

BAUGRUND STRALSUND

Ingenieurgesellschaft mbH
für ► Geo- und ● Umwelttechnik

Geotechnik

BAUGRUNDGUTACHTEN

Projekt-Nr.:	23/2068
Bauvorhaben:	Bad Oldesloe Strecke 1043 Durchlass km 113,844
Auftraggeber:	DB InfraGO AG Regionalbereich Nord I.NF-N-P 2 Hammerbrookstraße 44 20097 Hamburg
Rahmenvertrag:	1000 / EBO / 92298806
Bestellung:	0016 / D07 / 12159381
Aufsteller:	BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH NL Berlin & Brandenburg Stralauer Platz 34 10243 Berlin

Berlin, 17. April 2024 (Fassung 01)

Inhaltsverzeichnis

1.	Unterlagenverzeichnis	- 3 -
2.	Anlagenverzeichnis.....	- 3 -
3.	Bauvorhaben / Aufgabenstellung	- 4 -
4.	Feld- und Laborarbeiten.....	- 4 -
4.1	Baugrunderkundung	- 4 -
4.2	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	- 5 -
4.3	Umweltchemische Laboruntersuchungen	- 5 -
5.	Baugrundverhältnisse	- 5 -
5.1	Geologische Situation	- 5 -
5.2	Baugrundsichtung und Baugrundeigenschaften	- 6 -
5.3	Grundwasserverhältnisse	- 7 -
5.3.1	Wasserstände.....	- 7 -
5.3.2	Bemessungswasserstände/-druckhöhen	- 7 -
5.3.3	Wassereigenschaften	- 8 -
6.	Berechnungskennwerte / Bodenklassifizierung.....	- 9 -
6.1	Charakteristische Bodenkennwerte.....	- 9 -
6.2	Bodenklassifizierung.....	- 10 -
6.3	Auffüllungen / Hinterfüllungen	- 12 -
7.	Geotechnische Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise	- 13 -
7.1.1	Ersatzneubau Durchlass – Offene Bauweise	- 13 -
7.1.2	Geschlossene Bauweise.....	- 14 -
7.2	Gründungsempfehlung Behelfsbrücke	- 16 -
7.3	Verfüllung	- 16 -
7.4	Sicherheit gegen Aufschwimmen.....	- 17 -
7.5	Baugrube und bauzeitliche Wasserhaltung	- 17 -
7.5.1	Baugrube	- 17 -
7.5.2	Bauzeitliche Wasserhaltung.....	- 18 -
7.6	Schutz des Baugrundes.....	- 18 -
7.7	Schutz vorhandener Bebauung.....	- 18 -
8.	Darstellung & Bewertung der chemischen Bodenanalyse	- 19 -

1. Unterlagenverzeichnis

- | | |
|-----|---|
| U 1 | Bestellung 0016 / D07 / 12159381 vom 24. Mai 2023 |
| U 2 | Schichtenverzeichnisse der Kleinbohrungen BS 1/23 und BS 2/23, ausgeführt von der BAUGRUND Stralsund Ing. mbH am 16. August 2023 |
| U 3 | Ergebnisse der Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) 1/23 und 2/23, ausgeführt von der BAUGRUND Stralsund Ing. mbH am 16. August 2023 |
| U 4 | Vermessungsunterlagen der Höhen- und Lagemessung der Aufschlussansatzpunkte, erstellt von der BAUGRUND Stralsund Ing. mbH am 16. August 2023 |
| U 5 | Gestörte Bodenproben, entnommen bei Ausführung der Aufschlussarbeiten von der BAUGRUND Stralsund Ing. mbH |
| U 6 | Bodenmechanischer Laborprüfbericht Nr. 1, erstellt von der BAUGRUND Stralsund Ing. mbH am 19. September 2023 |
| U 7 | Deklarationsanalyse vom 11. Oktober 2023 (Boden), Prüfbericht Nr. B23101100218, erstellt von der DB Engineering&Consulting, Umweltservice |
| U 8 | Prüfbericht Nr. 23-4283-001 und -002 (Analytik Wasser), erstellt von der IUL Vorpommern GmbH am 31. August 2023 |

2. Anlagenverzeichnis

- | | | |
|-----|---------|---|
| A 1 | 1 Blatt | Lage- und Aufschlussplan |
| A 2 | 1 Blatt | Bohr- und Sondierprofile |
| A 3 | 9 Blatt | Bodenmechanischer Laborprüfbericht Nr. 1 |
| A 4 | 3 Blatt | Prüfbericht der Deklarationsanalyse |
| A 5 | 4 Blatt | Prüfberichte der chemischen Analytik – Wasser |
| A 6 | 1 Blatt | Zusammenstellung chemische Analytik |

3. Bauvorhaben / Aufgabenstellung

Die DB InfraGo AG plant die Erneuerung des Durchlasses im Zuge der DB-Strecke 1043, Bad Segeberg – Bad Oldesloe in km 113,844. Es handelt sich um einen Ersatzneubau in gleicher Lage. Es ist nach jetzigem Kenntnisstand eine Verlegung in offener Bauweise geplant.

Die Verkehrsanlage verläuft im Kreuzungsbereich eingleisig im Anschnitt. Der betrachtete Gleisabschnitt ist beidseitig von landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben.

Die BAUGRUND Stralsund Ing. mbH wurde in diesem Zusammenhang mit der Baugrunduntersuchung und der Erarbeitung des Geotechnischen Gutachtens (Baugrundgutachten) beauftragt.

Die Grundlage der Beauftragung bildet die Bestellung 0016 / D07 / 12159381 vom 24. Mai 2023 zum Rahmenvertrag Nr. 1000 / EBO / 92298806.

4. Feld- und Laborarbeiten

4.1 Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden insgesamt zwei Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22475-1 und zwei Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 ausgeführt. Die maximale Erkundungstiefe liegt bei 8,00 m unterhalb der GOK. Die Höhen wurden im Bezugssystem des DHHN, d.h. in [m NHN], eingemessen.

Eine Übersicht über die Anordnung der Aufschlüsse zeigt der Lage- und Aufschlussplan in Anlage 1 sowie Tabelle 1.

Tabelle 1: Übersicht über die Aufschlussansatzpunkte

Aufschluss	Höhe Ansatzpunkt [m NHN]	Aufschlusstiefe [m]	Lage
BS 1/23 + DPH	+39,38	8,00	bahnlinks im Gelände
BS 2/23 + DPH	+37,90	8,00	bahnrechts im Gelände

4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

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

- Bestimmung des Wassergehaltes (w) nach DIN EN ISO 17892-1
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- Bestimmung des Glühverlustes (V_{gl}) nach DIN 18128

Die detaillierten Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind im Laborprüfbericht in Anlage 3 dargestellt.

4.3 Umweltchemische Laboruntersuchungen

Es wurden zwei Wasserproben gewonnen und auf beton- und stahlaggressive Inhaltsstoffe chemisch untersucht (Anlage 5). Weiter wurde aus Einzelproben der Auffüllung eine Mischprobe MP 1/23 hergestellt und nach Ersatzbaustoffverordnung chemisch untersucht.

5. Baugrundverhältnisse

5.1 Geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet nördlich von Bad Oldesloe, gelegen zwischen Hamburg und Lübeck, ist Teil der Norddeutschen Seenplatte innerhalb des Norddeutschen Tieflandes. Über mehreren Tausend Metern jungpaläozoischer bis känozoischer Sedimente, innerhalb derer Pleistozäne salztektonische Erscheinungen auftreten, folgen oberflächennah glaziale Lockergesteine, die im Zuge der Vor- und Rückzüge des Skandinavischen Inlandeises abgelagert wurden. So ist das Gebiet heute von seichten Hügeln, kleinen Seen und Bächen geprägt. Oberflächlich stehen im Untersuchungsgebiet weichselzeitliche Geschiebe in Form von Grund- oder Endmoränenmaterial an. Überlagert werden die glazialen und periglazialen Bildungen im Bereich des untersuchten Gleisabschnitts von anthropogenen Auffüllungen.

5.2 Baugrundsichtung und Baugrundeigenschaften

Nachfolgend werden die wesentlichen Baugrundsichtungen 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.

Die Auffüllungen (Schicht 1) wurden mit Mächtigkeiten zwischen 1,0 m und 1,2 m u. GOK, entsprechend mit einer Unterkante von rd. +38,38 m bis +36,70 m NHN, aufgeschlossen.

Darunter folgen Geschiebeböden (Schicht 2) mit Mächtigkeiten zwischen rd. 4,0 und 7,0 m u. GOK, die bis zur Endtiefe der Sondierungen bei +31,3 m NHN anstehen.

In die Geschiebeböden ist lokal (BS 2/23) eine Sandlage (Schicht 3) zwischengeschaltet. Diese wurde mit einer Mächtigkeit von rd. 1,2 m u. GOK, entsprechend mit einer Unterkante von rd. +31,90 m NHN, aufgeschlossen.

Bei den Auffüllungen (Schicht 1) handelt es sich um leicht schluffige bis schluffige, leicht organische Kiese und Sande (Schicht 1a), in denen Verunreinigungen in Form von Schotter- und Wurzelresten enthalten sind. Weiterhin wurden Auffüllungen bestehend aus stark sandigen, leicht tonigen bis tonigen Schluffen (Schicht 1b) erkundet, die ihrerseits ebenfalls von organischen Resten (Wurzelreste) geprägt und teilweise von Sandstreifen durchzogen sind (BS 1/23). Diese gemischtkörnigen Auffüllungen können bei einem Wassergehalt von etwa $w = 17 \%$ (BS 2/23) als weich bis steif angesprochen werden.

Die Geschiebeböden wurden als Geschiebemergel (kalkhaltig) und in einem Fall (BS 1/23) als Geschiebelehm (kalkfrei) erkundet, die sich aus stark sandigen, leicht tonigen und leicht kiesigen Schluffen zusammensetzen. Die Konsistenz des Geschiebemergels und -lehms variiert nach der Bodenprobenbeurteilung und den Wassergehalten zwischen weich bis steif (Schicht 2a) und steif (Schicht 2b).

Innerhalb der Geschiebeböden wurden in BS 2/23 feinsandige, kiesige, leicht schluffige, leicht grobsandige Mittelsande (Schicht 3) erkundet. Nach den Ergebnissen der Sondierung mit der Schweren Rammsonde (DPH) weisen die Sande eine dichte Lagerung auf.

5.3 Grundwasserverhältnisse

5.3.1 Wasserstände

Während der Aufschlussarbeiten wurden die in Tabelle 2 zusammengestellten Wasserstände gemessen. In BS 1/23 wurde kein Grundwasser angetroffen. Der Grundwasserstand ist innerhalb des Jahresverlaufs natürlichen Schwankungen unterworfen. Die höchsten Grundwasserstände treten meist in den Monaten Februar bis April, die niedrigsten in den Monaten September / Oktober auf. Diese Schwankungen sind bei der Wahl des Bemessungswasserstandes zu berücksichtigen.

Unabhängig des Grundwasserstandes muss in Abhängigkeit des Niederschlagsdargebotes, d. h. insbesondere bei starken Niederschlägen, mit dem Auftreten temporärer Stauwasserbildungen gerechnet werden.

Die im Baugebiet vorhandenen Sande (Schicht 3), die in Tiefen von 4,8 m bis 6,0 m u. GOK angetroffen wurden, stellen einen bedeckten Grundwasserleiter dar. Überdeckt werden die Sande im Baugebiet von den Geschiebeböden (Schicht 2), die eine sehr schwache Durchlässigkeit aufweisen. In den eingeschalteten Sanden liegen gespannte Grundwasserverhältnisse vor.

Tabelle 2: Ruhewasserstände nach Beendigung der Aufschlussarbeiten (GWE)

Aufschluss	GWA [m u. GOK]	GWA [m NHN]	GWE [m u. GOK]	GWE [m NHN]
BS 1/23	--	--	--	--
BS 2/23	4,80	+33,10	1,90	+36,00

5.3.2 Bemessungswasserstände/-druckhöhen

Unter Berücksichtigung jahreszeitlicher Grundwasserstandsschwankungen, für die jedoch keine Messwerte vorliegen, wird empfohlen, von folgendem Bemessungsgrundwasserstand / folgender Bemessungsgrundwasserdruckhöhe auszugehen:

BS-T +36,50 m NHN

BS-P +37,00 m NHN

Bei tieferen Baugruben ist der Nachweis gegen Sohlaufbruch zu führen.

5.3.3 Wassereigenschaften

Die aus den Sondierungen entnommenen Wasserproben WP 1/23 und WP 2/23 wurden von der Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH (IUL) Greifswald hinsichtlich der Betonaggressivität nach DIN 4030 und der Stahlkorrosivität nach DIN 50929 T. 3 untersucht. Die Analyseergebnisse sind als Anlage 5 beigelegt und in den Tabellen 3 und 4 zusammengestellt.

Tabelle 3: Ergebnis der Wasseranalyse nach DIN 4030 (Betonaggressivität)

Entnahmetiefe	pH-Wert [--]	kalklösende Kohlensäure [mg/l]	Ammonium [mg/l]	Magnesium [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Angriffsgrad
Grenzwerte nach DIN 4030	6,5 – 5,5	15 – 40	15 – 30	300 – 1000	200 – 600	schwach an- greifend
	<5,5 – 4,5	>40 – 100	>30 – 60	>1000 – 3000	>600 – 3000	stark angrei- fend
	<4,5	>100	>60	>3000	>3000	sehr stark angreifend
WP 1/23	7,5	--	< 0,13	16,2	79	nicht angreifend
WP 2/23	7,6	--	< 0,13	12,0	46	nicht angreifend

Tabelle 4: Ergebnis der Wasseranalysen nach DIN 50929-3

	Korrosionswahrscheinlichkeit für unlegierte und niedriglegierte Stähle				Güte von Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen	
	Mulden und Lochkorrosion Unterwasser- bereich	Wasser- Luft-Bereich	Flächenkorrosion Unterwasser- bereich	Wasser- Luft-Bereich	Unterwasser- bereich	Wasser- Luft-Bereich
WP 1/23	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gut	befriedigend
WP 2/23	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gut	befriedigend

6. Berechnungskennwerte / Bodenklassifizierung

6.1 Charakteristische Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen sind charakteristische Kennwerte der Bodenschichten in der Tabelle 5 dargestellt. Die in der Tabelle angegebenen Bodenkennwerte sind gemäß EC 7 / DIN 1054 auf der sicheren Seite liegende Rechenwerte. Die Schichtgrenzen können der Anlage 2 entnommen werden.

Tabelle 5: Charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen

Nr.	Schichtgrenzen von/ bis (m NHN)	Bodenart	Lagerungsdichte/ Konsistenz	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	φ_k' [°]	c_k' [kN/m²]	c_u [kN/m²]	$E_{s,k}$ [MN/m²]
1a	+39,38/ +37,20	Auffüllung, Kies	--	18,0	8,5	29	0	--	15
1b	+38,97/ +36,70	Auffüllung, gemischtk.	--	21,0	11,0	27	5	30	12
2a	+36,70/ +35,90	Geschiebemergel/-lehm	weich – steif	21,0	11,0	28	5	50	15
2b	+35,90/ +29,90	Geschiebemergel	steif	21,5	11,5	30	7	60- 100	25
3	+33,10/ +31,90	Sande	dicht	19,0	9,0	33	0	--	70

Für die Vorbemessung der Gründung einer Behelfsbrücke auf Spundwänden sind charakteristische Bodenkennwerte in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6a: Charakteristische Berechnungskennwerte für Anker (Zug)

Nr.	Bodenart	Lagerungsdichte/ Konsistenz	charakteristische Werte	
			Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ (kN/m²) Verpressanker	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ (kN/m²) verpresste Mikropfähle
2b	Geschiebemergel	steif	200*	60
3	Sande	dicht	240	215

Tabelle 6b: Charakt. Berechnungskennwerte für gerammte Träger und Spundwände n. EAB

Nr.	Bodenart	Lagerungsdichte/ Konsistenz	charakteristische Werte		
			Spitzendruck $q_{b,k}$ (kN/m ²)	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ (kN/m ²) Spundwände	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ (kN/m ²) Bohlträger
2a	Geschiebemergel/-lehm	weich – steif	--	15	20
2b	Geschiebemergel	steif	1.500	20	27
3	Sand	dicht	--	40	80

6.2 Bodenklassifizierung

Für die Planung und Ausführung von Erdarbeiten werden in der nachfolgenden Tabelle 7 die erkundeten Bodenschichten gewerksbezogenen Homogenbereichen nach VOB zugeordnet. Die Grundlage dafür bilden die bodenmechanischen Eigenschaften der Böden, die nach den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche und nach unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Böden ebenfalls in der Tabelle 7 angegeben sind. Des Weiteren ist die Klassifikation hinsichtlich der Frostepfindlichkeit nach ZTV E-StB angegeben.

Tabelle 7a: Homogenbereiche A bis C

Homogenbereich	A	B	C
Bodenschichten Nr.	1a	1b	3
Bezeichnung	Auffüllung		Sand
Bodengruppe DIN 18196	[OH]	[ST*-TL]	SU
Frostempfindlichkeit ZTV E-StB	F2 – F3	F3	F1 – F2
Feinkornanteil / d < 0,063 mm	--	80...90 %	< 15 %
Sandanteil / d = 0,063...2,0 mm	--	10...20 %	60...80 %
Kiesanteil / d = 2,0...63 mm	--	< 5 % ¹⁾	15...20 %
Steine / d = 63...200 mm	< 5 % ¹⁾		nicht enthalten
Blöcke / d = 200...630 mm	nicht enthalten ¹⁾		nicht enthalten
große Blöcke / d > 630 mm	nicht enthalten ¹⁾		nicht enthalten
Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s] ²⁾	--	--	2,5*10 ⁻⁵ ³⁾
organischer Anteil	4...6 %	--	--
Feuchtdichte			--
undrÄnierte Scherfestigkeit			--
Wassergehalt	--	17 % ³⁾	--
Plastizität	--		--
Konsistenz	--	halbsteif – steif	--
Lagerungsdichte			dicht

¹⁾ Die Angaben beziehen sich auf natürliche Steine, Blöcke und große Blöcke. Innerhalb der Auffüllungen sind jedoch Fremdstoffeinlagerungen unterschiedlicher Größe vorhanden

²⁾ aus der Kornverteilung nach Beyer bzw. USBR

³⁾ Einzelwert

Tabelle 7b: Homogenbereiche D und E

Homogenbereich	D	E
Bodenschichten Nr.	2a	2b
Bezeichnung	Geschiebemergel / -lehm	
Bodengruppe DIN 18196	ST* - TL	ST* - TL
Frostempfindlichkeit ZTV E-StB	F3	F3
Bodengruppe	G3- 4	G3- 4
Feinkornanteil / d < 0,063 mm	40... 50 %	45...50 %
Sandanteil / d = 0,063...2,0 mm	40... 50 %	40...50 %
Kiesanteil / d = 2,0...63 mm	< 10 %	< 5 %
Steine / d = 63...200 mm	möglich	möglich
Blöcke / d = 200...630 mm	möglich	möglich
große Blöcke / d > 630 mm	möglich	möglich
Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s] ¹⁾	5,3*10 ⁻⁹ ...8,8*10 ⁻⁹	9,3*10 ⁻⁹ ²⁾
organischer Anteil	--	--
Feuchtdichte	--	--
undräßierte Scherfestigkeit	--	--
Wassergehalt	11... 17 %	12...19 %
Plastizität	--	--
Konsistenz	weich – steif	steif
Lagerungsdichte	--	--

¹⁾ aus der Kornverteilung nach Beyer bzw. USBR

²⁾ Einzelwert

6.3 Auffüllungen / Hinterfüllungen

Als Erdstoffe für Auffüllungen im Gründungsbereich oder Hinterfüllungen wird die Verwendung von gut verdichtbaren grobkörnigen Erdstoffen nach DIN 18196 empfohlen (Bodengruppe GE, GI, GW, SE, SI, SW mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $C_u \geq 3$). Diese sind entsprechend der Vorgaben der ZTVE-StB lagenweise einzubauen und zu verdichten. Ein ausreichender Verdichtungsgrad ist mittels Verdichtungsprüfungen nach DIN 18125 nachzuweisen.

Tabelle 8: Charakteristische Kennwerte für Ersatzerdstoffe

Bodengruppe DIN 18196	Verdichtung	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	φ_k' [°]	c_k' [kN/m²]	$E_{s,k}$ [MN/m²]
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, GU*, GT*, SU*, ST*	$D_{PR} \geq 97 \%$	20,0	10,0	28	5	20

Im Rahmen der Ausführung ist für die verwendeten Erdstoffe nachzuweisen, dass diese den o. g. Kennwerten entsprechen.

7. Geotechnische Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise

7.1.1 Ersatzneubau Durchlass – Offene Bauweise

Die Erneuerung des geplanten Durchlasses auf der Strecke 1043, km 113,844 soll in offener Bauweise erfolgen. Es liegen derzeit keine Angaben zur geplanten höhenmäßigen Anordnung vor. Nach der höhenmäßigen Einmessung der Aufschlussansatzpunkte kann hier davon ausgegangen werden, dass die Gründungssohle voraussichtlich sowohl bahnlinks (BS 1/23) in den Geschiebeeböden (Schicht 2b) als auch bahnrechts (BS 2/23) in den Geschiebeeböden (Schichten 2a oder 2b) zu liegen kommt. Die Auffüllungen werden als bedingt tragfähig eingeschätzt, während die Geschiebeeböden als gut tragfähig angesehen werden.

Auffüllungen sind aus der Gründungsebene zu entfernen und durch ein Gründungspolster zu ersetzen. Für ein Gründungspolster / Bettungsschicht ist ein grobkörniger Boden gemäß Abschnitt 6.3, Tabelle 8 zu verwenden. Empfohlen wird die Verwendung eines schlufffreien und feinsandarmen (Feinsandgehalt < 10 %) Mittel- bis Grobsandes.

Die Gewichtsbilanz im Bereich des Ausbauquerschnitts des Durchlasses sowie im Bereich der Baugrubenverfüllung ist in etwa ausgeglichen und führt somit nicht zu maßgeblichen Spannungserhöhungen im Baugrund. Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen in für den Durchlass unverträglicher Größe sind bei Ausführung einer sach- und fachgerechten Gründung / Bettung nicht zu erwarten.

Die Angaben der Ril 836.4502 (Querungen, Durchlässe und Rohrleitungen) sind insbesondere hinsichtlich der erforderlichen durchmesserabhängigen Mindestüberdeckung zu beachten.

Hinsichtlich der erforderlichen Maßnahmen zur bauzeitlichen Wasserhaltung wird auf Abschnitt 7.5 verwiesen. Der Bau des Durchlasses erfordert die bauzeitliche Absperrung / Überleitung des Fließgewässers.

7.1.2 Geschlossene Bauweise

Die geplante Durchörterung (unterirdischer Rohrvortrieb im Bohrpressverfahren) kann unter den gegebenen Verhältnissen unter Beachtung der Ril 877.2102 und 2103 zur Ausführung kommen.

Böden im Durchfahrungsbereich

Der Außendurchmesser des Vortriebsrohrs ist nicht bekannt, die horizontale Länge des Rohrvortriebs ca. 30 m. Die Überdeckung bis SOK beträgt angenommen >2,5 m und ist ausreichend.

Nach dem vorliegenden Bodenprofil werden die anstehenden Geschiebeböden Schicht 2 durchfahren. Ggf. eingeschaltete Sandlagen liegen nach den bisherigen Erkundungen unterhalb des Rohrvortriebses.

Für diesen Boden können die Verformungsmoduli E_B in Abhängigkeit vom gewählten Vortriebsverfahren nach DVGW – Merkblatt 312 (A), Abschnitt 4.4, ermittelt und in Ansatz gebracht werden.

Homogenbereich D/E Geschiebeboden	E_B N/mm ²	3- 5
-----------------------------------	-------------------------	------

In Ergänzung zur Beschreibung der Böden in Abschnitt 4.6 sind nachfolgend die gemäß DWA - A - 125 erforderlichen besonderen bodenmechanischen Angaben für Lockergesteine hinsichtlich eines Rohrvortriebsverfahrens zusammengestellt.

Tragfähigkeit der Böden

Die anstehenden Böden sind als ausreichend tragfähig für die Durchführung eines geschlossenen Rohrvortriebs einzustufen (Stützung des Steuerkopfs, Auflager für die Rohrleitung).

Hindernisse

Hindernissen in Form von Steinen und Geröllen sind in den anstehenden Böden zu erwarten.

Verflüssigungsgefährdung (Liquefaktion)

Die Verflüssigungsgefahr des Geschiebemergels ist als gering zu bewerten.

Verklebungspotential

Die Geschiebeböden besitzen ein mittleres bis hohes Verklebungspotential.

Grundwasser

Der Durchfahrbereich liegt oberhalb des Grundwasserspiegels.

Setzungsprognose nach Scherle

Für eine Setzungsprognose in Anlehnung an das Verfahren nach Scherle (überschlägiges Verfahren) kann für die anstehenden Böden eine Bodenkennziffer von $B_k = 3,0$ in Ansatz gebracht werden. Für den Überschchnitt wird ein Zuschlag zum Durchmesser von rd. 30 % angesetzt. Hieraus ergibt sich ein überschlägiges Setzungsmaß infolge von Überschchnitt, Bodenverlust und allgemeiner Auflockerung von

$$s \approx 2,4 \text{ cm}$$

Die Länge der Setzungsmulde für eine Querung ergibt sich überschlägig zu $L \approx 8 \text{ m}$.

Verfahrenseignung

Die Querung der Bahnstrecke erfolgt geschlossen voraussichtlich mittels Bohrpressung.

Die vorgesehenen Verfahren sind bei den angetroffenen Baugrund- und Wasserverhältnissen als geeignet einzustufen und stellen unter Berücksichtigung der geplanten Länge, der geplanten Durchmesser und der gewählten Überdeckung aus technischer Sicht zu empfehlende Verfahren dar. Die geplanten Verfahren sind aus baugrundtechnischer Sicht grundsätzlich im Bereich der Bahnquerung anwendbar. Gerölle können zum Stillstand der Pressung führen.

Die Pressgrube befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Gleisanlagen. Die im Querbereich anstehenden Böden sind als mäßig erschütterungsanfällig hinsichtlich des Auftretens von Sackungen bzw. einer Bodenverflüssigung einzustufen. Eine Beeinflussung der Bahnanlagen durch Ramm- und Vibrationsarbeiten kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, wobei das klassische Rammen die geringeren Auswirkungen erwarten lässt.

7.2 Gründungsempfehlung Behelfsbrücke

Eine Behelfsbrücke kann auf den Spundwänden des Baugrubenverbaus aufgelagert werden. Für die Bemessung können die Kennwerte aus der Tabelle 6b verwendet werden. Für eine ggf. erforderliche Rückverankerung gelten die Angaben in Tabelle 6a. Werden die Wände eingerüttelt, sind die Werte auf 75% abzumindern.

7.3 Verfüllung

Das Verfüllmaterial der Leitungszone ist hinsichtlich des zu erreichenden Reibungskoeffizienten auszuwählen und auf $D_{pr} > 97 \%$ zu verdichten. Die Rohre sind seitlich zu unterstopfen.

Als Verfüllboden (außerhalb der Leitungszone) werden gut verdichtbare, grobkörnige Böden der Bodengruppen SE, SI, SW nach DIN 18196 empfohlen, die lagenweise ($d < 0,3 \text{ m}$) einzubauen und auf $D_{pr} > 97 \%$ zu verdichten sind (s. Abschnitt 6.3, Tabelle 8).

Die beim Aushub überwiegend anfallenden heterogen zusammengesetzten Auffüllungen (Schicht 1) sind für die Verfüllung nicht geeignet. Ferner sind die Geschiebeböden (Schicht 2) aufgrund des hohen Feinkornanteils nur eingeschränkt verdichtbar.

7.4 Sicherheit gegen Aufschwimmen

Für den End- und den Bauzustand ist die ausreichende Sicherheit gegen Aufschwimmen nach DIN 1054 nachzuweisen. Dabei sind die Bemessungswasserstände und Stau- bzw. Schichtenwasserbildungen gemäß Abschnitt 5.3.2 zu berücksichtigen.

7.5 Baugrube und bauzeitliche Wasserhaltung

7.5.1 Baugrube

Gräben und Baugruben sind gemäß DIN 4124 ab 1,25 m Tiefe zu verbauen oder abzuböschten. Für unverbaute Baugruben ergibt sich der ohne rechnerischen Nachweis einzuhaltende Böschungswinkel nach DIN 4124 zu $\beta = 45^\circ$ in Auffüllung und Sanden sowie zu $\beta = 65^\circ$ im Geschiebemergel/-lehm. Der angegebene Böschungswinkel gilt für kurzzeitige, unbelastete Baugrubenböschungen oberhalb des Wasserspiegels und Baugrubentiefen ≤ 5 m. Die in DIN 4124 enthaltenen Abstände von Lasten zum Baugrubenrand sind einzuhalten. Für Abgrabungen im Bereich bestehender Bauwerke bzw. baulicher Anlagen sind die Regelungen der DIN 4123 zu beachten.

Als lotrechter Verbau können, wie vorangehend erwähnt, Spundwände als Baugrubenverbau nach DIN 4124 eingesetzt werden, die ggf. gegeneinander auszusteifen sind. Die Anforderungen und Hinweise der DIN 4124 und DIN 4123 sind bei der Planung und Ausführung des Verbaus zu beachten. Für die Bemessung sind die für den jeweils betrachteten Bauflächenbereich maßgebenden Bodenschichten den Bohrprofilen der Anlage 2 zu entnehmen. Für die einzelnen Bodenschichten sind die charakteristischen Bodenkennwerte gemäß Abschnitt 6.1, Tabelle 5 anzusetzen. Der Erddruckansatz für den Graben- bzw. Baugrubenverbau ist in Abhängigkeit von den zulässigen Verformungen zu wählen. Die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben“ (EAB) sind zu beachten.

Aufgrund der bestehenden baulichen Anlage ist für den Einbau der Verbauelemente als ein weitgehend erschütterungsfreies und geräuscharmes Verfahren ein drückendes Verfahren vorzusehen. Innerhalb der vorhandenen Auffüllungen (Schicht 1) ist mit Hindernissen zu rechnen (s. Abschnitt 6.2, Tabelle 7), so dass von Erschwernissen beim Einbau der Verbauelemente auszugehen ist, die den Einsatz von entsprechend leistungsstarken Geräten bzw. Einbauhilfen (z. B. Vor-/ Lockerungsbohrungen) erforderlich machen können. In Anbetracht dieser Verhältnisse sind ausreichend starke Verbauelemente / Profile zu verwenden, die nicht nur nach statischem Erfordernis gewählt werden.

7.5.2 Bauzeitliche Wasserhaltung

Der Bau des Durchlasses erfordert die bauzeitliche Absperrung/Überleitung des Fließgewässers. Darüber hinaus ist innerhalb der Baugrube eine offene Wasserhaltung zur Wasserfassung zu betreiben. Durch die Wasserhaltung muss sichergestellt sein, dass das anfallende Wasser auf dem kürzesten Weg von den Aushubsohlen abgeleitet, gesammelt und abgepumpt wird, um so ein Aufweichen des gemischtkörnigen/bindigen Bodens zu vermeiden. Für den Bodenaustausch und abhängig von den Aushubtiefen kann unterstützend eine geschlossene Wasserhaltung mittels KleinfILTERbrunnen in den Sanden (Schicht 3) erforderlich werden, um einen Aufbruch der Sohle zu verhindern. Hier sind Entspannungsbrunnen anzuordnen. Wird lediglich eine offene Wasserhaltung verwendet, sind wasserführende Auffüllungen vor Ausfließen zu schützen.

7.6 Schutz des Baugrundes

Die freizulegenden gemischtkörnigen/bindigen Böden sind empfindlich gegen Witterung und dynamische Belastung. Der Baubetrieb ist darauf abzustellen.

Es wird empfohlen, die Aushubsohlen umgehend durch das Aufbringen der Bettungsschicht bzw. des Gründungspolsters zu schützen. Bauzeitlich aufgeweichte gemischtkörnige/bindige Böden sind zur Lastabtragung nicht geeignet und deshalb durch den v. g. grobkörnigen Boden zu ersetzen.

Ferner sind die gemischtkörnigen/bindigen Böden stark frostgefährdet (Frostempfindlichkeitsklassen F1 – F3 nach ZTVE-StB) und neigen zur Eislinsenbildung. Das Eindringen von Frost in den Baugrund unterhalb der Aushubsohlen muss in jedem Bauzustand, z. B. durch den Einbau der Bettungsschicht/des Flächenfilters, vermieden werden.

7.7 Schutz vorhandener Bebauung

Für im Einflussbereich der Baugruben liegenden Bauwerke und bauliche Anlagen sollte, insbesondere im Hinblick auf mögliche Setzungsschäden, eine Bestandsaufnahme im Sinne einer Beweissicherung vorgenommen werden. Der Umfang der Beweissicherung ist in Abhängigkeit von der gewählten Bauausführung bzw. den Einbauverfahren festzulegen.

Das Entstehen von Schäden an angrenzender Bebauung kann auch bei ordnungsgemäßer Bauausführung vor allem beim Vorhandensein organischer Schichten nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

8. Darstellung & Bewertung der chemischen Bodenanalyse

Böden der Auffüllung überschreiten im Ergebnis der Analyse nicht die Materialwerte BM-0.

BAUGRUND STRALSUND

Dipl.-Ing. Holger Chamier

Dipl.-Ing. Kerstin Gallasch