



Geotechnik



Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.: 18/2126

Bauvorhaben: Hansestadt Rostock
B-Plan Nr. 09.W.192
„Wohn- und Sondergebiet am Südring“
Versickerung von RW

Auftraggeber: Hansestadt Rostock
Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung
und Wirtschaft
Neuer Markt 3
18055 Rostock

Aufsteller: Baugrund Stralsund Ing. mbH
NL Rostock
Industriestraße 8
18069 Rostock
Dr.-Ing. Christian Koepke

Rostock, 06. Juni 2018

INHALT

1	Unterlagenverzeichnis	3
2	Anlagenverzeichnis	3
3	Bauvorhaben / Aufgabenstellung	4
4	Feld- und Laborarbeiten	4
5	Baugrundverhältnisse	5
5.1	Baugelände	5
5.2	Geologische Situation	5
5.3	Baugrundsichtung und Baugrundeigenschaften	5
5.4	Wasserverhältnisse	8
6	Berechnungskennwerte / Bodenklassifizierung	11
6.1	Charakteristische Bodenkennwerte	11
6.2	Bodenklassifizierung	11
6.3	Auffüllungen / Hinterfüllungen	14
6.4	Bemessungswasserstände	14
7	Geotechnische Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise	15
7.1	Versickerungseignung des anstehenden Baugrundes	15
7.2	Bau eines Regenrückhalte- oder Versickerungsbeckens	16
7.3	Baugruben und Wasserhaltung	18
7.4	Verwertung von Bodenaushub	19

1 Unterlagenverzeichnis

- U 1 Bohrprofile der Kleinbohrungen BS 1/18 bis BS 15/18, erstellt von der Terratec Baugrunduntersuchung am 07. - 08. Mai 2018
- U 2 Vermessungsunterlagen der Höhen- und Lagemessung der Aufschlussansatzpunkte, erstellt von der Terratec Baugrunduntersuchung am 07. - 08. Mai 2018
- U 3 Gestörte Bodenproben, entnommen bei Ausführung der Aufschlussarbeiten von der Terratec Baugrunduntersuchung am 07. - 08. Mai 2018
- U 4 Bodenmechanischer Laborprüfbericht Nr. 1, erstellt von der BAUGRUND Stralsund Ing. mbH am 30. Mai 2018
- U 5 Leistungsanfrage und Aufgabenstellung, übersendet von der WASTRA-Plan Ing. mbH am 16. März 2018
- U 6 Lageplan, übersendet in digitaler Form von der WASTRA-Plan Ing. mbH am 23. April 2018

2 Anlagenverzeichnis

- A 1 1 Blatt Lage- und Aufschlussplan
- A 2 2 Blatt Bohr- und Sondierprofile
- A 3 26 Blatt Bodenmechanischer Laborprüfbericht Nr. 1

3 Bauvorhaben / Aufgabenstellung

Die Hansestadt Rostock, vertreten durch das Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung und Wirtschaft, erarbeitet den Bebauungsplan Nr. 09.W.192 „Wohn- und Sondergebiet am Süd-ring“ in der Hansestadt Rostock. Die BAUGRUND Stralsund Ing. mbH wurde vom Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung und Wirtschaft der Hansestadt Rostock mit der Durchführung einer orientierenden Baugrunduntersuchung und einer Bewertung der Erkundungsergebnisse in Hinblick auf Möglichkeiten der dezentralen Regenwasserversickerung beauftragt.

4 Feld- und Laborarbeiten

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden insgesamt 15 Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22475-1 bis maximal 6 m u. GOK ausgeführt. Eine Übersicht über die Anordnung der Aufschlüsse zeigt der Lage- und Aufschlussplan in Anlage 1.

Während der Aufschlussarbeiten wurden gestörte Bodenproben entnommen. An ausgewählten Proben wurden anschließend die nachfolgend aufgeführten Laborversuche durchgeführt:

- Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123
- Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128

Die detaillierten Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind im Laborprüfbericht in Anlage 3 dargestellt. Umweltchemische Laboruntersuchungen wurden nicht ausgeführt.

5 Baugrundverhältnisse

5.1 Baugelände

Das Untersuchungsgebiet des B-Plans Nr. 09.W.192 „Wohn- und Sondergebiet am Südring“ befindet sich im Rostocker Ortsteil Südstadt zwischen der Erich-Schlesinger-Straße, dem Südring und Gleisanlagen der DB AG. Die Flächen liegen im Bereich mehrerer Kleingartenanlagen und sind derzeit überwiegend unbefestigt. Die Geländehöhen liegen gemäß Unterlage 6 zwischen +15 m NHN und +20 m NHN. Eine Lage- und Höhenübersicht ist dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen.

5.2 Geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der Grundmoräne des Mecklenburger Vorstoßes der Weichsel-Vereisung, wurde aber durch das Warnowtal (ehem. Erosionsrinne) überprägt. Im Untersuchungsgebiet liegen daher stark gestörte Lagerungsverhältnisse vor. Als Hauptbodenarten treten glazifluviale bis glazilimnische Sande und Schluffe sowie Geschiebeböden der Grundmoräne in wechselnder Abfolge und Verteilung auf. Die natürliche Schichtenfolge ist anthropogen überprägt (Auffüllungen).

5.3 Baugrundsichtung und Baugrundeigenschaften

Nachfolgend werden die wesentliche Baugrundsichtung und -eigenschaften zusammenfassend dargestellt. Einzelheiten sind den zugehörigen Bohrprofilen in Anlage 2 und dem bodenmechanischen Laborprüfbericht in Anlage 3 zu entnehmen. Die verwendete Schichtnummerierung wurde im Gutachten durchgängig angewendet.

Bei allen Aufschlusspunkten wurden ab der Geländeoberkante zunächst **Auffüllungen** (Schicht Nr. 1) bis in eine Tiefe zwischen 0,4 m und 2,1 m erbohrt. Bei den Auffüllungen handelt es sich um umgelagerte Sande (zumeist Feinsande) mit einem Feinkornanteil zwischen 15 % und 40 %. Der Kiesanteil ist meist gering (< 10 %), nur lokal beträgt dieser bis zu 40 %. Die Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung für Schicht Nr. 1

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	T / U	Massenanteile [%]				C _U [--]	C _C [--]	k ¹⁾ [m/s]
			fS	mS	gS	G			
BS 1/18	0,3 - 0,9	17,6	45,4	29,0	5,5	2,5	--	--	8*10 ⁻⁶
BS 6/18	0,0 - 0,6	15,5	42,5	26,0	8,4	7,6	--	--	9*10 ⁻⁶
BS 10/18	1,0 - 1,7	16,8	44,2	29,0	8,1	1,9	--	--	8*10 ⁻⁶

¹⁾ aus der Kornverteilung nach Beyer / Mallet

Die Auffüllungen enthalten zum Teil merkliche Fremdstoffanteile in Form von Ziegelbruch und Schotter und sind verbreitet organisch verunreinigt bzw. als schwach organisch einzustufen ($V_{gl} \leq 6\%$). Die Auffüllungen sind überwiegend locker bis schwach mitteldicht gelagert.

Die v.g. Böden werden in unterschiedlicher Abfolge von Sanden, Schluffen und Geschiebeböden unterlagert. Zwischen den Sanden und Schluffen bestehen teilweise fließende Übergänge.

Bei den **Sanden** (Schicht Nr. 2) handelt es sich im Regelfall um Feinsande mit sehr geringen Grobsand- und Kiesanteilen. Vereinzelt wurden Mittel- oder Grobsande mit Kiesanteilen bis etwa 25 % erbohrt. Der Feinkornanteil ist unterschiedlich hoch und beträgt maximal 40 %. Die Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung für Schicht Nr. 2

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	T / U	Massenanteile [%]				C _U [--]	C _C [--]	k ¹⁾ [m/s]
			fS	mS	gS	G			
BS 1/18	1,7 - 2,5	2,7	12,3	35,0	30,7	19,3	5,2	0,9	2*10 ⁻⁴
BS 2/18	3,0 - 4,0	10,5	81,5	8,0	0,0	0,0	--	--	8*10 ⁻⁶
BS 3/18	3,6 - 5,0	7,5	82,5	9,0	1,0	0,0	1,7	0,9	5*10 ⁻⁵
BS 10/18	1,7 - 3,0	5,6	53,4	41,0	0,0	0,0	2,7	1,2	6*10 ⁻⁵
BS 11/18	1,7 - 3,0	24,9	60,1	14,0	1,0	0,0	--	--	--
BS 11/18	3,0 - 4,0	14,2	77,8	7,0	1,0	0,0	--	--	7*10 ⁻⁶
BS 12/18	2,2 - 3,0	35,3	57,7	6,5	0,5	0,0	--	--	--
BS 12/18	3,0 - 4,0	18,3	78,7	2,5	0,5	0,0	--	--	6*10 ⁻⁶
BS 13/18	2,1 - 3,0	34,6	48,4	15,0	1,7	0,3	--	--	--
BS 13/18	4,0 - 5,0	38,1	47,9	11,0	2,4	0,6	--	--	--
BS 14/18	1,9 - 3,0	10,4	79,6	9,5	0,5	0,0	--	--	8*10 ⁻⁶

¹⁾ aus der Kornverteilung nach Beyer / Mallet

Die Sande sind teilweise organisch verunreinigt ($V_{gl} < 2 \%$) und schwach mitteldicht bis mitteldicht gelagert.

Der im Baugebiet erbohrte **Schluff** (Schicht Nr. 3) ist im Regelfall sehr sandig ausgeprägt und enthält nur geringe Tonanteile. In diesem Fall weist der Schluff eine geringe bis leichte Plastizität und keine merkliche Konsistenz auf. Es ist dann näherungsweise wie bei den Sanden von einer schwach mitteldichten bis mitteldichten Lagerung auszugehen. Bei merklich höherem Tonanteil weist der Schluff eine leichte Plastizität und eine steife Konsistenz auf ($w = 20,5 \%$). Die Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung für Schicht Nr. 3

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Massenanteile [%]				$k^{1)}$ [m/s]
		T	U	S	G	
BS 1/18	2,5 - 3,0	47,8		51,7	0,5	--
BS 4/18	1,3 - 3,0	80,1		19,7	0,2	--
BS 4/18	4,2 - 5,0	9,1	82,8	8,1	0,0	$2 \cdot 10^{-8}$
BS 15/18	3,2 - 4,0	41,5		58,5	0,0	--

¹⁾ aus der Kornverteilung nach Beyer / Mallet

Bei Schicht Nr. 4 handelt es sich um Geschiebeböden, bestehend aus **Geschiebemergel** und **Geschiebelehm**. Geschiebelehm stellt das kalkfreie Verwitterungsprodukt von Geschiebemergel dar. Die Korngrößenzusammensetzung und die bodenmechanischen Eigenschaften sind gleichartig. Der Geschiebelehm und Geschiebemergel bestehen aus Sand und Schluff mit schwach tonigen bis tonigen Anteilen. Kiese sind ebenfalls enthalten. Die Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung für Schicht Nr. 4

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Massenanteile [%]				k ¹⁾ [m/s]
		T	U	S	G	
BS 3/18	1,4 - 3,0	17,8	29,1	50,3	2,9	5*10 ⁻⁹
BS 6/18	3,0 - 4,0	13,1	31,9	51,5	3,5	2*10 ⁻⁸
BS 9/18	3,0 - 4,0	16,7	29,6	50,7	3,0	7*10 ⁻⁹
BS 12/18	1,0 - 2,2	10,9	27,5	58,6	2,9	6*10 ⁻⁸

¹⁾ aus der Kornverteilung nach Beyer / Mallet

Der Kiesanteil kann lokal deutlich höher sein. In den Geschiebelehm und Geschiebemergel können zudem grundsätzlich Steine, Gerölle und auch Blöcke jeglicher Größenordnung sowie Sandstreifen eingelagert sein. Der im Untersuchungsgebiet erkundete Geschiebelehm und Geschiebemergel weisen eine geringe bis leichte Plastizität und eine weiche bis steife Konsistenz auf (w = 12...17 %).

Die v.g. Böden wurden bis maximal 6 m u. GOK nicht durchteuft.

5.4 Wasserverhältnisse

Die im Baufeld vorhandenen Erdstoffe sind hinsichtlich deren Wasserdurchlässigkeit wie folgt einzustufen:

- | | | |
|-------|-----------------|------------------------|
| Nr. 1 | Auffüllungen: | mäßig |
| Nr. 2 | Sande: | mäßig bis hoch |
| Nr. 3 | Schluff: | gering bis sehr gering |
| Nr. 4 | Geschiebeböden: | sehr gering |

Prinzipiell bilden Auffüllungen oberhalb der Geschiebeböden einen oberen, unbedeckten Grundwasserleiter (GWL 1), während die die Geschiebeböden unterlagernden Sande einen bedeckten unteren Grundwasserleiter (GWL 2) bilden. Aufgrund der geologisch bedingten stark gestörten Lagerungsverhältnisse, d.h. der unregelmäßigen Abfolge der unterhalb der Auffüllungen anstehenden Sande, Schluffe und Geschiebeböden ist diese Abfolge nur teilweise vorhanden. Im Baugebiet lassen sich grundsätzlich die in Tabelle 5 dargestellten Bereiche unterscheiden.

Tabelle 5: Bereiche vergleichbarer hydrogeologischer Verhältnisse

Bereich	Aufschlüsse	Verhältnisse
I	BS 1/18 - 2/18 BS 10/18 - 11/18	<ul style="list-style-type: none"> • Es sind keine Geschiebeböden vorhanden. • GWL 1 und GWL 2 stehen in hydraulischer Verbindung • Innerhalb des GWL 2 sind teilweise gering durchlässige Schluffe eingelagert.
II	BS 3/18 - 4/18 BS 12/18 - 15/18	<ul style="list-style-type: none"> • Der GWL 1 und GWL 2 werden durch Geschiebeböden voneinander getrennt. • Innerhalb des GWL 2 sind teilweise gering durchlässige Schluffe eingelagert.
III	BS 5/18 - 9/18	<ul style="list-style-type: none"> • Unterhalb des GWL 1 stehen durchgehend Geschiebeböden an.

Die während der aktuellen Baugrunderkundungen innerhalb des Untersuchungsgebietes gemessenen Wasserstände nach Beendigung der Bohrarbeiten (Ruhewasserstand) sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Ruhewasserstände nach Beendigung der Aufschlussarbeiten (GWE)

Aufschluss	GWE [m u. GOK]	GWE [m NHN]	Bemerkungen
BS 1/18	> 5,0	< +12,3	--
BS 2/18	1,2	+15,5	--
BS 3/18	> 5,0	< +13,0	--
BS 4/18	> 5,0	< +11,1	--
BS 5/18	> 5,0	< +10,0	--
BS 6/18	> 5,0	< +12,9	--
BS 7/18	> 5,0	< +11,4	--
BS 8/18	> 6,0	< +9,5	--
BS 9/18	> 5,0	< +13,7	--
BS 10/18	3,4	+13,5	nur GW-Anschnitt, Lotung nicht möglich
BS 11/18	3,2	+14,0	--
BS 12/18	> 5,0	< +11,7	--
BS 13/18	1,7	+16,5	--
BS 14/18	> 5,0	< +13,1	--
BS 15/18	> 5,0	< +13,9	--

Die großräumige Grundwasserfließrichtung verläuft von Südwest nach Nordost. Gemäß den Angaben des Kartenportals MV des LUNG sind im Untersuchungsgebiet Grundwasserstände zwischen +12 m NHN und +16 m NHN zu erwarten. Lokal werden die Grundwasserfließrichtung und die Grundwasserstände aber durch die örtlichen Geländeverhältnisse und voraussichtlich auch durch lokale Entwässerungssysteme (Bahnanlagen) beeinflusst.

Grundwasser wurde im Untersuchungsgebiet bis 6 m u. GOK daher nur im mittleren Teil des Untersuchungsgebietes (BS 2/18, 10/18, 11/18, 13/18) festgestellt. An den Randbereichen des Untersuchungsgebietes fällt der Grundwasserstand zumeist ab. Dies gilt insbesondere für die in nordwestlicher, nördlicher und nordöstlicher Richtung vorhandenen Bahnstrecken und zugehörigen Eisenbahnüberführungen (EÜ Schlesinger Straße, EÜ Goetheplatzbrücke am Südring) und für den östlich verlaufenden Südring, der gegenüber dem Untersuchungsgebiet deutlich tiefer liegt. Umliegend um das Untersuchungsgebiet liegen einige Archivunterlagen vor, die im Folgenden zur weiteren Bewertung genutzt werden.

Die Geländehöhen liegen im Untersuchungsgebiet gemäß Unterlage 6 zwischen +15 m NHN und +20 m NHN. Im höher gelegenen Zuflussbereich aus südwestlicher Richtung wurde der Grundwasserstand im Einmündungsbereich der Albert-Einstein-Straße in die Schlesinger-Straße (GOK ~ +20...+21 m NHN) bei +17,0...+17,9 m NHN gelotet (2014). Der Grundwasserstand fällt vom v.g. Einmündungsbereich in nördliche Richtung zur EÜ Schlesinger hin auf kurzer Distanz bis auf < +10,5 m NHN (10/2016) ab.

Für den tiefer liegenden Bereich des Südrings östlich des Untersuchungsgebietes liegen folgende Grundwasserstandsangaben vor:

EÜ Goetheplatzbrücke westl. Widerlager	≤ +10,7 m NHN (09/2017)
EÜ Goetheplatzbrücke Mittelstütze Südring	≤ +8,7 m NHN (09/2017)
Einfallstelle Südring nördlich der Stadthalle	≤ +6,5 m NHN (09/2013)
nördlicher Vorplatz Stadthalle	≤ +11,0 m NHN (11/2017)

Unabhängig der Grundwasserstände muss oberhalb der sehr gering durchlässigen Geschiebeböden in Abhängigkeit des Niederschlagsdargebotes mit dem Auftreten temporärer Stauwasserbildungen gerechnet werden. Dies gilt für die Bereiche II und III gemäß Tabelle 8, d.h. im gesamten Untersuchungsgebiet mit Ausnahme des Bereichs BS 1/18 - 2/18 und des Bereichs BS 10/18 - 11/18.

6 Berechnungskennwerte / Bodenklassifizierung

6.1 Charakteristische Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen sind charakteristische Kennwerte der Bodenschichten in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen

Nr.	Bodenart	Lagerungsdichte / Konsistenz	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k' [°]	c_k' [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
1	Auffüllungen	locker - schwach mitteldicht	17,5	8,5	26	0	5
2	Sand	schwach mitteldicht - mitteldicht	18,0	8,5	28	0	15
3	Schluff	schwach mitteldicht - mitteldicht bzw. steif	19,0	9,0	27	0	15
4	Geschiebelehm, Geschiebemergel	weich - steif	21,5	12,0	30	3	15

6.2 Bodenklassifizierung

Für die weitere Planung werden die erkundeten Erdstoffe nachfolgend in Homogenbereiche eingeteilt, die für folgende DIN gelten:

- DIN 18300 Erdarbeiten
- DIN 18305 Wasserhaltungsarbeiten
- DIN 18308 Drän- und Versickerungsarbeiten

Des Weiteren sind die Klassifikation hinsichtlich der Frostepfindlichkeit nach ZTV E-StB und nach ATV A 127 angegeben.

Tabelle 8: Homogenbereiche A-B

Homogenbereich	A	B
Bodenschichten Nr.	1	2
Ortsübliche Bezeichnung	Sandige Auffüllungen	Sande
Bodengruppe DIN 18196	[OH], [SU*], A	SE, SU, SU*
Frostempfindlichkeit ZTV E-StB	F3	F1 - F3
Bodenklasse ATV A 127	G3 - G4	G1 - G3
Feinkornanteil / d < 0,063 mm	15...40 %	0...40 %
Sandanteil / d = 0,063...2,0 mm	50...90 %	60...95 %
Kiesanteil / d = 2,0...63 mm	0...40 %	0...25 %
Steine / d = 63...200 mm	< 15 %	< 5 %
Blöcke / d = 200...630 mm	nicht enthalten	nicht enthalten
Große Blöcke / d > 630 mm	nicht enthalten	nicht enthalten
Organischer Anteil	0...6 %	< 2 %
Durchlässigkeit	$5 \cdot 10^{-6} \dots 2 \cdot 10^{-5}$ m/s	$5 \cdot 10^{-6} \dots 2 \cdot 10^{-4}$ m/s
Feuchtdichte	1,7...1,8 g/cm ³	1,7...1,9 g/cm ³
Undrainede Scherfestigkeit	--	--
Wassergehalt	--	--
Plastizität	--	--
Konsistenz	--	--
Lagerungsdichte	locker - schwach mitteldicht $I_D = 0,15 \dots 0,45$	schwach mitteldicht - mitteldicht $I_D = 0,30 \dots 0,65$

Tabelle 9: Homogenbereiche C-D

Homogenbereich	C	D
Bodenschichten Nr.	3	4
Ortsübliche Bezeichnung	Schluff	Geschiebelehm, Geschiebemergel
Bodengruppe DIN 18196	ST*, UL, TL	SU*, ST*, TL
Frostempfindlichkeit ZTV E-StB	F3	F3
Bodenklasse ATV A 127	G3 - G4	G3 - G4
Feinkornanteil / d < 0,063 mm	40...95 %	35...55 %
Sandanteil / d = 0,063...2,0 mm	5...60 %	45...65 %
Kiesanteil / d = 2,0...63 mm	< 5 %	< 10 % (lokal bis 30 %)
Steine / d = 63...200 mm	< 5 %	lokal bis jeweils 30 % möglich (Geschiebe)
Blöcke / d = 200...630 mm	nicht enthalten	
Große Blöcke / d > 630 mm	nicht enthalten	
Organischer Anteil	< 2 %	< 2 %
Durchlässigkeit	< 1*10 ⁻⁶ m/s	< 1*10 ⁻⁸ m/s
Feuchtdichte	1,8...2,0 g/cm ³	2,1...2,3 g/cm ³
Undränierete Scherfestigkeit	25...70 kN/m ²	20...100 kN/m ²
Wassergehalt	~ 15...21 %	~ 12...17 %
Plastizität	gering- bis leichtplastisch	gering- bis leichtplastisch
Konsistenz	steif I _c = 0,75...1,00	weich - steif I _c = 0,50...1,00
Lagerungsdichte	schwach mitteldicht - mitteldicht I _D = 0,30...0,65	--

6.3 Auffüllungen / Hinterfüllungen

Als Erdstoffe für Auffüllungen / Hinterfüllungen können prinzipiell sowohl grobkörnige als auch gemischtkörnige Erdstoffe verwendet werden. In Bereichen mit hohen Verdichtungsanforderungen (z.B. bei Verwendung als Gründungspolster) sind ausschließlich grobkörnige Erdstoffe mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $C_u \geq 3$ zu verwenden. Für grob- und gemischtkörnige Erdstoffe können für eine Vorbemessung die in Tabelle 10 genannten charakteristischen Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 10: Charakteristische Kennwerte für Ersatzerdstoffe

Bodengruppe DIN 18196	Verdichtung	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k' [°]	c_k' [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
grobkörnige Erdstoffe: GE, GI, GW, SE, SI, SW	$D_{PR} \geq 98 \%$	17,5	8,5	30	0	25
grobkörnige Erdstoffe: GE, GI, GW, SE, SI, SW	$D_{PR} \geq 100 \%$	18,0	9,0	32	0	40
gemischtkörnige Erdstoffe: GU, GT, SU, ST	$D_{PR} \geq 98 \%$	19,0	10,0	28	0	20

Im Rahmen der Ausführung ist für die verwendeten Erdstoffe nachzuweisen, dass diese den o. g. Kennwerten entsprechen. Ist dies nicht der Fall, so ist die Ausführungsplanung / Ausführungsstatik entsprechend den geänderten Kennwerten anzupassen. Baubegleitend ist ein ausreichender Verdichtungsgrad durch Verdichtungsprüfungen nach DIN 18125 nachzuweisen.

6.4 Bemessungswasserstände

Grundwasser wurde im Bereich des geplanten Regenrückhalte- bzw. Versickerungsbeckens im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes nur bei BS 2/18 bei 1,2 m u. GOK, d.h. bei +15,5 m NHN festgestellt. In den übrigen Bereichen (BS 3/18 - 8/18) wurde bis zur Endteufe zwischen +9,5 m NHN und +13,0 m NHN jeweils kein Grundwasser gelotet.

Aufgrund der in Richtung der Bahnanlagen und in Richtung des Südrings unterschiedlich stark abfallenden Grundwasserstände lassen sich Bemessungswasserstände nur abschätzen. Es wird empfohlen, beim Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb folgende auf der sicheren Seite liegende Bemessungswasserstände in der ständigen Bemessungssituation (BS-P) in Ansatz zu bringen:

Bereich BS 2/18:	+16,0 m NHN
Bereich BS 3/18 / 6/18:	+13,5 m NHN
Bereich BS 4/18 / 7/18:	+12,0 m NHN
Bereich BS 5/18 / 8/18:	+11,0 m NHN

7 Geotechnische Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise

7.1 Versickerungseignung des anstehenden Baugrundes

Die im Baugebiet vorhandenen Erdstoffe lassen sich hinsichtlich deren Wasserdurchlässigkeit wie folgt einzustufen:

- Nr. 1 Auffüllungen der Bodengruppen [OH], [SU*] nach DIN 18196:
mäßige Wasserdurchlässigkeit / $k_f = 5 \cdot 10^{-6} \dots 2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
- Nr. 2 Sande der Bodengruppen SE, SU nach DIN 18196:
hohe Wasserdurchlässigkeit / $k_f = 5 \cdot 10^{-5} \dots 2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
- Nr. 2 Sande der Bodengruppe SU* nach DIN 18196:
mäßige Wasserdurchlässigkeit / $k_f = 5 \cdot 10^{-6} \dots 2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
- Nr. 3 Schluff der Bodengruppen ST*, UL, TL nach DIN 18196
geringe bis sehr geringe Wasserdurchlässigkeit / $k_f < 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$
- Nr. 4 Geschiebeböden der Bodengruppen SU*, ST*, TL nach DIN 18196
sehr geringe Wasserdurchlässigkeit / $k_f < 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$

Nach DWA-A 138 liegt die für eine Versickerung in Betracht kommende Spannbreite des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes zwischen $k_f = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ und $1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Für eine Versickerung wären somit die Auffüllungen und Sande (Schichten Nr. 1, 2) prinzipiell geeignet. Die Schluffe und die Geschiebeböden (Schichten Nr. 3, 4) sind für eine Versickerung hingegen als ungeeignet einzustufen.

Gemäß Unterlage 5 ist geplant, möglichst eine oberflächennahe Versickerung (Flächen-, Mulden-, Rigolenversickerung) auszuführen. Im Ergebnis der Baugrunduntersuchungen wäre dies nur in einem Teil des Untersuchungsgebietes möglich. Im Bereich I gemäß Tabelle 8, d.h. im Bereich BS 1/18 - 2/18 und BS 10/18 - 11/18 wurden keine hoch anstehenden gering durchlässigen Schluffe oder Geschiebeböden erbohrt, so dass eine oberflächennahe Versickerung prinzipiell möglich wäre. In den übrigen Teilen des Untersuchungsgebietes, d.h. in den Bereichen II und III nach Tabelle 8, wurden hoch anstehende Geschiebeböden erbohrt. Diese lassen eine Flächen-, Mulden- oder Rigolenversickerung nicht zu.

Im Bereich II nach Tabelle 8, d.h. im Bereich BS 3/18 - 4/18 und Bereich BS 12/18 - 15/18 wäre alternativ eine Schachtversickerung in die Sande unterhalb der Geschiebeböden oder eine dementsprechend tief angeordnete Rigolenversickerung möglich. Die Unterkanten der Geschiebeböden wurden an den v.g. Aufschlüssen wie folgt erbohrt:

BS 3/18	3,6 m u. GOK	+14,4 m NHN
BS 4/18	1,3 m u. GOK	+15,8 m NHN
BS 12/18	2,2 m u. GOK	+14,4 m NHN
BS 13/18	2,1 m u. GOK	+16,1 m NHN (GW bei 1,7 m u. GOK)
BS 14/18	1,9 m u. GOK	+16,1 m NHN
BS 15/18	3,2 m u. GOK	+15,6 m NHN

Im Bereich III nach Tabelle 8, d.h. im Bereich BS 5/18 bis 9/18, ist eine Versickerung in keiner Variante möglich, da die sehr gering durchlässigen Geschiebeböden bei den v.g. Aufschlüssen bis jeweils zur Aufschlussendteufe erbohrt wurden.

7.2 Bau eines Regenrückhalte- oder Versickerungsbeckens

Gemäß Unterlage 5 ist der Bau eines großflächigen Regenrückhalte- oder Versickerungsbeckens im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes, d.h. im Bereich der Aufschlüsse BS 2/18 bis BS 8/18 geplant.

Da bei den Aufschlüssen BS 3/18 bis BS 8/18 bereits oberflächennah (0,5...1,3 m u. GOK) sehr gering durchlässige Geschiebeeböden vorhanden sind, die im Bereich BS 5/18 bis 8/18 auch bis jeweils 5 m u. GOK nicht durchteuft wurden, wird von der Errichtung eines Versickerungsbeckens grundsätzlich abgeraten. Neben einer sehr geringen möglichen Versickerungsleistung würde eine Versickerung auch zu merklichen Stauwasserbildungen oberhalb der Geschiebeeböden führen, die neben den geplanten baulichen Anlagen innerhalb des B-Plangebietes auch zu zusätzlichen Vernässungen außerhalb des B-Plangebietes führen können. Betroffen wären insbesondere die Bahnanlagen nördlich des B-Plangebietes einschließlich der EÜ Goetheplatzbrücke.

Aus geotechnischer Sicht wäre die Errichtung eines Regenrückhaltebeckens (RRB) zur Zwischenspeicherung und gedrosselten Ableitung von Niederschlagswässern möglich. Aus den o.g. Gründen sollte ein RRB aber in gedichteter Bauweise hergestellt werden.

Die im vorgesehenen Bereich des RRB vorhandenen Erdstoffe sind hierfür als ausreichend tragfähig einzustufen. In Abhängigkeit der Tiefenlage der Gründungssohlen sind die nachstehenden Hinweise zu beachten.

Gründungssohlen, die innerhalb der Auffüllungen bzw. Sande liegen (Schichten Nr. 1, 2), sind bestmöglich nachzuverdichten (2 - 3 Übergänge). Zur besseren Verdichtbarkeit wird empfohlen, unterhalb der Gründungssohlen ein 10 cm dickes Gründungspolster aus grobkörnigen Erdstoffen anzuordnen und die Verdichtung auf der Oberkante des Gründungspolsters auszuführen. Bei der Nachverdichtung ist jeweils darauf zu achten, dass unterlagernde und nur gering überdeckte Schluffe oder Geschiebeeböden (Schichten Nr. 2, 3) dadurch nicht zusätzlich aufgeweicht werden. In diesem Fall ist die Nachverdichtung abubrechen. Eine weitergehende Sauberkeitsschicht zum Schutz der Aushubsohle ist innerhalb der Auffüllungen und Sande nicht zwingend erforderlich.

Bei Lage der Gründungssohlen innerhalb der Schluffe oder Geschiebeböden (Schichten Nr. 3, 4) sind diese nicht nachzuverdichten, sondern nur sauber abzuziehen. Da die Schluffe und Geschiebeböden als gering- bis leichtplastisch einzustufen sind, weichen diese bei Wasserzutritt sehr rasch auf. Dies ist insbesondere bei gleichzeitig erfolgender mechanischer Einwirkung der Fall. Es ist daher darauf zu achten, dass die Aushubsohlen innerhalb der Schluffe und Geschiebeböden nur kurzzeitig offen liegen und / oder vor Witterungseinflüssen durch eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton geschützt werden. Bauseitig aufgeweichte Schluffe oder Geschiebeböden müssten zusätzlich aus der Gründungssohle entfernt und durch grobkörnige Erdstoffe ersetzt werden.

Die Abnahme der Aushub- / Gründungssohlen durch einen geotechnischen Sachverständigen gemäß DIN 1054 wird empfohlen.

7.3 Baugruben und Wasserhaltung

Gräben und Baugruben sind gemäß DIN 4124 ab 1,25 m Tiefe zu verbauen oder abzuböschten. Im Nahbereich vorhandener Bahnanlagen sind u.a. auch die bahneigenen Ril zu beachten.

Für unverbaute Baugruben / Leitungsgräben ergibt sich der ohne rechnerischen Nachweis einzuhaltende Böschungswinkel aus der DIN 4124 zu $\beta = 45^\circ$. Dieser gilt unterhalb des Grundwasserspiegels innerhalb der Auffüllungen und Sande in Verbindung mit der Ausführung einer Grundwasserabsenkung (siehe unten).

Baugruben können alternativ mittels Verbau gesichert werden, z.B. durch einen Spundwandverbau oder einen Trägerbohlverbau. Für die notwendigen erdstatischen Berechnungen sind die Angaben aus Kapitel 6 in Verbindung mit der in Anlage 2 dargestellten Baugrundsichtung zu verwenden. Im innerstädtischen Bereich wird von der Anwendung des Vibrationsverfahrens grundsätzlich abgeraten. Im Nahbereich vorhandener Gebäude und sonstiger erschütterungsempfindlicher Bauwerke (Abstand < 15 m) sollte auch das Schlagrammverfahren nicht angewendet werden. Verbauelemente sollten in diesem Bereich praktisch erschütterungsfrei im Einstell- oder Einpressverfahren eingebracht werden.

Bei Lage der Baugrube bzw. des Grabens innerhalb wasserführender Auffüllungen und Sande ist eine Grundwasserabsenkung einzurichten und zu betreiben. Es wird empfohlen, hierzu Vakuumfilterlanzen einzusetzen.

Bei Lage der Baugrube bzw. des Grabens innerhalb der Schluffe oder Geschiebeböden ist innerhalb der Baugrube bzw. des Grabens eine offene Wasserhaltung einzurichten und zu betreiben. Sollten innerhalb von Auffüllungen oder Sanden oberhalb der Schluffe bzw. der Geschiebeböden temporäre Stauwasserbildungen auftreten, so sind diese im Falle einer geböschten Baugrube im Bedarfsfall gegen Ausfließen zu sichern (z.B. Steinschüttung auf Trennvlies).

7.4 Verwertung von Bodenaushub

Gemäß Unterlage 5 wurden keine umweltchemischen Untersuchungen ausgeführt. Die Baugrunduntersuchungen ergaben keine Hinweise auf eine erhebliche umweltchemische Belastung der im Baufeld vorhandenen Böden. Innerhalb der Auffüllungen sind Fremdstoffe enthalten, die bei einzelnen Parametern aber eine Überschreitung der Z0-Grenzwerte der LAGA bedingen können. Die nachstehenden Angaben beziehen sich davon unabhängig auf eine bautechnische Eignung der Böden.

Ausgehobene Auffüllungen und Sande (Schichten Nr. 1, 2) weisen aufgrund der Kornzusammensetzung und/oder der enthaltenen organischen Anteile eine eingeschränkte Verdichtbarkeit auf. Dennoch können diese für die Verfüllung von Leitungsgräben und Baugruben im Zuge des Leitungsbaus und für die seitliche Bauwerkshinterfüllung (d.h. außerhalb des Gründungsbereichs) genutzt werden.

Ausgehobener Schluff und Geschiebelehm / Geschiebemergel (Schichten Nr. 3, 4) lassen sich aufgrund des hohen Feinkornanteils und der weichen bis steifen Konsistenz nicht ausreichend verdichten, sind als stark frostempfindlich und gering bis sehr durchlässig einzustufen und sollten daher im Zuge dieses Bauvorhabens möglichst nicht wieder für bautechnische Zwecke verwendet werden. Im Bedarfsfall könnten mit den v.g. Erdstoffen Geländeauffüllungen ohne besondere Verdichtungsanforderungen vorgenommen werden. In diesem Fall sind die Schluffe und Geschiebeböden während der Zwischenlagerung gegen Witterungseinflüsse zu schützen, um ein Aufweichen zu vermeiden. Für die Verdichtung von Schluffen oder Geschiebeböden ist eine geeignete Schafffußwalze einzusetzen.

Angaben zu Ersatzerdstoffen sind dem Abschnitt 6.3 zu entnehmen.

BAUGRUND STRALSUND

i. V.

Dipl.-Ing. Holger Chamier

Dr.-Ing. Christian Koepke