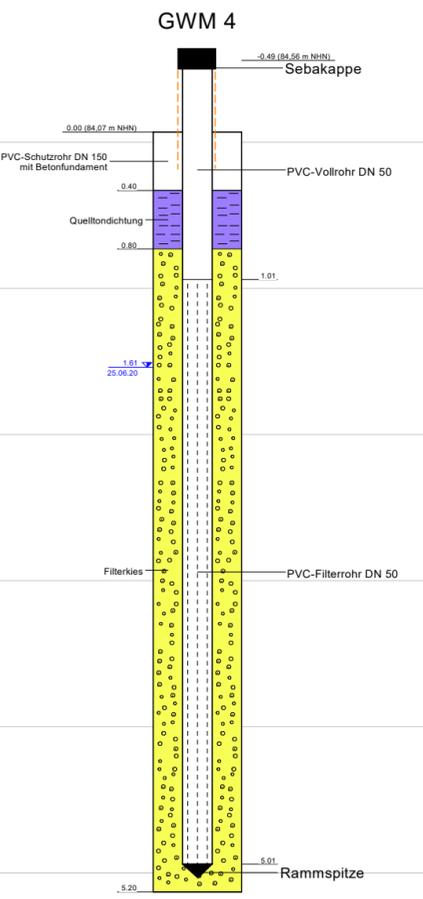
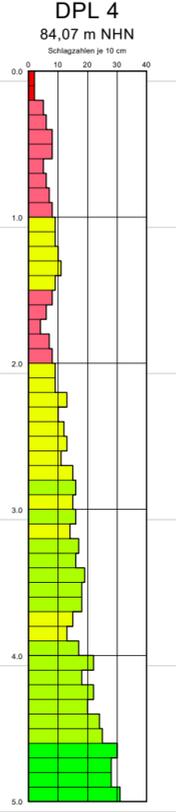
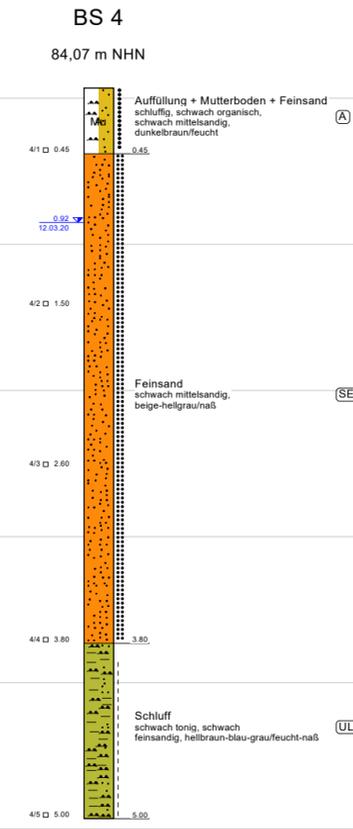
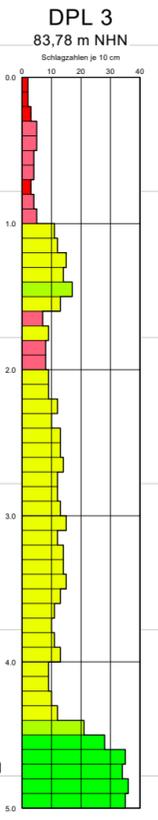
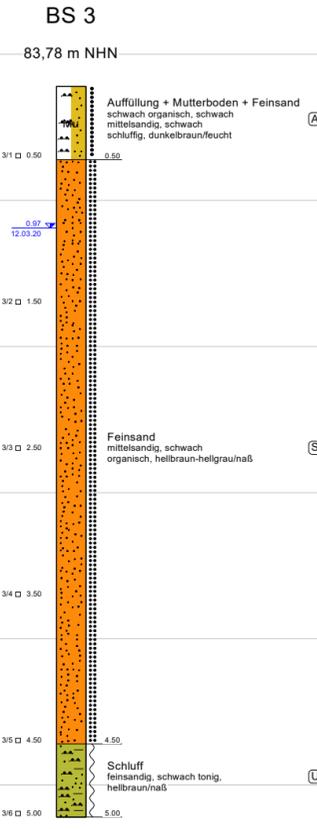
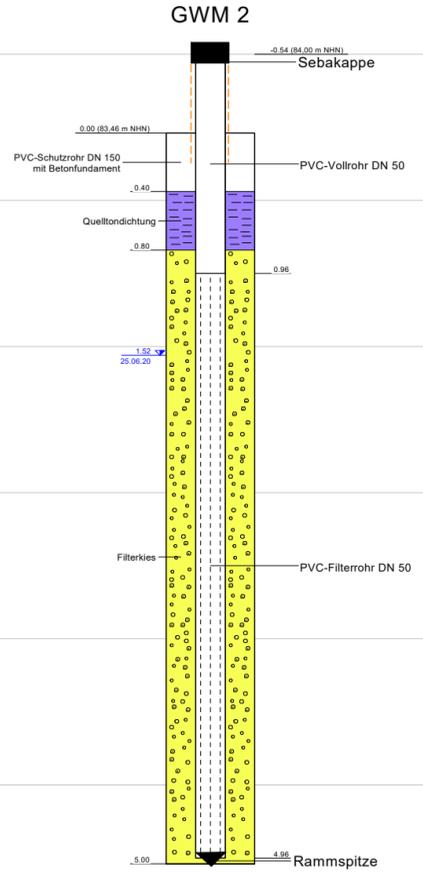
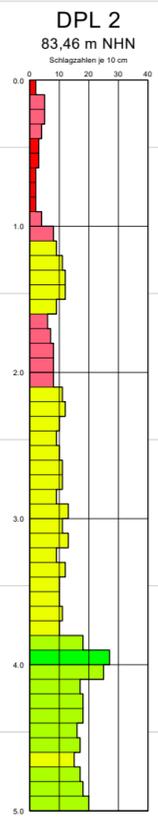
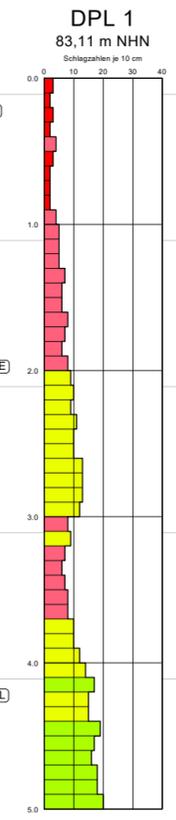
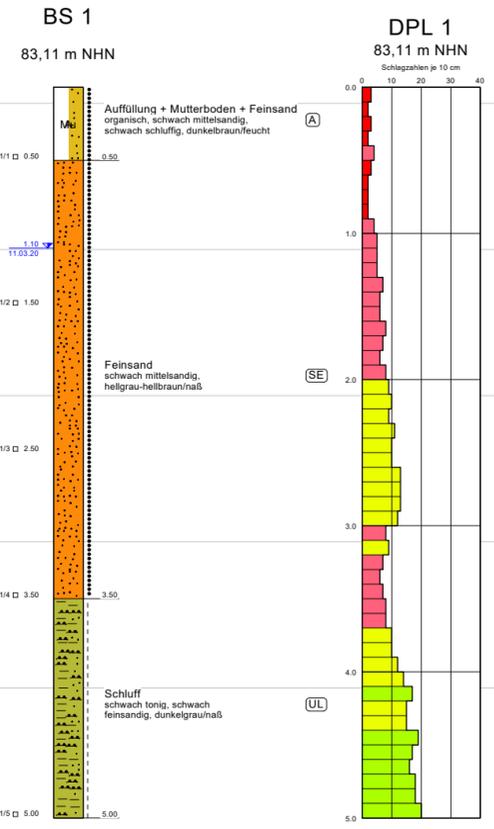
Lageplan

Maßnahme: Erschließung eines Baugebietes B-Plan Nr. 117 „Höber“ 33129 Delbrück-Westenholz	Bearb.-Nr. 190961
	Anlage: 1
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Blatt: 1
Auftraggeber: Stadt Delbrück – FB Bauen und Planen Marktstraße 6 33129 Delbrück	März/Juni 2020 Klee/Mey/Gaß
	M. 1 : 1.250

ANLAGE 2.1-2.4

Schichtenprofile / Rammdiagramme

m NHN
86.00
85.00
84.00
83.00
82.00
81.00
80.00
79.00
78.00



Legende DPL

[Red]	sehr locker
[Pink]	locker
[Yellow]	mitteldicht
[Green]	dicht
[Dark Green]	sehr dicht

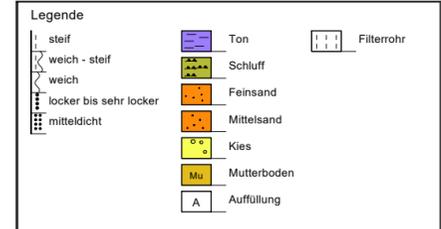
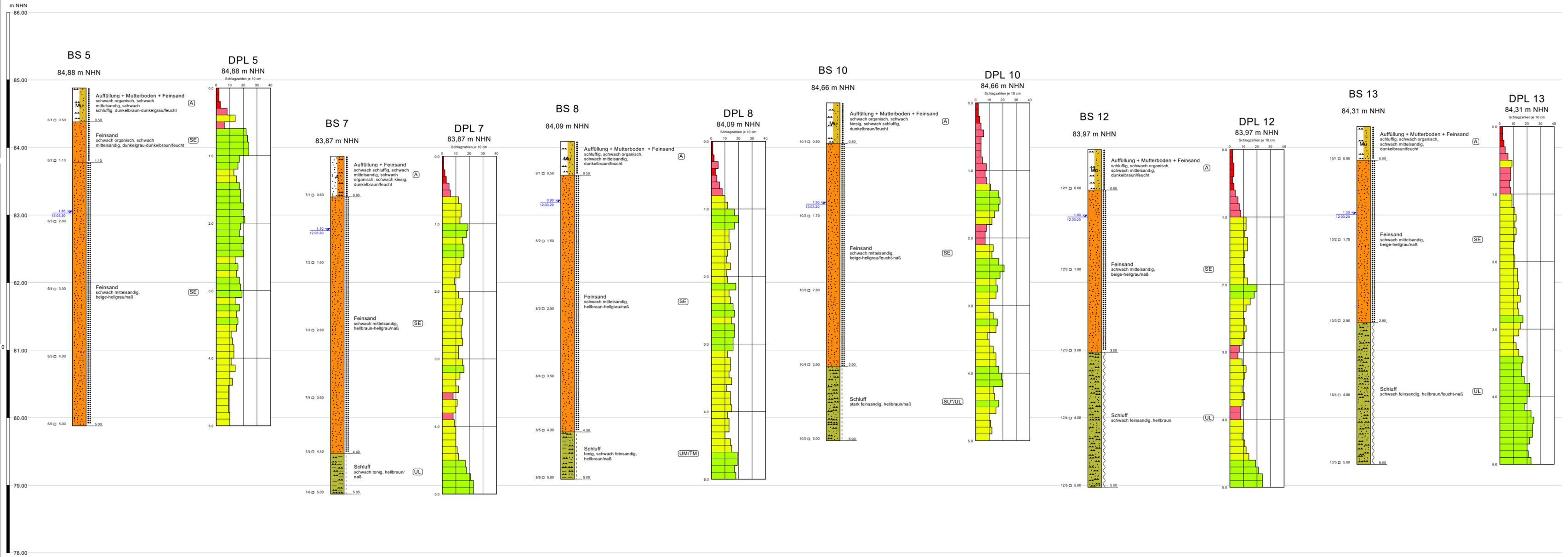
Legende

[Vertical lines]	steif	[Purple]	Ton	[Vertical lines]	Filterrohr
[Diagonal lines]	weich - steif	[Green]	Schluff		
[Dotted]	weich	[Orange]	Feinsand		
[Dotted]	locker bis sehr locker	[Light Orange]	Mittelsand		
[Dotted]	mitteldicht	[Yellow]	Kies		
		[Brown]	Mutterboden		
		[White]	Auffüllung		

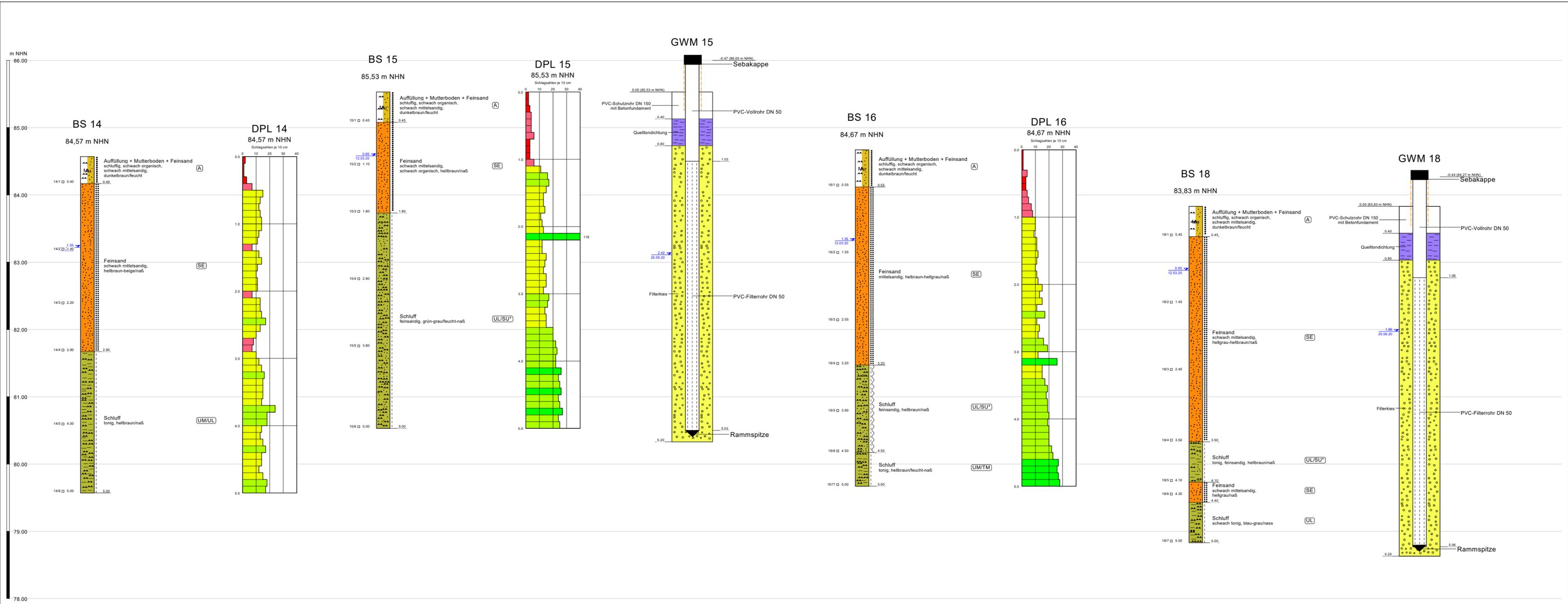
KLEEGRÄFE
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212 59556 Lippstadt
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

Schichtendarstellung

Maßnahme:	Erschließung eines Baugebietes	Bearb.-Nr.	
	B-Plan Nr. 117 "Höber"		190961
	33129 Delbrück-Westenholz		Anlage 2.1
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Geologe:	
Auftraggeber:	Stadt Delbrück - FB Bauen u. Planen	Herr Langheim	
	Markstraße 6	Datum:	März 2020
	33129 Delbrück		



KLEEGRÄFE		
Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582		
Schichtendarstellung		
Maßnahme:	Erschließung eines Baugebietes B-Plan Nr. 117 "Höber" 33129 Delbrück-Westenholz	Bearb.-Nr. 190961 Anlage 2.2
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Geologe:
Auftraggeber:	Stadt Delbrück - FB Bauen u. Planen Markstraße 6 33129 Delbrück	Herr Langheim Datum: März 2020



Legende DPL

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

Legende

	steif		Ton		Filterrohr
	weich - steif		Schluff		
	weich		Feinsand		
	locker bis sehr locker		Mittelsand		
	mitteldicht		Kies		
			Mutterboden		
			Auffüllung		

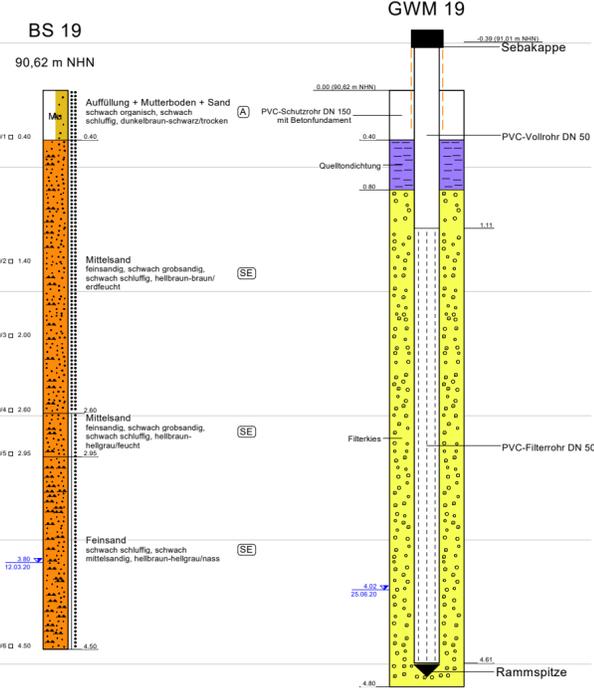
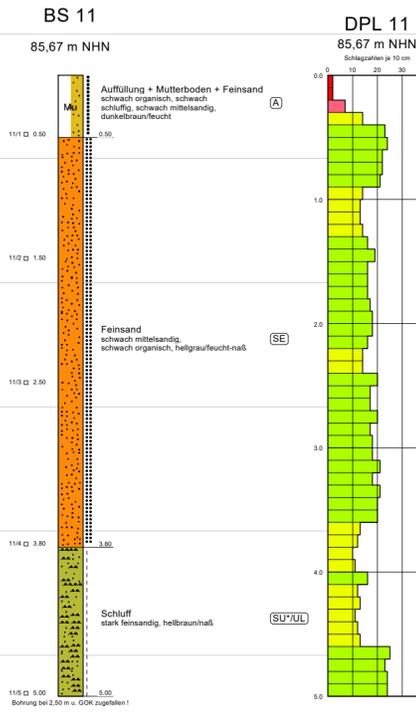
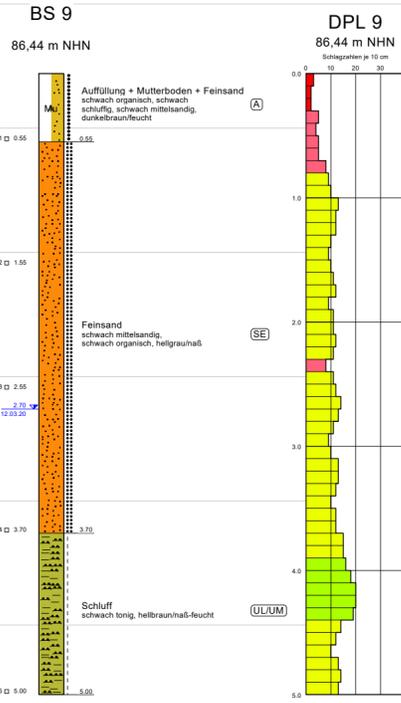
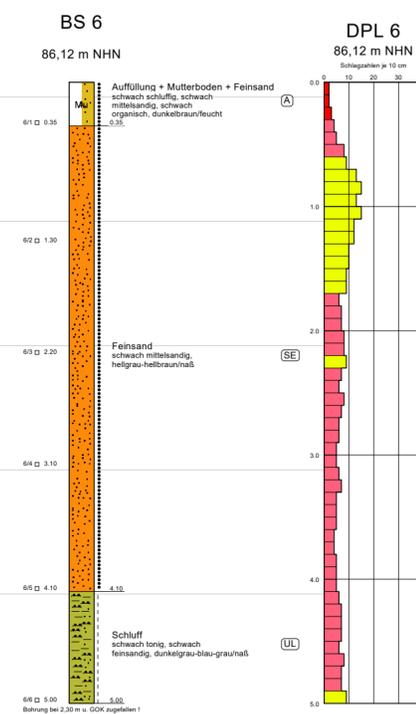
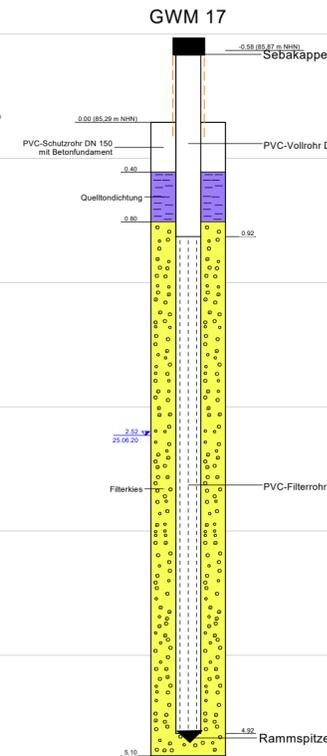
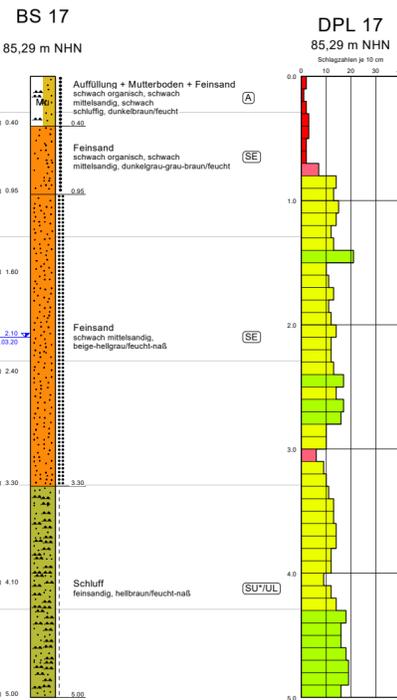
KLEEGRÄFE
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212 59556 Lippstadt
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

Schichtendarstellung

Maßnahme:	Erschließung eines Baugebietes	Bearb.-Nr.	
	B-Plan Nr. 117 "Höber"		190961
	33129 Delbrück-Westenholz		Anlage 2.3
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Geologe:	
Auftraggeber:	Stadt Delbrück - FB Bauen u. Planen	Herr Langheim	
	Markstraße 6	Datum:	März 2020
	33129 Delbrück		



m NHN
91.00
90.00
89.00
88.00
87.00
86.00
85.00
84.00
83.00
82.00
81.00
80.00
79.00
78.00



Legende

stief	Ton	Filterrohr
weich - stief	Schluff	
weich	Feinsand	
locker bis sehr locker	Mittelsand	
mitteldicht	Kies	
dicht	Mutterboden	
	Auffüllung	

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

Schichtendarstellung

Maßnahme:	Erschließung eines Baugebietes	Bearb.-Nr.	190961
	B-Plan Nr. 117 "Höber"		Anlage 2.4
	33129 Delbrück-Westenholz		
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Geologe:	Herr Langheim
Auftraggeber:	Stadt Delbrück - FB Bauen u. Planen	Datum:	März 2020
	Marktstraße 6		
	33129 Delbrück		

ANLAGE 3.1 – 3.2

Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)

Körnungslinie

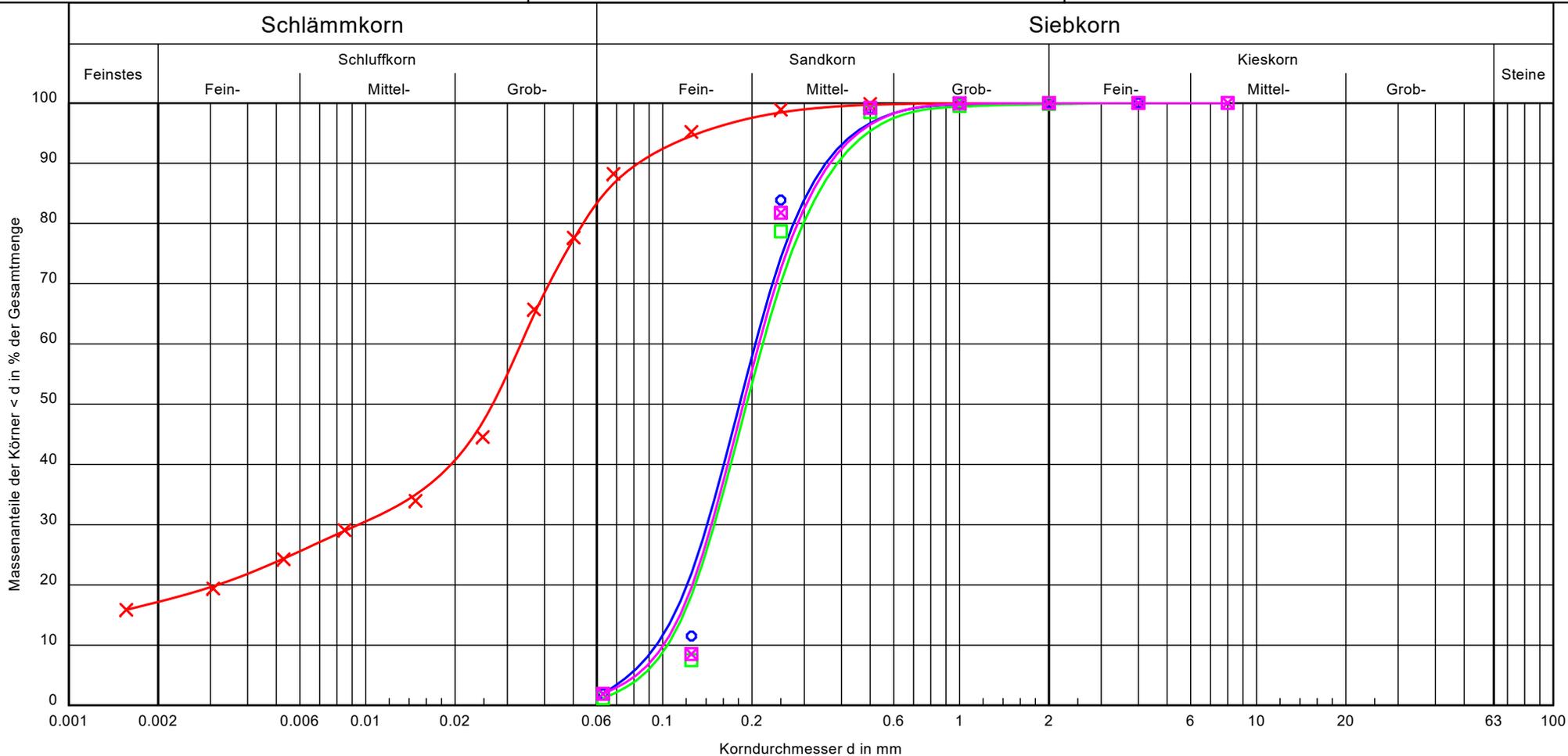
Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"
in 33129 Delbrück-Westenholz
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: Proben 1/3, 1/5, 4/3, 6/4

Probe entnommen am: März 2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-(Schlamm-)Analysen



Bezeichnung:	Probe 1/3	Probe 1/5	Probe 4/3	Probe 6/4
Bodenart:	fS, mS	U, t, fs'	fS, mS	fS, mS
Tiefe:	1,50-2,50 m	3,50-5,00 m	1,50-2,60 m	2,20-3,10 m
k [m/s] (Hazen):	$9.0 \cdot 10^{-5}$	-	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	BS 1	BS 1	BS 4	BS 6
Cu/Cc	2.2/1.0	-/-	2.1/1.0	2.1/1.0

Bemerkungen:
 1/3: kf-Wert (Beyer): $\sim 9,0 \times 10^{-5}$ m/s
 1/5: kf-Wert (Mallet & Pacquant): $\sim 6,4 \times 10^{-9}$ m/s
 4/3: kf-Wert (Beyer): $\sim 1,1 \times 10^{-4}$ m/s
 6/4: kf-Wert (Beyer): $\sim 1,0 \times 10^{-4}$ m/s

Bericht: 190961
 Anlage: 3.1

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"

in 33129 Delbrück-Westenholz
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 25.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 1/3, 1/5, 4/3, 6/4

Probe entnommen am: März 2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-(Schlamm-)Analysen

Bezeichnung: Probe 1/3
 Bodenart: fS, mS
 Tiefe: 1,50-2,50 m
 k [m/s] (Hazen): 9.045E-5
 Entnahmestelle: BS 1
 Cu/Cc 2.2/1.0
 d10/d30/d60 [mm]: 0.095 / 0.141 / 0.205
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 355.58

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.02	0.01	99.99
1.0	0.33	0.09	99.90
0.5	3.18	0.89	99.01
0.25	53.83	15.14	83.87
0.125	257.25	72.35	11.52
0.063	34.12	9.60	1.93
Schale	6.85	1.93	-
Summe	355.58		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"

in 33129 Delbrück-Westenholz
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 25.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 1/3, 1/5, 4/3, 6/4

Probe entnommen am: März 2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-(Schlämm-)Analysen

Bezeichnung: Probe 1/5

Bodenart: U, t, fs'

Tiefe: 3,50-5,00 m

k [m/s] (Hazen): -

Entnahmestelle: BS 1

Cu/Cc -/-

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.009 / 0.033

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 36.41

Schlämmanalyse:

Trockenmasse [g]: 34.66

Korndichte [g/cm³]: 2.650

Aräometer:

Bezeichnung: Standard Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40

Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50

Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00

Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20

Meniskuskorrektur C_m / R'₀: 0.50 / 0.70

d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0

d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.02	0.05	99.95
0.5	0.04	0.11	99.84
0.25	0.35	0.96	98.87
0.125	1.34	3.68	95.19
Schale	34.66	95.19	-
Summe	36.41		
Siebverlust	0.00		

Schlämmanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' _h [-]	R' _h + R ₀ R ₀ =C _m +R' ₀ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H _r [mm]	η [-]	Durchgang [%]
0	0.5	18.80	20.00	0.0683	19.1	122.49	1.02785	88.22
0	1	16.40	17.60	0.0502	19.1	132.09	1.02785	77.63
0	2	13.70	14.90	0.0369	19.1	142.89	1.02785	65.72
0	5	8.90	10.10	0.0248	19.3	162.09	1.02280	44.55
0	15	6.50	7.70	0.0147	19.4	171.69	1.02029	33.97
0	46	5.40	6.60	0.0085	19.6	176.09	1.01529	29.11
2	0	4.30	5.50	0.0053	20.0	180.49	1.00541	24.26
6	0	3.20	4.40	0.0031	20.8	184.89	0.98610	19.41
24	0	2.40	3.60	0.0016	19.9	188.09	1.00787	15.88

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"

in 33129 Delbrück-Westenholz
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 25.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 1/3, 1/5, 4/3, 6/4

Probe entnommen am: März 2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-(Schlamm-)Analysen

Bezeichnung: Probe 4/3
Bodenart: fS, mS
Tiefe: 1,50-2,60 m
k [m/s] (Hazen): 1.076E-4
Entnahmestelle: BS 4
Cu/Cc 2.1/1.0
d10/d30/d60 [mm]: 0.104 / 0.149 / 0.217
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 229.93

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.39	0.17	99.83
1.0	0.75	0.33	99.50
0.5	2.33	1.01	98.49
0.25	45.56	19.81	78.68
0.125	163.62	71.16	7.52
0.063	14.55	6.33	1.19
Schale	2.73	1.19	-
Summe	229.93		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"

in 33129 Delbrück-Westenholz
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 25.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 1/3, 1/5, 4/3, 6/4

Probe entnommen am: März 2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-(Schlamm-)Analysen

Bezeichnung: Probe 6/4

Bodenart: fS, mS

Tiefe: 2,20-3,10 m

k [m/s] (Hazen): 1.008E-4

Entnahmestelle: BS 6

Cu/Cc 2.1/1.0

d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.100 / 0.146 / 0.211

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 388.31

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.03	0.01	99.99
2.0	0.05	0.01	99.98
1.0	0.15	0.04	99.94
0.5	2.96	0.76	99.18
0.25	67.59	17.41	81.77
0.125	284.39	73.24	8.53
0.063	25.62	6.60	1.94
Schale	7.52	1.94	-
Summe	388.31		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinie

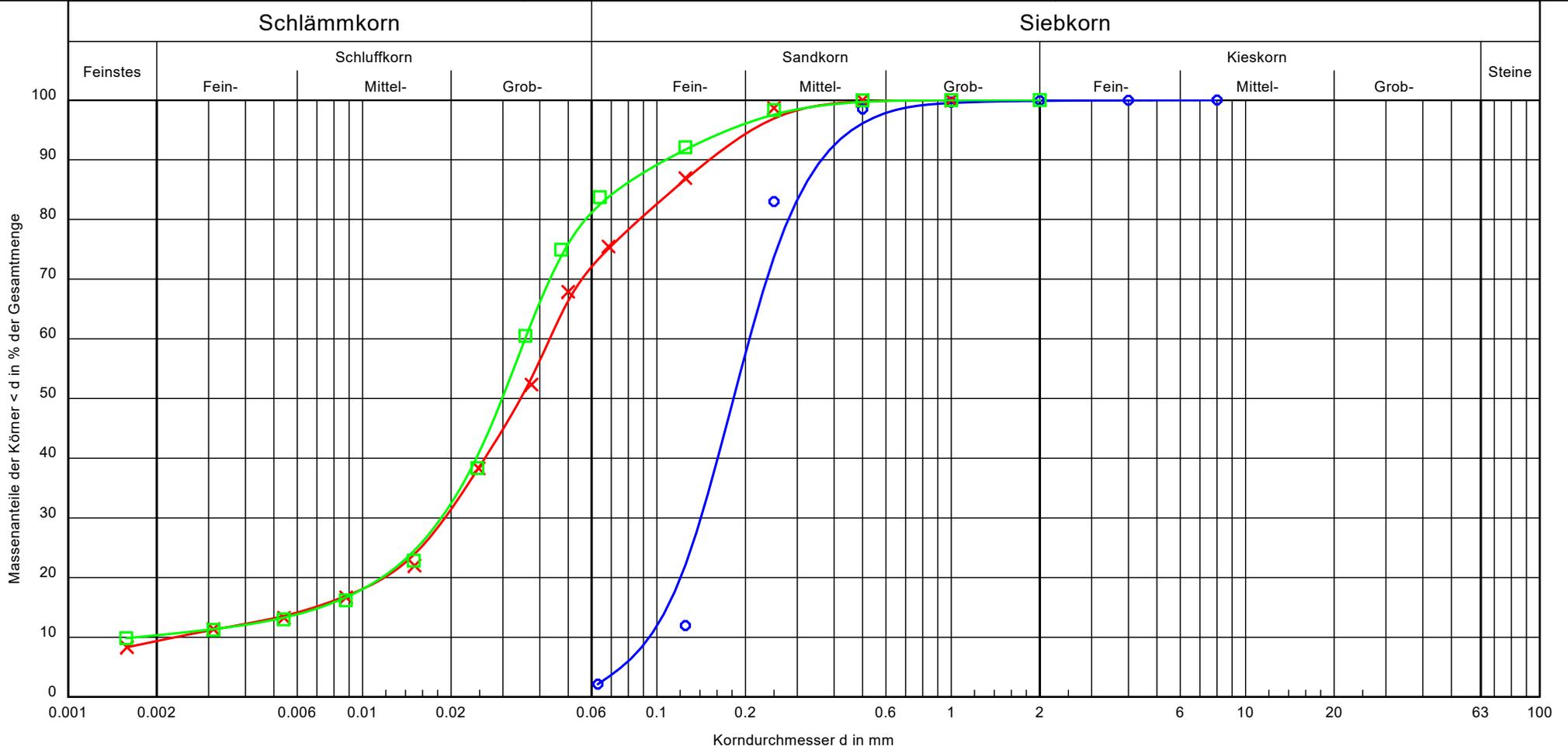
Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"
in 33129 Delbrück-Westenholz
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: Proben 9/3, 11/5, 15/4

Probe entnommen am: März 2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-(Schlamm-)Analysen



Bezeichnung:	Probe 9/3	Probe 11/5	Probe 15/4
Bodenart:	fS, mS	U, fs, t', ms'	U, t', fs'
Tiefe:	1,55-2,55 m	3,80-5,00 m	1,80-2,80 m
k [m/s] (Hazen):	$8.9 \cdot 10^{-5}$	-	-
Entnahmestelle:	BS 9	BS 11	BS 15
Cu/Cc	2.2/1.0	18.8/3.6	21.0/5.7

Bemerkungen:
9/3: kf-Wert (Beyer): $\sim 8,9 \times 10^{-5}$ m/s
11/5: kf-Wert (Mallet & Pacquant): $\sim 1,3 \times 10^{-7}$ m/s
15/4: kf-Wert (Mallet & Pacquant): $\sim 1,3 \times 10^{-7}$ m/s

Bericht: 190961
Anlage: 3.2

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"in 33129 Delbrück-Westenholz
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 25.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 9/3, 11/5, 15/4

Probe entnommen am: März 2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-(Schlamm-)Analysen

Bezeichnung: Probe 9/3
 Bodenart: fS, mS
 Tiefe: 1,55-2,55 m
 k [m/s] (Hazen): 8.857E-5
 Entnahmestelle: BS 9
 Cu/Cc 2.2/1.0
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.094 / 0.141 / 0.206
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 347.05

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.15	0.04	99.96
2.0	0.23	0.07	99.89
1.0	0.83	0.24	99.65
0.5	4.02	1.16	98.49
0.25	53.81	15.50	82.99
0.125	246.48	71.02	11.97
0.063	34.08	9.82	2.15
Schale	7.45	2.15	-
Summe	347.05		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"

in 33129 Delbrück-Westenholz
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 25.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 9/3, 11/5, 15/4

Probe entnommen am: März 2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-(Schlamm-)Analysen

Bezeichnung: Probe 11/5

Bodenart: U, fs, t', ms'

Tiefe: 3,80-5,00 m

k [m/s] (Hazen): -

Entnahmestelle: BS 11

Cu/Cc 18.8/3.6

d10/d30/d60 [mm]: 0.002 / 0.019 / 0.043

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 42.35

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 36.81

Korndichte [g/cm³]: 2.650

Aräometer:

Bezeichnung: Standard Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40

Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50

Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00

Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20

Meniskuskorrektur C_m / R'₀: 0.50 / 0.70

d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0

d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
1.0	0.00	0.00	100.00
0.5	0.02	0.05	99.95
0.25	0.55	1.30	98.65
0.125	4.97	11.74	86.92
Schale	36.81	86.92	-
Summe	42.35		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' _h [-]	R' _h + R ₀ R ₀ =C _m +R' ₀ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H _r [mm]	η [-]	Durchgang [%]
0	0.5	18.70	19.90	0.0685	19.0	122.89	1.03039	75.47
0	1	16.70	17.90	0.0500	19.0	130.89	1.03039	67.88
0	2	12.60	13.80	0.0375	19.0	147.29	1.03039	52.33
0	5	8.90	10.10	0.0248	19.2	162.09	1.02532	38.30
0	15	4.60	5.80	0.0150	19.4	179.29	1.02029	22.00
0	45	3.20	4.40	0.0088	19.6	184.89	1.01529	16.69
2	0	2.30	3.50	0.0054	20.0	188.49	1.00541	13.27
6	0	1.80	3.00	0.0031	20.7	190.49	0.98848	11.38
24	0	1.00	2.20	0.0016	19.9	193.69	1.00787	8.34

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"

in 33129 Delbrück-Westenholz
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 25.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 9/3, 11/5, 15/4

Probe entnommen am: März 2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-(Schlamm-)Analysen

Bezeichnung: Probe 15/4

Bodenart: U, t', fs'

Tiefe: 1,80-2,80 m

k [m/s] (Hazen): -

Entnahmestelle: BS 15

Cu/Cc 21.0/5.7

d10/d30/d60 [mm]: 0.002 / 0.019 / 0.036

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 45.66

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 42.05

Korndichte [g/cm³]: 2.650

Aräometer:

Bezeichnung: Standard Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40

Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50

Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00

Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20

Meniskuskorrektur C_m / R'₀: 0.50 / 0.70

d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0

d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.01	0.02	99.98
0.5	0.02	0.04	99.93
0.25	0.74	1.62	98.31
0.125	2.84	6.22	92.09
Schale	42.05	92.09	-
Summe	45.66		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit		R' _h	R' _h + R ₀	Korngröße	T	H _r	η	Durchgang
[h]	[min]	[-]	R ₀ =C _m +R' ₀ [-]	[mm]	[°C]	[mm]	[-]	[%]
0	0.5	22.60	23.80	0.0640	19.0	107.29	1.03039	83.71
0	1	20.10	21.30	0.0473	19.0	117.29	1.03039	74.92
0	2	16.00	17.20	0.0357	19.0	133.69	1.03039	60.50
0	5	9.70	10.90	0.0245	19.3	158.89	1.02280	38.34
0	15	5.30	6.50	0.0149	19.3	176.49	1.02280	22.86
0	45	3.40	4.60	0.0088	19.6	184.09	1.01529	16.18
2	0	2.50	3.70	0.0054	20.0	187.69	1.00541	13.01
6	0	2.00	3.20	0.0031	20.4	189.69	0.99568	11.26
24	0	1.60	2.80	0.0016	19.9	191.29	1.00787	9.85

ANLAGE 4.1

Wassergehaltsbestimmungen

KLEEGRÄFE
 Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212
 59556 Lippstadt

Bericht: 190961
 Anlage: 4.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"

in 33129 Delbrück-Westenholz
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 25.05.2020

Prüfungsnummer: diverse Proben
 Entnahmestelle: diverse Bohrungen
 Tiefe: -
 Bodenart: -
 Art der Entnahme: gestörte Proben
 Probe entnommen am: März 2020

Probenbezeichnung:	Probe 1/3	Probe 1/5	Probe 4/3	Probe 6/4	Probe 9/3	Probe 11/5
Feuchte Probe + Behälter [g]:	810.28	243.04	690.87	873.58	891.46	212.03
Trockene Probe + Behälter [g]:	749.96	235.85	655.14	800.40	818.53	208.20
Behälter [g]:	394.38	200.81	425.21	412.09	385.50	187.39
Porenwasser [g]:	60.32	7.19	35.73	73.18	72.93	3.83
Trockene Probe [g]:	355.58	35.04	229.93	388.31	433.03	20.81
Wassergehalt [%]	16.96	20.52	15.54	18.85	16.84	18.40

Probenbezeichnung:	Probe 15/4					
Feuchte Probe + Behälter [g]:	249.63					
Trockene Probe + Behälter [g]:	243.38					
Behälter [g]:	211.91					
Porenwasser [g]:	6.25					
Trockene Probe [g]:	31.47					
Wassergehalt [%]	19.86					

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

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

ANLAGE 5.1
Glühverlustbestimmungen

Glühverlust nach DIN 18 128

Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"

in 33129 Delbrück-Westenholz
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 25.05.2020

Prüfungsnummer: Probe 5/2, 9/3

Entnahmestelle: BS 5, BS 9

Tiefe: 0,50 - 2,55 m (min.-max.)

Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart:

Probe entnommen am: 25.05.2020

Probenbezeichnung	Probe 5/2	Probe 5/2	Probe 5/2	Probe 9/3	Probe 9/3	Probe 9/3
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	65.10	61.82	63.23	57.82	56.66	56.82
Geglühte Probe + Behälter [g]	64.35	61.06	62.51	57.71	56.56	56.74
Behälter [g]	31.48	28.12	28.39	29.05	27.75	28.54
Massenverlust [g]	0.75	0.76	0.72	0.11	0.10	0.08
Trockenmasse vor Glühen [g]	33.62	33.70	34.84	28.77	28.91	28.28
Glühverlust [-]	2.23	2.26	2.07	0.38	0.35	0.28

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

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

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

ANLAGE 6.1 – 6.3

Ermittlung der Zustandsgrenzen

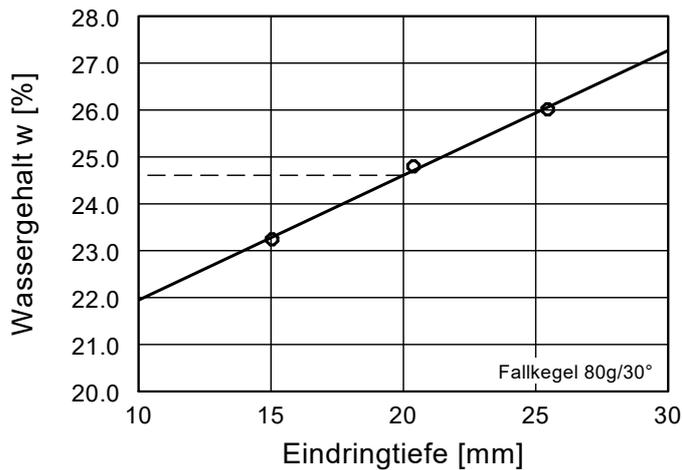
Zustandsgrenzen

Erschließung eines Baugebietes - B-Plan Nr. 117 "Höber"
 in 33129 Delbrück-Westenholz
 - Baugrunduntersuchung / Gründungsberatung -

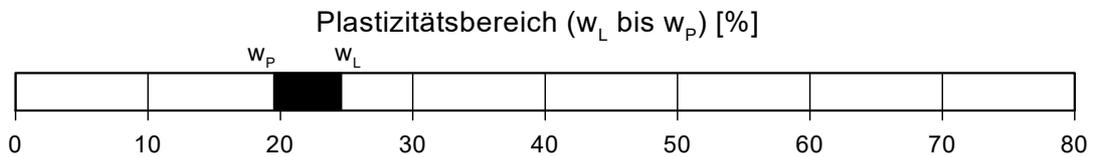
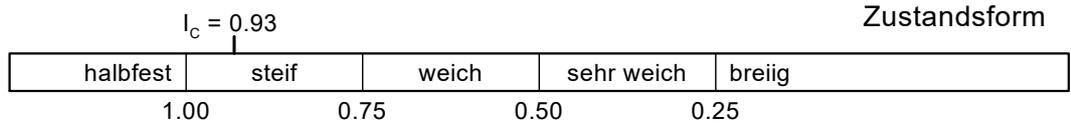
Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 25.05.2020

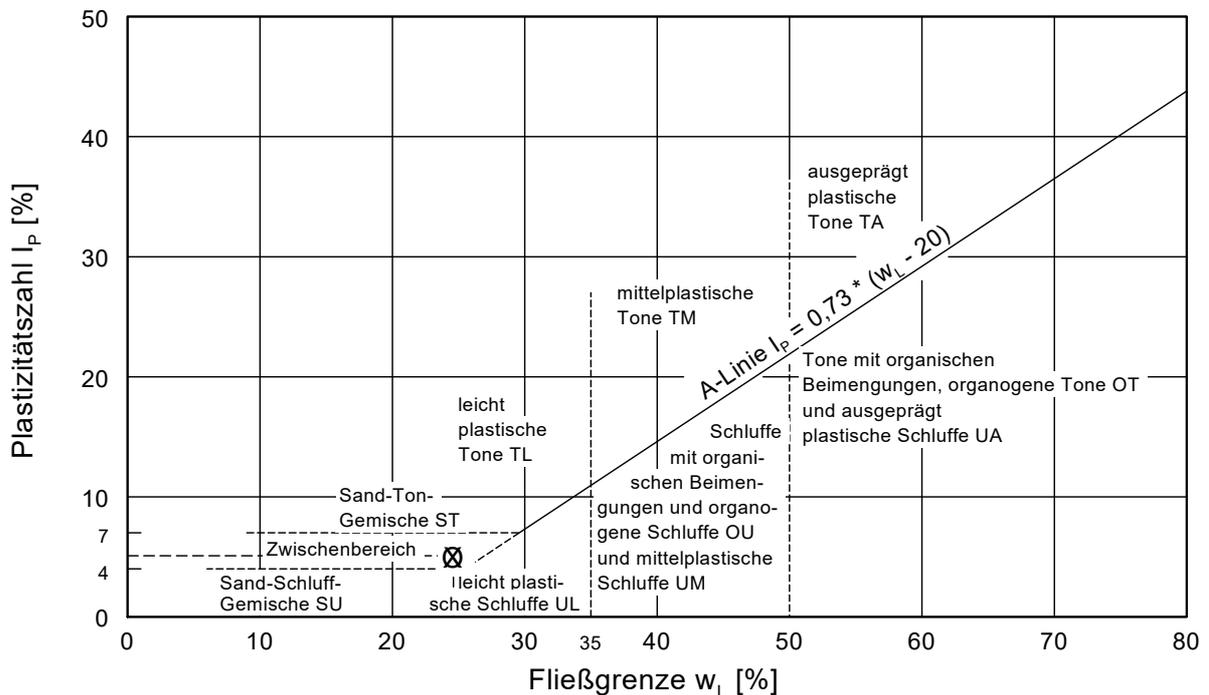
Prüfungsnummer: Probe 15/4
 Entnahmestelle: BS 15
 Tiefe: 1,80 - 2,80 m
 Art der Entnahme: gestörte Probe
 Bodenart: Schluff
 Probe entnommen am: März 2020



Wassergehalt $w = 19.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 24.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 19.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 5.1$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.93$



Plastizitätsdiagramm



ANLAGE 7.1

Versickerungsversuche im Gelände
(Auffüllversuche)

Anlage: 7.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f

<u>Maßnahme:</u>	Erschließung eines Baugebietes in 33129 Delbrück-Westenholz
<u>Ort:</u>	Delbrück-Westenholz
<u>Datum:</u>	13.03.2020

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test'

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wasser- menge l	Q m ³ /s	k_f m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
GWM 2	1	25	0,32	5,00	3,45	1,15E-05	2,61E-04	GW: 0,92 m u.GOK; 0,60-0,92 m (Fluviatilsand)
	2	25	0,32	5,00	3,15	1,05E-05	2,39E-04	
GWM 4	1	25	0,25	4,30	4,00	1,55E-05	4,51E-04	GW: 0,85 m u.GOK; 0,60-0,85 m (Fluviatilsand)
	2	25	0,25	4,68	4,00	1,42E-05	4,14E-04	
GWM 15	1	25	0,41	1,83	4,00	3,64E-05	6,46E-04	GW: 1,01 m u.GOK; 0,60-1,01 m (Fluviatilsand)
	2	25	0,41	2,17	4,00	3,07E-05	5,45E-04	
GWM 17	1	25	1,24	0,55	4,00	1,21E-04	7,11E-04	GW: 2,24 m u.GOK; 1,00-2,24 m (Fluviatilsand)
	2	25	1,20	0,60	4,00	1,11E-04	6,73E-04	
GWM 18	1	25	0,42	2,23	4,00	2,99E-05	5,18E-04	GW: 1,02 m u.GOK; 0,60-1,02 m (Fluviatilsand)
	2	25	0,42	1,94	4,00	3,44E-05	5,95E-04	

Erläuterung	
r -	Brunnenradius, mm
h -	Wasserstandshöhe über der Grundwasseroberfläche, m
Q -	Wasserzugabe in m ³ /s (Wasserspiegelkonstanthaltung)
k_f -	Durchlässigkeitsbeiwert, m/s

Durchlässigkeitsbewertung nach DIN 18 130			
k_f	$> 10^{-4}$	m/s :	'stark durchlässig'
k_f	$10^{-5} - 10^{-6}$	m/s :	'durchlässig'
k_f	$10^{-7} - 10^{-8}$	m/s :	'gering durchlässig'
k_f	$< 10^{-8}$	m/s :	'sehr gering durchlässig'

ANLAGE 7.2

Dimensionierung einer Mulden-Versickerungsanlage
(DWA-A 138)



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

A138-XP

Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 7.2
Muldenversickerung (AE = 140 m²)

Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: B-Plan 'Höber' + Erweiterungsfläche, 33129 Delbrück-Westenholz Datum: 06.07.2020
 Bearbeiter: Dipl.-Geol. Paul Girhards
 Bemerkung: Muldenversickerung über 'belebte Bodenzone'

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m ²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m ²]	Beschreibung der Fläche
1	140,00	0,90	126,00	Dachflächen Wohnhaus + Garage
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	140,00	0,90	126,00	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2



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

A138-XP

Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 7.2
Muldenversickerung (AE = 140 m²)

Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: B-Plan 'Höber' + Erweiterungsfläche, 33129 Delbrück-Westenholz Datum: 06.07.2020
 Bearbeiter: Dipl.-Geol. Paul Girhards
 Bemerkung: Muldenversickerung über 'belebte Bodenzone'

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche A_u 126 m²
 mittlere Versickerungsfläche A_S 12,5 m²
 wassergesättigte Bodendurchlässigkeit k_f 0,00008 m/s
 Niederschlagsbelastung Station Delbrück_2345
 n 0.2 1/a
 Zuschlagsfaktor f_z 1,2

Bemessung der Versickerungsmulde

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s·ha)]	V [m ³]	Erforderliche Größe der Anlage
5	300,0	1,3	<u>erforderliches Speichervolumen</u> $V = 2,5 \text{ m}^3$ $V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	221,7	1,9	
15	181,1	2,2	
20	154,2	2,4	
30	121,1	2,5	
45	92,6	2,5	
60	75,8	2,4	
90	55,0	1,7	
120	43,6	0,9	
180	31,6	0,0	
240	25,1	0,0	<u>mittlere Einstauhöhe</u> $z = 0,20 \text{ m}$ $z = V / A_S$
360	18,1	0,0	
540	13,1	0,0	<u>rechnerische Entleerungszeit</u> $t_E = 1,41 \text{ h}$ $t_E = 2 \cdot z / k_f$
720	10,4	0,0	
1080	7,6	0,0	<u>Nachweis der Entleerungszeit für $n=1/a$</u> vorh. $t_E = 0,62 \text{ h} < \text{erf. } t_E = 24 \text{ h}$
1440	6,0	0,0	
2880	3,7	0,0	
4320	2,8	0,0	

ANLAGE 8.1

Chemische Analysen
(Oberboden)

Prüfbericht-Nr: B205234

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009583
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 06.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Mutterboden (Teil Ost)

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Trockenrückstand (105°C)	88,0	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Feuchte (105°C)	12,0	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00 mm)	ja		BBodSchV Anh.1 / 3.1.1	4*	Wen	
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	0,013	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
TOC (TS)	1,79	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Blei (TS)	21,7	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (TS)	21,7	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen	DIN EN 1483
Zink (TS)	45,3	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

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

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

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

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

BBodSchV Anh.1 / 3.1.1: 1999-07-12	DIN 19539: 2016-12	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 13137: 2001-12	DIN EN 13346: 2001-04	DIN EN 13657: 2003-01
DIN EN 14346: 2007-03	DIN EN 1483: 2007-07	DIN EN 15308: 2008-05
DIN EN 15527: 2008-09	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN ISO 18287: 2006-05		

Prüfbericht-Nr: B205234

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009583
Probenehmer / -ingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 06.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Mutterboden (Teil Ost)

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Grenzwerteinstufung

		Einstufung
BBodSchV - Sand	BBodSchV - Vorsorgewert Sand	überschritten
BBodSchV - Ton	BBodSchV - Vorsorgewert Ton	eingehalten
BBodSchV - Lehm	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm	eingehalten
Vorsorge Org.	BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus	eingehalten

Endeinstufung

BBodSchV - Vorsorgewert Ton, Lehm und
BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten
Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV - Sand	BBodSchV - Ton	BBodSchV - Lehm	Vorsorge Org.
Trockenrückstand (105°C)	88,0	%				
Feuchte (105°C)	12,0	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (ja					
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,013	mg/kg				0,3
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg				3
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg				0,05
TOC (TS)	1,79	%				8
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Blei (TS)	21,7	mg/kg	40	100	70	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	0,4	1,5	1	
Chrom (TS)	<10	mg/kg	30	100	60	
Kupfer (TS)	21,7	mg/kg	20	60	40	
Nickel (TS)	<10	mg/kg	15	70	50	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	1	0,5	
Zink (TS)	45,3	mg/kg	60	200	150	

Prüfbericht-Nr: B205234

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009583
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 06.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Mutterboden (Teil Ost)

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 06.04.2020



ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

Prüfbericht-Nr: B205233

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009582
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 06.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Mutterboden (Teil West)

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Trockenrückstand (105°C)	85,7	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Feuchte (105°C)	14,3	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00 mm)	ja		BBodSchV Anh.1 / 3.1.1	4*	Wen	
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	0,028	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
TOC (TS)	1,57	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Blei (TS)	16,2	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen	DIN EN 1483
Zink (TS)	37,9	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

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

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

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

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

BBodSchV Anh.1 / 3.1.1: 1999-07-12	DIN 19539: 2016-12	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 13137: 2001-12	DIN EN 13346: 2001-04	DIN EN 13657: 2003-01
DIN EN 14346: 2007-03	DIN EN 1483: 2007-07	DIN EN 15308: 2008-05
DIN EN 15527: 2008-09	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN ISO 18287: 2006-05		

Prüfbericht-Nr: B205233

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009582
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 06.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Mutterboden (Teil West)

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Grenzwerteinstufung

		Einstufung
BBodSchV - Sand	BBodSchV - Vorsorgewert Sand	eingehalten
BBodSchV - Ton	BBodSchV - Vorsorgewert Ton	eingehalten
BBodSchV - Lehm	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm	eingehalten
Vorsorge Org.	BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus	eingehalten

Endeinstufung

BBodSchV - Vorsorgewert Sand, Ton, Lehm und
BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten
Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und
Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV - Sand	BBodSchV - Ton	BBodSchV - Lehm	Vorsorge Org.
Trockenrückstand (105°C)	85,7	%				
Feuchte (105°C)	14,3	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (ja					
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,028	mg/kg				0,3
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg				3
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg				0,05
TOC (TS)	1,57	%				8
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Blei (TS)	16,2	mg/kg	40	100	70	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	0,4	1,5	1	
Chrom (TS)	<10	mg/kg	30	100	60	
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	20	60	40	
Nickel (TS)	<10	mg/kg	15	70	50	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	1	0,5	
Zink (TS)	37,9	mg/kg	60	200	150	

Prüfbericht-Nr: B205233

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009582
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 06.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Mutterboden (Teil West)

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 06.04.2020



ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

A N L A G E 8.2

Chemische Analysen
(Boden, LAGA und DepV)

Prüfbericht-Nr: B205068

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009578
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 1 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		i.A. LAGA PN 98	1*	Wen	DIN 19698-1
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probenvorbereitung	s. Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	10,4	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	89,6	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	0,61	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	99,4	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	0,15	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%	LAGA KW/04	1*	Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

Prüfbericht-Nr: B205068

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009578
Probenehmer / -ingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 1 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen	DIN EN 1483
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1*	Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	7,71		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	13	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1*	Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	6,5	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
DOC (Eluat)	1,94	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,24	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)	<0,1	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,38	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)	0,016	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	

Prüfbericht-Nr: B205068

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009578
Probenehmer / -ingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 1 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

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

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

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19539: 2016-12	DIN 19698-1: 2014-05	DIN 19747: 2009-07
DIN 38404-5: 2009-07	DIN 38407-9: 1991-05	DIN 38409-1: 1987-01
DIN 38414-17: 2014-04	DIN 38414-20: 1996-01	DIN 38414-4: 1984-10
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 13137: 2001-12	DIN EN 13346: 2001-04
DIN EN 13657: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 1483: 2007-07	DIN EN 1484: 1997-08	DIN EN 15169: 2007-05
DIN EN 15216: 2008-01	DIN EN 15308: 2008-05	DIN EN 15527: 2008-09
DIN EN 15935: 2012-11	DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10301: 1997-08
DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN ISO 11885: 2009-09
DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN ISO 14403: 2002-07
DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 22155: 2013-05	DIN ISO 11464: 2006-12
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	LAGA KW/04: 2009-12
LAGA PN 98: 2001-12		

Grenzwerteinstufung

Z0 Boden - Sand		Einstufung
Z0 Boden - Sand	LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Sand	eingehalten
Z1.1 Boden	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	eingehalten
DK 0	Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	eingehalten
DK 1	Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	eingehalten
Endeinstufung	LAGA Z0 - Boden (Bodenart Sand) + Deponieklasse 0	

Prüfbericht-Nr: B205068

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009578
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfört Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 1 BG Westenholz

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

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

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Probennahme Boden / Abfall	AG					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s. Anlage					
Feuchte (105°C)	10,4	%				
Trockenrückstand (105°C)	89,6	%				
Glühverlust (550°C)	0,61	%			3	3
Glührückstand (550°C)	99,4	%				
TOC (TS)	0,15	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	500	4000
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	30
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,9		
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	30	500
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	5
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	<1	mg/kg	10	45		
Blei (TS)	<10	mg/kg	40	210		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	0,4	3		

Prüfbericht-Nr: B205068

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009578
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfört Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 1 BG Westenholz

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Chrom (TS)	<10	mg/kg	30	180		
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	20	120		
Nickel (TS)	<10	mg/kg	15	150		
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	1,5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,4	2,1		
Zink (TS)	<10	mg/kg	60	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	7,71		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	13	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	6,5	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	1,94	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,24	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	<0,1	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	0,38	mg/L	20	20	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,05	0,2
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	0,016	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03

Prüfbericht-Nr: B205068

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009578
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 1 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,15	0,15	0,4	2

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 02.04.2020



ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll

A. Allgemeine Angaben

Datum 30.03.2020 **Proben-Nr.** P202009578
Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
Probenkennzeichnung MP 1 BG Westenholz

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch Horn & Co. Analytics GmbH Auftraggeber
PN-Protokoll Nein Ja vorhanden n. vorhanden
Vorbereitung vor Ort Nein Ja bekannt n. bekannt
Probenart Sand
Probenmenge Masse[kg]: 1,9 Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gem. LAGA Boden LAGA Bauschutt DepV PAK nach RuVA-Stb 01 sonst.:
Untersuchungsparameter physikalisch anorganisch Feststoff anorg. Eluat leichtflüchtig
 biologisch organisch Feststoff organ. Eluat
Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung Nein Ja:
Siebung Nein Ja **Siebschnitt [mm]**
Durchgang [%] **Analytik von** Durchgang Rückstand gesamt
Zerkleinerung Nein Ja Brechen Shreddern sonstiges:
Teilung 1/4-Teilung Riffelteiler Rotationsverteiler sonstiges:
Prüf-/Rückstellproben Originalsubstanz Nein Ja [g]: 500 Rückstellprobe
Trockensubstanz Nein Ja [g]: 100 Rückstellprobe
Probe für Eluat Nein Ja [g]: 100 Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

Trocknung bei 105°C chemisch Lufttrocknung sonstiges:
Feinzerkleinerung Nein Ja Mahlen Schneiden sonstiges:
Siebung Nein Ja **Endfeinheit [mm]**
Prüf-/Rückstellproben Gemahlene TS Nein Ja [g]: 50 Rückstellprobe

F. Sonstiges

Bemerkungen
Ort / Datum Wenden / 30.03.2020 **Unterschrift** 
i.A. Dr. Axel Blatt

Prüfbericht-Nr: B205069

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009579
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfört Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 2 BG Westenholz

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		i.A. LAGA PN 98	1*	Wen	DIN 19698-1
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 0,6 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probenvorbereitung	s. Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	11,6	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	88,4	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	0,39	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	99,6	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	<0,1	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%	LAGA KW/04	1*	Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

Prüfbericht-Nr: B205069

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009579
Probenehmer / -ingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 2 BG Westenholz

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen	DIN EN 1483
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1*	Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	7,45		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	21	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1*	Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	10,5	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
DOC (Eluat)	2,60	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,28	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)	<0,1	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,65	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	

Prüfbericht-Nr: B205069

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009579
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 2 BG Westenholz

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	

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

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

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

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19539: 2016-12	DIN 19698-1: 2014-05	DIN 19747: 2009-07
DIN 38404-5: 2009-07	DIN 38407-9: 1991-05	DIN 38409-1: 1987-01
DIN 38414-17: 2014-04	DIN 38414-20: 1996-01	DIN 38414-4: 1984-10
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 13137: 2001-12	DIN EN 13346: 2001-04
DIN EN 13657: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 1483: 2007-07	DIN EN 1484: 1997-08	DIN EN 15169: 2007-05
DIN EN 15216: 2008-01	DIN EN 15308: 2008-05	DIN EN 15527: 2008-09
DIN EN 15935: 2012-11	DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10301: 1997-08
DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN ISO 11885: 2009-09
DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN ISO 14403: 2002-07
DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 22155: 2013-05	DIN ISO 11464: 2006-12
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	LAGA KW/04: 2009-12
LAGA PN 98: 2001-12		

Grenzwerteinstufung

Z0 Boden - Sand	Einstufung
LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Sand	eingehalten
Z1.1 Boden	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau
	eingehalten
DK 0	Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)
	eingehalten
DK 1	Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)
	eingehalten
Endeinstufung	LAGA Z0 - Boden (Bodenart Sand) + Deponieklasse 0

Prüfbericht-Nr: B205069

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009579
Probenehmer / -ingang AG / Nightstar
Prüfört Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 2 BG Westenholz

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

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

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Probennahme Boden / Abfall	AG					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 0,6 kg					
Probenvorbereitung	s. Anlage					
Feuchte (105°C)	11,6	%				
Trockenrückstand (105°C)	88,4	%				
Glühverlust (550°C)	0,39	%			3	3
Glührückstand (550°C)	99,6	%				
TOC (TS)	<0,1	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	500	4000
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	30
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,9		
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	30	500
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	5
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	<1	mg/kg	10	45		
Blei (TS)	<10	mg/kg	40	210		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	0,4	3		

Prüfbericht-Nr: B205069

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009579
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfört Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 2 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Chrom (TS)	<10	mg/kg	30	180		
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	20	120		
Nickel (TS)	<10	mg/kg	15	150		
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	1,5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,4	2,1		
Zink (TS)	<10	mg/kg	60	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	7,45		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	21	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	10,5	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	2,60	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,28	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	<0,1	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	0,65	mg/L	20	20	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,05	0,2
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03

Prüfbericht-Nr: B205069

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009579
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 2 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,15	0,15	0,4	2

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 02.04.2020



ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll

A. Allgemeine Angaben

Datum 30.03.2020 **Proben-Nr.** P202009579
Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
Probenkennzeichnung MP 2 BG Westenholz

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch Horn & Co. Analytics GmbH Auftraggeber
PN-Protokoll Nein Ja vorhanden n. vorhanden
Vorbereitung vor Ort Nein Ja bekannt n. bekannt
Probenart Sand
Probenmenge Masse[kg]: 0,6 Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gem. Untersuchungsparameter LAGA Boden LAGA Bauschutt DepV PAK nach RuVA-Sib 01 sonst.:
 physikalisch anorganisch Feststoff anorg. Eluat leichtflüchtig
 biologisch organisch Feststoff organ. Eluat
Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung Nein Ja:
Siebung Nein Ja **Siebschnitt [mm]**
Durchgang [%] **Analytik von** Durchgang Rückstand gesamt
Zerkleinerung Nein Ja Brechen Shreddern sonstiges:
Teilung 1/4-Teilung Riffelteiler Rotationsverteiler sonstiges:
Prüf-/Rückstellproben
 Originalsubstanz Nein Ja [g]: 300 Rückstellprobe
 Trockensubstanz Nein Ja [g]: 100 Rückstellprobe
 Probe für Eluat Nein Ja [g]: 100 Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

Trocknung bei 105°C chemisch Lufttrocknung sonstiges:
Feinzerkleinerung Nein Ja Mahlen Schneiden sonstiges:
Siebung Nein Ja **Endfeinheit [mm]**
Prüf-/Rückstellproben Gemahlene TS Nein Ja [g]: 50 Rückstellprobe

F. Sonstiges

Bemerkungen
Ort / Datum Wenden / 30.03.2020 **Unterschrift** 
 i.A. Dr. Axel Blatt

Prüfbericht-Nr: B205070

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009580
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfört Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 3 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		i.A. LAGA PN 98	1*	Wen	DIN 19698-1
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probenvorbereitung	s. Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	9,66	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	90,3	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	0,41	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	99,6	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	<0,1	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%	LAGA KW/04	1*	Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

Prüfbericht-Nr: B205070

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009580
Probenehmer / -ingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 3 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen	DIN EN 1483
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Zink (TS)	11,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1*	Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	7,32		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	28	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1*	Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	14	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
DOC (Eluat)	2,30	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,28	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)	0,13	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,80	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	

Prüfbericht-Nr: B205070

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009580
Probenehmer / -ingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 3 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Zink (Eluat)	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

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

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

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19539: 2016-12	DIN 19698-1: 2014-05	DIN 19747: 2009-07
DIN 38404-5: 2009-07	DIN 38407-9: 1991-05	DIN 38409-1: 1987-01
DIN 38414-17: 2014-04	DIN 38414-20: 1996-01	DIN 38414-4: 1984-10
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 13137: 2001-12	DIN EN 13346: 2001-04
DIN EN 13657: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 1483: 2007-07	DIN EN 1484: 1997-08	DIN EN 15169: 2007-05
DIN EN 15216: 2008-01	DIN EN 15308: 2008-05	DIN EN 15527: 2008-09
DIN EN 15935: 2012-11	DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10301: 1997-08
DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN ISO 11885: 2009-09
DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN ISO 14403: 2002-07
DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 22155: 2013-05	DIN ISO 11464: 2006-12
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	LAGA KW/04: 2009-12
LAGA PN 98: 2001-12		

Grenzwerteinstufung

		Einstufung
Z0 Boden - Sand	LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Sand	eingehalten
Z1.1 Boden	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	eingehalten
DK 0	Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	eingehalten
DK 1	Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	eingehalten
Endeinstufung	LAGA Z0 - Boden (Bodenart Sand) + Deponieklasse 0	

Prüfbericht-Nr: B205070

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009580
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 3 BG Westenholz

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

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

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Probennahme Boden / Abfall	AG					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s. Anlage					
Feuchte (105°C)	9,66	%				
Trockenrückstand (105°C)	90,3	%				
Glühverlust (550°C)	0,41	%			3	3
Glührückstand (550°C)	99,6	%				
TOC (TS)	<0,1	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	500	4000
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	30
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,9		
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	30	500
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	5
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	<1	mg/kg	10	45		
Blei (TS)	<10	mg/kg	40	210		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	0,4	3		

Prüfbericht-Nr: B205070

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009580
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfört Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 3 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Chrom (TS)	<10	mg/kg	30	180		
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	20	120		
Nickel (TS)	<10	mg/kg	15	150		
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	1,5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,4	2,1		
Zink (TS)	11,4	mg/kg	60	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	7,32		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	28	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	14	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	2,30	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,28	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	0,13	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	0,80	mg/L	20	20	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,05	0,2
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03

Prüfbericht-Nr: B205070

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009580
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 3 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Zink (Eluat)	0,10	mg/L	0,15	0,15	0,4	2

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 02.04.2020



ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll

A. Allgemeine Angaben

Datum 30.03.2020 **Proben-Nr.** P202009580
Auftraggeber KleeGräfe Geotechnik GmbH
Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) KleeGräfe
Probenkennzeichnung MP 3 BG Westenholz

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch Horn & Co. Analytics GmbH Auftraggeber
PN-Protokoll Nein Ja vorhanden n. vorhanden
Vorbereitung vor Ort Nein Ja bekannt n. bekannt
Probenart Sand
Probenmenge Masse[kg]: 1,1 Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gem. Untersuchungsparameter LAGA Boden LAGA Bauschutt DepV PAK nach RuVA-Stb 01 sonst.:
 physikalisch anorganisch Feststoff anorg. Eluat leichtflüchtig
 biologisch organisch Feststoff organ. Eluat
Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung Nein Ja:
Siebung Nein Ja **Siebschnitt [mm]**
Durchgang [%] **Analytik von** Durchgang Rückstand gesamt
Zerkleinerung Nein Ja Brechen Shreddern sonstiges:
Teilung 1/4-Teilung Riffelteiler Rotationsverteiler sonstiges:
Prüf-/Rückstellproben Originalsubstanz Nein Ja [g]: 500 Rückstellprobe
Trockensubstanz Nein Ja [g]: 100 Rückstellprobe
Probe für Eluat Nein Ja [g]: 100 Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

Trocknung bei 105°C chemisch Lufttrocknung sonstiges:
Feinzerkleinerung Nein Ja Mahlen Schneiden sonstiges:
Siebung Nein Ja **Endfeinheit [mm]**
Prüf-/Rückstellproben Gemahlene TS Nein Ja [g]: 50 Rückstellprobe

F. Sonstiges

Bemerkungen
Ort / Datum Wenden / 30.03.2020 **Unterschrift** 
i.A. Dr. Axel Blatt

Prüfbericht-Nr: B205071

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009581
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfört Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 4 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		i.A. LAGA PN 98	1*	Wen	DIN 19698-1
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 0,7 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probenvorbereitung	s. Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	6,83	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	93,2	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	1,01	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	99,0	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	0,36	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%	LAGA KW/04	1*	Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	1,11	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Blei (TS)	16,7	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

Prüfbericht-Nr: B205071

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009581
Probenehmer / -ingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 4 BG Westenholz

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen	DIN EN 1483
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1*	Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	7,33		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	63	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1*	Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	31,5	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
DOC (Eluat)	5,59	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,39	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)	0,17	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	1,25	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	

Prüfbericht-Nr: B205071

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009581
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 4 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Zink (Eluat)	0,013	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

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

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

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19539: 2016-12	DIN 19698-1: 2014-05	DIN 19747: 2009-07
DIN 38404-5: 2009-07	DIN 38407-9: 1991-05	DIN 38409-1: 1987-01
DIN 38414-17: 2014-04	DIN 38414-20: 1996-01	DIN 38414-4: 1984-10
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 13137: 2001-12	DIN EN 13346: 2001-04
DIN EN 13657: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 1483: 2007-07	DIN EN 1484: 1997-08	DIN EN 15169: 2007-05
DIN EN 15216: 2008-01	DIN EN 15308: 2008-05	DIN EN 15527: 2008-09
DIN EN 15935: 2012-11	DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10301: 1997-08
DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN ISO 11885: 2009-09
DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN ISO 14403: 2002-07
DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 22155: 2013-05	DIN ISO 11464: 2006-12
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	LAGA KW/04: 2009-12
LAGA PN 98: 2001-12		

Grenzwerteinstufung

Z0 Boden - Sand	Einstufung
LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Sand	eingehalten
Z1.1 Boden	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau
	eingehalten
DK 0	Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)
	eingehalten
DK 1	Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)
	eingehalten
Endeinstufung	LAGA Z0 - Boden (Bodenart Sand) + Deponieklasse 0

Prüfbericht-Nr: B205071

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009581
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfört Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 4 BG Westenholz

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

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

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Probennahme Boden / Abfall	AG					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 0,7 kg					
Probenvorbereitung	s. Anlage					
Feuchte (105°C)	6,83	%				
Trockenrückstand (105°C)	93,2	%				
Glühverlust (550°C)	1,01	%			3	3
Glührückstand (550°C)	99,0	%				
TOC (TS)	0,36	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	500	4000
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	30
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,9		
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	30	500
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	5
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	1,11	mg/kg	10	45		
Blei (TS)	16,7	mg/kg	40	210		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	0,4	3		

Prüfbericht-Nr: B205071

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009581
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfört Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 4 BG Westenholz

Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück

Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Chrom (TS)	<10	mg/kg	30	180		
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	20	120		
Nickel (TS)	<10	mg/kg	15	150		
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	1,5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,4	2,1		
Zink (TS)	<10	mg/kg	60	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	7,33		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	63	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	31,5	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	5,59	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,39	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	0,17	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	1,25	mg/L	20	20	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,05	0,2
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03

Prüfbericht-Nr: B205071

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

Eingangsdatum 30.03.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202009581
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 30.03.2020 - 02.04.2020

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP 4 BG Westenholz
Herkunftsort BG Westenholz-Delbrück
Entnahmeort BG Westenholz-Delbrück

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - Sand	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Zink (Eluat)	0,013	mg/L	0,15	0,15	0,4	2

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 02.04.2020



ppa. Dr. Mechthild Grebe
Laborleitung

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll

A. Allgemeine Angaben

Datum 30.03.2020 **Proben-Nr.** P202009581
Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
Probenkennzeichnung MP 4 BG Westenholz

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch Horn & Co. Analytics GmbH Auftraggeber
PN-Protokoll Nein Ja vorhanden n. vorhanden
Vorbereitung vor Ort Nein Ja bekannt n. bekannt
Probenart Sand
Probenmenge Masse[kg]: 0,7 Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gem. Untersuchungsparameter LAGA Boden LAGA Bauschutt DepV PAK nach RuVA-Sib 01 sonst.:
 physikalisch anorganisch Feststoff anorg. Eluat leichtflüchtig
 biologisch organisch Feststoff organ. Eluat
Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung Nein Ja:
Siebung Nein Ja **Siebschnitt [mm]**
Durchgang [%] **Analytik von** Durchgang Rückstand gesamt
Zerkleinerung Nein Ja Brechen Shreddern sonstiges:
Teilung 1/4-Teilung Riffelteiler Rotationsverteiler sonstiges:
Prüf-/Rückstellproben
 Originalsubstanz Nein Ja [g]: 500 Rückstellprobe
 Trockensubstanz Nein Ja [g]: 100 Rückstellprobe
 Probe für Eluat Nein Ja [g]: 100 Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

Trocknung bei 105°C chemisch Lufttrocknung sonstiges:
Feinzerkleinerung Nein Ja Mahlen Schneiden sonstiges:
Siebung Nein Ja **Endfeinheit [mm]**
Prüf-/Rückstellproben Gemahlene TS Nein Ja [g]: 50 Rückstellprobe

F. Sonstiges

Bemerkungen
Ort / Datum Wenden / 30.03.2020 **Unterschrift** 
 i.A. Dr. Axel Blatt

A N L A G E 9.1

Setzungsberechnung Streifenfundamente
(Nichtunterkellerung)

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.5	9.5	32.5	0.0	18.0	0.00	Füllsand, mitteldicht
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	18.0	10.0	32.5	0.0	23.0	0.00	Sand, mitteldicht
	19.5	9.5	25.0	0.0	8.0	0.00	Schluff, weich-steif

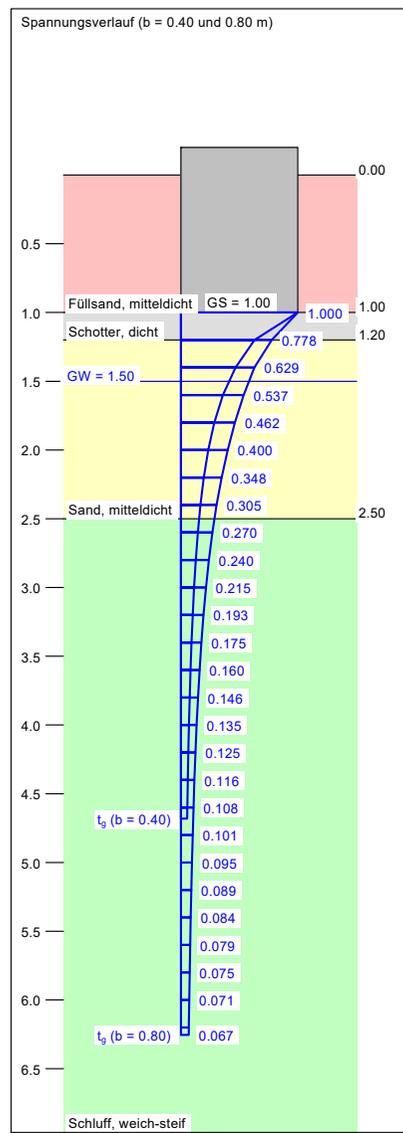
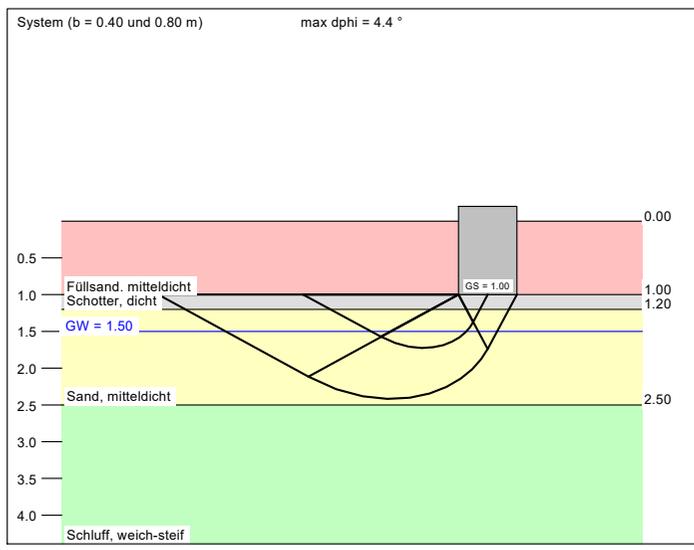
Nichtunterkellerung Gründung über Streifenfundamente

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582
 Projekt: Delbrück-Westenholz, Baugebiet 'Höber' plus Erweiterungsfläche
Setzungsberechnung Streifenfundamentgründung (Nichtunterkellerung)

Berechnungsgrundlagen:
 Delbrück-Westenholz, BG 'Höber'
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 12.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

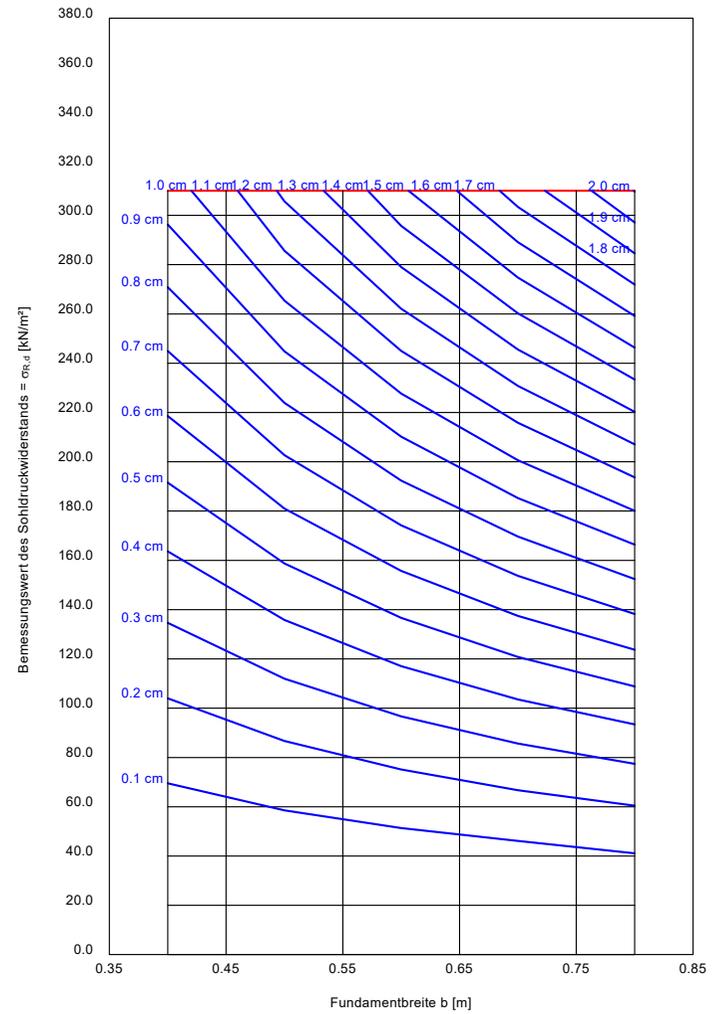
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 310.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 1.50 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

 Sohldruck
 Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_z [kN/m ³]	σ'_0 [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ²]
12.00	0.40	310.0	124.0	217.5	0.95	33.6	0.00	18.22	17.50	4.68	1.72	22.8
12.00	0.50	310.0	155.0	217.5	1.22	33.4	0.00	16.99	17.50	5.14	1.90	17.8
12.00	0.60	310.0	186.0	217.5	1.49	33.3	0.00	16.06	17.50	5.54	2.07	14.6
12.00	0.70	310.0	217.0	217.5	1.75	33.2	0.00	15.34	17.50	5.91	2.24	12.5
12.00	0.80	310.0	248.0	217.5	2.00	33.1	0.00	14.77	17.50	6.25	2.42	10.9

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Gründung auf dem organikfreien, nachverdichteten Fluviatilsand (Unterbau: 20 cm Schotter als verdichtungsfähige Auflage)

ANLAGE 10.1

Fotodokumentation

Fotodokumentation

Seite 1

Anlage 10

Situation am 11.-13.03.2020



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

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 2: Blickrichtung ~NW; Bereich der BS/GWM 2 (Markierung)

Fotodokumentation

Seite 2

Anlage 10

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 3: Blickrichtung ~NO; Bereich der BS/GWM 4 (Markierung)

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 4: Blickrichtung ~O; Bereich der BS 5 und BS 10 (Markierungen)

Fotodokumentation

Seite 3

Anlage 10

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 5: Blickrichtung ~NO; Bereich der BS 5, BS 10 und BS 17 (Markierungen)

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 6: Blickrichtung ~NW; Bereich der BS 7, BS 8 und BS 14 (Markierungen)

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 7: Blickrichtung ~NO; Bereich der BS 8 (Markierung)

Situation am 11.-13.03.2020



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

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 9: Blickrichtung ~O; Bereich der BS 12, BS 13, BS/GWM 18 (Markierungen)

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 10: Blickrichtung ~O; Bereich der BS 13, BS/GWM 15 und BS 16 (Markierungen)

Situation am 25.06.2020



Foto 11: Blickrichtung ~SW; Bereich der BS 6 (Markierung)

Situation am 25.06.2020



Foto 12: Blickrichtung ~O; Bereich der BS 9 (Markierung)

Situation am 25.06.2020



Foto 13: Blickrichtung ~O; Bereich der BS 11 (Markierungen)

Fotodokumentation

Seite 8

Anlage 10

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 14: Blickrichtung ~N; Bereich der GWM 2 (Markierung)

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 15: Blickrichtung ~NW; Bereich der GWM 4 (Markierung)

Fotodokumentation

Seite 9

Anlage 10

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 16: Blickrichtung ~W; Bereich der GWM 15 (Markierung)

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 17: Blickrichtung ~N; Bereich der GWM 17 (Markierung)

Situation am 11.-13.03.2020



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

Situation am 25.06.2020



Foto 19: Blickrichtung ~N; Bereich der GWM 19 (Markierung)

Fotodokumentation

Seite 11

Anlage 10

Situation am 11.-13.03.2020



Foto 20: Blickrichtung ~SO; Übersicht