

Albersloher Weg 33

48155 Münster

Ihr Zeichen
-

Kürzel
Bu/He

Projekt-Nr.
8050-1

Durchwahl
-13

E-Mail

Datum
09.02.2023

Kanalerneuerung in der Gertrudenstraße und in einem Teilabschnitt der Studtstraße in 48149 Münster

Baugrundgutachten für den Kanal- und Straßenbau (Untersuchungsstand: 16.12.2022)

1 Vorbemerkung

Die Stadt Münster beabsichtigt die Kanalerneuerung in der Gertrudenstraße und in einem Teilabschnitt der Studtstraße.

Nach vorliegenden Planunterlagen soll

- in der Gertrudenstraße die Verlegung von etwa 280 m Schmutzwasserleitungen Stz 250 und 260 m Regenwasserleitungen B 300 und
- in der Studtstraße zwischen Gertrudenstraße und Nordstraße die Verlegung einer 85 m langen Schmutzwasserleitung Stz 250 und einer 90 m langen Regenwasserleitung B 300 sowie
- im südlichen Abschnitt der Gertrudenstraße am Schillergymnasium die vorhandene Kanalleitung auf einer Länge von 75 m im Kurzrohrrelining PE DA 280 saniert werden.

Die Sohlen der Schmutzwasserleitungen liegen zwischen rd. 3,00 m und etwa 4,50 m unter Straßenoberfläche, die der Regenwasserleitungen etwa 1,00 m bis 2,00 m höher.

Mit der Sanierung der Straße ist auch die Neugestaltung der Nebenanlagen vorgesehen. In diesem Zusammenhang sind an verschiedenen Stellen am Rand der Gertrudenstraße neue Baumstandorte in begrenzten Grünbeeten geplant.

Die Hinz Ingenieure GmbH wurde von der Stadt Münster beauftragt, Baugrunduntersuchungen für den Kanal- und Straßenbau mit speziellen Fragen hinsichtlich der Durchlässigkeit und Frostepfindlichkeit von Böden durchzuführen. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt und in einem Baugrundgutachten bewertet.

2 Bearbeitungsunterlagen

Als Unterlagen zu diesem Bericht dienen:

2.1 Stadt Münster, Amt für Mobilität und Tiefbau:

Lageplan mit Längsschnitt (Plan-Nr. G-114), Blatt 1(4) bis Blatt 4(4),

Maßstab 1:250 und 1:500 / 50, Stand: März 2022

PDF-Dateien: <Gertruden+66.31_LP-LS_1>, <Gertruden+66.31_LP-LS_1>,

<Gertruden+66.31_LP-LS_1>, <Gertruden+66.31_LP-LS_1>

2.2

Ergebnisse der in der Örtlichkeit durchgeführten Untersuchungen:

Kernbohrungen und Schürfe, Rammkernsondierungen und Rammsondierungen

27.10.22, 08.-10.11.22, 05.-08.12.22 und 22.12.22

2.3

Ergebnisse chemisch-analytischer Untersuchungen zur Verwertung der Aushubmaterialien (Stand: 30.01.23)

2.4 Ortsbesichtigung und Besprechung

3 Vorhandene Straßenbefestigung

Zur Ermittlung der Schichtdicken und Probenahme wurde der vorhandene Asphaltaufbau in der Gertrudenstraße sowie in dem Teilabschnitt der Stadtstraße durch Kernbohrungen (BK) aufgeschlossen, der Straßenoberbau durch ergänzende Schürfe.

Die Lage der Aufschlüsse geht aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind den Bohr- und Schurfprofilen (Anlage 2) zu entnehmen.

Der Straßenaufbau besteht demnach in der Gertrudenstraße überwiegend aus 5 cm bis 16 cm dicken gebundenen Schichten auf Großpflaster und z.T. ungebundenen Tragschichten (UP 1 17 cm Schotter und UP 9 42 cm RC-Material), teilweise auf Betonlage (UP 2).

Im südlichen Teilabschnitt neben dem Schillergymnasium ist Großpflaster verlegt.

In der querenden Stadtstraße wurden an den Untersuchungsstellen 12 cm bzw. 16 cm dicke gebundene Asphaltsschichten über 58 cm RC-Material (UP 15) bzw. 29 cm Kalksteinschotter (UP 16) festgestellt.

3.1 Chemische Analytik des gebundenen Aufbaus

Die Proben aus den asphaltierten Straßenabschnitten zeigten bei den TSE-Prüfungen keine markanten Verfärbungen, die auf eine teerhaltige Belastung schließen lassen. Deutliche Farbumschläge waren nicht feststellbar.

Die Bestimmung teerhaltiger Bestandteile im gebundenen Aufbau wurde quantitativ an drei Mischproben und drei Einzelproben auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) analysiert.

Die Zusammensetzung der Mischproben ist dem Mischprobenplan in Anlage 4 zu entnehmen. Die ermittelten Konzentrationen an PAK sind in Tab. 1 zusammengefasst; sie sind im Einzelnen den Laborprotokollen der Anlage 4.1 zu entnehmen.

Demnach wurden an den untersuchten Mischproben des gebundenen Aufbaus messbare PAK-Konzentration von 0,46 mg/kg bis 3,2 mg/kg ermittelt. An einigen Proben war die PAK-Konzentration nicht bestimmbar, da sie unter Bestimmungsgrenze der Einzelparameter liegen.

Probe	BK / SCH	Tiefe [m]	Stoffkonz. in Probe Σ PAK (EPA) [mg/kg]	Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01
MP 2	2,2b,3,4,5K,6K	0,00-0,16	0,46	A
MP 10	15,16	0,00-0,05	3,0	A
MP 11	15,16	0,05-0,16	3,2	A
EP 1.1	1	0,00-0,04	(n.b.)	A
EP 1.2	1	0,04-0,18	(n.b.)	A
EP 1.3	1	0,18-0,35	(n.b.)	A

Tabelle 1

Ergebnisse der chemischen Analytik an Proben aus der Schwarzdecke mit Zuordnung zur Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01

Die PAK-Konzentrationen aller Asphaltproben lagen unter 25 mg/kg, demnach kann dieser Ausbauasphalt nach RuVA-StB 01¹ der Verwertungsklasse A zugeordnet und entsprechend recycelt werden.

3.2 Chemische Analytik der ungebundenen Konstruktionsschichten

Zur Beurteilung der Verwertbarkeit der Materialien der festgestellten ungebundenen Konstruktionsschichten aus Schotter und RC-Material in der Gertrudenstraße (UP 1 und UP 9) sowie in der Studtstraße (UP 15 und UP 16) wurden die entnommenen Proben an drei Mischproben und an einer Einzelprobe untersucht. Die Zusammensetzung der Mischproben und der Einzelprobe ist dem Mischprobenplan in Anlage 4 zu entnehmen.

Die Proben wurden an der Trockensubstanz sowie im Eluat nach LAGA-Recyclingbaustoffe (M 20) chemisch-analytisch untersucht. Die Ergebnisse der chemischen Analytik der untersuchten Proben sind in Tab. 2 und in Anlage 4.2 tabellarisch zusammengefasst und im Einzelnen den daran anschließenden Laborprotokollen zu entnehmen.

An der Mischprobe **MP 12** wurden maßgebliche Konzentrationen an PAK, Leitfähigkeit und Chlorid bis zu den jeweiligen Zuordnungswerten Z 1.1 ermittelt. Das Bauschutt-Ziegelschuttgemisch kann eingeschränkt verwertet werden (Einbauklasse 1.1).

¹ RuVA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, Ausgabe 2001; Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

Probe	SCH	Tiefe m u GOK	Boden- / Materialbeschreibung	Gesamtbewertung LAGA	
				Zuordnung	Leitparameter
MP 12	15	0,12-1,30	A (Bauschutt und Ziegelbruch)	Z 1.1	PAK, LF, Cl
MP 24	41,42,44	0,08-0,32	A (Schotter, stark sandig)	Z 1.2	SO ₄
MP 28	45,46	0,10-0,30	A (Schotter, sandig)	> Z 2	SO ₄
EP 1.3	1	0,18-0,35	A (Kalksteinschotter)	Z 0	-

Tabelle 2

Überschreitungen der Hintergrundwerte nach LAGA-Recyclingbaustoffe der untersuchten ungebundenen Schichten bzw. gebrochenen Materialien

Abkürzungen: Stoffbezeichnungen - PAK: polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe; LF: Leitfähigkeit;

Cl: Chlorid; SO₄: Sulfat

hinterlegt: Material zur Deponierung

An der **MP 24** wurden neben Schwermetallen eine maßgebliche Konzentration an Sulfat bis Z 1.2 festgestellt. Dieser Schotter kann eingeschränkt verwertet werden (Einbauklasse 1.2).

An dem Kalksteinschotter der **EP 1.3** wurden keine Überschreitungen der Hintergrundwerte festgestellt (Einbauklasse 0).

Mit einer Konzentration an Sulfat von 650 mg/L zeigte die **MP 28** allerdings eine Überschreitung des Z2-Wertes.

Das Material muss einer Deponie zugeführt werden. Die Ermittlung der Ergänzungsparameter nach Deponieverordnung (Ergebnisse, s. Anlage 4.4) führten aufgrund der organischen Substanz dieser Probe zur Einstufung in die Deponieklasse (DK) II. Ggf. kann eine Herabstufung durch Nachuntersuchung (z.B. ROC) auf DK I gelingen. Eine Separierung der Bereiche der beteiligten Schichten kann während der Bauausführung wahrscheinlich zu einer Mengenreduzierung führen.

4 Vorhandene Befestigungen an den geplanten Baumstandorten

Die Nebenanlagen an geplanten Baumstandorten sind asphaltiert und wurden zur Ermittlung der Schichtdicken und Probenahme im vorhandenen Asphaltaufbau im Abschnitt Melchersstraße bis Gertrudenstraße 44 (UP 21 bis UP 24) durch Kernbohrungen (BK) aufgeschlossen, die ungebundenen Schichten durch ergänzende Schürfe.

Südlich davon sind die Nebenanlagen gepflastert und unter der Pflasterdecke außer Magerbeton keine ungebundenen Konstruktionsschichten vorhanden.

Nach der vorliegenden Analytik an den gebundenen Mischproben der Asphaltaufbauten in dem genannten Abschnitt (Tab. 3) ergab ebenfalls eine Einstufung in die Klasse A (recyclebar).

Probe	BK / SCH	Tiefe [m]	Stoffkonz. in Probe Σ PAK (EPA) [mg/kg]	Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01
MP 15	21,24	0,00-0,16	0,65	A
MP 16	22,23	0,00-0,16	(n.b.)	A

Tabelle 3

Ergebnisse der chemischen Analytik an Proben aus der Schwarzdecke mit Zuordnung der Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01

Das Ergebnis der Untersuchung an der **MP 19** aus Kalksteinschotter (Tab. 4) zeigte Stoffkonzentrationen an einigen Schwermetallparameter (Cadmium, Kupfer und Nickel) sowie Sulfat bis Z 1.1 gemessen. Er ist damit eingeschränkt verwertbar (Einbauklasse 1.1).

Probe	SCH	Tiefe m u GOK	Boden- / Materialbeschreibung	Gesamtbewertung LAGA	
				Zuordnung	Leitparameter
MP 19	27+28	0,06-0,35	A (Kalksteinschotter)	Z 1.1	SchwM, SO ₄

Tabelle 4

Überschreitungen der Hintergrundwerte nach LAGA-Recyclingbaustoffe der untersuchten ungebundenen Schichten bzw. gebrochenen Materialien

Abkürzungen: Stoffbezeichnungen - SchwM: Schwermetalle; SO₄: Sulfat

5 Untergrundverhältnisse

Geologisch gesehen² lagern im Bereich des untersuchten Straßenabschnitts Schichten des kreidezeitlichen Mergelsteins, die von Ablagerungen der eiszeitlichen Grundmoräne und pleistozänen Lössböden (schluffige Sande und Schluffe) überdeckt sind. Oberflächennah sind die Böden anthropogen umgelagert.

² Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000, C4310 Münster, Hrsg. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld 1987

5.1 Bodenschichtung

Den Sondiererergebnissen zufolge wurden unter dem Straßenbereich an allen Untersuchungsstellen noch **Auffüllungen** bis 0,35 m / 4,40 m unter OK Befestigung angetroffen. Die größeren Tiefenlagen der Auffüllungen an den Untersuchungsstellen stehen wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Nähe zum vorhandenen ehemaligen Kanalgraben bzw. Aufgrabungen im Straßenbereich.

Die Auffüllungen bestehen aus Sanden mit schwach schluffigen, schluffigen und stark schluffigen sowie schwach humosen bzw. humosen Beimengungen und z.T. Schluffeinlagerungen und Fremdmaterialien. In den Bodenauffüllungen wurden Fremdmaterialien in Form von Schotter, Schlacke und Bauschutt (Ziegelbruch) bzw. Gesteinsbruch festgestellt.

Der **gewachsene Boden** setzt sich im Normalprofil aus Sanden mit schluffigen bzw. stark schluffigen Anteilen (Lössablagerungen) zusammen. Diese wurden mit Ausnahme der UP 1 und UP 2 zunächst bis 2,40 m / 4,30 m unter OK Straße festgestellt.

Darunter wurde an vier von 16 Stellen bis 3,40 m / 5,50 m unter OK Straße Geschiebemergel (der eiszeitlichen Grundmoräne) angetroffen.

Der in größerer Tiefe anstehende kreidezeitliche Mergel wurde an allen Stellen bis 4,00 m (RKS 7) / 5,90 m unter OK Straße (RKS 2b) erbohrt. Er konnte mit dem Rammkernsondierverfahren bis 56,10 m NHN / 54,60 m NHN aufgeschlossen werden.

5.2 Grundwasser

Aus dem Grundwassergleichenplan³ wurde für den Straßenabschnitt eine Wasserstandshöhe von ca. 53 m NHN abgelesen. Die Grundwassergleichen beschreiben dabei eine Fließrichtung nach (Nord-)Osten.

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen zwischen Ende Oktober und Anfang Dezember wurden Wasserstände zwischen rd. 2,00 m und 4,00 m unter Straßenoberfläche ermittelt. Die erbohrten sowie in offenen Bohrlöchern gemessenen Wasserstände sind in Tab. 5 zusammengefasst.

³ Grundwassergleichen in Nordrhein-Westfalen, Blatt L 4310 Münster, Maßstab 1:50.000, Stand: Oktober 1973 (oberer freier Grundwasserspiegel) und April 1988; Hrsg. Landesanstalt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen

Bohr- stelle RKS	Datum	Höhe des Auf- schlusspunktes [m NHN]	Schichtenwasser- zufluss		erbohrter Wasserstand		nach Bohrende gemess. Wasserstand	
			[m]	[m NHN]	[m]	[m NHN]	[m]	[m NHN]
1	27.10.22	60,20	-	-	4,00	56,20	4,00	56,20
2	27.10.22	60,55	-	-	-	-	-	-
2b	08.11.22	60,60	-	-	2,50	58,10	5,77	54,83
3	08.11.22	60,70	-	-	2,90	57,80	5,30	55,40
4	09.11.22	60,45	-	-	-	-	4,40	56,05
5K	08.11.22	60,65	-	-	2,90	57,75	3,00	57,65
6K	09.11.22	60,65	-	-	2,70	57,95	4,30	56,35
7	10.11.22	60,10	-	-	-	-	3,80	56,30
8	10.11.22	59,85	2,50	57,35	-	-	-	-
9	05.12.22	59,65	-	-	-	-	4,30	55,35
10	06.12.22	60,05	-	-	2,50	57,55	4,64	55,41
11	06.12.22	59,85	2,00	57,85	-	-	4,10	55,75
11K	06.12.22	59,90	-	-	-	-	-	-
12K	07.12.22	59,85	4,60	55,25	-	-	3,70	56,15
13K	07.12.22	59,80	-	-	-	-	4,40	55,40
14K	07.12.22	59,45	-	-	-	-	3,30	56,15
15	07.12.22	59,30	-	-	2,70	56,60	4,30	55,00
16	08.12.22	58,90	-	-	2,40	56,50	1,10	57,80

Tabelle 5

Erbohrte und nach Bohrende in den Bohrlöchern gemessene Wasserstände (Sondierungen in der Straße)

hinterlegt: keine Wasserstandsmessung, Bohrloch ist in der genannten Tiefe zugefallen

Es wurden Wasserstände von 57,60 ... 54,85 m NHN gemessen. Aufgrund der hohen Schwankungsbreite stehen sie wahrscheinlich im Zusammenhang mit Stauwasserbildungen oder Schichtenwasserzuläufen. Außerdem liegt der Mittelwert aller Messungen von 56,50 m NHN über der im Grundwassergleichenplan kartierten freien Grundwasserhöhe von 53,00 m NHN, die möglicherweise den Wasserstand im Kluftgrundwasserleiter des im Kreidemergel kennzeichnet.

An den Baumstandorten (RKS 21 bis RKS 34) wurden Wasserstände zwischen 2,00 m und 4,00 m unter OK Befestigung ermittelt.

Der Mittelwert der Messungen liegt hier bei ca. 56,90 m NHN. Entsprechend sollte im Bereich der Gesamtanlage ein mittlerer Grundwasserstand von 56,50 m NHN und 57,00 m NHN angenommen werden.

Bohr- stelle RKS	Datum	Höhe des Auf- schlusspunktes [m NHN]	Schichtenwasser- zufluss		erbohrter Wasserstand		nach Bohrende gemess. Wasserstand	
			[m]	[m NHN]	[m]	[m NHN]	[m]	[m NHN]
21	27.10.22	60,30	2,00	58,30	3,00	57,30	3,80	56,50
22	27.10.22	60,25	-	-	2,80	57,45	2,00	58,25
23	27.10.22	60,50	-	-	2,50	58,00	3,85	56,65
24	08.11.22	60,60	-	-	2,70	57,90	-	-
25	08.11.22	60,60	-	-	2,70	57,90	2,50	58,10
26	09.11.22	60,85	-	-	2,90	57,95	4,45	56,40
27	09.11.22	60,55	-	-	2,90	57,65	-	-
28	09.11.22	60,40	1,00	59,40	-	-	-	-
29	10.11.22	60,20	1,50	58,70	2,00	58,20	4,00	56,20
30	10.11.22	60,10	1,80	58,30	2,90	57,20	4,00	56,10
31	10.11.22	59,85	2,00	57,85	2,50	57,35	4,00	55,85
32	05.12.22	59,70	-	-	3,50	56,20	4,10	55,60
33	06.12.22	59,75	-	-	2,90	56,85	4,50	55,25
34	06.12.22	59,90	1,80	58,10	4,00	55,90	3,50	56,40

Tabelle 6

Erbohrte und nach Bohrende in den Bohrlöchern gemessene Wasserstände (Sondierungen Bereich Baumstandorte)
 hinterlegt: keine Wasserstandsmessung, da Bohrloch in der genannten Tiefe zugefallen

Genauere Angaben zu den Wasserständen erfordern die Errichtung von Messstellen und Beobachtung von Wasserständen.

Wenn keine anderen Erkenntnisse vorliegen sollte unter Berücksichtigung des Messzeitpunktes im hydrogeologischen Jahr mit einem Anstieg der Wasserstände aufgrund von Stauwasserbildungen und Schichtenwasserzuflüssen auf und in durchlässigen bis schwach durchlässigen Böden gerechnet werden, die erfahrungsgemäß an wasserführende Einlagerungen gebunden sind.

Unter Berücksichtigung des Messzeitraums im hydrologischen Jahr und der klimatischen Verhältnisse (Trockenzeit) sollte mit einem Anstieg der bei den Sondierungen festgestellten mittleren Wasserstände um ca. 1,00 m gerechnet werden.

5.3 Bodeneigenschaften und Bodenkenwerte

Zur Angabe von Bodeneigenschaften und –kennwerten wurden die entnommenen gestörten Bodenproben in der Örtlichkeit und im Laboratorium visuell beurteilt und an ausgewählten Proben

- Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 17892-1 und
- Korngrößenanalysen nach DIN 17892-4 durchgeführt.

Die Lagerungsdichte bzw. Trageigenschaften der Böden wurden aus den Ergebnissen der Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DIN EN ISO 22476-2: DPM) abgeschätzt.

5.3.1 Auffüllungen

Die Auffüllungen bestehen aus Sanden mit schluffigen und stark schluffigen sowie schwach humosen bzw. humosen Beimengungen. In den Bodenauffüllungen wurden Fremdmaterialien in Form von Schotter, Schlacke, Bauschutt (Ziegelbruch), RC-Material sowie nicht weiter bestimmter Gesteinsbruch festgestellt.

Es handelt sich demnach um gemischtkörnige Böden, die aufgrund ihrer deutlichen Feinkornanteile sehr frostempfindlich und schwer verdichtungsfähig sind.

Aufgrund der Kornzusammensetzung sind die Böden durchlässig bis schwach durchlässig ($k_f = 10^{-5}$ m/s bis $k_f = 10^{-6}$ m/s).

Böden mit deutlichen Feinkornanteilen sind bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung aufweichungsgefährdet.

Den Ergebnissen der durchgeführten Rammsondierungen zufolge sind die Auffüllungen unterschiedlich locker (Schlagzahlen von $N_{10} < 5$ der mittelschweren Rammsonde DPM) und mitteldicht gelagert und insgesamt stärker bis mäßig zusammendrückbar. Locker gelagerte nicht bindige Böden neigen zudem zu Sackungen.

5.3.2 Sande

Die im Horizont der Lössablagerungen auftretenden Sande setzen sich überwiegend aus Fein- und Mittelsanden mit schluffigen und stark schluffigen Beimengungen zusammen.

An 12 Mischproben aus dem Bereich der Baumstandorte in Tiefen von 0,25 m bis 4,20 m unter OK Befestigung entnommener Sandproben wurden die Kornzusammensetzungen zur Ableitung der Durchlässigkeit der Böden ermittelt. Die Kornkennzahlen (T/U/S/G) sind in Tab. 7 zusammengefasst, die Ergebnisse sind im Einzelnen Anlage 3 zu entnehmen und dort als Körnungslinien dargestellt.

Entnahmestelle und -tiefe			Bodenart	T/U/S/G [M.-%]				Wassergehalt [M.-%]	Durchlässig. k_r [m/s]
MP	RKS	Tiefe u. GOK		T	U	S	G		
31	21G, 24G	0,35-2,40	S,u	3,9	25,5	70,1	0,5	14,0	$2,9 \cdot 10^{-6}$
32	21G, 24G	2,20-4,20	S,u	3,1	20,8	74,1	2,0	12,7	$4,6 \cdot 10^{-6}$
33	22G,23G,25G	0,25-2,00	S,u	4,3	28,3	67,0	0,4	7,8	$1,9 \cdot 10^{-6}$
34	22G,23G,25G	1,60-3,60	S,u	4,3	27,4	68,3	0,0	12,2	$2,0 \cdot 10^{-6}$
35	26G,27G,28G	0,25-2,50	S,u	3,7	25,0	69,7	1,6	13,6	$3,1 \cdot 10^{-6}$
36	26G,27G,28G	1,90-3,60	S,u*	5,5	35,1	59,2	0,2	15,2	$9,5 \cdot 10^{-7}$
37	29G, 30G	0,50-2,80	S,u-u*	4,6	28,6	61,6	5,2	15,8	$1,4 \cdot 10^{-6}$
38	29G, 30G	2,60-3,80	S,u*	5,2	32,8	59,3	2,7	15,9	$9,6 \cdot 10^{-7}$
39	31G, 32G	0,40-2,50	S,u,g' (BS)	3,8	24,0	66,9	5,3	13,9	$2,6 \cdot 10^{-6}$
40	31G, 32G	2,10-3,60	S,u*	5,0	32,6	62,0	0,4	15,2	$1,2 \cdot 10^{-6}$
41	33G, 34G	0,50-2,60	S,u-u*	3,9	29,6	66,0	0,5	15,7	$1,5 \cdot 10^{-6}$
42	33G, 34G	2,30-4,20	S,u*	5,4	34,2	60,3	0,1	16,0	$8,5 \cdot 10^{-7}$

Tabelle 7

Ergebnisse der Körnungsanalysen an untersuchten Proben des gewachsenen Sandes

An den untersuchten Sandproben wurden Feinkornanteile ($m_d \leq 0,063 \text{ mm}$) von rd. 40 M.-% bis 24 M.-% ermittelt, der Tonanteil beträgt 3-5 M.-%.

Die Hauptgemenganteile lagen im Sandkornbereich zwischen 74 M.-% und 59 M.-%, der Kieskornanteil überwiegend unter 2 M.-%, max. etwa 5 M.-%.

Die schluffigen Sande sind der Bodengruppe SU* nach DIN 18196 zuzuordnen.

In Abhängigkeit von ihrem Feinkornanteil sind die Sande als durchlässig bis schwach durchlässig zu bezeichnen. Die Durchlässigkeit wurde aus den Korngrößenanalysen zu $k_f = 4 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $k_f = 9 \cdot 10^{-7}$ m/s abgeleitet.

Der Winkel der inneren Reibung kann bei den gemischtkörnigen Sandböden mit $\phi^* = 30^\circ$ (Ersatzreibungswinkel) angenommen werden.

Die natürlichen Wassergehalte der untersuchten Sandböden zwischen rd. $w = 16$ M.-% und $w = 8$ M.-% kennzeichnen einen überwiegend wassergesättigten, weniger einen erdfeuchten Zustand.

Den Rammergebnissen zufolge weisen die ermittelten Bodenwiderstände in Höhe der Sandböden bei Schlagzahlen von $N_{10} > 5$ der mittelschweren Rammsonde über dem Grundwasser (im Grundwasser) eine mittlere Lagerungsdichte auf. Sie sind mittelschwer rammbar.

Teilweise zeigen die Rammergebnisse im gewachsenen Sandboden eine lockere Lagerung und damit noch eine mäßig bis stärkere Zusammendrückbarkeit.

Schluffige und stark schluffige Sande sind im erdfeuchten Zustand noch vorübergehend standfest und verdichtungsfähig. Aufgrund ihrer deutlichen Feinkornanteile sind die gemischtkörnigen Sande bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung stark aufweichungsgefährdet und im Grundwasser stark fließgefährdet.

5.3.3 Grundmoränenablagerungen (Geschiebemergel)

Bei dem Geschiebemergel (eiszeitliche Grundmoränenablagerung) handelt es sich um ein Ton-Schluff-Sand-Kies-Gemisch, in dem auch Grobanteile bis zur Findlingsgröße vorhanden sein können. Nennenswerte Gerölle wurden bei den Sondierungen nicht festgestellt.

Der Geschiebemergel ist als Boden mit prägenden bindigen Eigenschaften (Bodengruppen ST* und TL nach DIN 18196) schwach bis gering durchlässig ($k_f < 5 \cdot 10^{-8}$ m/s) bis praktisch undurchlässig. Er ist vorübergehend standfest und aufgrund des hohen Feinkornanteils bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung ebenfalls aufweichungsgefährdet.

Der Winkel der inneren Reibung des Geschiebemergels liegt erfahrungsgemäß bei $\phi' = 27,5-28^\circ$, die Kohäsion in Abhängigkeit von der Zustandsform zwischen $c' = 5$ kN/m² (steife Zustandsform) und $c' = 20$ kN/m² (halbfeste Zustandsform).

Nach visueller Begutachtung der Bodenproben besitzt der Geschiebemergel eine weiche bis steife, tiefer eine steife Konsistenz. Er ist mittelschwer bis schwer rammbar.

5.4 Zusammenfassung der Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen sind die erforderlichen bodenmechanischen Kennwerte in Tab. 8 zusammengestellt:

Bodenart	Bodenkennwerte				
	Wichte γ [kN/m ³]	Wichte γ' [kN/m ³]	Steifemodul E_s [MN/m ²]	Reibungs- winkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]
Auffüllung (Sand, schluffig, humos, Scho, BS)	18-19	10-11	15-20	30-33	-
Sand, schluffig und stark schluffig	20-21	10-11	20-25	$\phi^* = 30^\circ$	
Geschiebemergel, weich bis steif	20-21	10-11	12-15	27,5	5-10
Geschiebemergel, steif bis halbfest	20-21	10-11	15-20	27,5	10-30
Kreidemergel, steif	21-22	11-12		22,5-25	10-30
Kreidemergel, steif-halbfest	21-22	11-12		22,5-25	20-40

Tabelle 8

Bodenkennwerte - ϕ^* (Ersatzreibungswinkel)

5.5 Chemische Analytik an Bodenproben

Für die Angabe des Verwertungsweges der Aushubböden wurden

- 15 Mischproben aus der Auffüllung und
- zehn Mischproben des gewachsenen Bodens

bis zur geplanten Aushubtiefe nach LAGA TR-Boden 2004 chemisch analysiert.

Die Zusammensetzung der Mischproben ist dem Mischprobenplan (Anlage 4) zu entnehmen.

5.5.1 Auffüllungen aus Boden mit Fremdmaterial

Die an den untersuchten Mischproben ermittelten Konzentrationen nachweisbarer Stoffe der Auffüllungen aus Boden mit Fremdmaterial sind in Tab. 9 sowie in Anlage 3.3 tabellarisch zusammengefasst und im Einzelnen den daran anschließenden Laborprotokollen zu entnehmen.

Probe MP	RKS	Tiefe m u GOK	Bodenbeschreibung	Gesamtbewertung	
				Zuordnung	Leitparameter
1	1	0,35-4,40	Auffüllung (Sand, mit Fremdmaterial)	Z 0	-
3	2,2b,3,4,5K,6K	0,16-3,60	A (Sand, schluffig, Schotterreste)	Z 0*	Hg
6	7,8	0,12-0,80	A (Sand, schluffig, Fremdmaterialreste)	Z 2	Pb, PAK
8	10,11,11K	0,17-1,30	A (Sand, schluffig, Fremdmaterialreste)	Z 1.2	As, Cr (EL)
13	15,16	0,45-1,40	A (Sand, schluffig, Fremdmaterialreste)	Z 1.2	Cu (EL)
17	21-24	0,13-0,35	A (Kiessand)	Z 1.1	SchwM
18	23,25,26,27,28	0,25-1,20	A (Sand, schluffig, Fremdmaterialreste)	Z 1.2	SO ₄
20	30-34	0,30-2,50	A (Sand, schluffig, Fremdmaterialreste)	Z 1.1	SchwM, TOC
21	33	0,00-0,50	A (Sand, schluffig, stark h bis schwach h,	Z 2	TOC
25	41-47	0,04-0,50	A (Sand, kiesig, S-G)	Z 1.2	pH, LF
27	45-47	0,30-0,80	A (Sand, schluffig, Fremdmaterialreste)	Z 2	PAK
29	48-50	0,30-0,70	A (Sand, schluffig, Fremdmaterialreste)	Z 2	SO ₄
30	48-50	0,12-0,60	A (Sand, kiesig, S-G)	Z 1.2	SO ₄
31	11K,12K	0,17-2,10	A (Sand, schluffig, Fremdmaterialreste)	Z 0	-
33	13K,14K	0,15-0,70	A (Sand, schluffig, Fremdmaterialreste)	Z 0*	Hg

Tabelle 9

Überschreitungen der Hintergrundwerte nach LAGA der untersuchten Auffüllungen

Abkürzungen von Stoffbezeichnungen –

PAK: polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe; TOC: total organic carbon (organische Substanz)

In den untersuchten Mischproben **MP 6**, **MP 21** und **MP 29** der Auffüllungen aus Sanden mit Fremdanteilen wurden neben Konzentrationen an Schwermetallen, teilweise auch an TOC und Sulfat bis zu den jeweiligen Zuordnungswerten Z 1.1 und Z 1.2 maßgebliche Konzentrationen an Blei, TOC, PAK und Sulfat bis zum Zuordnungswert Z 2 ermittelt.

Diese Materialien können mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen eingeschränkt verwertet werden (Einbauklasse 2).

In den Mischproben **MP 13, MP 17, MP 18, MP 20, MP 25** und **MP 30** zeigten sich in den Auffüllungen aus Sand mit Fremdanteilen neben Konzentrationen an Schwermetallen und z.T. TOC eine maßgebliche Einstufung von vier Proben an Chrom im Eluat (MP 13), an Sulfat (MP 18 und MP 30), an der Leitfähigkeit und einem erhöhten pH-Wert (MP 25) bis Z 1.2 und an zwei Proben bis Z 1.1 (MP 17 und MP 20).

Diese Auffüllungen können eingeschränkt verwertet werden (Einbauklassen 1.2 und 1.1).

5.5.2 Gewachsener Boden

Aus dem gewachsenen Boden entnommenen Proben wurden an zehn untersuchten Sand-Mischproben (MP 4, MP 7, MP 9, MP 14, MP 22, MP 23, MP 26, MP 32 und MP 34) und an einer Mischprobe aus Geschiebemergel untersucht und die Konzentrationen nachweisbarer Stoffe nach LAGA-Boden 2004 ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tab. 10 sowie in Anlage 4.3 tabellarisch zusammengefasst und im Einzelnen den daran anschließenden Laborprotokollen zu entnehmen.

Probe MP	RKS	Tiefe m u GOK	Bodenbeschreibung	Gesamtbewertung	
				Zuordnung	Leitparameter
4	2,2b,3,4,5K,6K	0,35-3,50	Sand, u-u* (bis RoSo bzw. Mergel)	Z 0	-
5	2b,3,5,5,5K,6K	3,50-4,50	Geschiebemergel und Kreidemergel	Z 0	-
7	7,8	0,70-3,10	Sand, u-u* (bis RoSo bzw. bis Mergel)	Z 0	-
9	10,11,11K	1,20-3,70	Sand, u-u* (bis RoSo bzw. bis Mergel)	Z 1.2	SO ₄ , LF, pH
14	15,16	0,60-3,30	Sand, u-u* (bis RoSo bzw. bis Mergel)	Z 0	-
22	21-28	0,35-4,20	Sand, u-u* (bis Mergel)	Z 0	-
23	29-34	0,50-4,20	Sand, u-u* (bis Mergel)	Z 0	-
26	41-44	0,10-0,70	Sand, u-u*, z.T. schwach humos	Z 2	PAK
32	11K,12K	2,10-4,10	Sand, u (bis Mergel)	Z 0	-
34	13K,14K	0,70-3,30	Sand, u (bis Mergel)	Z 0	-

Tabelle 10

Überschreitungen der Hintergrundwerte nach LAGA der untersuchten Proben des gewachsenen Bodens

Mit Ausnahme der Mischproben **MP 9** und **MP 26** wurden an den untersuchten gewachsenen Böden keine Überschreitungen der Hintergrundwerte festgestellt. Diese Böden können uneingeschränkt verwertet werden (Einbauklasse 0).

An der **MP 9** wurden maßgebliche Konzentrationen an Sulfat und erhöhten Werten für die Leitfähigkeit und den pH-Wert bis Z 1.2 bzw. an PAK an der **MP 26** festgestellt. Diese Böden sind eingeschränkt verwertbar.

Möglicherweise handelt es sich insbesondere bei dem Material der MP 26 noch um eine anthropogen umgelagerte Auffüllung mit Stoffen aus z.B. Verbrennungsrückständen in den oberflächennahen Schichten, die das Ergebnis beeinflusst haben. Daher wird empfohlen, den Bereich der beteiligten Einzelproben ggf. näher einzugrenzen und in einem Container zwischenzulagern. In der Zwischenlagerung sollte das Material erneut untersucht und nach dem Befund abgefahren werden.

Der durchgeführte Untersuchungsumfang gibt die Verhältnisse stichpunktartig wieder. Grundsätzlich ist es möglich durch Nachuntersuchungen an Einzelproben eine örtliche Eingrenzung der Ergebnisse zu erzielen. Da es sich bei Ergebnissen aus Untersuchungen an Mischproben immer um Mittelwerte der Konzentrationen handelt, die auch abhängig sind von der Probenahme vor Ort und der logistischen Abfolge der Probenbehandlung im Laboratorium sind auch örtliche Überschreitungen der Zuordnungswerte möglich.

Da Abweichungen von den ermittelten Bodenverhältnissen, insbesondere hinsichtlich der Zusammensetzung sowie des Schadstoffpotentials nicht gänzlich auszuschließen sind wird empfohlen, während der Bauzeit festgestellte mit Schadstoffen deutlich belastete Böden einzugrenzen und zwischen zu lagern. Die Beurteilung und die weitere Vorgehensweise sollten dann zusammen mit einem Vertreter unseres Büros vorgenommen werden. In der Ausschreibung sollte dabei eine ausreichende Anzahl an spezifischen Beprobungen der Zwischenlagermassen vorgesehen werden.

5.6 Homogenbereiche

Die geplanten Baumaßnahmen werden nach dem Schwierigkeitsgrad des Bauwerks, den Baugrundverhältnissen sowie den Wechselwirkungen mit der Umgebung in die **Geotechnische Kategorie 2 (GK 2)** eingestuft.

Dazu wurden die Merkmale der Bauvorhaben mit den Merkmalen und Beispielen zur Einstufung in einer Geotechnischen Kategorie abgeglichen und zugeordnet (EC 7.1, Tabelle AA.1). Somit umfasst die Baumaßnahme einen mittleren Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf den Baugrund.

Die oberbodenähnlichen Bodenschichten werden einem eigenen Homogenbereich [0] zugeordnet. Der aufgefüllte und der gewachsene Boden werden für den Erdbau (DIN 18300) in folgende Homogenbereiche zusammengefasst (Tab. 11).

Homogenbereich	Beschreibung
Auffüllung	
S [4] und S [5] Z 0	Auffüllung (Sand, schluffig, z.T. humos; Schotter und Bauschutt)
S [4] und S [5] Z 1.1	Auffüllung (Sand, schluffig, z.T. humos; Schotter und Bauschutt)
S [4] und S [5] Z 1.2	Auffüllung (Sand, schluffig, z.T. humos; Schotter und Bauschutt)
S [4] und S [5] Z 2	Auffüllung (Sand, schluffig, z.T. humos; Schotter und Bauschutt)
Gewachsener Boden	
S 4 Z 0	Sand, schluffig und stark schluffig
S 4 Z 1.2	Sand, schluffig und stark schluffig
S 4 Z 2	Sand, schluffig und stark schluffig, z.T. schwach humos
S 4 Z 0	Sand, schluffig und stark schluffig, z.T. schwach tonig
S 4 und S 5 Z 0	Geschiebemergel (weich-steif)
S 4 und S 5 Z 0	Geschiebemergel (steif-halbfest)

Tabelle 11

Homogenbereiche (Benennung nach Stadt Münster)

Die Kennwerte der Parameterliste der Homogenbereiche nach DIN 18300 sind aus der Bodenansprache abgeleitet, bodenphysikalischen Untersuchungen wurden z.T. durchgeführt (Tab. 12).

Parameter Homogenbereich	Kenndaten der Homogenbereiche		
	S [4], S [5]	S 4	S 4 und S 5
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung (Sand, u-u*; Fm)	Sand, schluffig-u*	Geschiebemergel; Kreidemergel
Bodengruppen	A, [SU*]	SU*	ST/TL, TM/TA
Korngrößenverteilung T/U/S/G [%]	0-5/10-20/60-70/0-10	0-5 / 20-35 / 60-70 / 0-5	5-15 / 30-40 / 20-35 / 0-10 20-40 / 30-40 / 10-15 / 0-5
Stein- und Blockanteile [%]	< 10	< 3	< 3; <3
Dichte [t/m³]	1,8-2,0	1,9-2,0	2,0; 2,1
Undrainierte Scherfestigkeit [kN/m²]	-	-	60-80; 80-150
Wassergehalte [%]	-	8-16	-
Plastizitätszahl [%]	-	-	10-20; 20-30
Konsistenzzahl [-]	-	-	0,50-0,75; 0,75-1,00
Lagerungsdichte	locker und mitteldicht	locker u mitteldicht	-
organische Anteile [%]	< 5	-	< 3; < 3

Tabelle 12

Parameter und Kenndaten der Homogenbereiche nach DIN 18300 für Bauwerke GK 2

Eine Einteilung in Homogenbereiche nach der DIN 18 300 VOB/C (Erdarbeiten) erfolgt nach Festlegung des Bauverfahrens zusammen mit dem Planer. Im Falle einer Zuordnung zu einer anderen geotechnischen Kategorie sind weitere Kennwerte anzugeben.

Anlagen

- 1 Lageplan mit Eintragung der Untersuchungsstellen
- 2 Bohrprofile und Rammdiagramme
- 3 Ergebnisse bodenphysikalischer Untersuchungen
- 4 Ergebnisse chemisch-analytischer Untersuchungen

NUR FÜR BÜROINTERNE AUSSCHREIBUNGSZWECKE

Kanalerneuerung in der Gertrudenstraße und in einem Teilabschnitt der Stadtstraße
in 48149 Münster

Baugrunduntersuchungen für den Kanal- und Straßenbau

Proj.-Nr. 8050-1

Abschnitte 1-5 (allgemeiner Teil)

6 Hinweise zur Verlegung der Kanalleitungen

Nach vorliegenden Planunterlagen ist geplant

- in der Gertrudenstraße die Verlegung von etwa 280 m Schmutzwasserleitungen Stz 250 und 260 m Regenwasserleitungen B 300 und
- in der Stadtstraße zwischen Gertrudenstraße und Nordstraße die Verlegung einer 85 m langen Schmutzwasserleitung Stz 250 und einer 90 m langen Regenwasserleitung B 300 sowie
- im südlichen Abschnitt der Gertrudenstraße am Schillergymnasium die vorhandene Kanalleitung auf einer Länge von 75 m im Kurzrohrrelining PE DA 280 zu sanieren.

Die Sohlen der Schmutzwasserleitungen liegen zwischen rd. 3,00 m und 4,50 m unter Straßenoberfläche, die der Regenwasserleitungen etwa 1,00 m bis 2,00 m höher.

Für die Bauausführung sind neben der DIN EN 1610 und der DIN 4124 insbesondere die zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTVA-StB 12) und die Vorschriften der Tiefbauberufsgenossenschaft zu beachten.

6.1 Rohrauf Lagerung

Die Grabensohle der tiefer liegenden Schmutzwasserleitung 250 Stz befindet sich etwa 3,00 m bis 4,50 m unter OK Straße: