

Geotechnischer Bericht

Projekt: Errichtung einer Lagerhalle
Entsorgungszentrum „Alte Schanze“, 33106 Paderborn



- Baugrunderkundung / Geotechnischer Bericht -

Auftraggeber: A.V.E. Eigenbetrieb Kreis Paderborn
Entsorgungszentrum „Alte Schanze“
Alte Schanze 40, 33106 Paderborn

Auftragnehmer: Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 26 06 004

Ort / Datum: Lippstadt / 26. August 2026

Umfang: 36 Seiten Textteil, 17 Seiten Anlagen

- INHALTSVERZEICHNIS -

1.0 Projekteinleitung	3
1.1 Vorgang / Planung / Aufgabenstellung.....	3
1.2 Hintergrundinformationen / Georisiken / Schutzzonen	4
2.0 Untergrunderschließung	6
2.1 Untergrundsichtung / Geologie	6
2.2 Grundwasser / Hydrogeologie	8
3.0 Baugrundbewertung	11
3.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche	11
3.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL).....	13
3.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung	14
3.4 Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen und Frostklassen.....	15
3.5 Homogenbereich gem. VOB Teil C	17
4.0 Hinweisgebungen zur Baudurchführung	18
4.1 Hallenneubau	18
4.1.1 Planung / Gründungsempfehlung	18
4.1.2 Bodenplattenbereich	20
4.1.3 Errichtung der Einzelfundamente.....	23
4.1.4 Allgemeine Hinweisgebungen.....	25
5.0 Schlussbemerkung.....	30
Literaturverzeichnis	32
Anlagen.....	36

1.0 Projekteinleitung

1.1 Vorgang / Planung / Aufgabenstellung

In Paderborn wird auf dem Gelände des Entsorgungszentrums „Alte Schanze“ die Errichtung einer Lagerhalle vorgesehen (Gemarkung Elsen, Flur 13, Flurstück 108).

Aufgabe war die Durchführung einer ingenieurgeologischen Baugrunderkundung und Baugrundbeurteilung. Hierauf basierend erfolgen ingenieurgeologische Hinweisgebungen für die geplante Baumaßnahme.

Der Bauherr, der Abfallverwertungs- und Entsorgungsbetrieb Kreis Paderborn (A.V.E. – Eigenbetrieb, Alte Schanze 40, 33106 Paderborn) beauftragte das Fachbüro Kleegräfe Geotechnik GmbH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) mit den Untersuchungen sowie der Anfertigung des Geotechnischen Berichts.

AG/Bauherr: A.V.E. – Eigenbetrieb Kreis Paderborn
Alte Schanze 40, 33106 Paderborn

Auftragnehmer: Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Für die Geländearbeiten sowie zur Erstellung des Geotechnischen Berichts stehen die nachfolgenden, am 29.05.2026 AG-seits übersandten, Unterlagen zur Verfügung.

[U1] Ausschnitt aus dem Onlineportal TIM-online (ohne Maßstab, Stand nicht bekannt)

Die Lage der Ansatzpunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 1.1 und der Fotodokumentation in Anlage 5.1 hervor. Nach Abschluss der Aufschlussarbeiten sind die Sondier- und Bohransatzpunkte georeferenziert mit einem satellitengestützten Gerät der Fa. Topcon lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert worden (Bezug UTM32, DHHN2016 = m NHN).

Der Untersuchungsumfang ist in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

Gelände (03.07.2026)	- Kleinrammbohrung (Ø 80 - 50 mm) (nach DIN EN ISO 22475-1 [1])	3 Stück
	- Leichte Rammsondierung (DPL) (nach DIN EN ISO 22476-2 [2])	3 Stück
	- Einmessung in Lage und Höhe	3 Stück
Bodenmechanisches Labor	- Korngrößenanalyse (nach DIN EN ISO 17892-4 [3])	3 Stück
	- Wassergehaltsbestimmung (nach DIN EN ISO 17892-1 [4])	3 Stück

1.2 Hintergrundinformationen / Georisiken / Schutzzonen

Lage: Das Arbeitsgebiet befindet sich etwa 6 km westsüdwestlich des Stadtkerns von Paderborn. Die Zufahrt zum Gelände des Entsorgungszentrums erfolgt über die Straße ´Alte Schanze´, die etwa 375 m nordöstlich der untersuchten Fläche verläuft. Das Untersuchungsgebiet selbst befindet sich im östlichen Eckbereich einer ca. 85 x 55 m messenden Schotterfläche. Das nähere Umfeld wird in nördlicher Richtung von Waldflächen und in südlicher Richtung von Einrichtungen des Entsorgungszentrums geprägt [5].

Vornutzung: Es erfolgt eine multitemporale Luftbildauswertung über das Portal TIM-online [5]. Es wird darauf hingewiesen, dass die Luftbildauswertung lückenhaft ist und ggf. erfolgte kurzzeitige Zwischennutzungen nicht abgebildet bzw. ausgeschlossen werden können. Die einsehbaren Luftbilder reichen bis ins Jahr 1979 zurück. Ältere sowie anderweitige Vornutzungen als unten aufgeführt, sind der Kleegräfe Geotechnik GmbH nicht bekannt.

Anhand der Luftbilder kann zwischen 1979 und ca. 1990 eine ursprünglich ackerbauliche Nutzung abgeleitet werden. Zwischen 1991 und 1999 erfolgte im Zuge der Errichtung erster Gebäude des Entsorgungszentrums eine Umnutzung hin zu einer Grünfläche und zwischen 2011 und 2014 wurde die Fläche zu der Schotterfläche umfunktioniert, als die sie aktuell noch vorliegt.

Vorfluter: Im Nahbereich befinden sich keine Vorfluter [5] [6].

Morphologie: Zwischen den Bohransatzpunkten konnten Höhenunterschiede von max. ca. 0,33 m ermittelt werden. Die Geländeoberkante schwankt zwischen +124,77 m NHN und +125,10 m NHN. Es ergibt sich eine mittlere Höhenkote von ca. +124,90 m NHN. Das Gebiet befindet sich innerhalb der Frosteinwirkungszone I [7].

Erdbebenzone/Gefährdungspotenziale: Gemäß Erdbebenzonenkarte [8] ist das Grundstück in einem ´Gebiet außerhalb von Erdbebenzonen´ gelegen. Der in NRW zwischenzeitlich bauaufsichtlich eingeführte Eurocode 8 [9], einschließlich des nationalen Anhangs DIN EN 1998-1/NA:2023-11 [10], kann gegenüber der ´alten´ Einteilung in Erdbebenzonen der DIN 4149:2005-04 [11] in örtlich stark veränderten Erdbebenlasten resultieren. Maßgeblich bei einer Bemessung ist das aktuelle Normenwerk.

Das Online-Fachinformationssystem ´Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW´ [12] gibt für das von der Maßnahme betroffene 500 x 500 m-Planquadrat ´verkarstungsfähiges Gestein´ als Gefährdungspotenzial an. Für die Bereiche Bergbau, Methanausgasung, Auslaugung, Gasaustritte in Bohrungen und Erdbeben liegen keine besonderen Gefährdungspotenziale vor. Bei Vorgenanntem handelt es sich nicht um grundstücksbezogene Informationen, sondern lediglich um flächenbezogene Auskünfte für das betreffende Planquadrat.

_____ Schutzzonen: Das gegenständliche Untersuchungsgebiet liegt außerhalb von FFH-, Vogel-, Natur- und Landschaftsschutzgebieten sowie außerhalb von ausgewiesenen oder geplanten Heilquellen- sowie Trinkwasserschutzzonen [6] [13].

_____ Überschwemmungs-/Überflutungsgebiete: Das Arbeitsgebiet ist außerhalb festgesetzter Überschwemmungsgebiete gelegen und wird auf Grundlage von rechnerischen Hochwassermodellen unabhängig der Seltenheit der Ereignisse auch nicht von Hochwasser beeinflusst [6] [13] [14]. Auch im Falle extremer Starkregenereignisse werden auf Grundlage der Rechenmodellen keine nennenswerten Überflutungshöhen im Untersuchungsgebiet erwartet [15].

_____ Radon: Das Areal liegt gemäß [16] außerhalb von ausgewiesenen Radonvorsorgegebieten.

_____ Ver- und Entsorgungsleitungen: Alle Ver- und Entsorgungsleitungen im Trassenbereich sind im weiteren Verlauf der Arbeiten zu schützen.

_____ Vorbemerkung: Kenntnisse über das Vorhandensein nicht zur Wirkung gekommener Kampfmittel und/oder archäologischer Artefakte/Bodendenkmäler liegen dem AN nicht vor und die diesbezügliche Ermittlung ist nicht Bestandteil der Beauftragung. Ebenfalls nicht Bestandteil der Beauftragung ist die Einholung von Auskünften aus dem Altlastenkataster und/oder die Durchführung einer orientierenden Altlastenuntersuchung/Gefährdungsabschätzung.

2.0 Untergrunderschließung

2.1 Untergrundschichtung / Geologie

Es wurden insgesamt drei Kleinrammbohrungen (KRB) sowie drei leichte Rammsondierungen (DPL) im Untersuchungsbereich niedergebracht. Die Ansatzpunkte sowie die Erkundungstiefen wurden durch die Kleegräfe Geotechnik GmbH auf Basis der DIN 4020 [17] und dem gültigen Eurocode 7 [18] festgelegt. Die Geländearbeiten erfolgten am 03.07.2026.

Die Bodenansprache erfolgte durch einen fachkundigen Geologen nach DIN EN ISO 14688-1 [19]. Die Bohrungen wurden gemäß DIN 4023 [20] zu Schichtprofilen entwickelt und höhenmäßig zueinander in Beziehung gestellt (Anlage 2.1).

Die Materialansprache und -einteilung (Kies-Sand-Schluff-Ton) im Gelände erfolgt nach der im Bohrgut vorhandenen Korngröße. Bedingt durch den verwendeten Sondendurchmesser konnte Material in Steinkorngröße nur eingeschränkt und Material in Blockkorngröße nicht direkt beprobt werden. Innerhalb der Ablagerungen muss daher mit dem untergeordneten Vorhandensein von Material in Stein- und Blockkorngröße gerechnet werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Beschreibung der Bodenverhältnisse im Untersuchungsbereich auf den Bohrungen beruht. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den Bohransätzen können aufgrund der punktuellen Untergrundaufschlüsse nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

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

KRB	1	2	3
Ansatz	+124,77	+124,83	+125,10
Füllkies/Schotter	-0,30	-0,75	-0,30 0,30-0,50
Füllschluff	0,30-1,10	-	0,50-0,65
aufgefüllter Mutterboden	-	0,75-1,10	-
Glazialsand/Schmelzwasser-sand	1,10-1,70 ab 2,40	ab 1,10	ab 0,65
Geschiebeton/Grundmoräne	1,70-2,40	-	-
Grundwasser	2,50 = +122,27	2,60 = +122,23	2,00 = +123,10
Endteufe KRB/DPL	6,00/6,00	6,00/6,00	6,00/6,00

Legende: KRB = Kleinrammbohrung, DPL = leichte Rammsondierung; **braun** = organische/humose Anteile

rot = materialspezifisch auffällig (Schwarzdeckenanteile)

Geologie: Das lokale Festgestein wurde bis zu den jeweiligen Endteufen nicht angetroffen und besitzt somit keine Projektrelevanz. Der geogene Untergrund wird von sandigen Schmelzwasserablagerungen des pleistozänen Quartärs geprägt (Nachschüttsande im Übergang zwischen der Saale- und Weichsel-Kaltzeit). Lokal wurden glaziale Tone angetroffen, die als Grundmoräne unterhalb der Inlandeises des Saale-Kaltzeit abgelagert wurden (pleistozänes Quartär). Zuoberst stehen anthropogene Auffüllungen an.

Bodenbelastungen: Grundsätzlich wurde das geförderte Bohrgut auch einer umwelt-geologischen Bodenansprache unterzogen und auf auffällige bzw. schadstoffbehaftete Inhaltsstoffe kontrolliert. Hinzuweisen sei darauf, dass sich diese Aussagen ausschließlich auf die bisherigen Bodenproben beziehen und Bohrungen punktuelle Aufschlüsse darstellen.

Innerhalb der Auffüllungen konnten neben Gering-Auffälligkeiten (u. a. Bauschutt i. w. S., Schotter, Kiese, Grobschlag, Natursteinabraum) örtlich auch Beimengungen an Schwarzdeckenbruch erkannt werden, die ein materialspezifisches Verunreinigungspotenzial führen können.

Innerhalb der geogenen Böden konnten weder auffällige Inhaltsstoffe noch geruchliche/organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden.

Sofern Aushubmassen vom Grundstück abgefahren werden sollen, sollten diese ergänzend chemisch auf die seit dem 01.08.2023 gültigen Parameterumfänge gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV) [21] und ggf. Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) [22] untersucht werden, um qualifizierte Aussagen zur Wiedereinbaueignung treffen zu können. Für eine Entsorgung von Bodenmaterial können u. U. Analysen gemäß Deponieverordnung (DepV) [23] erforderlich werden.

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Es handelt sich bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen dem AN nicht vor. Die Geländearbeiten erfolgten in einer, im Vergleich zum vieljährigen Mittel gesehenen, niederschlagsmäßig trockenen Jahresperiode Anfang Juli 2026 [24]. Die angetroffenen Feuchte-/Nässeverhältnisse stellen keine Hoch- oder Maximalstände dar. In niederschlagsreicheren Perioden ist mit einem Anstiegspotenzial bzw. mit geringeren Grundwasser-Flurabständen sowie höheren Bodenfeuchten zu rechnen.

Untergrundnässe: Am Untersuchungstag (03.07.2026) konnte in allen drei Bohrungen Grundwasser i. w. S. direkt zwischen 2,00 m und 2,60 m u. GOK bzw. zwischen +122,23 m und +123,10 m NHN angetroffen werden. Es ergibt sich ein mittleres Grundwasserniveau bei +122,53 m NHN (i. M. ca. 2,37 m u. GOK).

Bei der erkannten Untergrundfeuchte handelt es sich aller Voraussicht nach um ein Gemisch aus Stau-/Schicht- und Kapillarwasser. Das Stau-/Schichtwasser wird von den vorliegenden Sandböden (angesprochene Bodenfeuchte: ´feucht´ bis z. T. ´nass´) bzw. von in die Grundmoräne typischerweise eingeschalteten Sand- und Kieslinsen ´wie ein Schwamm´ aufgenommen und der Morphologie folgend weitergeben. Bei einem Anschnitt einer solchen Sand- oder Kieslinse (z. B. bei der Ausschachtung eines tiefreichenden Kanalgraben) kann es zu erheblichen Wasserzutritten kommen (´Leerlaufen´ der Sand-/Kieslinsen).

Auf Grundlage der Geländebefunde ist davon auszugehen, dass die festgestellte Untergrundfeuchte flächenhaft im Untersuchungsgebiet vorliegt und damit eine Art ´schwebendes Grundwasser´ oberhalb einer tieferliegenden Sperrschicht eingestellt hat.

Behördliche Messstellen: Gemäß dem Online-Portal ´Elwas-Web´ [6] befinden sich diverse Messstellen im näheren Umfeld. Die dort erhobenen Messdaten sind jedoch nicht zur Einsicht durch Dritte freigegeben, weshalb die Kleegräfe Geotechnik GmbH hier keine weiteren Aussagen treffen kann. Hier sollte durch den Besitzer der Messstellen ggf. eine Einsichtnahme in die vorhandenen Datensätze erfolgen, um die nachfolgenden Hinweisgebungen präzisieren zu können.

Grundwasserkörper: Gemäß Auskunft des Online-Portals ´Elwas-Web´ [6] handelt es sich im Untersuchungsgebiet um den Grundwasserkörper ´Boker Heide / 2´. Dieser repräsentiert einen Poren-Grundwasserleiter, der durch die quartären Schichten Sand und z. T. Kies sowie Schluff charakterisiert wird, welche die Ablagerungen der Oberkreide überlagern. Bei den quartären Lockergesteinen aus Fein- bis Mittelsanden handelt es sich um Ablagerungen der Saale- und Weichsel-Kaltzeit. Die Flurabstände liegen zwischen 1 und 3 m. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Südwest gerichtet und verläuft im Wesentlichen parallel zur Lippe.

Grundwassergleichenkarten: Bei Betrachtung der zugänglichen Grundwassergleichenkarte für ´mittlere Grundwasserverhältnisse von 2006 bis 2015´ [25] ist das Arbeitsgebiet im Bereich der Isolinie +118,4 m NHN +/- 0,1 m gelegen. Dies entspricht einem Grundwasserflurabstand von > 6 m u. aktueller mittlerer GOK.

Zieht man die Grundwassergleichenkarte für ´hohe Grundwasserverhältnisse von 1988´ [26] heran, ist das Arbeitsgebiet in etwa im Bereich der Isolinie +119,8 m NHN +/- 0,1 m gelegen. Dies entspräche Grundwasserflurabständen von noch etwa 5 m u. aktueller mittlerer GOK.

Aus den vorgenannten Daten wird deutlich, dass das ´echte´ Grundwasser mit einigem Abstand zur Geländeoberkante zu erwarten ist und dass die Geländebefunde daher in erster Linie als Stau- und Schichtwasser bzw. als ´schwebendes Grundwasser´ zu interpretieren sind.

Staunässepotenzial: Die aufgefüllten Kiese sowie gering verlehmt Glazialsande weisen kein nennenswertes bis ein geringes Staunässepotenzial auf. Mit einem deutlichen Staunässepotenzial ist hingegen auf den Füllschluffen, stärker verlehmt Glazialsanden sowie den lokal angetroffenen Geschiebelehmen zu rechnen. Es ist in diesem Zusammenhang auf die Nässe sensibilität und -anfälligkeit dieser Böden hinzuweisen, welche bei einer Wassergehaltszunahme (= Feuchteerhöhung) zu einer Konsistenzabnahme (Aufweichungen) führt. Wassergesättigte bindige Böden und Sande neigen darüber hinaus zum ´Fließen´ (alte Bodenklasse 2).

Bemessungswasserstand: Hinsichtlich der Festlegung des für die Faktoren ´Auftrieb´ und ´drückende Wasserverhältnisse´ ausschlaggebenden Bemessungswasserstandes sei darauf hingewiesen, dass die dafür gemäß DIN 18533 [27] bzw. Merkblatt BWK-M8 [28] notwendigen Daten, insbesondere was den Punkt ´langjährige Beobachtungsergebnisse aus der Umgebung´ anbelangt, keine ausreichende Datengrundlage besteht. Es wird daher ergänzend eine Rücksprache mit der zuständigen Behörde bzw. eine Anfrage bei dem Landesamt für Natur, Umwelt und Klima NRW (LANUK, kostenpflichtig) empfohlen.

Der Bemessungswasserstand für den auftriebs- und abdichtungsrelevanten Faktor ´Stauwasser´ wird in Höhe der aktuellen Geländeoberkante angesetzt.

Für bautechnische und erdstatische Berechnungen sowie den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen ist der ´höchste zu erwartende Grundwasserstand (**zeHGW**)´ zu ermitteln. Dieser wird – unter Berücksichtigung der obigen Ausführungen – bei einem Niveau von ca. +123,4 m NHN angesetzt. Dies entspricht i. M. ca. 1,5 m unter aktueller GOK und beinhaltet einen Aufschlag zu den am 03.07.2026 ermittelten Werten von rund 0,9 m.

Die Angabe eines ´**höchsten Hochwasserstandes**´ (**HHW**) bei potenziellen HQ₁₀₀-Ereignissen sowie eines ´**mittleren höchsten Grundwasserstandes**´ (**MHW**) für versickerungstechnische Fragestellungen ist in der Maßnahme nicht erforderlich.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Bemessungswasserstände

Faktor	Höhe
Stauwasser	aktuelle GOK
Grundwasser (zeHGW)	ca. +123,4 m NHN / ca. 1,5 m u. akt. mittlerer GOK
mittlerer höchster Grundwasserstand (MHGW)	nicht erforderlich
höchster Hochwasserstand (HHW)	nicht erforderlich

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

Bodenart k_f -Wert in m/s

aufgefüllter Mutterboden:

Sand, schluffig, schwach kiesig, organisch/humos 10^{-5} - 10^{-7}

Füllkies/Schotter:

Kies, sandig, schwach schluffig, u. U. schwach steinig..... 10^{-3} - 10^{-5}

Füllschluff:

Schluff, (schwach) kiesig, schwach tonig, schwach sandig 10^{-7} - 10^{-8}

Geschiebeton:

Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig..... 10^{-8} - 10^{-10}

Glazialsand:

Fein-/Mittelsand, schwach schluffig, z. T. schwach kiesig 10^{-4} - 10^{-6}

verlehmter Glazialsand:

Fein-/Mittelsand, (stark) schluffig, schwach tonig, z. T. schwach kiesig..... 10^{-6} - 10^{-8}

Bewertung der Gesteinsdurchlässigkeit nach DIN 18130 [29] [30]		
● stark durchlässig	$> 10^{-4}$	m/s
● durchlässig	10^{-5} - 10^{-6}	m/s
● gering durchlässig	10^{-7} - 10^{-8}	m/s
● sehr gering durchlässig	$< 10^{-8}$	m/s

3.0 Baugrundbewertung

3.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche

Korngrößenanalysen: Es wurden drei Korngrößenanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 [3] zur Charakterisierung der gründungsrelevanten Böden durchgeführt. In der Anlage 3.1 sind die ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt. Die Körnungsbandbreite zur Verwendung innerhalb der Homogenbereiche ergibt sich aus der Zusammenschau der Kornsummenkurven.

Die Ergebnisse der Analysen sind zusammenfassend in der nachfolgenden Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Probe / (Genese)	Profilber. m u. GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	k_f -Wert (m/s) ¹⁾²⁾	Wasser- gehalt (%)	Boden- gruppe
1/4 (T)	1,70-2,40	36,6	21,5	41,0	0,9	$<6,0 \times 10^{-9}$	18,28	TM/TA
2/5 (S)	1,70-2,30	5,6	7,0	74,3	13,1	$\sim 2,8 \times 10^{-5}$	10,24	SU/ST
3/7 (S)	3,10-4,00	7,3		91,5	1,2	$\sim 2,8 \times 10^{-5}$	13,59	SU

Legende: Genese: T = Geschiebeton/Grundmoräne; S = Glazialsand/Schmelzwassersand; **fett** = prägend

¹⁾ k_f -Wertbestimmung: bei nicht bindigen Böden nach Beyer [31], bei bindigen Böden nach Mallet & Pacquand [32]

²⁾ DIN 18130-Einstufung [29]: **stark durchlässig** / **durchlässig** / **gering durchlässig** / **sehr gering durchlässig**

Hinweis: Der Stein-Anteil ($\varnothing \geq 63$ mm) kann wegen des maximalen Bohr- $\varnothing$ (≤ 80 mm) nur eingeschränkt und der Blockanteil ($\varnothing \geq 200$ mm) in den Korngrößenanalysen nicht berücksichtigt werden.

Die Glazialsande stellen sich als eng- bis intermittierend gestufte Sande mit geringen Feinkornanteilen dar. Die bodenmechanischen Kenndaten werden klar von den nicht-bindigen, d. h. sandigen Anteilen bestimmt. Gemäß bautechnisch relevanter DIN 18196 [33] können diesen Böden die Bodengruppen SU (Sand-Schluff-Gemische) und ggf. ST (Sand-Ton-Gemische) zugeordnet werden.

Die bodenmechanischen Kenndaten des Geschiebetons werden klar von den bindigen Anteilen geprägt, obwohl auch deutliche Sandanteile vorliegen. Gemäß bautechnisch relevanter DIN 18196 [33] können diese Böden den Bodengruppen TM (´mittel plastische Ton´) oder TA (´ausgeprägt plastische Tone´) zugeordnet werden.

Durchlässigkeiten: Der Durchlässigkeitsbeiwert kann bei nicht bindigen Böden orientierend nach Beyer [31] ausgewertet werden. Die untersuchten Sande sind nach DIN 18130 [30] mit Durchlässigkeiten von $k_f \sim 10^{-5}$ m/s als ´durchlässig´ zu bezeichnen. Diese Böden weisen kein nennenswertes bis ein allenfalls geringes Staunäsepotenzial auf.

Der Durchlässigkeitsbeiwert kann bei bindigen Böden nach Mallet & Pacquant [32] ausgewertet werden. Für die untersuchte Probe 1/4 ergibt sich ein k_f -Wert von $\sim 10^{-9}$ m/s (gem. DIN 18130 [29]: 'sehr gering durchlässig') und damit ein deutliches Staunäsepotenzial.

Wassergehalt: Die ergänzend auf ihren Wassergehalt gemäß DIN EN ISO 17892-1 [4] hin untersuchten Proben weisen in Abhängigkeit ihrer vermuteten Porosität sowie ihrer vor Ort angetroffenen Konsistenz eine 'normale' (Probe 1/4) bis 'stark erhöht-wassergesättigte' (Proben 2/5 und 3/7) Durchfeuchtung auf.

Es wird darauf hingewiesen, dass sandige sowie bindige und verlehnte Böden bei Wassersättigung zum Fließen neigen und daher von einer ausgeprägten Witterungs- und Bewegungsempfindlichkeit des gesamten Untergrundinventars auszugehen ist ('alte' Bodenklasse 2).

Verdichtungsempfindlichkeit: Die Verdichtungsempfindlichkeit von Böden kann anhand der Beschreibung der Körnungslinie durch die Ungleichförmigkeitszahl C_u sowie die Krümmungszahl C_c nach der DIN EN ISO 14688-2 [34] abgeleitet werden. Auch nach der bautechnisch relevanten DIN 18196 [33] kann der Boden als eng- oder weitgestuft klassifiziert werden, welches die Verdichtungsfähigkeit ableiten lässt. Mithilfe eines Merkblattes des Geologischen Dienstes NRW [35] können die Ergebnisse ausgewertet werden.

Die Sande der Probe 3/7 führen eine niedrige Ungleichförmigkeitszahl $U (= d_{60}/d_{10})$ von < 6 und sind damit als enggestuft zu klassifizieren. Die enge Stufung bedingt eine Verdichtungsunwilligkeit, die hinsichtlich einer Nachverdichtungseignung negativ auffällt. Für eine effektive Nachverdichtung wird hier eine verdichtungsfähige Auflage in Form eines Schotter- oder Kies-Sand-Polsters erforderlich. Die gering verlehnten Schmelzwassersande der Probe 2/5 führen demgegenüber eine hohe Ungleichförmigkeitszahl von $>> 15$ und können daher im Bedarfsfall nachverdichtet werden, sofern das Material nicht zu stark durchfeuchtet vorliegt.

Die untergrundprägenden bindigen Böden (≥ 15 m.-% Korngröße $< 0,063$ mm) dürfen trotz hoher Ungleichförmigkeitszahlen keinesfalls direkt verdichtet werden, da dies die Bodenstruktur zerstört.

Frostempfindlichkeit: Nach der Frostempfindlichkeitsklassifikation der ZTV E-StB [36] ist der untersuchten Geschiebeteintrag aufgrund der prägenden Feinkornanteile der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 ('sehr frostempfindlich') zugehörig.

Nach der Frostempfindlichkeitsklassifikation der ZTV E-StB [36] sind die untersuchten Schmelzwassersande der Probe 3/7 aufgrund des geringen Feinkornanteils und der engen Stufung in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 einzustufen ('nicht frostempfindlich'). Die Glazialsande der Probe 2/5 sind aufgrund des geringen Feinkornanteils in Verbindung mit der weiten Stufung in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 einzuordnen ('gering bis mittel frostempfindlich').

3.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL)

Die Untersuchungen erfolgten gemäß der DIN EN ISO 22476-2 [2] und TP BF-StB Teil B15.1 [37] und wurden mit der sog. leichten Rammsonde (DPL = 'Dynamic Probing Light 5', 5 cm² Spitzenquerschnitt) durchgeführt.

Die Rammsondierungen wurden in unmittelbarer Nähe zu den zuvor durchgeführten Kleinrammbohrungen angesetzt. Die Ergebnisdarstellung erfolgt in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringteufe n_{10} gegen die Tiefe. Die Rammdiagramme der DPL sind in der Anlage 2.1 grafisch dargestellt und den jeweiligen Kleinrammbohrungen gegenübergestellt.

- ⇒ Füllkies/Schotter: Der in den Bohrungen angetroffene oberflächennahe Füllkies weist sehr dichte Lagerungen auf ($DPL\ n_{10} > 50$). Die Ansatzpunkte der Rammsondierungen wurden daher größtenteils vorgebohrt, da mit der Rammsonde allein kein Tiefengewinn möglich war. Neben einer gewissen Einbauverdichtung werden die hohen Lagerungsdichten auch auf den langjährigen Eintrag von Verkehrslasten zurückgeführt.
- ⇒ Füllschluff und sandiger Fülloberboden: Die übrigen Auffüllungen weisen steife Konsistenzen bzw. zumindest mitteldichte Lagerungszustände auf ($DPL\ n_{10} \geq 10$ bis > 20). Die überschütteten Oberböden weisen dabei aufgrund der Organikanteile keine ausreichende Gründungeignung auf und werden nachfolgend nicht als gründungsrelevante Bodeneinheit betrachtet.
- ⇒ Geschiebeton: Die Grundmoräneablagerungen wurden in steifer bis halbfester Konsistenz angetroffen ($DPL\ n_{10} \geq 20$). Für sich betrachtet liegen damit ausreichende Gründungs- bzw. Lastabtragsbedingungen vor, die bodenmechanische Andersartigkeit der Geschiebetone ist jedoch zu beachten.
- ⇒ Glazialsande: Die Schmelzwassersande liegen in mitteldichter bis dichter Lagerung vor ($DPL\ n_{10} \geq 10$ bis > 20) und bieten damit ausreichende Gründungs- bzw. Lastabtragsbedingungen.

3.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

In der folgenden Tabelle 5 werden, abgeleitet aus den bodenmechanischen Laborversuchen und basierend auf örtlichen Erfahrungs- und Literaturwerten, Schwankungsbreiten der bodenmechanischen Kennwerte für die gründungsrelevanten Bodenschichten aufgeführt. Sie stellen 'vorsichtige Schätzwerte der Mittelwerte' (charakteristische Werte) dar.

Tabelle 5: Bodenmechanische Kennwerte der gründungsrelevanten Bodeneinheiten

BODENART	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	$\phi_k / \phi_{s,k}$ (°)	c_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (kN/m ²)
<u>neue Schotterung</u> : Kies, sandig; ± dicht	21,0 - 22,0	13,0 - 14,0	35,0 - 37,5	0	60.000 - 100.000 RW 80.000
<u>potenzielles V1-Material</u> : Kies, sandig, schwach bindig; mitteldicht-dicht	20,0 - 21,0	12,0 - 13,0	35,0	0	40.000 - 60.000 RW 50.000
<u>Füll-Kies</u> / 'Alt'-Schotterung: Kies, sandig, schwach bindig, z. T. steinig; mitteldicht bis dicht	19,0 - 20,0	11,0 - 12,0	32,5 - 35,0	0	30.000 - 45.000 RW 35.000
<u>Füllschluff</u> : Schluff, (schwach) kiesig, schwach tonig, schwach sandig; steif	18,5 - 19,0	8,5 - 9,0	27,5	1 - 2 RW 1	6.000 - 10.000 RW 7.000
<u>Glazialsand</u> : Sand, (schwach) bindig, z. T. (schwach) kiesig; mitteldicht bis dicht	18,0 - 18,5	10,0 - 10,5	32,5	0	20.000 - 35.000 RW 25.000
<u>Glazialsand</u> : Sand, (schwach) bindig, z. T. (schwach) kiesig; dicht	18,5 - 19,5	10,5 - 11,5	32,5 - 35,0	0	30.000 - 45.000 RW 35.000
<u>Geschiebeton/Grundmoräne</u> : bindiger Boden, stark sandig, u. U. (schwach) kiesig; steif-halbfest	19,0 - 20,0	9,0 - 10,0	17,5 - 22,5	5 - 15 RW 5	10.000 - 18.000 RW 12.000

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

3.4 Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen und Frostklassen

In der folgenden Tabelle 6 erfolgt die Zuweisung des Homogenbereichs des relevanten Gewerkes Erdbauarbeiten für gleichartige Baugrundeigenschaften. Im Rahmen dessen erfolgt die Angabe der alten Bodenklassen für Erdarbeiten, die Zuteilung der Bodengruppen für bautechnische Zwecke sowie die Angabe der Frostempfindlichkeitsklassen.

Tabelle 6: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen, Homogenbereiche

Schichtglieder	Bodenklasse (DIN 18300 _{alt}) [38]	Bodengruppe (DIN 18196) [33]	Frostklasse (ZTV E-StB) [36]	Homogenbereich Gewerk Erdarbeiten [39]
Füllkies/Schotter ³⁾	3, u. U. 5	A (GW/GU/X)	F 1 - F 2 ²⁾	ERD 1
Füllschluff ¹⁾	4, u. U. 2	A (UL/TL/UM/TM/SU*)	F 3	
Steine/Blöcke ³⁾⁴⁾	6 - 7	X/Y	F 1	
Geschiebe ¹⁾	4 - 5, u. U. 2	UM/TM/TA	F 3 - F 2	
Glazialsand ¹⁾	3 - 4, u. U. 2	SE/SU/SU*/ST	F 1 - F 3 ²⁾	

Legende: ¹⁾ bei Wassersättigung bewegungsempfindlich,

²⁾ in Abhängigkeit des Feinkornanteils und der Kornabstufung

³⁾ Steingehalte > 30 Gew.-% mit mehr als 0,01 – 0,1 m³ Rauminhalt = Bk 6,

⁴⁾ Steine über 0,1 m³ Rauminhalt = Bk 7

Homogenbereich ERD 1: Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Böden bis zu den erreichten Endteufen überwiegend mittels Löffelbagger-Einsatzes mit Schneidbestückung / Zahnbestückung möglich sein wird.

Die obigen Aussagen gelten nicht für ggf. im Untergrund befindliches Material in Stein- bzw. Blockkorngroße welches aufgrund der Genese des Untergrundmaterials grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann. Ebenso gilt diese Aussage nicht für (bislang unbekannte) anthropogene Strukturen wie z. B. alte Tanks, Schächte, Bodenplatten, Fundamente oder sonstige Unterflurbauteile.

Eine Aufnahme der Bodenklassen 6 und 7 in die Ausschreibung empfiehlt sich als Eventualposition für die Bergung von g. g. Grobmaterial. Die Bodenklasse 6 z. B. beinhaltet (neben leicht lösbarem Fels) auch vergleichbar schwer zu lösende Bodenarten und Aushubmassen mit Steinanteilen (Korndurchmesser > 63 mm) von mehr als 30 %. Bodenklasse 7 z. B. beinhaltet (neben Fels) auch Blöcke mit einem Kugeldurchmesser > 0,6 m (> 0,1 m³ Rauminhalt).

Es wird empfohlen, ggf. noch zu ermittelnde EBV-/DK-Material-/Zuordnungsklassen der anfallenden Aushubmassen über gesonderte Positionen im Leistungsverzeichnis abzufragen (Zulagen), da die übrigen Eigenschaften für das einsetzbare Erdbaugerät nicht nennenswert anders sind. Die Ausweisung gesonderter Homogenbereiche unter Berücksichtigung der chemischen Zuordnung erfolgt daher nicht.

Tabelle 7: Erläuterung Tabelle 6

Norm	Symbol/Bezeichnung	Erläuterung
nach alter DIN 18300 [38]	Bodenklasse 2	fließende Bodenarten
	Bodenklasse 3	leicht lösbare Bodenarten
	Bodenklasse 4	mittelschwer lösbare Bodenarten
	Bodenklasse 5	schwer lösbare Bodenarten
	Bodenklasse 6	leicht lösbarer Fels oder vergl. Bodenarten
	Bodenklasse 7	schwer lösbarer Fels
nach DIN 18196 [33]	A	Auffüllung
	GW	weitgestufte Kiese
	GU	Kies-Schluff-Gemische
	SW/SE	weit-/enggestufte Sande
	SU/SU*	Sand-Schluff-Gemische
	ST	Sand-Ton-Gemische
	UL/UM	leicht / mittel plastische Schluffe
	TL/TM/TA	leicht / mittel / ausgeprägt plastische Tone
nach ZTV E-StB [36]	F 1	nicht frostempfindlich
	F 2	gering bis mittel frostempfindlich
	F 3	sehr frostempfindlich
Homogenbereich	ERD 1	Eigenschaften siehe Tabelle 8

3.5 Homogenbereich gem. VOB Teil C

Die Festlegung des Homogenbereiches (Tabelle 8) erfolgt im Hinblick auf die anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 1. Ausgewiesen wird das Gewerk 'Erdarbeiten' gem. DIN 18300 [39]. Grundlage ist der Einsatz eines ausreichend starken Baggers zur Bodenlösung. Sollten diesbezüglich andere Gerätschaften zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung gebeten, um die Homogenbereiche entsprechend anpassen zu können.

Tabelle 8: Kennwerte für Homogenbereich ERD 1 (Abgrenzung: Tabelle 6)

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich (Wertebereich)
	Gewerk 'Erdarbeiten'
	ERD 1
Anteil Steine und Blöcke	$\leq 10 \%$ (Schätzung)
Anteil große Blöcke	$\leq 2 \%$ (Schätzung)
undrainierte Scherfestigkeit	$\leq 150 \text{ kN/m}^2$ bzw. n. b.
Konsistenz	weich bis halbfest bzw. n. b.
Plastizitätszahl	n. b.
Lagerungsdichte	$\sim 0,15$ bis $\sim 0,80$
Bodengruppen	A, X, Y, GW, GU, SW, SE, SU, SU*, ST, UL, TL, UM, TM, TA
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Schmelzwasserablagerungen, Grundmoräne

Legende: n. b.: nicht bestimmbar bzw. nicht bestimmt

4.0 Hinweisgebungen zur Baudurchführung

Aufgabe war die Durchführung einer ingenieurgeologischen Baugrunderkundung und Baugrundbeurteilung sowie gründungstechnische Hinweisgebungen. Basierend auf den Untersuchungsergebnissen kann das aktuelle Bauvorhaben in die Geotechnische Kategorie 1 (GK 1) eingestuft werden.

4.1 Hallenneubau

4.1.1 Planung / Gründungsempfehlung

Es wird die Errichtung einer unbeheizten Lagerhalle vorgesehen. Der Hallenneubau wird gemäß Mitteilung des AG mit Kantenlängen von ca. 25,0 x 15,0 m geplant. Die Oberkante Fertig-Fußboden der Halle (OKFFB) sowie die zukünftige Geländeoberkante ist zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht final abgestimmt. Im Folgenden werden daher Annahmen getroffen!

Sollten zukünftige Planungsunterlagen (deutlich) von den Annahmen abweichen, wird um Rücksprache gebeten.

Die mittlere aktuelle Geländehöhe liegt im Bereich der Aufschlüsse KRB 1 – KRB 3 bei ca. +124,90 m NHN. Für eine ebenerdige Befahrung der Halle wird die OKFFB auf dem gleichen Niveau angenommen. Eine ca. 20 cm starke Bodenplatte kommt somit bei einem Niveau von ca. +124,70 m NHN zu liegen.

In der Frosteinwirkungszone I ist eine frostsichere Einbindung ab 0,80 m unter zukünftiger GOK gewährleistet. Ausgehend von der zuvor genannten zukünftigen GOK liegt eine frostsichere Einbindung ab etwa +124,10 m NHN vor.

Die relevanten Höhenannahmen sowie die zu erwartenden Boden- und Grundwasserverhältnisse werden nachfolgend zusammengefasst.

Tabelle 9: relevante Höhenannahmen

- zukünftige GOK / OKFFB Halle:	± 0,00 m	+124,90 m NHN
- mittlere aktuelle GOK (KRB 1 – KRB 3):	± 0,00 m	+124,90 m NHN
- UK EG-Bodenplatte:	- 0,20 m	+124,70 m NHN
- frostsichere Gründung ab:	- 0,80 m	+124,10 m NHN
- Grundwasser (03.07.2026):	- 2,37 m	+122,53 m NHN
- Bemessungswasserstand Stauwasser:	aktuelle GOK, ggf. zukünftige GOK	
- Bemessungswasserstand Grundwasser (ca. = zeHGW):	- 1,50 m	+123,40 m NHN

Innerhalb des Gründungs-/Lastabtragniveaus werden folgende Baugrundverhältnisse erwartet:

- Boden UK Hallen-Bodenplatte (+124,70 m NHN): Die angenommene Unterkante der Hallen-Bodenplatte kommt innerhalb unterschiedlicher Restmächtigkeiten vorhandener Füllkiese zu liegen. Hier wird der Einbau einer Schotterbettung mit einer Mindestmächtigkeit von 0,4 m empfohlen.
- Boden UK Fundamente, frostsicher (+124,10 m NHN): Die potenzielle Unterkante frostsicher gegründeter Fundamente kommt in heterogen zusammengesetzten (Füll-)Böden zu liegen. Neben steif konsistenten Füllschluffen (KRB 1), werden auch überschüttete Füll-Oberböden (KRB 2) und dicht gelagerte Schmelzwasserablagerungen (KRB 3) erwartet. Ausschließlich letztgenannter Boden weist eine unmittelbar ausreichende Gründungeignung auf. In der Folge werden verbreitet Fundamenttieferführungen auf die mitteldicht bis dicht gelagerten Glazialsande erforderlich, die in Beton ausgeführt werden sollten.
- Grundwasser konnte am Untersuchungstag bei im Mittel 2,37 m unter aktueller/zukünftiger GOK/OKFF EG gelotet werden (+122,53 m NHN). Der relevante Bemessungswasserstand für den Faktor Stauwasser wird in Höhe der aktuellen bzw. der zukünftigen GOK angesetzt.
Bei der Auswahl eines geeigneten Betons sind die 'Expositionsklassen für Betonbauteile' zu berücksichtigen. Von statischer Seite ist entsprechend dem ungünstigsten Bemessungswasserstand der Faktor Auftrieb zu berücksichtigen.

Gründungsempfehlung: Die Gründung des Plangebäudes kann über Einzelfundamente auf den dicht gelagerten Glazialsanden mit einer Mindesteinbindung von 0,8 m gegenüber der zukünftigen GOK erfolgen. Es sind gleichartige Untergrundverhältnisse im Gründungsbereich herzustellen.

Die Hinweisgebungen untergliedern sich wie folgt:

Kap. 4.1.2 Bodenplattenbereich

Kap. 4.1.3 Fundamentgründung

Kap. 4.1.4 Allgemeine Hinweisgebungen

4.1.2 Bodenplattenbereich

Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die Hallenbodenplatte als konstruktives Bauteil errichtet werden soll und nicht als Verkehrsfläche im Sinne einschlägiger Straßenbaurichtlinien.

Bemessung der Schotterstärke (Bodenplattenbereich): Nach Lohmeyer / Ebeling [40] wird

- 1) bei einer Belastung / max. Einzellast Q von max. 40 kN (≤ 4 t) ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 80$ MPa auf Schottertragschicht,
- 2) bei einer Belastung / max. Einzellast Q von max. 80 kN (≤ 8 t) ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100$ MPa auf Schottertragschicht,
- 3) und bei einer Belastung / max. Einzellast Q von max. 100 kN (≤ 10 t) ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120$ MPa auf Schottertragschicht notwendig.

Bei den vorgenannten Lasten ist es unerheblich, ob diese in Form statischer Belastungen (Nutzlasten durch Regale) oder dynamisch (durch Befahrung) auftreten. Für das vorliegende Bauvorhaben dürften in erster Linie die Lastfälle 2 und 3 für die zu errichtende Halle von Interesse sein.

Die Anforderungen sind unabhängig von denen eines **Hallen-Fußbodenherstellers** und können daher durchaus von den diesbezüglichen herstellerspezifischen Werten (nach 'oben') abweichen (bei Verwendung von Stahlfaserböden häufig: $E_{v2} \geq 120$ MPa gefordert).

Bei den o.g. Rahmenbedingungen ist davon auszugehen, dass auch bei einem anzustrebenden E_{v2} -Wert auf Oberkante Schotterung von ≥ 100 -120 MPa eine ca. 40 cm starke Schotterung ausreichend ist. Dies setzt jedoch zuvor ein standfestes Erdplanum voraus (E_{v2} -Wert ≥ 45 MPa).

Sollten auf Erdplanum mindestens mitteldicht gelagerte Kiese anstehen (Füll-Kies, Schotter), so ist davon auszugehen, dass der o. g. Erdplanums-Sollwert erreicht wird. Auflockerungen können nachverdichtet werden, sofern die Kiese einen Feinkornanteil von < 15 M.-% aufweisen.

Auf zu geringen Restmächtigkeiten der Füllkiese und stärker verlehmtten sowie bindigen Erdplanumsböden (> 15 % Korndurchmesser $< 0,063$ mm) ist hingegen davon auszugehen, dass vorgenannter Verformungsmodul nicht erzielt werden kann. Bindige Böden auf Erdplanum dürfen keinesfalls (direkt) nachverdichtet werden, da hierdurch die Bodenstruktur zerstört wird. Hier wird eine Untergrundverbesserung mittels Bodenaustausch durch verdichtungsfähiges Material notwendig (mind. 20 cm).

Unterhalb der Bodenplatte sollte der Einbau eines homogenen mind. 40 cm starken Schotterpolsters aus einem gütegeprüften Mineralgemisch in der Körnung 0/45 mm erfolgen.

Die vorgenannte Vorgehensweise beschränkt sich auf die Herstellung ´ausreichender´ E_{v2} -Werte auf OK Schotter. Sie garantiert nicht notwendigerweise hohe Bettungsziffern für die Bettung der Bodenplatte, da die Bettungsziffer (k_s -Wert) auch durch die unterhalb der hergestellten Schotterung vorhandenen Böden maßgeblich bestimmt wird.

Errichtung von Probefeldern: Um die o. g. Tragfähigkeiten gesichert nachweisen zu können, wird die Überprüfung der Leistungsfähigkeit der empfohlenen Aufbauten aufbauspezifisch durch Anlage ein bzw. mehrerer ausreichend groß dimensionierter Probefelder und entsprechender Verdichtungsprüfungen im Vorfeld angeraten.

Die Ergebnisse der Verdichtungsprüfungen sind vollständig zu dokumentieren und die Ergebnisse im Hinblick auf die flächige Errichtung der Aufbauten durch die Bauleitung und den Bodengutachter bzw. den zuständigen Fachplaner freizugeben.

Gründungsvorschlag Bodenplatte: Vorgeschlagen wird die Herstellung eines ca. 40 cm starken ´Schotterpolsters´ unterhalb der Bodenplatte. Dieses sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisches der Körnung 0/45 mm bestehen (Güteschotter, Beschaffenheit s. Kap. 4.1.4). Nach vollständiger Aufschotterung bis UK Bodenplatte können dann die Fundamente wie in Kapitel 4.1.3 beschrieben eingebracht werden. Vor Auftrag des Bodenplattenunterbaus wird die Auflage eines Geotextils der Geotextilrobustheitsklasse GRK 3 (Güte s. Kap. 4.1.4) empfohlen.

Verdichtungsprüfungen: Die ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (statische Plattendruckversuche gem. DIN 18134 [41]) vor Gründung kontrolliert werden. Auf der OK des ordnungsgemäß eingebauten Schotters sollten Plattendruckversuche ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 - 80 \text{ MPa}$ (auf OK eines Massendefizitausgleichs) bzw. $100 - 120 \text{ MPa}$ (auf Oberkante Schotterpolster) nachweisen (Forderung in Abhängigkeit von den statischen Erfordernissen bzw. den Forderungen des Bodenplattenherstellers).

Setzungsberechnung Bodenplatte: Angabe des vorläufigen Bettungsmoduls: Die Berechnung der Fundamentplatte sowie der Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM). Um bei dem Verfahren den Bettungsmodul k_s im Voraus genau zu bestimmen, müssten theoretisch die Sohldruckverteilung und die Setzungen bereits im Vorfeld bekannt sein, da der Bettungsmodul sich aus der Proportionalität zwischen Sohlspannung und Setzung ergibt, die sich jedoch erst aus den Berechnungsergebnissen ergeben.

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabelle 5), das relevante Schichtmodell der ungünstigen KRB 1 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.

Es wird von einer Gründung auf einem ordnungsgemäß verdichteten und mind. 0,40 m starken Polster aus Güteschotter ausgegangen.

Die maximale Beanspruchung des Baugrundes wird zunächst mit $\sigma_{R,d} = 160 \text{ kN/m}^2$ angesetzt. Unter Berücksichtigung von aktuell nicht vorliegender Statik kann der vorgenannte Wert noch angepasst werden.

Die Länge der längsten Wandscheibe beträgt ca. 25,0 m (‘Ersatzfläche’ = 25,0 m x 1,0 m). Das Geotextil ist rechnerisch nicht erfasst. Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 10 zu entnehmen.

Tabelle 10: Orient. Setzungsberechnungen / Eingangs-Bettungsmodul

Sohlspannung σ / Unterbau	‘Ersatzfläche’	Setzung s	Bettungsmodul k_s
$\sigma_{R,d} = 160 \text{ kN/m}^2$ auf 0,40 m Güteschotter	25,0 x 1,0 m	ca. 0,87 cm	11,3 MN/m ³

Bei den genannten Setzungen handelt es sich um die Gesamtsetzungen, welche in dem relevanten Baugrund innerhalb gleichartig gegründeter Bauteile ohne größere Setzungsunterschiede auftreten. Die Setzungsdifferenzen betragen rechnerisch <1 cm, was in der Regel nicht zu einer Überbeanspruchung der Bauwerkskonstruktion führt.

_____ **Bettungsmodul:** Es sollte zunächst ein Bettungsmodul von $k_s = 10 \text{ MN/m}^3$ angenommen werden. Da der Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der ‘Finite-Elemente-Methode’ zu sehen.

4.1.3 Errichtung der Einzelfundamente

Der Lastabtrag des Plangebäudes kann durch eine herkömmliche Flachgründung über Einzelfundamente gewährleistet werden, die mindestens frostfrei bei 0,8 m unter zukünftiger GOK zu gründen sind. Grundsätzlich sollten homogene Lastabtragverhältnisse geschaffen werden. Daher sollte eine durchgängige Gründung auf dem mitteldicht bis dicht gelagerten Glazial-/Schmelzwassersand angestrebt werden.

Sollten Auffüllungen, Organikböden oder bindige Böden auf Gründungsniveau der Fundamente vorliegen, sollten diese mittels Fundamenttieferführung überbrückt werden, um einheitliche Gründungsverhältnisse zu erzeugen. Die ausreichende Lagerungsdichte ist sicherzustellen und durch ingenieurgeologische Abnahmen auf Erdplanum nachzuweisen. Auflockerungen sind nachzuverdichten oder aufzunehmen und durch Beton zu ersetzen.

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

Die Tieferführungen der Fundamente sollten mit Fundamentbeton hergestellt werden, um keinen zusätzlichen Lastabtragwinkel beachten zu müssen (Mindestgüte C 20/25). Der Einbau von Beton sollte in jedem Fall hohlraumfrei durch den Einsatz eines Flaschenrüttlers erfolgen.

Nach Fundamenterrichtung werden vermutlich Nacharbeiten am Schotterplanum erforderlich (Abzug von Verschmutzungen, Nachverdichtungen).

Folgend wird ein möglicher zeitlicher Ablauf der Gründungsarbeiten dargestellt:

- Baureifmachung der Fläche
- Herstellung eines Planums bei 0,4 m unter UK Bodenplatte.
- Ingenieurgeologische Abnahme des Erdplanums und Identifizierung unzureichend tragfähiger Bereiche.
- Bei Vorlage von Aufweichungen: Entfernung lokaler Aufweichungen bzw. stark verlehmteter unzureichend tragfähiger Bereiche des Erdplanums und Einbau einer ca. 20 cm starken Untergrundverbesserung (Einbau von V1-Material) und Nachweis eines Verformungsmoduls auf dem Erdplanum von $E_{v2} \geq 45$ MPa.
- Auflage eines Geotextils (GRK 3) auf Erdplanum.
- Bei Vorlage von Massendefiziten: Ausgleich mit o. g. V1-Material und Nachweis eines Verformungsmoduls auf dem Massendefizitausgleich von $E_{v2} \geq 70 - 80$ MPa.
- Einbau des Schotterplanums unter der Bodenplatte von mind. 40 cm Güteschotter.
- Nachweis eines Verformungsmoduls auf dem Schotterplanum von $E_{v2} \geq 100 - 120$ MPa (abhängig von den statischen Erfordernissen).

- Ausheben der Fundamentgruben von der OK Schotterplanum bis auf den mitteldicht bis dicht gelagerten Glazialsand. Das zuvor eingebaute Geotextil ist dabei sorgsam aufzuschneiden und sollte nicht mit der Baggerschaufel ´durchstoßen´ werden. Ingenieurgeologische Abnahme der Fundamentgruben.
- ggf. lokale Tieferführung der Fundamente mit Fundamentbeton (s. o.).
- Aufsetzen der bewehrten Fundamente auf den ausgehärteten Tieferführungen.
- Nacharbeiten am Schotterplanum.
- Herstellung der Bodenplatte.

Bodenpressung / Setzungsberechnung (Einzelfundamente): Anhand der in der Tabelle 5 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen. Es wurde das Programmsystem GGU-Footing eingesetzt.

Für die Einzelfundamente wird zunächst vereinfachend von quadratischen ($a/b = 1$) und rechteckigen ($a/b = 2$) Grundrissen sowie Fundamentbreiten von $b = 1,0 - 2,0$ m ausgegangen.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes wird auf $\sigma_{R,d} = 360 \text{ kN/m}^2$ (Einzelfundamente) begrenzt. Ohne Rücksprache mit der Kleegräfe Geotechnik GmbH sollten weder der o. g. Bemessungswert, noch die aufgeführten maximalen Fundamentabmessungen überschritten werden.

In der Tabelle 101 sowie den Anlagen 6.1 und 6.2 sind die zu erwartenden Setzungen aufgeführt.

Tabelle 11: Setzungsbeträge, Bodenpressung **Einzelfundamente** (Anlagen 6.1 und 6.2)

Einzelfundamente			
Einbindung		0,8 m u. GOK _{zukünftig}	
Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$		360 kN/m ²	
Tieferführung		ggf. Tieferführung mit Fundamentbeton (Empfehlung Güte > C20/25)	
Gründungsmedium		auf mitteldicht bis dicht gelagerten Glazialsanden	
Bohrung		KRB 1	
Seitenverhältnis		$a/b = 1$	$a/b = 2$
Gesamtsetzung		S_g (cm)	
Gesamtsetzung S_g bei Fundament- breite b	b: 1,00 m	0,86	1,12
	b: 1,20 m	1,00	1,30
	b: 1,40 m	1,14	1,47
	b: 1,60 m	1,27	1,64
	b: 1,80 m	1,40	1,80
	b: 2,00 m	1,53	1,95

Aufgrund der hergestellten Homogenität der Gründungsverhältnisse werden keine größeren Setzungsunterschiede erwartet. Bei den angenommenen Fundamentabmessungen werden die lastinduzierten Setzungsunterschiede nicht > 1 cm betragen. Die vorgenannten Größenordnungen sind statischerseits hinsichtlich der Bauwerksverträglichkeit, z. B. bei möglichen Winkelverdrehungen zwischen Stützen, zu berücksichtigen. Erfahrungsgemäß führen derartige Setzungsunterschiede nicht zu einer Überbeanspruchung der Bauwerkskonstruktion.

4.1.4 Allgemeine Hinweisgebungen

Baureifmachung des Geländes: Für die weiteren Hinweisgebungen wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass alle potenziellen Altbestand-Gebäude/-Bauteile, inkl. aller Fundamente, Bodenplatten, etc. sowie alle vorhandenen Kanäle, Schächte, Leitungen, Stiche und Tanks und sonstigen Unterflurbauteile vollständig rückgebaut wurden und keine Altbauteile (mehr) vorliegen.

Vorhandene oder durch die o. g. Arbeiten entstandene Massendefizite sind nötigenfalls mit einem geeigneten Mineralgemisch qualifiziert rückzufüllen. Rückverfüllungen sind unter Beachtung der Einbaubedingungen der EBV für MEBs und ggf. BBodSchV derart herzustellen, dass die Eigenschaften denen der gewachsenen Böden entsprechen, um einen möglichst gleichartigen Baugrund zu gewährleisten. Die qualifizierte Rückverfüllung ist vor Beginn der Gründungsarbeiten durch Plattendruckversuche und/oder Rammsondierungen zu belegen.

Ver- und Entsorgungsleitungen: Alle örtlichen Ver- und Entsorgungsleitungen sind im weiteren Verlauf der Arbeiten zu schützen. Sofern Bereiche von Leitungen überbaut werden sollen, sind gefährdete Leitungen zu identifizieren und zu sichern oder umzulegen oder ggf. fachgerecht zu überbauen.

Zeitliche Durchführung: Es wird dringend empfohlen, die Auskofferungs- und Gründungsarbeiten während einer trockenen Wetterlage durchzuführen, um hinsichtlich einer Wasserhaltung sowie potenzieller Aufweichungen des Erdplanums keinen zusätzlichen bautechnischen Aufwand betreiben zu müssen. Bei Starkregen- oder Hochwasserereignissen, Schneefall und während anhaltender Frostperioden sind Stillstandzeiten einzukalkulieren.

Es wird darauf hingewiesen, dass sandige sowie bindige und verlehnte Böden bei Wassersättigung zum Fließen neigen und daher von einer deutlichen Witterungs- und Bewegungsempfindlichkeit auszugehen ist (´alte´ Bodenklasse 2).

Aushub: Der Aushub sollte im Homogenbereich ERD 1 soweit möglich mit einem Baggerlöffel mit ´Schneidbestückung´ erfolgen, um eine unnötige Auflockerung des Bodens zu verhindern. Es sollte bei der Auskofferung rückschreitend und beim Einbau von Ersatzmaterial ´vor-Kopf´ gearbeitet werden. Das ungeschützte Erdplanum darf nicht befahren werden.

Bodenaushubgrenzen: Die Bodenaushubgrenzen zur Gebäude- bzw. Mauersicherung sind nach DIN 4123 [42] einzuhalten.

Komplette Entfernung der 'Mutterböden' und potenzieller sonstiger organischer Böden. Wichtig ist die sorgfältige Kontrolle des Geogenplanums auf organische Anteile sowie deren vollständige Entfernung im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme des Erdplanums. Die Oberböden sind als Schutzgut in gleicher Funktion zu verwenden oder vom Standort abzufahren.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' bzw. einer 'verstärkt offenen Wasserhaltung' als ausreichend erachtet, um ggf. anfallendes Tag-/Stauwasser oder zutretendes Schichtwasser zu fassen und abzuleiten. Der Grund-/Stau-/Schichtenwasserstand ist im Vorfeld zu prüfen.

Böschchen / Verbau (bauzeitlich): Nach DIN 4124 [43] sind Baugruben erst ab Tiefen von > 1,25 m zu böschchen oder zu verbauen. Das vorliegende Lockergestein kann generell unter einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden. Sollten bindige Böden in mindestens steifer Konsistenz angeschnitten werden, so können diese unter einem max. Böschungswinkel von $\beta = 60^\circ$ geböscht werden. Bei Unklarheiten hinsichtlich der KonsistenzEinstufung der Böden ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

Vorgenannte Angabe setzt voraus, dass die Schichteinheiten nicht wassergesättigt bzw. entwässert vorliegen. Wassergesättigte Bodenbereiche dürfen nicht geböscht werden und erfordern einen Verbau nach DIN 4124.

Potenzielle (Abtrags-)Böschungen müssen mittels windgesicherter Folie vor Witterungseinflüssen gesichert werden. Auf in ausreichender Breite (≥ 2 m) 'lastfrei' zu haltende Böschungs-Oberkanten wird hingewiesen (ausreichender Kran-Abstand, keine Material-Lagerung / Haufwerke / Mieten, etc.).

Es liegen vermutlich ausreichende Abstände zu den Grundstücksgrenzen für ein umlaufendes Böschchen vor. Die Notwendigkeit zur Errichtung von Verbauten ist maßnahmenfortlaufend zu prüfen. Hinweise können kurzfristig nachgereicht werden.

Die Fundamentgräben weisen weitgehend eine kurzzeitige Standfestigkeit auf. Lediglich die hangenden Kanten sollten geböscht werden. Tiefreichende Fundamentgruben > 1,75 m dürfen nicht betreten werden.

Unmittelbar nach Freilegung und Abnahme sollte die Tieferführung der Fundamente mit geeignetem Fundamentbeton (Güte: $\geq$ C25) erfolgen. In diesem Fall braucht kein Lastabtragwinkel beachtet zu werden. Auf den Tieferführungsbeton können nach Aushärtung die eigentlichen Fundamente aufgesetzt werden.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Freilegung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse zu bestimmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Insbesondere ist die ausreichende Lagerungsdichte/Konsistenz und Organikfreiheit der Böden zu überprüfen. Ggf. sind angepasste Maßnahmen vorzunehmen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Geotextil: Vor dem Auftragen von Schotter sollte im Bodenplattenbereich die Auflage eines Geotextils auf das hergestellte Erdplanum erfolgen (Vorschlag: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt, Flächengewicht $\geq 150 \text{ g/m}^2$, Stempeldurchdruckkraft $\text{FP},5\% \geq 1,5 \text{ kN}$; Bemessungsfall AS 3/AB 2).

Durch das Geotextil erfolgt eine Trennung von z. T. verlehmt/bindigen sowie stauwasserbeeinflusstem Erdplanum und aufzubringendem Schotter, was die Verdichtungsfähigkeit und Langlebigkeit des darüber aufzubauenden Schotterpolsters nachweislich erhöht.

Anforderungen an ein Mineralgemisch zum Ausgleich von potenziellen Massendefiziten und zur Arbeitsraumverfüllung: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich von Massendefiziten sowie zur Verfüllung von Arbeitsräumen eingesetzt werden. Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik, bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB [44] Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist (V1-Material, max. Lagenmächtigkeit 30 cm).

Die empfohlenen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18196 [33] entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als sinnvoll erachtet. Der organische Anteil des Einbaumaterials sollte 1 bis 2-Massen % nicht überschreiten.

Das eingebaute Material ist auf $D_{pr} > 98 - 100 \%$ Proctordichte zu verdichten. Die Lagenmächtigkeit sollte 0,3 m nicht überschreiten. Auf Oberkante ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 - 80 \text{ MPa}$ nachzuweisen.

Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit der Kleegräfe Geotechnik GmbH im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen und der ausreichenden Homogenität abzustimmen. Zudem sind die Vorgaben der EBV hinsichtlich der einzuhaltenden Materialwerte der mineralischen Ersatzbaustoffe zu beachten.

Wiedereinbaufähigkeit der Böden als Arbeitsraum: Zur chemischen Wiedereinbauzulässigkeit liegen der Kleegräfe Geotechnik GmbH keine Angaben vor, da beauftragungsgemäß keine chemischen Untersuchungen durchzuführen waren.

Vorbehaltlich einer chemischen Einbauzulässigkeit kann bei Aufnahme größerer Mengen von Sand mit einem Feinkornanteil $< 15 \%$ dieser aufgrund seiner engen Stufung vor Wiedereinbau mit Schotter vermengt oder in sog. 'Sandwich'-Bauweise in Wechsellagerung mit Schotter eingebaut werden. Ziel ist die Herstellung einer ausreichenden Verdichtungseignung (Mischungsverhältnis Schotter-Sand = 1:1 bis 1:2). Die einzelnen Lagenmächtigkeiten sollten 0,30 m nicht überschreiten und jeweils ordnungsgemäß verdichtet werden.

Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Garten-/Grünflächen-Nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann ausgehobenes verdichtungsunwilliges oder auch organisches sowie bindiges Material dort wiederverfüllt werden. Es muss dort jedoch mit Sackungen und der Notwendigkeit von Nacharbeiten gerechnet werden.

Bodenplattenunterbau: Der angeratene Bodenplatten-Unterbau sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (Güteschotter, z. B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen, Mindestgüte 'Frostschuttschicht'). Der Schotter sollte nach den TL Gestein-StB [45] zertifiziert sein. Das Material sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Der Güteschotter ist lagenweise aufzutragen und ordnungsgemäß zu verdichten. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (45°).

Außenseitiger Horizontalüberstand: Der Einbau geeigneten Materials muss im außenseitigen Überstandsbereich erfolgen. Der Horizontalüberstand (Außenkante Bodenplatte - OK Abtreppung Auftragsmaterial zur Außenseite) muss mindestens der späteren Gesamtaufbauhöhe entsprechen. Das Auftragsmaterial sollte am außenseitigen Ende des Überstandes unter maximal 45° einfallen.

Verdichtungsprüfungen: Die ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden. Plattendruckversuche sollten frühestens 24 h nach der Fertigstellung des Planums durchgeführt werden. Auf der OK des ordnungsgemäß eingebauten Güteschotters sollten Plattendruckversuche ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 - 120 \text{ MPa}$ nachweisen (Forderung in Abhängigkeit von den statischen Erfordernissen bzw. den Forderungen des Bodenplattenherstellers). Auf der OK des Massendefizitausgleichs bzw. der Kellerraumverfüllung ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 - 80 \text{ MPa}$ zu erreichen.

Tabelle 12: Mindestanzahl der Eigenüberwachungsprüfungen (Gebäudebau)

Bereich	Mindestanzahl der Eigenüberwachungsprüfungen (Prüfverfahren: statischer Plattendruckversuch ¹⁾)
Untergrund, Planum, Unterbau je Schüttlage	je angefangene 1.000 m ² , mind. jedoch 2 Prüfungen
bei abschnittsweisem Bauen	je angefangene 1.000 m ² bzw. mind. je 100 m und mind. 2 Prüfungen
Bauwerkshinterfüllung ²⁾	mind. eine Prüfung auf dem Planum je 100 m ² , mind. eine Prüfung in jeder dritten Schüttlage (Annahme: Schüttlagendicke von max. 30 cm) und mind. eine Prüfung je Widerlager

Legende: ¹⁾ bei dynamischen Plattendruckversuchen ist die Anzahl zu verdoppeln

²⁾ die ZTV E-StB empfiehlt, die Hinterfüllung nach Fertigstellung durch mind. zwei Rammsondierungen, die die gesamte Hinterfüllungshöhe durchteufen, abschließend zu prüfen.

Frostsicherheit: Es ist in frostsicherer Tiefe zu gründen (Frosteinwirkungszone $I \geq 0,80$ m unter zukünftiger GOK) oder der Baukörper nach Erstellung von außen so hoch anzudecken, dass eine frostsichere Einbindung erreicht wird. Alternativ kann eine bauteilumlaufende tiefergeführte Frostschutzschürze aus Schotter oder Beton eingebracht werden.

Trockenhaltung der Bauwerke: Eine Beeinflussung der Unterflurbauteile durch Grund-/ Stau-/Schichtwasser ist durch bauliche Maßnahmen zu verhindern. Der abdichtungsrelevante Bemessungswasserstand für den Faktor Stauwasser gemäß DIN 18533 [27] ist die aktuelle bzw. zukünftige GOK. Die tatsächlich erforderliche Abdichtung ist schließlich abhängig von der Bauwerksdimensionierung sowie der Gründung.

Es ist eine Abdichtung gemäß DIN 18533 [27] Lastfall W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Wassersäule) auszuführen. Alternativ dazu können Bauweisen nach WU-Richtlinie [46] in Betracht gezogen werden (Beanspruchungsklasse 1).

Unabhängig hiervon sollten die Hinweise der DIN 18195 [47] (‘Bauwerksabdichtung’) beachtet werden.

Weitere, sich aus der geplanten Nutzung ergebende Besonderheiten (z.B. Salzlagerung, Betankung, etc.) sind bei der Auswahl der Betonsorte gesondert zu berücksichtigen (Stichwort: Expositionsclassen). Von statischer Seite ist der Faktor Auftrieb zu berücksichtigen.

Auftrieb: Von Seiten der Statik sollte die Gefahr von Auftrieb ermittelt und eine ausreichende Auftriebssicherheit berücksichtigt werden. Unabhängig hiervon sollten die übrigen Hinweise der DIN

5.0 Schlussbemerkung

Die im (Geotechnischen) Bericht/Schadstoffkataster/Gutachten/Stellungnahme (im Folgenden „Bericht“ genannt) enthaltenen Angaben sind ausschließlich projektbezogen zu verwenden. Der Bericht ist geistiges Eigentum der Kleegräfe Geotechnik GmbH. Ferner ist die Weitergabe an Dritte und KI-gestützte Systeme – auch auszugsweise – ausdrücklich nur nach schriftlicher Zustimmung der Kleegräfe Geotechnik GmbH gestattet.

Mit Übersendung des Berichts sind die Leistungen der Kleegräfe Geotechnik GmbH abgeschlossen. Der Bericht berücksichtigt ausschließlich die bis zur Fertigstellung des genannten geologischen Berichts vorliegenden Planungsstände und übermittelten Informationen. Anfragen / Fragestellungen / Leistungen, die über den beauftragten Leistungsumfang hinaus gehen oder die z.B. auf neuen Planungsständen, Besprechungsprotokollen oder sonstigen dienlichen Daten und Informationen beruhen und welche der Kleegräfe Geotechnik GmbH nicht spätestens bis zur Berichterstellung schriftlich bekannt gemacht wurden, werden nicht berücksichtigt.

Sollten im weiteren Projektverlauf Planungsänderungen o.ä., die baugrund-/ schadstoffbezogene Inhalte betreffen und eine Bewertung durch die Kleegräfe Geotechnik GmbH erfordern könnten, auftreten, so ist die Kleegräfe Geotechnik GmbH auf direktem Weg zu kontaktieren. Ohne expliziten Auftrag werden übersendete Planunterlagen, Besprechungsprotokolle o.ä. jedoch nicht gesichtet. Die Teilnahme an Einzel- sowie Regelterminen und das unabhängig ob in Präsenz oder Online ist ohne expliziten Auftrag ebenfalls ausgeschlossen.

Grundsätzlich ist die rechtzeitige Bereitstellung sämtlicher dienlicher Daten und Informationen sowie die rechtzeitige Übermittlung überarbeiteter Planungen, die die Hinzuziehung des Gutachters erfordern, Obliegenheit des Auftraggebers. Bei nicht rechtzeitiger Übersendung kann eine erneute Beauftragung von Teil- oder Gesamtleistungen explizit erforderlich werden. Abschließend stellen wir klar, dass das Befüllen und Abrufen von Online-Plattformen oder Downloadservern zu keinem Zeitpunkt Teil unserer Leistungen sind.

Für während des Projektverlaufs auftretende Verzögerungen, Mehraufwendungen oder sonstige Beeinträchtigungen, die auf eine verspätete oder unterlassene Hinzuziehung des Gutachters zurückzuführen sind, übernimmt die Kleegräfe Geotechnik GmbH keinerlei Haftung.

Sofern weitere Leistungen, wie (Rück-)Baubegleitungen, Detailuntersuchungen, etc. durch die Kleegräfe Geotechnik GmbH gewünscht werden, bitten wir um frühzeitige Beauftragung und Bekanntgabe des Ausführungszeitraums, um entsprechende Tätigkeiten einplanen zu können.

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in dieser Arbeit darauf verzichtet, geschlechtsspezifische Formulierungen zu verwenden. Die bei Personen verwendeten maskulinen Formen sind jedoch für alle Geschlechter zu verstehen.

- Kleegräfe Geotechnik GmbH -



Dipl.-Ing. (FH) J. Kleegräfe
(Sachverständiger für Geotechnik)



V. Thiemann
(Dipl.-Geol)



Verteiler: A.V.E. – Eigenbetrieb Kreis Paderborn
Alte Schanze 40, 33106 Paderborn

(PDF)

Literaturverzeichnis

- [1] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 22475-1:2022-02, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen für die Probenahme von Boden, Fels und Grundwasser (ISO 22475-1:2021). Deutsche Fassung*, 2022.
- [2] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 22476-2:2012-03: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005 + Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-2:2005 + A1:2011*, 2012.
- [3] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 17892-4:2017-04, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO 17892-4:2016). Deutsche Fassung*, 2017.
- [4] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 17892-1:2022-08, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014 + Amd 1:2022). Deutsche Fassung*, 2022.
- [5] Bezirksregierung Köln (Hrsg.), „Tim-Online,“ Stand der Berichtserstellung. [Online]. Available: <https://www.tim-online.nrw.de> (nicht rechtsverbindlich).
- [6] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW (Hrsg.), „Elwas-Web,“ Stand der Berichtserstellung. [Online]. Available: <https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.xhtml> (nicht rechtsverbindlich).
- [7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO)*, Ausgabe 2012/Fassung 2024.
- [8] Geologischer Dienst NRW (Hrsg.), *Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland 1:350.000. Bundesland Nordrhein-Westfalen*, 2018.
- [9] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN 1998-1:2010-12. Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten (EN 1998-1:2004 + AC:2009). Deutsche Fassung*, 2010.
- [10] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN 1998-1/NA:2023-11. Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten*, 2023.
- [11] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4149:2005-04: Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten. Zurückgezogen*, 2005.
- [12] Geologischer Dienst NRW (Hrsg.), „Gefährdungspotentiale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen,“ Stand der Berichtserstellung. [Online]. Available: https://www.gdu.nrw.de/GDU_Buerger (nicht rechtsverbindlich).

- [13] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes NRW (Hrsg.), „Umweltdaten vor Ort,“ Stand der Berichtserstellung. [Online]. Available: <https://www.umweltportal.nrw.de/karten> (nicht rechtsverbindlich).
- [14] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW (Hrsg.), „Hochwassergefahrenkarten.NRW,“ Stand der Berichtserstellung. [Online]. Available: <https://www.hochwasserkarten.nrw.de> (nicht rechtsverbindlich).
- [15] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, [Online]. Available: https://www.geoportal.de/map.html?map=tk_04-starkregengefahrenhinweise-nrw. [Zugriff am Stand der Berichtserstellung].
- [16] Bundesamt für Strahlenschutz Deutschland (Hrsg.), „Karte der Radon-Vorsorgegebiete,“ Stand der Berichtserstellung. [Online]. Available: <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/karten/vorsorgegebiete.html> (nicht rechtsverbindlich).
- [17] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4020:2010-12. Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2. Deutsche Fassung*, 2010.
- [18] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 1997-2:2010-10. Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds (EN 1997-2:2007 + AC:2010). Deutsche Fassung*, 2010.
- [19] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 14688-1:2022-11 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2017). Deutsche Fassung*, 2020.
- [20] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4023:2023-02. Geotechnische Untersuchungen und Erkundung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen. Deutsche Fassung*, 2023.
- [21] Bundesministerium der Justiz Deutschland, *Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV)*, Ausfertigungsdatum: 09.07.2021, letzte Änderung: 13.07.2023.
- [22] Bundesministerium der Justiz Deutschland (Hrsg.), *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodschV)*, Ausfertigungsdatum: 09.07.2021.
- [23] Bundesministerium der Justiz Deutschland (Hrsg.), *Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV)*, Ausfertigungsdatum: 27.04.2009, letzte Änderung: 03.07.2024.
- [24] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima NRW (LANUK), „Hydrologische Berichte. Berichte zur hydrologischen Situation in NRW. Stand der Gutachtenerstellung,“ [Online]. Available: <https://www.lanuk.nrw.de/themen/wasser/hydrologische-messnetze/hydrologische-berichte/> (nicht rechtsverbindlich).
- [25] Ministerium für Information und Technik NRW (Hrsg.), *Grundwassergleichen für mittlere Verhältnisse 2006-2015 (UTM-Projektion). Shape-Datei EPSG25832*, 2023.

- [26] Ministerium für information und Technik NRW (Hrsg.), *Grundwassergleichen für hohe Verhältnisse 1988 (UTM-Projektion). Shape-Datei EPSG25832.*
- [27] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18533-1:2026-06 Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze. Deutsche Fassung, 2026.*
- [28] Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e. V. (BWK) (Hrsg.), *Merblatt 8: Ermittlung des Bemessungswasserstandes für Bauwerksabdichtungen, 2009.*
- [29] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18130-1:1998-05, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche. Deutsche Fassung, 1998.*
- [30] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18130-2:2015-08, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 2: Feldversuche. Deutsche Fassung, 2015.*
- [31] W. Beyer, *Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilung. In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik (WWT), 1964.*
- [32] C. Mallet und J. Pacquant, *Erdstaudämme*, Berlin: VEB Verlag Technik, 1954.
- [33] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18196:2023-02 Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke. Deutsche Fassung, 2023.*
- [34] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 14688-2:2022-11 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2017). Deutsche Fassung, 2022.*
- [35] Geologischer Dienst NRW (Hrsg.), „Verdichtungsempfindlichkeit von Böden,“ 2023. [Online]. Available: https://www.gd.nrw.de/wms_html/bk50_wms/pdf/VER.pdf. [Zugriff am 2025].
- [36] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB 17), Ausgabe 2017.*
- [37] Forschungsgesellschaft Für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau. TP BF-StB Teil B 15.1 Leichte Rammsondierung DPL-5 und Mittelschwere Rammsondierung DPM-10, Ausgabe 2012.*
- [38] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18300:2012-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten. Zurückgezogen, 2012.*
- [39] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18300:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten, 2019.*
- [40] Lohmeyer, G. und Ebeling, K., *Betonböden im Industriebau - Hallen- und Freiflächen*, Verlag Bau+Technik, 2019.

- [41] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18134:2012-04, Baugrund – Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch*, 2012.
- [42] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4123:2013-04, Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude*, 2013.
- [43] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4124:2012-01, Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten*, 2012.
- [44] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTV A-StB 12)*, Ausgabe 2012.
- [45] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein-StB 04/23)*, Ausgabe 2004/Fassung 2023.
- [46] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.), *DAfStb-Richtlinie. Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)*, Dezember 2017.
- [47] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18195:2017-07: Abdichtung von Bauwerken - Begriffe*, 2017.
- [48] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18533-1:2023-10 Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze. Entwurf. Deutsche Fassung*, 2023.

Anlagen

Anlagennr.	Anlagenbezeichnung	Seitenanzahl
1.1	Lageplan	1
2.1	Schichtendarstellungen / Rammdiagramme	1
3.1	Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)	4
4.1	Wassergehaltsbestimmungen	1
5.1	Fotodokumentation	2
6.1-6.2	Setzungsberechnungen Einzelfundamente	2

→ 11 Anlagenblätter + 6 Zwischenblätter

ANLAGE 1.1

Lageplan



Zeichenerklärung



KRB Kleinrammbohrung
gemäß DIN EN ISO 22475-1



DPL Leichte Rammsondierung
gemäß DIN EN ISO 22476-2



Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
02941 5404
info@kleegraefe.com

LAGEPLAN

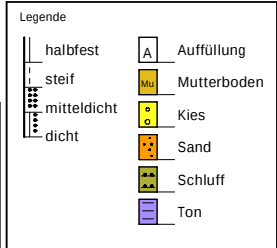
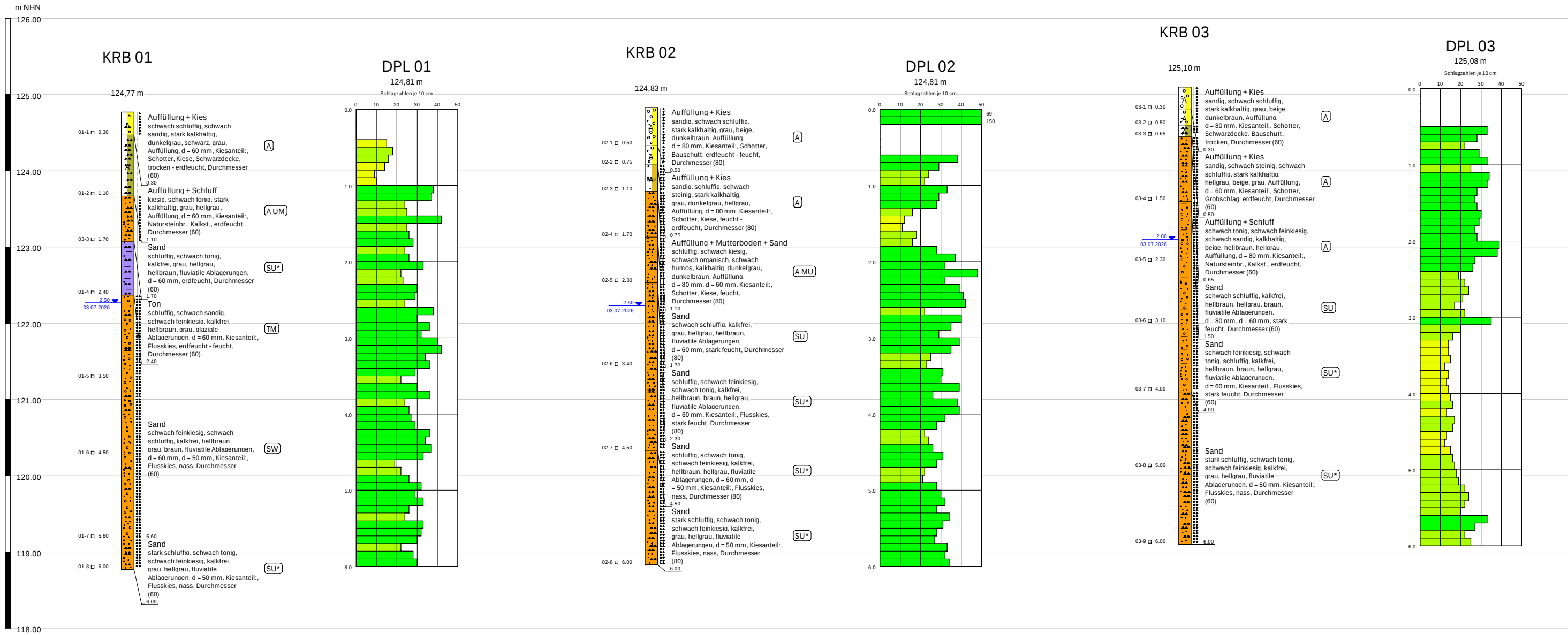
Az.-Nr.: 2606004
Maßnahme: Paderborn, AVE, Alte Schanze, Lagerhalle
Alte Schanze, 33106 Paderborn

- Baugrunderkundung / Geotechnischer Bericht -

AG:	A.V.E. - Eigenbetrieb, Alte Schanze 40, 33106 Paderborn		
Datum:	20.08.2026	Felddatum:	03.07.2026
Geologe:	MSCHU	Bearbeiter:	VT
		Anlage:	1.1

ANLAGE 2.1

Schichtendarstellungen / Rammdiagramme





Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
02941 5404
info@kleeGraefe.com

SCHICHTENDARSTELLUNG nach DIN 4023

Az.-Nr.: 2606004
Maßnahme: Paderborn, AVE, Alte Schanze, Lagerhalle
Alte Schanze, 33106 Paderborn

- Baugrunderkundung / Geotechnischer Bericht -

Auftraggeber: A.V.E. Eigenbetrieb Kreis Paderborn, Entsorgungszentrum "Alte Schanze", 33106 Paderborn

Datum: 20.08.2026	Felddatum: 03.07.2026
Geologe: MSCHU	Bearbeiter: VT
Anlage: 2.1	

ANLAGE 3.1

Korngrößenanalysen
(Kornsummenkurven)

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH

Holzstraße 212
59556 Lippstadt

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 20.08.2026

Körnungslinie

Errichtung einer Lagerhalle

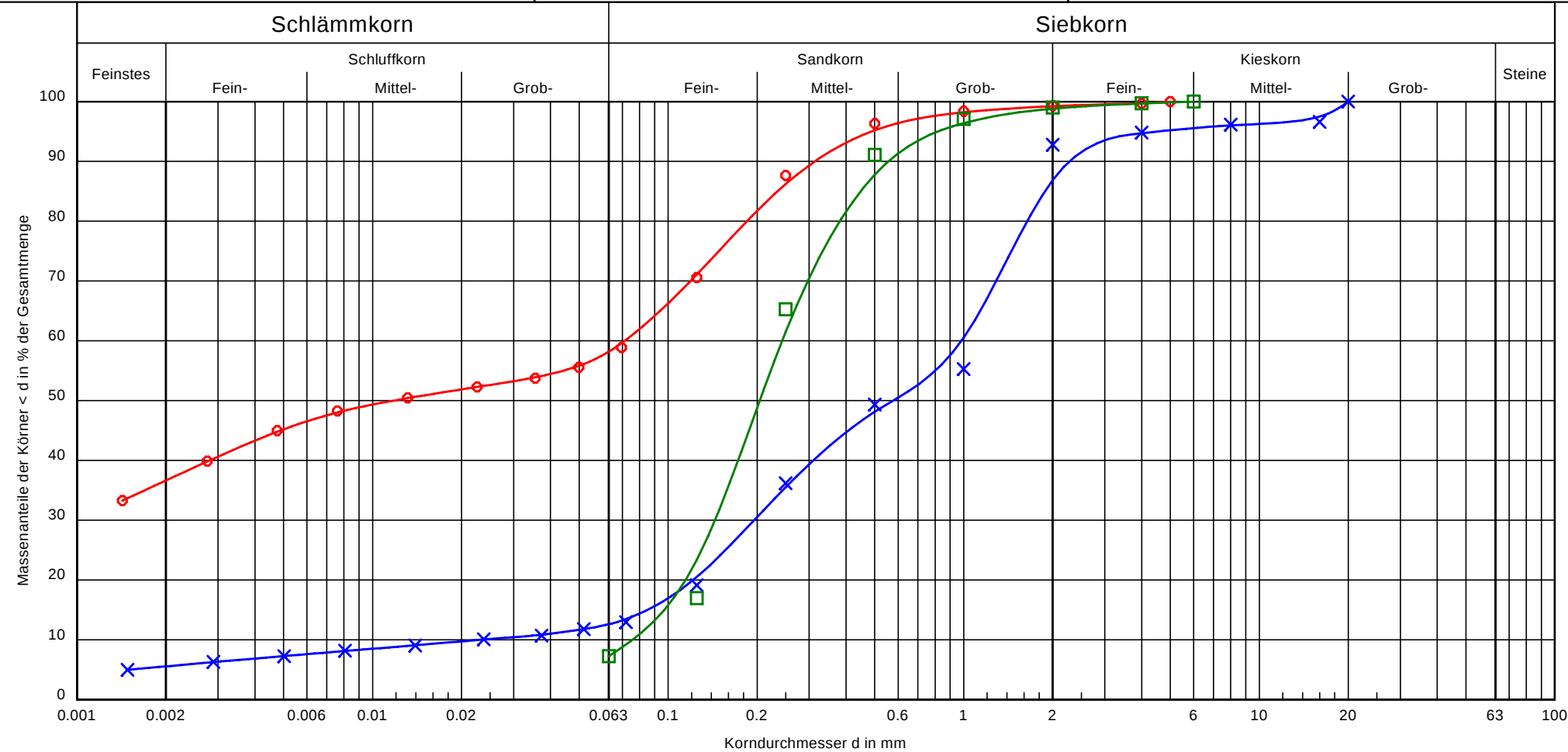
Entsorgungszentrum "Alte Schanze", 33106 Paderborn
- Baugrunderkundung / Geotechnischer Bericht -

Prüfungsnummern: 1/4, 2/5, 3/7

Proben entnommen am: 03.07.2026

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analyse



Bezeichnung:	Probe 1/4	Probe 2/5	Probe 3/7
Tiefe:	1,70 - 2,40 m	1,70 - 2,30 m	3,10 - 4,00 m
Bodenart:	S, t, u	S, t', u', fg'	fs, mS, u', gs'
T/U/S/G [%]:	36.6/21.5/41.0/0.8	5.6/7.0/74.3/13.1	- /7.3/91.5/1.2
kf-Wert:	-	2.8 · 10 ⁻⁵	2.5 · 10 ⁻⁵
Cu/Cc:	-/-	42.5/1.7	3.2/1.1
d10 [mm]:	-	0.0231	0.0756
d20 [mm]:	-	0.1215	0.1146

Bericht:
2606004
Anlage:
3.1

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH				Bericht: 2606004																																																																																													
Holzstraße 212 59556 Lippstadt				Anlage: 3.1																																																																																													
Körnungslinie Errichtung einer Lagerhalle Entsorgungszentrum "Alte Schanze", 33106 Paderborn - Baugrunderkundung / Geotechnischer Bericht -				Prüfungsnummern: 1/4, 2/5, 3/7 Proben entnommen am: 03.07.2026 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analyse																																																																																													
Bearbeiter: Herr Thiemann				Datum: 20.08.2026																																																																																													
Bezeichnung: Probe 1/4 Tiefe: 1,70 - 2,40 m Bodenart: S, f, u T/U/S/G [%]: 36.6 / 21.5 / 41.0 / 0.8 / - kf-Wert: - Cu/Cc: -/- d10 [mm]: - d20 [mm]: - d10/d30/d60 [mm]: - / - / 0.071 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 43.92 Schlammanalyse: Trockenmasse [g]: 31.01 Korndichte [g/cm³]: 2.650 Aräometer: Bezeichnung: Standard Aräometer Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50 Länge Aräometerbirne [mm]: 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 <table><thead><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurchgänge [%]</th></tr></thead><tbody><tr><td>5.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>4.0</td><td>0.14</td><td>0.32</td><td>99.68</td></tr><tr><td>2.0</td><td>0.16</td><td>0.36</td><td>99.32</td></tr><tr><td>1.0</td><td>0.40</td><td>0.91</td><td>98.41</td></tr><tr><td>0.5</td><td>0.92</td><td>2.09</td><td>96.31</td></tr><tr><td>0.25</td><td>3.81</td><td>8.67</td><td>87.64</td></tr><tr><td>0.125</td><td>7.48</td><td>17.03</td><td>70.61</td></tr><tr><td>Schale</td><td>31.01</td><td>70.61</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>43.92</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	5.0	0.00	0.00	100.00	4.0	0.14	0.32	99.68	2.0	0.16	0.36	99.32	1.0	0.40	0.91	98.41	0.5	0.92	2.09	96.31	0.25	3.81	8.67	87.64	0.125	7.48	17.03	70.61	Schale	31.01	70.61	-	Summe	43.92			Siebverlust	0.00																																																
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																																																														
5.0	0.00	0.00	100.00																																																																																														
4.0	0.14	0.32	99.68																																																																																														
2.0	0.16	0.36	99.32																																																																																														
1.0	0.40	0.91	98.41																																																																																														
0.5	0.92	2.09	96.31																																																																																														
0.25	3.81	8.67	87.64																																																																																														
0.125	7.48	17.03	70.61																																																																																														
Schale	31.01	70.61	-																																																																																														
Summe	43.92																																																																																																
Siebverlust	0.00																																																																																																
Schlammanalyse <table><thead><tr><th>Zeit [h]</th><th>Zeit [min]</th><th>R'_h [-]</th><th>$R'_h + R_0$ $R_0 = C_m + R'_0$ [-]</th><th>Korngröße [mm]</th><th>T [°C]</th><th>H_r [mm]</th><th>η [-]</th><th>Durchgang [%]</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0.5</td><td>14.90</td><td>16.10</td><td>0.0696</td><td>21.9</td><td>136.09</td><td>0.96046</td><td>58.87</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>14.00</td><td>15.20</td><td>0.0499</td><td>21.9</td><td>139.69</td><td>0.96046</td><td>55.58</td></tr><tr><td>0</td><td>2</td><td>13.50</td><td>14.70</td><td>0.0355</td><td>21.9</td><td>141.69</td><td>0.96046</td><td>53.75</td></tr><tr><td>0</td><td>5</td><td>13.10</td><td>14.30</td><td>0.0226</td><td>21.9</td><td>143.29</td><td>0.96046</td><td>52.29</td></tr><tr><td>0</td><td>15</td><td>12.60</td><td>13.80</td><td>0.0131</td><td>21.8</td><td>145.29</td><td>0.96275</td><td>50.46</td></tr><tr><td>0</td><td>46</td><td>12.00</td><td>13.20</td><td>0.0076</td><td>21.4</td><td>147.69</td><td>0.97198</td><td>48.27</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>11.10</td><td>12.30</td><td>0.0048</td><td>21.5</td><td>151.29</td><td>0.96966</td><td>44.98</td></tr><tr><td>6</td><td>0</td><td>9.70</td><td>10.90</td><td>0.0028</td><td>22.8</td><td>156.89</td><td>0.94024</td><td>39.86</td></tr><tr><td>24</td><td>0</td><td>7.90</td><td>9.10</td><td>0.0014</td><td>21.9</td><td>164.09</td><td>0.96046</td><td>33.28</td></tr></tbody></table>								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	14.90	16.10	0.0696	21.9	136.09	0.96046	58.87	0	1	14.00	15.20	0.0499	21.9	139.69	0.96046	55.58	0	2	13.50	14.70	0.0355	21.9	141.69	0.96046	53.75	0	5	13.10	14.30	0.0226	21.9	143.29	0.96046	52.29	0	15	12.60	13.80	0.0131	21.8	145.29	0.96275	50.46	0	46	12.00	13.20	0.0076	21.4	147.69	0.97198	48.27	2	0	11.10	12.30	0.0048	21.5	151.29	0.96966	44.98	6	0	9.70	10.90	0.0028	22.8	156.89	0.94024	39.86	24	0	7.90	9.10	0.0014	21.9	164.09	0.96046	33.28
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	14.90	16.10	0.0696	21.9	136.09	0.96046	58.87																																																																																									
0	1	14.00	15.20	0.0499	21.9	139.69	0.96046	55.58																																																																																									
0	2	13.50	14.70	0.0355	21.9	141.69	0.96046	53.75																																																																																									
0	5	13.10	14.30	0.0226	21.9	143.29	0.96046	52.29																																																																																									
0	15	12.60	13.80	0.0131	21.8	145.29	0.96275	50.46																																																																																									
0	46	12.00	13.20	0.0076	21.4	147.69	0.97198	48.27																																																																																									
2	0	11.10	12.30	0.0048	21.5	151.29	0.96966	44.98																																																																																									
6	0	9.70	10.90	0.0028	22.8	156.89	0.94024	39.86																																																																																									
24	0	7.90	9.10	0.0014	21.9	164.09	0.96046	33.28																																																																																									

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH				Bericht: 2606004																																																																																									
Holzstraße 212 59556 Lippstadt				Anlage: 3.1																																																																																									
Körnungslinie Errichtung einer Lagerhalle Entsorgungszentrum "Alte Schanze", 33106 Paderborn - Baugrunderkundung / Geotechnischer Bericht -				Prüfungsnummern: 1/4, 2/5, 3/7 Proben entnommen am: 03.07.2026 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analyse																																																																																									
Bearbeiter: Herr Thiemann				Datum: 20.08.2026																																																																																									
Bezeichnung: Probe 2/5 Tiefe: 1,70 - 2,30 m Bodenart: S, t', u', fg' T/U/S/G [%]: 5.6 / 7.0 / 74.3 / 13.1 / - kf-Wert: 2.82E-5 Cu/Cc: 42.5/1.7 d10 [mm]: 0.0231 d20 [mm]: 0.1215 d10/d30/d60 [mm]: 0.023 / 0.195 / 0.982 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 181.24 Schlammanalyse: 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 [mm]: 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 <table><thead><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurchgänge [%]</th></tr></thead><tbody><tr><td>20.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>16.0</td><td>6.18</td><td>3.41</td><td>96.59</td></tr><tr><td>8.0</td><td>0.78</td><td>0.43</td><td>96.16</td></tr><tr><td>4.0</td><td>2.39</td><td>1.32</td><td>94.84</td></tr><tr><td>2.0</td><td>3.73</td><td>2.06</td><td>92.78</td></tr><tr><td>1.0</td><td>68.00</td><td>37.52</td><td>55.26</td></tr><tr><td>0.5</td><td>10.75</td><td>5.93</td><td>49.33</td></tr><tr><td>0.25</td><td>23.84</td><td>13.15</td><td>36.18</td></tr><tr><td>0.125</td><td>30.91</td><td>17.05</td><td>19.12</td></tr><tr><td>Schale</td><td>34.66</td><td>19.12</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>181.24</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	20.0	0.00	0.00	100.00	16.0	6.18	3.41	96.59	8.0	0.78	0.43	96.16	4.0	2.39	1.32	94.84	2.0	3.73	2.06	92.78	1.0	68.00	37.52	55.26	0.5	10.75	5.93	49.33	0.25	23.84	13.15	36.18	0.125	30.91	17.05	19.12	Schale	34.66	19.12	-	Summe	181.24			Siebverlust	0.00																																				
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																																																										
20.0	0.00	0.00	100.00																																																																																										
16.0	6.18	3.41	96.59																																																																																										
8.0	0.78	0.43	96.16																																																																																										
4.0	2.39	1.32	94.84																																																																																										
2.0	3.73	2.06	92.78																																																																																										
1.0	68.00	37.52	55.26																																																																																										
0.5	10.75	5.93	49.33																																																																																										
0.25	23.84	13.15	36.18																																																																																										
0.125	30.91	17.05	19.12																																																																																										
Schale	34.66	19.12	-																																																																																										
Summe	181.24																																																																																												
Siebverlust	0.00																																																																																												
Schlammanalyse <table><thead><tr><th>Zeit [h]</th><th>Zeit [min]</th><th>R'_h [-]</th><th>$R'_h + R_0$ $R_0 = C_m + R'_0$ [-]</th><th>Korngröße [mm]</th><th>T [°C]</th><th>H_r [mm]</th><th>η [-]</th><th>Durchgang [%]</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0.5</td><td>13.40</td><td>14.60</td><td>0.0721</td><td>20.8</td><td>142.09</td><td>0.98610</td><td>12.94</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>12.10</td><td>13.30</td><td>0.0519</td><td>20.8</td><td>147.29</td><td>0.98610</td><td>11.79</td></tr><tr><td>0</td><td>2</td><td>10.90</td><td>12.10</td><td>0.0373</td><td>20.8</td><td>152.09</td><td>0.98610</td><td>10.72</td></tr><tr><td>0</td><td>5</td><td>10.20</td><td>11.40</td><td>0.0238</td><td>20.8</td><td>154.89</td><td>0.98610</td><td>10.10</td></tr><tr><td>0</td><td>15</td><td>9.00</td><td>10.20</td><td>0.0140</td><td>20.8</td><td>159.69</td><td>0.98610</td><td>9.04</td></tr><tr><td>0</td><td>46</td><td>8.00</td><td>9.20</td><td>0.0081</td><td>20.7</td><td>163.69</td><td>0.98848</td><td>8.15</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>7.00</td><td>8.20</td><td>0.0050</td><td>21.3</td><td>167.69</td><td>0.97432</td><td>7.27</td></tr><tr><td>6</td><td>0</td><td>5.90</td><td>7.10</td><td>0.0029</td><td>22.6</td><td>172.09</td><td>0.94467</td><td>6.29</td></tr><tr><td>24</td><td>0</td><td>4.40</td><td>5.60</td><td>0.0015</td><td>21.9</td><td>178.09</td><td>0.96046</td><td>4.96</td></tr></tbody></table>				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	13.40	14.60	0.0721	20.8	142.09	0.98610	12.94	0	1	12.10	13.30	0.0519	20.8	147.29	0.98610	11.79	0	2	10.90	12.10	0.0373	20.8	152.09	0.98610	10.72	0	5	10.20	11.40	0.0238	20.8	154.89	0.98610	10.10	0	15	9.00	10.20	0.0140	20.8	159.69	0.98610	9.04	0	46	8.00	9.20	0.0081	20.7	163.69	0.98848	8.15	2	0	7.00	8.20	0.0050	21.3	167.69	0.97432	7.27	6	0	5.90	7.10	0.0029	22.6	172.09	0.94467	6.29	24	0	4.40	5.60	0.0015	21.9	178.09	0.96046	4.96
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	13.40	14.60	0.0721	20.8	142.09	0.98610	12.94																																																																																					
0	1	12.10	13.30	0.0519	20.8	147.29	0.98610	11.79																																																																																					
0	2	10.90	12.10	0.0373	20.8	152.09	0.98610	10.72																																																																																					
0	5	10.20	11.40	0.0238	20.8	154.89	0.98610	10.10																																																																																					
0	15	9.00	10.20	0.0140	20.8	159.69	0.98610	9.04																																																																																					
0	46	8.00	9.20	0.0081	20.7	163.69	0.98848	8.15																																																																																					
2	0	7.00	8.20	0.0050	21.3	167.69	0.97432	7.27																																																																																					
6	0	5.90	7.10	0.0029	22.6	172.09	0.94467	6.29																																																																																					
24	0	4.40	5.60	0.0015	21.9	178.09	0.96046	4.96																																																																																					

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt		Bericht: 2606004 Anlage: 3.1																																																
Körnungslinie Errichtung einer Lagerhalle Entsorgungszentrum "Alte Schanze", 33106 Paderborn - Baugrunderkundung / Geotechnischer Bericht - Bearbeiter: Herr Thiemann Datum: 20.08.2026		Prüfungsnummern: 1/4, 2/5, 3/7 Proben entnommen am: 03.07.2026 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analyse																																																
Bezeichnung: Probe 3/7 Tiefe: 3,10 - 4,00 m Bodenart: fS, mS, u', gs' T/U/S/G [%]: - / 7.3 / 91.5 / 1.2 / - kf-Wert: 2.47E-5 Cu/Cc: 3.2/1.1 d10 [mm]: 0.0756 d20 [mm]: 0.1146 d10/d30/d60 [mm]: 0.076 / 0.144 / 0.243 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 201.08 Siebanalyse <table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurchgänge [%]</th></tr><tr><td>6.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>4.0</td><td>0.60</td><td>0.30</td><td>99.70</td></tr><tr><td>2.0</td><td>1.35</td><td>0.67</td><td>99.03</td></tr><tr><td>1.0</td><td>3.90</td><td>1.94</td><td>97.09</td></tr><tr><td>0.5</td><td>12.08</td><td>6.01</td><td>91.08</td></tr><tr><td>0.25</td><td>51.88</td><td>25.80</td><td>65.28</td></tr><tr><td>0.125</td><td>97.12</td><td>48.30</td><td>16.98</td></tr><tr><td>0.063</td><td>19.52</td><td>9.71</td><td>7.28</td></tr><tr><td>Schale</td><td>14.63</td><td>7.28</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>201.08</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></table>			Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	6.0	0.00	0.00	100.00	4.0	0.60	0.30	99.70	2.0	1.35	0.67	99.03	1.0	3.90	1.94	97.09	0.5	12.08	6.01	91.08	0.25	51.88	25.80	65.28	0.125	97.12	48.30	16.98	0.063	19.52	9.71	7.28	Schale	14.63	7.28	-	Summe	201.08			Siebverlust	0.00		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																															
6.0	0.00	0.00	100.00																																															
4.0	0.60	0.30	99.70																																															
2.0	1.35	0.67	99.03																																															
1.0	3.90	1.94	97.09																																															
0.5	12.08	6.01	91.08																																															
0.25	51.88	25.80	65.28																																															
0.125	97.12	48.30	16.98																																															
0.063	19.52	9.71	7.28																																															
Schale	14.63	7.28	-																																															
Summe	201.08																																																	
Siebverlust	0.00																																																	

ANLAGE 4.1

Wassergehaltsbestimmungen

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1**Errichtung einer Lagerhalle**Entsorgungszentrum "Alte Schanze", 33106 Paderborn
- Baugrunderkundung / Geotechnischer Bericht -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 20.08.2026

Prüfungsnummern: 1/4, 2/5, 3/7

Entnahmestellen: KRB 1, KRB 2, KRB 3

Tiefe: 1,70 - 4,00 m (min.-max)

Art der Entnahme: gestörte Proben

Proben entnommen am: 03.07.2026

Probenbezeichnung:	Probe 1/4	Probe 2/5	Probe 3/7		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	245.70	406.49	623.96		
Trockene Probe + Behälter [g]:	236.69	388.24	596.63		
Behälter [g]:	187.40	209.98	395.55		
Porenwasser [g]:	9.01	18.25	27.33		
Trockene Probe [g]:	49.29	178.26	201.08		
Wassergehalt [%]	18.28	10.24	13.59		

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 [%]					

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

ANLAGE 5.1

Fotodokumentation

Fotodokumentation

Seite 1 von 2

Anlage 5.1

Situation am 03.07.2026



Foto 1: Blickrichtung ~ NO; Übersicht über das zukünftige Baufeld

Situation am 03.07.2026



Foto 2: Blickrichtung ~ NO; Bereich der Bohrung KRB 1 (Markierung)

Fotodokumentation

Seite 2 von 2

Anlage 5.1

Situation am 03.07.2026

KRB 2



Foto 3: Blickrichtung ~ NO; Bereich der Bohrung KRB 2 (Markierung)

Situation am 03.07.2026

KRB 3



Foto 4: Blickrichtung ~ NO; Bereich der Bohrung KRB 3 (Markierung)

ANLAGE 6.1 – 6.2

Setzungsberechnungen
Einzelfundamente

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	22.0/14.0	37.5	0.0	0.00	80.0	Schotter
	18.5/8.5	27.5	1.0	0.00	7.0	Füllschluff, steif
	18.0/10.0	32.5	0.0	0.00	25.0	Glazialsand, dicht
	20.0/12.0	35.0	0.0	0.00	12.0	Geschiebeton, steif
	19.0/11.0	32.5	0.0	0.00	35.0	Glazialsand, dicht

Einzelfundamente

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH

59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212

Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582

Projekt: Errichtung einer Lagerhalle, Entsorgungszentrum "Alte Schanze"

Setzungsberechnung Einzelfundamente (a/b = 1)

Berechnungsgrundlagen:

Alte Schanze 40, 33106 Paderborn

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Einzelfundament (a/b = 1.00)

$\gamma_{R,v} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

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 360.00 kN/m² begrenzt

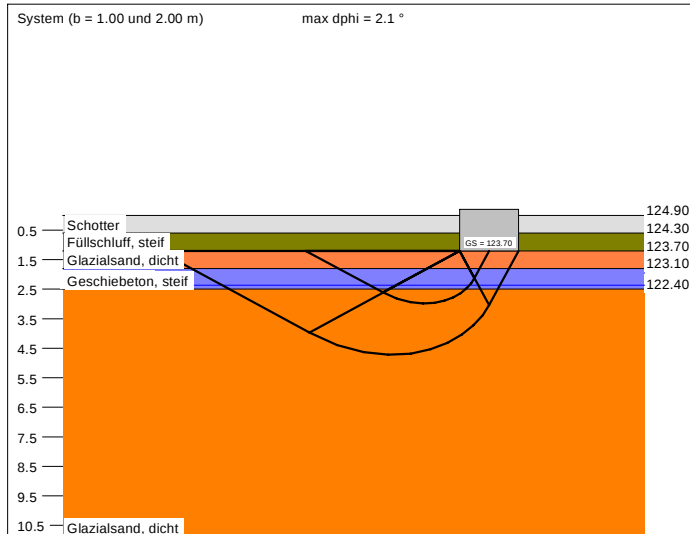
Oberkante Gelände = 124.90 m

Gründungssohle = 123.70 m

Grundwasser = 122.53 m

Grenztiefe mit p = 20.0 %

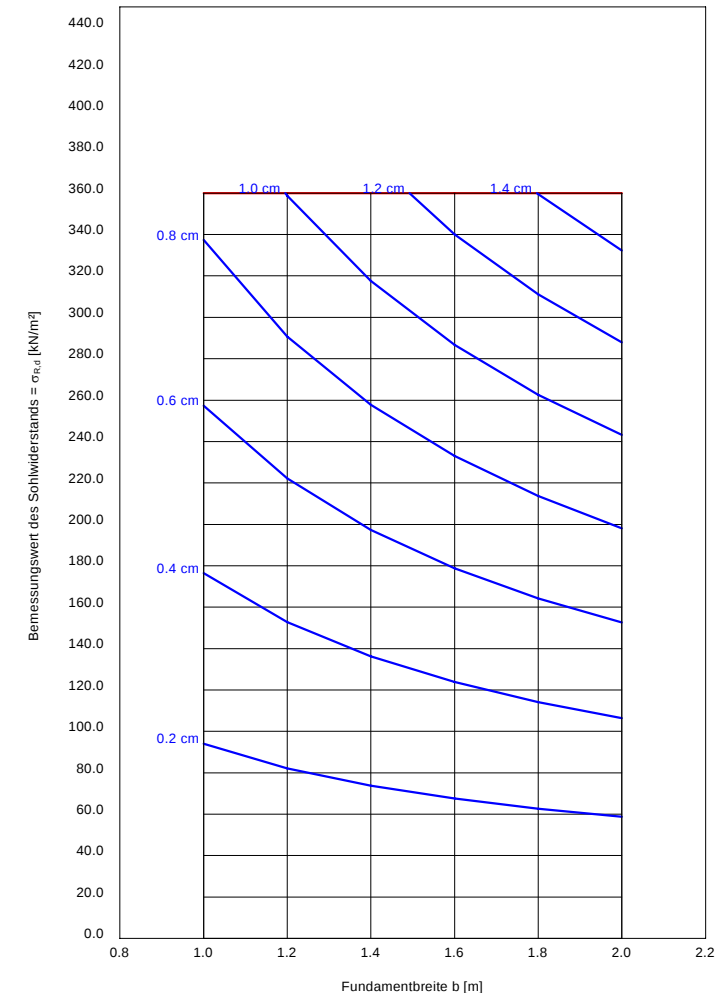
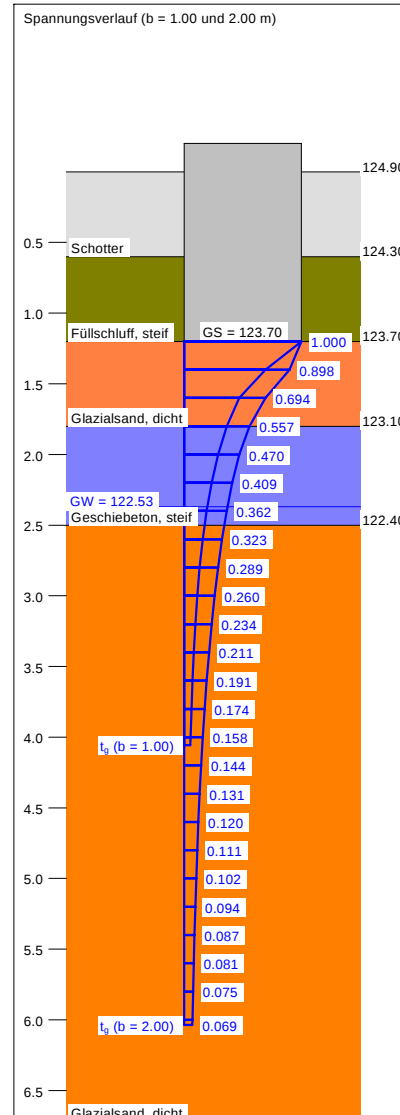
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_0 [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ³]
1.00	1.00	360.0	360.0	252.6	0.86	33.3	0.00	17.33	24.30	4.06	2.99	29.5
1.20	1.20	360.0	518.4	252.6	1.00	33.2	0.00	16.59	24.30	4.49	3.33	25.2
1.40	1.40	360.0	705.6	252.6	1.14	33.1	0.00	15.98	24.30	4.91	3.68	22.1
1.60	1.60	360.0	921.6	252.6	1.27	33.0	0.00	15.48	24.30	5.30	4.03	19.8
1.80	1.80	360.0	1166.4	252.6	1.40	32.9	0.00	15.07	24.30	5.67	4.37	18.0
2.00	2.00	360.0	1440.0	252.6	1.53	32.9	0.00	14.72	24.30	6.04	4.72	16.6

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Einzelfundamente (a/b = 1) mit Tieferführung auf mitteldicht-dicht gelagerte Glazialsande

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	22.0/14.0	37.5	0.0	0.00	80.0	Schotter
	18.5/8.5	27.5	1.0	0.00	7.0	Füllschluff, steif
	18.0/10.0	32.5	0.0	0.00	25.0	Glazialsand, dicht
	20.0/12.0	35.0	0.0	0.00	12.0	Geschiebeton, steif
	19.0/11.0	32.5	0.0	0.00	35.0	Glazialsand, dicht

Einzelfundamente

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH

59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212

Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582

Projekt: Errichtung einer Lagerhalle, Entsorgungszentrum "Alte Schanze"

Setzungsberechnung Einzelfundamente (a/b = 2)

Berechnungsgrundlagen:

Alte Schanze 40, 33106 Paderborn

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Einzelfundament (a/b = 2.00)

$\gamma_{R,v} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

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 360.00 kN/m² begrenzt

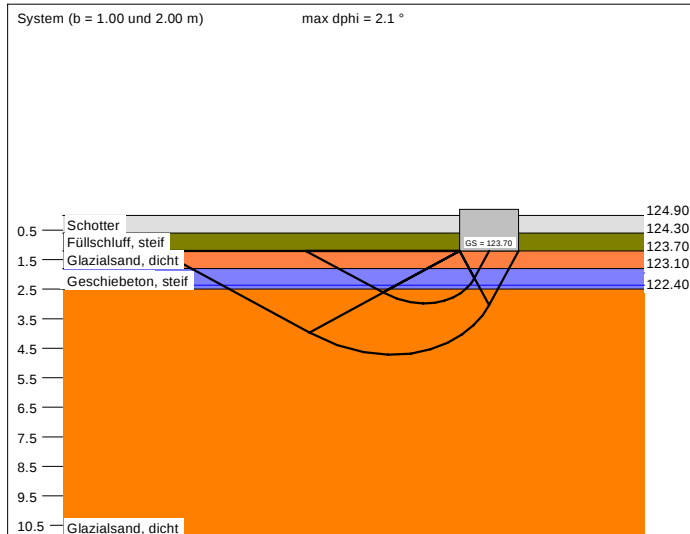
Oberkante Gelände = 124.90 m

Gründungssohle = 123.70 m

Grundwasser = 122.53 m

Grenztiefe mit p = 20.0 %

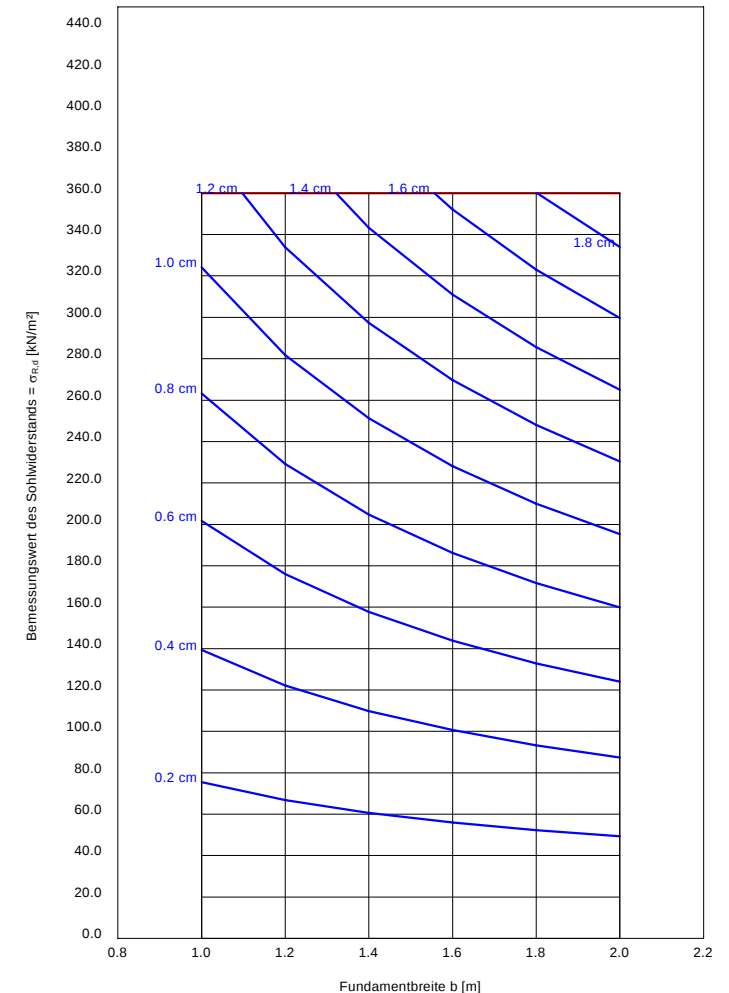
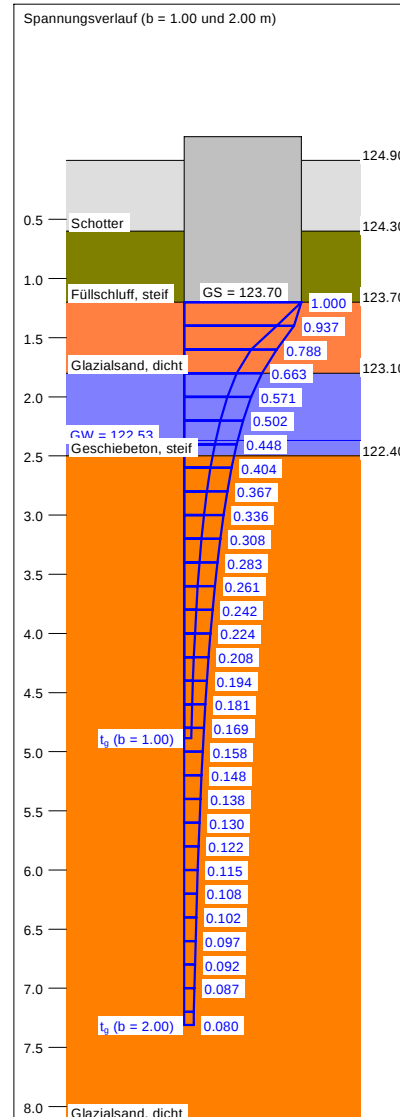
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t ₀ [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ³]
2.00	1.00	360.0	720.0	252.6	1.12	33.3	0.00	17.33	24.30	4.89	2.99	22.6
2.40	1.20	360.0	1036.8	252.6	1.30	33.2	0.00	16.59	24.30	5.42	3.33	19.4
2.80	1.40	360.0	1411.2	252.6	1.47	33.1	0.00	15.98	24.30	5.93	3.68	17.1
3.20	1.60	360.0	1843.2	252.6	1.64	33.0	0.00	15.48	24.30	6.41	4.03	15.4
3.60	1.80	360.0	2332.8	252.6	1.80	32.9	0.00	15.07	24.30	6.87	4.37	14.0
4.00	2.00	360.0	2880.0	252.6	1.95	32.9	0.00	14.72	24.30	7.31	4.72	12.9

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Einzelfundamente (a/b = 2) mit Tieferführung auf mitteldicht-dicht gelagerte Glazialsande