



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.: 20 12944
Datum: 18.02.2021
Zeichen: Els/ALa
O:\20\12944\GTB1.docx

Sanierung Amselweg (65 m), 26639 Wiesmoor

Geotechnischer Bericht Nr. 1

Baugrundbeurteilung und Sanierungsempfehlung

Bauherr/

Auftraggeber: Stadt Wiesmoor
Hauptstraße 193
26639 Wiesmoor

Objektplanung: Thalen Consult GmbH
Urwaldstr. 39
26340 Neuenburg

INHALTSVERZEICHNIS

1	Anlass der geotechnischen Untersuchungen /Aufgabenstellung	4
2	Baumaßnahme (Anlage 1)	4
2.1	Unterlagen	4
2.2	Baugelände und Bauvorhaben (Anlage 1).....	5
2.3	Geotechnische Kategorien	8
2.4	Nachbarbauwerke.....	9
3	Baugrund (Anlage 2.1)	9
3.1	Geologische und bautechnische Vorgeschichte	9
3.2	Baugrundaufschlüsse (Anlage 2.1)	10
3.3	Baugrundverhältnisse (Anlage 2.1)	10
3.3.1	Baugrundsichtung	10
3.3.2	Baugrundfestigkeit.....	11
3.3.3	Kampfmittelüberprüfung	13
3.4	Grundwasserverhältnisse.....	13
3.4.1	Hauptgrundwasserstockwerk	13
3.4.2	Oberes Grundwasserstockwerk	14
3.4.3	Bemessungsgrundwasserstände	14
3.5	Ergebnisse von Laborversuchen (Anlagen 3.1 bis 3.2)	15
3.6	Verunreinigungen von Boden.....	16
4	Beurteilung des Baugrundes.....	18
4.1	Baugrundmodell.....	18
4.2	Baugrundeigenschaften	19
4.3	Baugrundtragfähigkeit.....	20
4.4	Wiederverwendbarkeit für bautechnische Zwecke	21
4.5	Befahrbarkeit	21
4.6	Homogenbereiche.....	22
4.7	Beurteilung des Baugrund- und Gründungsrisikos	23

5	Geotechnische Empfehlung zur Sanierung des Amselweges	24
5.1	Allgemeines	24
5.2	Bodenersatz durch Leichtbaustoffe	25
5.3	Bewehrtes Gründungspolster	26
5.4	Tragschichtaufbau (Anlage 4.1)	27
5.5	Nachweis der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit	29
5.5.1	Allgemein	29
5.5.2	Bemessungssituation.....	29
5.5.3	Schaumglasschotter unter Auftrieb	30
5.5.4	Stabilisierende Bodenschichten	30
5.5.5	Auftriebssicherheit	31
5.6	Grundwasserabsenkung	31
5.7	Hinweise zu den Erdarbeiten, Qualitäts- und Verdichtungskontrollen.....	33
5.8	Qualitäts- und Verdichtungskontrolle.....	35
6	Zusammenfassung.....	36
7	Anlagenverzeichnis.....	37

1 Anlass der geotechnischen Untersuchungen /Aufgabenstellung

Die Stadt Wiesmoor plant auf Grund von Versackungen die Sanierung eines 65 m langen Straßenanschnittes im Amselweg in Wiesmoor. Das Grundbaulabor Bremen wurde vom Bauherrn beauftragt, für das Bauvorhaben eine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung einschließlich der dazu erforderlichen Baugrundaufschlüsse durchzuführen.

Die Baugrundaufschlüsse wurden von uns unter Berücksichtigung der Kenntnisse über die zu erwartenden Baugrundverhältnisse, des geplanten Bauwerkes und der örtlichen Gegebenheiten festgelegt.

Die Ergebnisse der Baugrunderkundungen und erste Angaben zu Gründungsmöglichkeiten wurden im Zuge des Planungsfortschrittes mit Schreiben vom 18.12.2020 bekannt gegeben.

Dieser Geotechnische Bericht Nr. 1 enthält die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, der Feld- und Laborversuche sowie Empfehlungen für die Erd- und Gründungsarbeiten.

2 Baumaßnahme (Anlage 1)

2.1 Unterlagen

Stadt Wiesmoor

- [1.1] Sanierung Amselweg / Verlängerung Fuß- und Radweg, Variante 1, Moortiefe > 8,0 m, Datum unbekannt, erhalten am 23.11.2020
- [1.2] Telefonat mit Herrn Schoon von der Gemeinde Wiesmoor bzgl. der Tiefenlage der Kanäle und Versorgungsleitungen am 18.01.2021

Des Weiteren wurde für die Erstellung des Gutachtens folgende Literatur verwendet:

- [2.1] Meyer, N. & Emersleben, A: Lastverteilung durch Geokunststoff, bewehrte Schüttungen auf weichem Untergrund. 5. Geokunststoffkolloquium der NAUE GmbH & Co. KG, 25. und 26. Januar 2007 in Bad Lauterbach.

- [2.2] Floss, R.: Ertüchtigung von Fahrbahnbefestigungen mit Geokunststoffen. 5. Geokunststoffkolloquium der NAUE GmbH & Co. KG, 25. und 26. Januar 2007 in Bad Lauterbach.

- [2.3] Rüegger, R.; Hufenus, R.: Bauen mit Geokunststoffen, Ein Handbuch für den Geokunststoff-Anwender, Schweizer Verband für Geokunststoffe, 2003.

- [2.4] M SGS - Merkblatt über die Verwendung von Schaumglas als Leichtbaustoff im Erdbau des Straßenbaus. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2016.

2.2 Baugelände und Bauvorhaben (Anlage 1)

Die Baufläche liegt am südlichen Ortsrand in Wiesmoor rd. 1,0 km östlich der Landesstraße L12. Einen Lageplan im Maßstab 1 : 25.000 zeigt die Anlage 1.

Auf der Baufläche wurde im Zuge der Baugrunderkundung am 03.12.2020 eine Ortsbesichtigung durchgeführt. Dabei wurde Folgendes festgestellt:

Der Amselweg ist eine asphaltierte Sammelstraße. Im Bereich des 65 m langen, zu sanierenden Straßenabschnittes, wurde nach einer früheren Sanierung die Oberflächenbefestigung in Pflasterbauweise wieder hergestellt. Nördlich grenzt an den Amselweg unmittelbar ein Geh- und Radweg an. Die Breite der Straße beträgt 5,0 m und des angrenzenden Geh- und Radweges rd. 2,5 m. An beiden Straßenrändern ist ein Graben vorhanden, der örtlich mit Buschwerk bewachsen ist und erkundungszeitlich Wasser führte.

Die nachfolgende Fotoaufnahme zeigt die Versackungen der zu sanierende Straße im Bereich der Sondierbohrung BS 2 am 03.12.2020:



Abbildung 1: 03.12.2020, östliche Blickrichtung

Höhen

Die m NHN-Höhen der Sondierpunkte wurden mit einem globalen Navigations-satellitensystem (GNSS-Technik), unter Verwendung der GPS- sowie GLONASS-Satelliten eingemessen (Genauigkeit ca. Lage = 1 bis 2 cm, Höhe = 1,5 bis 3 cm).

Der aktuell gültige Höhenbezug Normalhöhennull (NHN) entspricht in der betrachteten Region mit geringen Abweichungen im Millimeterbereich dem früheren Normalnull (NN). In einigen Kartenwerken sind die Angaben noch auf NN bezogen. Die regionalen Abweichungen liegen im Bereich der Messtoleranzen, so dass für den Geotechnischen Bericht alle Daten mit NHN bezeichnet werden.

Gelände und Baugrund:

Gelände, max. (BS 4)	+ 10,00 m NHN
Gelände, min. (BS 3)	+ 9,93 m NHN
Oberer Grundwasserhorizont (3.12.20)	+ 9,49 m NHN
Mittelwasser lt. Baugrunderkennung	+ 7,5 m NHN

Graben Süd

Grabenwasserstand (03.12.2020)	+ 9,50 m NHN
Grabensohle, max.	+ 8,86 m NHN
Grabensohle, min.	+ 8,72 m NHN

Graben Nord

Grabenwasserstand (03.12.2020)	+ 9,30 m NHN
Grabensohle, max.	+ 8,55 m NHN
Grabensohle, min.	+ 8,29 m NHN

Bauwerk:

OK Straße, max.	+ 10,0 m NHN
OK Straße, min.	+ 9,93 m NHN
OK Radweg, max.	+ 10,08 m NHN
OK Radweg, min.	+ 10,02 m NHN

Leitungen und Kanäle [1.2]

Rohrsohle, Schmutzwasserkanal	rd. + 7,00 m NHN
Versorgungsleitungen	rd. + 9,00 m NHN

2.3 Geotechnische Kategorien

Nach Eurocode 7 (DIN EN 1997-1 mit DIN 1054: 2010-12) 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 Baumaßnahmen bei einfachen und übersichtlichen Baugrundverhältnissen, so dass die Standsicherheit aufgrund gesicherter Erfahrung beurteilt werden kann.

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

Die geotechnische Kategorie 3 (GK 3) umfasst Baumaßnahmen mit schwieriger Konstruktion und/oder mit schwierigen Baugrundverhältnissen, die zur Bearbeitung vertiefte geotechnische Kenntnisse und Erfahrungen auf dem jeweiligen Spezialgebiet der Geotechnik verlangen.

Die Baumaßnahme ist in die geotechnische Kategorie 3 einzustufen.

2.4 Nachbarbauwerke

Aus den Lageplänen sowie durch die Ortsbegehung ist bekannt, dass an den Seitengraben auf der Südseite ein Fußweg sowie eine öffentliche Grünfläche angrenzt und auf der Nordseite hinter dem Graben Privatgrundstücke angrenzen.

Pläne über Ver- und Entsorgungsleitungen sowie Kabel liegen z. T. vor. Daraus ist zu ersehen, dass auf der Südseite parallel zur Straße zwischen der Fahrbahn oder dem Rand der Fahrbahn und dem Graben Versorgungsleitungen vorhanden sind, die in 1,0 m bis 1,2 m Tiefe unter OK Straße [1.2] verlaufen.

Es wird empfohlen, zur Feststellung von Ver- und Entsorgungsleitungen im öffentlichen Raum die Unterlagen bei den zuständigen Ver- und Entsorgungsunternehmen einzusehen bzw. Kopien zu beschaffen. In Zweifelsfällen sind Querschnitte vorzusehen.

3 Baugrund (Anlage 2.1)

3.1 Geologische und bautechnische Vorgeschichte

Nach der Geologischen Übersichtskarte 1 : 500.000 (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)) sind im Bereich der Baufläche holozäne Torfe eines Hochmoores zu erwarten.

Nach der Gefahrenhinweiskarte des NIBIS-Kartenservers vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), sind Torf, Mudde, Schlick - große Setzungsempfindlichkeit u.a. aufgrund hoher organischer Anteile und/oder flüssiger bis weicher Konsistenz zu erwarten.

3.2 Baugrundaufschlüsse (Anlage 2.1)

Zur Erkundung des Baugrundes wurden von unserem Labor im 03.12.2020 folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

Direkte Baugrundaufschlüsse:

4 Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1, Durchmesser 45 mm bis 80 mm, t = 7,0 m bis 12,0 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:

4 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 (DPH), t = 6,0 m bis 8,0 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

Aus den direkten Baugrundaufschlüssen ist die nachstehende Schichtenfolge erkennbar:

Unter Oberflächenbefestigungen aus Pflastersteinen folgen Auffüllungen aus Schotter, Sand, Betonresten, Magerbeton (Verfestigung) sowie Asphalt bis in Tiefen zwischen 0,9 m und 1,59 m unter OK Straße = zwischen + 9,1 m NHN und + 7,98 m NHN. Darunter folgen mittelsandige Feinsande, örtlich schwach organisch bis organisch. Ab Tiefen zwischen 1,2 m und 2,15 m unter OK Straße folgt zersetzter Torf mit Holz- und Pflanzenresten und Mächtigkeiten zwischen rd. 2,7 m und 4,2 m.

Unter den Torfen folgen zunächst organische Sand-Schluff-Gemische, die in Tiefen von rd. 5,3 m und 6,8 m von mittelsandigen Feinsanden örtlich schwach schluffig, unterlagert werden. In der BS 2 wurden die Torfe in 12,0 m Tiefe = - 2,0 m NHN nicht durchteuft. In Tiefen zwischen 5,7 m und 10,2 m sind einzelne Schluff- sowie Sandlagen zwischengeschaltet.

In Bereichen, in denen die Auffüllungen mangels typischer Beimengungen (wie z. B. Bauschutt) nicht erkennbar sind, kann die tatsächliche Unterkante der Auffüllung unterhalb der Angaben im Bodenprofil liegen (die ursprüngliche Geländehöhe ist nicht bekannt). Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass Niederungsböden / gewachsene Sande / Kleie etc. durch Vermengung mit Bauschuttresten bei der Eindringung der Sonde den Auffüllungen zugeordnet werden.

3.3.2 Baugrundfestigkeit

Bei der Beurteilung der Sondierergebnisse müssen die geotechnischen Einflüsse auf den Eindringwiderstand der Sonde berücksichtigt werden. Außer der Lagerungsdichte haben hierbei die Korngrößenverteilung, die Kornform und -rauigkeit sowie das Korngefüge einen Einfluss. Bei Sondierungen ist der Einfluss des Grundwassers, insbesondere bei geringen Eindringwiderständen, besonders deutlich. Ferner muss beachtet werden, dass der Eindringwiderstand vom Sondieransatzpunkt bis zu einer Oberflächeneinflusstiefe zunimmt und danach bei sonst gleichen Randbedingungen einen nahezu konstanten Wert aufweist. Dies ist auf den Einfluss des Überlagerungsdruckes auf die Verdrängung des Bodens zurückzuführen. Bei geringer Auflast sind dadurch zunächst auch geringe Schlagzahlen bzw. Spitzendrücke zu erwarten.

Außerdem ist zu berücksichtigen, dass beim Übergang vom festen zum weichen Baugrund der Eindringwiderstand bereits oberhalb der Weichschicht abnimmt, weil eine Verdrängung des festen in den weichen Boden stattfindet. Umgekehrt wird beim Übergang vom weichen zum festen Boden der Eindringwiderstand bereits oberhalb der eigentlichen Schichtgrenze ansteigen.

Aus den Sondierwiderständen der schweren Rammsonde (DPH) 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.

Unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen und eigener Versuche kann bei den vorliegenden Bodenverhältnissen von folgendem Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen n_{10} und der Baugrundfestigkeit bzw. Lagerungsdichte 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 Rammsondierungen zeigen in den Auffüllungen mit Schlagzahlen $n_{10} = 6$ bis > 400 eine dichte bis sehr dichte Lagerung der Auffüllungen an. Im Torf fallen die Spitzendrücke erwartungsgemäß auf Schlagzahlen $n_{10} = 0$ bis 2 ab und steigen in den darunter folgenden Schluff-Sand-Gemischen bzw. schwach schluffigen Sanden auf Werte zwischen rd. $n_{10} = 2$ bis $n_{10} = 9$, was einer mitteldichten bis sehr dichten Lagerung der gewachsenen Sande entspricht.

3.3.3 Kampfmittelüberprüfung

Falls für die Kampfmittelsuche Erdarbeiten erforderlich werden, ist sicherzustellen, dass der ausgehobene Boden bei entsprechender Eignung lagenweise eingebaut und fachgerecht verdichtet wird. Anderenfalls sind erhebliche Mehrkosten bei den späteren Erd- und Gründungsarbeiten zu erwarten, die bei einer fachgerechten Durchführung der Erdarbeiten im Zuge der Kampfmittelsuche vermieden werden können. Es wird daher empfohlen, eine Abstimmung bereits in der Ausschreibungsphase vorzusehen. Vor Beginn der Arbeiten des Kampfmittelräumdienstes oder den von ihnen beauftragten Fachfirmen sollte der Arbeitsablauf besprochen werden, um unnötige Mehrkosten zu vermeiden.

3.4 Grundwasserverhältnisse

3.4.1 Hauptgrundwasserstockwerk

Nach den durchgeführten Baugrundaufschlüssen sind die Sande unter den holozänen Weichschichten (Torf) der Grundwasserleiter des Hauptgrundwasserstockwerkes.

Aufgrund der Mächtigkeit der schwach durchlässigen Weichschichten ist ein gespannter Grundwasserspiegel vorhanden.

In der Hydrologische Karte für Niedersachsen 1 : 50.000 (Messzeitraum 1990 bis 2000) vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) wird die Lage der Grundwasseroberfläche durch Grundwassergleichen (Isohypsen) dargestellt. Im Bereich der Baufläche ist durch Interpolation der nächstgelegene Grundwassergleichen ein mittlerer Grundwasserstand von ca. + 7,5 m NHN zu erwarten.

3.4.2 Oberes Grundwasserstockwerk

Die eingelagerten organischen und bindigen Schichten wirken als Grundwasserstauer für ein oberes Grundwasserstockwerk, für den die überlagernden aufgefüllten und gewachsenen Sande den Grundwasserleiter bilden.

In der Kleinrammbohrung BS 2 wurde ein Peilfilter eingebaut, dessen Filterstrecke in den Sanden des oberen Grundwasserleiters liegt. Während der Sondierarbeiten am 03.12.2020 wurde ein Grundwasserspiegel in Ruhe in 0,47 m Tiefe = + 9,49 m NHN eingemessen. Außerdem wurde im nördlichen Straßengraben ein Wasserstand bei + 9,3 m NHN und im Straßengraben auf der Südseite von + 9,5 m NHN eingemessen.

Bei Sandauffüllungen auf den bindigen Bodenschichten ist mit einem oberen Grundwasserspiegel zu rechnen, der in Abhängigkeit von den Niederschlägen und der örtlichen Entwässerungssituation bis zur Geländeoberkante ansteigen kann.

3.4.3 Bemessungsgrundwasserstände

Unter Berücksichtigung der vorstehend beschriebenen hydrologischen Verhältnisse sowie unserer hydrologischen Erfahrungen werden für das Bauvorhaben folgende Bemessungsgrundwasserstände festgelegt:

Oberes Grundwasserstockwerk

Maximaler Grundwasserstand:

OK Gelände rd. + 10,0 m NHN

3.5 Ergebnisse von Laborversuchen (Anlagen 3.1 bis 3.2)

Die entnommenen gestörten Bodenproben wurden nach den Methoden der DIN EN ISO 14688-1 bodenmechanisch im Feld und Labor angesprochen. An ausgewählten Bodenproben wurden klassifizierende Laborversuche durchgeführt und folgende bodenmechanische Kennziffern ermittelt:

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, aufgefüllt

Bodengruppe (DIN 18196)					SU	
Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17892-4)						
Schluffkorn	d ≤ 0,06	mm	=	5,6	%	
Sandkorn	d = 0,06 - 2,0	mm	=	93,4	%	
Kieskorn	d ≥ 2,0	mm	=	1,0	%	

Torf

Bodengruppe (DIN 18196)				HZ	
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	w_n	=	194,8 - 552,9	%	
Glühverlust (DIN 18128)	$V_{gl.}$	=	93 - 94,5	%	

Schluff und Torf, schwach feinsandig, tonig

Bodengruppe (DIN 18196)				OU	
Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17892-4)					
Feinstes	d ≤ 0,002	mm	=	5,9	%
Schluffkorn	d = 0,002 - 0,06	mm	=	61,2	%
Sandkorn	d = 0,06 - 2,0	mm	=	32,9	%
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	w _n	=		115,2	%

Schluff-Sand-Gemisch, organisch

Bodengruppe (DIN 18196)				SU*, OU, OH	
Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17892-4)					
Schluffkorn	d = 0,002	- 0,06 mm	=	35,8	%
Sandkorn	d = 0,06	- 2,0 mm	=	63,8	%
Kieskorn	d ≥ 2,0	mm	=	0,4	%
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)			w _n =	29	- 76 %
Glühverlust (DIN 18128)			V _{gl.} =	7,7	%

Mittelsand, feinsandig, schwach organisch, schwach schluffig

Bodengruppe (DIN 18196)		SE	
Glühverlust (DIN 18128)	V _{gl.}	=	4,8 %

3.6 Verunreinigungen von Boden

Die bei den Baugrundaufschlüssen entnommenen Bodenproben wurden vor Ort organoleptisch angesprochen. Im Bereich der Auffüllungen wurden Fremdstoffe in Form von Schotter, Magerbeton, Betonresten sowie Asphalt angetroffen. Im Bereich der gewachsenen Sande, knapp oberhalb der Torfschichten, sowie in den unteren Auffüllungen wurde örtlich ein undefinierbarer leichter Geruch festgestellt.

Zur Abschätzung der Bauschuttanteile sind ggf. zusätzlich Schürfen erforderlich, damit die Erkenntnisse hieraus in der Ausschreibung berücksichtigt werden können. Es wird vorsorglich darauf hingewiesen, dass sämtliche Informationen über Altlasten und Verunreinigungen rechtzeitig bekannt gegeben werden sollten, da bei einem späteren Antreffen während der Erdarbeiten Baustillstand und erhebliche Entsorgungskosten zu befürchten sind.

Bodenmaterial mit mineralischen Fremdbestandteilen (z. B. Bauschutt, Schlacke, Ziegelbruch) bis zu 10 Vol.-% wird gemäß der LAGA-Boden analysiert. Bodenmaterial mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% wird in den Technischen Regeln unter „Gemische“ behandelt und ebenso wie Bauschutt gemäß LAGA-Bauschutt untersucht.

Abhängig vom Ergebnis der chemischen Untersuchungen wird dem Boden bzw. Bauschutt oder Gemisch eine Einbauklasse gem. Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) zugeordnet (Z-Klasse). Die Zuordnungswerte mit den Angaben zu der Verwertung, bezogen auf die untersuchten Parameter, sind nachfolgend aufgeführt:

- Z 0 uneingeschränkter Einbau, Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen
- Z 0* uneingeschränkter Einbau in bodenähnlichen Anwendungen bei hydrologisch günstigen Gebieten
- Z1 eingeschränkter offener Einbau
- Z 1.1 in günstigen und ungünstigen hydrogeologischen Gebieten
- Z 1.2 in günstigen hydrogeologischen Gebieten, ansonsten Einbauklasse 2
- Z2 eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
- > Z2 Einbau/Ablagerung in Deponien bzw. gesonderte Entsorgung/ Verwertung

Die Grenzwerte der Zuordnungsklassen sind der Mitteilung 20 der LAGA zu entnehmen. Des Weiteren sind die angegebenen Verwertungsanforderungen unter Berücksichtigung der Nutzung und der Standortverhältnisse bei der Verwertung zu beachten.

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 den Oberflächenbefestigungen der Verkehrsflächen folgen Auffüllungen aus Schottertragschichten, aufgefüllten Sanden, örtlich Magerbeton (Verfestigungen) bzw. Betonresten sowie Asphalt, die von gewachsenen Sanden örtlich organisch unterlagert werden. Darunter folgen mindestens rd. 3,0 m mächtige Torfe, die von organischen Schluff-Sand-Gemischen und gewachsenen Sanden unterlagert werden.

Die Baugrundaufschlüsse zeigen insgesamt unregelmäßige Baugrundverhältnisse, die nicht den allgemeinen Erwartungen entsprechen.

4.2 **Baugrundeigenschaften**

Die angetroffenen Bodenarten weisen folgende Baugrundeigenschaften auf:

Auffüllung: Sand, tlw. schwach schluffig, tlw. schwach organisch

Dichte:	dicht
Scherfestigkeit:	groß
Zusammendrückbarkeit:	gering
Wasserempfindlichkeit:	gering bis mittel
Wasserdurchlässigkeit:	schwach durchlässig bis durchlässig
Verdichtbarkeitsklasse:	V1 bis V2 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	mittel bis schwer
Frostempfindlichkeit:	F1 bis F3 nach ZTV E-StB 17

Auffüllung: Schotter und Magerbeton / Betonreste, Asphalt

Dichte:	sehr dicht
Scherfestigkeit:	sehr groß
Zusammendrückbarkeit:	sehr gering
Wasserempfindlichkeit:	sehr gering
Wasserdurchlässigkeit:	sehr schwach durchlässig bis sehr stark durchlässig
Ramm- und Rüttelbarkeit:	sehr schwer, tlw. nicht geeignet für Ramm- und Vibrationsarbeiten

Torf

Scherfestigkeit:	sehr gering
Zusammendrückbarkeit:	sehr groß
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	schwach durchlässig
Verdichtbarkeitsklasse:	nicht verdichtbar
Ramm- und Rüttelbarkeit:	leicht bis mittel
Frostempfindlichkeit:	F3 nach ZTV E-StB 17

Sand-Schluff-Gemische, organisch

Scherfestigkeit:	mittel bis gering
Zusammendrückbarkeit:	mittel bis groß
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	schwach bis sehr schwach durchlässig
Verdichtbarkeitsklasse:	V3 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	leicht bis mittel
Frostempfindlichkeit:	F3 nach ZTV E-StB 17

Sand, tlw. schwach schluffig, tlw. schwach organisch

Dichte:	mitteldicht bis dicht
Scherfestigkeit:	mittel bis groß
Zusammendrückbarkeit:	gering
Wasserempfindlichkeit:	gering bis mittel
Wasserdurchlässigkeit:	schwach durchlässig bis durchlässig
Verdichtbarkeitsklasse:	V1 nach ZTV A-StB 97/06
Ramm- und Rüttelbarkeit:	mittel
Frostempfindlichkeit:	F1 bis F3 nach ZTV E-StB 17

4.3 Baugrundtragfähigkeit

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

Bodenart	Tragfähigkeit
Auffüllung: Sand, tlw. schwach schluffig, tlw. schwach organisch	durchschnittlich bis gut tragfähig
Auffüllung: Schotter und Magerbeton / Betonreste, Asphalt	gut bis sehr gut tragfähig
Torf	nicht bis sehr gering tragfähig
Sand-Schluff-Gemisch, organisch	mäßig tragfähig
Sand, tlw. schwach schluffig, tlw. schwach organisch	gut tragfähig

4.4 Wiederverwendbarkeit für bautechnische Zwecke

Von den auszuhebenden Böden sind für bautechnische Zwecke wiederverwendbar:

Die mineralischen Bestandteile der Auffüllung können als Auffüllmaterial für den Straßenunterbau wieder eingebaut werden.

Die Sande können zur Auffüllung verwandt werden. Sofern die schlufffreien Teile (Schluffkornanteil $\leq 5\%$) des Sandes separat gelagert werden, können diese als frostunempfindliches Material im Straßenoberbau eingebaut werden.

Ggf. vorhandene Mutterböden (Grabenböschungen) können im Bereich von Grünflächen wieder eingebaut werden.

Die vorhandenen Schluff-Sand-Gemische sowie Torfe sind nicht verwendbar und sind abzufahren.

Bei der Wiederverwendung bzw. Verwendung an einem anderen Standort sind Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen gemäß den Technischen Regeln der Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20 zu berücksichtigen.

4.5 Befahrbarkeit

Durch den Baubetrieb werden von den Baufahrzeugen und -maschinen große punktförmige und dynamisch wirkende Kräfte in den Baugrund eingeleitet, die zu entsprechenden Verformungen führen. Diese Verformungen können nach Überschreiten der Scherfestigkeit so groß werden, dass das Planum nicht mehr befahrbar wird. Es ist daher erforderlich, zur Reduzierung der Verformungen Baustraßen zu erstellen, die mit ihren Tragschichten eine ausreichende Lastverteilung erzielen. Die Dimensionierung der Baustraßen ist neben der Belastung auch von dem Zustand des Planums nach dem Herrichten abhängig.

Auf den vorhandenen Oberflächenbefestigungen sowie Tragschichten ist eine Befahrbarkeit mit den ortsüblichen Fahrzeugen gegeben.

Für auf Ketten laufende Erdbaumaschinen mit geringen Bodenpressungen sind bei ausreichender Auffüllungsmächtigkeit keine besonderen Befestigungen erforderlich.

Der Torf ist nicht befahrbar.

4.6 Homogenbereiche

Die Festlegung von Homogenbereichen gemäß den Vorgaben der VOB 2019 ist von den eingesetzten Verfahrenstechniken abhängig und unter Berücksichtigung von vorgeschriebenen geotechnischen Parametern projektspezifisch mit geeigneten Bandbreiten auf Grundlage von umfangreichen zusätzlichen Feld- und Laboruntersuchungen festzulegen.

Für die Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung ist die Einteilung in Homogenbereiche nicht erforderlich und erst dann sinnvoll, wenn nach Beendigung der Planung die eingesetzten Verfahrenstechniken feststehen.

Da es sich bei der Einteilung in Homogenbereiche nicht um eine geologische Schichtbeschreibung handelt, sondern um eine Beschreibung der technischen Bearbeitbarkeit, können mehrere Baugrundsichten mit vergleichbaren Eigenschaften zusammengefasst werden.

Eine abschließende Einteilung in Homogenbereiche kann erst nach Festlegung des Bauwerkes und der anzuwendenden Bauverfahren erfolgen. Für unterschiedliche Bauleistungen kann es erforderlich werden, unterschiedliche Homogenbereiche festzulegen.

4.7 Beurteilung des Baugrund- und Gründungsrisikos

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, 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 sehr geringe Tragfähigkeit der Torfe geprägt. Bei einer zu hohen oder unregelmäßigen Belastung dieser Torfe sowie durch zeitabhängige Schrumpfungsprozesse ist ein erhöhtes Baugrundrisiko vorhanden, so dass Maßnahmen erforderlich werden, um das Baugrundrisiko auf ein vertretbares Maß zu reduzieren.

Nach einem Teilaushub der Torfe ist ein durchschnittliches Baugrundrisiko vorhanden.

5 Geotechnische Empfehlung zur Sanierung des Amselweges

5.1 Allgemeines

Bei einem Straßenbau auf den hier anstehenden sehr gering tragfähigen Böden existieren verschiedene Verfahren zur Verbesserung der Lastabtragung und der Standsicherheit sowie der Reduzierung der eintretenden Setzungen bzw. Spurrillenbildung. Hierzu zählen u.a.

- Konsolidierungsverfahren
- Bodenersatzverfahren
- Verfahren mit Leichtbaustoffen
- Bewehrte Gründungspolster, ggf. mit Aufständering

Abhängig von den Randbedingungen werden einzelne Verfahren miteinander kombiniert, um eine ausreichende Standsicherheit zu erhalten und die Gebrauchstauglichkeit zu gewährleisten.

Für den vorliegenden Fall wird eine Kombination aus einem Teilbodenaustausch und Einbau von Leichtbaustoffen (Bodenersatz) in Verbindung mit einem bewehrten Gründungspolster empfohlen.

5.2 Bodenersatz durch Leichtbaustoffe

Zur Minimierung weiterer Setzungen durch Komprimierung der vorhandenen Torfe wird der Einsatz von Leichtbaustoffen innerhalb der vorhandenen Auffüllungen empfohlen. Mit dem danach neu hergestellten Straßenaufbau ist über den setzungsempfindlichen Torfen eine geringere Auflast vorhanden als zuvor und im Umkehrschluss eine gewisse Überkonsolidierung bezogen auf die folgenden Belastungen aus Bodenaufast und Verkehrsbelastung vorhanden.

Setzungen auf Grund von Zersetzungsprozessen im Torf sowie Sekundärsetzungen können weiterhin auch ohne Neubelastung und unabhängig von einem gewichtsreduzierten Aufbau über lange Zeiträume auftreten, fallen jedoch gegenüber den bisherigen Konsolidationssetzungen deutlich geringer aus.

Als Leichtbaustoffe stehen im Wesentlichen folgende Materialien zur Verfügung:

- Blähton-Kugeln
- Expandiertes Polysterol (EPS-Hartschaum)
- Schaumglasschotter (SGS)

Auf Grund der guten Umweltverträglichkeit sowie Bearbeitbarkeit empfehlen wir die Verwendung von Schaumglasschotter. Schaumglas zählt zu den Upcycling-Baustoffen und wird aus gemahlenem Altglas in einem thermochemischen Prozess unter Einsatz von Schäummitteln hergestellt.



Abbildung 2: Schaumglasschotter

Die hohe Porosität des Materials sorgt für ein geringes Eigengewicht und eine gute Verzahnung des Schotters. Außerdem ist Schaumglasschotter unverrottbar und frostbeständig. Auf Grund der geschlossenzelligen Struktur hat Schaumglasschotter eine geringe absolute Gewichtszunahme durch Wasseraufnahme, wodurch jedoch auch die Auftriebssicherheit gewährleistet werden muss.

Die Verwendung von Schaumglasschotter als Leichtbaustoff im Straßenbau ist im Merkblatt M SGS [2.4] geregelt. Die bautechnischen Hinweise sind bei der weiteren Planung und Ausführung zu beachten.

5.3 Bewehrtes Gründungspolster

Bei einem bewehrten Gründungspolster beruht die Verbesserung der Tragfähigkeit auf dem Grundprinzip, dass die in Analogie zur Plattentheorie durch Zug beanspruchten Bereiche der Tragschichten durch hochzugfeste Geogitter bewehrt werden. Die Druckkräfte des geokunststoffbewehrten Polsters übernimmt dabei das Korngerüst des Tragschichtmaterials. Wird als Schüttmaterial ein Schaumglasschotter (SGS) gewählt, kommt es bei dem gewählten Bewehrungselement zu einer Verzahnung des Korngerüsts mit der offenen Geogitterstruktur. Die Wirkung der Geogitter wird jedoch erst nach einer Vorverformung erreicht, so dass Spurrillen in geringem Umfang in jedem Fall eintreten. Diese nehmen jedoch mit zunehmender Lastzahl und steigender Zugkraftaufnahme ab.

Eine Auflockerung des Korngerüsts an der Unterseite des Bodenaustauschbereiches unter den Radlasten wird durch eine hohe Zugfestigkeit bei geringen Dehnungen vermindert und die Scherfestigkeit des Austauschmaterials bleibt erhalten.

Durch die Geogitterbewehrung lässt sich das Schüttmaterial auf dem weichen Untergrund besser verdichten. Die Einlage eines Trennvlieses sorgt dabei für eine langfristige Trennung der Böden. Eine ausreichend und homogen verdichtete Tragschicht wiederum ist Grundvoraussetzung für eine gleichmäßige Verteilung der Verkehrslasten auf den Untergrund. Die maximale Bodenpressung aus der Verkehrslast wird unter einem bewehrten Tragschichtsystem nach [2.1] um ca. 30 % reduziert.

Zudem werden lokale Kornumlagerungen infolge Wechsellasten durch Spurverkehr durch die Einlage von geeigneten Geokunststoffen reduziert, so dass die Gebrauchstauglichkeit der Verkehrsflächen langfristig positiv beeinflusst wird [2.2].

Bei der Bewehrung von Tragschichten bzw. eines Teilbodenaustausches ist grundsätzlich zu berücksichtigen, dass Setzungen infolge Auflast durch die Bewehrung nicht verhindert werden. Setzungen können jedoch vergleichmäßig und lokale Senkungsbereiche überbrückt werden.

5.4 Tragschichtaufbau (Anlage 4.1)

Die Regelanforderungen an Verkehrsflächen sind im Wesentlichen in der ZTV E-StB 17 sowie in der RStO 12 enthalten. Diese Anforderungen beziehen sich, soweit sie geotechnisch von Bedeutung sind, auf die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues und die Tragfähigkeit sowie den Verdichtungsgrad der Frostschutzschicht des Erdplanums und des Untergrundes bis 2,00 m unter dem Erdplanum.

Im vorliegenden Fall werden die Anforderungen an die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus sowie ggf. erforderliche Tragschichterhöhungen auf Grund des gering tragfähigen Untergrundes ersetzt durch den Einsatz einer geogitterbewehrten Schaumglasschüttung unterhalb des Straßenoberbaus und den im Merkblatt M SGS mitgeteilten Anforderungen an den Straßenaufbau.

Die Verkehrsflächen werden vorläufig in die für Wohn- und Sammelstraßen gängige Belastungsklasse Bk1,0 eingeordnet. Falls im Zuge der weiteren Planung eine höhere Belastungsklasse festgelegt wird, sind die nachstehenden Empfehlungen zu überprüfen.

Auf der Aushubsohle (rd. + 8,4 m NHN) wird ein Kombinationsprodukt aus Geogitter und Vlies (z. B. Combigrid® 40/40 Q1 GRK 4C oder glw., Zugkraft bei 2 % Dehnung > 16 kN/m) verlegt. Darauf erfolgt der Einbau des Schaumglasschotters mit einer Gesamtdicke von ≥ 80 cm.

Das Geogitter-/Vlies-Kombinationsprodukt wird seitlich bis auf die Oberkante der Schaumglasschotterschicht verlegt und oberhalb voll umgeschlagen mit ausreichender Überlappung, um eine wirksame Zugkraftübertragung zu gewährleisten.

Die bewehrte Schaumglasschüttung wird beidseitig mindestens 0,5 m breiter hergestellt als die Unterkante der darüber folgenden Tragschichten (Siehe Anlage 4.1). auf diese Weise wird die Randstabilität beim Befahren der Straße bis an die Bordsteinkante erhöht. Ein versehentliches Überfahren der Bordsteinkante sollte mit baulichen Maßnahmen verhindert bzw. erschwert werden.

Oberhalb der geogitterbewehrten Schaumglasschüttung ist gemäß dem Merkblatt M SGS für die Belastungsklasse Bk1,0 ein Straßenaufbau mit einer Gesamtdicke von mindestens 80 cm erforderlich. Hierfür empfehlen wir den Einbau einer $d \geq 0,3$ m mächtigen Schicht aus frostunempfindlichem Material (SfM) gefolgt von einer $d \geq 0,35$ m mächtigen Tragschicht aus natürlich gebrochenem Material der Körnung 0/32 mm nach ZTV SoB-StB 20. Der Feinkornanteil ($D \leq 0,063$ mm) im eingebauten Zustand ist auf weniger als 5 M-% zu begrenzen.

Auf der Schottertragschicht folgen die Asphaltsschichten gemäß Regelbauweise der RStO 12, Tafel 1, Zeile 5 für die Belastungsklasse Bk 1,0.

Den empfohlenen Tragschichtaufbau zeigt auch die *Prinzipdarstellung Verkehrsfächenaufbau* auf Anlage 4.1.

5.5 Nachweis der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit

5.5.1 Allgemein

Für Straßenneubauten auf wenig tragfähigem Untergrund sowie in Dammlage oder neben Gräben sind Standsicherheitsnachweise nach EC 7 in Verbindung mit DIN 1054 für die jeweils ungünstigsten ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen zu führen.

Im vorliegenden Fall handelt es sich nicht um einen Neubau und uns sind keine höheren zu berücksichtigenden Einwirkungen (Verkehrsbelastungen) bekannt gemacht worden. Außerdem wirken sich die Gewichtsreduzierung durch das Bodenersatzverfahren sowie die Bewehrung des Bettungspolster günstig auf die Geländebruch- sowie Grundbruchsicherheit aus. Deshalb wird im Folgenden lediglich die Sicherheit gegen Aufschwimmen im Grenzzustand UPL näher untersucht.

5.5.2 Bemessungssituation

Im Merkblatt M SGS [2.4] sind für Standsicherheitsnachweise Wassereinwirkungsstufen und Bemessungsdichten für Schaumglasschüttungen definiert. Gemäß Tabelle 2 ist die Wassereinwirkungsstufe WES 5 mit trockener Schaumglasschüttung und vollständig wassergefüllten Haufwerksporen der ungünstigste Fall für Aufschwimmen.

Der Bemessungswasserstand für die Auftriebssicherheit ist der höchste anzunehmende Grundwasserstand, gemäß Ziffer 3.4.3 GOK = OK Straße.

5.5.3 Schaumglasschotter unter Auftrieb

In der oben beschriebenen Bemessungssituation berechnet sich der charakteristische Wert der wirksamen Wichte für den Nachweis gegen Aufschwimmen gemäß dem Merkblatt M SGS zu:

$$\rho_k' = (\rho_b * f_1 * f_2 + f_3 * n_H * \rho_w) - \rho_w$$

ρ_b = Schüttdichte im Trockenzustand

f_1 = Erhöhungsfaktor durch Verdichtung beim Einbau

f_2 = Erhöhungsfaktor für Wasseranhaftung der Schaumglaskörner

f_3 = Erhöhungsfaktor für Wasserfüllungsgrad des Haufwerksporenanteils

n_H = Haufwerksporenanteil

Mit den Werten aus Tabelle 1 und 3 aus M SGS [2.4] ergibt sich für WES 5 folgende Gleichung:

$$\rho_k' = (0,22 \text{ (Mittelwert)} * 1,0 * 1,0 + 1,0 * 0,046 * 1,0) - 1,0 = -0,734 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{SGS,k'} = \rho_k' * g = -7,34 \text{ kN/m}^3$$

5.5.4 Stabilisierende Bodenschichten

Die Festlegung der charakteristischen Bodenkennwerte der stabilisierenden Bodenschichten erfolgte unter Berücksichtigung allgemeiner Erfahrungswerte mit vergleichbaren Bodenarten.

Bemessungsprofil:

Boden	Schichtdicke [m]	Wichte γ_k / γ_k' [kN/m ³]
Asphalt	0,14	23 / 13
STS 0/32	0,35	20 / 12
SfM	0,30	19 / 11

5.5.5 Auftriebssicherheit

Die Auftriebssicherheit ergibt sich mit den Teilsicherheitsbeiwerten für UPL nach EC 7 zu:

$$[\gamma_{SGS,k} \cdot h \cdot \gamma_{G \text{ dst}}] + [\sum (\gamma_{i \text{ stb},k} \cdot h_i) \cdot \gamma_{G \text{ stb}}] > 0$$

$$[-7,34 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,8 \text{ m} \cdot 1,05] + [(13 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,14 \text{ m} + 12 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,35 \text{ m} + 11 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m}) \cdot 0,95]$$

$$- 6,16 \text{ kN/m}^3 + 8,85 \text{ kN/m}^3 = \mathbf{2,69 \text{ kN/m}^3}$$

Bei einem maximalen Wasserstand an der Straßenoberkante stehen alle Schichten des Straßenoberbaus einschließlich des Asphaltes unter Auftrieb und können dennoch mit einer Flächenlast von rd. 2,7 kN/m³ den Schaumglasschotter am Aufschwimmen hindern. Bauzeitlich ergibt sich daraus die Notwendigkeit einer sorgfältigen Überwachung der Grundwasserabsenkung um auch zu jedem Zeitpunkt des Baufortschrittes die Auftriebssicherheit zu gewährleisten (vgl. Ziffer. 5.5)

5.6 Grundwasserabsenkung

Für die Erd- und Gründungsarbeiten ist bei einer Aushubsohle auf rd. + 8,4 m NHN eine Grundwasserabsenkung erforderlich. Nach den vorliegenden Unterlagen liegt das Absenkziel auf ca. + 8,0 m NHN, so dass eine maximale Grundwasserabsenkung gegenüber dem am 03.12.2020 gemessenen Grundwasser- und Grabenwasserstand von + 9,5 m NHN um 1,5 m erforderlich wird. Je nach Ausführungszeitpunkt können die Grundwasserstände jedoch auch deutlich abweichen.

Da der Hauptgrundwasserhorizont unter den Weichschichten gespannt ansteht, ist beim Baugrubenaushub zunächst nicht mit einem starken Wasserzustrom von unten zu rechnen. Der stärkste Zustrom ist in den Gräben selbst, und horizontal aus den Sandauffüllungen zu erwarten. Es wird empfohlen, im Sanierungsbereich die vorhandenen Gräben temporär abzusperren und das Grabenwasser mit einer Pumpe überzuleiten.

Es wird empfohlen, das Grundwasser mit einer Horizontaldrainage abzusenken. Die Drainagestränge sind vorab unterhalb der Aushubsohlen einzufräsen (Verfüllung des Dränagegrabens mit durchlässigem Material). Zur Beweissicherung ist die Wassermenge durch eine Wasseruhr täglich zu messen. Es ist darauf zu achten, das Absenkziel auf das technisch erforderliche Maß zu beschränken, um die Gesamtfördermenge des Grundwassers zu minimieren.

Die Wasserhaltung ist so zu betreiben, dass jederzeit die Auftriebssicherheit der Schaumglasschüttung gewährleistet ist.

Bei der Ausschreibung und Durchführung der Grundwasserabsenkung sind die ATV "Wasserhaltungsarbeiten", DIN 18305, zu beachten.

In vielen Landkreisen ist jede Grundwasserabsenkung erlaubnispflichtig, in manchen nur in Abhängigkeit vom Umfang. Wir empfehlen, rechtzeitig Kontakt mit der zuständigen Wasserbehörde aufzunehmen. Dabei ist auch rechtzeitig zu klären, ob die geplante Grundwasserabsenkung von der Behörde als wasserwirtschaftlich bedeutsam eingestuft wird und somit einer öffentlichen Auslegung mit ca. 4 bis 5 Monaten Bearbeitungszeit zu rechnen ist.

Für die Abführung des abgepumpten Grundwassers ist die Kapazität des Vorfluters bzw. Kanals mit den zuständigen Behörden abzuklären und eine entsprechende Genehmigung einzuholen. Dabei ist zu klären, in welchem Umfang Gebühren für die Einleitung des Grundwassers zu entrichten sind. Außerdem ist auch abzuklären, welche Auflagen hinsichtlich der Einleitung zu erwarten sind.

Grundwasseruntersuchungen wurden bisher nicht durchgeführt. Es ist jedoch zumindest mit den typischen Inhaltsstoffen auf Grund der anstehenden Torfe zu rechnen.

5.7 Hinweise zu den Erdarbeiten, Qualitäts- und Verdichtungskontrollen

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

Nach Aushub der vorhandenen Auffüllungen, örtlich mit Teilaushub des Torfes, erfolgt die Verlegung der Bewehrung. Dabei ist jeweils darauf zu achten, dass das Geogitter und der Vliesstoff straff (Straffung per Hand) verlegt werden und dass keine Faltenbildung eintritt. Die Geogitter-Vliesstoff-Kombination wird seitlich hochgeführt und auf der Oberkante der Schaumglasschüttung vollflächig eingeschlagen. Ein Befahren mit Fahrzeugen direkt auf den verlegten Geotextil-Bahnen ist nicht zulässig.

Der Schaumglasschotter (z. B. der Fa. Geocell oder gleichwertig) ist lagenweise (Lagenstärke $d \leq 30$ cm) einzubauen und mit einer leichten Rüttelplatte (ca. 100 kg Gewicht, Frequenz 100 Hz) zu verdichten. Die bautechnischen Hinweise im Merkblatt M SGS sowie die produktspezifischen Vorgaben sind zu beachten.

Zur Aktivierung des Zugwiderstandes der Geogitter ist eine Verformung des Oberbaus notwendig. Ein Großteil der Verformungen stellt sich erfahrungsgemäß nach dem Befahren mit den Baustellenfahrzeugen (vor Einbau des Asphalts) ein.

Bei der Verlegung der Geokunststoffe sind die produktspezifischen Verlegerichtlinien zu beachten. Das Überlappungsmaß im Bereich der Überlappungsstöße wird entsprechend den Herstellerangaben zu dem verwendeten Produkt festgelegt.

Ferner sind für die Ausschreibung und Verlegung der Vliesstoffe und Geogitter folgende Unterlagen zur berücksichtigen:

- EBGEO Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen, Verlag Ernst und Sohn, Berlin 2010.
- TL-Geok E-StB Technische Lieferungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus (FGSV - Ausgabe 2019)
- M-Geok E Merkblatt für die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus (FGSV - Ausgabe 2016)

Auf der geogitterbewehrten Schaumglasschüttung erfolgt der Einbau einer $d = 0,3$ m mächtigen Sandtragschicht. Die Schicht aus frostunempfindlichem Material (SfM) sollte den Bodengruppe SE oder SW nach DIN 18196 (Schluffkorn $d \leq 0,063 \text{ mm} \leq 5 \%$) entsprechen.

Danach erfolgt der Einbau einer $d = 0,35$ m mächtigen Schottertragschicht (Körnung 0/32 mm) nach ZTV SoB-StB 04/07 mit einem Feinkornanteil von weniger als 5 M.-% im eingebauten Zustand.

5.8 Qualitäts- und Verdichtungskontrolle

Zur Kontrolle der Qualität der eingebauten Sande (Bodengruppe SE nach DIN 18196) und der erreichten Verdichtung der Auffüllung sind zusätzlich zu den Eigenüberwachungsprüfungen der ausführenden Firma Fremdkontrollen in Anlehnung an die ZTV E-StB 17 durchzuführen.

Der Umfang der Eigenüberwachungsprüfungen zur Qualität und Verdichtung der Erdarbeiten wird wie folgt festgelegt:

- Ermittlung des statischen Verformungsmoduls E_{V2} bzw. dynamischen Verformungsmoduls E_{Vd} auf dem Sandplanum (UK - Schottertragschicht):
Versuchsdurchführung ggf. ohne Geotextilien,
Mind. 3 Versuche
 $E_{V2} \geq 60 \text{ MPa}$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$
 $E_{Vd} \geq 30 \text{ MN/m}^2$.
- Ermittlung des statischen Verformungsmoduls E_{V2}
an der Oberkante Schottertragschicht:
Mind. 3 statische Plattendruckversuche
 $E_{V2} \geq 150 \text{ MPa}$,
Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$
- Korngrößenverteilung Sandauffüllung bzw. Schottertragschicht:
Mindestumfang 3 Probe bzw. bei Wechsel Lieferant.

Die Eigenüberwachungsprüfungen werden durch die ausführende Firma bzw. deren Nachunternehmer im Rahmen der Bauausführung vorgenommen und der Bauüberwachung zur Prüfung vorgelegt. Der Termin der Eigenüberwachungsprüfungen ist jeweils vor Ausführung dem Bauüberwacher mitzuteilen.

6 Zusammenfassung

Die geplante Baumaßnahme umfasst die Sanierung des Amselweges in Wiesmoor auf einer Länge von 65,0 m.

Der Baugrund besteht aus Auffüllungen aus Sand, Schottertragschichten sowie Magerbeton, Betonresten und Asphalt, gefolgt von gewachsenen Sanden sowie mächtigen holozänen Weichschichten aus überwiegend Torf, örtlich Schluff-Sand-Gemische, die von holozänen Sanden unterlagert werden. Aufgrund der andauernden Versackungen im Sanierungsbereich wurde ein Sanierungskonzept mit einem Teilbodenaustausch in Verbindung mit dem Einbau von Leichtbaustoffen (Schaumglasschotter) zur Reduzierung der Auflast über den Torfen empfohlen.

Weitere Einzelheiten sowie die Ergebnisse von Auftriebssicherheitsberechnungen und Hinweise zur Grundwasserabsenkung 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. Bau-Ing. Jakob Elsler B. Sc.

Verteiler:

Bauherr/

Auftraggeber: Stadt Wiesmoor
Hauptstraße 193
26639 Wiesmoor

1 x + digital

Objektplanung: Thalen Consult GmbH
Urwaldstr. 39
26340 Neuenburg

1 x + digital

7 Anlagenverzeichnis

I N H A L T	von	bis
1. Lageplan		1
2. Felduntersuchungen		
2.1 Bodenprofile aus Sondierbohrungen, Rammsondierungsdiagramme	2.1	
3. Laboruntersuchungen		
3.1 Korngrößenverteilungen	3.1	
3.2 Bodenmechanische Kennziffern	3.2	
4. Gutachten		
4.1 Prinzipdarstellung Verkehrsflächenaufbau	4.1	

(im PDF-Exemplar sind die Anlagen unter der Büroklammer angehängt!)