

GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2
28357 BREMEN
TELEFON (0421) 20770-0
TELEFAX (0421) 27 42 55
GLB@GRUNDBAULABOR.DE

Objekt-Nr.: 16 11571
Datum: 07.11.2016
Zeichen: Gre/AG/Re
Datei: O:\16\11571\GTB1.docx

Gestaltung Altarm Norder Tief, Neuer Weg, 26506 Norden

Geotechnischer Bericht Nr. 1

Beurteilung der Gründung

Bauherr: Stadt Norden
Fachdienst Umwelt und Verkehr
Am Markt 39
26506 Norden

Objektplanung: Thalen Consult GmbH
Urwaldstr. 39
26340 Neuenburg

INHALTSVERZEICHNIS

1	Anlass der geotechnischen Untersuchungen	3
2	Bauvorhaben (Anlage 1)	3
2.1	Planunterlagen	3
2.2	Baugelände (Anlage 1)	4
2.3	Maßnahme	5
2.4	Geotechnische Kategorien	6
3	Baugrund (Anlage 2.1)	7
3.1	Geologische und bautechnische Vorgeschichte	7
3.2	Baugrundaufschlüsse (Anlage 2.1)	8
3.3	Baugrundverhältnisse (Anlage 2.1)	9
3.3.1	Baugrundsichtung (Anlage 2.1)	9
3.3.2	Baugrundfestigkeit	9
3.3.3	Verunreinigungen von Boden / Bauschutt (Anlagen 3.3.1 bis 3.3.5)	10
3.4	Grundwasserverhältnisse	11
3.4.1	Hauptgrundwasserhorizont	11
3.4.2	Oberer Grundwasserhorizont	11
3.5	Ergebnisse von Laborversuchen (Anlagen 3.1 und 3.2)	12
4	Beurteilung des Baugrundes	13
4.1	Baugrundmodell	13
4.2	Baugrundeigenschaften	14
4.3	Baugrundtragfähigkeit	15
4.4	Wiederverwendbarkeit für bautechnische Zwecke	15
4.5	Befahrbarkeit	16
4.6	Bodenklassen	16
4.6.1	DIN 18300 (ALT)	16
4.6.2	DIN 18300 (VOB 2012/Ausgabe 2015)	17
4.7	Beurteilung des Baugrundrisikos	17
5	Angaben zur Gründung (Anlagen 4.1.1 bis 4.2.2)	19
5.1	Allgemeine Angaben und Gründungsmöglichkeiten	19
5.2	Planung (Anlagen 4.1.1 bis und 4.2.2)	19
5.3	Geotechnische Nachweise (Anlagen 4.1.1 bis 4.2.2)	20
5.3.1	Böschungsbruch (Anlagen 4.1.1 bis 4.2.2)	20
5.3.1.1	Bemessungssituation	20
5.3.1.2	Teilsicherheiten	21
5.3.1.3	Querschnitte und Randbedingungen	21
5.3.1.4	Bodenkennwerte	22
5.3.1.5	Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen	23
5.3.2	Beurteilung und Zusammenfassung (Anlagen 4.1.1 bis 4.2.2)	23
5.4	Auswirkungen der Baumaßnahme auf Nachbarbauwerke	24
5.5	Erdarbeiten	24
5.6	Bemessung Spundwand	25
5.7	Besondere Maßnahmen aus geotechnischer Sicht	25
6	Zusammenfassung	26
7	Anlagenverzeichnis	27

1 Anlass der geotechnischen Untersuchungen

Die Thalen Consult GmbH plant im Auftrag der Stadt Norden die Gestaltung des Altarms (Norder Tief) am Popke-Fegter-Platz in Norden. Das Grundbaulabor Bremen wurde von der Stadt Norden beauftragt, für das Bauvorhaben eine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung einschließlich der dazu erforderlichen Baugrundaufschlüsse durchzuführen.

Die Baugrundaufschlüsse sind von uns unter Berücksichtigung der Kenntnisse über die zu erwartenden Baugrundverhältnisse und des geplanten Bauwerkes festgelegt worden. Bei der Gründungsberatung soll neben der Forderung nach einer technisch sicheren Gründung in besonderem Maße die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden.

Dieser Geotechnische Bericht 1 enthält die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, der Feld- und Laborversuche, Baugrundkennwerte sowie Hinweise zur weiteren Vorgehensweise.

2 Bauvorhaben (Anlage 1)

2.1 Planunterlagen

Für die Erstellung dieses Gutachten standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Lageplan, Gestaltung Altarm Norder Tief, Maßstab 1 : 250, Thalen Consult GmbH vom 21.09.2015
- [2] Schnitte, Gestaltung Altarm Norder Tief, Maßstab 1 : 50, Thalen Consult GmbH vom 21.09.2015

2.2 Baugelände (Anlage 1)

Die Baufläche liegt am Norder Tief, zentral in der Stadt Norden. Einen Lageplan im Maßstab 1 : 25.000 zeigt die Anlage 1.

Auf der Baufläche wurde im Zuge der Baugrunderkundung am 22.09.2016 eine Ortsbesichtigung durchgeführt. Dabei wurde Folgendes festgestellt:

Die Baufläche ist mit Bäumen bewachsen.

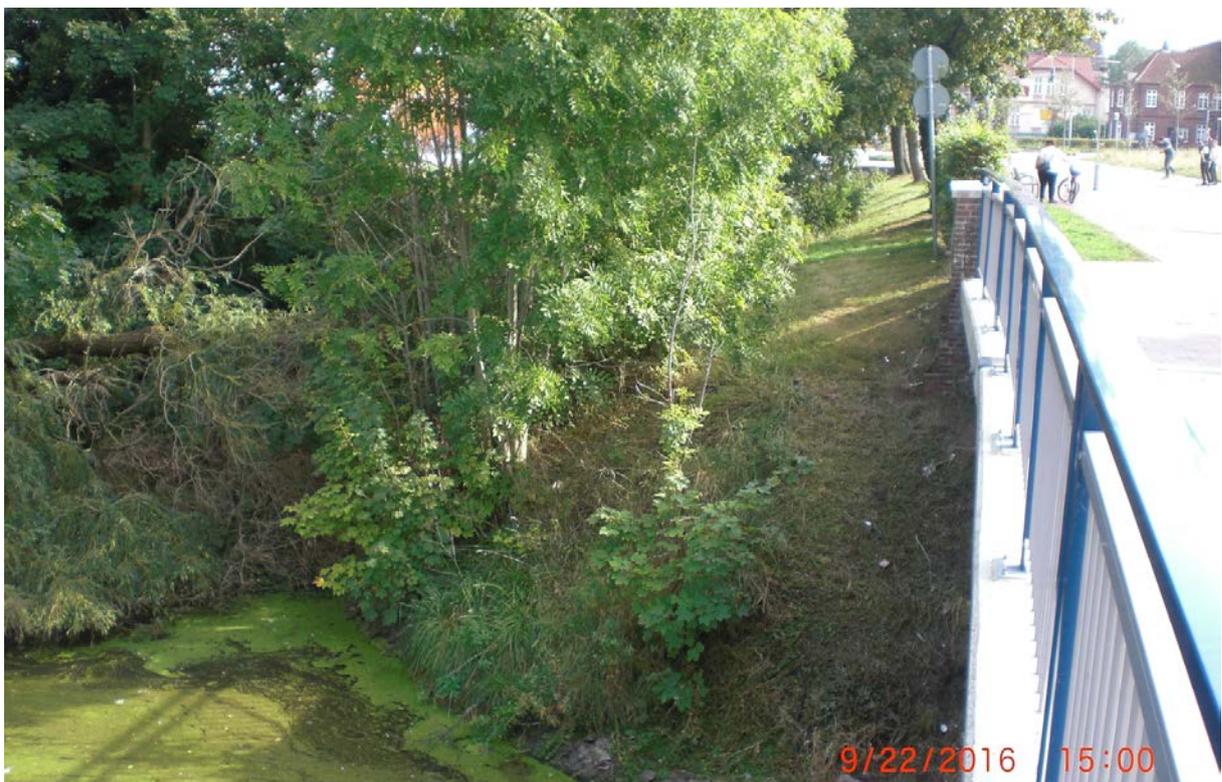


Foto: GLB vom 22.09.2016

2.3 Maßnahme

Die Planung wird ausgeführt von der Thalen Consult GmbH.

Die geplante Maßnahme umfasst die Neugestaltung Altarm Norder Tief.

Die technischen Daten des Bauwerkes sind:

Abmessungen

Bauteil	Länge	Breite	Fläche
Altarm	ca. 75 m	ca.25 m	ca. 18.750 m ²

Charakteristische Lasten

Ohne Vorgaben von der Planung wird im Weiteren von einer allgemeinen charakteristische Verkehrslast von 10 kN/m² ausgegangen.

Verkehrslasten $q_k = 10 \text{ kN/m}^2$

Bei einer Überschreitung dieser Annahme sind gesonderte Nachweise zu führen.

Höhen

Die m NN-Höhe des Festpunktes wurden aus der Plangrundlage [1] übernommen. Für die Richtigkeit bei weiterer Verwendung kann keine Gewähr übernommen werden.

Gelände und Baugrund:

Festpunkt Kanaldeckel	+ 3,03 m NN
Gelände, max. (BS 3)	+ 2,61 m NN
Gelände, min. (BS 2)	+ 0,74 m NN
Oberer Grundwasserhorizont (BS 2 - 23.09.2016)	- 0,31 m NN
Wasserspiegel Altarm (23.09.2016)	- 0,97 m NN
Wasserspiegel Altarm (15.04.2015)	- 0,79 m NN

2.4 Geotechnische Kategorien

Nach DIN 4020 "Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke" werden bautechnische Maßnahmen in drei geotechnische Kategorien eingestuft. Die geotechnischen Kategorien sind Gruppen, in die bautechnische Maßnahmen nach dem geotechnischen Risiko, das sich nach dem Schwierigkeitsgrad der Konstruktion, der Baugrundverhältnisse und der Wechselbeziehung zur Umgebung richtet, folgendermaßen eingestuft werden:

Die geotechnische Kategorie 1 (GK 1) umfasst kleine einfache Bauobjekte bei einfachen und übersichtlichen Baugrundverhältnissen, so dass die Standsicherheit aufgrund gesicherter Erfahrung beurteilt werden kann. Bei Stützbauwerken bis 2 m Höhe des Geländesprungs, wenn hinter den Wänden keine hohen Auflasten wirken. Gräben für Leitungen oder Rohre bis 2 m Tiefe, die nicht in das Grundwasser einschneiden. Stützung von Grabenwänden durch Grabenverbaugeräte, bei Anwendung von Normverbau.

Die geotechnische Kategorie 2 (GK 2) umfasst Bauobjekte und Baugrundverhältnisse mittleren Schwierigkeitsgrades, bei denen die Sicherheit zahlenmäßig nachgewiesen werden muss und die eine ingenieurmäßige Bearbeitung mit geotechnischen Kenntnissen und Erfahrungen verlangen.

Stützbauwerke und Baugrubenwände bis 10 m Geländesprung.

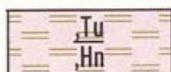
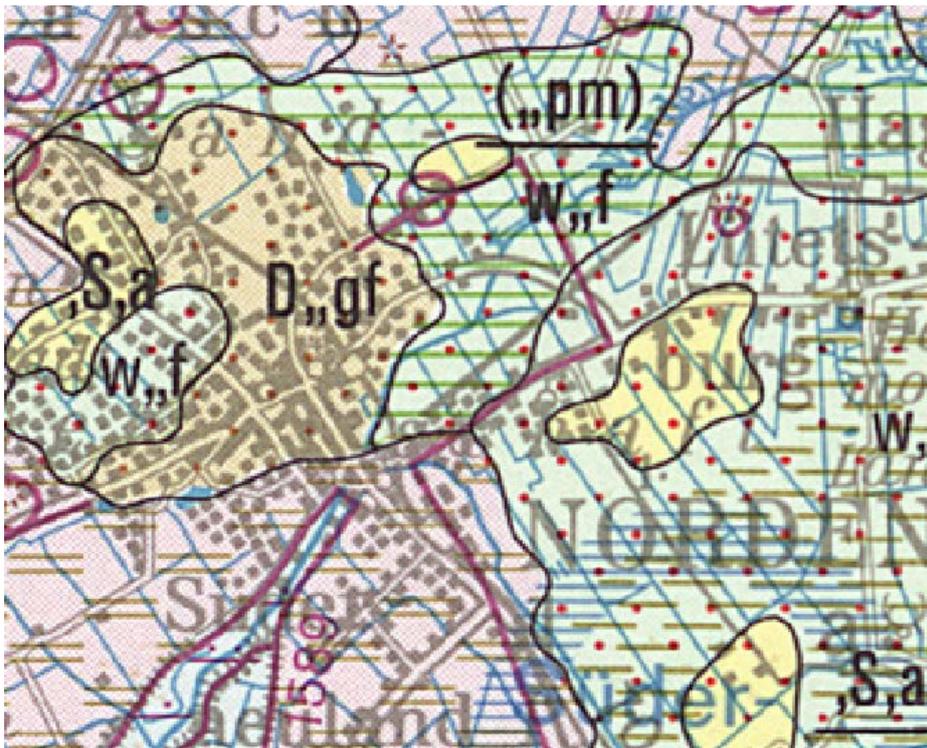
Die geotechnische Kategorie 3 (GK 3) umfasst Bauobjekte mit schwieriger Konstruktion und/oder mit schwierigen Baugrundverhältnissen, die zur Bearbeitung vertiefte geotechnische Kenntnisse und Erfahrungen auf dem jeweiligen Spezialgebiet der Geotechnik verlangen. Stützbauwerke und Baugrubenwände von mehr als 10 m Tiefe. Baugruben in weichen Böden. Stützbauwerke neben dicht angrenzenden verschiebungs- oder setzungsempfindlichen Bauwerken.

Die Maßnahme wird vorläufig in die Geotechnische Kategorie 2 eingestuft. Es ist zu prüfen, ob die Brücke und im Böschungskopf verlegte Leitungen verformungsempfindlich sind.

3 Baugrund (Anlage 2.1)

3.1 Geologische und bautechnische Vorgeschichte

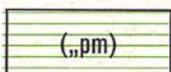
Nach der geologischen Übersichtskarte, Blatt Emden (CC3102), sind im Bereich der Baufläche folgende Bodenarten zu erwarten.



marin-brackische Ablagerungen, < 100 cm mächtig, über
 Niedermoortorf
*marien-brakke afzettingen, minder dan 100 cm dik, op
 laagveen*



glazifluviatile Ablagerungen
fluvioglaciale afzettingen



perimarine Ablagerungen, < 40 cm
 mächtig [auf Flächenfarbe des Liegenden]
*perimariene afzettingen, < 40 cm dik [signatuur
 op de kleur van de eronder liggende afzettingen]*



fluviale Ablagerungen,
 z.T. Niederterrasse
*fluviatiele afzettingen – deels Laagterras
 („beekzanden“)*

Die Baufläche befindet sich in keiner in Deutschland ausgewiesenen Erdbebenzone.

3.2 Baugrundaufschlüsse (Anlage 2.1)

Zur Erkundung des Baugrundes wurden von unserem Labor im September 2015 folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

Direkte Baugrundaufschlüsse:

5 Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1, Durchmesser 45 mm bis 80 mm, t = 6 m bis 7 m.

Es ist zu beachten, dass bei dem Bohrverfahren, Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 mit einem Durchmesser von 45 mm bis 80 mm, Steine > 63 mm nicht erkannt und gefördert werden können.

Indirekte Baugrundaufschlüsse:

3 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN-EN ISO 22476-2 (DPH), t = 6 m bis 7 m.

1 Peilfilter, Durchmesser 31,8 mm, t = ca. 4 m.

Die Lage und das Ergebnis der Baugrundaufschlüsse, höhengerecht im Maßstab 1 : 100 als Bodenprofile mit den Sondierdiagrammen dargestellt, zeigt die Anlage 2.1.

3.3 Baugrundverhältnisse (Anlage 2.1)

3.3.1 Baugrundsichtung (Anlage 2.1)

Aus den direkten Baugrundaufschlüssen ist die nachstehende Schichtenfolge erkennbar:

Unter einer 2 m bis 3 m starken inhomogenen Auffüllung aus Schluff, Sand und Bauschutt (teilweise überwiegend Bauschutt) folgen Reste der ursprünglich vorhandenen humosen Schluffschichten (Klei) in einer Mächtigkeit von bis zu 3 m. In die vorhandenen Weichschichten sind unregelmäßig schluffige Sande (Wattsande) eingelagert.

In der BS 1 wurde am Ende der Sondierung zwischen - 3,91 m NN bis - 4,81 m NN eine Torfschicht erkundet.

Klei ist geologisch ein Sammelbegriff für sedimentäre, holozäne Böden. An der Küste ist der Ursprung des Kleibodens die Sedimentation von Schlickwatt.

Die genaue Schichtenfolge und -mächtigkeit sowie weitere Angaben sind in den Bodenprofilen dargestellt.

3.3.2 Baugrundfestigkeit

Aus den Sondierwiderständen der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN-EN ISO 22476-2, kann bei nichtbindigen Böden unmittelbar auf die Baugrundfestigkeit geschlossen werden. Als Festigkeit ist hier die Eigenschaft eines nichtbindigen Bodens bezeichnet, die durch Lagerungsdichte, Korngröße und -rauigkeit gekennzeichnet ist und sich in der Größe des Steifemoduls E_S sowie des Winkels der inneren Reibung φ' äußert. Es kann von folgendem Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen n_{10} und der Baugrundfestigkeit ausgegangen werden:

Schlagzahlen n_{10}	Benennung der Festigkeit	Lagerung
0 - 1	sehr gering	sehr locker
1 - 2	gering	locker
2 - 5	mittel	mitteldicht
5 - 10	groß	dicht
> 10	sehr groß	sehr dicht

Die Rammsondierung zeigt in den anstehenden aufgefüllten Sanden mit ermittelten Schlagzahlen n_{10} in der Größenordnung von 1 bis 2 Schlägen überwiegend eine lockere Lagerung, erst unterhalb von 6 m Tiefe wird eine mitteldichte Lagerung mit $n_{10} = 2 - 5$ Schläge erreicht.

Die lokalen Schlagzahlen sind direkt aus den Sondierdiagrammen zu ermitteln (Anlage 2.1).

Konzentrationen von Bauschuttagerungen können die Wirkung von Hindernissen haben.

3.3.3 Verunreinigungen von Boden / Bauschutt (Anlagen 3.3.1 bis 3.3.5)

Nach den durchgeführten 5 Sondierbohrungen, die natürlich nur "Nadelstiche" im Baugrund darstellen, wurde ein spezifischer Verdachtspunkt mit Geruch festgestellt (BS 5, Probe 38).

Der Geruch der Probe wurde organoleptisch als Leinöl- bzw. -firnis angesprochen und zur genaueren Analyse nach LAGA Boden (Eluat und Feststoff) ins Labor Dr. Döring Bremen geschickt. Gemäß dem Untersuchungsergebnis ist die Probe in die Einbauklasse Z2 einzuordnen.

Die detaillierten Angaben der Untersuchungsergebnisse sind den Anlagen 3.3.1 bis 3.3.5 zu entnehmen.

Wir empfehlen die Einschaltung eines Umweltgutachters zur weitere Analyse und die Durchführung von Sondierungen zur Eingrenzung bzw. Abgrenzung der betroffenen Bereiche und zur Einstufung der mit Bauschutt durchsetzten Auffüllung.

3.4 Grundwasserverhältnisse

3.4.1 Hauptgrundwasserhorizont

Nach den durchgeführten Baugrundaufschlüssen sind die Wattsande der Grundwasserleiter des Hauptgrundwasserhorizontes.

Aufgrund der Mächtigkeit der sehr gering durchlässigen Deckschichten ist ein z. T. gespannter Grundwasserhorizont vorhanden.

In der Kleinbohrung BS 2 wurde ein Peilfilter eingebaut, dessen Filterstrecke in den Sanden des Hauptgrundwasserleiters liegt. Während der Sondierarbeiten wurde am 23.09.2016 ein Grundwasserspiegel in Ruhe in 1,05 m Tiefe = - 0,31 m NN eingemessen.

Aufgrund des gleichzeitig im Gewässer eingeseenen Wasserstandes von - 0,97 m NN fließt das Grundwasser in Richtung Norder Tief.

3.4.2 Oberer Grundwasserhorizont

Die eingelagerten bindigen Schichten wirken als Grundwasserstauer für einen oberen Grundwasserhorizont, für den die überlagernden Sande der Auffüllung den Grundwasserleiter bilden.

Bei Sandauffüllungen auf den bindigen Deckschichten wird sich zukünftig ein oberer Grundwasserhorizont einstellen, der in Abhängigkeit von den Niederschlägen und der örtlichen Entwässerungssituation bis knapp unter der neuen Geländeoberkante ansteigen kann.

Im Bereich der bindigen und humosen Deckschichten ist insbesondere bei sandigen Zwischenschichten oder darüber lagernden Auffüllungen mit stauendem Schichtenwasser in Abhängigkeit von Niederschlägen zu rechnen. Bei lang anhaltenden Niederschlägen ist im ungünstigsten Fall davon auszugehen, dass sich Schichtenwasser bis zur Geländeoberkante kurz anstaut.

3.5 Ergebnisse von Laborversuchen (Anlagen 3.1 und 3.2)

Von den gestörten Bodenproben wurden in unserem Labor folgende bodenmechanische Kennziffern ermittelt:

Schluff und Sand (Auffüllung mit Bauschutt), tlw. stark humos

Bodengruppe (DIN18196)					SU*- UL	
					OU-OH	
Korngrößenverteilung(DIN 18123)						
Feinstes	$d \leq 0,002$	mm	=		6	%
Schluffkorn	$d = 0,002 - 0,06$	mm	=		23	%
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=		57	%
Kieskorn	$d \geq 2,0$	mm	=		14	%
Wassergehalt (DIN 18121)			$w_n =$	13	-	92 %

Schluff, tonig, humos (Klei)

Bodengruppe (DIN 18196)					UL – OU	
Korngrößenverteilung (DIN 18123)						
Feinstes	$d \leq 0,002$	mm	=		16	%
Schluffkorn	$d = 0,002 - 0,06$	mm	=		60	%
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=		24	%
Wassergehalt (DIN 18121)			$w_n =$	24	-	90 %

Wattsande

Bodengruppe (DIN 18196)					SE – SU*	
Korngrößenverteilung (DIN 18123)						
Schluffkorn	$d \leq 0,06$	mm	=		3	%
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=		96	%
Kieskorn	$d \geq 2,0$	mm	=		1	%
Wassergehalt (DIN 18121)			$w_n =$	25	-	32 %

Torf

Bodengruppe (DIN 18196)		HZ	
Wassergehalt (DIN 18121)	$w_n =$	173	%
Glühverlust (DIN18128)	$V_{gl.} =$	37	%

4 Beurteilung des Baugrundes

4.1 Baugrundmodell

Die ausgeführten Baugrundaufschlüsse geben eine exakte Aussage über die Baugrundsichtung nur für den jeweiligen Untersuchungspunkt. Für die dazwischen liegenden Bereiche sind nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich.

Für die nachfolgende Baugrundbeschreibung wurden neben den Baugrundaufschlüssen auch Informationen aus Baugrundkarten und geologischen Karten herangezogen. Weiterhin wurden die Erfahrungen aus geotechnischen Untersuchungen nahegelegener Bauvorhaben berücksichtigt. Unter Einbeziehung dieser Unterlagen und Erkenntnisse sind folgende Baugrundverhältnisse im Bereich der Baufläche zu erwarten:

Unter einer inhomogenen Auffüllung aus Schluff und Sand folgen Kleischichten mit Wattsandeinlagerungen. In tieferen Lagen wurde stellenweise Torf angetroffen.

Die Baugrundaufschlüsse zeigen insgesamt im Bereich des Altarms unregelmäßige Baugrundverhältnisse, die den allgemeinen Erwartungen entsprechen.

4.2 Baugrundeigenschaften

Auffüllung: Schluff und Sand (mit Bauschutt)

Konsistenz:	weich bis steif
Scherfestigkeit:	gering bis mittel
Zusammendrückbarkeit:	groß bis mittel
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	schwach durchlässig bis durchlässig
Verdichtbarkeitsklasse:	V2 bis V3 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	leicht bis mittel, z. T. sehr schwer (Hindernisse)
Frostempfindlichkeit:	F3 nach ZTVE-StB 09

Schluff, tonig, humos, tlw. sandig (Klei)

Konsistenz:	weich bis steif
Scherfestigkeit:	gering
Zusammendrückbarkeit:	groß
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	sehr schwach durchlässig bis schwach durchlässig
Verdichtbarkeit:	V3 nach ZTV A-StB 97/06i
Ramm- und Rüttelbarkeit:	leicht
Frostempfindlichkeit:	F3 nach ZTVE-StB 09

Sand, teilw. stark schluffig (Wattsande)

Dichte:	locker bis dicht
Scherfestigkeit:	mittel
Zusammendrückbarkeit:	mittel
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	schwach durchlässig bis durchlässig
Verdichtbarkeitsklasse:	V1 bis V2 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	schwer

Torf

Scherfestigkeit:	sehr gering
Zusammendrückbarkeit:	sehr groß
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	schwach durchlässig
Verdichtbarkeit:	nicht verdichtbar
Ramm- und Rüttelbarkeit:	leicht

4.3 Baugrundtragfähigkeit

Die angetroffenen Bodenarten können in ihrer Tragfähigkeit wie folgt eingestuft werden:

Bodenart	Tragfähigkeit
Auffüllung: Sand und Schluff (Bauschutt)	gering tragfähig
Klei	gering tragfähig
Wattsande	mäßig bis durchschnittlich tragfähig
Torf	sehr gering tragfähig

4.4 Wiederverwendbarkeit für bautechnische Zwecke

Die Wiederverwendung von auszuhebenden Böden für bautechnische Zwecke ist aus geotechnischer Sicht nicht gegeben. Die Verwertungs- und Entsorgungswege sind durch einen Umweltgutachter gemäß LAGA einzuschätzen.

4.5 Befahrbarkeit

Im Bereich der Oberflächenbefestigung ist die Befahrbarkeit entsprechend der Belastungsklasse gegeben.

Ansonsten ist, abhängig von den einzusetzenden Geräten, ein Arbeitsplanum aus Sand- und Schottertragschichten zu erstellen. Zur Verbesserung der Tragfähigkeit können zusätzlich auch Baggermatten zur Lastverteilung eingesetzt werden.

Die Bauzustände für Einwirkungen aus Baufahrzeugen von $> 10 \text{ kN/m}^2$ sind rechnerisch nachzuweisen.

4.6 Bodenklassen

4.6.1 DIN 18300 (ALT)

Die angetroffenen Bodenarten können nach DIN 18300 - Erdarbeiten - in folgende Bodenklassen eingeteilt werden:

Bodenart	Bodenklasse	Bezeichnung
Auffüllung: Sand und Schluff (Bauschutt)	3	leicht lösbare Bodenarten
	bis 4	mittelschwer lösbare Bodenarten
Klei	4	mittelschwer lösbare Bodenarten
	bis 5	schwer lösbare Bodenarten
Wattsand	3	leicht lösbare Bodenarten
	bis 4	mittelschwer lösbare
Torf	2	fließende Bodenarten
	bis 3	leicht lösbare Bodenarten

Einlagerungen aus massiven Bauschuttlagen in der Auffüllung sind zu beachten. Die Einteilung in Bodenklassen gilt nur für natürliche Bodenarten.

4.6.2 DIN 18300 (VOB 2012/Ausgabe 2015)

In der VOB 2012 / Ausgabe 2015, werden die bislang geltenden Klassifizierungen in Boden- und Felsklassen durch Homogenbereiche ersetzt.

Die VOB 2015 sieht einen festen Satz von zu bestimmenden Bodenparametern vor. Die vorhandenen Böden sind aus unserer Sicht für Ausschreibungen nach DIN 18320 und Erdarbeiten DIN 18300 zu bewerten.

Der durchgeführte Umfang der bodenmechanischen Untersuchungen lässt keine vollständige DIN gerechte Klassifizierung zu. Falls diesbezüglich noch genauere Angaben benötigt werden, wird um Mitteilung gebeten.

4.7 Beurteilung des Baugrundrisikos

Da Bodenaufschlüsse immer nur eine exakte Aussage für den eigentlichen Untersuchungspunkt ergeben, sind für die dazwischen liegenden Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich. Die Wahrscheinlichkeit einer Aussage über den Aufbau oder bestimmte für die geotechnische Beurteilung maßgebliche Eigenschaften von Boden wächst mit dem Untersuchungsumfang, d. h., mit der Anzahl der Aufschlüsse und nimmt ab mit der Wechselhaftigkeit des Baugrundes. Es bleibt daher immer ein Risiko, dass im Baugrund Abweichungen von den zu erwartenden zu den tatsächlichen Baugrundverhältnissen vorhanden sind. Dieses Risiko wird als Baugrundrisiko bezeichnet. Unter Baugrundrisiko versteht man auch die Gefahr, dass bei jeder Bebauung von Baugrund trotz vorhergehender, den Regeln der Technik entsprechender bestmöglicher Untersuchung und Beschreibung der Boden- und Wasserverhältnisse, unvorhersehbare Erschwernisse auftreten können.

Alles unerwartet im Baugrund Vorgefundene wird ebenfalls vom Begriff des „Baugrundrisikos“ generell ausgefüllt: so etwa Kellergewölbe, Fundamentreste, Holzpfähle, Findlinge, Geheimgänge, Wurzeln, Stollen, Bunker, Reste früherer Kulturen wie Gräber, Hafenbefestigungen, alte Tanks, Kanäle, Versorgungsleitungen aller Art, mit Altlasten verunreinigte oder sonstige kontaminierte Bereiche, Einlagerungen aller Art oder Klüfte, um nur einige Beispiele aus der Baupraxis und der Rechtsprechung anzuführen.

Ein restliches Baugrundrisiko kann daher auch durch eingehende geotechnische Untersuchungen nicht völlig ausgeschaltet werden, da kleinräumige Inhomogenitäten des Baugrundes nicht restlos zu erfassen sind. Ferner werden die bodenmechanischen Kennwerte an faustgroßen Proben ermittelt, die nicht immer repräsentativ für die gesamte Schicht sind. Die Werte der Baugrundparameter streuen in gewissen Bandbreiten und manche Eigenschaften des Baugrundes können mit angemessenem Aufwand nicht festgestellt werden.

Aufgabe der geotechnischen Untersuchungen von Boden als Baugrund ist es, das Baugrundrisiko im Hinblick auf die Aufgabenstellung des jeweiligen Projektes einzugrenzen.

Das Baugrundrisiko wird im vorliegenden Fall durch die geringe Tragfähigkeit der Weichschichten geprägt. Durch den Aushub von Böden können in Folge von Spannungsumlagerungen Verformungen im Böschungsbereich (insbesondere im Bereich des Straßendamms) auftreten.

Während der Ausführung können für den Bauherrn zusätzliche Sanierungs- und Entsorgungskosten entstehen.

5 Angaben zur Gründung (Anlagen 4.1.1 bis 4.2.2)

5.1 Allgemeine Angaben und Gründungsmöglichkeiten

Der zusätzliche Aushub im Querschnitt und der durch die Spundwand abzufangende Geländesprung bedeuten eine Schwächung der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit auf beiden Uferseiten.

Im Allgemeinen werden Uferböschungen frei abgebösch. Im Wechselbereich der Wasserspiegelschwankungen sind allgemein Zusatzmaßnahmen gegen Erosionsprozesse erforderlich.

5.2 Planung (Anlagen 4.1.1 bis und 4.2.2)

Nach dem derzeitigen Planungsstand soll die bestehende Böschungsneigung zur Straße mit Neigung von 1 : 1,7 beibehalten werden. Im Bereich des Platzes wird das Gelände bereichsweise um ca. 1 m aufgefüllt. Die Uferneigung ist mit einer Neigung von ca. 1 : 2 geplant. Im unteren Bereich (Ufereinfassung) entsteht beidseitig durch eine Kunststoffspundwand ein Geländesprung von ca. 1 m.

Neben der Bauteilbemessung der Spundwand (nicht Teil dieses Gutachtens) sind die Gesamtstandsicherheit (unter der Spundwand) und die lokale Standsicherheit (oberhalb des Spundwandkopfes) aus geotechnischer Sicht rechnerisch nachzuweisen.

5.3 Geotechnische Nachweise (Anlagen 4.1.1 bis 4.2.2)

5.3.1 Böschungsbruch (Anlagen 4.1.1 bis 4.2.2)

Bei einer großen, schnell aufgebracht Belastung (auch Verkehrslasten) kann es bei Überschreitung der Scherfestigkeit in den Kleinschichten zu geländebruchartigen Versagensformen kommen. Zur Ermittlung der Geländebruchsicherheit wurden Berechnungen nach DIN 4084 „Gelände- und Böschungsbruchberechnungen“ vom Januar 2009 durchgeführt. Mit den in der Norm enthaltenen Berechnungsverfahren werden im Allgemeinen kreiszylindrische Gleitflächen durch den Boden gelegt und die jeweilige Sicherheit gegenüber dem Bruchzustand nach dem Lamellenverfahren ermittelt. Dabei ist eine Variation der Gleitflächen durchzuführen, um die Gleitfläche mit der minimalen Sicherheit zu erfassen.

Der Ausnutzungsgrad „ μ “ wird als Verhältnis des Bemessungswertes der Einwirkungen bzw. Beanspruchungen zu den Widerständen definiert und muss der Forderung $\mu \leq 1,0$ für Standsicherheitsbetrachtungen genügen.

5.3.1.1 Bemessungssituation

Folgende Einwirkungen wurden nachgewiesen:

Einwirkungen		Bemessungssituation			
		BS-P		BS-T	
		Normalzustand		Bauzustand	
		P.1	P.2	T.1	T.2
Ständige	Eigenlasten und Auflasten	X			
Veränderliche	Verkehrslasten	X			
	Beanspruchung durch während der Bauzeit Porenwasserüberdruck				

Es wurden keine außergewöhnlichen Einwirkungen von der Planungsseite vorgegeben.

Bei den ständigen Eigenlasten handelt es sich um das Eigengewicht des Auffüllungsbodens (maximale Auffüllungshöhe 1 m ~ 19 kN/m²) und einer maximalen Verkehrslast von 10 kN/m².

Im Bereich zur Straße wird in Anlehnung an die alte Brückenklasse SLW60 eine Verkehrslast von 34 kN/m angesetzt. Falls genauere Lastangaben auf der Planungsseite bekannt sind, bitten wir um Benachrichtigung

5.3.1.2 Teilsicherheiten

Einwirkungen	Formelzeichen	BS-P	BS-T	BS-A
Ständige Einwirkungen ¹⁾	γ_G	1,00	1,00	1,00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,30	1,20	1,00

1) einschließlich ständigem und veränderlichen Wasserdruck

Bodenkenngröße GEO-3	Formelzeichen	BS-P	BS-T	BS-A
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ des dränierten Bodens	$\gamma_{\varphi'}$	1,25	1,15	1,10
Kohäsion c' des dränierten Bodens	$\gamma_{c'}$	1,25	1,15	1,10
Reibungsbeiwert $\tan \varphi_u$ des undränierten Bodens	γ_{φ_u}	1,25	1,15	1,10
Scherfestigkeit c_u des undränierten Bodens	γ_{c_u}	1,25	1,15	1,10

5.3.1.3 Querschnitte und Randbedingungen

Als repräsentativer Querschnitt wird der Schnitt C-C ausgewählt.

Zur Straße wird der Querschnitt mit dem Bodenprofil der BS 1 kombiniert. Für die Nachweise Richtung Platz wird der Querschnitt C-C mit der BS 4 kombiniert.

Als maximal berücksichtigte Wasserstände wurden auf der Straßenseite ein Wasserstand von - 0,2 m NN und in Richtung Platz ein maximaler zukünftiger Randwasserstand von + 0,8 m NN berücksichtigt.

Für die Bemessung relevant ist die Differenz zwischen dem Wasserstand im Tief und der jeweiligen Böschung.

Bei einem angenommenen mittleren Wasserstand von - 0,80 m NN im Tief ergibt sich eine maximal berücksichtigte Wasserdruckdifferenz von 0,6 m (Straße) bzw. 1,6 m (Platz).

5.3.1.4 Bodenkennwerte

Die rechnerischen Bodenkenwerte werden auf Basis von Erfahrungswerten als charakteristische Bodenkenwerte nach DIN 1054-2005 für den Grenzzustand (GEO3) festgelegt. Die rechnerischen Bodenkenwerte sind nachfolgend aufgeführt:

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	20.00	Strassenaufbau
	30.00	0.00	18.00	Auffüllung
	22.50	5.00	16.00	Schluff
	32.50	0.00	18.00	Sand
	17.50	5.00	11.00	Torf

Tabelle: Bodenkenwerte Anlagen 4.1.1 und 4.1.2 (Straßendamm)

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	19.00	Neue Sandauffüllung
	30.00	0.00	18.00	Alte Auffüllung
	22.50	5.00	16.00	Schluff
	32.50	0.00	18.00	Wattsand

Tabelle: Bodenkenwerte Anlagen 4.2.1 und 4.2.2 (Platz)

5.3.1.5 Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen

Bemessungssituation	Ausnutzungs- grad	Nachweis erbracht		Anlagen	Bemerkung
Straßendamm BS-P, global	1,08	$\leq 1,0$	NEIN	4.1.1	kritisch
Straßendamm BS-P, lokal	0,90	$\leq 1,0$	JA	4.1.2	
Böschung Platz BS-P, global	0,90	$\leq 1,0$	JA	4.2.1	
Böschung Platz BS-P lokal	0,94	$\leq 1,0$	JA	4.2.2	*)

*) unter Verwendung eines Geogitters zwischen alter und neuer Auffüllung

5.3.2 Beurteilung und Zusammenfassung (Anlagen 4.1.1 bis 4.2.2)

Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass sich die Dammböschung zur Straße rechnerisch vermutlich bereits jetzt in einem kritischen Zustand befindet.

Auf Basis der jetzigen Erkenntnisse ist eine weitere Schwächung der Dammböschung nicht zu empfehlen. Aufgrund rechnerisch nicht ansetzbarer Systemreserven (Strukturefestigkeit oder Durchwurzelung) ist die Wahrscheinlichkeit eines plötzlichen Versagens gering. Ein Versagen würde sich durch Verformungen (Risse im Asphalt) ankündigen. Die geplante Spundwand kann diese Verformung nicht verhindern. Weiterhin ist bereits jetzt eine Interaktion zwischen Brückengründung und der Dammböschung nicht auszuschließen. Bei Umsetzung der Maßnahme im Bereich der Straßenböschung empfehlen wir ein geotechnisches Messprogramm zur Beobachtung der Verformungen.

Auf der gegenüberliegenden Böschung zum Platz ist die Standsicherheit aufgrund der geringeren Böschungsneigung und Geländehöhe trotz Auffüllung als unkritischer einzustufen. Bei Auffüllungshöhen bis 1 m sind teilkonsolidierte Bauzustände im GEO 3 nicht maßgebend. Bei der Bemessung der Spundwand sind teilkonsolidierte Zustände jedoch ggf. durch Ansatz eines Porenwasserüberdrucks als zusätzliche Einwirkung zu berücksichtigen. Durch Verlegung eines Geogitters unterhalb der neuen Auffüllung können größere Abbrüche verhindert werden.

Durch die vorhandenen nicht konsolidierten Bodenschichten bzw. durch Austritt von Sickerwasser oberhalb der Spundwand kann es zu lokalen Erosionsprozessen kommen. Im Regelfall wirkt ein sich einstellender Bewuchs diesen lokalen Prozessen entgegen.

Für eine schnelle Begrünung empfehlen wir im vorderen Bereich ca. 20 cm Mutterboden einzubauen und an der Böschung eine Erosionsschutzmatte Secumat ES 401 G4 mit U-Krampen zu befestigen (Naue Clump System oder gleichwertig).

5.4 Auswirkungen der Baumaßnahme auf Nachbarbauwerke

Die Auswirkungen auf die Brückengründung durch Verformung sind zu prüfen.

5.5 Erdarbeiten

Bei der Ausschreibung und Durchführung der Erdarbeiten sind die ATV "Erdarbeiten" - DIN 18300 - zu beachten.

Der Aushub der Baugrube erfolgt von Oberkante Gelände mit einem Hydrauliktief-
löffelbagger. Der Bagger sollte eine gerade Schneide haben, um eine zusätzliche
Auflockerung in der Aushubsohle zu vermeiden.

Der einzubauende Füllsand sollte den Bodengruppen SE oder SW nach DIN 18196
entsprechen (Schluffkorn $d \leq 0,063 \text{ mm} \leq 5\%$) und ist auf einen Verdichtungsgrad
 $D_{pr} \geq 97 \%$ zu verdichten. Die Verdichtung ist als Fremdüberwachung nachzuweisen
durch Rammsondierungen an 8 Untersuchungsstellen.

5.6 Bemessung Spundwand

Der entstehende Geländesprung soll über eine Spundwand aus Kunststoff abgefangen werden. Bei einer Spundwand, die freistehend elastisch im Boden eingespannt ist und für den aktiven Erddruck bemessen werden kann, sind Verformungen unvermeidlich.

Die unter 5.3 angegebenen Randbedingungen und Bodenkennwerte können für die Bemessung der Spundwand angesetzt werden.

Die Gleichgewichtsbedingungen für die Wand sind durch Variation des Wandreibungswinkels einzuhalten. Eine Verschlickung und Aufweichung der Sohle ist angemessen zu berücksichtigen.

5.7 Besondere Maßnahmen aus geotechnischer Sicht

Im Bereich des Straßendamms empfehlen wir zur frühzeitigen Erkennung von Verformungen eine Beobachtung der Verformungen durch zwei Inklinometerrohre. Die Installation kann durch Einpressen oder Einschlagen spezieller Rohre im Regelfall relativ kostengünstig durchgeführt werden. Alternativ können die Inklinometerrohre durch Trockenbohrungen installiert werden.

In jedem Fall sollte der Aufbau des Untergrundes unter dem Straßendamm durch zwei zusätzliche Drucksondierungen genauer erkundet werden.

Im Bereich der Böschung zum Platz sind bei Auffüllungen im Randbereich (3,5 m) zusätzlich ein Geogitter mit einem vertikalen Abstand von ca. 0,3 m (Typ Secugrid 40/40 Q6 oder gleichwertig) einzubauen. Die Geogitter sind im vorderen Bereich umzuschlagen und in der Auffüllung rückzuverankern (Anlage 4.2.1).



6 Zusammenfassung

Die geplante Baumaßnahme umfasst die Anpassung des Altarms Norder Tief. Der Baugrund besteht überwiegend aus inhomogenen Auffüllungen sowie Schluff (Klei), Wattsandschichten und Torf.

Die bestehende Straßenböschung befindet sich bereits rechnerisch in einem kritischen Zustand. Wir empfehlen, die Baumaßnahme mit einem geotechnischen Messprogramm (im Bereich des Straßendamms und der Brücke) zu begleiten.

Die geplante Böschung zum Platz ist unter Verwendung zusätzlicher Geogitter standsicher herzustellen.

Problematisch ist die ggf. gewässergefährdende Kontamination. Hier empfehlen wir die Einschaltung eines Umweltgutachters und abgrenzende Erkundungen.

Die innere Standsicherheit der Spundwand und Bemessung ist separat nachzuweisen.

Weitere Einzelheiten sind im Bericht gegeben.

Bei einer wesentlichen Planungsänderung, insbesondere einer Änderung der Lage oder Höhenanordnung des Bauwerkes, bitten wir um eine Information, damit überprüft werden kann, ob und welche Auswirkungen sich für die Gründungskonstruktion ergeben.

Dr.-Ing. von Bloh
Geschäftsführer

i. A. Dipl.-Ing. Mark Gregull



Verteiler:

Bauherr:	Stadt Norden Fachdienst Umwelt und Verkehr Am Markt 39 26506 Norden	1 x
Objektplanung:	Thalen Consult GmbH Urwaldstr. 39 26340 Neuenburg	1 x

7 Anlagenverzeichnis

I N H A L T	Anlage Nr.	
	von	bis
1. Lageplan	1	
2. Felduntersuchungen		
2.1 Bodenprofile aus Sondierbohrungen, Drucksondierungen, Rammsondierungen/Rammsondierungsdiagramme	2.1	
3. Laboruntersuchungen		
3.1 Korngrößenverteilungen	3.1	
3.2 Bodenmechanische Kennziffern	3.2	
3.3 Kontamination	3.3.1	3.3.5
4. Gutachten		
4.1 Böschungsbruch (Straßendamm)	4.1.1	4.1.2
4.2 Böschungsbruch (Platz)	4.2.1	4.2.2