

GEO.TECH Ingenieure & Geologen GmbH
Hopfenbruchweg 4 · D-19059 Schwerin

Anschrift Hopfenbruchweg 4
D-19059 Schwerin
Telefon 0385 / 64011-74 oder -75
Telefax 0385 / 64011-76
E-Mail info@geotech-net.de

Geotechnischer Bericht 19 1213-2-A

Strecke : 1770 Lehrte - Nordstemmen
Streckenabschnitt : Algermissen – Harsum
Projekt : GE Str. 1770 Harsum – Algermissen Gleis 2
km 34,4+63 – 33,5+00 und km 31,5+00 – 30,9+73
Projektnummer : 1901460
Bestellung : 00R0 / UBA / 29077050
Untersuchungsstufe : Geotechnische Hauptuntersuchung

Technischer Platz : 1770030GL-----2
Auftraggeber : DB Engineering & Consulting GmbH
SE Umwelt, Geotechnik & Geodäsie
Umweltservice
Bahntechnikerring 70
14774 Brandenburg

Auftragnehmer : GEO.TECH Ingenieure & Geologen GmbH
Bearbeiter : A. Lipke / D. Pittermann
Datum : 27.10.2020
Auftragsnummer : 19 1213-2

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang	5
1.1	Veranlassung	5
1.2	Aufgabenstellung	5
2	Planungsgrundlagen	5
2.1	Betriebstechnische Parameter	5
2.2	Schutzgebiete	5
2.3	Kampfmittelbelastung	5
2.4	Bestand (Standortangaben, örtliche Situation)	6
3	Baugrunderkundungen und -untersuchungen	6
3.1	Felderkundung und -untersuchung	6
3.2	Laboruntersuchungen	7
3.3	Aufmaß	7
4	Baugrundbeurteilung und Beurteilung der Grundwasserverhältnisse	7
4.1	Geologie	7
4.2	Schichtenaufbau	8
4.3	Hydrologische Verhältnisse	11
5	Bautechnische Bewertung der Baugrundverhältnisse	12
5.1	Frosteinwirkgebiet	12
5.2	Geotechnische Kategorie	12
5.3	Homogenbereiche	12
6	Gründungstechnische Schlussfolgerungen und Empfehlungen	13
6.1	Einstufung der Maßnahmen und Regelanforderungen	13
6.2	Geotechnische Bewertung des Ist-Zustandes und Bautechnische Empfehlungen	13
6.2.1	TA 1 km 30,9+73 – km 31,1+50	13
6.2.2	TA 2 km 31,2+50 – km 31,5+00	15
6.2.3	TA 3 km 33,5+00 – km 33,9+50	17
6.2.4	TA 4 km 33,9+50 – km 34,2+50	19
6.2.5	TA 5 km 34,2+50 – km 34,4+63	22
6.3	Überdeckung von Bauwerken	24
6.4	Allgemeine Empfehlungen und Hinweise zur Baudurchführung	25
6.5	Zusammenfassung der Bautechnischen Empfehlungen	25
7	Schlussbemerkungen	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eisenbahnbetriebliche Parameter	5
Tabelle 2: Aufschlüsse	7
Tabelle 3: Festlegung der Teilabschnitte	8
Tabelle 4: Ausbildung Schotterbettung	9
Tabelle 5: Planumstragfähigkeit	9
Tabelle 6: Homogenbereiche (HGB)	12
Tabelle 7: Regelanforderungen Ril 836.4 101	13
Tabelle 8: Regelanforderungen Ril 820.2010	13
Tabelle 9: Bemessung km 33,5+00 - km 33,9+50	18
Tabelle 10: Bemessung km 33,9+50 – km 34,2+50	21
Tabelle 11: Bemessung km 34,2+50 - km 34,4+63	23
Tabelle 12: Zusammenstellung der bautechnischen Maßnahmen	26

Anlagenverzeichnis

[A 1]	Übersichtsplan	1 Blatt
[A 2]	entfällt	0 Blatt
[A 3]	Geotechnischer Längsschnitt mit Lageplan der Baugrundaufschlüsse	2 Blatt
[A 4]	Streckenband	1 Blatt
[A 5]	Protokolle - Bodenmechanische Laborergebnisse	7 Blatt
[A 6]	Protokolle - Prüfergebnisse leichte Fallplatte (TP BF StB Teil B 8.3)	1 Blatt
[A 7]	Aufmaß - Hindernisse	1 Blatt
[A 8]	Aufmaß - Entwässerung	9 Blatt
[A 9]	Kampfmittelbelastungsauskunft	6 Blatt

Unterlagenverzeichnis

- [U 1] Auftrag der DB E&C GmbH vom 13.12.2019; Bestellnummer 00R0 / UBA / 29077050; unser Angebot 19-11-3302 vom 26.11.2019.
- [U 2] Projektauftrag in Form der Angebotsabfrage, Projektdaten.- DB E&C GmbH, E-Mail vom 26.11.2019 und 29.11.2019.
- [U 3] ivl-Lagepläne: Ivl 1770 BB BE BF km 30,3+68 - 31,5+71; 33,3+72 - 35,1+78.- Netz AG, 05/2018, 09/2018, 03/2019, M 1 : 1000.
- [U 4] Internet:< <http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/script/index.php>> -Wasserschutzgebiete.- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Stand 08/2015.
- [U 5] Kampfmittelauskunft des LGLN.- 20.04.2020, 21.04.2020.
- [U 6] Infrastrukturkarte – DB-AG (Internet).
- [U 7] DB Netz AG Ril 836, Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten.- 7. Aktualisierung 01.11.2019.
- [U 8] DBS 918 062 TL Korngemische für Trag- und Schutzschichten zur Herstellung von Eisenbahn-fahrwegen.- Juli 2007
- [U 9] DB Netz AG Ril 820 Grundlagen des Oberbaues – 9. Aktualisierung.- 13.03.2018.
- [U 10] VOB-Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Ausgabe 2019.- Beuth Verlag GmbH.
- [U 11] Handlungsempfehlungen für die Anlage „Homogenbereiche“ im Baugrundgutachten bzw. als Anlage zum Vertrag.-, DB Engineering & Consulting GmbH, 31.12.2016.
- [U 12] ZTV E-StB 09 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau.- FGSV e.V., Ausgabe 2009.

Sowie verschiedene DIN-Normen und Ril-Vorschriften in den jeweils angegebenen Ausgaben.

1 Vorgang

1.1 Veranlassung

Die DB Engineering & Consulting GmbH plant auf der Strecke 1770 Lehrte – Nordstemmen im Streckenabschnitt Harsum – Algermissen eine Gleiserneuerung für beide Streckengleise [U 2]. Der vorliegende Geotechnische Bericht 19 1213-2 gilt für das Gleis 2, km 34,4+63 – 33,5+00 und km 31,5+00 – 30,9+73.

1.2 Aufgabenstellung

Unsere Ingenieurgesellschaft wurde durch die DB Engineering & Consulting GmbH beauftragt, Baugrunderkundungen und -untersuchungen durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht zu erstellen. Umwelttechnische Probenahmen und Untersuchungen waren nicht Bestandteil der Aufgabenstellung.

2 Planungsgrundlagen

2.1 Betriebstechnische Parameter

Nach [U 2] und [U6] gelten die in Tabelle 1 zusammengestellten eisenbahnbetrieblichen Parameter und Vorgaben für das Bauvorhaben.

Tabelle 1: Eisenbahnbetriebliche Parameter

Strecke	1770 Lehrte – Nordstemmen
Streckenabschnitt	Harsum – Algermissen
Teilabschnitt	km 34,4+63 – 33,5+00, km 31,5+00 – 30,9+73
Streckenstandard	D4 / 22,5 t / 8,0 t/m
Streckenbelastung (Kategorie)	12642 Lt/d
Streckengeschwindigkeit	$v_{zG} \leq 140$ km/h

Die Streckenbelastung, Gradienten- und Linienführung bleiben unverändert erhalten.

2.2 Schutzgebiete

Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten [U 4]. Deshalb sind nach Ril 836 [U 7] keine besonderen bautechnischen Anforderungen an die bauliche Durchbildung von Erdbauwerken und Entwässerungsanlagen, die den Schutz von Gewässern und Boden gewährleisten einzuhalten.

2.3 Kampfmittelbelastung

Laut Auskunft zur Luftbilddauswertung [U 5] und [A 9] des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, Regionaldirektion Hamel – Hannover besteht im Untersuchungsgebiet kein Kampfmittelverdacht.

2.4 Bestand (Standortangaben, örtliche Situation)

Die Strecke 1770 Lehrte - Nordstemmen liegt im Bundesland Niedersachsen.

Sie ist im Untersuchungsgebiet zweigleisig ausgebaut und elektrifiziert. Der Oberbau besteht aus Schotterbettung und überwiegend aus Betonschwellen. Ab km 34,4+32 liegt das Gleis auf Holzschwellen (Weichenbereich).

Angaben zu Gleislagefehler und zum Instandhaltungsaufwand sind nicht bekannt. Visuell wurden keine Gleislagefehler festgestellt.

Die zwei Untersuchungsabschnitte liegen nördlich von Harsum und östlich des Stichkanals Hildesheim sowie der Autobahn A 7 km 30,9+73 - km 31,5+00 (nördlicher Abschnitt) und km 33,5+00 - km 34,4+63 (südlicher Abschnitt).

Im nördlichen Untersuchungsabschnitt verläuft die Strecke zwischen km 30,9+73 bis ca. km 31,1+80 in einem Einschnitt von ca. 2,50 m. Daran folgt ein geländegleicher Übergang und Dammlage. Zwischen km 31,2+40 - km 31,5+00 steigt der Damm bis zu einer Höhe von ~3,50 m an.

Im südlichen Untersuchungsabschnitt liegt die Strecke 1770 von km 33,5+00 - km 33,9+50 auf einem Damm (~4,00 m). Von km 33,9+50 - km 34,5+00 liegt die Strecke in geländegleichem Niveau.

Am km 31,3+97 wird die Strecke 1770 vom Bahnübergang „Algermissen 2“ gequert, der mit Strail Auslegplatten zwischen den Schienen und mit Asphalt zwischen den Gleisen und zur weiterführenden Straße bis an die Außenschienen befestigt ist.

Durchlässe oder Eisenbahnüberführungen wurden im Untersuchungsgebiet nicht festgestellt.

Die Randwege sind teils stark bewachsen oder mit Schotter überdeckt. Das Randwegmaterial ist bahnlinks zwischen dem BÜ-km 31,3+97 bis km 31,4+40 mit Beton verfestigt.

Im nördlichen Untersuchungsabschnitt ist bahnlinks eine Tiefenentwässerung von km 31,0+13 - km 31,3+25 vorhanden. Im Bereich km 31,4+15 - 31,5+00 erfolgt die Entwässerung über den bahnlinken Graben.

Im südlichen Untersuchungsabschnitt liegt die Tiefenentwässerung von 33,5+87 - km 34,3+71 bahnlinks und zwischen km 34,4+29 - km 34,4+63 bahnrechts zwischen Gleis 1 und Gleis 2.

3 Baugrunderkundungen und -untersuchungen

3.1 Felderkundung und -untersuchung

Die Baugrunderkundung erfolgte durch unsere Ingenieurgesellschaft im Mai 2020. Im Untersuchungsbereich wurden im Abstand von ca. 100 m insgesamt 17 Schotterschürfe (S), 17 Tragfähigkeitsmessungen (E_{vd}) und 17 Rammkernsondierungen (RKS) in Gleisachse ausgeführt. Die Untersuchungspunkte = Ansatzpunkte wurden auf die Schienenoberkante (SO) und Gleisachse (GA) eingemessen.

Tabelle 2: Aufschlüsse

Aufschlussart	in Gleisachse
Schotterschurf	17
RKS	17
E _{vd}	17

Die Lage- und Höheneinordnung der Ansatzpunkte sind im geotechnischen Längsschnitt mit Lageplan der Baugrundaufschlüsse [A 3] enthalten.

3.2 Laboruntersuchungen

Die aus den Rammkernsondierungen und Schürfen entnommenen gestörten Bodenproben wurden im Labor spezifiziert. Um bodenphysikalische Bodenkennzahlen zu erhalten, wurden repräsentative Proben ausgewählt und untersucht. Es erfolgte

- 7 mal die Bestimmung der Kornverteilung durch Siebung nach DIN EN 933-1,
- 1 mal die Bestimmung der Kornverteilung durch Siebung nach DIN EN ISO 17892-4,
- 5 mal die Bestimmung der Kornverteilung des Sedimentation nach DIN EN ISO 17892-4,
- 2 mal die Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1 und
- 2 mal die Bestimmung von organischen Beimengungen nach DIN 18 128.

Die Ergebnisse der Laborversuche sind der Anlage [A 5] zu entnehmen.

3.3 Aufmaß

Zusätzlich zu den Aufschlussarbeiten erfolgte ein Aufmaß möglicher Hindernisse (bis 0,70 m u SO und bis 3,30 m von GA) und ein Aufmaß der Entwässerungsanlagen an den Untersuchungspunkten. Die Ergebnisse sind in den Anlagen [A 7 - Hindernisse] und [A 8 - Entwässerung] enthalten.

4 Baugrundbeurteilung und Beurteilung der Grundwasserverhältnisse

4.1 Geologie

Regionalgeologisch liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich von Ablagerungen der Saalevereisung (Drenthe-Stadiums), die von Lössablagerungen der Weichselvereisung überlagert und von Tonen der Unterkreide unterlagert werden. Zwischen dem südlichen und dem nördlichen Untersuchungsabschnitt wird die Bahnstrecke weiträumig vom Tal des Bruchgrabens gequert, das zum eizeitlichen und nacheiszeitlichen Entwässerungssystem gehört und Terrassenkiese und holozäne fluviatile Sande führt. Diese Ablagerungen liegen jedoch außerhalb der untersuchten Abschnitte.

Deshalb waren unterhalb der Dammauffüllungen Tone, Geschiebemergel und Lössablagerungen zu erwarten.

4.2 Schichtenaufbau

- Nördlicher Untersuchungsabschnitt

Unterhalb der Schotterbettung wurden in allen Aufschlusspunkten Schutzschichten in geringer Mächtigkeit vorgefunden. Die Schutzschichten liegen auf geogenen Sanden, anthropogenen Schluffen (km 31,5+00) und auf geogenen Schluffen (km 31,2+00). Im nördlichen Teil wurde der geogene Untergrund unterhalb der anthropogenen Böden erbohrt, der aus Sanden, Ton und Schluff besteht.

- Südlicher Untersuchungsabschnitt

Im südlichen Untersuchungsabschnitt ist ebenfalls, außer km 34,4+85 Bauende (Weichenbereich mit Holzschwelle), durchgehend eine geringmächtige Schutzschicht vorhanden. Von km 33,5+00 - ca. km 33,8+50 und ca. km 34,3+50 - km 34,4+85 treten unter der Schutzschicht bzw. unter dem Schotter anthropogene Tone, teilweise über anthropogenen Sanden auf. Zwischen km ca. km 33,8+50 - km 34,4+85 stehen unterhalb der Schutzschicht, teilweise der anthropogener und geogener Schluff an, die am km 34,1+00 von geogenen Sanden unterlagert werden.

Für die weitere Bearbeitung werden 5 Teilabschnitte (TA) festgelegt.

Tabelle 3: Festlegung der Teilabschnitte

Teilabschnitt	Gleis	Streckenabschnitt	Geometrie
TA 1	2	km 30,9+73 - km 31,2+50	Einschnitt bis geländegleich
TA 2	2	km 31,2+50 - km 31,5+00	Damm
TA 3	2	km 33,5+00 - km 33,9+50	Damm
TA 4	2	km 33,9+50 - km 34,2+50	geländegleich
TA 5	2	km 34,2+50 - km 34,4+63	geländegleich

4.2.1 Schotterbettung

Das Schotterbett ist i.d.R. in allen Teilabschnitten normal durch Sand und humose Bestandteile verschmutzt. Im unteren Teil der Bettung wurde eine Mischzone mit einer Dicke von $\varnothing d_{MZ} = 10 - 20$ cm festgestellt. Aufgrund der festgestellten Verschmutzung kann eine mechanische Reinigungsfähigkeit der Schotterbettung vorausgesetzt werden. Vorbehaltlich umwelttechnischer Untersuchungsergebnisse (Untersuchungen gemäß Ril 880.4010) ist eine Wiederverwendung des Altschotters nach einer Behandlung in einer Abprall- und Siebanlage (Verbesserung des Korngefüges durch Schärfung des Einzelkorns und Absiebung der Unter- und Überkornanteile) möglich.

Das Schotterbettplanum liegt in den TA 1 - TA 3 und TA 5 0,67 - 0,72 m u SO. Bei einer Bettungsdicke von 0,27 - 0,34 m liegt das Schotterbett damit innerhalb des Toleranzbereiches für die Einhaltung des Regelquerschnitts (0,70 m u SO).

Im TA 4 km 33,9+50 - km 34,2+50 liegt das Schotterbettplanum 0,62 - 0,67 m u SO damit i.d.R. oberhalb des Toleranzbereiches für die Einhaltung des Regelquerschnitts (0,70 m u SO). Die Bettungsdicke beträgt 0,22 - 0,27 m.

Die genauen Angaben sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: Ausbildung Schotterbettung

Teilabschnitt	Uk Schotter [m u SO]	Schotter- Bettungsdicke ¹⁾ [m]	Anteil Schotter- Feinfraktion ²⁾ (<31,5 mm)	Mischzonen Dicke [cm]	Verschmutzungs- grad ²⁾	mechan. Reinigungs- fähigkeit
TA 1 - km 30,9+73 - km 31,2+50	0,67 - 0,72	0,27 - 0,32	mittel	10 - 15	normal (Sand, humos)	ja
TA 2 - km 31,2+50 - km 31,5+00	0,67 - 0,72	0,27 - 0,32	mittel	10 - 20	gering bis normal (Sand, humos)	ja
TA 3 - km 33,5+00 - km 33,9+50	0,67	0,27	mittel	10 - 15	normal (Sand, humos)	ja
TA 4 - km 33,9+50 - km 34,2+50	0,62 - 0,67	0,22 - 0,27	mittel	5 - 15	normal (Sand, humos)	ja
TA 5 - km 34,2+50 - km 34,4+63	0,67 - 0,72	0,27 - 0,34	mittel	10 - 30	normal (Sand, humos)	ja

¹⁾ gemessen in GA; Gleisrosthöhe 0,25 - 0,40 m ²⁾ visuelle Einschätzung ³⁾ Einzelwert

4.2.2 Tragfähigkeit des Schotterbettauflagers

Unterhalb der Schotterbettung wurden Messungen des Verformungsmoduls (E_{vd}) durchgeführt. Die Messungen erfolgten mit dem leichten Fallgewicht nach TP BF-StB Teil B 8.3. Auf der OKTS (= UK Schotter) wurden dynamische Verformungsmoduln von $E_{vd} = 19,4 - 47,2 \text{ MN/m}^2$ ermittelt.

Die Einzelergebnisse können der Anlage [A 6] bzw. der nachfolgenden Tabelle 5 entnommen werden.

Tabelle 5: Planumstragfähigkeit

Teilabschnitt	Uk Schotter [m u SO]	Hauptboden unter SB bis 2,00 m u SO	Hydrologie ⁴⁾ [m u SO]	Verformungsmodul ab Uk SB $E_{vd} [\text{MN/m}^2]$
TA 1 - km 30,9+73 - km 31,2+50	0,67 - 0,72	[SU*]-[SU] bzw. UL auf [SE], SU bzw. TM-TA	0,87 (SW)	36,7 - 41,4
TA 2 - km 31,2+50 - km 31,5+00	0,67 - 0,72	[SU] - [SU*], [UL]	-	31,8 - 47,2
TA 3 - km 33,5+00 - km 33,9+50	0,67	[TL] auf [SU]-[SU*]	-	25,9 - 44,5
TA 4 - km 33,9+50 - km 34,2+50	0,62 - 0,67	UL auf SU	1,77 (feucht)	24,7 - 33,8
TA 5 - km 34,2+50 - km 34,4+63	0,67 - 0,72	UL	1,37 (feucht)	19,4 - 29,0

⁴⁾ Erster Anschnitt von Vernässungen oder Wasser

4.2.3 Schutzschichten

Schutzschichten treten in allen Teilabschnitten, bis auf km 34,4+85 (Bauende, Weichenbereich mit Holzschwelle) durchgehend auf. Die Schichtmächtigkeit ist ungleichmäßig zwischen 5 - 30 cm.

Die Schutzschichten setzen sich aus schwach schluffigen Kiesen [GU] ($C_u = 9,1 - 106,9 / d_{\leq 0,063\text{mm}} = 6 - 14 \%$, $d_{\geq 2,0\text{mm}} = 43-85 \%$) zusammen. Ausschließlich bei km 34,2+00 sind stark schluffige Kiese [GU*] ($d_{\leq 0,063\text{mm}} = 16-37 \%$, $d_{\geq 2,0\text{mm}} = 46-66 \%$) vorzufinden. Die Mineralkorngemische sind stark wasserdurchlässig bis durchlässig ($k_f = 1,2 \cdot 10^{-3} - 8,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$), gering wasser- und mittel frostempfindlich (F 2). Am km 34,2+00 sind die Kiese durch ihren hohen Feinkornanteil stark frostempfindlich (F3).

Die Trennflächenstabilität gegenüber den Schotter wird mit $D_{85,ist} = 14 - 55 \text{ mm} > D_{85,soll} \geq 10 \text{ mm}$ gewährleistet.

Nach Auswertung der Laborergebnisse bestehen die festgestellten Schutzschichten aus überwiegend KG 2-ähnlichen Mineralkornmischungen, wobei der Feinkornanteil i.d.R. oberhalb des zulässigen Grenzwertes von $d_{<0,063\text{mm},soll} \leq 7 \%$ liegt.

4.2.4 Unterbau / Aufgefüllte (anthropogene) Böden

Unterhalb der Schotterbettung und der Schutzschicht bilden aufgefüllte (anthropogene) Böden in den Dämmen den Unterbau. Sie bestehen aus unterschiedlichen Materialien und können in gemischtkörnige Böden (Sande) und feinkörnige Böden (Schluff und Ton) unterteilt werden.

4.2.4.1 Gemischtkörnige Böden / Anthropogene Sande

Im TA 2 stehen gemischtkörnige Auffüllungen unterhalb der Schutzschicht in einer Schichtdicke von 0,40 - 0,55 m bis in eine Tiefe von maximal 1,42 m u SO an. Im TA 3 wurden sie lückenhaft ab 1,57 m u SO mit einer Dicke von >0,35 - >0,65 m festgestellt. Dort reichen sie bis unterhalb der Erkundungstiefe von 2,20 m u SO. Die gemischtkörnigen Böden treten wechsellagernd auf und bestehen aus $\pm$ schluffigen Sanden [SU] - [SU*] ($C_u \sim 10 - 20 / d_{\leq 0,063\text{mm}} \sim 5 - 20 \%$, $d_{\geq 2,0 \text{ mm}} \sim 4 - 25 \%$). Die Sande sind wasserdurchlässig ($k_f \sim 1,0 \times 10^{-6} - 1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$), wasser- und frostempfindlich (F2-F3). Sie verhalten sich gegenüber der Schotterbettung mit $D_{85,ist} < 5 \text{ mm} < D_{85,soll} \geq 10 \text{ mm}$ nicht trennflächenstabil. Die Lagerung der Sande wird im Bereich der Eisenbahnverkehrslasten als mitteldicht ($D \sim 0,30 - 0,50$) eingeschätzt.

4.2.4.2 Feinkörnige Böden / Anthropogener Schluff

Im TA 2 km 31,2+50 - km 31,5+00 und im TA 5 km 34,3+50 - km 34,4+63 bildet anthropogener Schluff im Dammkörper den Unterbau. Die Schicht weist Dicken von 0,40 - >1,30 m auf und reicht bis in eine Tiefe von 1,37 - >2,22 m u SO.

Sie besteht aus schwach tonigen $\pm$ sandigen Schluffen [UL] (leichtplastischer Schluff). Der Schluff ist stark frost- und wasserempfindlich (F3) und gering wasserdurchlässig ($k_f < 5,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$). Er verhält sich gegenüber der Schotterbettung mit $D_{85,ist} < 1,5 \text{ mm} < D_{85,soll} \geq 10 \text{ mm}$ nicht trennflächenstabil. Der anthropogene Schluff ist steif - halbfest ($I_c \sim 0,50 - 1,10$) ausgebildet.

4.2.4.3 Feinkörnige Böden / Anthropogener Ton

Anthropogene Tone sind im Unterbau im TA 3 unterhalb der Schutzschicht angetroffen worden. Die Schichtdicken betragen 0,75 - >1,40 m und reichen bis ca. 1,60 - >2,20 m u SO.

Der stark schluffige schwach sandige Ton [TM]-[TA] (mittel - ausgeprägt plastischer Ton) ist stark wasser- und frostempfindlich (F2-F3). Er ist gering wasserdurchlässig ($k_f < 1,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$) und wirkt wasserstauend und verhält sich gegenüber der Schotterbettung mit $D_{85,ist} < 0,6 \text{ mm} < D_{85,soll} \geq 10 \text{ mm}$ nicht trennflächenstabil. Die Konsistenz des Tones ist steif - halbfest ($I_c \sim 0,75 - 1,10$).

4.2.5 Untergrund / Geogene Böden

Der geogene Untergrund wurde bis auf die Dammbereiche TA2 und TA 3 durchgehend erbohrt.

Er besteht aus grob- und gemischtkörnigen Böden (Sande) und feinkörnigen Böden (Schluff und Ton). In ihrer Zusammensetzung ähneln sie den anthropogenen Böden.

4.2.5.1 Grob- und gemischtkörnige Böden / Geogene Sande

Geogene Sande wurden in den Teilabschnitten TA 1 (Einschnitt) und TA 4 angetroffen. Im TA 1 bilden sie das Auflager für den Oberbau und reichen mit Dicken von 0,55 - >1,35 m bis 1,42 - > 2,22 m u SO. Im TA 4 bilden sie unterhalb von feinkörnigen Böden die unterste erbohrte Bodenschicht die ab ca. 2,00 m u SO auftritt.

Die Sande sind $\pm$ schluffig ausgebildet SE-SU-SU* ($C_u \sim 3 - 20$ / $d_{\leq 0,063\text{mm}} \sim 4-20\%$, $d_{\geq 2,0\text{mm}} \sim 5 - 20\%$). Sie sind nicht - stark frostempfindlich (F1 - F3, teilweise wasserempfindlich und wasserdurchlässig ($k_f \sim 1,0 \times 10^{-6} - 1,0 \times 10^{-4}$ m/s). Die Sande verhalten sich gegenüber der Schotterbettung mit $D_{85,\text{ist}} < 5\text{ mm} < D_{85,\text{soll}} \geq 10\text{ mm}$ nicht trennflächenstabil.

Die Lagerungsdichte wird auf Grund der Bohrbarkeit als mitteldicht - dicht ($D \sim 0,40 - 0,70$) eingeschätzt.

4.2.5.2 Feinkörnige Böden / Geogener Schluff

In allen Teilabschnitten wurde im Untergrund Schluff erbohrt. Er stellt den dominierenden Boden im Untergrund dar und bildet mit Schichtdicken von 0,40 - >1,50 m das Auflager für den Ober- oder Unterbau.

Der $\pm$ tonige, schwach sandige Schluff (UL, leichtplastischer Schluff) ist stark frost- und wasserempfindlich (F3) und gering wasserdurchlässig ($k_f < 9,1 \times 10^{-8}$ m/s). Er verhält sich gegenüber der Schotterbettung mit $D_{85,\text{ist}} < 0,6\text{ mm} < D_{85,\text{soll}} \geq 10\text{ mm}$ nicht trennflächenstabil. Der Schluff ist weich-steif - halbfest ($I_c \sim 0,40 - 1,10$) ausgebildet. Lokal treten konsistenzlose Bereiche auf.

4.2.5.3 Feinkörnige Böden / Geogener Ton

Geogener Ton wurde nur in TA 1 km 31,1+00 ab 1,42 m u SO mit einer Dicke >1,00 m erbohrt. Der schluffige Ton (TA-TM) ist mittel-stark frostempfindlich (F2-F3), stark wasserempfindlich und gering wasserdurchlässig ($k_f < 1,0 \times 10^{-9}$ m/s). Er verhält sich gegenüber der Schotterbettung mit $D_{85,\text{ist}} < 0,5\text{ mm} < D_{85,\text{soll}} \geq 10\text{ mm}$ nicht trennflächenstabil. Die Konsistenz ist halbfest ($I_c \sim 1,00 - 1,10$).

4.3 Hydrologische Verhältnisse

Grund- oder Schichtenwasser wurde während der Erkundung nur am Bauanfang im TA 1 (km 31,0+00) ab 0,87 m u SO in den geogenen Sanden angetroffen. Die weitere Ausdehnung der wasserführenden Sande ist nicht bekannt, da sie außerhalb des Untersuchungsabschnittes liegen.

Im Untersuchungsabschnitt stehen hauptsächlich gemischt- bis feinkörnige Böden mit mittleren bis geringen Wasserdurchlässigkeiten an. Deswegen kann oberflächennah **Sicker- und Stauwasser** auftreten.

Die Entwässerung von Gleis 2 erfolgt

- im Einschnitt (TA 1) km 30,9+73 - ca. km 31,3+25 über eine bahnlinke Tiefenentwässerung,
- im angrenzende Damm (TA 2) km 31,4+15 - km 31,5+00 in einem Graben am Dammfuß
- im südlichen Abschnitt (TA 3- TA 5) km 33,5+00 - km 34,4+63 über eine Tiefenentwässerung zwischen Gleis 1 und Gleis 2

Eine Zusammenstellung der Entwässerung ist in Anlage [A 8] enthalten.

5 Bautechnische Bewertung der Baugrundverhältnisse

5.1 Frosteinwirkgebiet

Der Gleisabschnitt ist gemäß Ril 836.4 101A04 [U 10] in das Frosteinwirkgebiet FEWG II einzuordnen.

5.2 Geotechnische Kategorie

Die geplante Baumaßnahme ist gemäß DIN EN 1997-2 sowie Ril 836.1002 Abs. 3 (1) in die geotechnische Kategorie GK 1 (Planumsverbesserungsmaßnahmen) einzuordnen.

5.3 Homogenbereiche

Die nachfolgende Tabelle enthält die aus geotechnischer Sicht festgestellten Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18 300, die im Zusammenhang mit der Gleiserneuerung ausgeführt werden. Die Homogenbereiche wurden gemäß [U 10] und [U 11] ermittelt.

Die festgelegte Einteilung der Homogenbereiche muss mit der weiterführenden Planung, insbesondere unter Berücksichtigung von Bauzuständen und -phasen überprüft und ggf. angepasst und ergänzt werden. Die Homogenbereiche, inkl. Kennzahlen gelten nicht für erdstatische Nachweise und Bemessungen.

Tabelle 6: Homogenbereiche (HGB)

Kennzahl	Kennzeichen	Maßeinheit	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18 300			
			HGB I	HGB II	HGB III	HGB IV
Bodengruppe	-	-	[GE]	[GU], [GU*]	SE, SU, SU*	UL, TL, TM-TA
Ortsübliche Bezeichnung	-	-	Schotter	Schutzschicht	anthropogener und geogener Sand	anthropogener und geogener Schluff und Ton
Steine / Blöcke	-	%	< 10 ⁵⁾	0 ⁵⁾	0 ⁵⁾	0 ⁵⁾
Konsistenzzahl	I _c	-	n.b.	n.b.	n.b.	0,40 - 1,10
Plastizitätszahl	I _p	%	n.b.	n.b.	n.b.	> 5 - 40
Lagerungsdichte	D	-	0,40 - 0,60 ⁵⁾	0,20 - 0,50 ⁵⁾	0,30 - 0,60 ⁵⁾	n.b.

n.b.) nicht bestimmbar ⁵⁾ Literatur- und Erfahrungswerte

6 Gründungstechnische Schlussfolgerungen und Empfehlungen

6.1 Einstufung der Maßnahmen und Regelanforderungen

Die DB Engineering & Consulting GmbH plant auf der Strecke 1770 Lehrte – Nordstemmen im Streckenabschnitt Harsum – Algermissen Gleis 2 km 34,4+63 – 33,5+00 und km 31,5+00 – 30,9+73 die Gleiserneuerung. Gradienten- und Linienführung bleiben dabei unverändert. Bautechnische Maßnahmen sind danach als Verbesserungsmaßnahmen einzustufen.

Das Gleis wird mit 12642 Lt/d belastet. Die Geschwindigkeit liegt bei $v_{zG} = 140$ km/h. Die Belastung lässt eine geotechnische Bewertung des Untersuchungsabschnittes gemäß Ril 836.4105A01 zu. Bei Wertung der Parameter aus Tz. 2.1 und Berücksichtigung der Verbesserungskriterien ergeben sich nach [U 7] für das anzusetzende Frosteinwirkgebiet FEWG II folgende Regelanforderungen:

Tabelle 7: Regelanforderungen Ril 836.4101

Bauteil bzw. –ebene	Regelanforderung	Modul / Anhang
abzusichernder Tragbereich	bis 2,0 m u SO	836.4101A01, Tabelle 1
	min. locker gelagert mit $D > 0,2$ bzw. min. weiche Konsistenz mit $I_c \geq 0,60$	
OK Schutzschicht (OFTS)	$E_{v2} \geq 50 \text{ MN/m}^2$, $E_{vd} \geq 35 \text{ MN/m}^2$	836.4101A01, Tabelle 2
Planum auf OK Unterbau / Untergrund	$E_{v2} \geq 30 \text{ MN/m}^2$, $E_{vd} \geq 20 \text{ MN/m}^2$ ⁶⁾	
Schutzschichtmindestdicke	$d \geq 20 \text{ cm}$ KG 1 bzw. KG 2	836.4101A02, A03

⁶⁾ E_{vd} -Werte gelten für gemischt und feinkörnige Böden, Werte für grobkörnige Böden sind um 5 MN/m^2 zu erhöhen

Tabelle 8: Regelanforderungen Ril 820.2010

Bauteil bzw. –ebene	Regelanforderung	Modul / Anhang
Schotter vor Kopf	40 cm	820.2010A04
Bettungsdicke ab UkSw	30 cm	

6.2 Geotechnische Bewertung des Ist-Zustandes und Bautechnische Empfehlungen

6.2.1 TA 1 km 30,9+73 – km 31,2+50

6.2.1.1 Geometrie

Im TA 1 verläuft die Strecke 1770 zwischen km 30,9+73 – km 31,2+50 in einem Einschnitt von ca. 2,50 m.

6.2.1.2 Gleiszustand

Gleislagefehler waren visuell nicht feststellbar.

6.2.1.3 Randwege

Bahnlinks von Gleis 2 befindet sich ein Randweg der mit Gras bewachsen sowie teilweise mit Schotter überdeckt ist. Zwischen km 31,0+25 – 31,1+67 ist der Randwegbereich stark vernässt. Dies entspricht dem in den TE-Schächten festgestellten Wasserständen, in denen Wasser bis 0,68 m u SO gemessen wurde.

6.2.1.4 Schotterbett

Im TA 1 ist das Schotterbett durch Sand und humose Bestandteile normal verschmutzt. Das Schotterbett weist im unteren Teil der Bettung eine Mischzone mit einer Dicke von $d_{MZ} = 10 - 15 \text{ cm}$ auf. Angaben zur Reinigungsfähigkeit sind unter Tz 4.2.1 aufgeführt.

Die Unterkante des Schotters liegt bei $d_{ist} = 0,67 - 0,72 \text{ m u SO}$. Damit liegt die Schotterunterkante im Toleranzbereich des Regelquerschnittes $0,70 \text{ m u SO}$.

6.2.1.5 Geotechnische Bewertung Schutzschichten, Unterbau und Untergrund

Die Tragfähigkeit des Schotterbettplanums wurde mit $E_{vd,ist} = 36,8 - 41,4 \text{ MN/m}^2 > E_{vd,soll} \geq 35 \text{ MN/m}^2$ ermittelt.

Unterhalb des Schotters steht eine $5 - 10 \text{ cm}$ dicke Schutzschicht (schutzschichtähnliches Material) an, die die Trennflächenstabilität gegenüber der Schotterbettung gewährleistet. Aufgrund des erhöhten Feinkornanteils und der geringen Dicke kann die Schicht nicht als regelkonforme Schutzschicht betrachtet werden.

Die maßgeblichen Böden bis $2,0 \text{ m u SO}$ sind enggestufte teilweise schluffige - stark schluffige Sande (SE-SU-SU* / F 2-F3) und sehr frost- und wasserempfindliche Schluffe und Tone (TM - TA / F2-F3).

Die Lagerungsdichte der Sande ist gemäß Bohrfortschritt mitteldicht ($D > 0,3$) und die Konsistenz der Schluffe und Tone steif - halbfest. Der Boden wird damit nach Ril 836.4101A01 als tragfähig eingeschätzt.

Das Grund -und Schichtenwasser steht bei $\text{km } 31,0+00$ bei $0,87 \text{ m u SO}$, weshalb der hydrologische Fall 3 maßgebend ist.

Die Entwässerung erfolgt über eine Tiefenentwässerung, die bahnlinks von Gleis 2 liegt. In den Schächten wurde stehendes Wasser bis $0,68 \text{ m u SO}$ gemessen.

6.2.1.6 Bewertung Gebrauchstauglichkeit / Notwendigkeit Planumsverbesserung

Gemäß Ril 836.4105A01 (Diagramm) [U 9] ergibt sich folgende Einschätzung zur Notwendigkeit einer Planumsverbesserung:

- Streckenbelastung	$> 10.000 \text{ bis } 20.000 \text{ Lt/d}$
- Geschwindigkeit (v_{zG})	$\leq 140 \text{ km/h}$
- Streckeneinstufung	Ba
- Instandhaltungsaufwand notwendig	nein
- Höhen- und Richtungsfehler bekannt	nein
- Planumsabsenkung erforderlich	nein
- Entscheidungsergebnis	5

Gemäß Ril 836.4105A01 ist eine Planumsverbesserung nicht notwendig.

6.2.1.7 Bautechnische Empfehlung / Planum

Die Schotterbettung ist zu reinigen (s. Tz. 4.2.1.1). Um die Stabilität des Schotterbettauflagers zu erhalten, sollte die Mischzone ungestört bleiben. Gemäß Ril 836.4105 [U 8] sollten deshalb die untersten ca. 5 cm des Grundsotters nicht ausgeräumt werden. Diese Vorgehensweise erfordert die Zustimmung des Anlagenverantwortlichen.

6.2.1.8 Bautechnische Empfehlung / Entwässerung

Im Zuge der Gleiserneuerung wird empfohlen, den Randweg zu profilieren.

Die bahnlinks vorhandene Tiefenentwässerung ist wegen des festgestellten hohen Grund- oder Schichtenwasserspiegels (0,87 m u SO, Mai 2020) zu überprüfen und ggf. instand zu setzen. Dabei ist vor allem der Anschluss an einen Vorfluter sicherzustellen, um das stehende Wasser, dass sich teilweise bis 0,68 m u SO in den Schächten aufstaut, in ausreichendem Maß ableiten zu können.

Ist eine Instandsetzung nicht möglich ist für eine ordnungsgemäße Entwässerung des Bahnkörpers sicherzustellen, dass die Tiefenentwässerung gemäß Ril 836.4602, Bild 8 neu hergestellt wird.

6.2.2 TA 2 km 31,2+50 – km 31,5+00

6.2.2.1 Geometrie

Im TA 2 verläuft die Strecke 1770 ausgehend vom geländegleichem Niveau auf einen ca 3,50 m hohen Damm.

6.2.2.2 Gleiszustand

Gleislagefehler waren visuell nicht feststellbar.

6.2.2.3 Randwege

Ein Randweg ist vorhanden, der teilweise bis an den vorhandenen Kabelkanal bzw. die Böschungsschulter mit Schotter überdeckt ist.

6.2.2.4 Schotterbett

Im TA 2 ist das Schotterbett gering bis normal durch Sand und humose Bestandteile verschmutzt. Das Schotterbett weist im unteren Teil der Bettung eine Mischzone mit einer Dicke von $d_{MZ} = 10 - 20$ cm auf. Angaben zur Reinigungsfähigkeit sind unter Tz 4.2.1 aufgeführt.

Die Unterkante des Schotters liegt bei $d_{ist} = 0,67 - 0,72$ m u SO. Damit liegt die Schotterunterkante im Toleranzbereich des Regelquerschnittes 0,70 m u SO.

6.2.2.5 Geotechnische Bewertung Schutzschichten, Unterbau und Untergrund

Die Tragfähigkeit des Schotterbettplanums wurde mit $E_{vd,ist} = 31,8 - 47,2$ MN/m² $\nless E_{vd,soll} \geq 35$ MN/m² ermittelt.

Unterhalb des Schotters steht eine 5 - 30 cm dicke Schutzschicht (schutzschichtähnliches Material) an, die die Trennflächenstabilität gegenüber der Schotterbettung gewährleistet. Aufgrund des erhöhten Feinkornanteils und der geringen Dicke kann die Schicht nicht als regelkonforme Schutzschicht betrachtet werden.

Die maßgeblichen Böden bis 2,0 m u SO sind sehr frost- und wasserempfindliche Schluffe (UL) und stark schluffige Sande (SU*) (F3-Boden).

Die Konsistenz der Schluffe ist steif bis halbfest. Die Sande sind mitteldicht gelagert und werden damit nach Ril 836.4101A01 als tragfähig eingeschätzt.

Wasserführende Bereiche wurden nicht festgestellt. Das Niederschlagswasser entwässert über die bahnlinke Tiefenentwässerung und den bahnlinken Bahngraben. Wegen der wasserstauenden Eigenschaften des schluffigen Unterbaus und Untergrundes wird erwartet, dass sich temporär in den wasserdurchlässigen Sanden oberhalb der wasserstauende Schicht Wasser bis < 1,50 m u SO einstauen kann. Deshalb ist für den TA 2 der hydrologische Fall 2 maßgebend.

6.2.2.6 Bewertung Gebrauchstauglichkeit / Notwendigkeit Planumsverbesserung

Gemäß Ril 836.4105A01 (Diagramm) [U 9] ergibt sich folgende Einschätzung zur Notwendigkeit einer Planumsverbesserung:

- Streckenbelastung	>10.000 bis 20.000 Lt/d]
- Geschwindigkeit (v_{zG})	≤ 140 km/h
- Streckeneinstufung	Ba
- Instandhaltungsaufwand notwendig	nein
- Höhen- und Richtungsfehler bekannt	nein
- Planumsabsenkung erforderlich	nein
- Entscheidungsergebnis	5

Gemäß Ril 836.4105A01 wird eine Planumsverbesserung nicht notwendig.

6.2.2.7 Bautechnische Empfehlung / Planum

Die Schotterbettung ist zu reinigen (s. Tz. 4.2.1.1). Um die Stabilität des Schotterbettauflagers zu erhalten, sollte die Mischzone ungestört bleiben. Gemäß Ril 836.4105 [U 8] sollten deshalb die untersten ca. 5 cm des Grundschanters nicht ausgeräumt werden. Diese Vorgehensweise erfordert die Zustimmung des Anlagenverantwortlichen.

6.2.2.8 Bautechnische Empfehlung / Entwässerung

Im Zuge der Gleiserneuerung wird empfohlen, den Randweg zu profilieren.

Wegen der festgestellten Funktionsbeeinträchtigungen der bahnlinks vorhandenen Tiefenentwässerung im TA 1 ist auch im TA 2 die Tiefenentwässerung zu prüfen und ggf. instand zu setzen.

Ist eine Instandsetzung nicht möglich ist für eine ordnungsgemäße Entwässerung des Bahnkörpers sicherzustellen, dass die Entwässerungsanlagen (Tiefenentwässerung) gemäß Ril 836.4602, Bild 8 neu hergestellt werden.

Der bahnlinke Graben von km 31,4+15 - km 31,5+00 ist zu profilieren, um die Entwässerung sicher zu stellen.

6.2.3 TA 3 km 33,5+00 – km 33,9+50

6.2.3.1 Geometrie

Im TA 3 verläuft die Strecke 1770 zwischen km 33,5+00 – km 33,9+50 auf einem Damm mit einer Höhe von ca. 4,00 m.

6.2.3.2 Gleiszustand

Gleislagefehler waren visuell nicht feststellbar.

6.2.3.3 Randwege

Bahnlinks von Gleis 2 befindet sich ein Randweg der teilweise durch niedrigen Bewuchs sowie teilweise durch Schotter überdeckt ist.

6.2.3.4 Schotterbett

Im TA 3 ist das Schotterbett normal durch Sand und humose Bestandteile verschmutzt. Das Schotterbett weist im unteren Teil der Bettung eine Mischzone mit einer Dicke von $d_{MZ} = 10\text{--}15\text{ cm}$ auf. Angaben zur Reinigungsfähigkeit sind unter Tz 4.2.1 aufgeführt.

Die Unterkante des Schotters liegt bei $d_{ist} = 0,67\text{ m}$ u SO. Damit liegt die Schotterunterkante oberhalb des Regelquerschnittes $0,70\text{ m}$ u SO.

6.2.3.5 Geotechnische Bewertung Schutzschichten, Unterbau und Untergrund

Die Tragfähigkeit des Schotterbettplanums wurde mit $E_{vd,ist} = 25,9 - 44,6\text{ MN/m}^2$ $</ > E_{vd,soll} \geq 35\text{ MN/m}^2$ ermittelt. Damit liegt die Tragfähigkeit teilweise deutlich unterhalb der erforderlichen Mindestanforderung.

Unterhalb des Schotters steht eine $10 - 15\text{ cm}$ dicke Schutzschicht (schutzschichtähnliches Material) an, die die Trennflächenstabilität gegenüber der Schotterbettung gewährleistet. Aufgrund des erhöhten Feinkornanteils und der Dicke der kann die Schicht nicht als regelkonforme Schutzschicht betrachtet werden.

Die maßgeblichen Böden bis $2,0\text{ m}$ u SO sind sehr frost- und wasserempfindliche Tone (TL/F3-Boden).

Die Tone haben eine steife bis halbfeste Konsistenz. Der Boden wird damit nach Ril 836.4101A01 als tragfähig eingeschätzt.

Die Entwässerung erfolgt von km 33,5+87 – km 33,9+45 bahnlinks über eine Tiefenentwässerung. Die Schächte waren trocken. In einigen Schächten wurde an der Sohle Filterkies festgestellt. Davon ausgehend sind Beschädigungen an den Haltungen (Drainagerohren) zu erwarten.

Wasserführende Bereiche wurden nicht festgestellt. Aufstauendes Wasser ist aufgrund des sehr schwach wasserdurchlässigen Bodens nach Niederschlägen temporär oberhalb $1,50\text{ m}$ u SO zu erwarten, weshalb der hydrologische Fall 2 maßgebend ist.

6.2.3.6 Bewertung Gebrauchstauglichkeit / Notwendigkeit Planumsverbesserung

Gemäß Ril 836.4105A01 (Diagramm) [U 9] ergibt sich folgende Einschätzung zur Notwendigkeit einer Planumsverbesserung:

- Streckenbelastung	>10.000 bis 20.000 Lt/d]
- Geschwindigkeit (v_{zG})	≤ 140 km/h
- Streckeneinstufung	Ba
- Instandhaltungsaufwand notwendig	nein
- Höhen- und Richtungsfehler bekannt	nein
- Mindesttragfähigkeit auf dem Schotterbettplanum vorhanden	nein
- Planumsabsenkung erforderlich	ja
- nichtbindiger Boden	nein
- ausgeprägte Plastizität	nein
- Entscheidungsergebnis	2

Gemäß Ril 836.4105A01 wird zur Wiederherstellung des Regelquerschnittes und zur Absicherung der Tragfähigkeit des Schotterbettauflagers eine Planumsverbesserung spätestens mit dem nächsten Gleisumbau notwendig.

6.2.3.7 Bautechnische Empfehlung / Planum

Im Bereich von km 33,5+00 - km 33,9+50 ist eine Planumsabsenkung, eine Planumsanpassung und der Einbau einer Schutzschicht erforderlich.

Bei Beachtung der Feststellungen aus Tz. 4.2, 6.1. ergibt sich bei Berücksichtigung des anstehenden Bodens (UL/F3-Boden) folgende Bemessung:

Tabelle 9: Bemessung km 33,5+00 - km 33,9+50

Ril 836.4101A02		Ril 836.4101A05	
maßgebliche Geschwindigkeit	140 km/h	Hydrologischer Fall	2
Gleisbelastung	< 20.000 Lt/d	maßgeblicher Boden	UL
Radsatzlast	≤ 22,5t	OK Planum _{neu}	$E_{pL} \geq 15 \text{ MN/m}^2$
Frosteinwirkzone	II		
Frostempfindlichkeit	maßgeblich F3	Regelanforderung OFTS	$E_{v2} \geq 50 \text{ MN/m}^2$
Dicke Schutzschicht (SS)	$d_{SS} = 25 \text{ cm}$	Dicke Tragschicht	$d_{TS} = 40 \text{ cm}$

Entsprechend der Bemessung wird bei km 33,5+00 - km 33,9+50 auf dem Schluff (UL/F3-Boden) eine 40 cm dicke Schutzschicht notwendig. Auf dem wasserundurchlässigen Unterbau ist die Schutzschicht zweilagig aus 20 cm KG 1 0/32 auf 20 cm KG 2 0/32 herzustellen.

Die Anforderungen und Qualität des Mineralstoffgemisches KG 1/ KG 2 ergibt sich aus DBS 918 062.

Folgende alternativen Varianten zur Einbauempfehlung sind gemäß Ril 836 möglich:

Variante 1: Gemäß Ril 836.4101, Tz 3.2 (5) kann statt der kapillARBrechenden KG 2-Schicht ein Mineralkorn-gemisch KG 1 eingesetzt werden, wenn die kapillARBrechende Funktion durch den Einbau von Vliesstoff (Geo-

kunststoff) gewährleistet wird. In diesem Fall ist gemäß [U 12] ein Geokunststoff Anwendungsfall 3.4 zu verwenden. Die Herstellerbezogene Produktqualifikation (HPQ) des Geokunststoffes ist nachzuweisen.

Variante 2: Gemäß Ril 836.4101A05 kann durch den Einbau von Geokunststoffen mit Bewehrungsfunktion die Schutzschichtdicke um 25% auf eine 30 cm dicke einlagige Schutzschicht aus KG 1 gesenkt werden, wenn der Verformungsmodul auf dem Planum bei mindestens $E_{v2} = 10 - 30 \text{ MN/m}^2$ liegt. Für den anstehenden feinkörnigen Boden wird dann der Einsatz eines Bewehrungselementes mit zusätzlicher Trenn- und Filterfunktion gemäß [U 12] Anwendungsfall 3.5 empfohlen. Die Herstellerbezogene Produktqualifikation (HPQ) des Geokunststoffes ist nachzuweisen.

Voraussetzung für den Einbau der 40 cm dicken Schutzschicht ist ein Verformungsmodul des Planums von $E_{v2} \geq 15 \text{ MN/m}^2$ / $E_{vd} \geq 10 \text{ MN/m}^2$. Der Verformungsmodul kann nach Profilierung und einfacher statischer Verdichtung vorausgesetzt werden.

Wird der Verformungsmodul auf dem Planum nicht erreicht, sind diese Bereiche einzugrenzen und durch Verstärkung der Schutzschicht nach Ril 836.4101A05 bzw. durch Zusatzmaßnahmen gemäß Ril 836.4201, .4202 zu verbessern.

Die Schutzschichten sind durchgehend auf $E_{v2} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ / $E_{vd} \geq 35 \text{ MN/m}^2$ und zur Gewährleistung der Wasserundurchlässigkeit auf $D_{pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Sie sind mit einer Querneigung von 1:20 nach außen herzustellen und an die Entwässerungsanlagen anzubinden. Bauanfang und -ende von Schutzschichten sind mit einer Länge von $\geq 10 \text{ m}$ keilförmig an die angrenzenden Erdkörper auszuführen.

6.2.3.8 Bautechnische Empfehlung / Entwässerung

Im Zuge der Gleiserneuerung wird empfohlen, den Randweg zu profilieren.

Wegen der festgestellten Funktionsbeeinträchtigungen ist die bahnlinks vorhandene Tiefenentwässerung zu prüfen und ggf. instand zu setzen.

Ist eine Instandsetzung nicht möglich ist für eine ordnungsgemäße Entwässerung des Bahnkörpers sicherzustellen, dass die Entwässerungsanlagen (Tiefenentwässerung) gemäß Ril 836.4602, Bild 8 neu hergestellt werden.

6.2.4 TA 4 km 33,9+50 – km 34,2+50

6.2.4.1 Geometrie

Im TA 4 verläuft die Strecke 1770 zwischen km 33,9+50 - km 34,2+50 in geländegleichem Niveau.

6.2.4.2 Gleiszustand

Gleislagefehler waren visuell nicht feststellbar.

6.2.4.3 Randwege

Bahnlinks von Gleis 2 befindet sich ein Randweg der durch niedrigen Bewuchs sowie teils durch Schotter überdeckt ist.

6.2.4.4 Schotterbett

Im TA 4 ist das Schotterbett mit Sand und humosen Bestandteilen normal verschmutzt. Das Schotterbett weist im unteren Teil der Bettung eine Mischzone mit einer Dicke von $d_{MZ} = 15 - 15 \text{ cm}$. Angaben zur Reinigungsfähigkeit sind unter Tz 4.2.1 aufgeführt.

Die Unterkante des Schotters liegt i.d.R. 0,62 m u SO. Damit liegt die Schotterunterkante des TA 4 überwiegend oberhalb des Regelquerschnitts 0,70 m u SO. Zur Wiederherstellung des Regelquerschnittes wird eine Planumsabsenkung von 8 cm notwendig.

6.2.4.5 Geotechnische Bewertung Schutzschichten, Unterbau und Untergrund

Die Tragfähigkeit des Schotterbettplanums wurde mit $E_{vd,ist} = 24,5 - 33,5 \text{ MN/m}^2 < E_{vd,soll} \geq 35 \text{ MN/m}^2$ ermittelt.

Unterhalb des Schotters steht eine 5 - 15 cm dicke Schutzschicht (schutzschichtähnliches Material) an, die die Trennflächenstabilität gegenüber der Schotterbettung gewährleistet. Aufgrund des erhöhten Feinkornanteils und der geringen Dicke kann die Schicht nicht als regelkonforme Schutzschicht betrachtet werden.

Die maßgeblichen Böden bis 2,0 m u SO sind sehr frost- und wasserempfindliche Schluffe (UL/F3-Boden). Die Konsistenz der Schluffe ist überwiegend weich - steif. Der Boden wird damit nach Ril 836.4101A01 als tragfähig eingeschätzt.

Die bahnlinks vorhanden Tiefenentwässerung weist in einigen Schächten Filterkiese auf. Wegen der festgestellten Funktionsbeeinträchtigungen ist die Tiefenentwässerung zu prüfen und ggf. instand zu setzten.

Ist eine Instandsetzung nicht möglich ist für eine ordnungsgemäße Entwässerung des Bahnkörpers sicherzustellen, dass die Entwässerungsanlagen (Tiefenentwässerung) gemäß Ril 836.4602, Bild 8 neu hergestellt werden.

Wasserführende Bereiche wurden nicht festgestellt. Aufstauendes Wasser ist aufgrund des sehr schwach wasserdurchlässigen Bodens nach Niederschlägen temporär oberhalb 1,50 m u SO zu erwarten, weshalb der hydrologische Fall 2 maßgebend ist.

6.2.4.6 Bewertung Gebrauchstauglichkeit / Notwendigkeit Planumsverbesserung

Gemäß Ril 836.4105A01 (Diagramm) [U 9] ergibt sich folgende Einschätzung zur Notwendigkeit einer Planumsverbesserung:

- Streckenbelastung	>10.000 bis 20.000 Lt/d]
- Geschwindigkeit (v_{zG})	≤ 140 km/h
- Streckeneinstufung	Ba
- Instandhaltungsaufwand notwendig	nein
- Höhen- und Richtungsfehler bekannt	nein
- Planumsabsenkung erforderlich	ja
- nichtbindiger Boden auf dem Planum	nein
- ausgeprägte plastischer Boden auf dem Planum	nein
- Entscheidungsergebnis	2

Gemäß Ril 836.4105A01 wird eine Planumsverbesserung spätestens im Zusammenhang mit dem nächsten Gleisumbau notwendig.

6.2.4.7 Bautechnische Empfehlung / Planum

Im Bereich von km 33,9+50 und km 34,2+50 ist eine Planumsabsenkung von 8 cm und der Einbau einer Schutzschicht erforderlich.

Bei Beachtung der Feststellungen aus Tz. 4.2, 6.1. ergibt sich bei Berücksichtigung des anstehenden Bodens (UL/F3-Boden) folgende Bemessung:

Tabelle 10: Bemessung km 33,9+50 – km 34,2+50

Ril 836.4101A02		Ril 836.4101A05	
maßgebliche Geschwindigkeit	140 km/h	Hydrologischer Fall	2
Gleisbelastung	< 20.000 Lt/d	maßgeblicher Boden	UL
Radsatzlast	≤ 22,5t	OK Planum _{neu}	$E_{PL} \geq 15 \text{ MN/m}^2$
Frosteinwirkzone	II		
Frostempfindlichkeit	maßgeblich F3	Regelanforderung OFTS	$E_{v2} \geq 50 \text{ MN/m}^2$
Dicke Schutzschicht (SS)	$d_{SS} = 25 \text{ cm}$	Dicke Tragschicht	$d_{TS} = 40 \text{ cm}$

Entsprechend der Bemessung wird bei km 33,9+50 - km 34,2+50 auf dem Schluff (UL/F3-Boden) eine 40 cm dicke Schutzschicht notwendig. Auf dem wasserundurchlässigen Unterbau ist die Schutzschicht zweilagig aus 20 cm KG 1 0/32 auf 20 cm KG 2 0/32 herzustellen.

Die Anforderungen und Qualität des Mineralstoffgemisches KG 1/ KG 2 ergibt sich aus DBS 918 062.

Folgende alternativen Varianten zur Einbauempfehlung sind gemäß Ril 836 möglich:

Variante 1: Gemäß Ril 836.4101, Tz 3.2 (5) kann statt der kapillarbrechenden KG 2-Schicht ein Mineralkorn-gemisch KG 1 eingesetzt werden, wenn die kapillarbrechende Funktion durch den Einbau von Vliesstoff (Geokunststoff) gewährleistet wird. In diesem Fall ist gemäß [U 12] ein Geokunststoff Anwendungsfall 3.4 zu verwenden. Die Herstellerbezogene Produktqualifikation (HPQ) des Geokunststoffes ist nachzuweisen.

Variante 2: Gemäß Ril 836.4101A05 kann durch den Einbau von Geokunststoffen mit Bewehrungsfunktion die Schutzschichtdicke um 25% auf eine 30 cm dicke einlagige Schutzschicht aus KG 1 gesenkt werden, wenn der Verformungsmodul auf dem Planum bei mindestens $E_{v2} = 10 - 30 \text{ MN/m}^2$ liegt. Für den anstehenden feinkörnigen Boden wird dann der Einsatz eines Bewehrungselementes mit zusätzlicher Trenn- und Filterfunktion gemäß [U 12] Anwendungsfall 3.5 empfohlen. Die Herstellerbezogene Produktqualifikation (HPQ) des Geokunststoffes ist nachzuweisen.

Voraussetzung für den Einbau der 40 cm dicken Schutzschicht ist ein Verformungsmodul des Planums von $E_{v2} \geq 15 \text{ MN/m}^2$ / $E_{vd} \geq 10 \text{ MN/m}^2$. Der Verformungsmodul kann nach Profilierung und einfacher statischer Verdichtung vorausgesetzt werden.

Wird der Verformungsmodul auf dem Planum nicht erreicht, sind diese Bereiche einzugrenzen und durch Verstärkung der Schutzschicht nach Ril 836.4101A05 bzw. durch Zusatzmaßnahmen gemäß Ril 836.4201, .4202 zu verbessern.

Die Schutzschichten sind durchgehend auf $E_{v2} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ / $E_{vd} \geq 35 \text{ MN/m}^2$ und zur Gewährleistung der Wasserundurchlässigkeit auf $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Sie sind mit einer Querneigung von 1:20 nach außen herzustellen und an die Entwässerungsanlagen anzubinden. Bauanfang und -ende von Schutzschichten sind mit einer Länge von $\geq 10 \text{ m}$ keilförmig an die angrenzenden Erdkörper auszuführen.

6.2.4.8 Bautechnische Empfehlung / Entwässerung

Im Zuge der Gleiserneuerung wird empfohlen, den Randweg zu profilieren.

Wegen der festgestellten Funktionsbeeinträchtigungen ist die bahnlinks vorhandene Tiefenentwässerung zu prüfen und ggf. instand zu setzen.

Ist eine Instandsetzung nicht möglich ist für eine ordnungsgemäße Entwässerung des Bahnkörpers sicherzustellen, dass die Entwässerungsanlagen (Tiefenentwässerung) gemäß Ril 836.4602, Bild 8 neu hergestellt werden.

6.2.5 TA 5 km 34,2+50 – km 34,4+63

6.2.5.1 Geometrie

Im TA 5 verläuft die Strecke 1770 zwischen km 34,2+50 – km 34,4+63 in geländegleichem Niveau.

6.2.5.2 Gleiszustand

Gleislagefehler waren visuell nicht feststellbar.

6.2.5.3 Randwege

Bahnlinks von Gleis 2 befindet sich ein Randweg der teilweise durch niedrigen Bewuchs sowie teils durch Schotter überdeckt ist.

6.2.5.4 Schotterbett

Im TA 5 ist das Schotterbett normal durch Sand und humose Bestandteile verschmutzt. Das Schotterbett weist im unteren Teil der Bettung eine Mischzone mit einer Dicke von $d_{MZ} = 10\text{--}30\text{ cm}$ auf. Angaben zur Reinigungsfähigkeit sind unter Tz 4.2.1 aufgeführt.

Die Unterkante des Schotters liegt bei $d_{ist} = 0,67\text{ – }0,72\text{ m u SO}$. Damit liegt die Schotterunterkante teilweise oberhalb des Regelquerschnittes $0,70\text{ m u SO}$.

6.2.5.5 Geotechnische Bewertung Schutzschichten, Unterbau und Untergrund

Die Tragfähigkeit des Schotterbettplanums wurde mit $E_{vd,ist} = 19,4\text{ – }29,0\text{ MN/m}^2 < E_{vd,soll} \geq 35\text{ MN/m}^2$ ermittelt. Damit liegt die Tragfähigkeit deutlich unterhalb der erforderlichen Mindestanforderung.

Unterhalb des Schotters steht, außer bei km 34,4+85 (Weichenbereich, Holzschwelle) eine 5 cm dicke Schutzschicht (schutzschichtähnliches Material) an, die die Trennflächenstabilität gegenüber der Schotterbettung gewährleistet. Aufgrund des erhöhten Feinkornanteils und der geringen Dicke kann die Schicht nicht als regelkonforme Schutzschicht betrachtet werden.

Die maßgeblichen Böden bis 2,0 m u SO sind sehr frost- und wasserempfindliche Schluffe (UL/F3-Boden).

Die Schluffe weisen eine steife bis halbfeste Konsistenz auf. Der Boden wird damit nach Ril 836.4101A01 als tragfähig eingeschätzt.

Die bahnlinks vorhandene Tiefenentwässerung weist in einigen Schächten Filterkiese auf. Wegen der festgestellten Funktionsbeeinträchtigungen ist die Tiefenentwässerung zu prüfen und ggf. instand zu setzen.

Ist eine Instandsetzung nicht möglich ist für eine ordnungsgemäße Entwässerung des Bahnkörpers sicherzustellen, dass die Entwässerungsanlagen (Tiefenentwässerung) gemäß Ril 836.4602, Bild 8 neu hergestellt werden.

Wasserführende Bereiche wurden nicht festgestellt. Aufstauendes Wasser ist aufgrund des sehr schwach wasserdurchlässigen Bodens nach Niederschlägen temporär oberhalb 1,50 m u SO zu erwarten, weshalb der hydrologische Fall 2 maßgebend ist.

6.2.5.6 Bewertung Gebrauchstauglichkeit / Notwendigkeit Planumsverbesserung

Gemäß Ril 836.4105A01 (Diagramm) [U 9] ergibt sich folgende Einschätzung zur Notwendigkeit einer Planumsverbesserung:

- Streckenbelastung	>10.000 bis 20.000 Lt/d]
- Geschwindigkeit (v_{zG})	≤ 140 km/h
- Streckeneinstufung	Ba
- Instandhaltungsaufwand notwendig	nein
- Höhen- und Richtungsfehler bekannt	nein
-Mindesttragfähigkeit auf dem Schotterbettplanum vorhanden	nein
- Planumsabsenkung erforderlich	ja
-nichtbindiger Boden	nein
-ausgeprägte Plastizität	nein
- Entscheidungsergebnis	2

Gemäß Ril 836.4105A01 wird zur Wiederherstellung des Regelquerschnittes und zur Absicherung der Tragfähigkeit des Schotterbettauflagers eine Planumsverbesserung spätestens mit dem nächsten Gleisumbau notwendig.

6.2.5.7 Bautechnische Empfehlung / Planum

Im Bereich von km 34,2+50 - km 34,4+63 ist eine Planumsabsenkung, eine Planumsanpassung und der Einbau einer Schutzschicht erforderlich.

Bei Beachtung der Feststellungen aus Tz. 4.2, 6.1. ergibt sich bei Berücksichtigung des anstehenden Bodens (UL/F3-Boden) folgende Bemessung:

Tabelle 11: Bemessung km 34,2+50 - km 34,4+63

Ril 836.4101A02		Ril 836.4101A05	
maßgebliche Geschwindigkeit	140 km/h	Hydrologischer Fall	2
Gleisbelastung	< 20.000 Lt/d	maßgeblicher Boden	UL
Radsatzlast	$\leq 22,5t$	OK Planum _{neu}	$E_{PL} \geq 15 \text{ MN/m}^2$
Frosteinwirkzone	II		
Frostempfindlichkeit	maßgeblich F3	Regelanforderung OFTS	$E_{v2} \geq 50 \text{ MN/m}^2$
Dicke Schutzschicht (SS)	$d_{SS} = 25 \text{ cm}$	Dicke Tragschicht	$d_{TS} = 40 \text{ cm}$

Entsprechend der Bemessung wird bei km 34,2+50 - km 34,4+63 auf dem Schluff (UL/F3-Boden) eine 40 cm dicke Schutzschicht notwendig. Auf dem wasserundurchlässigen Unterbau ist die Schutzschicht zweilagig aus 20 cm KG 1 0/32 auf 20 cm KG 2 0/32 herzustellen.

Die Anforderungen und Qualität des Mineralstoffgemisches KG 1/ KG 2 ergibt sich aus DBS 918 062.

Folgende alternativen Varianten zur Einbauempfehlung sind gemäß Ril 836 möglich:

Variante 1: Gemäß Ril 836.4101, Tz 3.2 (5) kann statt der kapillarbrechenden KG 2-Schicht ein Mineralkorn-gemisch KG 1 eingesetzt werden, wenn die kapillarbrechende Funktion durch den Einbau von Vliesstoff (Geokunststoff) gewährleistet wird. In diesem Fall ist gemäß [U 12] ein Geokunststoff Anwendungsfall 3.4 zu verwenden. Die Herstellerbezogene Produktqualifikation (HPQ) des Geokunststoffes ist nachzuweisen.

Variante 2: Gemäß Ril 836.4101A05 kann durch den Einbau von Geokunststoffen mit Bewehrungsfunktion die Schutzschichtdicke um 25% auf eine 30 cm dicke einlagige Schutzschicht aus KG 1 gesenkt werden, wenn der Verformungsmodul auf dem Planum bei mindestens $E_{v2} = 10 - 30 \text{ MN/m}^2$ liegt. Für den anstehenden feinkörnigen Boden wird dann der Einsatz eines Bewehrungselementes mit zusätzlicher Trenn- und Filterfunktion gemäß [U 12] Anwendungsfall 3.5 empfohlen. Die Herstellerbezogene Produktqualifikation (HPQ) des Geokunststoffes ist nachzuweisen.

Voraussetzung für den Einbau der 40 cm dicken Schutzschicht ist ein Verformungsmodul des Planums von $E_{v2} \geq 15 \text{ MN/m}^2$ / $E_{vd} \geq 10 \text{ MN/m}^2$. Der Verformungsmodul kann nach Profilierung und einfacher statischer Verdichtung vorausgesetzt werden.

Wird der Verformungsmodul auf dem Planum nicht erreicht, sind diese Bereiche einzugrenzen und durch Verstärkung der Schutzschicht nach Ril 836.4101A05 bzw. durch Zusatzmaßnahmen gemäß Ril 836.4201, .4202 zu verbessern.

Die Schutzschichten sind durchgehend auf $E_{v2} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ / $E_{vd} \geq 35 \text{ MN/m}^2$ und zur Gewährleistung der Wasserundurchlässigkeit auf $D_{pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Sie sind mit einer Querneigung von 1:20 nach außen herzustellen und an die Entwässerungsanlagen anzubinden. Bauanfang und -ende von Schutzschichten sind mit einer Länge von $\geq 10 \text{ m}$ keilförmig an die angrenzenden Erdkörper auszuführen.

6.2.5.8 Bautechnische Empfehlung / Entwässerung

Im Zuge der Gleiserneuerung wird empfohlen, den Randweg zu profilieren.

Wegen der festgestellten Funktionsbeeinträchtigungen ist die Tiefenentwässerung zu prüfen und ggf. in-stand zu setzen.

Ist eine Instandsetzung nicht möglich ist für eine ordnungsgemäße Entwässerung des Bahnkörpers sicherzustellen, dass die Entwässerungsanlagen (Tiefenentwässerung) gemäß Ril 836.4602, Bild 8 neu hergestellt werden.

6.3 Überdeckung von Bauwerken

Im Zuge der Erkundungsarbeiten wurden keine Bauwerke festgestellt, die unterhalb des Gleises die Strecke queren.

Am km 31,3+95 stellt der mit 6,20 m Länge und mit Strail-Befestigungsplatten ausgelegte Bahnübergang Algermissen 2 eine Unterbrechung dar. Weitere Hindernisse, die einen Abstand von $\leq 3,30 \text{ m}$ zur Gleisachse aufweisen, sind in Anlage 7 dokumentiert.

6.4 Allgemeine Empfehlungen und Hinweise zur Baudurchführung

Durch die Erd- und Tiefbauarbeiten darf die Standsicherheit baulicher Anlagen nicht gefährdet werden. Einzuleitende Sicherungsmaßnahmen für die baulichen Anlagen und Maste sind von den durchzuführenden Baumaßnahmen abhängig und sind nach Auswahl der Bau- und Betriebstechnologie festzulegen.

Der Boden unterhalb des Planums besteht überwiegend aus schluffigen Sanden (SU) und leichtplastischen Schluffen und Tonen (UL, TL). Um bei einem konventionellen Umbau Verdrückungen des Planums und Tragfähigkeitsverluste zu vermeiden, ist ein direktes Befahren dieser Böden mit Baufahrzeugen ohne besondere Zusatzmaßnahmen nicht zulässig. Die Erdarbeiten/ Massentransporte sind deshalb vorzugsweise gleisgebunden (im Richtungsgleis) bzw. rückschreitend, oberhalb der Altschotterbettung auszuführen. Das freigelegte Planum ist nach der Profilierung sofort zu überbauen.

Bei einem konventionellen Umbau (gleislos) wird ein $E_{v2} \geq 30 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum notwendig, damit beim Befahren mit Transportfahrzeugen keine Schädigung des Planums eintreten kann.

Aus oben genannten Gründen wird zur Schonung des Unterbaus ein gleisgebundener Umbau empfohlen.

Um Vernässungen des Planums während der Baumaßnahme vorzubeugen, sollte die Entwässerung (Tiefenentwässerung und Bahngräben), wenn vorhanden, im zeitlichen Vorlauf zur Gleiserneuerung überprüft und instandgesetzt werden.

Mit dem Anschnitt der Schotterbettung und der darunterliegenden Sande und Schluffe bzw. Tone kann insbesondere nach vorangegangenen Niederschlägen eingestautes Wasser austreten.

Um Aufweichungen des Planums zu vermeiden, ist das austretende Wasser über eine offene Wasserhaltung abzuleiten bzw. in Dammlagen durch eine entsprechende Querneigung in den Bahngraben abzuführen. Die Bauwasserhaltung ist optional einzuplanen.

Die Schutzschichten sind mit einer Querneigung von 1:20 nach außen herzustellen. Bauanfang und -ende von Schutzschichten sind mit einer Länge von $\geq 10 \text{ m}$ keilförmig, an die angrenzenden Erdkörper, auszuführen.

Die unter Tz. 6.1 und 6.2.ff genannten Verdichtungsanforderungen sind Mindestanforderungen und deshalb einzuhalten und nachzuweisen.

Wird bei der Herstellung des Planums der vorgegebene Verformungsmodul (s. Tz. 6.2.ff) nicht erreicht, sind diese Bereiche einzugrenzen und durch Verstärkung der Schutzschicht nach Ril 836.4101A05 bzw. durch Zusatzmaßnahmen gemäß Ril 836.4201, .4202 zu verbessern.

6.5 Zusammenfassung der Bautechnischen Empfehlungen

Im Rahmen der Gleiserneuerung Strecke 1770 Lehrte - Nordstemmen im Streckenabschnitt Harsum – Algermissen Gleis 2 km 34,4+63 – 33,5+00 und km 31,5+00 – 30,9+73 ergeben sich folgende Empfehlungen:

Tabelle 12: Zusammenstellung der bautechnischen Maßnahmen

TA	Abschnitt	Schotterbettung [m u SO]	Umbaumaßnahmen	Randweg / Entwässerung
TA 1	km 30,9+73 – km 31,2+50	0,67 – 0,72	- Schotterbett reinigen	- Randweg profilieren - TE überprüfen und instand setzen ggf. erneuern
TA 2	km 31,2+50 – km 31,5+00	0,67 – 0,72	- Schotterbett reinigen	- Randweg profilieren - TE überprüfen und instand setzen ggf. erneuern - Bahngraben profilieren
TA 3	km 33,5+00 – km 33,9+50	0,67	- Schotterbett reinigen - Planumsabsenkung, Planumsanpassung - Schutzschichteinbau (20 cm KG 1 auf 20 cm KG 2 oder Variante 1 bzw. 2	- Randweg profilieren - TE überprüfen und instand setzen
TA 4	km 33,9+50 – km 34,2+50	0,62 – 0,67	- Schotterbett reinigen - Planumsabsenkung um 8 cm - Schutzschichteinbau (20 cm KG 1 auf 20 cm KG 2 oder Variante 1 bzw. 2	- Randweg profilieren - TE überprüfen und instand setzen
TA 5	km 34,2+50 – km 34,4+63	0,67 – 0,72	- Schotterbett reinigen - Planumsabsenkung, Planumsanpassung - Schutzschichteinbau (20 cm KG 1 auf 20 cm KG 2 oder Variante 1 bzw. 2	- Randweg profilieren - TE überprüfen und instand setzen

7 Schlussbemerkungen

Durch die punktförmige Aufschlussmethodik und geringe Aufschlussdichte, -art und -tiefe können Abweichungen von den bisher beschriebenen und bewerteten Bodenschichten und Grundwasserverhältnissen nicht ausgeschlossen werden.

Werden im Zusammenhang mit der Baudurchführung Abweichungen festgestellt und ergeben sich damit aus bautechnischer Sicht Veränderungen in der Baudurchführung, ist der verantwortliche Bodengutachter zu informieren.

Führen die weiteren Planungen zu Änderungen der betriebstechnischen Parameter, Streckenanforderungen und der vorgesehenen Technologien, sind die bautechnischen Empfehlungen des Berichtes zu überprüfen und ggf. an den veränderten Planungsstand anzupassen.

Schwerin, 27.10.2020

Dipl.-Ing. (FH) I. Zoch

B. Sc. A. Lipke

Dipl.-Geol. (FH) D. Pittermann

GEO.TECH Ingenieure & Geologen GmbH