



Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH

GGU mbH • In den Ungleichen 3 • 39171 Osterweddingen

Verbandsgemeinde Vorharz
Markt 7
38828 Wegeleben

Magdeburg

Telefon +49 (0)39205/4538-0
Telefax +49 (0)39205/4538-11
www.ggu.de
post-md@ggu.de

Baugrund
Grundwasser
Umwelttechnik /Altlasten
Damm- und Deichbau
Straßen- und Erdbau
Spezialtiefbau
Deponiebau
Kunststofftechnik
Software-Entwicklung

Heteborn
Parkstraße – Ersatzneubau Durchlass und Ausbau Flutgraben
Heteborner Hakelstraße – Neubau Löschwasserzisterne
Geotechnischer Bericht

23.01.2024 Baugrunderkundung
Feldmesstechnik
Prüflabore für Boden
Prüflabor für Kunststoff
Inspektionsstelle

Braunschweig
Magdeburg
Öhringen
Schwerin

Bericht: 6030.4 / 23

Verteiler: Verbandsgemeinde Vorharz

1-fach digital

Bearbeiter: M. Eng. R. Slotta

Umfang: 31 Seiten und 5 Anlagen

Beratende Ingenieure VBI,
BDB, DWA, DGGT, ITVA, BWK
Sachverständige für
Erd- und Grundbau
Vereidigte Sachverständige
Amtsgericht Braunschweig
HRB 9354
Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Johann Buß,
Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Peter Grubert, M.Sc.,
Dr.-Ing. Carl Stoewahse
Dipl.-Ing. Birk Kröber

Ausfertigung: digital

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Unterlagen	4
3	Untersuchungen.....	5
3.1	Geologie.....	5
3.2	Erkundung.....	6
3.3	Vermessung.....	6
3.4	Vorhandener Oberbau.....	7
3.5	Untergrund	8
3.6	Grundwasser.....	12
3.7	Kennwerte.....	14
3.8	Homogenbereiche.....	16
4	Umwelttechnische Untersuchungen	18
4.1	Bildung der Mischproben.....	18
4.2	Ergebnisse MP 4.1	18
4.3	Ergebnisse MP 4.2.....	19
4.4	Ergebnisse MP 4.3.....	19
4.5	Verwertung von Aushub	20
5	Grundbautechnische Bewertung	21
5.1	Vorhaben 1 – Parkstraße / Dorfstraße.....	21
5.1.1	Durchlassbauwerk.....	22
5.1.1.1	Gründungskonzept.....	22
5.1.1.2	Vorbemessung	23
5.1.2	Ausbau Flutgraben	24
5.1.2.1	Variante 1 – Ausbau mittels Betonfertigteile im U-Profil.....	24
5.1.2.2	Variante 2 – Grabenverbreiterung und Sicherung mittels Faschinen	25
5.1.3	Maßnahmen.....	25
5.2	Vorhaben 2 – Heteborner Hakelstraße	27
6	Zusammenfassung.....	30

Abbildungen

Abbildung 1:	Auszug aus [1]	5
Abbildung 2:	Parkstr./Dorfstr., Blickrichtung Süd.....	7
Abbildung 3:	Variante 1, Auszug aus [7]	21
Abbildung 4:	Variante 2, Auszug aus [7]	21

Tabellen

Tabelle 1:	Koordinaten Aufschlussbohrungen.....	6
Tabelle 2:	Korngrößenverteilung Auffüllungen (Schicht 2)	8
Tabelle 3:	Korngrößenverteilung Löß (Schicht 3).....	10
Tabelle 4:	Korngrößenverteilung Sande und Kiese (Schicht 4).....	10
Tabelle 5:	Korngrößenverteilung Geschiebelehm (Schicht 5)	11
Tabelle 6:	Grundwasserstände	12
Tabelle 7:	Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09, Lösen, Boden.....	16
Tabelle 8:	Bildung der Mischproben.....	18

Anlagen

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Bodenprofile
Anlage 3	Ergebnisse bodenmechanisches Labor
Anlage 4	Ergebnisse umweltanalytisches Labor
Anlage 5	Ergebnisse grundbautechnische Berechnung

1 Einleitung

Die Verbandsgemeinde Vorharz (nachfolgend Auftraggeber) plant in der Gemeinde Selke-Aue OT Heteborn zwei Baumaßnahmen wie folgt durchzuführen:

- Vorhaben 1: Parkstraße – Ersatzneubau Durchlass und Ausbau Flutgraben
- Vorhaben 2: Heteborner Hakelstraße – Errichtung Löschwasserzisterne

Für die weiteren Planungen sowie die Bauausführung sind genaue Angaben zu den Untergrundverhältnissen erforderlich. Die GGU mbH wurde vom Auftraggeber mit der Durchführung einer Baugrunderkundung und der Erarbeitung eines Geotechnischen Berichtes beauftragt.

Hierzu wurden im November 2023 Felderkundungen durchgeführt. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengestellt und bewertet. Die Baugrundverhältnisse werden beurteilt und es werden Kennwerte angegeben.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Geologische Karte, Blatt 4133 Wegeleben, Maßstab 1:25.000
- [2] Liegenschaftsauszug
- [3] Landesbohrdatenbank Sachsen-Anhalt des LAGB
- [4] GLD – Gewässerkundlicher Landesdienst
- [5] Regelungen für die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen; Modul zum Leitfaden zur Wiederverwendung und Verwertung von mineralischen Abfällen in Sachsen-Anhalt; 1. Edition im Stand Dezember 2018
- [6] Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau – RuVA-StB 01
- [7] Querprofile Varianten 1 und 2; Vorhaben: Erneuerung Straßendurchlass / Grabenausbau Flutgraben Heteborn; Unterlage Nr.: 5; Blatt-Nr.: 2 und 3; Reg.-Nr.: 120 22 076; Maßstab 1:25
- [8] Löschwasserbehälter DN2500 in PP V=100 m³; Zeichnungsnummer -001; hawle Kunststoff; 25.07.20218

3 Untersuchungen

3.1 Geologie

Die Untersuchungsbereiche liegen aus regionalgeologischer am Westrand des Hakels, einem Höhenzug im nordöstlichen Harzvorland.

Die geologische Karte [1] weist für beide Untersuchungsbereich oberflächennah zunächst umgelagerte Schwarzerde aus. Diese wird von äolischen Ablagerungen in Form von Löß unterlagert. Im Liegenden wird meist Geschiebemergel kartiert. Bereichsweise können sandige Einlagerungen in Form Linsen und Bänderungen innerhalb des Geschiebemergels vorhanden sein.

Aufgrund der Lage beider Vorhaben im Siedlungsgebiet des Ortsteils Heteborn ist mit einer anthropogenen Beeinflussung der oberflächennahen anstehenden Böden zurechnen.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Lage der Vorhaben entsprechend der geologischen Karte dargestellt.

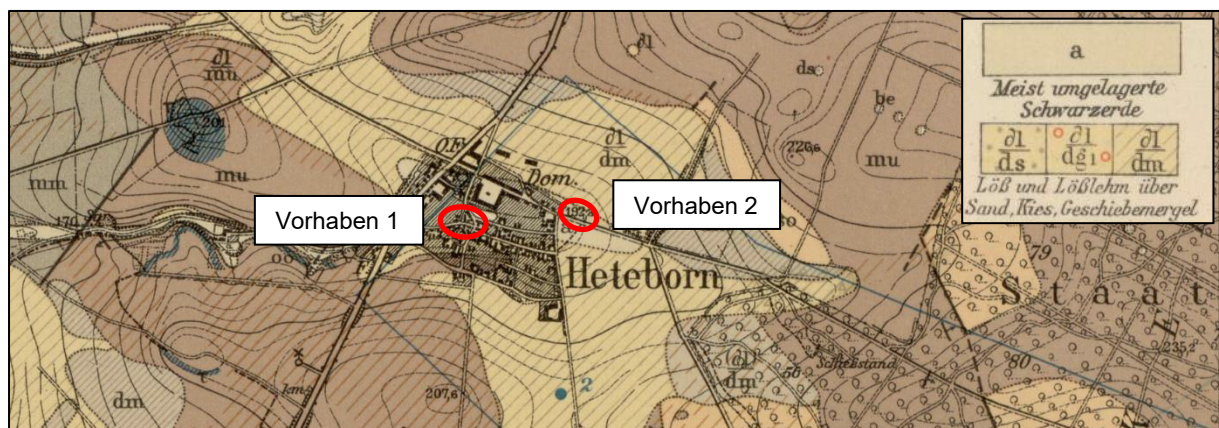


Abbildung 1: Auszug aus [1]

Genauere Angaben zu den hydrogeologischen Verhältnissen können der geologischen Karte [1] nicht entnommen werden.

3.2 Erkundung

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 27. und am 28.11.2023 für das Vorhaben 1 insgesamt zwei Aufbrüche durch den vorhandenen ungebundenen Oberbau hergestellt, in denen nachfolgend jeweils eine Kleinrammbohrung (BS 50 nach DIN EN ISO 22475-1) mit einer Endteufe von 5,00 m ausgeführt wurde. Weiterhin wurde eine Kleinrammbohrung im Seitenbereich des vorhandenen Grabens bis 0,80 m uGOK hergestellt.

Für das Vorhaben 2 wurden am 27.11.2023 eine Kleinrammbohrung auf der nördlich der Heteborner Hakelstraße vorhandenen Freifläche mit einer Endteufe von 5,00 m uGOK hergestellt.

Die Lage der jeweiligen Aufschlusspunkte wurde vom Auftraggeber vorgegeben.

Die erkundeten Bodenschichten wurden vor Ort geologisch angesprochen und es wurden Bodenproben für weitere bodenmechanische und umweltanalytische Untersuchungen entnommen.

Die Ansatzpunkte wurden der Lage und Höhe nach mittels GPS eingemessen. Die Koordinaten können dem Abschnitt 3.3 entnommen werden. Die Lage der Ansatzpunkte ist im Lageplan (Anlage 1) dargestellt. Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind im Bodenprofil (Anlage 2) enthalten. Die bodenmechanischen Laborergebnisse liegen der Anlage 3 und die umweltanalytischen Ergebnisse liegen der Anlage 4 bei.

3.3 Vermessung

Die Ansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe mittels GPS (UTM32; ETRS89) eingemessen. Die ermittelten Koordinaten können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 1: Koordinaten Aufschlussbohrungen

Aufschluss	Rechtswert	Hochwert	Höhe
BS 1	657 596,63	5751 571,69	189,60
BS 2	657 589,56	5751 572,84	189,59
BS 3	657 549,79	5751 553,27	189,27
BS 4	657 918,04	5751 583,60	193,47

3.4 Vorhandener Oberbau

Vorhaben 1

Die Kleinrammbohrungen BS 1 und BS 2 wurden direkt neben dem vorhandenen Durchlass auf der vorhandenen Verkehrsfläche hergestellt. Diese Verkehrsfläche liegt in Pflasterbauweise aus Natursteinen vor. Der nachfolgenden Abbildung kann der Ist-Zustand entnommen werden.



Abbildung 2: Parkstr./Dorfstr., Blickrichtung Süd

Folgender Oberbau wurde aufgenommen:

Aufbruch BS 1:

- Natursteinpflaster d ≈ 0,08 m
- Auffüllungen (Kies, sandig, stark schluffig, Beton-/Ziegelreste) d ≈ 0,82 m
- Im Weiteren Reste des Oberbodens

Aufbruch BS 2:

- Natursteinpflaster d ≈ 0,17 m
- Auffüllungen (Schluff, tonig, kiesig, sandig, Beton-/Ziegelreste) d ≈ 0,13 m
- Auffüllungen (Schluff, feinsandig, tonig, Beton-/Ziegelreste) d ≈ 1,40 m
- Im Weiteren Löß

Demnach ist ein klassifizierter Oberbau nach RStO 12 nicht vorhanden.

Vorhaben 2

Im Bereich der Bohrung des Vorhabens 2 sind keine Verkehrsflächen vorhanden.

3.5 Untergrund

Vorhaben 1

Oberflächennah wurde in allen Aufschlüssen BS 1 und BS 2 zunächst der in Abschnitt 3.4 beschriebene Oberbau erkundet. Unterhalb des vorhandenen Oberbaus wurden in den genannten Aufschlüssen

fein- bis gemischtkörnige Auffüllungen (Schicht 2)

*meist als sandige, schwach tonige Schluffe,
lokal als stark schluffige, schwach tonige Kiese
in weicher Konsistenz bzw. lockeren Lagerung*

nachgewiesen. Die Auffüllungen sind graubraun bis dunkelgrau, lokal rotbraun gefärbt. Die Mächtigkeit dieser Schicht wurde in der Bohrung BS 1 zu rd. 0,82 m und in der Bohrung BS 2 zu rd. 1,53 m festgehalten.

Innerhalb der Auffüllungen (Schicht 2) wurden mineralische Fremdbestandteile in Form von Ziegel- und Betonresten vorgefunden, deren Anteil zu < 10 Vol.-% abgeschätzt. Somit sind die Auffüllungen gemäß [5] zunächst als Boden zu klassifizieren.

An einer Probe aus diesen Auffüllungen wurde der natürliche Wassergehalt zu $w_n = 32,2 \%$ bestimmt. Die Bestimmung der Korngrößenverteilung ergab folgendes:

Tabelle 2: Korngrößenverteilung Auffüllungen (Schicht 2)

Aufschluss	Entnahmetiefe [m uGOK]	Verhältnis T/U/S/G [%]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [EN ISO 14 688-1]	Bodengruppe [DIN 18 196]
BS 2	0,30 – 1,70	15,2/63,5/17,4/3,8	U, t, ms', gs'	msa'csa'clSi	[UL]

Aus dieser Korngrößenverteilung lässt sich für den Löß eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f \approx 10^{-8} \text{ m/s}$ ableiten.

Der Aufschluss BS 3 wurde Seitenbereichen des vorhandenen Grabens hergestellt. In dieser Bohrung wurde oberflächennah zunächst eine Deckschicht

Mutterboden (Schicht 1a)

*aus organischen Schluffen
mit tonigen und sandigen Bestandteilen
in weicher Konsistenz*

aufgenommen. Der Mutterboden weist eine schwarze Färbung auf. Die Mächtigkeit wurde zu rd. 0,30 m aufgenommen.

Im weiteren Verlauf folgen im Liegenden der Auffüllungen der Bohrung BS 1 sowie des Mutterbodens der Bohrung BS 3

Reste des Oberbodens (Schicht 1b)

*ebenfalls aus organischen Schluffen
mit tonigen und feinsandigen Bestandteilen
in weicher bis weich-steifer Konsistenz.*

Die Reste des Oberbodens (gemäß [1] umgelagerte Schwarzerde) weisen eine dunkelbraune bis schwarze Färbung auf. Die Mächtigkeit dieser Schicht wurde in der Bohrung BS 1 zu 1,10 m und bis in eine Tiefe von 2,00 m uGOK aufgenommen. Im Bereich der Bohrung BS 3 wurden die Reste des Oberbodens bis zur Endteufe von 1,00 m uGOK nicht durchfahren.

Aufgrund der Struktur dieser Böden ist davon auszugehen, dass im Bereich der feinkörnigen Auffüllungen ebenfalls Reste des Oberbodens vorhanden sind. Diese wurden jedoch anthropogen beeinflusst (siehe Schicht 2).

In den Aufschlüssen BS 1 und BS 2 steht ab etwa 1,70 bis 2,00 m uGOK

Löß (Schicht 3)

*aus leicht plastischen Schluffen/Tonen
mit sandigen und tonigen Bestandteilen
in weicher bis weich-steifer Konsistenz*

an. Der Löß ist hellgrau gefärbt. Die Mächtigkeit wurde in den genannten Aufschlüssen relativ gleichmäßig zu rd. 0,80 m kartiert. Der Übergang zum nachfolgenden Horizont wurde zwischen 2,50 und 2,80 m uGOK festgestellt.

An einer Probe aus dem Löß wurde der natürliche Wassergehalt zu $w_n = 28,0 \%$ bestimmt. Die Bestimmung der Korngrößenverteilung an dieser Probe ergab folgendes:

Tabelle 3: Korngrößenverteilung Löß (Schicht 3)

Aufschluss	Entnahmetiefe [m uGOK]	Verhältnis T/U/S/G [%]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [EN ISO 14 688-1]	Bodengruppe [DIN 18 196]
BS 2	1,70 – 2,50	21,4/72,5/3,7/2,5	U, t	clSi	UL

Aus dieser Korngrößenverteilung lässt sich für den Löß eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f \approx 10^{-9}$ m/s ableiten.

Im weiteren Verlauf folgen

Sande und Kiese (Schicht 4)

*mit stark schluffigen und tonigen Bestandteilen
in mitteldichter Lagerung.*

Die Sande und Kiese sind hellgrau bis grau gefärbt. Die Mächtigkeit dieser Schicht wurde in auf kürzester Distanz stark abfallend aufgenommen. Die Mächtigkeit liegt dabei im Bereich der Bohrung BS 1 bei 0,20 m und im Bereich der Bohrung BS 2 bei 1,00 m.

Aufgrund des hohen Feinkornanteils innerhalb der Sande und Kiese wurde die Korngrößenverteilung über eine kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse wie folgt bestimmt:

Tabelle 4: Korngrößenverteilung Sande und Kiese (Schicht 4)

Aufschluss	Entnahmetiefe [m uGOK]	Verhältnis T/U/S/G [%]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [EN ISO 14 688-1]	Bodengruppe [DIN 18 196]
BS 2	2,50 – 3,50	4,9/31,0/31,9/32,2	G, u*, fs', ms', gs'	fsa'msi'csa'msa'csiGr	SU*

Aus dieser Korngrößenverteilung lässt sich für die Sande und Kiese rechnerisch eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f \approx 10^{-7}$ m/s ableiten.

Im Liegenden dieses Horizontes folgt

Geschiebelehm (Schicht 5)

*meist als ausgeprägt plastischer Ton
mit schluffigen und sandigen Bestandteilen
in steif-halbfester Konsistenz.*

Der Geschiebelehm ist olivbraun gefärbt. Bis zur Endteufe von 5,00 m uGOK wurde dieser in der genannten Bohrung nicht durchfahren.

An einer Probe wurde der natürliche Wassergehalt zu $w_n = 23,8 \%$ bestimmt. Die Korngrößenverteilung wurde an dieser Probe wie folgt ermittelt:

Tabelle 5: Korngrößenverteilung Geschiebelehm (Schicht 5)

Aufschluss	Entnahmetiefe [m uGOK]	Verhältnis T/U/S/G [%]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [EN ISO 14 688-1]	Boden- gruppe [DIN 18 196]
BS 2	3,50 – 5,00	48,1/28,9/22,2/0,7	T, u, fs', ms'	msi'msa'fsa'fsi'csi'Cl	TA

Aus den Korngrößenverteilungen lässt sich für den Geschiebelehm rechnerisch eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f \leq 10^{-10}$ m/s ermitteln.

Vorhaben 2

Im Bereich der Bohrung BS 4 des Vorhaben 2 steht oberflächennah zunächst

Mutterboden (Schicht 1a)

in weicher Konsistenz

an, welcher ab etwa 0,50 m uGOK in

Reste des Oberbodens (Schicht 1b)

in weicher (lokal steifer) Konsistenz

übergeht. Diese Böden sind dunkelbraun bis dunkelgrau braun gefärbt. Die Gesamtmächtigkeit wurde zu rd. 2,80 m aufgenommen.

Nachfolgend wurde ein sehr geringmächtiger Horizont aus

Sanden (Schicht 4)

in mitteldichter Lagerung

erbohrt, welcher hellgrau bis grau gefärbt ist. Die Mächtigkeit wurde zu rd. 0,20 m festgehalten.

Ab etwa 3,00 m uGOK folgt bis zur Endteufe von 5,00 m uGOK

Geschiebelehm (Schicht 5)

in steifer Konsistenz.

3.6 Grundwasser

Grundwasser wurde im Rahmen der Baugrunderkundung in beiden Vorhaben wie folgt angetroffen:

Tabelle 6: Grundwasserstände

Aufschluss	Grundwasseranschnitt		Ruhewasserstand	
	m uGOK	mNHN	m uGOK	mNHN
Vorhaben 1				
BS 1	2,80	186,80	0,49	189,11
BS 2	2,50	187,09	0,75	188,84
Wsp. Teich	--	--	--	189,15
Vorhaben 2				
BS 4	2,80	190,67	1,62	191,85

Bei den festgestellten Wasserständen handelt es sich um Schichtenwasser, welches sich großflächig innerhalb der Sande und Kiese ausgebildet hat. Diese stellen infolge ihres hohen Feinkornanteils einen brauchbaren Schichtenwasserleiter mit mäßiger Ergiebigkeit dar.

Grundwasserstände unterliegen regelmäßigen jahreszeitlichen und langjährigen klimatischen Schwankungen, welche jedoch nur sehr schwer quantifizierbar sind. Längerfristig beobachtete Grundwassermessstellen (GWMS) sind im näheren Umfeld des Untersuchungsbereiches nicht bekannt.

Die Ermittlung eines möglichen Bemessungswasserstandes kann somit nur auf Grundlage der räumlichen Eingliederung des Untersuchungsgebietes sowie der Beurteilung der anstehenden Baugrundsichtung erfolgen.

Der Untersuchungsbereich liegt im Harzvorland auf einer Anhöhe. Nach einer Kurzrecherche in [4] wird ein Grundwasseranschnitt in deutlich tieferen Ebenen erwartet. Die Ergebnisse der Baugrunderkundung zeigen jedoch, dass sich in grobkörnigeren Bereichen (hier Schicht 4) jedoch bereits Schichtenwasser ausgebildet hat. Genauere Angaben zum Volumen dieses Horizontes oder eines möglichen Ablaufs sind unbekannt.

Ruhewasserstände haben sich im Vorhaben 1 oberflächennah bei rd. 0,49 bis 0,75 m uGOK (entspricht 189,11 bis 188,84 mNHN) eingepegelt. Derartige Ruhewasserstände liegen im Bereich des Wasserspiegels des Teiches (rd. 189,15 mNHN), sodass von einem direkten Einfluss des Teiches auf die Schichtenwasserstände auszugehen ist.

Unter Berücksichtigung eines geringen Sicherheitszuschlags von 0,20 m wird auf Grundlage der gemessenen Ruhewasserstände ein möglicher Bemessungswasserstand im Vorhaben 1 zu

$$\text{GW}_{\text{Bem, Vorhaben 1}} \approx 189,11 \text{ mNHN} + 0,20 \text{ m} \approx 189,31 \text{ mNHN}$$

prognostiziert.

Im Vorhaben 2 steht Schichtenwasser ebenfalls gespannt innerhalb der Sande und Kiese an. Ruhewasserstände wurden jedoch deutlich tiefer bei rd. 1,62 m uGOK ermittelt. Da in diesem Bereich keiner Unklarheit über eine mögliche Wasserspeisung, Volumen und Abfluss des Schichtenwassers herrscht, wird zur Bestimmung eines möglichen Bemessungswasserstandes in diesem Bereich ein Sicherheitsaufschlag von 0,50 m auf die derzeitigen Ruhewasserstände aufgeschlagen. Für das Vorhaben 2 würde sich somit ein Bemessungswasserstand zu

$$\text{GW}_{\text{Bem, Vorhaben 2}} \approx 191,85 \text{ mNHN} + 0,50 \text{ m} \approx 192,35 \text{ mNHN}$$

ergeben. Derartige Bemessungswasserstände würde sich aufgrund der feinkörnigen Böden sodann als gespanntes Grundwasser mit entsprechenden hydrostatischen Druckhöhen ausbilden.

Es wird darauf verwiesen, dass sich in hydrogeologisch ungünstigen Zeiten (hohes Niederschlagsaufkommen, geringe Verdunstung) oberflächennah auf der OK feinkörnige Böden Staunässe ausbilden kann.

Weiterhin wird darauf verwiesen, dass die oberflächennah anstehenden feinkörnige Auffüllungen (Schicht 2), Reste des Oberbodens (Schicht 1b) und der Löß (Schicht 3) bereits sehr hohe natürliche Wassergehalte aufweisen und somit nahezu in einer wassergesättigten Form vorliegen. Bei Erdarbeiten (Ausheben von Gräben) kann daher bereits mit einem leichten Wasseraustritt aus den Böschungsanschnitten gerechnet werden.

3.7 Kennwerte

Die für die Baumaßnahme relevanten Böden werden nach der

DIN 18196	Erdbau, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 18300	Erdarbeiten, Allgemeine technische Vorschriften für Bauleistungen
DIN 1055, T2	Lastannahmen für Bauten, Bodenkenngößen
EAU 1996	Empfehlungen des Arbeitskreises Ufereinfassungen
ZTVE-StB 09	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
ATV A 127	Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen

sowie den durchgeführten Laboruntersuchungen wie folgt klassifiziert:

Schicht 1a/b

Bodengruppe nach DIN 18196

Bodenklasse nach DIN 18300

Bodengruppe nach ATV A 127

Frostempfindlichkeit

Wichte

Reibungswinkel

Kohäsion

Steifemodul

Durchlässigkeit

Mutterbodens / Reste des Oberbodens

OU	(organische Schluffe)
UL	(leicht plastische Schluffe)
1	(Oberboden)
G4	
F3	(stark frostempfindlich)
γ_k	= 17,0/7,0 kN/m ³
φ_k'	= 25,0°
c_k'	= 2,0 bis 5,0 kN/m ²
cal E_s	= 5,0 bis 8,0 MN/m ²
k_f	≈ 10 ⁻⁹ bis 10 ⁻¹⁰ m/s

Schicht 2

Bodengruppe nach DIN 18196

Bodenklasse nach DIN 18300

Bodengruppe nach ATV A 127

Frostempfindlichkeit

Wichte

Reibungswinkel

Kohäsion

Steifemodul

Durchlässigkeit

fein- bis gemischtkörnige Auffüllungen

[UL]	(leicht plastische Schluffe, aufgefüllt)
[SU*/GU*]	(schluffige Sande / Kiese, aufgefüllt)
4	(mittelschwer lösbar)
G3/4	
F3	(stark frostempfindlich)
γ_k	= 18,0/10,0 kN/m ³
φ_k'	= 27,0 bis 30,0° *1
c_k'	= 0,0 bis 2,0 kN/m ²
cal E_s	= 8,0 bis 15,0 MN/m ²
k_f	≈ 10 ⁻⁷ bis 10 ⁻⁸ m/s

*1) Abhängig von Kornverteilung

Schicht 3

Bodengruppe nach DIN 18196
 Bodenklasse nach DIN 18300
 Bodengruppe nach ATV A 127
 Frostempfindlichkeit
 Wichte
 Reibungswinkel
 Kohäsion
 Steifemodul
 Durchlässigkeit

Löß

UL (leicht plastische Schluffe)
 4 (mittelschwer lösbar)
 G4
 F3 (stark frostempfindlich)
 γ_k = 18,0/9,0 kN/m³
 φ_k' = 27,0°
 c_k' = 2,0 bis 4,0 kN/m²
 cal E_s = 5,0 bis 10,0 MN/m²
 k_f $\approx$ 10⁻⁹ m/s

Schicht 4

Bodengruppe nach DIN 18196

 Bodenklasse nach DIN 18300
 Bodengruppe nach ATV A 127
 Frostempfindlichkeit
 Wichte
 Reibungswinkel
 Kohäsion
 Steifemodul
 Durchlässigkeit

Sande und Kiese

SU* (schluffige Sande)
 GU* (enggestufte Sande)
 4 (mittelschwer lösbar)
 G3
 F3 (stark frostempfindlich)
 γ_k = 17,0/10,0 kN/m³
 φ_k' = 33,0°
 c_k' = 0,0 bis 2,0 kN/m²
 cal E_s = 20,0 bis 30,0 MN/m²
 k_f $\approx$ 10⁻⁷ m/s

Schicht 5

Bodengruppe nach DIN 18196
 untergeordnet:
 Bodenklasse nach DIN 18300
 Bodengruppe nach ATV A 127
 Frostempfindlichkeit
 Wichte
 Reibungswinkel
 Kohäsion
 Steifemodul
 Durchlässigkeit

Geschiebelehm

TA (ausgeprägt plastische Tone)
 TM (mittelplastische Tone)
 5 (schwer lösbar)
 G4
 F3 (stark frostempfindlich)
 γ_k = 20,0/10,0 kN/m³
 φ_k' = 22,5°
 c_k' = 15,0 bis 25,0 kN/m²
 cal E_s = 20,0 bis 25,0 MN/m²
 k_f $\leq$ 10⁻¹⁰ m/s

3.8 Homogenbereiche

Gemäß der VOB C, Ergänzungsband 2019 sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Derartige Homogenbereiche sind für alle maßgebenden Bauverfahren zu definieren. Im vorliegenden Fall können Erdarbeiten nach DIN 18300 ausgeführt werden.

Mit der Einteilung dieser Homogenbereiche entfallen dann z.B. die Angaben von Boden- bzw. Felsklassen gemäß DIN 18300:2012-09. Für abweichende Bautechnologien und -verfahren sind ergänzende Einteilungen in entsprechende Homogenbereiche erforderlich. Diese sind mit dem geotechnischen Sachverständigen abzustimmen.

Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09

Zur Festlegung von Homogenbereichen ist zwingend die Kenntnis der geplanten Bautechnologie sowie -geräte erforderlich. Diese liegt derzeit nicht vor. Zur vorläufigen Festlegung von Homogenbereichen wird daher die Verwendung von leichten Baggern unterstellt. Mit dieser Annahme können folgende Homogenbereiche gemäß DIN 18300:2019-09 eingeteilt werden

Tabelle 7: Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09, Lösen, Boden

Eigenschaft / Kennwerte	Normen	Homogenbereich		
		HB-E-1	HB-E-2	HB-E-3
Schicht		1b; 2; 3	4	5
Benennung		Reste Oberboden; fein- /gemischtkörnige Auffüllungen; Löß	Sande und Kiese	Geschiebe- lehm
Massenanteile				
Steine [%]	DIN EN ISO 17892-4	< 5	< 5	< 8
Blöcke [%]		< 3	< 3	< 6
große Blöcke [%]		< 1	< 1	< 3
Feuchtdichte [g/cm³]	DIN 18125-2	1,9 bis 2,1	1,8 bis 2,0	2,0 bis 2,3
undräßierte Scher- festigkeit [kN/m²]	DIN EN ISO 17892-7	0,0 bis 50,0	0,0	75,0 bis 250,0

Eigenschaft / Kennwerte	Normen	Homogenbereich		
		HB-E-1	HB-E-2	HB-E-3
Schicht		1b; 2; 3	4	5
Benennung		Reste Ober-boden; fein- /gemischtkörnige Auffüllungen; Löß	Sande und Kiese	Geschiebe- lehm
Wassergehalt [%]	DIN EN ISO 17892-1	bis 33,0	bis 12,0	bis 24,0
Plastizitätszahl [%]	DIN EN ISO 17892-12	<i>bis 12,0</i>	--	<i>25,0 bis 50,0</i>
Konsistenzzahl [-]	DIN EN ISO 17892-12	<i>0,55 bis 0,75</i>	--	<i>> 0,8</i>
Bezogene Lagerungsdichte [-]	DIN 18126	<i>0,15 bis 0,30</i>	<i>0,30 bis 0,50</i>	--
Organischer Anteil [%]	DIN 18128	< 6	< 3	< 4
Bodengruppe	DIN 18196	[UL/SU*/GU*]; UL	SU*/GU*	TA; TM

kursiv

Erfahrungswerte

4 Umwelttechnische Untersuchungen

4.1 Bildung der Mischproben

Im Zuge der Bauvorhaben 1 fällt Aushub aus den oberflächennahen Bereichen der Auffüllungen (Schicht 2) und der Reste des Oberbodens (Schicht 1b) an. Hier wurden je Horizont Mischproben gebildet und zur gesicherten Einschätzung von erforderlichen Verwertungen oder Entsorgungen umweltanalytisch untersucht.

Im Bereich des Vorhaben 2 wurde eine Mischprobe aus dem möglichen Aushubbereich bis etwa 3,00 m uGOK zusammengestellt und umweltanalytisch untersucht.

Die untersuchten Proben/Mischproben wurde aus nachfolgend genannten Einzelproben zusammengestellt:

Tabelle 8: Bildung der Mischproben

Vorhaben	Probe	Aufschluss	Tiefe [m uGOK]	Schicht
Vorhaben 1	MP 4.1 (Auffüllungen)	BS 1	0,08 – 0,90	2
		BS 2	0,17 – 0,30	
		BS 2	0,30 – 1,70	
Vorhaben 1	MP 4.2 (Reste des Oberbodens)	BS 1	0,90 – 2,00	1b
Vorhaben 2	MP 4.3 (Aushub)	BS 4	0,50 – 0,80	1b
		BS 4	0,80 – 2,80	1b
		BS 4	2,80 – 3,00	4

4.2 Ergebnisse MP 4.1

In der untersuchten Mischprobe MP 4.1 (Auffüllungen – Vorhaben 1) wurden mineralische Fremdbestandteile zu < 10 Vol.-% festgestellt. Dementsprechend sind die Auffüllungen zunächst als Boden nach [5] einzustufen. Es wurden Untersuchungen gemäß [5], Tabellen II. 1.2-4/-5 ausgeführt.

Im Ergebnis der Untersuchungen wurden keine bodenchemischen Auffälligkeiten festgestellt, sodass die untersuchte Mischprobe dem Zuordnungswert Z 0 gemäß [5] zuzuordnen ist. Eine Verwertung im Sinne von [5] ist damit möglich.

4.3 Ergebnisse MP 4.2

Die untersuchte Mischprobe MP 4.2 (Reste des Oberbodens – Vorhaben 1) wurde gemäß [5] als Boden eingestuft. Demnach wurden Untersuchungen gemäß [5], Tabellen II. 1.2-4/-5 ausgeführt.

Folgende, die Zuordnungswerte nach [5] maßgebend beeinflussende Auffälligkeiten, wurden bei der Mischprobe MP 4.2 festgestellt:

- Überschreitung des Zuordnungswertes Z 1 für den Parameter TOC im Feststoff

Im Ergebnis ist die untersuchte Mischprobe dem Zuordnungswert Z 2 gemäß [5] zuzuordnen. Eine Verwertung im Sinne von [5] ist damit möglich.

4.4 Ergebnisse MP 4.3

Die untersuchte Mischprobe MP 4.3 (Aushub – Vorhaben 2) wurde gemäß [5] als Boden eingestuft. Demnach wurden Untersuchungen gemäß [5], Tabellen II. 1.2-4/-5 ausgeführt.

Folgende, die Zuordnungswerte nach [5] maßgebend beeinflussende Auffälligkeiten, wurden bei der Mischprobe MP 4.3 festgestellt:

- Überschreitung des Zuordnungswertes Z 1.1 für den Parameter Arsen im Eluat

Im Ergebnis ist die untersuchte Mischprobe dem Zuordnungswert Z 1.2 gemäß [5] zuzuordnen. Eine Verwertung im Sinne von [5] ist damit möglich.

4.5 Verwertung von Aushub

Im Zuge der Baumaßnahme anfallender Aushub ist entsprechend der festgestellten Belastungen zu verwerten oder zu entsorgen. Hierfür ist mit folgenden Kosten zu rechnen:

- **Boden/Bauschutt der Belastungsklasse Z 0** **10,00 bis 18,00 EUR/to**
 - **Boden/Bauschutt der Belastungsklasse Z 1.1/1.2** **18,00 bis 20,00 EUR/to**
 - **Boden/Bauschutt der Belastungsklasse Z 2** **20,00 bis 25,00 EUR/to**
 - Boden/Bauschutt der Belastungsklasse > Z 2, DK 0/I 25,00 bis 30,00 EUR/to
 - Boden/Bauschutt der Belastungsklasse > Z 2, DK II > 70,00 EUR/to
- (in Abhängigkeit von der Belastung)

Die angegebenen Preise beinhalten das Übernehmen der Böden auf der Baustelle und die fachgerechte Verwertung bzw. Entsorgung. Aufgrund dieser Preise kann durch den Planer eine überschlägige Kostenermittlung für die Verwertung/Entsorgung erfolgen.

Es wird darauf verwiesen, dass es sich bei den ausgeführten umweltanalytischen Untersuchungen um orientierende Untersuchungen auf Grundlage punktueller Erkundungsergebnisse handelt. Für den Nachweis zur Entsorgung von Aushubmaterial sind entsprechende Haufwerksbeprobungen im Zuge der Baumaßnahme erforderlich.

5 Grundbautechnische Bewertung

5.1 Vorhaben 1 – Parkstraße / Dorfstraße

In der Parkstraße / Dorfstraße in Heteborn ist der Ersatzneubau eines Durchlasses sowie der Ausbau eines Flutgrabens vorgesehen.

Der Durchlass soll als Rahmendurchlass aus Betonfertigteilen mit Außenabmessungen von $a \times b \approx 1,20 \times 1,56 \text{ m}$ bei Wandstärken von $0,20 \text{ m}$ errichtet werden.

Für den Ausbau des Flutgrabens werden derzeit zwei Varianten wie folgt betrachtet:

- Variante 1 – Ausbau mittels Betonfertigteile im U-Profil
- Variante 2 – Grabenverbreiterung und Sicherung mittels Faschinen

In der den nachfolgenden Abbildungen sind die Ausbauvarianten schematisch dargestellt.

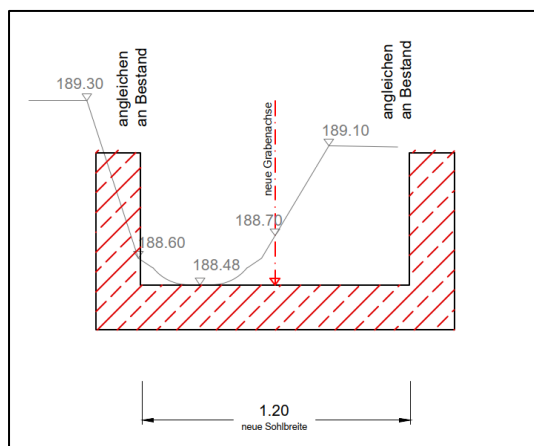


Abbildung 3: Variante 1, Auszug aus [7]

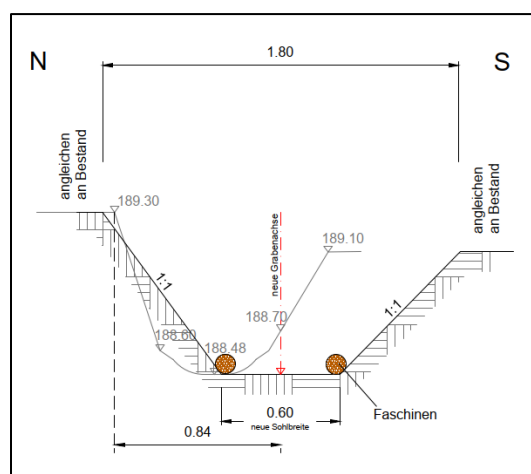


Abbildung 4: Variante 2, Auszug aus [7]

5.1.1 Durchlassbauwerk

5.1.1.1 Gründungskonzept

Der geplante Durchlass soll als Rahmenbauwerk aus Betonfertigteilen errichtet werden. Entsprechend der Unterlage [7] liegt die UK Sohle Durchlass bei rd. 188,88 mNHN und damit im Bereich der feinkörnigen Auffüllungen (Schicht 2) bzw. der Reste des Oberbodens (Schicht 1b).

Die Gründung des Durchlasses muss jedoch frostsicher bei mindestens 0,80 m unter der Sohle des Flutgrabens bzw. der Sohle des Teiches erfolgen, welches über ein entsprechendes Polster ausgeführt werden kann. Die Sohle Flutgraben bzw. Sohle Teich (im Anschlussbereich Durchlass) liegen etwa bei 188,70 mNHN. Die Gründungssohle sollte daher bei mindestens 188,10 mNHN liegen.

In diesem Bereich stehen Böden der Schicht 1b (Reste des Oberbodens) und 2 (Auffüllungen) ggfs. 3 (Löß) in weichen (bis weich-steifen) Konsistenzen an. Derartige Böden sind somit als stark kompressibel anzusehen. Innerhalb dieser Schichten können demnach höhere Setzungen erwartet werden.

Nachfolgend stehen Sande und Kiese (Schicht 4) an, welche nach DIN 18196 einen guten Baugrund zum Lastabtrag darstellen. Innerhalb dieser Schicht werden nur geringe Setzungen erwartet.

Der sich anschließende Geschiebelehm (Schicht 5) stellt einen mäßig brauchbaren Baugrund dar. Da diese Böden jedoch in einer steif-halbfesten Konsistenz vorliegen, kann bereits von entsprechenden Vorkonsolidierungen ausgegangen werden. Es werden dennoch lastabhängig Setzungen auftreten, welche dann über einen längeren Zeitraum verlaufen können.

Aus geotechnischer Sicht wird daher nachfolgendes Gründungskonzept empfohlen.

- Abschotten des vorhandene Durchlasses für den vollständigen Rückbau
Überschusswasser aus dem Teich ist ggfs. um das Baufeld umzuleiten bzw. umzupumpen
- Rückbau des Bestandsdurchlass
- Herstellung von Baugruben zur frostsicheren Gründung des neuen Durchlasses bis etwa 188,10 mNHN (entspricht etwa 1,50 m uGOK), nachfolgend Einbau des Gründungspolsters mit einer Mächtigkeit von $d \geq 0,80$ m, Hinweise zum Aufbau des Polsters können dem Abschnitt 5.1.3 entnommen werden

- nachfolgend Herstellen des Durchlasses

Hinweis: Da im Erdplanum weiche bindige Böden anstehen, kann sich die Notwendigkeit des Einbaus eines Trennvlieses zwischen Erdplanum und Polster ergeben. Dieses würde das „Vermischen/Einsinken“ des Polstermaterials in den weichen Baugrund verhindern.

5.1.1.2 Vorbemessung

Die mögliche Flachgründung wurde grundbautechnisch bemessen. Hierzu wurden Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4019 bzw. DIN 4017 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Anlage 5 in Form von Fundamentdiagrammen beigelegt. Diese enthalten die zulässigen Bodenpressungen für Fundamente unterschiedlicher Breite sowie die aus der jeweiligen Belastung resultierende Setzung.

Unterhalb des Durchlasses ist zur frostsicheren Gründung ein Polster mit $d \geq 0,80$ m aufzubauen. Für dieses Polster werden zunächst folgende Bodenkennwerte angesetzt:

Schicht 6	Polster	
Wichte	γ_k	= 18,0/10,0 kN/m ³
Reibungswinkel	φ_k'	= 32,5°
Kohäsion	c_k'	= 0,0 kN/m ²
Steifemodul	cal E_s	= 40,0 MN/m ²

Diese Kennwerte bzw. der Nachweis dieser Kennwerte sind sodann als Anforderung in die weitere Planung zu übernehmen.

Es wurden Berechnungen für Streifenfundamente aufgestellt. Nach den Ergebnissen (siehe Anlage 5) können bei einer Gründung auf einem Streifenfundamenten mit einer Breite von $b = 1,60$ m Sohldrücke als Bemessungswert von $\sigma_{R,d} \approx 160$ kN/m² bei Setzungen von $s \approx 2,0$ cm zugelassen werden. Im zu erwartenden Lastbereich von $\sigma_{E,k} \approx 50$ kN/m² können Setzungen von $s \approx 0,8$ cm auftreten.

Die Bemessungswerte sind im Fundamentdiagramm auf der linken Y-Achse dargestellt. Zur Ermittlung von zulässigen Sohldrücken $\sigma_{E,k}$ sind Angaben zum Anteil veränderlicher Lasten erforderlich. Diese wurden zunächst überschlägig zu 50 % angesetzt. Die sich sodann ergebenden zulässigen Sohldrücke $\sigma_{E,k}$ sind im Fundamentdiagramm auf der rechten Y-Achse dargestellt. Für das genannte Streifenfundament mit $b = 1,60$ m ergibt sich z.B. folgendes:

- Bemessungswert $\sigma_{R,d} \approx 160 \text{ kN/m}^2$
- zulässiger Sohldruck $\sigma_{E,k} \approx 112 \text{ kN/m}^2$

Mit den vorliegenden Angaben kann durch den Tragwerksplaner eine Bemessung der Gründungen erfolgen.

5.1.2 Ausbau Flutgraben

Zum Ausbau des Flutgrabens werden 2 Varianten (siehe Abschnitt 5.1) in Betracht gezogen, welche nachfolgend aus geotechnischer Sicht bewertet werden.

5.1.2.1 Variante 1 – Ausbau mittels Betonfertigteile im U-Profil

Gründung

Für die Variante 1 ist der Ausbau des Flutgrabens über Betonfertigteile als U-Profil vorgesehen. Die vorhandene Grabentiefe soll beibehalten werden, sodass die Sohle der Betonfertigteile dieser Höhe gleichgesetzt wird.

Die Betonfertigteile weisen eine Stärke von $d = 0,20$ m auf. Die Gründungs-/Absetzebene würde somit im Bereich der Reste des Oberbodens (Schicht 1b) liegen. Die Tragfähigkeit dieser Böden ist als sehr gering einzustufen, sodass unterhalb der Betonfertigteile ein Polster mit einer Mächtigkeit von $d \geq 0,50$ m anzusetzen ist. Weitere Hinweise zum Aufbau des Polsters können dem Abschnitt 5.1.3 entnommen werden.

Hinweis: Da im Erdplanum weiche bindige Böden anstehen, kann sich die Notwendigkeit des Einbaus eines Trennvlieses zwischen Erdplanum und Polster ergeben. Dieses würde das „Vermischen/Einsinken“ des Polstermaterials in den weichen Baugrund verhindern.

Setzungsberechnung

Auf entsprechende Setzungsberechnungen kann verzichtet werden, da infolge der geringen Lasten aus dem Bauteil deutlich geringe Setzungen als z.B. für den Durchlass (Abschnitt 5.1.1.2) auftreten werden.

5.1.2.2 Variante 2 – Grabenverbreiterung und Sicherung mittels Faschinen

Bei der Variante 2 ist eine Verbreiterung der Grabensohle auf 0,60 m vorgesehen. Die vorhandene Grabentiefe bleibt bestehen. Böschungsneigungen sind im Verhältnis 1:1 geplant und flachen somit leicht gegenüber dem Bestand ab. Zur Böschungssicherung sind im Übergang Sohle - Böschung Faschinen vorgesehen, welche Erosionserscheinungen bzw. Böschungsbrüche abwehren sollen.

Entsprechend der vorhandenen Unterlage [7] ergeben sich Grabenbreiten am Kopf von rd. 1,80 m.

Die auszuführenden Erdarbeiten sind so zu planen und auszuführen, dass die Standsicherheit der Böschungen gewährleistet ist. Dies betrifft insbesondere die Bauzustände während der Aushubarbeiten. Hierzu sind Nachweise gegen Böschungsbruch aufzustellen. Erfahrungsgemäß ist die Standsicherheit von Böschungen mit Neigungen von 1:1 insbesondere bei der Berücksichtigung von Verkehrslasten nur schwer nachweisbar, sodass für den Grabenausbau aus geotechnischer Sicht zunächst die Variante 1 als Vorzugsvariante einzustufen ist.

5.1.3 Maßnahmen

Baugruben

Bei der Herstellung von Baugruben sind zwingend die Regelungen der DIN 4124 zu beachten. Hierbei können Baugruben bis zu einer Tiefe von 1,25 m uGOK senkrecht ohne weitere Sicherung hergestellt werden, wenn die angrenzende Oberfläche

- bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden nicht steiler als 1:10;
- bei mindestens steifen bindigen Böden nicht steiler als 1:2

ansteigt und

- ein ausreichend breiter Lastfreier Streifen ($d \geq 0,60$ m),
- Grundwasserfreiheit über das gesamte Grabenprofil sowie
- vorhandene Gebäude, Leitungen, andere bauliche Anlagen oder Verkehrsflächen nicht gefährdet werden.

Bei Baugrubentiefen $> 1,25$ m richtet sich der Böschungswinkel nach den bodenmechanischen Eigenschaften und den äußeren Einflüssen auf die Böschung.

Ohne Nachweis der Standsicherheit dürfen folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

- $\beta = 45^\circ$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden
- $\beta = 60^\circ$ bei mindestens steifen bindigen Böden
- $\beta = 80^\circ$ bei Fels

Zur Herstellung des Durchlasses werden Baugruben bis in Tiefen von rd. 1,50 m erforderlich. Bis in diesen Tiefenbereich stehen feinkörnige Böden in weicher Konsistenz an. Aus diesen Angaben ergibt sich, u.a. unter Berücksichtigung von Arbeitsräumen, eine Baugrubenbreite am Kopf von rd. 5,50 m. Zur Minimierung des Erdaushub kann alternativ eine Sicherung mittels Trägerbohlwandverbau erfolgen.

Aushubbedingte Auflockerungen in der Baugrubensohle sind zu beseitigen. Werden in der Aushubsohle Aufweichungen bzw. Vernässungen festgestellt, sind diese auszusetzen.

Eine Abnahme der Aushubsohle sowie der Gründungssohle durch einen geotechnischen Sachverständigen wird empfohlen.

Wasserhaltung

Der Durchlass ist vom angrenzenden Teich abzuschotten. Anfallendes Überschusswasser aus dem Teich ist um das Baufeld zu führen bzw. umzupumpen. Der Einlauf kann in entsprechender Entfernung zum Baufeld in den Flutgraben erfolgen.

Schichtenwasser wurde innerhalb der Sande und Kiese (Schicht 4) angeschnitten. Infolge der aktuellen Höhenangaben würde sich derzeit keine Beeinflussung der Baumaßnahme ergeben. Anfallendes Oberflächenwasser kann über eine fachgerecht betriebene offene Wasserhaltung gefasst und abgeleitet werden.

Gründungspolster

Zur Herstellung einer frostsicheren Gründung wurde der Aufbau eines Gründungspolster empfohlen. Dieses Gründungspolster kann wie folgt aufgebaut werden (von oben nach unten):

- Tragschicht, Brechkorngemisch B 2, Körnung 0/45
oder gleichwertiges Recyclingmaterial
Tragfähigkeit auf OK Tragschicht $E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ Dicke $\geq 20 \text{ cm}$
- frostsicherer Füllboden 1 mit einer
weitgestuften Korngrößenverteilung
Tragfähigkeit auf OK Füllboden $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ Dicke nach Erfordernis

Das Gründungspolster ist lagenweise verdichtet aufzubauen. Die Mächtigkeit einer Lage sollte dabei $d \leq 0,30 \text{ m}$ nicht überschreiten.

Verwertung von Bodenaushub

Aushub aus feinkörnigen weichen Böden der Schicht 1b (Reste des Oberbodens), der Schicht 2 (feinkörnige Auffüllungen) und ggfs. der Schicht 3 (Löß) sind aufgrund ihrer Korngrößenverteilungen sowie der festgestellten Konsistenzen im Zuge der Baumaßnahme nicht wiederzuverwerten.

5.2 Vorhaben 2 – Heteborner Hakelstraße

Allgemeines

Im Untersuchungsbereich ist die Errichtung eines Unterflurlöschwassertanks geplant. Die geplante Gründungsebene liegt entsprechend der Unterlage [8] bei rd. 3,70 m uGOK.

Entsprechend der Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen wurde im Untersuchungsbereich in dieser Tiefenlage ausschließlich Geschiebelehm aus mittel bis ausgeprägt plastischen Tonen in steifer Konsistenz erkundet. Zur Errichtung des Behälters sollte daher der Einbau einer Bettungsschicht ($d \geq 0,30 \text{ m}$) berücksichtigt werden.

Baugruben

Zur Herstellung des Behälters sind zunächst Baugruben bis 3,70 m uGOK herzustellen. Unter Berücksichtigung des Einbaus einer entsprechenden Bettungsschichten können sich diese Baugrubentiefen bis auf rd. 4,00 m uGOK erhöhen.

Bei der Herstellung von Gräben sind zwingend die Regelungen der DIN 4124 zu beachten. Hierbei können Baugruben bis zu einer Tiefe von 1,25 m uGOK senkrecht ohne weitere Sicherung hergestellt werden, wenn die angrenzende Oberfläche

- bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden nicht steiler als 1:10;
- bei mindestens steifen bindigen Böden nicht steiler als 1:2

ansteigt und

- ein ausreichend breiter Lastfreier Streifen ($d \geq 0,60$ m),
- Grundwasserfreiheit über das gesamte Grabenprofil sowie
- vorhandene Gebäude, Leitungen, andere bauliche Anlagen oder Verkehrsflächen nicht gefährdet werden.

Bei Baugrubentiefen $> 1,25$ m richtet sich der Böschungswinkel nach den bodenmechanischen Eigenschaften und den äußeren Einflüssen auf die Böschung.

Ohne Nachweis der Standsicherheit dürfen folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

- $\beta = 45^\circ$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden
- $\beta = 60^\circ$ bei mindestens steifen bindigen Böden
- $\beta = 80^\circ$ bei Fels

Somit können Baugruben im Planungsbereich geböscht mit Böschungswinkeln von max. 45° gesichert werden. Bedingung für den genannten Böschungswinkel ist ein ausreichend breiter lastfreier Streifen sowie Grundwasserfreiheit.

Alternativ kann die Baugrube infolge begrenzter Platzverhältnisse (Heteborner Hakelstraße im Süden) verbaut hergestellt werden. Empfohlen wird ein Trägerbohlwandverbau.

Wasserhaltung

Wasser wurde während der Erkundung im Bereich der Sande und Kiese (Schicht 4) als bereits gespanntes Schichtenwasser angetroffen. Ein möglicher Bemessungswasserstand wurde im Abschnitt 3.6 für diesen Bereich zu 192,35 mNHN (entspricht etwa 1,12 m uGOK). Dieser GW_{Bem} würde sich ebenfalls als gespanntes Grundwasser mit entsprechenden hydrostatischen Druckhöhen ausbilden.

Im Zuge der Herstellung der Baugruben wird der wasserführende Horizont angeschnitten. Dementsprechend ist mit einem Wasserzulauf in der Baugrube zu rechnen. Ob es zu einer zeitlichen Abnahme der zuströmenden Wassermenge („Ausbluten“) kommt, ist unklar. Weiterhin liegen keine Kenntnisse zur möglichen anfallenden Wassermenge vor.

Aus geotechnischer Sicht sind folgende Maßnahmen zur Wasserhaltung möglich:

- Herstellen eines wasserdichten Spundwandkastens
(kann ebenfalls als Baugrubensicherung genutzt werden)
- Einbau einer Drainageschicht ($d \geq 0,30 \text{ m}$) im Planumsbereich
in Kombination mit einer offenen Wasserhaltung (Pumpensumpf)

Planum und Tragfähigkeit

Das Erdplanum liegt innerhalb des Geschiebelehms (Schicht 5).

Aufgrund der vorhandenen steifen Konsistenzen dieser Böden und der infolge vorhandener Auflast aus Boden (Vorkonsolidierung) ist von ausreichenden Tragfähigkeiten im Bereich der Gründungssohle auszugehen.

Sollten Mindertragfähigkeiten in der Sohle festgestellt werden, so sind diese über einen zusätzlichen Bodenaustausch mit einer Mächtigkeit von $d \geq 0,20 \text{ m}$ zu beseitigen.

Verfüllung

Zur Verfüllung sind verdichtungsfähige steinfreie Böden der Bodengruppe G1/2/3 zu verwenden.

Aushubmaterial aus den Schichten 1b (Reste des Oberbodens), 3 (Löß) sowie 5 (Geschiebelehm) sind aufgrund ihrer Korngrößenverteilung sowie der nachgewiesenen Konsistenzen als nicht verdichtungsfähig anzusehen. Somit sollte auf entsprechendes Liefermaterial z.B. ein weitgestuftes Sand-Kiesgemisch zurückgegriffen werden.

Bei der Hinterfüllung sind in Abhängigkeit vom Verfüllmaterial Verdichtungsgrade von $D_{PR} \geq 98 \%$ nachzuweisen. Im Bereich der Zisterne sind Verdichtungsgrade von $D_{PR} \geq 97 \%$ ausreichend.

Grundbruch und Setzung

Aufgrund der hohen Einbindetiefe und geringen Auflast aus dem Behälter (Auflast Behälter $\leq$ Erdaushub) kann auf entsprechende Nachweise verzichtet werden. Setzungen werden nicht erwartet.

Auftriebssicherheit

Da der Behälter den vorhandenen Schichtenwasserleiter anschneidet, ist mit einer Umströmung des Behälters zurechnen. Dementsprechend ist bei Leerstand des Behälters in hydrogeologisch ungünstigen Zeiten von einem Aufschwimmen auszugehen. Der Behälter ist somit aus geotechnischer Sicht vor Auftrieb zu sichern.

Die Auftriebssicherung kann über eine ausreichend mächtige Überdeckung mit Boden ggfs. unter Erweiterung der Abdeckfläche mittels Geokunststoff oder Vlies erfolgen. Alternativ kann eine Rückverankerung des Behälters vorgesehen werden.

6 Zusammenfassung

Durch die GGU mbH wurde für die Baumaßnahme „Heteborn, Parkstr. – Ersatzneubau Durchlass und Ausbau Flutgraben; Heteborner Hakelstr. – Errichtung einer Löschwasserzisterne“ eine Baugrunduntersuchung durchgeführt. Hierbei wurden die anstehenden Böden durch Kleinrammbohrungen erkundet.

Im Untersuchungsbereich Parkstraße – Vorhaben 1 steht zunächst ein ungebundener Oberbau in Pflasterbauweise an, welcher von Auffüllungen unterlagert wird. Nachfolgend wurden Reste des Oberbodens und Löß auf einem Sand-Kies-Horizont erbohrt. Bis zur Endteufe von 5,00 m uGOK folgt Geschiebelehm. Im Bereich des Flutgrabens wurden bis 1,00 uGOK Mutterboden und Reste des Mutterbodens in weicher bis weich-steifer Konsistenz erbohrt.

Im Untersuchungsbereich der Heteborner Hakelstr. Wurde zunächst Mutterboden und Reste des Oberbodens bis etwa 2,80 m uGOK nachgewiesen. Hieran schließt sich ein sehr geringmächtiger Sandhorizont an, welcher bereits ab 3,00 m uGOK von Geschiebelehm unterlagert wird. Dieser wurde bis 3,00 m uGOK nicht durchfahren.

Grundwasser wurde für beide Vorhaben als Schichtenwasser innerhalb der Sande und Kiese festgestellt. Dieses liegt bereits als gespanntes Schichtenwasser an. Mögliche Bemessungswasserstände wurden für das Vorhaben 1 zu $\text{GW}_{\text{Bem}} \approx 189,31 \text{ mNHN}$ und für das Vorhaben 2 zu $\text{GW}_{\text{Bem}} \approx 192,35 \text{ mNHN}$ prognostiziert. Diese würden sich jedoch als gespanntes Schichtenwasser mit entsprechenden hydrostatischen Druckhöhen ausbilden. Oberflächen nah kann sich in beiden Vorhaben Staunässe infolge der anstehenden feinkörnigen Böden ausbilden.

Im Vorhaben 1 fällt Aushub aus den Auffüllungen und den Resten des Oberbodens an. An Mischproben aus diesen Horizonten wurden bodenchemische Untersuchungen gemäß [5] ausgeführt. Im Ergebnis wurden die Auffüllungen dem Zuordnungswert Z 0 und die Reste des Oberbodens dem Zuordnungswert Z 2 zugewiesen.

Im Bereich des Vorhabens 2 wurde eine Gesamtmischprobe aus dem Aushubbereich zusammengestellt und bodenchemisch untersucht. Im Ergebnis wurde diese Probe dem Zuordnungswert Z 1.2 gemäß [5] zugeordnet. Eine Verwertung im Sinne von [5] ist somit möglich.

Die anstehenden Böden wurden hinsichtlich ihrer Eignung für die Baumaßnahmen beurteilt. Es wurden Kennwerte angegeben und Hinweise für die weiteren Planungen und die Bauausführung erarbeitet.


Dipl.-Ing. B. Kröber


M. Eng. R. Slotta

Übersichtslageplan

Quelle: GoogleEarth
ohne Maßstab



Lageplan - Parkstr.

BS = Kleinrammbohrung gemäß DIN EIN ISO 22475-1

Quelle: GoogleEarth
ohne Maßstab



GGU
In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: 039 205 / 45 38 - 0

Heteborn
Parkstr. und Heteborner Hakelstr.
Geotechnischer Bericht

Bericht Nr. 6030.4 / 23

Anlage Nr. 1.3

Lageplan - Heteborner Hakelstr.

BS = Kleinrammbohrung gemäß DIN EIN ISO 22475-1

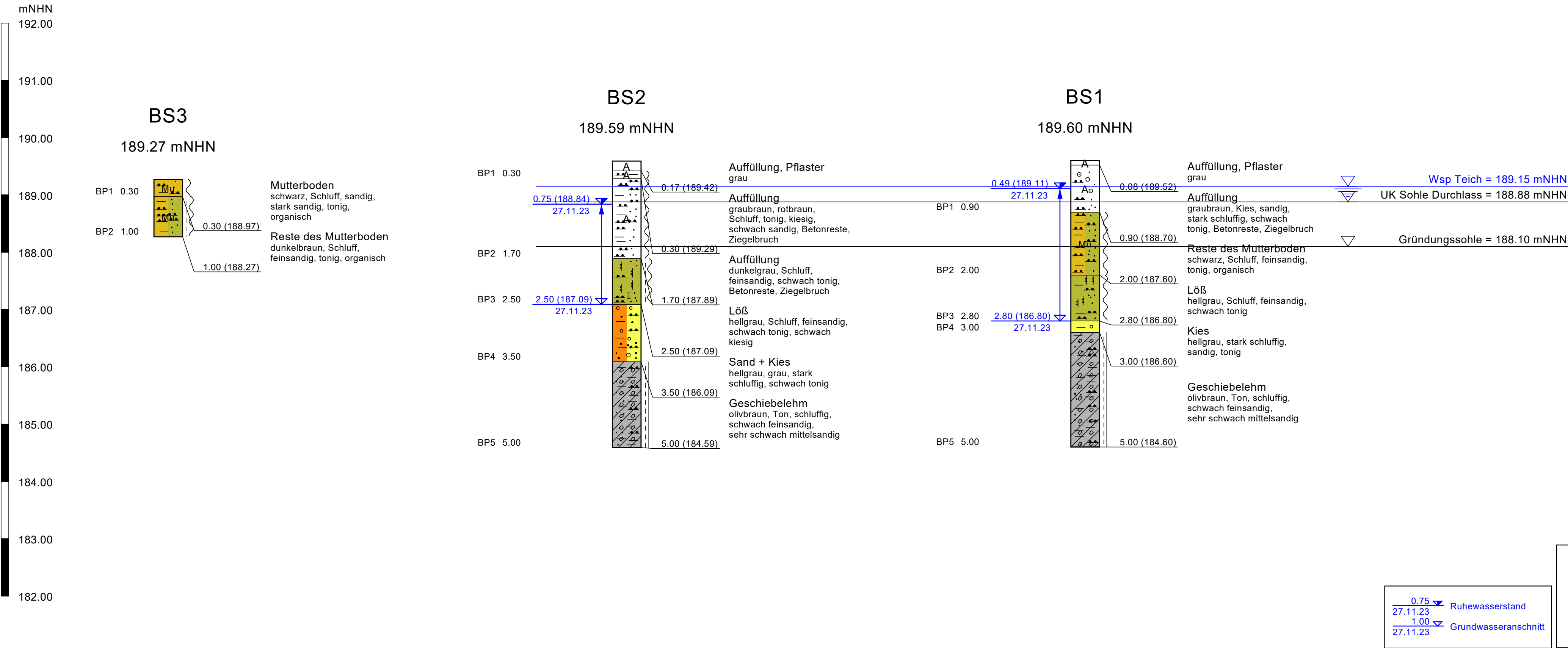
Quelle: GoogleEarth
ohne Maßstab



Baugrundschnitt - Parkstr.

BS = Kleinrammbohrung gemäß DIN EN ISO 22475-1

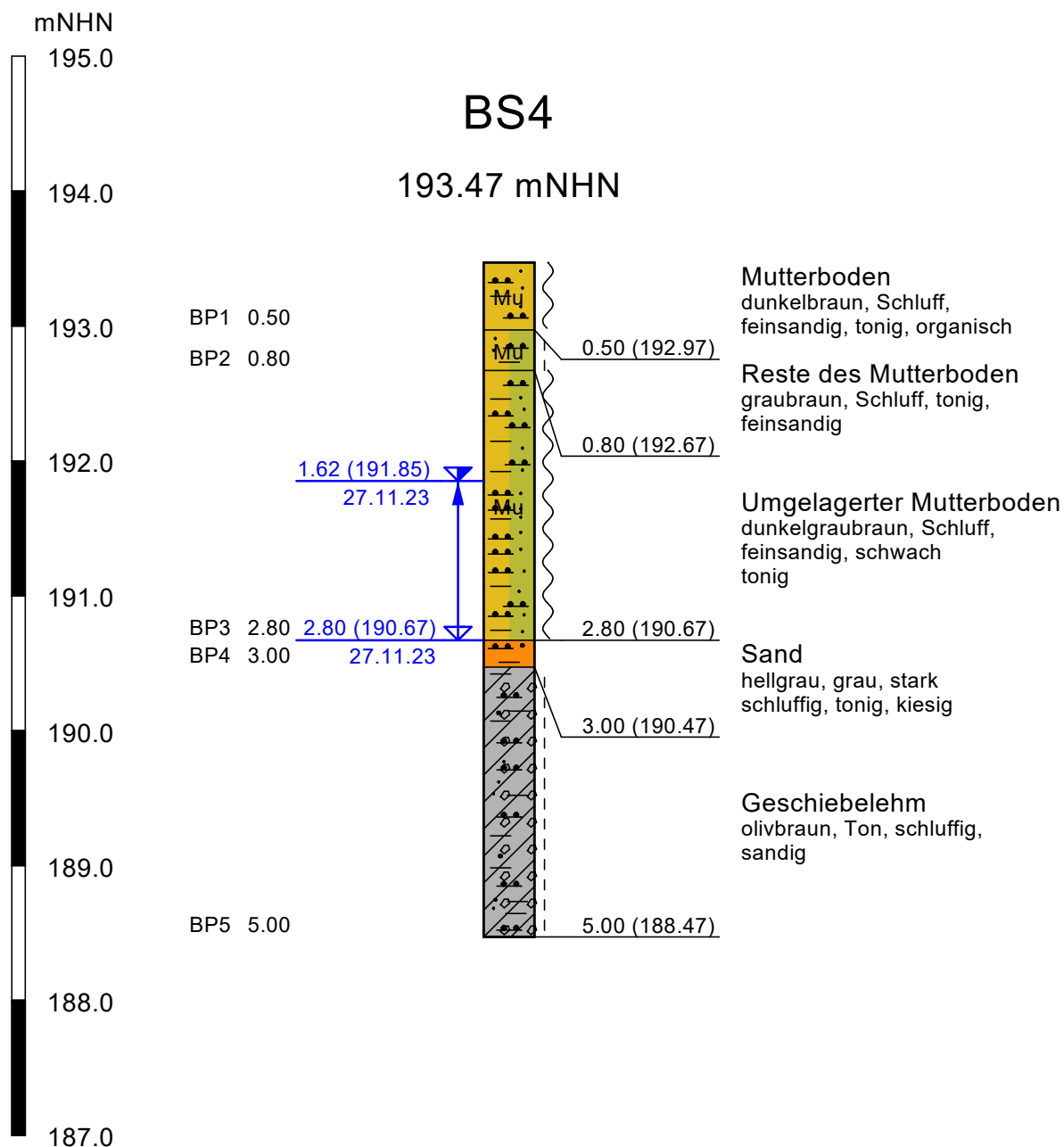
Maßstab d. H.: 1 : 50



Bodenprofil - Heteborner Hakelstr.

BS = Kleinrammbohrung gemäß DIN EN ISO 22475-1

Maßstab d. H. 1 : 50



1.62
27.11.23
2.80
27.11.23

Ruhewasserstand
Grundwasseranschnitt

Konsistenzen:

steif
weich

GGU

In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: 039 205 / 45 38 - 0

Bearbeiter: TK / RS

Datum: 08.12.2023

Körnungslinie

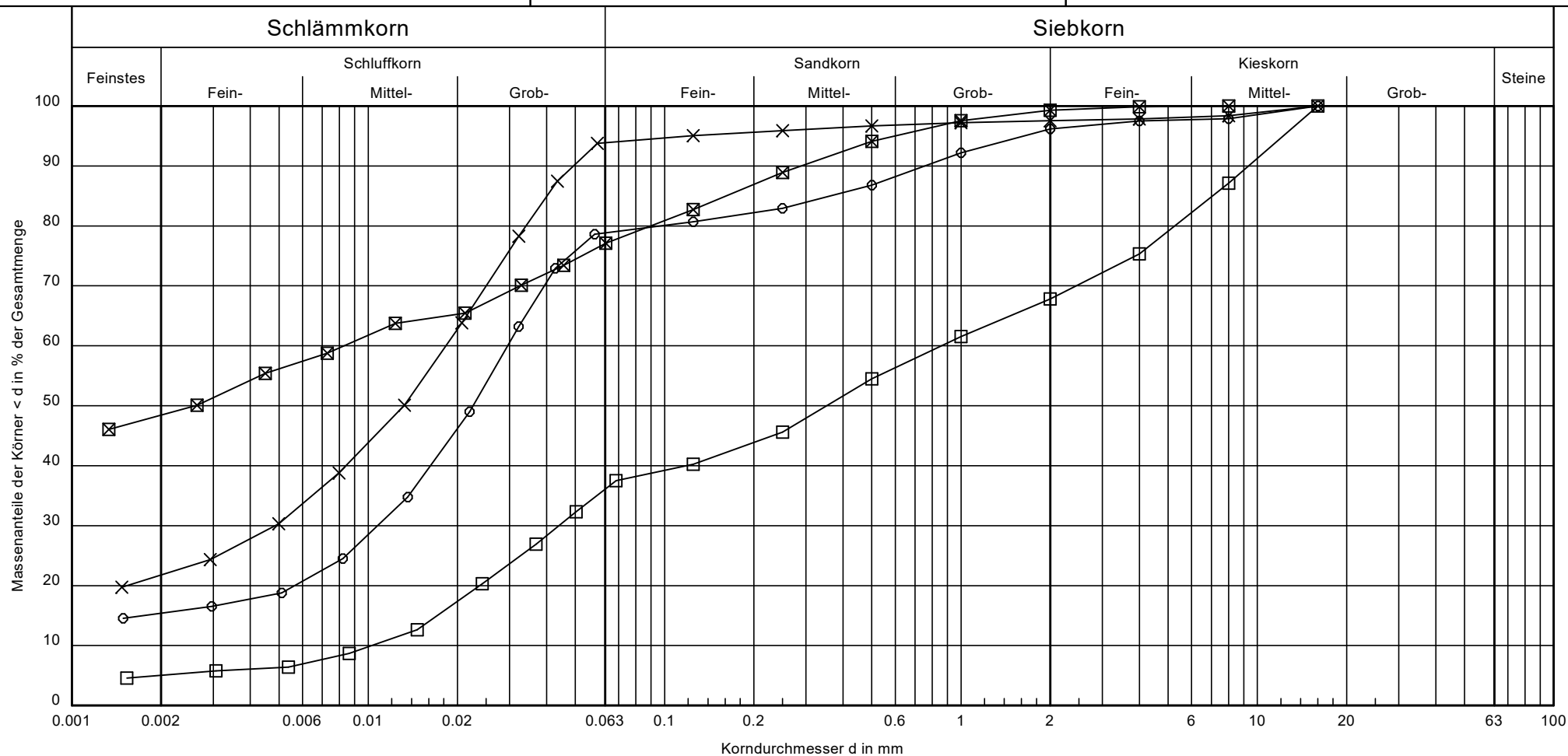
Heteborn
Parkstr. und Heteborner Hakelstr.,
Geotechnischer Bericht

Prüfungsnummer: 59757 bis 59760

Probe entnommen am: 27.11.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: nach DIN EN ISO 17 892-4



Bezeichnung:	○—○	×—×	□—□	⊠—⊠
Entnahmestelle:	BS 2	BS 2	BS 2	BS 2
Tiefe:	0.30 - 1.70 m	1.70 - 2.50 m	2.50 - 3.50 m	3.50 - 5.00 m
Bodenart (DIN):	U, t, ms', gs'	U, t	G, ü, fs', ms', gs'	T, u, fs', ms'
Bodenart (neu):	msa'csa'clSi	clSi	fsa'msi'csa'msa'csiGr	msi'msa'fsa'fsi'csi'Cl
T/U/S/G [%]:	15.2/63.5/17.4/3.8	21.4/72.5/3.7/2.5	4.9/31.0/31.9/32.2	48.1/28.9/22.2/0.7
Bodengruppe:	UL	UL	SU*	TA

Bemerkungen:

Bericht:
6030.4 / 23
Anlage:
3.1

GGU mbH
In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: 039 205 / 45 38 - 0

Bericht: 6030.4 / 23
Anlage: 3.2

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Heteborn

Parkstr. und Heteborner Hakelstr.
Geotechnischer Bericht

Bearbeiter: TK / RS

Datum: 08.12.2023

Prüfungsnummer: 59757 bis 59760

Entnahmestelle: versch.

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 27.11.2023

Probenbezeichnung:	BS2 (0.30 - 1.70 m)	BS2 (1.70 - 2.50 m)
Feuchte Probe + Behälter [g]:	815.39	778.07
Trockene Probe + Behälter [g]:	693.23	676.50
Behälter [g]:	313.66	313.41
Porenwasser [g]:	122.16	101.57
Trockene Probe [g]:	379.57	363.09
Wassergehalt [%]:	32.18	27.97

Probenbezeichnung:	BS2 (2.50 - 3.50 m)	BS2 (3.50 - 5.00 m)
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1057.75	689.47
Trockene Probe + Behälter [g]:	982.98	617.56
Behälter [g]:	315.56	315.28
Porenwasser [g]:	74.77	71.91
Trockene Probe [g]:	667.42	302.28
Wassergehalt [%]:	11.20	23.79

angewendete Vergleichstabelle: LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/ -5

Bezeichnung	Einheit	BG	MP4.1 (Auffüllung)	MP4.2 (ROB)	MP4.3 (BS4)	Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer			123196990	123196991	123196992				
Feststoffkriterien									
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	3,7	9,9	5,1	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	2	13	42	14	70	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	< 0,2	0,5	< 0,2	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	9	28	13	60	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1	10	25	8	40	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	9	24	13	50	150	150	500
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	< 0,07	0,08	< 0,07	0,5	1,5	1,5	5
Zink (Zn)	mg/kg TS	1	39	122	32	150	450	450	1500
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		3	3	10
TOC	Ma.-% TS	0,1	0,5	1,6	0,4	0,5	1,5	1,5	5
EOX	mg/kg TS	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	< 40	< 40	< 40	100	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	< 40	< 40	< 40		600	600	2000
Summe BTEX	mg/kg TS		(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	1	1	1	1
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS		(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	1	1	1	1
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS		(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	0,05	0,15	0,15	0,5
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,05	< 0,05	0,19	n.n.	0,3	0,9	0,9	3
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		(n. b.)	2,14	(n. b.)	3	3	3	30
Zuordnung Feststoff			Z0	Z2	Z0				
Eluatkriterien									
pH-Wert			8,3	7,9	9,1	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5	113	102	78	250	250	1500	2000
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	30	30	50	100
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	16	3,9	6,8	20	20	50	200
Cyanide, gesamt	µg/l	5	< 5	< 5	< 5	5	5	10	20
Arsen (As)	µg/l	1	5	10	17	14	14	20	60
Blei (Pb)	µg/l	1	< 1	< 1	< 1	40	40	80	200
Cadmium (Cd)	µg/l	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	3	6
Chrom (Cr)	µg/l	1	< 1	< 1	< 1	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	5	< 5	< 5	< 5	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	1	< 1	< 1	< 1	15	15	20	70
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink (Zn)	µg/l	10	< 10	< 10	< 10	150	150	200	600
Phenolindex, wasserdampflich	µg/l	10	< 10	< 10	< 10	20	20	40	100
Zuordnung Eluat			Z0	Z0	Z1.2				
Gesamtbewertung			Z0	Z2	Z1.2				

n.b. : nicht berechenbar

n.u. : nicht untersucht

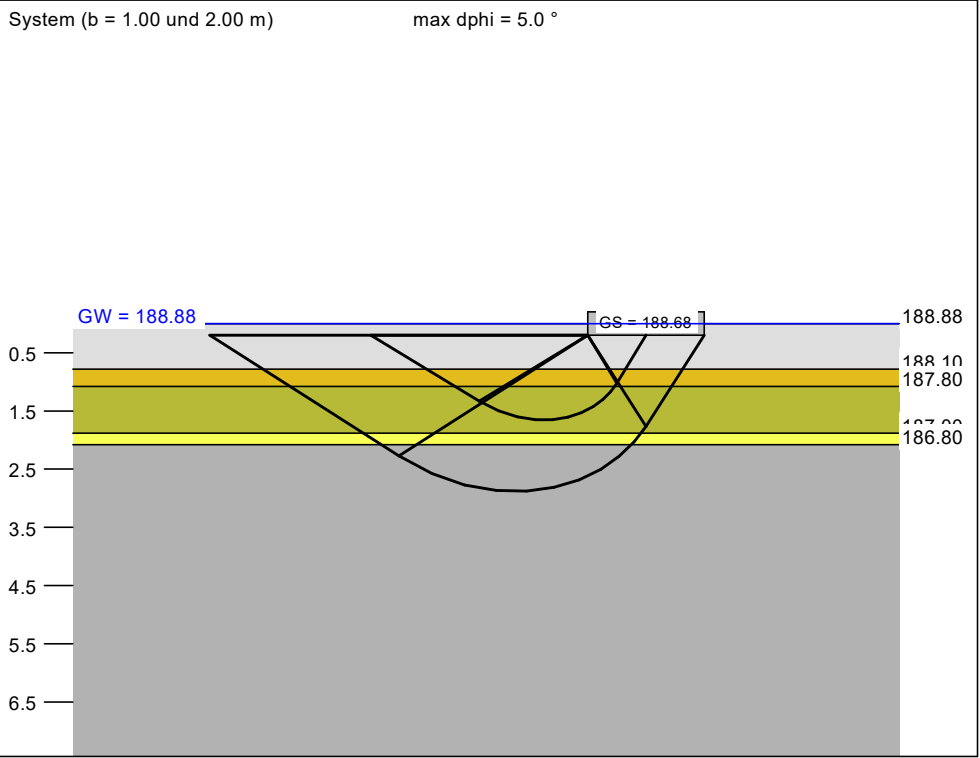
Boden	γ/γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	v [-]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	18.0/10.0	32.5	0.0	0.00	40.0	Polster
	17.0/7.0	25.0	2.0	0.00	5.0	Reste des Oberbodens
	18.0/9.0	25.0	2.0	0.00	5.0	Löß
	17.0/10.0	30.0	0.0	0.00	20.0	Kies
	20.0/10.0	22.5	15.0	0.00	20.0	Geschiebelehm

GGU
In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: 039 205 / 45 38 - 0

Heteborn
Parkstr. und Heteborner Hakelstr.
Geotechnischer Bericht

Bericht Nr. 6030.4 / 23
Anlage Nr. 5

Grundbruch- und Setzungsberechnung, Untergrund nach BS 1
Flachgründung über Streifenfundament
Polster d = 0.80 m
Bemessung für lotrecht belastete Einzelfundamente
Bemessungssituation BS-P nach EC 7



Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Oberkante Gelände = 188.88 mNHN
Gründungssohle = 188.68 mNHN
Grundwasser = 188.88 mNHN
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\bar{U}}$ [kN/m²]	k_s [MN/m³]
10.00	1.00	88.1	88.1	61.8	0.77	27.4 *	1.38	9.12	2.00	8.1
10.00	1.20	97.4	116.9	68.3	0.96	27.9 *	1.13	9.09	2.00	7.1
10.00	1.40	137.7	192.7	96.6	1.53	26.7 *	3.71	9.12	2.00	6.3
10.00	1.60	160.0	256.0	112.3	1.94	25.8 *	5.45	9.16	2.00	5.8
10.00	1.80	176.7	318.1	124.0	2.30	25.2 *	6.58	9.21	2.00	5.4
10.00	2.00	188.5	376.9	132.3	2.61	24.8 *	7.38	9.25	2.00	5.1

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

