

Niedersächsische Landesbehörde für  
Straßenbau und Verkehr  
Geschäftsbereich Aurich  
Eschener Allee 31  
26603 Aurich

Schnack Ingenieurgesellschaft  
mbH & Co. KG  
Güntherstraße 47  
30519 Hannover



Tel: +49 (0) 511 / 98 48 96 - 0  
Fax: +49 (0) 511 / 98 48 96 - 33  
info@schnack-geotechnik.de  
www.schnack-geotechnik.de

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Klüsch  
Dipl.-Ing. Joost Hebestreidt  
M.Sc. Tim Unger

Beratende Ingenieure VBI  
Ingenieurkammer Niedersachsen  
Sachverständige für Geotechnik

## Neubau der B210n zwischen Riepe (A 31) und Aurich, Planungsabschnitt 2: Riepe (A 31) - Aurich



## Geotechnischer Bericht hier: Ingenieurgeologisches Streckengutachten

Hannover, den 07.09.2021  
Projekt-Nr. 5610  
Ung

<b><u>Inhalt</u></b>	<b><u>Seite</u></b>
<b>1 Veranlassung, Bauvorhaben, Unterlagen, Untersuchungen.....</b>	<b>5</b>
1.1 Veranlassung .....	5
1.2 Zur Verfügung gestellte und verwendete Unterlagen .....	5
1.3 Bauvorhaben.....	7
1.4 Durchgeführte Untersuchungen.....	10
1.5 Beteiligte .....	11
<b>2 Darstellung und Beschreibung der geotechnischen</b>	
<b>Untersuchungsergebnisse .....</b>	<b>13</b>
2.1 Untersuchungsgebiet .....	13
2.1.1 Morphologie, Bebauung, Bewuchs.....	13
2.1.2 Geologische Verhältnisse.....	15
2.1.3 Allgemeine Grundwasserverhältnisse .....	17
2.1.4 Hinweise auf Nutzung / Vornutzung / Belastung des Untersuchungsgebietes .....	19
2.2 Baugrund .....	20
2.2.1 Ergebnisse der Felduntersuchungen .....	20
2.2.2 Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen .....	25
2.2.3 Feststellungen zu den Grundwasserverhältnissen und Grund- / Oberflächenwasseruntersuchungen .....	32
2.2.4 Ergebnisse der umwelttechnischen Laboruntersuchungen.....	36
2.3 Boden als Baustoff.....	39
<b>3 Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse.....</b>	<b>40</b>
3.1 Einflüsse auf die Baumaßnahme .....	40
3.1.1 Geologische Situation .....	40
3.1.2 Hydrogeologische Situation .....	43
3.1.3 Nutzungen des Untersuchungsgebietes .....	44
3.1.4 Einordnung der Baumaßnahme in die Erdbebenzonen nach EC8 ...	45
3.2 Baugrundbeurteilung.....	46
3.2.1 Baugrundmodell .....	46
3.2.2 Einteilung in Homogenbereiche .....	47
3.2.3 Bautechnisch relevante geotechnische Kennwerte und Eigenschaften der Homogenbereiche .....	48
3.2.4 Versickerungseignung des Untergrundes .....	54
3.3 Beurteilung von Boden als Baustoff.....	54
3.3.1 Mutterboden / humose Auffüllung .....	54
3.3.2 Übrige Auffüllung und Asphalt.....	55
3.3.3 Torf.....	57
3.3.4 Klei .....	58
3.3.5 Sande .....	58
3.3.6 Geschiebelehm- und mergel .....	59
3.3.7 Beckenschluff .....	60
3.3.8 Beckenton .....	60

3.4	Vorschläge für ergänzende geotechnische Untersuchungen .....	61
<b>4</b>	<b>Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise .....</b>	<b>62</b>
4.1	Geotechnische Kategorie.....	62
4.2	Empfehlungen und Hinweise für die Entwurfsbearbeitung .....	62
4.2.1	Empfehlungen für die Dammschüttung und Böschungsgestaltung...	62
4.2.2	Hinweise zur Erstellung des Planums .....	68
4.2.3	Dicke des frostsicheren Oberbaus .....	69
4.3	Erstabschätzung von Gefährdungen .....	69
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussbemerkungen .....</b>	<b>71</b>

<b><u>Anlagen</u></b>		<b>Maßstab</b>
<b>1</b>	<b>Übersichtslagepläne .....</b>	
1.1	Übersichtslageplan .....	1 : 50.000
1.2	Geologische Karte GK50 (digitale Übersichtskarte) .....	1 : 50.000
1.3	Historische Geologische Karte GK25 .....	1 : 35.000
1.4	Grundwasserverhältnisse .....	1 : 50.000
1.5	Vorfluter und Einzugsgebiete.....	1 : 50.000
1.6	Übersicht (potenziell) sulfatsaure Böden .....	1 : 50.000
1.7	Trinkwasserschutzgebiete .....	1 : 50.000
1.8	Sonstige Schutzgebiete .....	1 : 50.000
<b>2</b>	<b>Koordinaten und Lagepläne der Erkundungen .....</b>	
2.1	Koordinatenliste .....	
2.2	Lagepläne der Baugrundaufschlüsse .....	1 : 2.000
<b>3</b>	<b>Baugrundaufschlüsse.....</b>	
3.1	Schichtenprofile Trockenbohrungen .....	1 : 100
3.2	Schichtenprofile Kleinrammbohrungen .....	1 : 50
3.3	Schichtenprofile Kleinschürfe.....	1 : 25
3.4	Ausbaudiagramme Grundwassermessstellen .....	1 : 100
3.5	Fotodokumentation Kernbohrungen .....	
<b>4</b>	<b>Ingenieurgeologisches Streckenband .....</b>	<b>1 : 2.000</b>
<b>5</b>	<b>Geotechnische Baugrundprofile.....</b>	<b>1: 2.000/200</b>
<b>6</b>	<b>Geotechnische Laboruntersuchungen .....</b>	
6.1	Zusammenfassung / Bodenmechanische Kennwerte.....	
6.2	Körnungskurven.....	
6.3	Zustandsgrenzen .....	
6.4	Durchlässigkeitsversuche .....	

6.5	Kompressionsversuche.....	
6.6	Scherversuche .....	
<b>7</b>	<b>Umweltchemische Laboruntersuchungen.....</b>	
7.1	Abfallrechtliche Analytik Boden.....	
7.2	Abfallrechtliche Analytik Asphalt .....	
7.3	Abfallrechtliche Analytik hydr. gebundene Tragschichten .....	
7.4	Analysen an Grund- und Oberflächenwasser .....	
<b>8</b>	<b>Schichtenverzeichnisse.....</b>	
8.1	Trockenbohrungen.....	
8.2	Kleinrammbohrungen.....	
8.3	Kleinschürfe .....	
<b>9</b>	<b>Geotechnische Berechnungen .....</b>	
9.1	Böschungsbruchberechnungen .....	
9.2	Setzungsberechnungen .....	

## Tabellen

<b>Tabelle 1:</b>	Übersicht der Streckenabschnitte und Gradientenlage der B 210n, 2. PA .....	9
<b>Tabelle 2:</b>	Wasserdurchlässigkeit der Baugrundsichten gem. DIN 18130 .....	32
<b>Tabelle 3:</b>	Im Bohrloch gemessene Grundwasserstände nach Bau-km .....	33
<b>Tabelle 4:</b>	Gemessene Grundwasserstände in neuen Grundwassermessstellen.....	34
<b>Tabelle 5:</b>	Abfallrechtliche Einstufung der untersuchten Asphaltproben .....	37
<b>Tabelle 6:</b>	Abfallrechtliche Einstufung der untersuchten HGT-Probe.....	38
<b>Tabelle 7:</b>	Abfallrechtliche Einstufung der untersuchten Bodenproben .....	38

## Abbildungen

<b>Abbildung 1:</b>	Geländemodell DGM5 in Pseudofarbdarstellung.....	13
---------------------	--	----

# 1 Veranlassung, Bauvorhaben, Unterlagen, Untersuchungen

## 1.1 Veranlassung

Das Land Niedersachsen, vertreten durch die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Geschäftsbereich Aurich, plant den Neubau der Bundesstraße 210n, Ortsumgehung Aurich bis zur A 31, Anschlussstelle Riepe, im 2. Planungsabschnitt (PA).

Unser Büro, die Schnack Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG, Hannover, wurde mit Datum vom 03.04.2019 und der Vertragsnummer 281600/184581 sowie dem 1. Nachtragsvertrag vom 01.02.2021 von der NLStBV, GB Aurich, beauftragt, für die geplante Maßnahme ein Erkundungskonzept sowie Vergabeunterlagen für Baugrunderkundungsarbeiten zu erstellen, diese Erkundungsarbeiten fachtechnisch zu überwachen, ein ingenieurgeologisches Streckengutachten zu erstellen und die dafür erforderlichen geotechnischen Laborversuche durchzuführen. Außerdem sollte der anstehende Baugrund auf umweltrelevante Inhaltsstoffe untersucht und aus umweltgeologischer Sicht beurteilt sowie das Grund- und Oberflächenwasser auf Beton- und Stahlaggressivität untersucht werden. Mit dieser ergänzenden Leistung wurde von uns als Nachunternehmer die ukon Umweltkonzepte GmbH & Co. KG, Hannover, beauftragt.

Der vorliegende **Geotechnische Bericht** dient als Grundlage für die weitere Streckenplanung und basiert auf den ausgeführten Baugrunderkundungen. Neben der Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse werden allgemeine Angaben zur Gründung von Verkehrswegen und Dämmen sowie zum Erdbau im Allgemeinen gemacht.

## 1.2 Zur Verfügung gestellte und verwendete Unterlagen

Für die Ausarbeitung des Geotechnischen Berichtes wurden uns folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [U1] Übersichtskarten, Vorabzüge, Stand 10/2018, Maßstab 1 : 25.000 bzw. 1 : 100.000
- [U2] Übersichtslagepläne, Vorabzüge, Stand 03/ und 04/2019, Maßstab 1 : 5.000
- [U3] Übersichtshöhenpläne, Vorabzüge, Stand 03/2019, Maßstab 1 : 5.000
- [U4] Digitales Geländemodell DGM5 im ASCII-Format, Aurich / Riepe

- [U5] Bericht Geotechnische Recherche, PA2 - B210n - Riepe - Aurich, Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH, 20.02.2019
- [U6] Ing.-Geol. Streckengutachten, Neubau der B210n - OU Aurich, GTU Ingenieurgesellschaft mbH, 30.10.2014
- [U7] Übersichts- und Pfahlpläne, BW 1.A (BW 2610 ü. die A 31), Wayss + Freytag, 1969

An eigenen bzw. in unserem Hause vorliegenden Unterlagen wurden verwendet:

- [U8] Topographische Karte, Blatt 2510 Aurich, Maßstab 1 : 25.000
- [U9] Geologische Übersichtskarte, Blatt 2510 Aurich, Maßstab 1 : 25.000
- [U10] Historische Geologische Karte von Preussen und angrenzender Länder, Blatt 1106 Aurich, Jahrgang 1935, inkl. Erläuterungen, Maßstab 1 : 25.000
- [U11] Historische Geologische Karte von Preussen und angrenzender Länder, Blatt 1197 Neermoor, Jahrgang 1928, Maßstab 1 : 25.000

Ergänzend eingesehen wurden

- [U12] das Niedersächsische Online-Bodeninformationssystem *NIBIS*, [www.nibis.lbeg.de](http://www.nibis.lbeg.de)
- [U13] der BodenBewegungsdienst der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), [www.bodenbewegungsdienst.bgr.de](http://www.bodenbewegungsdienst.bgr.de)
- [U14] die Karte der Erdbebenzonen, Deutsches Geoforschungszentrum, Potsdam, [www.gfz-potsdam.de/din4149-erdbebenzonenabfrage](http://www.gfz-potsdam.de/din4149-erdbebenzonenabfrage)
- [U15] der Onlineviewer *Umweltkarten Niedersachsen* des Nds. Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz und Naturschutz, [www.umweltkarten-niedersachsen.de](http://www.umweltkarten-niedersachsen.de)

Für die Baugrunderkundungen wurden von uns folgende Unterlagen eingeholt:

- [U16] Stellungnahmen des Kampfmittelbeseitigungsdienstes des LGLN

### 1.3 Bauvorhaben

Aufgrund der zunehmenden Verkehrsbelastung der bestehenden Zubringerstraßen zwischen der Kreisstadt Aurich und der A 31 im Westen und der damit einhergehenden Belastung der Infrastruktur der westlichen Außenbezirke von Aurich sowie der Gemeinde Ihlow plant das Land Niedersachsen den Neubau der Bundesstraße B 210n im 2. Planungsabschnitt (PA) auf einer Gesamtlänge von rd. 13 km. Neben der in diesem Streckengutachten betrachteten Verbindung zwischen der A 31, Anschlussstelle Riepe, und dem Westen der Stadt Aurich beinhaltet die Gesamtplanung außerdem die südliche und nördliche Ortsumgehung von Aurich und den Anschluss an die B 72 nach Emden im Westen und die bestehende B 210 nach Jever im Osten. Für den 1. PA inkl. der Ortsumgehung Aurich liegt bereits ein Geotechnisches Streckengutachten der GTU Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover, vom 30.10.2015 (Ausschnitt daraus in **[U6]**) vor.

Die Lage der geplanten Trasse des 2. PA wurde uns mit den Unterlagen **[U1]** bis **[U3]** übergeben. Hierbei handelt es sich um Vorabzüge der Entwurfsplanung mit Berücksichtigung mehrerer Varianten der Trassenführung. Detailinformationen zur Straßenplanung und den kreuzenden Ingenieurbauwerken liegen zum aktuellen Zeitpunkt nicht vor.

Der 2. PA der B 210n verläuft von der Bundesautobahn A 31, Anschlussstelle Riepe, im Südwesten (Bau-km 192+204) bis zur Einmündung in die geplante Ortsumgehung bei Aurich im Nordosten, Stadtteile Kirchdorf und Westerfeld, bei Bau-km 204+684 (vgl. Anl. 1.1).

Die Trassenführung kreuzt die A 31 an der Anschlussstelle Riepe mit dem dort bestehenden Überführungsbauwerk der Landesstraße L1 (Friesenstraße) BW 1.A. In diesem Abschnitt bestehen z.Zt. noch drei unterschiedliche Variantenplanungen der Trassenführung, die im Rahmen dieses Streckengutachtens zu untersuchen waren. Nordöstlich der AS Riepe zweigt die B 210n in Richtung Osten von der L1 ab und verläuft ab hier südlich der Gemeinde Ihlow (Ortsteile Riepe, Ochtelbur und Bangstede) in Richtung Nordosten. Zwischen Ochtelbur und Bangstede ist mittels eines rd. 1,2 km langen Anschlussastes eine Verbindung der B 210n zur L1 (Auricher Straße), die parallel zum Ems-Jade-Kanal verläuft, geplant. Auch hier stehen zurzeit noch eine südliche und nördliche Planungsvariante zur Auswahl, die ebenfalls beide zu untersuchen sind. Beim Ortsteil Fahne, Gem. Ihlow, kreuzt

die Trasse den Mönkeweg und verläuft anschließend bis zum Ende des 2. PA abermals weitgehend durch unbebautes Grünland.

Die Trasse liegt nach **[U2]** und **[U3]** in ihrem gesamten Verlauf in leichter bis ausgeprägter Dammlage. Bei der Anschlussstelle Riepe (A 31) ist zunächst die BAB mittels bis zu rd.  $h = 8,0$  m hoher Anrampungen des bestehenden oder eines parallel zu errichtenden Ersatz-Ingenieurbauwerks zu kreuzen. Anschließend verläuft die Trasse ab Bau-km rd. 192+900 bis Bau-km rd. 193+600 in rd.  $h = 0,50$  bis  $1,20$  m über bestehende Geländeoberkante (GOK). Im weiteren Verlauf steigt die Gradienten mit dazwischenliegenden, flacheren Abschnitten mehrfach bis auf rd.  $h = 4,70$  m ü. GOK (Bau-km rd. 194+100), rd.  $h = 5,60$  m ü. GOK (rd. 195+280) und rd.  $h = 3,60$  m ü. GOK (rd. 196+480). Zwischen Bau-km rd. 196+850 und 197+450 liegt die geplante Achse mit rd.  $h = 0,50 - 1,00$  m nur knapp über dem Bestandsgelände. Weiter nordöstlich erfolgen zwei Anstiege auf rd.  $h = 4,70$  m ü. GOK (Bau-km rd. 197+820) bzw. nach einem Absinken auf rd.  $h = 1,50$  m bei Bau-km 198+360 erneut auf bis zu rd.  $h = 3,00$  m bei km 198+670. Nach einem etwa 650 m langen Abschnitt auf nur  $h \approx 1,00$  bis  $1,50$  m ü. GOK steigt die Gradienten dann erneut bis auf rd.  $h = 6,00$  m bei Bau-km 200+060 an. Nach dem Absinken und einem nur knapp über Geländeniveau liegenden Verlauf bis rd. Bau-km 201+050 folgt der letzte geplante Dammbauabschnitt mit  $h_{\max} \approx 7,30$  m ü. GOK (bei Bau-km rd. 201+600) zur Unterführung des Mönkeweges. In Richtung Nordosten verläuft die geplante Trasse dann ab Bau-km 202+450 bis zum geplanten Bauende durchgehend in leichter Dammlage mit  $h \approx 0,50$  bis  $2,00$  m über Gelände.

In der folgenden Tab. 1 sind die aktuell vorliegenden Informationen zur geplanten Gradienten zusammengefasst:

**Tabelle 1:** Übersicht der Streckenabschnitte und Gradientenlage der B 210n, 2. PA

Bau-km		Beschreibung	Dammhöhe [m ü. GOK]
von km	bis km		
192+203	192+900	Bestehende Anram- pungen zum BW Unterführung A 31	≤ 7,0 m
192+900	193+600	Wiesen	≤ 1,5 m
193+600	196+850	Abflachungen für Überführungen des Simonswolder und Grootlandswegs	≤ 6,0 m
196+850	197+450	Wiesen/Äcker	≤ 1,5 m
197+450	198+970	u.a. Unterführung des Bangsteder Moorgrabens	≤ 5,0 m
198+970	199+560	Überführung des Totenwegs	≤ 1,5 m
199+560	200+450	Unterführung des Ackergrabens	≤ 6,0 m
200+450	201+050	-	≤ 1,5 m
201+050	202+450	Unterführung des Münkewegs	≤ 7,3 m
202+450	204+684	Überführung des Dimtwegs, Wiesen/Äcker	≤ 2,5 m

Die genannten Daten beziehen sich ausschließlich auf die Hauptachse. Zu den Anram-  
pungen der kreuzenden Ingenieurbauwerke liegen, ebenso wie zum Höhenverlauf der  
Gradiente im Bereich der zwei alternativen Anschlussäste an die L1 bei Bangstede, noch  
keine Informationen vor. Es ist allerdings davon auszugehen, dass auch hier durchgehend  
eine leichte Dammlage bis Dammlage mit  $h = 0,5$  bis  $6,0$  m über Gelände anzusetzen ist.

## 1.4 Durchgeführte Untersuchungen (Anl. 2 und 3)

Unter Berücksichtigung der Vorgaben der DIN 4020<sup>1</sup> und dem M GUB<sup>2</sup> sowie der Erkenntnisse vorliegender Erkundungsergebnisse und Unterlagen wurde von unserem Institut ein Erkundungsprogramm ausgearbeitet, auf dessen Grundlage unter Einbezug von kurzfristigen Änderungen der Planung und den örtlichen Gegebenheiten durch das beauftragte Bohrunternehmen Thade Gerdes GmbH im Zeitraum zwischen dem 17.11.2020 und dem 09.07.2021 unter unserer Aufsicht ein Bohrprogramm bestehend aus

**31 Trockenbohrungen** gemäß DIN EN ISO 22475-1<sup>3</sup>,  $\varnothing = 219$  mm bis 324 mm, Tiefe  $t = 15$  bis 20 m, 543,30 Gesamt-Bohrmeter, einschl. 5 Stck. Ausbau zu Grundwasser-Messstellen (GWM),

**234 Kleinrammbohrungen** gemäß DIN EN ISO 22475-1<sup>3</sup>,  $\varnothing = 36$  bis 80 mm, Tiefe  $t = 0,55$  bis 11,0 m, 1.208,55 Gesamt-Bohrmeter,

**8 Handschürfe**, Tiefe  $t = 0,55$  bis 1,10 m,

**16 Asphaltkernbohrungen**,  $\varnothing = 100$  mm, 366 Gesamt-Bohrzentimeter und

**2 Asphaltkernbohrungen**,  $\varnothing = 300$  mm, 43 Gesamt-Bohrzentimeter,

ausgeführt wurde.

Vor Aufnahme der Erkundungsarbeiten lag eine von uns beantragte kampfmitteltechnische Freigabe des Baufeldbereiches durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) [U16] vor.

Bestandteil der Aufschlussarbeiten einschl. Entnahme von Boden- und Grundwasserproben und dem fachgerechten Ausbau von Grundwasser-Messstellen bzw. der Verfüllung der Bohrungen in Anpassung an den Schichtenaufbau waren außerdem auch Arbeiten

- zur Sicherung der einzelnen Ansatzstellen,
- zur Verkehrssicherung und Sperrung von Fahrstreifen im öffentlichen Straßenraum,
- zum Schutz und Wiederherrichten von Oberflächenabdeckungen und Zuwegungen,

---

<sup>1</sup> DIN 4020:2010-12, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke

<sup>2</sup> M GUB, 2018, Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Bemessungen im Verkehrswegebau

<sup>3</sup> DIN EN ISO 22475-1, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probennahmeverfahren

- Absteck- und Vermessungsarbeiten und
- Suchschachtungen.

Während der Durchführung der Aufschlüsse erfolgte eine nahezu permanente Begleitung / Überwachung durch einen Mitarbeiter unseres Büros sowie stichprobenartig durch den Unterzeichner. Dabei wurden u.a. Güte und Anzahl der zu entnehmenden Proben sowie die Ausbauten der Grundwasser-Messstellen vor Ort festgelegt und die vertragskonforme Ausführung einschl. regelgerechter Schutz- und Sicherungsmaßnahmen kontrolliert.

An wenigen Standorten war bedingt durch Leitungslagen und / oder Vorgaben aus der verkehrsbehördlichen Anordnung ein Abweichen von der Lage der Ansatzpunkte gegenüber der Planung erforderlich. Das führte zu teilweise geringfügig verringerten oder vergrößerten Abständen der Ansatzpunkte zueinander. Einzelne Erkundungen mussten vor Erreichen der geplanten Endtiefe wegen unüberwindbarer Eindringwiderstände abgebrochen werden. Bei Aussicht auf Erreichen der planmäßigen Endtiefe im Wiederholungsfall wurden die Ansatzpunkte geringfügig versetzt und die Aufschlüsse erneut abgeteuft.

Die Ansatzpunkte der Erkundungen wurden per GPS mit einer Genauigkeit von  $\pm 5$  cm nach Lage (UTM 32) und Höhe (mNHN) eingemessen. Die Koordinaten sind in tabellarischer Form in Anl. 2.1 aufgeführt. Die Lage der Erkundungen wurde außerdem in die georeferenzierten Lagepläne der Anlage 2.2 eingetragen.

## 1.5 Beteiligte

Die Projektbeteiligten sind folgend stichpunktartig zusammengefasst.

- **Auftraggeber:** Land Niedersachsen, vertreten durch die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (NLStBV), Geschäftsbereich Aurich, Eschener Allee 31, 26603 Aurich
- **Planung:** OBERMEYER Infrastruktur GmbH & Co. KG, Michaelisstraße 24, 20459 Hamburg
- **Planung / Ausschreibung / Überwachung Baugrunderkundungen, Veranlassung von Laborversuchen, Ingenieurgeologische Auswertung:** Schnack

Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG, Güntherstr. 47, 30519 Hannover, mit folgendem Nachunternehmer:

- **Umweltgeologische und abfallrechtliche Laborversuche und Auswertungen:** ukon Umweltkonzepte GmbH & Co. KG, Brabeckstr. 167b, 30539 Hannover
- **Baugrunderkundungen:** Thade Gerdes GmbH, Gewerbestr. 23a, 26506 Norden, mit folgenden Nachunternehmern:
  - **Kleinbohrungen und Kernbohrungen:** Baugrunderkundung Nord GmbH, Brauerstr. 15-21, 28207 Bremen
  - **Kleinbohrungen, anteilig:** Baugrund Salzgitter GmbH, Söhlekamp 31, 38228 Salzgitter
  - **Vermessung:** AME GmbH, Osterstr. 20, 26802 Moormerland
  - **Verkehrssicherung:** Weser-Ems Verkehrstechnik, Walter-Geerdes-Str. 10-12, 28307 Bremen

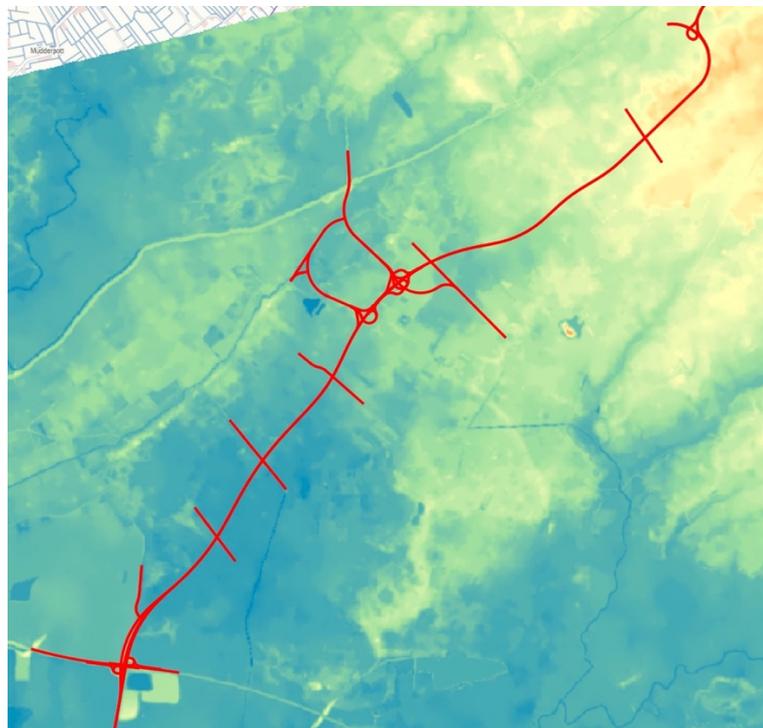
## 2 Darstellung und Beschreibung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse (Anl. 1 bis 8)

### 2.1 Untersuchungsgebiet (Anl. 1)

Das Untersuchungsgebiet liegt südwestlich der Stadt Aurich und verläuft durch überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen in der Gemeinde Ihlow sowie z.T. den südlichen Ausläufern der Stadt Aurich. Die geplante Trassenlage ist in Anl. 1.1 dargestellt.

#### 2.1.1 Morphologie, Bebauung, Bewuchs

Die Morphologie im Bereich der Baustrecke ist weitgehend eben ohne signifikante Höhenunterschiede oder topographisch auffällige Strukturen. Die absoluten Geländehöhen liegen zwischen rd. -1,5 mNHN bis +7 mNHN, wobei das Gelände nach Nordosten leicht ansteigt. Zur Visualisierung des Reliefs im Verlauf der geplanten B210, PA II, dient der folgende genordnete Ausschnitt (o.M.) eines digitalen Geländemodells mit 5 m Rasterkachelauflösung (DGM5, [U4]) in Pseudofarbdarstellung (Abb. 1).



**Abbildung 1:** Geländemodell DGM5 in Pseudofarbdarstellung, Ausschnitt aus [U4]

Bis rd. Bau-km 197+000 liegen im Südwestteil der Baustrecke Geländehöhen zwischen -1,5 bis 0 mNHN vor (blaue Färbung). Nordöstlich steigt das Gelände auf ca. +0,5 bis +4,0 mNHN an (hier grünlich eingefärbt) an. Südwestlich von Aurich bei rd. Bau-km 203+000 erfolgt ein weiterer Anstieg auf teils bis zu +6,0 mNHN (orange Darstellung). Hierbei nicht berücksichtigt sind anthropogen aufgefüllte Strukturen wie bspw. die Anrampungen der Unterführung der BAB 31 an der AS Riepe, wo ebenfalls lokal Geländehöhen von bis zu +7,0 mNHN erreicht werden.

Das Untersuchungsgebiet ist nur spärlich bebaut. In unmittelbarer Nähe der geplanten Hauptachse und Anschlussäste liegen vereinzelte Wohnhäuser oder Gehöfte. Im Bereich des Münkewegs kreuzt die geplante Haupttrasse ein Wohngebiet der Gemeinde Ihlow, Ortsteil Fahne. Gleiches gilt für den Anschlussast an die Landesstraße L1 bei Bangstede (Kreuzung der Loogstraße). Es ist nicht bekannt, dass Bauwerke für die Maßnahme verlegt werden müssen.

Am südlichen Ende des Planungsabschnittes mündet die geplante Bundesstraße nördlich der A 31, AS Riepe, in die L1 und wird mit dem Bauwerk 1.A (oder einem ortsgleichen bzw. parallel versetzten Ersatzbauwerk) über die A 31 überführt. Im Verlauf der Planungsstrecke werden mehrfach einspurige Straßen unterordneter verkehrstechnischer Bedeutung gekreuzt, die mit den fünf Bauwerken BW 1.D, 1.G, 1.I, 1.N und 1.T über die B210 n überführt werden sollen. Im Bereich des Anschlussastes an die L1 / Auricher Straße bei Bangstede wird außerdem die L1 mit dem Bauwerk BW 1.M über die B210n überführt. Der Münkeweg wird mit BW 1.Q unterführt. Die geplante Bundesstraße kreuzt außerdem insgesamt 4 Gewässer 2. Ordnung und 3 Gewässer 3. Ordnung, die mit den Bauwerken 1.B, 1.C, 1.E, 1.F, 1.J, 1.L, 1.O unterführt werden. An sechs Standorten werden mit den Bauwerken 1.R.1 bis 1.R.4 sowie 1.S und 1.U außerdem Kleintierdurchlässe geschaffen.

Ausführungsdetails zu den geplanten Brücken und Durchlässen liegen noch nicht vor.

Im Bereich des betrachteten Planungsabschnittes besteht nur lokal und wenig Bewuchs. In erster Hinsicht handelt es sich um Flächen unter Grünland- oder Ackernutzung ohne nennenswerten Baum- und Buschbestand. Einzelne zu kreuzende Wege und Straßen weisen abschnittsweise, teils ein- und teils beidseitig, alleearartige Einfassungen aus mehrere

Meter hohem Buschwerk oder einzelnen Bäumen auf. Der bestehende Straßendamm der Anrampungen zum Bauwerk an der A 31, AS Riepe, ist von dichtem Buschgehölz und Bäumen bestanden.

### **2.1.2 Geologische Verhältnisse (Anl. 1)**

Für eine erste Einschätzung und Interpretation der geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet stehen uns die geologischen Karten [U9], [U10] und [U11] sowie eine digitalisierte geologische Übersichtskartierung, Bohraufschlusssdaten Dritter und geologische Profilschnitte aus dem Onlineserver des Niedersächsischen Landesamtes für Geologie und Bergbau (NIBIS) [U12] zur Verfügung. Des Weiteren wurden uns seitens des Auftraggebers eine geotechnische Vorabrecherche für den hier betrachteten 2. Planungsabschnitt der B210n [U5] und das geologische Streckengutachten des östlich anschließenden 1. Planungsabschnittes (OU Aurich) [U6] zur Verfügung gestellt, die weitere Detailinformationen zur Geologie und zu den geotechnischen Charakteristika des Baugrundes enthalten.

Gemäß den genannten Unterlagen ist im Planungsbereich oberflächennah mit Lockergesteinsböden holozänen bis pleistozänen Alters (jüngeres Quartär) zu rechnen, die eine Mächtigkeit von mehreren Zehnermetern aufweisen. Wie in Abschnitt 2.1.1 beschrieben liegt eine Gliederung des Untersuchungsraumes in einen topographisch niedrigen, südwestlichen Teil vor, in dem oberflächennah jüngere Böden der Marsch anstehen. Nach Nordosten hin definiert der aufsteigende Geestkern (pleistozäne Geschiebeböden) das Relief.

Die jüngsten Bildungen stellen holozäne Nieder- und Hochmoortorfe dar, wobei sich die Ausdehnung des Niedermoortorfs gemäß den vorliegenden Kartenwerken und dem Geotechnischen Vorbericht [U5] auf den südwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes südlich Riepe und Ochtelbur begrenzt. In den übrigen Teilen des Untersuchungsgebietes bestand ursprünglich eine Überdeckung durch Hochmoore, die nach [U10] aber bereits weitflächig durch Torfstich abgetragen wurde und nur noch lokal in Restvorkommen auftritt. Diese liegen gemäß der Geologischen Übersichtskarte aus [U9] in erster Linie entlang des zentralen Achsenverlaufs zwischen Bangstede und Ihlow im Westen bis Ludwigsdorf im Osten. Die Torfabbauggebiete werden dabei regional als „Fehn“ bezeichnet, was sich u.a.

in Ortsnamen wie dem südöstlich von Bangstede liegenden Ihlowerfehn widerspiegelt. Die Mächtigkeit der aktuellen Torfvorkommen beträgt zwischen  $d = 0,5$  bis 3 m. Es handelt sich um überwiegend mäßig bis stark zersetzte, stark wassergesättigte Torfe. Im südwestlichen Randgebiet des Planungsabschnittes können die Torfe oberflächennah durch mineralische Weichschichten (Schlick, Klei) in einer Mächtigkeit von überwiegend wenigen Dezimetern bedeckt sein. Es handelt sich um holozäne Ablagerungen der Brackwasser- bzw. Tidezone der Marsch, die als Schluff-Feinsand-Gemische mit unterschiedlichem Ton- und Organikanteil ausgebildet sind und eine nur weiche Konsistenz aufweisen.

Im gesamten Untersuchungsgebiet sind als Liegendes der o.g. Weichschichten weichselkaltzeitliche bis holozäne, meist schwach bis stark schluffige Fein- bis Mittelsande zu erwarten, die nach unterschiedlichen Quellen bzw. lokal unterschiedlich als periglaziale Flugsande, Geschiebedecksande (verwitterte Grundmoräne, vermengt mit Flugsand) sowie als fluviatil umgelagerte Schwemmsande eingeordnet werden. Wo in Hochlagen keine Überdeckung durch holozäne Weichschichten erfolgte oder bspw. Torflagen bereits weitgehend abgebaut wurden, stehen diese Sande auch unmittelbar unter der Geländeoberfläche an. Vereinzelt, insbesondere im Grenzbereich zu Weichschichten, sind die Sande auch schwach bis stark organisch angereichert oder von Organikstreifen durchzogen („Moorerde“), was entweder auf eine natürliche Beeinflussung durch die überlagernden Moorböden sowie fluviatile Umlagerungsprozesse zurückzuführen ist oder durch Freilegen und anthropogene Bearbeitung der Böden in der Neuzeit verursacht worden sein kann (z.T. auch Plaggenwirtschaft). Die Mächtigkeit der Sande beträgt laut Literatur zwischen wenigen Dezimetern bis mehreren Metern und nimmt in Richtung Südwesten tendenziell zu. Die Lagerung der Sande ist im näheren Umfeld von Aurich und östlich des betrachteten Untersuchungsgebietes nach **[U6]** als überwiegend locker einzustufen.

Unterhalb der Sande bilden saalekaltzeitliche Geschiebeeböden (Geschiebelehm und, im Tieferen, kalkhaltiger Geschiebemergel) des Drenthe-Stadiums weitflächig das Liegende der oberflächennahen Baugrundsichten. Es handelt sich um unterschiedlich schluffige, tonige und teils schwach kiesige Sande sowie z.T. Schluff-Sande, die von einzelnen Steinen oder Blöcken durchsetzt sein können. Die Konsistenz dieser Schichten wechselt

gemäß der vorliegenden Quellen von weich bis steif an der Schichtoberkante zu steif bis z.T. halbfest im Tieferen.

Teil der saalekaltzeitlichen Böden sind außerdem glazifluviatile Schmelzwassersande oder fluviatile Terrassensande, die die Geschiebeböden teils in einer Mächtigkeit von wenigen Dezimetern bis wenigen Metern überdecken, durchziehen und unterlagern. Sie unterscheiden sich von den zuvor beschriebenen jüngeren Sanden der Weichselkaltzeit und des Holozäns durch einen teils höheren Grobkornanteil mit Grobsand- und Kiesbeimengungen sowie z.T. nordische Gesteinsanteile. Sie können außerdem dünne Lagen oder Knollen von Geschiebelehm und -mergel führen. Diese Schichten, die unter Berücksichtigung von **[U6]** eine überwiegend mitteldichte bis sehr dichte Lagerung aufweisen, treten ebenfalls im gesamten betrachteten Planungsabschnitt auf.

Das Liegende der beschriebenen Schichten bilden pleistozäne Ablagerungen der Saale- bis Elster-Kaltzeiten. Diese treten erst in größeren Tiefen von  $t \geq 7$  m, weitflächig auch tiefer, auf. Es handelt sich um Beckentone und -schluffe (wenn elsterzeitlichen Ursprungs bezeichnet als „Lauenburger Schichten“). Bei einer Ausprägung als dunkler, hochplastischer und gebänderter Ton werden die Beckenablagerungen als „Lauenburger Ton“ bezeichnet. Die Beckenschluffe und -tone besitzen eine an der Schichtoberkante teils weiche und im Tieferen steife bis halbfeste Konsistenz.

Ältere Schichten des Liegenden (Neogen und Paläogen) sind aufgrund ihrer Tiefenlage von mehreren Zehnermetern für die hier betrachtete Planungs- bzw. Bauaufgabe nicht relevant.

### **2.1.3 Allgemeine Grundwasserverhältnisse (Anl. 1)**

Die weichselkaltzeitlichen bis holozänen (Deck-) Sande agieren im Untersuchungsgebiet gemäß den vorliegenden Gutachten **[U5]** und **[U6]** sowie den hydrogeologischen Kartenwerken aus dem NIBIS **[U12]** als oberster, mäßig bis gut hydraulisch durchlässiger (Poren-) Grundwasserleiter. Die absoluten langjährig mittleren Grundwasserstände liegen auf einem Niveau von zwischen rd. +3,0 mNHN im Nordosten der Baustrecke bis rd. -2,0 mNHN im Südwesten. Dementsprechend liegt eine südwestliche Grundwasserfließrichtung vor und das Grundwasser steht weitflächig unmittelbar oberflächennah (zwischen  $t =$

0,3 bis 2,5 m unter Gelände) an. Südlich der A 31 wechselt der Grundwassergradient (tideabhängig) zum Teil in Richtung Norden, da der Wasserspiegel der wenige Kilometer südwestlich verlaufenden Ems im Mittel bei rd. 0 mNHN liegt. Die aus den hydrogeologischen Karten HK50 und HÜK200 des NIBIS [U12] entnommenen Grundwassergleichpläne und -fließrichtungen sind in einem Kartenausschnitt in Anl. 1.4 dargestellt.

Wo eine Überdeckung des 1. Grundwasserstockwerks durch gering hydraulisch durchlässige Böden wie Torf oder Klei vorliegt, können bereits im obersten Grundwasserkörper gespannte Grundwasserdruckverhältnisse vorliegen. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass in tieferen Sandlagen des Pleistozäns und des Tertiärs weitere Grundwasserstockwerke anzutreffen sind, die durch geringer durchlässige Geschiebe- und Beckensedimentbarrieren lokal voneinander getrennt sind. Aufgrund der intermittierenden (hydro-) geologischen Schichtung und diversen Fenstern in den als Aquitarde (Grundwasser-Geringleiter) bzw. Aquicluse (-nichtleiter) agierenden Schichten ist nach der uns als Teil der Geotechnischen Recherche [U5] vorliegenden Auswertung hydrogeologischer Fachgutachten (zur hydrogeologischen Bewertung von Trinkwasserentnahmen im Wasserschutzgebiet Tergast) nicht von einer vollständigen, flächendeckenden hydraulischen Trennung der anzutreffenden Aquifer bzw. Grundwasserstockwerke auszugehen.

Neben dem Grundwasser im eigentlichen Sinne sind oberhalb von bindigen und wasserstauenden Schichten wie Torf, Klei und Geschiebeböden in allen Tiefen abhängig von Niederschlägen temporär schwebende Schicht- bzw. Stauwasserbildungen zu erwarten.

Die Baustrecke wird gekreuzt von diversen kleineren Gräben und mehreren Vorflutern 3. bzw. 2. Ordnung (vgl. Abschnitt 2.1.1). Der größte Teil des Untersuchungsgebietes entwässert über den Vorfluter Blitz ins südlich liegende Fehntjer Tief. Nur im Bereich des Anschlussastes an die L1 nördlich Bangstede sowie ab Bau-km rd. 202+000 findet eine Entwässerung nach Nordwesten über den (weitgehend eingedeichten) Ems-Jade-Kanal und den Ridding statt. Die im Umfeld der Baustrecke liegenden Entwässerungsgräben und Vorfluter sind mit Angabe von Bezeichnung, Fließrichtung (nur Vorfluter) und Zuordnung zu einem hydrologischen Einzugsgebiet auf einem aus den Umweltkarten Niedersachsen [U15] entnommenen Kartenausschnitt in Anl. 1.5 abgebildet. In den Anlagen 1.4 und 1.5 mit dargestellt ist jeweils die Lage der geplanten B 210n.

Die geplante B 210n, 2. PA, befindet sich gemäß den Hochwassergefahrenkarten aus **[U15]** nicht in einem ausgewiesenen Binnen-Überschwemmungsgebiet  $H_{Q100}$ . Im Fall einer Extremsturmflut mit Deichbruch kann es in weiten Teilen der Baustrecke zu Überflutungen kommen.

#### **2.1.4 Hinweise auf Nutzung / Vornutzung / Belastung des Untersuchungsgebietes (Anl. 1)**

Oberflächennah werden die in Abschnitt 2.1.2 genannten geologischen Schichten von Mutterböden und / oder lokal anthropogenen Auffüllungen überlagert. Aufgrund des umfassenden Torfabbaus in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes ist davon auszugehen, dass die Mutterböden zum Großteil erst durch menschliche Bearbeitung / Ackerwirtschaft ihre heutige Form angenommen haben. Auffüllungen sind in erster Linie im Bereich der bestehenden Straßen zu erwarten, wobei es sich bei (höheren) Straßendämmen hier regional typischerweise um Spülsandschüttungen handelt. Eine Dammschüttung mit mehreren Metern Mächtigkeit liegt am südwestlichen Ende der Baustrecke mit den Anrampungen zum Unterführungsbauwerk der A 31 unter der L 1, AS Riepe.

Gemäß den Erläuterungen zur historischen Altlastenrecherche aus **[U5]** sind ansonsten nur wenige bekannte Altablagerungen im Umfeld der geplanten Maßnahme vorhanden, die mit Mindestabständen von  $a = 200$  m zum geplanten Trassenverlauf keine unmittelbare Beeinflussung darstellen.

Munitionsaltlasten sind gemäß **[U5]** ebenfalls nicht bekannt. Auch die veranlassten Luftbildauswertungen auf Abwurfkampfmittel durch den Kampfmitteltechnischen Beseitigungsdienst des LGLN **[U16]** ergaben keine unmittelbaren Kampfmittelverdachtsflächen im Bereich der geplanten Trasse. Im zentralen Teil der Baustrecke (zw. Münkeweg und Fockenweg, ca. Station km 201+000) wurde ein einzelner Bombentrichter unmittelbar angrenzend an den geplanten Trassenverlauf identifiziert. Da dieser in mindestens 50 m Abstand zu den für diese Untersuchung geplanten Bohraufschlusspunkten liegt fand keine kampfmitteltechnische Begleitung der Bohrarbeiten in diesem Abschnitt statt. Hier wird vor Beginn der Erdarbeiten eine genauere Erkundung der Örtlichkeit durch einen Fachbetrieb für Kampfmittelbeseitigung erforderlich.

Die Trasse kreuzt an diversen Standorten bestehende unter- und überirdische Leitungen, die im Zuge der weiteren Planung konkret zu erfassen sind und teilweise ggf. verlegt werden müssen. Beispielhaft zu benennen ist hier eine Hauptgasleitung, die die geplante Trasse nördlich der AS Riepe bei Bau-km rd. 192+650 kreuzt. Im zentralen Bereich der Baustrecke befinden sich außerdem diverse Windkraftanlagen, deren Versorgungsleitungen von der geplanten Maßnahme unter Umständen tangiert werden.

Die geplante Baustrecke kreuzt auf einer Länge von insgesamt rd. 6,6 km (nur Hauptachse) zwischen Bau-km rd. 194+450 und 197+900 das Trinkwasserschutzgebiet Tergast, Zone IIIa, und zwischen Bau-km 197+900 und rd. 201+050 selbiges Schutzgebiet in der Zone IIIb. Die Lage der Baustrecke (rot) ist im Bezug auf die Ausdehnung des Schutzgebietes (hellblau) in Anl. 1.7 dargestellt.

Weitere Schutzgebiete sind von der geplanten Streckenführung nicht unmittelbar betroffen. Alle in der näheren Umgebung der betrachteten Baustrecke befindlichen Flora- und Faunaschutzgebiete sind mit Angabe der Lage der B 210n, 2. PA, in einer Übersichtskarte in Anl. 1.8 aufgeführt (Auszug aus den Umweltkarten Niedersachsen **[U15]**).

## **2.2 Baugrund (Anl. 2, 3, 6 bis 8)**

### **2.2.1 Ergebnisse der Felduntersuchungen (Anl. 2, 3 und 8)**

Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind in Anl. 3 als Schichtenprofile gemäß DIN 4023<sup>4</sup> wie folgt abgebildet:

- Anl. 3.1: Schichtenprofile Trockenbohrungen
- Anl. 3.2: Schichtenprofile Kleinrammbohrungen
- Anl. 3.3: Schichtenprofile Kleinschürfe
- Anl. 3.4: Ausbaudiagramme Grundwassermessstellen
- Anl. 3.5: Fotodokumentation Kernbohrungen

Die Erkundungen sind ihrer geografischen Lage im geplanten Trassenverlauf nach von Südwesten nach Nordosten aufsteigend sortiert, wobei beieinander liegende Varianten

---

<sup>4</sup> DIN 4023:2006-02, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung

unmittelbar nacheinander gruppiert sind. Ihre Lage ist anhand ihrer Koordinaten tabellarisch in Anl. 2.1 beschrieben und in den Lageplänen der Anl. 2.2 dargestellt. Die Ergebnisse der direkten Aufschlüsse sind in den Anlagen 8.1 (Bohrungen / Grundwassermessstellen), 8.2 (Kleinbohrungen) und 8.3 (Kleinschürfe) unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bodenansprache und der bodenmechanischen Laboruntersuchungen in Schichtenverzeichnissen beschrieben.

Die Benennung und Beschreibung der Bodenschichten erfolgt gemäß ihrer Kornzusammensetzung oder nach ihrer geologischen Entstehung (mit zusätzlicher Angabe der kornanalytischen Zusammensetzung). Somit können aus den Bohrprofilen bei allen Bodenarten die Korngrößenanteile abgeschätzt werden. Die in die Benennung nicht eingehenden plastischen Eigenschaften werden in der Baugrundbeschreibung angegeben und bei der Klassifizierung berücksichtigt. Für die einzelnen erkundeten Bodenarten wurde in den Schichtenprofilen der Anl. 3 folgende schriftliche bzw. farbliche Darstellung gewählt:

<b>Beton, hydr. geb. Tragschicht</b>	- grün
<b>Asphalt</b>	- dunkelgrau
<b>Mutterboden</b>	- Mu
<b>Auffüllung</b>	- A
<b>Torf</b>	- braun
<b>Klei</b>	- lila
<b>Decksand</b>	- orange
<b>Geschiebelehm</b>	- grau
<b>Geschiebemergel</b>	- blau
<b>Schmelzwassersand</b>	- gelb
<b>Beckenschluff</b>	- ocker
<b>Beckenton</b>	- violett

Im Bereich von Wiesen-, Grün- und Ackerflächen bildet in der Regel **Mutterboden** (bzw. Ober- oder Ackerboden) die Deckschicht. Dieser wurde weitflächig angetroffen und besitzt eine Schichtmächtigkeit von  $d_1 = 0,20$  bis  $0,80$  m, im Mittel  $d_1 \approx 0,40$  m. Es handelt sich um einen Fein- bis Mittelsand mit Beimengungen von Schluff, teils Ton und teils etwas Kies, mit mäßig bis starken humosen Anteilen. Vereinzelt überwiegt auch der Schluffanteil sodass der **Mutterboden** als  $\pm$  sandiger, teils schwach toniger und teils schwach kiesiger, schwach bis stark humoser Schluff anzusprechen ist.

**Auffüllungen** wurden in erster Linie unter bzw. im Bankettbereich bestehender Verkehrswegefächern erkundet. Die Mächtigkeit der **Auffüllungen** variiert zwischen  $d_{2.1} = 0,20$  bis 1,50 m im freien Gelände bzw. bis zu  $d_{2.2} = 8,70$  m im Bereich der bestehenden Rampen zur Unterführung der BAB 31 unter der L 1. Die **Auffüllung** kann in drei wesentlich unterschiedliche Bodenarten unterschieden werden:

- dem Mutterboden ähnliche **humose Auffüllungen** (Sande bis Schluffe, unterschiedlich feinkornhaltig, schwach bis stark humos, teils (schwach) kiesig), die in erster Linie im Bankettbereich von Wegen und z.T. im freien Gelände angetroffen wurden,
- **Kies- bzw. Schotter-Auffüllungen** (Kies, schwach sandig bis sandig, teils schwach schluffig), die vereinzelt und in geringer Schichtmächtigkeit als Tragschicht unter bestehenden Fahrbahnen (hier überwiegend: L1, z.T. Schlackebruch) angetroffen wurden (im Bereich der AS Riepe z.T. auch hydraulisch gebundene Tragschichten),
- sowie **Sand-Auffüllungen** (Fein- bis Mittelsand, z.T. schwach schluffig), die im wesentlichen die z.T. mächtigen Dammschüttungen bzw. -aufspülungen unter der L1 und lokal weiteren befestigten Fahrbahnen ausmachen.

Ein Kornverteilungsband der mittels Korngrößenbestimmungen untersuchten und von ihrer absoluten Häufigkeit und von ihrem Volumen überwiegenden **Sand-Auffüllung** ist in Anl. 6.2.31 beigefügt.

Überwiegend im südwestlichen Drittel der Baustrecke bilden spätweichselzeitliche bis holozäne, mäßig bis stark zersetzte, vereinzelt von gering zersetzten Lagen Holz durchzogene **Torfe** weitflächig die oberste angetroffene Bodenschicht unterhalb von **Mutterboden** bzw. **Auffüllung**. Teils treten derartige Torfschichten auch abschnittsweise noch weiter in Richtung Nordosten auf; ihr nördlichstes Auftreten wurde im Baustreckenbereich um den Münkeweg festgestellt. Die Schichtstärke des **Torfs** beträgt im Untersuchungsgebiet  $d_3 = 0,20$  bis 4,20 m. Die größte Schichtmächtigkeit liegt am südlichen Rand der Baustrecke bei Bau-km rd. 192+200 bis 193+000 (Variantenerkundungen Ersatzbauwerk an der AS Riepe) mit im Mittel  $d_3 \approx 2,0$  bis 3,5 m vor. Unterhalb der bestehenden mächtigen Rampen zum BW Unterführung der BAB 31 wurde der **Torf** indes weitflächig vollständig ausgekoffert / ausgetauscht. Im übrigen Verlauf der geplanten Trasse beträgt die Schichtstärke des

**Torfs**, sofern angetroffen und abgesehen von lokalen Ausnahmen, überwiegend lediglich  $d_3 \approx 0,3$  bis 1,5 m.

Lokal, speziell im Bereich der AS Riepe, wurden ober- oder unterhalb des Torfs bzw. in diesen eingeschaltet Schichten holozäner Brackwasserablagerungen (**Klei**) in  $d_4 = 0,40$  bis 1,25 m Mächtigkeit angetroffen. Es handelt sich um ein schwach bis stark organisches Schluff-Feinsand-Ton-Gemisch. Die labortechnisch ermittelte Spanne der Kornverteilung des **Kleis** ist in Anl. 6.2.32 grafisch in einem Körnungsband dargestellt.

**Torf** und **Klei** werden im weiteren Verlauf dieses Gutachtens z.T. zu Weichschichten zusammengefasst.

Annähernd über die gesamte Baustrecke wurden oberflächennah weichselkaltzeitliche bis altholozäne Flug- oder Schwemmsande aufgeschlossen, die zu **Decksand** zusammengefasst werden. Die Mächtigkeit der für das Untersuchungsgebiet kennzeichnenden **Decksande** beträgt  $d_5 = 0,10$  bis 3,90 m (bei mehreren, wechselgelagerten Schichten: Einzelschichtstärken). Nach ihrer Kornverteilung handelt es sich um teils schwach bis stark schluffige und nur sehr vereinzelt schwach kiesige Fein- bis Mittel- und vereinzelt Grobsande. Die **Decksande** weisen weitflächig eine humose bzw. organische Bänderung oder schwach bis mäßige organische Anteile auf. Besonders im Kontaktbereich zum **Torf** sind sie lokal in geringer Schichtstärke stark organisch und bilden damit einen Übergangshorizont, der als Anmoorboden zu bezeichnen und eher den **Torfen** zuzuordnen ist.

Der Kornverteilungsbereich der **Decksande** ist in Anl. 6.2.33 grafisch anhand des Körnungsbandes dargestellt.

Das Liegende der weichselzeitlichen bis holozänen Schichten bilden die reliefbildenden Ablagerungen der Saale-Kaltzeit (Pleistozän), die überwiegend dem Drenthe-Stadium zuzuordnen sind. Hierbei sind weitflächig entkalkter **Geschiebelehm** und, im Tieferen, kalkhaltiger **Geschiebemergel** anzutreffen. Diese Schichten erreichen nach den vorliegenden Erkundungen im Untersuchungsgebiet eine Mächtigkeit  $d_6$  von meist mehreren Metern und wurden mit dem Großteil der Kleinbohrungen nicht durchteuft. Die Geschiebeböden liegen

als schwach tonige bis tonige, schluffige bis stark schluffige und teils schwach kiesige Sande vor.

Ein Kornverteilungsband des **Geschiebelehms** und **-mergels** ist als Anl. 6.2.34 angefügt.

Eingeschaltet in die Geschiebeböden oder diese unter- und lokal, insbesondere im nordöstlichen Teil der Baustrecke in Richtung Aurich auch überlagernd, wurde pleistozäner **Schmelzwassersand** (Fein- bis Grobsand, teils schwach bis stark schluffig, teils schwach kiesig bis kiesig, teils von Holzkohlestückchen durchsetzt) angetroffen. Dessen erkundete (Einzel-) Schichtmächtigkeit variiert von  $d_8 = 0,30$  bis 11,80 m. In diversen Trockenbohrungen bildet der **Schmelzwassersand** bis  $t = 15$  bzw. 20 m Tiefe unter Gelände die unterste aufgeschlossene Einheit. Der **Schmelzwassersand** ist nach aktuellem Kenntnisstand in erster Linie bereits der Saale-Kaltzeit zuzuordnen, weist in der Tiefe nach den vorliegenden Unterlagen aber einen fließenden Übergang in ältere, elsterzeitliche Schmelzwasser- und Beckenablagerungen auf.

Das grafische Kornverteilungsband der **Schmelzwassersande** befindet sich in Anl. 6.2.35.

Neben dem **Schmelzwassersand** bilden Beckenablagerungen die erkundete Basis des anstehenden Baugrundes, die z.T. auch als lokale Einschaltungen innerhalb von **Schmelzwassersanden** auftreten. Dieser **Beckenschluff** und **Beckenton** wurden ab einer Tiefe von  $t = 7,00$  bis 16,20 m unter Gelände, entsprechend -8,35 bis -17,70 mNHN, aufgeschlossen. Bei dem **Beckenschluff** handelt es sich um einen tonigen bis stark tonigen, sandigen bis stark sandigen Schluff bzw. zum Teil um einen tonigen bis stark tonigen, stark schluffigen (Fein-) Sand. Der **Beckenton** ist als schluffiger bis stark schluffiger, teils schwach (fein-) sandiger bis sandiger Ton bzw. als stark toniger, schwach feinsandiger Schluff zu beschreiben. Da der **Beckenschluff** zum Teil vergleichsweise oberflächennah eingeschaltet in Schmelzwassersande auftritt, ist anzunehmen, dass es sich um eine noch der Saale-Kaltzeit zuzuordnende Ablagerung handelt. Der **Beckenton** bildet hingegen insbesondere im Bereich zwischen Bau-km 193+700 bis 196+700 bis zu Tiefen von  $t = 20$  m unter Gelände die Basis der aufgeschlossenen Baugrundsichten. Er weist zudem weitflächig eine Bänderung mit Einschaltung feiner Sandlagen auf. Diese Merkmale legen

nahe, dass es sich um elsterzeitliche Beckenablagerungen, den sog. „Lauenburger Ton“, handelt. Demnach sind Schmelzwassersande, die im Bereich Bau-km 199+000 bis 199+500 auftreten, ebenfalls bereits der älteren Elster-Kaltzeit zuzuordnen.

Grafische Kornverteilungsbänder des **Beckenschluffs** und **Beckentons** sind als Anl. 6.2.36 sowie 6.2.37 beigefügt.

Nach dem beobachteten Bohrfortschritt, der Probenansprache im Gelände und den geotechnischen Laborversuchen können den einzelnen Bodenarten die nachfolgenden Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen zugeordnet werden:

Auffüllung	überwiegend locker gelagert, z.T. mitteldicht bis dicht bzw. weich bis steif
Torf	mäßig bis stark zersetzt, meist nass
Klei	weich bis steif
Decksand	locker bis mitteldicht
Geschiebelehm	weich, teils weich bis steif oder steif
Geschiebemergel	lokal weich, überw. steif bis halbfest
Schmelzwassersand	mitteldicht, lokal dicht
Beckenschluff	weich bis steif, teils steif bis halbfest
Beckenton	lokal weich, meist steif bis halbfest

### 2.2.2 Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen (Anl. 3 und 6)

Die aus den Trockenbohrungen, Kleinbohrungen und Schürfen entnommenen gestörten Bodenproben wurden von unserem Institut im Probenlager aus bodenmechanischer Sicht angesprochen und beurteilt. Repräsentative Proben wurden ausgewählt und in unserem Labor auf ihre bodenmechanischen Eigenschaften untersucht. Die in den Trockenbohrungen und Schürfen entnommenen ungestörten Sonderproben wurden direkt in unser erd- bautechnisches Labor überführt und dort ausgepresst, angesprochen und untersucht. Folgende Untersuchungen wurden im Einzelnen durchgeführt:

- **Auspressen, Bestimmen und Beurteilen** von 42 ungestörten Proben (Trockenbohrungen: 33 Stück; Kleinschürfe: 9 Stück),
- Bestimmung der **einaxialen Druckfestigkeit** mittels Taschenpenetrometer und Ableitung der **undränderten Scherfestigkeit ( $c_u$ )** nach BAW, Klassifizierung bindiger Böden, Geotechnik-Kolloquium 1999, an 32 ungestörten Proben,
- Bestimmung des **Wassergehaltes ( $w$ )** nach DIN EN ISO 17892-1 an 131 Proben,
- Bestimmung des **Glühverlustes ( $V_{GI}$ )** (der organischen Bestandteile) nach DIN 18128 an 23 Proben,
- Bestimmung der **Kornverteilung** nach DIN EN ISO 17892-4 an 107 Proben (57 Nasssiebungen, 17 Schlämmanalysen und 33 kombinierte Sieb-Schlämmanalysen),
- Bestimmung der **Dichte / Wichte ( $\gamma / \gamma'$ )** nach DIN 18125-2 an 31 ungestörten Proben,
- Bestimmung der **Zustandsgrenzen** nach DIN 18122-1 an 13 Proben,
- Bestimmung der **Zusammendrückbarkeit ( $E_s$ )** im Kompressionsversuch nach DIN EN ISO 17892-5 an 21 ungestörten Proben,
- Bestimmung der **Scherfestigkeit ( $\phi'$ ,  $c'$ )** nach DIN 18137-3 im direkten Scherversuch an 5 ungestörten Proben und
- Bestimmung der **Wasserdurchlässigkeit ( $k_r$ -Wert)** im Standrohrgerät nach DIN 18130 an 12 ungestörten Proben (zzgl. 1 abgebrochener Versuch).

Außerdem wurde im Rahmen unserer fachtechnischen Begleitung der Aufschlussarbeiten unmittelbar nach Probenentnahme in der Kleinbohrsonde eine **Bestimmung des pH-Wertes** an 27 Proben / Schichten durchgeführt.

Die Ergebnisse der Wassergehalts-, Glühverlust-, Taschenpenetrometer- und pH-Wertbestimmungen sind neben den Schichtenprofilen in Anl. 3 angegeben und gelb (Wassergehalte), grün (Glühverluste), rot (undränderte Scherfestigkeiten) bzw. lila (pH-Werte) markiert. Alle Laborversuchsergebnisse, inkl. Wichten, sind außerdem in Anl. 6.1 tabellarisch zusammengestellt („Bodenmechanische Kennwerte“). Die Ergebnisse der weiteren Laboruntersuchungen sind im Einzelnen in folgenden Anlagen enthalten:

- 6.2 Summenlinien der Kornanalysen (6.1.1 bis 6.1.12 - Bohrungen / Grundwassermessstellen, 6.1.13 bis 6.1.28 - Kleinbohrungen, 6.1.29 und 6.1.30 - Kleinschürfe, 6.1.31 bis 6.1.37 - Körnungsbänder)
- 6.3 Zustandsgrenzen
- 6.4 Durchlässigkeitsversuche
- 6.5 Kompressionsversuche und Zeitsetzungslinien
- 6.6 Scherversuche

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen werden nachfolgend für die einzelnen Böden beschrieben.

Bei den nur lokal im Straßenbereich der L1 in geringer Mächtigkeit erkundeten **Kies-Auffüllungen** (Tragschichten) handelt es sich um teils schwach schluffige und sandige Rundkorn-Kiese (z.T. auch gebrochene Schotter). Im Bereich der L1 zwischen Bangstede und dem Ems-Jade-Kanal bestehen die Kies-Tragschichten z.T. auch schwarzem Schlackebruch. Ein Kornverteilungsband der Kies-Auffüllungen wurde aufgrund des nur lokalen Auftretens, ihrer geringen Schichtstärke und den daraus resultierend geringen vorliegenden Probenmengen nicht erstellt.

Die erkundeten **Sand-Auffüllungen** bilden in erster Linie den Schüttkörper der Anrampungen zum bestehenden Bauwerk BW 1.A (Unterführung der BAB 31 unter der L1) sowie lokal weitere erkundete Auffüllungen. Es handelt sich um enggestufte Sande zwischen dem schwach kiesigen Mittel- bis Feinsand bis zum schwach schluffigen Feinsand. Das Körnungsband dieser Schichten findet sich in Anl. 6.2.31.

Der in weiten Teilen der Baustrecke oberflächennah erkundete **Torf** ist schwach bis stark zersetzt und lokal von Pflanzen- und Holzresten durchsetzt. Sein Glühverlust liegt nach Laboruntersuchungen bei  $V_{Gl} = 16,8$  bis  $93,3$  % ( $n = 19$  Werte,  $\bar{V}_{Gl} = 72,7$  %), sein Wassergehalt beträgt  $w_{nat} = 87$  bis  $690$  % ( $n = 38$  Werte,  $\bar{w}_{nat} = 377,5$  %). Überwiegend ist der Torf daher als sehr feucht bis nass zu bezeichnen, nur oberflächennah wurde er nach längeren Trockenperioden ausgetrocknet angetroffen. Die labortechnisch ermittelte Trocken- und Feuchtwichte liegt zwischen  $\gamma_{tr} / \gamma = 1,3$  bis  $3 / 9,9$  bis  $11$  kN/m<sup>3</sup> ( $n = 5$  Werte,  $\bar{\gamma}_{tr} / \gamma = 1,8 / 10,3$  kN/m<sup>3</sup>). Anhand der pH-Messungen in der Kleinbohrsonde konnten

pH-Werte des **Torfes** unmittelbar nach Entnahme von pH = 3,6 bis 6,3 (n = 23 Werte, Ø pH = 5,1) bestimmt werden. Ein Körnungsband wurde für den nicht-mineralischen Torfboden nicht erstellt. Ein Durchlässigkeitsversuch am **Torf** konnte aufgrund unkontrollierter Wasserwegigkeiten durch gering zersetzte Pflanzenteile im kleinen Versuchskörper nicht mit einem verwertbaren Ergebnis beendet werden. Nach Erfahrungswerten weist der anstehende **Torf** eine hydraulische Durchlässigkeit von  $k_f \leq 1 \cdot 10^{-6}$  m/s auf und ist in Anlehnung an DIN 18130 als schwach durchlässig einzustufen.

Der überwiegend am südwestlichen Rand der Baustrecke im ursprünglichen Gelände angetroffene **Klei** ist seiner Kornverteilung nach als schwach toniger, stark schluffiger Fein- bis Mittelsand bis toniger, schwach feinsandiger Schluff einzustufen (s. Kornverteilungsband in Anl. 6.2.32). Sein Glühverlust liegt bei  $V_{Gl} = 9,9$  bis 31,4 % (n = 2 Werte, Ø  $V_{Gl} = 20,6$  %), sein Wassergehalt beträgt  $w_{nat} = 25,9$  bis 111% (n = 10 Werte, Ø  $w_{nat} = 59,5$  %). Seine Fließ- und Ausrollgrenzen liegen zwischen  $w_L = 87,1$  bis 102 % bzw.  $w_P = 44,9$  bis 45,4 %, die Plastizitätszahl entsprechend im Bereich  $I_P = 42,2$  bis 56,6 % (n = 2 Werte, im Mittel  $w_L = 94,5$  %,  $w_P = 45,1$  % und  $I_P = 49,4$  %). Die Wichte (1 Wert) beträgt  $\gamma_{tr} / \gamma = 8,9 / 14,9$  kN/m<sup>3</sup>. Die Konsistenz des **Kleis** ist überwiegend weich und teils steif. Er ist mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f \leq 5 \cdot 10^{-7}$  m/s im Sinne der DIN 18130 als schwach hydraulisch durchlässig zu bezeichnen.

Der überwiegend eng gestufte **Decksand** (Kornverteilungsband in Anl. 6.2.33) liegt zwischen einem schwach kiesigen Fein- bis Mittelsand und einem stark schluffigen Feinsand. Teils weist er schwach organische Beimengungen auf (labortechnisch ermittelter Glühverlust  $V_{Gl} = 2,2$  bis 4,8 % (n = 3 Werte, Ø  $V_{Gl} = 3,7$  %)). Seine Trocken- und Feuchtwichten liegen in den Bereichen zwischen  $\gamma_{tr} / \gamma = 14,3$  bis 16,7 / 17,3 bis 19,5 kN/m<sup>3</sup> (n = 3 Werte, Ø  $\gamma_{tr} / \gamma = 15,5 / 18,1$  kN/m<sup>3</sup>). Sein Durchlässigkeitsbeiwert liegt im Bereich von  $k_f = 1 \cdot 10^{-4}$  m/s bis  $5 \cdot 10^{-6}$  m/s, womit er als durchlässig zu beschreiben ist.

**Geschiebelehm** und **-mergel** werden aufgrund ihrer ähnlichen Eigenschaften im Folgenden zusammengefasst behandelt. Der schwach tonige, schluffige, schwach kiesige Sand bis tonige, schluffige Sand (siehe Kornverteilungsband in Anl. 6.2.34) weist Wassergehalte  $w_{nat} = 9,4$  bis 16,9 % (n = 68 Werte, Ø  $w_{nat} = 13,4$  %) auf. Der oberflächennahe, häufig

weiche Geschiebelehm weist in der Regel die höheren Wassergehalte ( $w \approx 12 - 16 \%$ ) gegenüber dem tieferen, steifen bis halbfesten Geschiebemergel ( $w \approx 10 - 12 \%$ ) auf. Die ermittelten Fließ- und Ausrollgrenzen liegen bei  $w_L = 17,9$  bis  $21,1 \%$  bzw.  $w_P = 9,5$  bis  $11,9 \%$ , die Plastizitätszahl entsprechend im Bereich  $I_P = 7,2$  bis  $11,6 \%$  ( $n = 5$  Werte,  $\bar{w}_L = 19,4 \%$ ,  $w_P = 10,8 \%$  und  $I_P = 8,6 \%$ ). Trocken- und Feuchtwichten liegen im Bereich  $\gamma_{tr} / \gamma = 15,3$  bis  $20,9$  /  $17,6$  bis  $23,3 \text{ kN/m}^3$  ( $n = 27$  Werte,  $\bar{\gamma}_{tr} / \gamma = 19,6$  /  $22,1 \text{ kN/m}^3$ ). Im direkten Scherversuch wurden Reibungsbeiwerte von  $\varphi = 31,5^\circ$  bis  $33^\circ$  bzw.  $c = 22$  bis  $45 \text{ kN/m}^2$  ermittelt ( $\bar{\varphi} = 32,2^\circ$  /  $c = 31,4 \text{ kN/m}^2$ ,  $n = 4$  Werte). In den Taschenpenetrometerbestimmungen wurden undrainierte Scherfestigkeiten  $c_u = 30$  bis  $560 \text{ kN/m}^2$ , im Mittel  $c_u = 178 \text{ kN/m}^2$  ( $n = 23$  Werte) bestimmt, die die z.T. nur weiche und überwiegend steife bis halbfeste Konsistenz widerspiegeln. Die Durchlässigkeitsbestimmungen ergaben eine Wertespanne  $k_f = 2,0 \cdot 10^{-7}$  bis  $1,0 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$  (i.M.  $1,0 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ ,  $n = 9$  Werte), womit **Geschiebelehm-** und **mergel** aufgrund ihres weitgestuften Körnungsbandes und Tonanteils als schwach bis sehr schwach durchlässig gemäß DIN 18130 einzustufen sind. Eine abweichende Durchlässigkeitsbestimmung mit einem deutlich höheren Wert von  $k_f = 3,5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$  ist vermutlich durch eine Wegigkeit am Rand des Probenkörpers (Kieskorn / gestörter Einbau) bedingt und wird nicht in die Bewertung einbezogen.

Der ebenfalls überwiegend eng gestufte **Schmelzwassersand** weist, abgesehen von den teils im **Decksand** anzutreffenden organischen Beimengungen, eine überwiegend ähnliche Zusammensetzung wie dieser auf, besitzt in Tiefen  $t > 5 \text{ m}$  aber lokal einen höheren Grobkornanteil und in diesem Fall eine intermittierende bis weite Abstufung. Der **Schmelzwassersand** ist petrografisch zwischen einem stark schluffigen Fein- bis Mittelsand und einem kiesigen Mittel- bis Grobsand einzuordnen (vgl. Körnungsband in Anl. 6.2.35). Mit einer Wasserdurchlässigkeit  $k_f = 5,0 \cdot 10^{-4}$  bis  $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  ( $\bar{k}_f = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ ) ist er nach DIN 18130 als durchlässig einzustufen. Im Tieferen enthält der **Schmelzwassersand** lokal geringe Holzkohlebeimengungen.

**Beckenschluff** und **Beckenton** (hier auch „Lauenburger Ton“) weisen als saale- bis elsterkaltzeitliche Beckenablagerungen ähnliche geotechnische Eigenschaften auf und werden daher in diesem Bericht weitestgehend zusammengefasst behandelt.

Der **Beckenschluff** ist petrografisch zwischen einem schwach tonigen und schluffigen (Fein-) Sand und einem stark tonigen, sandigen Schluff einzuordnen (siehe Körnungsband in Anl. 6.2.36). Sein Wassergehalt beträgt  $w_{\text{nat}} = 19,7$  bis  $35,4$  % ( $n = 9$  Werte,  $\bar{\varnothing} w_{\text{nat}} = 29,4$  %). Die ermittelten Fließ- und Ausrollgrenzen liegen in den Bereichen  $w_L = 35,1$  bis  $53,8$  % bzw.  $w_P = 18,0$  bis  $20,7$  %, die Plastizitätszahl entsprechend im Bereich  $I_P = 17,1$  bis  $33,1$  % ( $n = 2$  Werte,  $\bar{\varnothing} w_L = 44,5$  %,  $w_P = 19,3$  % und  $I_P = 25,1$  %). Seine Konsistenz ist im Bereich der Schichtoberkante bzw. bei geringmächtigen Einschaltungen im Schmelzwassersand überwiegend weich, im Tieferen teils auch steif bis halbfest. Der **Beckenschluff** ist mit einer Durchlässigkeit von  $k_f \leq 1,0 \cdot 10^{-7}$  m/s schwach bis sehr schwach durchlässig.

Der feinkornreichere **Beckenton** bildet im Vergleich zum Beckenschluff im Untersuchungsgebiet mächtigere Schichtstärken aus und liegt kornanteilig zwischen einem stark tonigen, feinsandigen Schluff und einem schluffigen Ton. Das zugehörige Kornverteilungsband ist in Anl. 6.2.37 dargestellt. Die natürlichen Wassergehalte des **Beckentons** betragen nach unseren Untersuchungen  $w_{\text{nat}} = 31,8$  bis  $38,7$  % ( $n = 10$  Werte,  $\bar{\varnothing} w_{\text{nat}} = 35,2$  %). Seine Fließ- und Ausrollgrenzen wurden zwischen  $w_L = 58,9$  und  $80,1$  % bzw.  $w_P = 27,0$  und  $33,6$  % ermittelt, die Plastizitätszahl liegt im Bereich  $I_P = 31,9$  bis  $50,0$  % ( $n = 4$  Werte,  $\bar{\varnothing} w_L = 72,4$  %,  $w_P = 30,5$  % und  $I_P = 41,9$  %). Der **Beckenton** liegt nur lokal in weicher und überwiegend in steifer bis halbfester Konsistenz vor, was auch anhand der Bestimmung der undrainierten Scherfestigkeiten mittels Taschenpenetrometer von  $c_u = 120$  bis  $240$  kN/m<sup>2</sup>, im Mittel  $c_u = 186$  kN/m<sup>2</sup> ( $n = 5$  Werte) bestätigt wurde. Typischerweise ist der ausgeprägt plastische Ton von feinen (Fein-) Sandbändern durchzogen, die innerhalb der ansonsten homogenen, plastisch abscherenden Matrix im ungestützten Bodenkörper als präferierte Scherflächen agieren. Im direkten Scherversuch wurden im **Beckenton** Reibungsbeiwerte  $\varphi = 18^\circ$  und  $c = 50$  kN/m<sup>2</sup> bestimmt. Seine Trocken- und Feuchtwichte liegen im Wertebereich  $\gamma_{\text{tr}} / \gamma = 12,3$  bis  $14,1$  /  $17,4$  bis  $18,6$  kN/m<sup>3</sup> ( $n = 5$  Werte,  $\bar{\varnothing} \gamma_{\text{tr}} / \gamma = 13,4$  /  $18,2$  kN/m<sup>3</sup>). Mit einer hydraulischen Durchlässigkeit von  $k_f \leq 1,0 \cdot 10^{-9}$  m/s ist der **Beckenton** als sehr schwach durchlässig zu klassifizieren.

Für die einzelnen Bodenschichten können nach den Ergebnissen der Felduntersuchungen, der durchgeführten Laboruntersuchungen, unserer Bodenansprache und unter

Hinzuziehung von Erfahrungswerten geologisch vergleichbarer Böden für erdstatische Berechnungen die nachfolgend aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte (charakteristische Werte) angegeben werden. Bei den bindigen eiszeitlichen Böden (Geschiebelehm- und Geschiebemergel) wird aufgrund der unterschiedlichen, tiefenabhängigen Festigkeiten eine Differenzierung in Schichten nach ihrer Konsistenz (weich bzw. mind. steif) vorgenommen. Die eiszeitlichen Böden Beckenschluff und Beckenton werden aufgrund ihrer für die vorliegende Maßnahme ähnlichen geotechnischen Eigenschaften zusammengefasst.

Geologische Bezeichnung			Auffüllung, humos / Mutterboden	Sand-Auffüllung	Kies-Auffüllung	Torf
Kennzeichnung im Profil			A / Mu	A	A	braun
Wichte	$\gamma / \gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	16 / 6	18,5 / 10,5	20 / 12	10 / 1
Reibungswinkel	$\varphi'$	[°]	25	35	37	15 - 17,5
Kohäsion	$c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	(2)	-	1 - 3
undrained Scherfestigkeit	$c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	-	5 - 10
Steifemodul	$E_s$	[MN/m <sup>2</sup> ]	1 - 3	30 - 60	50 - 150	0,2 - 1
Durchlässigkeit	$k_f$	[m/s]	$\leq 1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 - 9,0 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$\leq 1,0 \cdot 10^{-6}$

Geologische Bezeichnung			Klei	Decksand	Schmelzwassersand
Kennzeichnung im Profil			lila	orange	gelb
Wichte	$\gamma / \gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17 / 7	18 / 10	19 / 11
Reibungswinkel	$\varphi'$	[°]	20	32	35
Kohäsion	$c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2 - 5	-	-
undrained Scherfestigkeit	$c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10 - 50	-	-
Steifemodul	$E_s$	[MN/m <sup>2</sup> ]	1 - 3	8 - 20	30 - 60
Durchlässigkeit	$k_f$	[m/s]	$\leq 5,0 \cdot 10^{-7}$	$\leq 1,0 \cdot 10^{-4}$	$\leq 5,0 \cdot 10^{-4}$

Geologische Bezeichnung			Geschiebelehm und -mergel, weich	Geschiebelehm und -mergel, $\geq$ steif	Beckenschluff / Beckenton
Kennzeichnung im Profil			grau / blau	grau / blau	ocker / violett
Wichte	$\gamma / \gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	22 / 12	23 / 13	18 / 8
Reibungswinkel	$\varphi'$	[°]	30	32	18 - 22
Kohäsion	$c'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5 - 15	15 - 50	20 - 100
undränierte Scherfestigkeit	$c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	25 - 60	60 - 500	30 - 250
Steifemodul	$E_s$	[MN/m <sup>2</sup> ]	5 - 12	12 - 30	10 - 20
Durchlässigkeit	$k_f$	[m/s]	$\leq 2,0 \cdot 10^{-7}$	$\leq 2,0 \cdot 10^{-7}$	$\leq 1,0 \cdot 10^{-7}$

### 2.2.3 Feststellungen zu den Grundwasserverhältnissen und Grund- / Oberflächenwasseruntersuchungen (Anl. 2, 3 und 7)

Aufgrund ihrer Durchlässigkeitsbeiwerte werden die unterschiedlichen Baugrundsichten wie in der folgenden Tab. 2 zusammengefasst eingestuft:

**Tabelle 2:** Wasserdurchlässigkeit der Baugrundsichten gem. DIN 18130

Baugrundsicht	$k_f$ [m/s]	Durchlässigkeit i.S. der DIN 18130	GW-Leitfähigkeit
Auffüllung	$\leq 1,0 \cdot 10^{-4}$	durchlässig	GW-Leiter
Torf	$\leq 1,0 \cdot 10^{-6}$	schwach durchlässig	GW-Geringleiter
Klei	$\leq 5,0 \cdot 10^{-7}$	schwach durchlässig	GW-Geringleiter
Decksand	$\leq 1,0 \cdot 10^{-4}$	durchlässig	GW-Leiter
Schmelzwassersand	$\leq 5,0 \cdot 10^{-4}$	durchlässig	GW-Leiter
Geschiebelehm /-mergel	$\leq 2,0 \cdot 10^{-7}$	(sehr) schwach durchlässig	GW-Geringleiter
Beckenschluff	$\leq 1,0 \cdot 10^{-7}$	schwach durchlässig	GW-Geringleiter
Beckenton	$\leq 1,0 \cdot 10^{-9}$	sehr schwach durchlässig	GW-Stauer

Die bei den Baugrunderkundungen eingemessenen Grundwasserstände sind in Anl. 3 links neben den Schichtenprofilen angegeben. In der folgenden Tab. 3 sind zur Übersicht die eingemessenen Wasserstände des obersten Grund- bzw. Schichtwasserstockwerks

vereinfachend zusammengefasst, wobei Ausreißerwerte vernachlässigt werden. Die Tiefenangabe unter Gelände wird zudem auf das bestehende Ur-Gelände bezogen; die Dammschüttung im Bereich der AS Riepe, wo aufgrund der Dammhöhen teils deutlich größere Grundwasserflurabstände gemessen wurden, wird nicht berücksichtigt.

Aufgrund der angewendeten Aufschlussverfahren und der Messung im (Klein-) Bohrloch unmittelbar nach Niederbringen der Bohrung kann nicht von vollständig ausgespiegelten Zuständen ausgegangen werden.

**Tabelle 3:** Im Bohrloch gemessene Grundwasserstände nach Bau-km

Abschnitt [Bau-km]	Höhe Ur-GOK [mNHN]	Im Bohrloch ermittelte, mittlere Wasserstände	
		[m u. GOK]	[mNHN]
192+200 bis 196+000	-2,00 bis +0,50	0,30 bis 2,00	-1,30 bis -2,80
196+000 bis 197+500	-1,60 bis +0,00	0,40 bis 1,50	-0,80 bis -2,50
197+500 bis 200+000	-0,50 bis +1,50	0,40 bis 1,50	+0,00 bis -1,50
200+000 bis 201+200	-0,20 bis +2,00	0,40 bis 1,50	+1,50 bis -0,70
201+200 bis 203+000	+1,50 bis +4,00	0,80 bis 2,00	+2,70 bis +0,50
203+000 bis 204+680	+2,80 bis +5,00	0,70 bis 2,00	+3,50 bis +2,50

In zahlreichen (Klein-) Bohrungen wurden mehrere Grundwasserstockwerke erkundet (i.d.R. 2 bis 3 im Tiefenbereich  $t = 1$  bis 15 m u. GOK), die durch gering wasserdurchlässige Stauschichten (Torf, Klei oder Geschiebelehm bzw. -mergel) voneinander getrennt sind bzw. überdeckt sind, wodurch in allen Stockwerken lokal gespannte Grundwasserdruckverhältnisse auftreten können. Es ist nach den uns vorliegenden Unterlagen und den ausgeführten Erkundungen nicht davon auszugehen, dass eine weitflächige bzw. vollständige Trennung der einzelnen holozänen bis pleistozänen Grundwasserstockwerke besteht. Vielmehr handelt es sich im erkundeten Tiefenbereich um eine, bedingt durch die unterschiedliche Tiefenlage lokal begrenzter Grundwasserstauschichten, abschnittsweise auftretende Trennung des überwiegend in den Sanden auftretenden Grundwasservorkommens.

Zur Erlangung kontinuierlicher Grundwasserstandsdaten entlang der Baustrecke als Grundlage für die Planung und Festlegung von Bemessungswasserständen wurden 5 Trockenbohrungen zu Grundwassermessstellen ausgebaut, die gleichzeitig als Baugrundaufschluss dienten. Die Lage der Messstellen ist in den Lageplänen der Anl. 2.2 verzeichnet und ihre Ausbauprofile in Anl. 3.4 dargestellt. Die Grundwassermessstellen wurden von der Nds. Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, GB Aurich, in ihr Grundwassermessstellennetz aufgenommen. Eine Übersicht über die bis zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung in den Messstellen ermittelten Wasserstände bietet die folgende Tab. 4:

**Tabelle 4:** Gemessene Grundwasserstände in neuen Grundwassermessstellen

Messstelle	Höhe GOK [mNHN]	Wasserstandsmessung vom 15.08.2021	
		[m u. GOK]	[mNHN]
B 5 GWM	-0,56	1,65	-2,21
B 14 GWM	-1,55	0,47	-2,02
B 24 GWM	-0,44	0,48	-0,92
B 30 GWM	+1,83	0,86	+0,97
B 37 GWM (flach)	-0,29	0,99	-1,28
B 37 GWM (tief)	-0,29	0,72	-1,01

Anzumerken ist in dieser Messwertaufstellung, dass die Messstelle B 37 GWM (tief), die im Bereich  $t = 10$  bis  $12$  m u. GOK im Schmelzwassersand verfiltert ist, zum Messzeitpunkt im August 2021 einen höheren freien Grundwasserpegel aufweist als die unmittelbar angrenzende Messstelle B 37 GWM (flach), deren Filterstrecke im Tiefenbereich  $t = 1$  bis  $3$  m u. GOK im Decksand liegt. Diese Beobachtung bestätigt die zuvor beschriebene Annahme, dass in allen erkundeten Grundwasserstockwerken leicht bis teils deutlich gespannte Druckverhältnisse auftreten können.

Zur Abschätzung höchster Grundwasserstände (HGW) liegen uns keine flächendeckenden verwertbaren Daten aus Landespegeln oder Grundwasserkarten vor. In der vorliegenden Geotechnischen Recherche [U5] werden allgemeine Angaben zu den im Untersuchungsgebiet zu erwartenden minimalen und maximalen Grundwasserständen basierend

auf der Auswertung weniger umliegender Messstellen und Pumpversuche gemacht. Diese Angaben decken sich mit der von uns ermittelten Spannweite der Grundwasserstände.

Zur Ermittlung belastbarer Grundwasserganglinien für die angetroffenen Grundwasserstockwerke sind längerfristige Grundwasserstandsbeobachtungen der o.g. Messstellen in Kombination mit der Auswertung weniger weiterer verfügbarer, im Umfeld der Maßnahme liegender Bestands-Messstellen vorzusehen. Vorsorglich empfehlen wir in Übereinstimmung mit der Geotechnischen Recherche [U5] unter Berücksichtigung der weitflächig ermittelten, oberflächennahen obersten Grundwasserschichten und des Auftretens von Stauschichten innerhalb besser durchlässiger Sandböden, auch unter Berücksichtigung zeitweiser Schichtwasserbildungen, den höchsten Grundwasserstand im Bereich der gesamten Baustrecke auf **BGW = Niveau Geländeoberkante (GOK)** des umliegenden Geländeniveaus anzusetzen. Ein Hochwasserfall (Oberflächenüberflutung) ist unserer Kenntnis nach nicht zu berücksichtigen.

Aus einzelnen Bohrungen bzw. Grundwassermessstellen und Gewässern wurden Wasserproben entnommen und durch die GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, auf Beton- und Stahlaggressivität (23 Stück) untersucht. Die Prüfberichte sind als Anl. 7.4 beigefügt. Aus den Analyseergebnissen ergeben sich folgende Einstufungen:

#### **Betonangriffsgrad (DIN 1045):**

Grundwasser:

- 10 Proben **nicht betonangreifend**
- 4 Proben **schwach angreifend (XA 1;** B13 aufgrund erhöhter Sulfat-Anteile, B4, B15 und B17 aufgrund erhöhter kalklösender Kohlensäure)
- 7 Proben **mäßig angreifend (XA 2;** GWM5, B7, B12 und B25 aufgrund erhöhter Sulfat-Anteile, B3, B32 und B34 aufgrund erhöhter kalklösender Kohlensäure)

Gewässer: 2 Proben nicht betonangreifend

#### **Stahlaggressivität (DIN 50929, Teil 3):**

Grundwasser:

Korrosionswahrscheinlichkeit Unterwasserbereich

- Mulden- und Lochkorrosion: 12 Proben **sehr geringe**, 8 Proben **geringe Wahrscheinlichkeit** (B3, B4, GWM5, B7, B12, B13, B17, B34), 1 Probe **hohe Wahrscheinlichkeit** (B32),
- Flächenkorrosion: 20 Proben **sehr geringe Wahrscheinlichkeit**, 1 Probe **mittlere Wahrscheinlichkeit** (B32)

Grundwasser:

Korrosionswahrscheinlichkeit Wasser/Luft-Grenze

- Mulden- und Lochkorrosion: 13 Proben **sehr geringe**, 7 Proben **geringe Wahrscheinlichkeit** (B3, B4, GWM5, B7, B12, B13, B34), 1 Probe **hohe Wahrscheinlichkeit** (B32),
- Flächenkorrosion: 20 Proben **sehr geringe Wahrscheinlichkeit**, 1 Probe **mittlere Wahrscheinlichkeit** (B32)

Gewässer:

Korrosionswahrscheinlichkeit Unterwasserbereich

- Mulden- und Lochkorrosion: 2 Proben **geringe** Wahrscheinlichkeit (B5, Ridding)
- Flächenkorrosion: 2 Proben **sehr geringe** Wahrscheinlichkeit (B5, Ridding)

Gewässer:

Korrosionswahrscheinlichkeit Wasser/Luft-Grenze

- Mulden- und Lochkorrosion: 2 Proben **sehr geringe** Wahrscheinlichkeit (B5, Ridding)
- Flächenkorrosion: 2 Proben **sehr geringe** Wahrscheinlichkeit (B5, Ridding)

Die in der Grundwasserprobe B32 ermittelten, deutlich abweichenden Verhältnisse mit einer durch verringerten pH-Wert, geringeres Säurepufferpotential und höhere Chloridgehalte bedingten hohen Korrosivität wurden seitens des umwelttechnischen Labors noch einmal systematisch geprüft und bestätigt. Mit Blick auf die übrigen homogenen Untersuchungsergebnisse und die Probenahme aus einem soweit bekannt stofflich weitgehend unbeeinflussten Grundwasserleiter ist dieser Ausreißer nicht erklärbar. Gegebenenfalls ist eine Verunreinigung durch Probenahme oder -zwischenlagerung entstanden. Wir empfehlen, diese Werte und die daraus resultierende Einstufung einer erhöhten Stahlkorrosivität zunächst zu vernachlässigen und bei fortschreitender Planung des am Standort der Trockenbohrung B32 geplanten Ingenieurbauwerks mittels weiterer Grundwasserbeprobungen zu verifizieren bzw. zu widerlegen.

#### **2.2.4 Ergebnisse der umwelttechnischen Laboruntersuchungen (Anl. 7)**

Die entnommenen **Asphaltkerne** und Kerne einer **hydraulisch gebundenen Tragschicht** sowie repräsentative **Bodenproben** wurden dem Büro ukon Umweltkonzepte GmbH & Co. KG, Hannover, zur Untersuchung auf umweltrelevante Inhaltsstoffe und zur Beurteilung aus umweltgeologischer Sicht übergeben. Von ukon wurden nach organoleptischer Ansprache aus den Einzelproben zum Teil Mischproben gebildet und untersucht.

Die Bewertung der untersuchten Bodenproben erfolgte gemäß der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV; nur Oberboden), der LAGA M20, dem Erlass des Niedersächsischen Umweltministeriums<sup>5</sup> und der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV). Die Asphaltproben wurden gemäß der RuVA-StB<sup>6</sup> sowie der AVV und dem o.g. Erlass<sup>5</sup> beurteilt.

Die Ergebnisse und deren Kurzbewertungen sind als Anl. 7.1 bis 7.3 beigefügt und werden nachfolgend in den Tab. 5 bis 7 zusammengefasst. Außerdem wurden die Einstufungen in die Schichtenprofile der Anl. 3 übernommen.

**Tabelle 5:** Abfallrechtliche Einstufung der untersuchten Asphaltproben (Anl. 7.1)

Probe (Entnahmetiefe [m])	RuVA-StB Verwertungs- klasse	WHO-Asbest- gehalt	Gefährlicher Abfall	AVV
B2 (0-0,19)	A	-	nein	17 03 02
BS2 (0-0,20)	A	-	nein	17 03 02
BS7 (0-0,34)	A	-	nein	17 03 02
BS14 (0-0,22)	A	-	nein	17 03 02
BS24 (0-0,29)	A	-	nein	17 03 02
BS26 (0-0,24)	A	-	nein	17 03 02
BS27 (0-0,25)	A	-	nein	17 03 02
BS29 (0-0,29)	A	-	nein	17 03 02
BS150 (0-0,18)	A	-	nein	17 03 02
BS235 (0-0,15)	B	-	ja	17 03 01*
BS237 (0-0,12)	A	-	nein	17 03 02

<sup>5</sup> Einstufung nach dem Erlass des Nieders. Ministeriums für Umwelt u. Klimaschutz (10.09.2010)

<sup>6</sup> Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01)

**Tabelle 6:** Abfallrechtliche Einstufung der untersuchten HGT-Probe (Anl. 7.2)

Probe (Entnahmetiefe [m])	LAGA M20	Gefährlicher Abfall	AVV
BS25 (0,28-0,40)	Z 1.2	nein	17 01 01

**Tabelle 7:** Abfallrechtliche Einstufung der untersuchten Bodenproben (Anl. 7.3)

Mischprobe (Einzelproben mit Tiefenangabe [m])	LAGA M20	BBodSchV	Gefährlicher Abfall	AVV
MP 1 (Mutterboden) BS57 0-0,2, BS58 0-0,5, BS59 0-0,5, BS60 0-0,5, BS61 0-0,5, BS62 0-0,4, BS63 0-0,4, BS64 0-0,2	Z 2 (Z 1 ohne TOC <sup>a</sup> )	> Vorsorgewerte	nein	-
MP 2 (Mutterboden) BS203 0-0,35, BS204 0-0,45, BS205 0-0,45, BS206 0-0,4, BS207 0-0,5, BS208 0-0,4, BS209 0-0,6, BS210 0-0,35	>Z 2 (Z 0 ohne TOC <sup>a</sup> )	< Vorsorgewerte	nein	-
MP 3 (Auffüllungen) BS6 0-6,40, BS9 0-6,0	Z 0	-	nein	17 05 04
MP 4 (Auffüllungen) BS88 0-0,5, BS89 0-0,8, BS90 0-0,9, BS91 0-0,7, BS102 0-0,6, BS103 0-0,4, BS104 0-1,0, BS105 0-0,3	Z 2 (Z 0 ohne TOC <sup>a</sup> )	-	nein	17 05 04
MP 5 (Auffüllungen) BS117 0-0,8, BS118 0-0,5, BS119 0-0,6, BS120 0-0,9, BS166 0-0,4, BS167 0-1,0, BS168 0-0,6, BS169 0-0,9	Z 2 (Z 0 ohne TOC <sup>a</sup> )	-	nein	17 05 04
MP 13 (Schlacke-Auff.) BS150 0,18-0,30, BS155a 0,19-0,50, BS235 0,15-0,40, BS237 0,12-0,30	>Z 2	-	Ja (DK 1) <sup>c</sup>	17 05 03*
MP 14 (Auffüllung) B2 0,3-2,3	Z 0	-	nein	17 05 04
MP 15 (Auffüllung) B2 2,3-7,8	Z 0	-	nein	17 05 04
MP 6 (Klei) BS1 1,5-1,9, BS2 2,65-3,9, BS3 5,1-5,6, BS54 0,9-1,45, BS55b 0,8-1,7	Z 2	-	nein	17 05 04
MP 7 (Klei) BS11 8,4-8,8, BS57 0,2-1,4, BS58 0,5-1,6, BS59 0,5-1,3, BS60 0,5-1,1, BS61 0,5-1,5	>Z 2	-	nein	17 05 04
MP 8 (Klei) BS15 1,2-2,1, BS47 0,7-1,4, BS49 0,8-1,7, BS62 0,4-1,5, BS63 0,4-0,6, BS64 0,2-0,4	Z 2	-	nein	17 05 04
MP 9 (Torf) BS57 1,4-2,6, BS58 1,6-2,8, BS59 1,3-3,1, BS60 1,1-3,1, BS61 1,5-4,0, BS62 1,5-4,1, BS63 0,6-2,5	>Z 2	-	nein	17 05 04

<b>MP 10 (Sand)</b> BS203 0,35-1,8, BS204 0,65-2,5, BS206 0,4-1,7, BS208 0,8-1,5, BS210 0,35-1,60	<b>Z 1</b> (Z 0 ohne TOC <sup>a</sup> )	-	nein	17 05 04
<b>MP 16 (Decksand)</b> B12 0,6-1,0, B13 0,8-2,1	<b>Z 1</b> (Z 0 ohne TOC <sup>a</sup> )	-	nein	17 05 04
<b>MP 11          (Geschiebelehm)</b> BS121 0,5-3,0, BS122 0,9-2,5, BS123 0,7-2,5, BS124 0,6-2,5, BS125 0,5-2,0, BS126 1,0-2,0, BS127 0,6-2,5	<b>Z 0</b> <sup>b</sup>	-	nein	17 05 04
<b>MP 12          (Geschiebemergel)</b> BS70 1,5-3,0, BS71 1,4-3,0, BS72 1,4-3,0, BS73 1,8-3,0, BS74 3,1-5,0, BS75 2,4-4,0	<b>Z 0</b>	-	nein	17 05 04

- <sup>a</sup> der TOC ist, sofern er einziger maßgebender Parameter ist, nicht bei jeder Entsorgungseinrichtung bewertungsrelevant
- <sup>b</sup> ausschließlich aufgrund des i.d.R. nicht bewertungsrelevanten geogenen pH-Wertes im Eluat von 5,9 würde eine Einstufung als Z2-Material erfolgen. Im Einzelfall hat der Entsorger, bspw. bei Gefahr der Mobilisierung von Schadstoffen durch niedrige pH-Einträge, die Entscheidungsgewalt.
- <sup>c</sup> vorläufige Einstufung nach LAGA-Parametern. Eine vollständige DepV-Untersuchung wird zu diesem Zeitpunkt nicht als wirtschaftlich eingeschätzt, kann bei Bedarf aber an Rückstellproben erfolgen

### 2.3 Boden als Baustoff

Angaben zu geplanten oder möglichen Bodenentnahmestandorten liegen uns zum aktuellen Zeitpunkt nicht vor. In Abschnitt 3.3 werden daher allgemein diejenigen Böden, die voraussichtlich im Rahmen von einem abschnittsweise auszuführenden Bodenaustausch oder anderweitigen Aushubmaßnahmen als Aushubmaterial anfallen, als Baustoff bewertet.

### **3 Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse (Anl. 4 und 5)**

#### **3.1 Einflüsse auf die Baumaßnahme (Anl. 4 und 5)**

##### **3.1.1 Geologische Situation (Anl. 5)**

Die geologische Situation ist gekennzeichnet durch ein geplantes Straßenbauwerk mit Ingenieurbauwerken, das bestehende Acker- und Wiesenflächen sowie lokal kleinere Vorfluter und Verkehrswege quert und im Südosten an der Anschlussstelle Riepe (A 31) an die Landesstraße L1 angeschlossen werden soll. Die Haupt-Baugrundformationen werden gebildet aus den **Auffüllungen** (teils humose Auffüllungen, im Straßen- / Bankettbereich teils Kies-Tragschichten und überwiegend (Spül-) Sand-Auffüllungen), den oberflächennahen **Weichschichten** Torf und Klei, den **nicht-bindigen, holozänen bis glazigenen Ablagerungen** (Decksand und Schmelzwassersand) sowie den **bindigen glazigenen Ablagerungen** (Geschiebelehm und -mergel, Beckenschluff und Beckenton (Lauenburger Ton)). Eine Darstellung des beschriebenen Baugrundaufbaus ist in den Baugrundprofilen in Anl. 5 gegeben.

Die weitflächig in überwiegend geringer Schichtstärke anstehenden Weichschichten sind nicht ausreichend tragfähig für die geplante Straßenbaumaßnahme. Deren Tragfähigkeit ist zur Aufnahme der Lasten aus den geplanten Dammschüttungen zunächst, bspw. durch eine Überschüttung im Konsolidierungsverfahren, zu verbessern. Aufgrund ihrer meist relativ geringen Schichtdicken ist unter Berücksichtigung des Zeitaspekts aber eher ein vollständiger Austausch der Weichschichten zu empfehlen.

Von den unterlagernden Sand- und Geschiebeschichten können die Lasten der zu schüttenen Dämme nach Abtrag der humosen Mutterböden / Auffüllungen und ggf. vorhandener Weichschichten bei Einhaltung ausreichender Sicherheiten gegen Böschungsbruch aufgenommen werden. Die geplanten Neigungen der neuen Dammböschungen (1 : 1,5) können in Abhängigkeit von der Scherfestigkeit des Dammmaterials bei einem Austausch der Weichschichten bis zu Böschungshöhen von  $h = 6,0$  m realisiert werden. Darüber wird eine Abflachung ( $\leq 1 : 1,75$ ) oder die Verwendung von Schüttmaterial mit erhöhter Scherfestigkeit (Kies- oder Bruchmaterial) erforderlich, sofern keine Defizite der lokalen Standicherheit gegenüber den aktuellen Regelwerken in Kauf genommen werden sollen.

Zur Erstellung der neuen Dammaufbauten wird die Verwendung von regional verfügbarem, enggestuftem, feinkornarmem Sand empfohlen. Alternativ kann zum Dammaufbau auch weitgestufter Kies-Sand, Kies oder Schotter herangezogen werden. Im Rahmen der Geländeprofilierung anfallender Aushub der Deck- und Schmelzwassersande kann bei Einhaltung eines Feinkornanteils von  $< 15 \text{ M.-%}$  und unter Berücksichtigung der umweltrelevanten Parameter für den Dammaufbau wiederverwertet werden. Im Zuge der Erdbaumaßnahmen anfallende Mutterböden, humose Auffüllungen, Weichschichten und Geschiebeschichten eignen sich nicht für den Dammaufbau.

Die neuen Dammkörper dürfen bis  $\Delta h = + 1,0 \text{ m}$  über den höchsten Wasserstand (BGW = Geländeoberkante umliegendes Gelände) nur aus Böden der Einbauklasse LAGA Z 0 hergestellt werden, da es sich durchgängig um ungünstige hydrogeologische Standortbedingungen nach LAGA handelt. Auf ggf. abweichende Bestimmungen der RiStWag im Trinkwasserschutzgebiet Tergast ist zu achten.

Abzutragende Auffüllungen können bei Belastungen bis Z 2 unter definierten technischen Sicherheitsmaßnahmen wiederverwendet werden (z.B. ein Einbau unterhalb der Asphaltdecke bis maximal  $+1,0 \text{ m}$  oberhalb des höchsten Wasserstandes). Eine entsprechende Wiederverwendung bedarf in der Regel jedoch einer abfallrechtlichen behördlichen Überwachung. Die Auffüllungen  $>Z 2$  (hier: Schlacke-Schotter; voraussichtlich DepV DK I) sind als gefährlicher Abfall grundsätzlich einer fachgerechten Entsorgung zuzuführen. Zur Entsorgung ist die Durchführung eines elektronischen Abfallentsorgungsnachweisverfahrens (eANV) über die Niedersächsische Gesellschaft zur Endablagerung von Sonderabfall (NGS) erforderlich.

Bei einer Gründung auf Weichschichten und einer Erhöhung ihrer Tragfähigkeit durch eine Vorkonsolidierung ist mit Verformungen des anstehenden Baugrundes, in Abhängigkeit von der Stärke der Weichschichten und der Höhe der Dammschüttung, in der Größenordnung  $s \approx 20 - 60 \text{ cm}$  zu rechnen, die innerhalb von rd. 1 bis 2 Jahren weitgehend abgeklungen sein werden. Bei Schichtstärken der Weichschichten von  $d > 1,0 \text{ m}$  wird die Anordnung von Vertikaldrains erforderlich, da ansonsten mit Konsolidierungszeiträumen  $\geq 18$  Monate zu rechnen ist.

Beim empfohlenen Gründungsverfahren mit Austausch der Weichschichten sind die bindigen glazigenen Böden Geschiebelehm und Geschiebemergel primär setzungsrelevant, wobei mit Verformungen  $s \approx 2 - 10$  cm zu rechnen ist, die erst innerhalb von mehreren Jahren abgeklungen sein werden und in die Planung der Gradienten einzubeziehen sind. Im Anschlussbereich an vergleichsweise setzungsarme Ingenieurbauwerke ist daher eine Ertüchtigung des Baugrundes zur graduellen Verminderung der langfristig auftretenden Verformungen der Dammschüttung, bspw. durch eine Rüttelstopfverdichtung, vorzusehen.

Aus den nicht-bindigen Ablagerungen Decksand und Schmelzwassersand sind aufgrund ihrer hohen Festigkeiten kaum messbare, bzw. im Verhältnis zu den Weichschichten und Geschiebeschichten, vernachlässigbare Verformungen zu erwarten. Gleiches gilt für die Beckenablagerungen aufgrund ihrer Tiefenlage unter den Dammschüttungen.

Der südwestliche Teil des Untersuchungsgebietes ist nach den bekannten Kartenwerken (vgl. Anl. 1.6) Risikogebiet für (potentiell) sulfatsaure Böden. Im Rahmen unserer Erkundungen wurden im gesamten Untersuchungsgebiet lokal saure (pH 3,5 - 4,5) Torfböden und vereinzelt Oberböden erkundet, in denen geringe pH-Werte allerdings nicht ungewöhnlich sind (s. Anl. 3.1). Im Übrigen wurden mit den stichprobenartigen Überprüfungen des pH-Wertes an Bohrgut keine akut sauren Verhältnisse erkundet (pH > 5,0). Als potentiell sulfatsauer (d.h. nicht akut sauer, sondern erst nach Zutagetreten / Kontaktaufnahme mit Sauerstoff versauernd) sind gemäß ihrer brackisch-marinen Entstehung von den aufgeschlossenen Baugrundsichten die Kleischichten einzustufen, die im Wesentlichen zw. Bau-km 192+200 bis 193+200 im südwestlichsten Teil der Baustrecke und in meist nur geringer Schichtmächtigkeit von  $d \approx 1,0$  m erkundet wurden. Aufgrund des nur lokal begrenzten und geringmächtigen Auftretens derartiger Schichten wurde auf die Ausführung umfangreicher umwelttechnischer Laborversuche zur Ermittlung des genauen Versauerungspotenzials dieser Böden zunächst verzichtet. Es ist aber davon auszugehen, dass bei einem Aushub von Weichschichten (Torf und/oder Klei) akut bzw. potentiell schwach bis lokal auch deutlich saure Böden ( $\text{pH} \leq 5$  bzw.  $\leq 3$ ) anfallen werden, die entsprechend ohne dauerhaften Zutritt von Sauerstoff zu lagern bzw. wieder einzubauen sind. Dies betrifft insbesondere die mögliche (temporäre) Verlegung der Trasse der L1 bzw. der B210n, PA 2, im Bereich der AS Riepe, BW 1.A.

### 3.1.2 Hydrogeologische Situation (Anl. 1, 3, und 4)

Die hydrogeologische Situation ist gekennzeichnet durch mehrere zum Teil zusammenhängende Grundwasserstockwerke in **holozänen bis pleistozänen Sanden**, die lokal von gering durchlässigen Weichschichten (Torf, Klei) überdeckt bzw. von ebensolchen bindigen **Geschiebeschichten** oder **Beckenablagerungen** durchzogen werden. Die Basis der erkundeten Grundwasserstockwerke bildet saale- bis elsterkaltzeitlicher **Beckenton**. Weitflächig ergeben sich durch diese Randbedingungen schwach bis deutlich gespannte Grundwasserdruckverhältnisse.

Als lokale Vorfluter agieren diverse kleinere Gräben, die auch in Anl. 1.5 dargestellt sind. Wesentliche Vorfluter bilden die von Nordosten nach Südwesten entwässernden Blitz und Ridding. Die Entwässerung verläuft über das Fehntjer Tief zur westlich gelegenen Ems hin. Die Fließrichtung des Grundwassers ist im Wesentlichen als Süd-West-gerichtet anzusetzen, wobei kleinräumige Abweichungen auftreten können. Das Grundwasser wurde im Rahmen der Erkundungen im Herbst 2020 bis Sommer 2021 auf einem Niveau von (gerundet) +3,50 (Nordosten) bis -2,80 mNHN (Südwesten), entsprechend  $t \approx 0,30$  bis 2,00 m unter Gelände (Ausnahme: bestehende Dammschüttungen, dort deutlich tiefer unter Gelände), angetroffen.

Langjährige Grundwasserstandsbeobachtungen für den unmittelbaren Bereich der Bau-  
strecke stehen uns nicht zur Verfügung. Unter Bezug auf die Grundwassergleichen im NIBIS [U12] und in den vorliegenden Geotechnischen Gutachten [U5] und [U6] ist eine für derartige oberflächennahe Porengrundwasserleiter übliche Grundwasserstandsschwankung zwischen dem jährlichen höchsten und niedrigsten Grundwasserstand von  $\Delta h \approx 1,0$  bis 2,0 m zu erwarten. Ohne Vorliegen mehrjähriger Grundwasserstandsbeobachtungen, bspw. aus den neuen Messstellen, ist daher unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages zu empfehlen, den Bemessungswasserstand (vorläufig) auf **BGW = Geländeoberkante** anzusetzen.

Die Grundwasserleiter mit  $d = 1$  bis  $> 10$  m Mächtigkeit werden durch neue Sand-Damm-schüttungen und Brückenbauwerke nicht eingeschnürt und auch in ihrer Durchlässigkeit / Transmissivität nicht verändert.

Aufgrund des Fehlens einer durchgehenden schwach durchlässigen Deckschicht oberhalb des obersten Grundwasserleiters ist die Standortsituation als ungünstig im Sinne der LAGA einzustufen. Bei der hydrogeologisch sensiblen Situation darf bis zu einer Ebene von  $\Delta h = +1,0$  m über dem höchsten Wasserstand grundsätzlich nur vollkommen unbelastetes Bodenmaterial der Einbauklasse Z 0 eingebaut werden.

### **3.1.3 Nutzungen des Untersuchungsgebietes (Anl. 1)**

Die Baustrecke liegt zum überwiegenden Teil im Bereich unbesiedelter Acker- und Grünlandflächen und kreuzt ausschließlich bei Bau-km rd 201+550 den Münkeweg mit angrenzender Wohnbebauung (1- bis 2-geschossige Ein- bis Mehrfamilienhäuser). Des Weiteren wird im Zuge der Anschlussvarianten an die bestehende L1 (Friesenstraße) östlich Ochtelbur die Loogstraße mit angrenzenden Gehöften und Wohnbebauung gekreuzt.

Landschaftsschutzgebiete oder nach §30 BNatSchG geschützte Biotope liegen lokal in unmittelbarer Nähe der geplanten Baustrecke, werden von ihr aber nicht unmittelbar tangiert (vgl. Anl. 1.8).

Die Baustrecke kreuzt zwischen Bau-km 194+450 und 201+050 das Trinkwasserschutzgebiet Tergast (Zone IIIa bzw. IIIb, siehe Anl. 1.7). Aufgrund der Lage im Trinkwasserschutzgebiet Zone III sind die Vorgaben der RiStWag<sup>7</sup> bei der Planung der Linienführung, der Gestaltung der Fahrbahn und ihrer Nebenanlagen sowie der Fahrbahntwässerung zu berücksichtigen. Die Einstufung der Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung nach RiStWag<sup>7</sup> im Verlauf der geplanten Baustrecke ist, in Abhängigkeit von der nach vorliegender Entwurfsplanung zu erwartenden Dammhöhe, in den ingenieurgeologischen Streckenbändern der Anl. 4 detailliert dargestellt. Natürlicherweise liegt aufgrund der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse weitflächig eine nur geringe Schutzwirkung des Grundwassers vor.

Gemäß RiStWag<sup>7</sup> ist demnach z.B. auf die Anordnung von Tank- und Rastanlagen in der Schutzzone III, wenn möglich, zu verzichten, es sind ausschließlich wasserundurchlässige Verkehrsflächen herzustellen und für den Ober- und Unterbau von Straßen sind

---

<sup>7</sup> Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten

ausschließlich unbedenkliche Baustoffe nach RuVa-StB<sup>8</sup> bzw. natürliche Baustoffe ohne kritische, eluierbare geogene Belastungen zu verwenden. Des Weiteren sind bei der Gestaltung von Bankett, Mittelstreifen und Ingenieurbauwerken angemessene Maßnahmen zur Unfallvermeidung und -folgenminimierung nach den in der RiStWag<sup>7</sup> gegebenen Vorgaben zu ergreifen. Entsprechend der weitflächig nur geringen Schutzwirkung der vorliegenden Bodenschichten (bzw. zzgl. dem geplanten Dammaufbau) sind in Abhängigkeit von der zu erwartenden Verkehrsbelastung sowie der Schutzzone (IIIa/b) besondere Maßnahmen der Stufen 2 bis 3 nach o.g. Richtlinie zur Fassung und Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers, bspw. Ableitung in dauerhaft dichten Rohrleitungen und Reinigung vor Versickerung im WSG, zu berücksichtigen. Es wird dabei darauf hingewiesen, dass die Einrichtung mineralischer Dichtschichten unter den geplanten Dammaufbauten aufgrund derer negativen Auswirkungen auf die Tragfähigkeit und Standsicherheit des Dammkörpers nicht vorgesehen werden sollte. Sofern eine Abdichtung des Straßenkörpers gegenüber dem Untergrund herzustellen ist, ist dafür innerhalb des gesamten Dammkörpers und  $b \geq 1,0$  m darüber hinaus ein geeignetes Dichtungsbahnmaterial, ggf. in Kombination mit bewehrten Geogittern, vorzusehen, wobei bei dessen Planung die besonderen Hinweise nach Abschnitt 7.3 der RiStWag<sup>7</sup> zu berücksichtigen sind. Die Vorgaben der RiStWag<sup>7</sup> erstrecken sich außerdem auf die Bauausführung (Vermeidung von grund- und oberflächenwasserschädlichen Emissionen).

Der Untersuchungsraum liegt nicht im Einflussbereich von Bergbaugebieten oder Lagerstättengewinnungsgebieten.

#### **3.1.4 Einordnung der Baumaßnahme in die Erdbebenzonen nach EC8**

Gemäß DIN EN 1998-1 / NA:2011-01 (zu Eurocode 8) liegt das gesamte Untersuchungsgebiet, wie in der Karte des Helmholtz-Geoforschungszentrums Potsdam **[U14]** dargestellt, außerhalb der bekannten Erdbebenzonen.

---

<sup>8</sup> Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau

## 3.2 Baugrundbeurteilung (Anl. 5)

### 3.2.1 Baugrundmodell (Anl. 5)

Nach den durchgeführten Erkundungen ergibt sich ein Baugrundmodell aus Auffüllung (nur lokal angetroffen) bzw. gewachsenem Oberboden über Weichschichten (Klei, Torf) überwiegend geringer Mächtigkeit ( $d \leq 1,0$  m), Decksand, Geschiebelehm und -mergel, Schmelzwassersand, Beckenschluff und Beckenton („Lauenburger Ton“).

Die allgemeine Tragfähigkeit der einzelnen Baugrundsichten kann auf der Grundlage der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen wie folgt angegeben werden:

Auffüllung, humos:	nicht ausreichend
Auffüllung, Sand oder Kies:	ausreichend bis gut
Oberboden:	nicht ausreichend
Klei:	nicht ausreichend
Torf:	nicht ausreichend
Decksand:	eingeschränkt bis gut
Geschiebelehm:	eingeschränkt bis ausreichend
Geschiebemergel:	ausreichend bis gut
Schmelzwassersand:	ausreichend bis sehr gut
Beckenschluff:	eingeschränkt bis ausreichend
Beckenton:	ausreichend bis gut

Danach sind die Oberböden, humosen Auffüllungen und Weichschichten für die Aufnahme von Lasten aus der Dammschüttung nicht geeignet. Die humosen Oberböden und Auffüllungen sind unter Dammschüttungen vollständig abzuziehen bzw. auszutauschen. Die übrigen Weichschichten können durch eine Konsolidierung im Überschüttungsverfahren, bei Schichtmächtigkeit  $d > 1,0$  m mit Vertikaldrains, in ihrer Tragfähigkeit verbessert oder vollständig ausgetauscht werden. Die Gründung von Dämmen kann auf den Decksanden, Geschiebeschichten bzw. Schmelzwassersanden erfolgen, wobei resultierend aus der Kompressibilität und Mächtigkeit der bindigen Geschiebeböden beherrschbare langfristige Setzungen des Schüttkörpers zu berücksichtigen sind.

In den vorliegenden meist wechselgelagerten bindigen und nicht-bindigen eiszeitlichen Böden (Geschiebe und Schmelzwassersand) sind Flachgründungen von Ingenieurbauwerken grundsätzlich möglich, bedürfen jedoch der genaueren Untersuchung bzgl. Bauwerk-

Baugrund-Wechselwirkung. Bei erhöhten Bauwerklasten bzw. Anforderungen an die Bauwerksverformung werden Tiefgründungen empfohlen, wobei die Lastableitung über die mindestens mitteldicht gelagerten, nicht-bindigen Böden sowie mindestens steife, bindige glazigene Böden erfolgen kann.

Bezüglich der Geotechnischen Kennwerte verweisen wir auf Abschnitt 2.2.2.

### 3.2.2 Einteilung in Homogenbereiche (Anl. 5)

Für die geplante Straßenbaumaßnahme wird nachfolgend für Schichten mit vergleichbaren bautechnischen Parametern und unter Berücksichtigung der umweltrelevanten Parameter eine Empfehlung für die Einteilung in Homogenbereiche für die voraussichtlich zu erbringenden Leistungen (hier: Erdbau - DIN 18300) abgegeben.

Wir empfehlen, die angetroffenen Bodenschichten wie folgend zusammengestellt zu Homogenbereichen zusammenzufassen:

<b>Schicht</b>	<b>Erdarbeiten DIN 18300</b>
<b>Humose Auffüllung / Mutterboden</b>	<b>Erd-1</b>
<b>Sand-/Kies-Auffüllung</b>	<b>Erd-2</b>
<b>Torf</b>	<b>Erd-3</b>
<b>Klei</b>	<b>Erd-4</b>
<b>Decksand</b>	<b>Erd-5</b>
<b>Schmelzwassersand</b>	<b>Erd-5</b>
<b>Geschiebelehm und -mergel</b>	<b>Erd-6</b>
<b>Beckenton und Beckenschluff</b>	<b>Erd-7</b>

Die Einteilung in Homogenbereiche wird auch in unseren Geotechnischen Baugrundprofilen der Anl. 5 dargestellt.

Wir weisen darauf hin, dass die Einteilung in Homogenbereiche auf der Grundlage der uns derzeit vorliegenden Unterlagen und Informationen zur Baudurchführung beruht und im

Rahmen der weiteren Planung, z.B. bei Änderung des Bauverfahrens, auch eine Anpassung der Homogenbereiche erforderlich werden kann. Außerdem weisen wir darauf hin, dass trotz Sicherheitsauf- und -abschlägen auf die Kennwerte baugrundbedingte Abweichungen in der Örtlichkeit nicht vollständig ausgeschlossen werden können (Restrisiko / Baugrundrisiko infolge punktueller Aufschlüsse für eine flächenhaft ausgedehnte Baumaßnahme).

### 3.2.3 Bautechnisch relevante geotechnische Kennwerte und Eigenschaften der Homogenbereiche

Im Folgenden werden die bautechnisch relevanten Parameter der einzelnen Baugrundsichten für ihre Einteilung in Homogenbereiche tabellarisch zusammengefasst.

Kennwerte, die nicht explizit durch Feld- oder Laborversuche ermittelt wurden, werden auf der Grundlage von Korrelationen und / oder Erfahrungswerten geologisch vergleichbarer Baugrundsichten abgeschätzt.

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Humose Auffüllung / Mutterboden
Kennzeichnung im Profil	A / Mu
Korngrößenverteilung / Körnungsband	n.b.
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	< 5 %
Bodengruppen nach DIN 18196	OH, OU, [OH], [OU]
Dichte nach DIN 18125-2	1,4 - 1,8 t/m <sup>3</sup>
undrainede Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	0 kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	15 - 50 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	(weich - steif)
bezogene Lagerungsdichte I <sub>D</sub> Def. nach DIN EN ISO 14688-2	0,15 - 0,35 (locker)
Organischer Anteil nach DIN 18128	3 - 15 %

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Humose Auffüllung / Mutterboden
Benenn. und Beschreib. organischer Böden nach DIN EN ISO14688-1	Humus
LAGA-M20 Zuordnungsklasse	Z 2 / >Z 2 (Z 0 bis Z 1 ohne Berücks. v. TOC)

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Sand- / Kies-Auffüllung
Kennzeichnung im Profil	A
Korngrößenverteilung / Körnungsband	s. Anl. 6.2.31
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	< 10 %
Bodengruppen nach DIN 18196	[SE], [SU], [GE], [GW], [GU]
Dichte nach DIN 18125-2	1,6 - 2,0 t/m <sup>3</sup>
undrained Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	0 kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	5 - 20 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	-
bezogene Lagerungsdichte I <sub>D</sub> Def. nach DIN EN ISO 14688-2	0,20 - 0,80 (locker bis dicht)
Organischer Anteil nach DIN 18128	0 - 3 %
LAGA-M20 Zuordnungsklasse	Z 0 - Z 2, Ausnahme Schlacke (>Z 2)

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Torf
Kennzeichnung im Profil	braun
Korngrößenverteilung / Körnungsband	n.b.
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	< 1 %
Bodengruppen nach DIN 18196	HN, HZ

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Torf
Dichte nach DIN 18125-2	1,0 - 1,4 t/m <sup>3</sup>
undrÄnierte Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	5 - 25 kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	80 - 700 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	n.b.
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	n.b.
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	n.b.
bezogene Lagerungsdichte I <sub>D</sub> Def. nach DIN EN ISO 14688-2	n.b.
Organischer Anteil nach DIN 18128	15 - 95 %
Benenn. und Beschreib. organischer Böden nach DIN EN ISO 14688-1	(schwach) faseriger Torf
LAGA-M20 Zuordnungsklasse	>Z 2

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Klei
Kennzeichnung im Profil	lila
Korngrößenverteilung / Körnungsband	s. Anl. 6.2.32
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	< 1 %
Bodengruppen nach DIN 18196	OU, OT
Dichte nach DIN 18125-2	1,3 - 1,6 t/m <sup>3</sup>
undrÄnierte Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	15 - 50 kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	80 - 700 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	25 - 150 %
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	0,5 - 0,8
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	weich bis steif
bezogene Lagerungsdichte I <sub>D</sub> Def. nach DIN EN ISO 14688-2	-
Organischer Anteil nach DIN 18128	5 - 35 %

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Klei
Benenn. und Beschreib. organischer Böden nach DIN EN ISO14688-1	(Mudde)
LAGA-M20 Zuordnungsklasse	Z 2 / >Z 2

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Decksand
Kennzeichnung im Profil	orange
Korngrößenverteilung / Körnungsband	s. Anl. 6.2.33
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blö- cke nach DIN EN ISO 14688-1	< 5 %
Bodengruppen nach DIN 18196	SE, SU, SU*
Dichte nach DIN 18125-2	1,7 - 2,0 t/m <sup>3</sup>
undrionierte Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	0 kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	5 - 20 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	-
bezogene Lagerungsdichte I <sub>D</sub> Def. nach DIN EN ISO 14688-2	0,25 - 0,65 (locker bis mitteldicht)
Organischer Anteil nach DIN 18128	0 - 10 %
Benenn. und Beschreib. organischer Böden nach DIN EN ISO14688-1	-
LAGA-M20 Zuordnungsklasse	Z 1 (Z 0 ohne Berücks. von TOC)

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Schmelzwassersand
Kennzeichnung im Profil	gelb
Korngrößenverteilung / Körnungsband	s. Anl. 6.2.35
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blö- cke nach DIN EN ISO 14688-1	< 3 %

<b>Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung</b>	<b>Schmelzwassersand</b>
Bodengruppen nach DIN 18196	SE, SU, SU*
Dichte nach DIN 18125-2	1,7 - 2,1 t/m <sup>3</sup>
undrÄnierte Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	0 kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	5 - 20 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	-
bezogene Lagerungsdichte I <sub>D</sub> Def. nach DIN EN ISO 14688-2	0,30 - 0,85 (locker bis dicht)
Organischer Anteil nach DIN 18128	0 - 3 %
Benenn. und Beschreib. organischer Böden nach DIN EN ISO 14688-1	-
LAGA-M20 Zuordnungsklasse	Z 1 (Z 0 ohne Berücks. von TOC)

<b>Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung</b>	<b>Geschiebelehm /-mergel</b>
Kennzeichnung im Profil	grau / blau
Korngrößenverteilung / Körnungsband	s. Anl. 6.2.34
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	< 5 %
Bodengruppen nach DIN 18196	SU*, ST, ST*, TL
Dichte nach DIN 18125-2	1,7 - 2,4 t/m <sup>3</sup>
undrÄnierte Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	25 - 500 kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	8 - 18 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	6 - 12 %
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	0,5 - 1,1
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	(weich) bis steif, teils halbfest

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Geschiebelehm /-mergel
bezogene Lagerungsdichte $I_D$ Def. nach DIN EN ISO 14688-2	-
Organischer Anteil nach DIN 18128	0 - 1 %
Benenn. und Beschreib. organischer Böden nach DIN EN ISO14688-1	-
LAGA-M20 Zuordnungsklasse	Z 0

Name der Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Beckenschluff / Beckenton („Lauenburger Ton“)
Kennzeichnung im Profil	ocker / violett
Korngrößenverteilung / Körnungsband	s. Anl. 6.2.36 und 6.2.37
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	< 1 %
Bodengruppen nach DIN 18196	(SU*, ST), UL, UM, TM, TA
Dichte nach DIN 18125-2	1,7 - 2,0 t/m <sup>3</sup>
undrÄnierte Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	30 - 250 kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	15 - 40 %
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	15 - 80 %
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	0,5 - 1,1
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	(weich), meist steif bis halbfest
bezogene Lagerungsdichte $I_D$ Def. nach DIN EN ISO 14688-2	-
Organischer Anteil nach DIN 18128	0 - 1 %
Benenn. und Beschreib. organischer Böden nach DIN EN ISO14688-1	-
LAGA-M20 Zuordnungsklasse	n.b.

### 3.2.4 Versickerungseignung des Untergrundes

Das auf dem Straßendamm anfallende Niederschlagswasser soll bevorzugt dezentral in parallelen Mulden am Dammfuß versickert werden. Sofern von einem vollständigen Austausch der gering hydraulisch durchlässigen Weichschichten (Klei und Torf,  $k_f \leq 1,0 \cdot 10^{-6}$ ) ausgegangen wird, stehen dort teilweise gut bis mäßig hydraulisch durchlässige Deck- sande oder Schmelzwassersande ( $k_f = 1,0 \cdot 10^{-4}$  bis  $5,0 \cdot 10^{-6}$  m/s) in meist nur geringer Schichtstärke von  $d = 0,5$  bis  $2,0$  m an. Diese Schichten sind für die Versickerung von Oberflächenwasser mäßig geeignet. Darunter bzw. in den übrigen Bereichen direkt ab Planumsniveau sind gering durchlässige, bindige Geschiebeböden ( $k_f \leq 1,0 \cdot 10^{-7}$  m/s) zu erwarten, die für eine Versickerung nicht geeignet sind. Die Einteilung der einzelnen Abschnitte der Baustrecke im Hinblick auf die Versickerungseignung des Untergrundes ist im Detail den ingenieurgeologischen Streckenbändern in Anl. 4 zu entnehmen.

Außerdem sind bei der Planung und Ausführung von Versickerungsanlagen die oberflächennahen (mittleren und höchsten) Grundwasserstände zu beachten.

Nach den Vorgaben der RiStWag<sup>7</sup> ist auf eine Versickerung von potenziell belastetem Oberflächenwasser in Trinkwasserschutzgebieten, soweit möglich, zu verzichten. Soll Niederschlagswasser demnach zwischen Bau-km 194+450 und 201+050 dennoch in das Grund- oder Oberflächenwasser eingeleitet werden, sind entsprechende Reinigungseinrichtungen vor Einleitung des kontrolliert gefassten Wassers vorzusehen. Hierfür geeignet sind bspw. Absetzanlagen mit Leichtstoffrückhaltung, die nach Abschnitt 8 der RiStWag<sup>7</sup> zu planen und zu dimensionieren sind.

## 3.3 Beurteilung von Boden als Baustoff

### 3.3.1 Mutterboden / humose Auffüllung

Das gering plastische Schluff-Sand-Gemenge mit Humus- bzw. Organikbeimengungen ist für bautechnische Zwecke ungeeignet. Im Rahmen der abfallrechtlichen Untersuchungen wurden an den Mischproben **MP 1** und **MP 2** oberbodentypisch teils deutlich erhöhte TOC-Gehalte von 4,0 bis 12,0 M.-% ermittelt, die eine Einstufung in die LAGA-Zuordnungs- klasse Z 2 bzw. >Z 2 bedingen. Diese TOC-Gehalte sind allerdings nicht bei jedem

Entsorgungsbetrieb bewertungsrelevant, sodass die Böden u.U. als Z 1 (MP 1) bzw. Z 0 Material (MP 2) abgefahren werden können.

Die Vorsorgewerte der Bundesbodenschutzverordnung werden aufgrund erhöhter Zinkgehalte im Feststoff zum Teil überschritten, so dass eine Wiederverwendung des **Mutterbodens** bzw. der **humosen Auffüllungen** zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht gemäß § 12 BBodSchV (wie z.B. Andeckung neuer Böschungsflächen) im südlichen Baufeldbereich nicht zulässig ist. Die untersuchten Oberböden aus dem nordöstlichen Drittel halten die Vorsorgewerte der BBodSchV hingegen ein. Danach müssen die im Bauflächenbereich anstehenden humosen Deckschichten nach aktueller Erlasslage zumindest zum Teil einer kontrollierten Entsorgung zugeführt werden. Da die Schadstoffbelastungen in-situ jedoch keinen Sanierungsbedarf bedingen und eine Wiederverwendung vor Ort zu keiner Verschlechterung der Gesamtsituation führt, sind jedoch eventuell im Rahmen einer maßnahmenbezogenen Einzelfallentscheidung des zuständigen Abfallwirtschaftsbetriebes des Landkreises Aurich für einen Wiedereinbau der humosen Deckschichten im gesamten Untersuchungsgebiet möglich. Weitere abfallrechtliche Untersuchungen an im Zuge der Baumaßnahme gebildeten Haufwerken / Mieten sollten zu einer genaueren Bestimmung der anzutreffenden Schadstoffgehalte herangezogen werden.

### 3.3.2 Übrige Auffüllung und Asphalt

Die mächtige **Sand-Auffüllung** im Bereich der Rampen zur Unterführung der BAB 31 (BW 1.A) besteht im Wesentlichen aus enggestuften Spülsanden. Sie ist entsprechend ihrem Feinkornanteil (Korndurchmesser  $\leq 0,063$  mm) überwiegend in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1, vereinzelt F 2, einzustufen. Sie ist gut verdichtbar (V 1) und kann deshalb in begrenzten Schichtdicken gut verdichtet werden, so dass die im Straßenbau erforderliche Planumtragfähigkeit  $E_{v2} = 45$  MN/m<sup>2</sup> praktisch durchgehend durch Nachverdichtung erreicht werden kann. Diese reine **Sand-Auffüllung** ist aus geotechnischer Sicht geeignet als Dammbaustoff, Dammauflager und Bodenersatzmaterial. Sie ist nicht geeignet als Frostschutz-, Filter- bzw. Tragschichtmaterial.

Im übrigen Untersuchungsgebiet wurden nur lokal, insbesondere ebenfalls entlang bestehender Verkehrswege, geringmächtige **Sand-** und **Kies-Auffüllungen** erkundet. Hierbei handelt es sich um ein Gemenge vom enggestuften Sand bis zum schluffigen Kies. Im

Bereich der Auf- und Abfahrten an der AS Riepe, A 31, wurde unmittelbar unter dem befestigten Straßenaufbau eine hydraulisch gebundene bzw. verfestigte Kies-Sand-Schicht (HGT/HVT) erkundet, die aufgrund ihrer hydraulischen Bindung erhöhten Aufwand zum Lösen erfordert. Lokal geringmächtig angetroffene, bindige Auffüllungen sind zu vernachlässigen. Zu beachten ist, dass insbesondere die Kiese teils deutliche Fremdbestandteile aufweisen (Schlackenbruch, Ziegelreste, etc.). Diese genannten **Auffüllungen** sind in die Frostempfindlichkeitsklassen F 1, F 2 und F 3 einzustufen. Sie sind mäßig (V 2) bis gut verdichtbar (V 1) und können damit ebenso in begrenzten Schichtdicken ausreichend bis gut verdichtet werden, so dass die im Straßenbau erforderliche Planumstragfähigkeit  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  durch Nachverdichtung erreicht werden kann. Aus geo-technischer Sicht eignen sich diese **Sand-** und **Kies-Auffüllungen** als Dammbau- und -auflagermaterial und bedingt als Bodenersatzmaterial. Sie sind nicht geeignet als Frostschutz- und Tragschicht- oder Filtermaterial.

Die Auffüllungen sind gemäß der untersuchten Mischproben **MP 3**, **MP 4**, **MP 14** und **MP 15** weitgehend als Z 0-Material einzustufen und damit aus wasserrechtlicher Sicht vor Ort wiederverwertbar. Eine Ausnahme bilden die auffälligen Schlacketragschichten im Bereich der Landesstraße L1 (Friesenstr.) östlich Ochtelbur (**MP 13**), die aufgrund erhöhter PAK- und weiterer Schadstoffgehalte in die Zuordnungsklasse >Z 2 fallen und somit einer fachgerechten Entsorgung zugeführt werden müssen. Zur Entsorgung ist die Durchführung eines elektronischen Abfallentsorgungsnachweisverfahrens (eANV) über die Niedersächsische Gesellschaft zur Endablagerung von Sonderabfall (NGS) erforderlich. Das HGT-Material ist aufgrund erhöhter Chrom- und Chloridwerte im Eluat der Zuordnungsklasse Z 1.2 zuzuordnen.

Der untersuchte **Asphalt** kreuzender bzw. aufzunehmender Straßenbereiche weist im Bereich der Baufläche überwiegend unauffällige PAK-Gehalte sowie keine nachweisbaren Asbestgehalte auf (RuVA-StB<sup>9</sup>-Verwertungsklasse A, Abfallschlüssel-Nr. AVV 17 03 02). Lediglich der **Asphalt** der Kleinbohrung BS 235 weist erhöhte PAK- und BaP-Gehalte auf, die eine Einstufung in die Verwertungsklasse B (AVV 17 03 01\*) bedingen. Die **Asphalte**

---

<sup>9</sup> Richtlinie für die umweltverträgliche Verw. von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen

des Verwertungsbereichs A können direkt ins Baustoff-Recycling abgegeben werden. Der **Asphalt** des Verwertungsbereichs B ist gemäß RuVA-StB als gefährlicher Abfall<sup>10</sup> einer fachgerechten Entsorgung zuzuführen. Das kann auch eine Verwertung im Mischwerk sein.

### 3.3.3 Torf

Die organischen holozänen **Torfe** sind insbesondere im südwestlichen Teil der Baustrecke bis etwa zum Grootlandsweg anzutreffen. Ein zweites wesentliches Vorkommen wurde im Bereich des Münkewegs erkundet. Dazwischen liegen nur vereinzelt lokal geringmächtige **Torflinsen** vor. Für bautechnische Zwecke ist der **Torf** nicht geeignet. Er ist stark kompressibel und reagiert empfindlich speziell auf dynamische Belastungen. Bei Belastung federt der Boden außerdem stark ein und reagiert mit Wasserfreisetzung.

**Torfe** können zum Teil bereits im Einbauzustand saure pH-Verhältnisse aufweisen und durch ihre organisch bedingten Sulfatgehalte bei Sauerstoffzufuhr weiter versauern. Im Untersuchungsgebiet wurden lokal vereinzelt versauerte Bodenverhältnisse von bis zu pH = 3,6 im **Torf** angetroffen, weitflächig liegen die pH-Werte allerdings im annähernd neutralen Bereich (pH = 5,0 bis 6,0). Bei Grundwasserabsenkungen, einem Aushub und der Planung von bodenberührten Betonbauteilen ist aber zu beachten, dass die **Torfe** bei Lagerung mit Sauerstoffkontakt potenziell versauern können und zudem generell eine erhöhte Betonaggressivität aufweisen können.

Anhand der abfallrechtlichen Laboruntersuchungen (Mischprobe **MP 9**) sind die Torfe bedingt durch (für organogene Böden typische) erhöhte TOC-Gehalte, erhöhte Sulfat- und Chloridwerte sowie eine erhöhte Leitfähigkeit im Eluat in die LAGA-Zuordnungsklasse >Z 2 einzustufen. Sie sind demnach fachgerecht zu entsorgen, fallen allerdings nicht unter gefährlichen Abfall, da lediglich der TOC-Gehalt und gelöstes Chlorid die Einstufung LAGA >Z 2 bedingen.

---

<sup>10</sup> Einstufung für Niedersachsen nach dem Erlass des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz v. 07.07.2010

### 3.3.4 Klei

Der **Klei** wurde in erster Linie im natürlichen Gelände neben der bestehenden L1 um die Anschlussstelle Riepe erkundet und stellt eine holozäne Brackwasserablagerung dar. Auch der **Klei** reagiert empfindlich auf dynamische Belastungen wie auf Wasserzutritt. Es handelt sich um einen mittel bis ausgeprägt plastischen, schluffig-sandig-tonigen Boden mit meist mäßigem Organikanteil, der stark frostempfindlich (F3) und schlecht (V3) nachverdichtbar ist. Für die Weichschicht **Klei** gilt ebenso, dass dieser Boden für bautechnische Zwecke nicht wiederzuverwerten ist.

Gemäß seiner Entstehung im sulfatreichen Milieu (Brackwasser) stellt der Klei einen potenziell sulfatsauren Boden dar. Sein Aushub bzw. seine Trockenlegung sind daher soweit es geht zu minimieren. Ist der Boden dennoch auszuheben bzw. temporär unter aerobe Verhältnisse zu bringen, bspw. bei Grundwasserabsenkungen, sollte er zur Vorbeugung einer sulfatbedingten Versauerung nur unter anaeroben (Unterwasser-) Bedingungen wieder eingebaut bzw. gelagert werden. Ebenso ist seine sulfatbedingte mögliche Aggressivität gegenüber Betonbauteilen bei der Planung von Ingenieurbauwerken zu beachten.

Der Klei ist nach den abfallrechtlichen Laboruntersuchungen (3 Mischproben **MP 6**, **MP 7** und **MP 8**) als Z 2- bis >Z 2-Material, bedingt durch erhöhte TOC- und z.T. Arsengehalte im Feststoff sowie teils erhöhte Sulfatgehalte und Leitfähigkeiten im Eluat, zu bewerten. Er ist aber nicht als gefährlicher Abfall einzustufen.

### 3.3.5 Sande

Der Decksand und Schmelzwassersand sind zusammengefasst gering bis deutlich feinkornhaltige (Korndurchmesser  $\leq 0,063$  mm von 0 bis 35 %, meist aber 5 - 15 %), enggestufte Fein- bis Mittelsande, teils auch Grobsande, fluviatilen bis glazifluviatilen Ursprungs. Der **Sand** kommt praktisch im gesamten Untersuchungsgebiet in Tiefen ab Geländeoberkante bis über  $t = 10$  m unter Gelände vor. Der **Sand** ist nicht (F1) bis schwach bis mäßig (F2), bei lokal erhöhtem Feinkorngehalt auch sehr (F3) frostempfindlich und überwiegend sehr gut (V1) bis teils mäßig (V2) verdichtbar. Ab mitteldichter bis dichter Lagerung kann seine Festigkeit als mittel bis groß eingestuft werden, bei lockerer Lagerung als eingeschränkt.

Wenn nicht bereits vorhanden, kann die für Planumssohlen im Straßenbau erforderliche Tragfähigkeit  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  in diesem Boden durch Nachverdichtung erreicht werden. Ausnahmen bilden hier lokal stark feinkornhaltige oder organische Sandschichten, die in erster Linie am Übergang zu Torf und Klei zu erwarten sind.

Der **Sand** ist gut geeignet als Dammauflager und als Dammbaustoff. Er ist geeignet als Bodenersatzmaterial. Er ist nicht geeignet als Frostschutz-, Tragschicht- oder Filtermaterial.

Aus dem **Sand** wurden 2 Mischproben (**MP 10** und **MP 16**) auf Schadstoffe untersucht. Mit Ausnahme eines geringfügig erhöhten TOC-Gehalts, der eine Einstufung als LAGA Z 1-Material bedingt, gelten die Sande als unbelastet (Z 0 bei Vernachlässigung des TOC).

### 3.3.6 Geschiebelehm- und mergel

Die Geschiebeböden in Form von kalkigem **Geschiebemergel** und entkalktem **Geschiebelehm** kommen ebenso wie die Sande annähernd im gesamten Untersuchungsgebiet in unterschiedlicher Schichtstärke von wenigen Dezimetern bis über 10 Metern vor. Es handelt sich um einen gering plastischen Boden aus einem Sand-Schluff-Ton-Gemisch, das teils kies- oder steinführend sein kann. **Geschiebemergel** und **-lehm** reagieren verhältnismäßig empfindlich auf Wasserzutritt und dynamische Beanspruchungen. Der hochliegende **Geschiebelehm** und, zum Teil, **Geschiebemergel** ist bei überwiegend weicher bis zum Teil steifer Beschaffenheit ein Boden geringer Festigkeit. Die Festigkeit des tiefliegenden **Geschiebemergels** ist dagegen bei steifer bis halbfester Konsistenz als mittel bis groß einzustufen.

**Geschiebemergel** und **-lehm** sind, unter Tolerierung zeitabhängiger Dammsetzungen von bis zu mehreren Zentimetern, geeignet als Dammauflager. Sollen die Setzungen, bspw. im Anschlussbereich an Ingenieurbauwerke, minimiert werden, ist das Dammauflager in den Geschiebeschichten mittels einer Baugrundverbesserung, z.B. im Rüttelstopfverfahren (RSV), zu ertüchtigen. Sie sind bedingt geeignet als Dammbaustoff. Sollen sie als Dammbaustoff verwendet werden, sind die zunächst mittels eines hydraulischen Bindemittels zu ertüchtigen. Sie sind nicht geeignet als Bodenersatz-, Frostschutz-, Tragschicht- oder Filtermaterial.

**Geschiebelehm und -mergel** gelten gemäß der Analytik von zwei Mischproben (MP 11 und MP 12) als nicht belastet (LAGA Z 0). Ein bedingt durch die geogene Entkalkung des **Geschiebelehms** geringfügig verminderter pH-Wert von 5,9 würde bei der Mischprobe MP 11 eine Einstufung als Z 2-Aushubmaterial bedingen. Dieser ist, auch aufgrund seiner nur minimalen Unterschreitung der Grenzwerte von LAGA Z1.2 (pH 6,0) bzw. LAGA Z 0 (pH 6,5) in der Regel vernachlässigbar.

### 3.3.7 Beckenschluff

**Beckenschluff** wurde in einzelnen Abschnitten der Baustrecke im Hangenden des Beckentons bzw. eingeschaltet in Schmelzwassersand angetroffen. Die Schichtmächtigkeit dieses saale- bis elsterkaltzeitlichen Materials beträgt meist nur wenige Dezimeter bis Meter. Der **Beckenschluff** ist ein Boden überwiegend mittlerer bis ausgeprägter, vereinzelt auch geringer Plastizität, der verhältnismäßig empfindlich auf Wasserzutritt und dynamische Beanspruchungen reagiert. Er ist stark frostempfindlich (F 3) und nur schwer verdichtbar (V 3). Der Beckenschluff ist bei weicher Konsistenz eine Baugrundsicht geringer Festigkeit und bei mindestens steifer bis halbfester Konsistenz mittlerer Festigkeit.

Für die geotechnischen Betrachtungen dieses Streckenneubaus ist der **Beckenschluff** aufgrund seiner Tiefenlage und i.d.R. geringen Schichtstärke nur von begrenzter Relevanz. Der **Beckenschluff** ist geeignet als Dammauflager. Für weitere Verwendungsarten kommt er nicht in Frage, da er aufgrund seiner Tiefenlage  $t \geq 7,0$  m nicht als Aushubmaterial anfallen wird.

Der **Beckenschluff** wurde nicht auf Schadstoffe untersucht.

### 3.3.8 Beckenton

Auch der **Beckenton** stellt eine pleistozäne, eiszeitliche Ablagerung dar. Es handelt sich um einen ausgeprägt plastischen, gering bis mäßig (F2) frostempfindlichen Ton, der schwer verdichtbar (V3) ist. Aufgrund seiner insbesondere im südwestlichen Drittel der Baufläche mächtigen erbohrten Schichtstärke von mehreren Metern und seiner gebänderten Struktur mit Einlagerung mm- bis cm-starker Feinsandbänder ist er im Untersuchungsgebiet unseren Erkenntnissen nach als elsterzeitlicher „Lauenburger Ton“ einzustufen.

Die Festigkeit des tiefliegenden **Beckentons** ( $t > 10$  m) ist bei überwiegend steifer bis halbfester Konsistenz als mittel einzustufen. Der **Beckenton** ist geeignet als Dammauflager. Für weitere Verwendungsarten kommt er ebenso wie der Beckenschluff bedingt durch seine Tiefenlage bei der vorliegenden Bauaufgabe nicht in Frage.

Der **Beckenton** wurde nicht auf Schadstoffe untersucht.

### **3.4 Vorschläge für ergänzende geotechnische Untersuchungen**

Mit den durchgeführten Erkundungen ist der Baugrund für die derzeitige Planung hinreichend aufgeschlossen. Ergänzende Baugrunderkundungen für die Planung des Streckenbauwerks werden nur bei Änderungen der Planung (z.B. abweichende Trassenführung) erforderlich.

Für die Detailplanung der Ingenieurbauwerke werden weitere Baugrunderkundungen in Form von Trockenbohrungen und Drucksondierungen (CPT-Versuche) erforderlich.

Sofern im Bereich der AS Riepe ein versetztes Ersatzbauwerk des BW 1.A und damit zusammenhängend eine Verbreiterung des bestehenden Damms bzw. eine neue Dammschüttung geplant werden, ist zu empfehlen, mit oberflächennahen Kleinbohrungen ( $t \leq 3,0$  m) oder Schürfen Proben der dort anstehenden, potenziell sulfatsauren Kleischichten zu gewinnen, und diese mittels geeigneter Probenansprache, -zwischenlagerung und -analytik auf ihr absolutes Versauerungspotenzial hin zu untersuchen. Mit dieser Maßnahme, die im aktuellen Planungsstadium mit mehreren Trassen-Variantenuntersuchungen noch nicht als wirtschaftlich einzuschätzen ist, kann eine Quantifizierung des erforderlichen Aufwandes für die Lagerung und Abfuhr dieser Böden im Detail vorgenommen werden.

## 4 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise (Anl. 4, 8 und 9)

### 4.1 Geotechnische Kategorie

Im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund (siehe auch DIN 1054:2010-12<sup>11</sup>, DIN 4020<sup>12</sup> und DIN EN 1997-1<sup>13</sup>) ist die Baumaßnahme weitflächig in die **Geotechnische Kategorie GK 2** (Bauwerke und Baugrundverhältnisse mittleren Schwierigkeitsgrades) einzustufen. In Abschnitten mit Auftreten von Weichschichten (Torf, Klei) in größerer Mächtigkeit von  $d > 0,50$  m ist die **Geotechnische Kategorie GK 3** (Bauwerke und Baugrundverhältnisse hohen Schwierigkeitsgrades) anzusetzen.

### 4.2 Empfehlungen und Hinweise für die Entwurfsbearbeitung (Anl. 4 und 9)

Die in den nachfolgenden Abschnitten gemachten Empfehlungen und Hinweise für die Entwurfsbearbeitung sind im ingenieurgeologischen Streckenband in Anl. 4 eingetragen.

#### 4.2.1 Empfehlungen für die Dammschüttung und Böschungsgestaltung

##### Dammgründung

Für den Neubau von Dämmen bzw. die Verbreiterung vorhandener Dämme ist zunächst die humose Grasnarbe bzw. humose Auffüllung / Oberboden im gesamten Dammauflagerbereich abzuziehen.

Anschließend kann bei Vorliegen von Sanden oder bindigen Geschiebeböden auf Auflagerniveau, die nicht von Weichschichten unterlagert werden, die Dammgründung direkt auf diesem Material erfolgen. Anstehende Sande (Decksand oder Schmelzwassersand) sind mit ausreichend schwerem Gerät nachzuverdichten, wobei auf eine intensive dynamische Verdichtung zur Vermeidung eines kapillaren Wasseraufstiegs aus dem nah unter Gelände anstehenden Schicht- und Grundwasser zu verzichten ist. Da die bindigen Geschiebeböden empfindlich auf Wasserzutritt und dynamische Beanspruchungen

---

<sup>11</sup> DIN 1054:2010-12, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau

<sup>12</sup> DIN 4020, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke

<sup>13</sup> DIN EN 1997-1, EC 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1

reagieren, ist die Dammsohle rückschreitend freizulegen und unmittelbar dem Aushub folgend mit einer ersten Lage Dammmaterial zu überschütten. Bei weichem Geschiebeboden kann ein Bodenersatz (eine Vertiefung des Oberbodenaushubs) bis zu  $d = 0,30$  m Schichtdicke erforderlich werden. Eine Nachverdichtung des bindigen Geschiebebodens ist nicht möglich und auch nicht erforderlich, da ausreichende Verdichtung des Untergrundes bei Dammhöhen  $h_D > 1,5$  m vom Eigengewicht der Dammschüttung sichergestellt wird. Aufgrund der Empfindlichkeit des bindigen Geschiebelehms und -mergels gegenüber dynamischen Beanspruchungen empfehlen wir auch die erste Lage Dammschüttmaterial nur statisch zu verdichten und ab der 2. Einbaulage den Einsatz dynamischer Verdichtungsenergie angemessen zu steigern.

Stehen auf Dammauflagniveau Weichschichten (Torf und Klei) bzw. von Weichschichten unterlagerte Sande an, empfehlen wir aufgrund der i.d.R. vergleichsweise geringen Mächtigkeit der Weichschichten einen vollständigen Bodenaustausch dieser Schichten im Andeckverfahren. Dabei wird zeitgleich mit zwei Geräten gearbeitet, wobei ein Gerät den nicht tragfähigen Boden (auch unter Wasser) abschnittsweise bis zum tragfähigen Horizont aushebt und das zweite Gerät unmittelbar anschließend tragfähigen Bodenersatz wieder einbaut. Aufgrund der überwiegend nur mäßigen Wasserdurchlässigkeit der oberflächennahen Sande von im Mittel  $k_f = 3,0 \cdot 10^{-5}$  m/s wird es dabei voraussichtlich zu keinem unmittelbaren Wasserzutritt in den Erdbau hindernden Mengen in die geöffnete Grube kommen. Die Wandungen der anstehenden Böden werden als kurzfristig standsicher eingeschätzt. Dennoch ist darauf zu achten, dass, sofern gering tragfähiges Material nachbricht, dieses vor Einbau des Ersatzbodens von den Aushubsohlen bestmöglich abzuziehen ist.

Alternativ kann zur Ertüchtigung des Dammauflagers bei Antreffen von Weichschichten eine Erhöhung der Tragfähigkeit mittels Vorkonsolidierung durch Überschüttung vorgenommen werden. Dieses Verfahren bedingt den Einbau von Setzungspegeln zur kontinuierlichen Überwachung der Konsolidierung sowie, bei Schichtstärken von  $d \geq 1,0$  m der Weichschichten, zwingend auch die regelmäßige Anordnung von Vertikaldrainagen zur Entwässerung der Weichschichten (Drainabstand  $a \approx 2,0$  m). Zusätzlich ist der zeitliche Aspekt, wobei zur Erlangung von Setzungen von ca. 90 % der Gesamt-Setzungssumme

von einem Zeitraum von überschlägig 1 bis 2 Jahren ausgegangen werden kann, zu berücksichtigen. Dieses Verfahren wird im Untersuchungsgebiet aufgrund des nur abschnittsweisen und in vergleichsweise geringer Schichtmächtigkeit erkundeten Auftretens von Weichschichten als nicht wirtschaftlich eingeschätzt.

### **Dammböschungen**

Die geplante und im Straßenbau übliche maximale Böschungsneigung 1 : 1,5 ( $\beta = 33,7^\circ$ ) gilt für einen Dammaufbau aus rolligem Material ( $\varphi' \geq 35^\circ$ ). Die Mindestscherfestigkeit des in Höhe des Dammauflagers anstehenden Bodens beträgt nach RENDULIC für die Stabilitätsgrenze ( $\eta^* = 1$ )  $\text{erf } \varphi \cong 17,5^\circ$ . Unter Zugrundelegung des Schnittkraftansatzes ( $\tan \varphi = k_{\text{ah}} \cdot \tan \beta$ ) ergibt sich  $\text{erf } \varphi \geq 22,4^\circ$ . Dieser Wert wird von den auf Dammauflagniveau anstehenden Sanden und Geschiebeböden eingehalten. Bei Verwendung kohäsionsloser Böden mit  $\varphi_k = 35^\circ$  und  $c'_k = 0$  (Sand) kann bei Böschungsneigungen 1 : 1,5 die erforderliche Standsicherheit rechnerisch aufgrund des maßgebenden Teilsicherheitsbeiwertes  $\gamma_{\varphi, \text{BS-P}} = 1,25$  nicht nachgewiesen werden. Dabei unberücksichtigt bleibt die im naturfeuchten Zustand im Sand vorhandene Kapillarkohäsion. Sie kann bei einer gleichbleibend hohen Luftfeuchte und bei einer durch eine bei geschlossener Grasnarbe vor Austrocknung geschützten Böschung mit einem Wert  $c'_k = 2 \text{ kN/m}^2$  in Ansatz gebracht werden.

Bei einer Gründung des Dammes auf im Vorkonsolidierungsverfahren verbesserten Weichschichten kann nicht durchgehend von einer Mindestscherfestigkeit am Auflager von  $\varphi \geq 22,4^\circ$  ausgegangen werden, weshalb unter Umständen bereits bei niedrigen Dammhöhen eine Dammneigung flacher als 1 : 1,5 auszubilden ist.

Zur Ermittlung der in Abhängigkeit von den Baugrundverhältnissen, der Dammhöhe gemäß der aktuellen Planung sowie dem Dammschüttmaterial jeweiligen zulässigen Böschungsneigungen wurden in Anl. 9.1 insgesamt 13 Böschungsbruchberechnungen an den 12 Querschnitten 192+500, 194+100, 195+300, 195+800, 196+500, 197+900, 198+700, 200+050, 200+850, 201+650, 202+900 und 203+600 durchgeführt. Untersucht wurden Gleitkreise, die an der Fahrbahnkante am Rand der Verkehrsbelastung bzw. unter der Verkehrsbelastung beginnen. Die Verkehrsbelastung wurde mit  $p_v = 32,6 \text{ kN/m}^2$  mit  $a = 1,0 \text{ m}$  Abstand von der Böschungsschulter angesetzt. Es wurde eine vollständige

Drainierung des Dammkörpers mit Verlauf der Porenwasserdrucklinie auf Höhe umliegendem Geländeniveau (entsprechend BGW) berücksichtigt. Mit diesen Vorgaben wurde mittels Variation des Reibungswinkels und der Gleitkreise der Gleitkreis mit möglichst vollständiger Ausnutzung der Scherfestigkeit ( $\mu \leq 1,00$ ) gesucht. Als Dammschüttmaterial wurden aufgrund der regionalen Verfügbarkeit ausschließlich enggestufte (Spül-) Sande der Bodengruppen SE bzw. SU nach DIN 18196 angesetzt, die auf  $D_{Pr} = 100 \%$  verdichtet werden. Hiermit ist ein Ansatz des Reibungswinkels des neuen Dammmaterials  $\varphi_{,k} = 35^\circ$  und eine Kapillarkohäsion  $c'_{,k} = 2 \text{ kN/m}^2$  gegeben.

Bei den Querschnitten 195+800, 197+900, 198+700, 200+050 und 203+600 sind für das Schüttmaterial mit den genannten Eigenschaften bei einem Böschungswinkel von 1 : 1,5 und Gründung auf Sanden bzw. Geschiebeschichten ausreichende Sicherheiten gegen Böschungsbruch (Ausnutzungsgrade  $\mu \leq 1,00$ ) gegeben. Im Querschnitt 201+650 (b) ist bei Austausch der Weichschichten und Gründung auf Bodenersatzmaterial eine ausreichende Standsicherheit gegen Böschungsbruch (Ausnutzungsgrad  $\mu = 0,93 \leq 1,00$ ) bei einem Böschungswinkel von 1 : 1,75 gegeben. Der Unterschied in der erforderlichen Scherfestigkeit bzw. der resultierenden maximalen Böschungsneigung liegt in den unterschiedlichen Böschungshöhen und damit der unterschiedlichen Steilheit der Gleitkreise bei konstanter Bankettbreite begründet. Die Grenze für ausreichende Sicherheiten der untersuchten Gleitkreise gegen Böschungsbruch bei charakteristischen Scherparametern des neuen Dammmaterials  $\varphi_{,k} = 35^\circ / c'_{,k} = 2 \text{ kN/m}^2$  liegt bei Austausch der Weichschichten bei einer Böschungshöhe  $h = 6,00 \text{ m}$  (200+050, Anl. 9.1.8). Bei größeren Böschungshöhen ist die Böschung entsprechend auf  $\leq 1 : 1,75$  abzuflachen oder Material mit größerer Scherfestigkeit ( $\varphi_{,k} \geq 37,5^\circ$ ) einzusetzen (s. Anl. 9.1.10b, 201+650 (b)).

In den Querschnitten 192+500, 194+100, 195+300, 196+500, 201+650 (a) sind für ebensolches Schüttmaterial der Bodengruppen SE / SU und Gründung auf mittels Vorkonsolidierung verbesserter Weichschichten ausreichende Sicherheiten gegen Böschungsbruch (Ausnutzungsgrade  $\mu \leq 1,00$ ) bei einem Böschungswinkel von 1 : 2,0 gegeben. Bei den zwei Querschnitten 200+850 und 202+900 konnte der Nachweis der Böschungsbruchsicherheit mit einem Böschungswinkel von 1 : 1,5 geführt werden (Ausnutzungsgrade  $\mu = 0,84$  bzw.  $0,95 \leq 1,00$ ). Daraus folgt, dass, sofern die Weichschichten entgegen unserer

Empfehlungen im Baugrund verbleiben, die Grenze zur Einhaltung einer Böschungsneigung von 1 : 1,5 bei einer Böschungshöhe von  $h = 1,50$  m liegt (s. Anl. 9.1.9, 200+850). Unabhängig von den Scherparametern des Schüttmaterials ist die Böschungsneigung aufgrund der nicht ausreichenden Mindestscherfestigkeit des Anstehenden am Dammauflager auf mindestens 1 : 2,0 oder flacher abzumindern.

Gleitkreise innerhalb der Bankette oder ausschließlich in der Böschung wurden nicht untersucht. Sie weisen unter Umständen niedrigere Standsicherheiten / höhere Ausnutzungsgrade auf. Die Ausnutzungsgrade dieser böschungsnahen Gleitkreise (sog. Hautnutzungen ohne Einfluss von äußeren Einwirkungen und bei Vernachlässigung der Kapillarkohäsion und sonstigen Haftkräften aus Bewuchs, d.h. bspw. bei Austrocknen einer nicht bewachsenen Böschung) betragen  $\mu = \tan \beta / (\tan \varphi / \gamma_{\varphi}) = (1 / 1,5) / (\tan 35^{\circ} / 1,25) = 1,19$  für  $\varphi_{,k} = 35^{\circ}$ . Die angegebenen Ausnutzungsgrade gelten für kleinste, böschungsparallele Gleitflächen. Die Überschreitungen der zulässigen Ausnutzungsgrade werden bei der Ausführung von Straßendämmen mit Böschungsneigungen 1 : 1,5 regelmäßig in Kauf genommen. Aus geotechnischer Sicht bestehen grundsätzlich keine Bedenken, sie auch bei dieser Baumaßnahme in Kauf zu nehmen, um aufwendige Verfahren (z.B. Einbau gebrochener Materials, Verfestigungen oder geotextile Bewehrungen) zu vermeiden.

Das Dammschüttmaterial muss bis  $\Delta h = 1,0$  m über dem höchsten Wasserstand (BGW = GOK umgebendes Gelände) aus unbelastetem Material der Einbauklasse Z 0 bestehen. Hierzu kann, sofern sandige Auffüllungen abgetragen werden, bspw. dieses Material wiederverwendet werden. Der teils eine Einstufung als Z 2-Material bedingende TOC-Gehalt von  $< 3,0$  M.-% ist dabei bautechnisch vernachlässigbar.

### **Setzungen**

Aus den Dammverarbeiterungen bzw. neuen Dammschüttungen sind lastabhängige Verformungen des Baugrundes zu erwarten. Hebungen aus Entlastungen infolge Abgrabung (Vertiefungen der Gradienten) sind bei der vorliegenden Bauaufgabe nicht zu berücksichtigen. Die zu erwartenden Verformungen werden in der Anl. 9.2 für die 7 Querschnitte 192+500, 195+300, 197+900, 200+850, 201+600 (a/b) und 203+600 berechnet. Dabei wurden zur Visualisierung der zu erwartenden Setzungen bei einem Verbleib der

Weichschichten und einer Vorkonsolidierung mit Überschüttung beispielhaft auch vier Querschnitte mit Weichschichten auf Dammauflagerniveau berechnet. Für die Berechnung wurden die Dammschüttungen bzw. -verbreiterungen als jeweils 50 m lange Lastflächen mit trapezförmiger Belastung berücksichtigt. Die Eigensetzungen der neuen Dammschüttungen sind bei den hohen Verdichtungsanforderungen mit  $\leq 0,5\%$  der Schütthöhe anzusetzen, die in den Berechnungsergebnissen der Anl. 9.2 nicht berücksichtigt sind. Danach ist mit folgenden Endsetzungen zu rechnen:

Bau-km 192+500 (bei Vorkonsolidierung von Weichschichten):  
 neuer Dammfuß:  $s \approx 5,0 - 10,0 \text{ cm}$   
 neue Böschungsschulter:  $s \leq 45,0 \text{ cm}$

Bau-km 195+300 (bei Vorkonsolidierung von Weichschichten):  
 neuer Dammfuß:  $s \leq 5,0 \text{ cm}$   
 neue Böschungsschulter:  $s \leq 35,0 \text{ cm}$

Bau-km 197+900 (Gründung auf bindigem Geschiebeboden):  
 neuer Dammfuß:  $s \leq 2,0 \text{ cm}$   
 neue Böschungsschulter:  $s \leq 10,0 \text{ cm}$

Bau-km 200+850 (bei Vorkonsolidierung von Weichschichten):  
 neuer Dammfuß:  $s \approx 1,0 \text{ cm}$   
 neue Böschungsschulter:  $s \leq 7,0 \text{ cm}$

Bau-km 201+600 (bei Vorkonsolidierung von Weichschichten):  
 neuer Dammfuß:  $s \approx 5,0 \text{ cm}$   
 neue Böschungsschulter:  $s \leq 45,0 \text{ cm}$   
 Bau-km 201+600 (bei Austausch der Weichschichten):  
 neuer Dammfuß:  $s \approx 1,0 \text{ cm}$   
 neue Böschungsschulter:  $s \leq 12,0 \text{ cm}$

Bau-km 203+600 (Gründung auf bindigem Geschiebeboden):  
 neuer Dammfuß:  $s \leq 1,0 \text{ cm}$   
 neue Böschungsschulter:  $s \leq 4,0 \text{ cm}$

Die Dammsetzungen werden, sofern im Untergrund, wie nur lokal zu erwarten, ausschließlich mindestens mehrere Meter mächtige Sande vorliegen, erfahrungsgemäß praktisch unmittelbar nach dem Schütten der neuen Dämme eintreten. Die Abklingdauer der Setzungen bei einer Gründung auf Weichschichten (mit Vorkonsolidierung) bzw. auf bindigen Geschiebeschichten wurden anhand von Erfahrungswerten und überschlägiger Berechnung ermittelt. Demnach ist zu folgern, dass bei einer Mächtigkeit der Weichschichten von  $d =$

2,0 m ohne zusätzliche Vertikaldrainagen von einer Abklingdauer von rd. 90 % der resultierenden Setzungen von  $\geq 18$  Monaten auszugehen ist. Bei einer Gründung der Dämme ohne darunterliegende Weichschichten, aber unter Einfluss von mehreren Meter mächtigen bindigen Geschiebeschichten, ist von einer Abklingdauer von rd. 90 % der Gesamtsetzungen von mehreren Jahren auszugehen. Eine Beschleunigung der Setzungen des Geschiebebodens mittels vertikaler Drains ist nicht zielführend, da aufgrund der geringen hydraulischen Durchlässigkeit der Geschiebeschichten von weitflächig  $k_f \leq 1,0 \cdot 10^{-8}$  m/s unwirtschaftlich geringe Abstände der einzelnen Drainagen vorzusehen wären. Die durch die bindigen Böden (vorwiegend Geschiebe, z.T. auch Beckenablagerungen) bedingten Setzungen sind daher in der Planung des Gradientenniveaus zu berücksichtigen.

Sollen die anfallenden Setzungen reduziert und die Zeitdauer bis zum annähernd vollständigen Abklingen dieser verkürzt werden, bspw. in Anschlussbereichen der Trasse an annähernd steif und setzungsarm gegründete Ingenieurbauwerke, wird eine Baugrundverbesserung der bindigen Baugrundsichten empfohlen. Hierzu ist bspw. eine Rüttelstopfverdichtung (RSV-Kies-Sand-Säulen) der anstehenden Böden von einer Arbeitsebene nach Abzug / Austausch evtl. vorhandener Weichschichten zu empfehlen.

Wird ein Bodenaustausch mit kontrollierter Verdichtung des Ersatzbodens im Bereich der Gründungselemente von Ingenieurbauwerken geplant, ist für diesen eine Grundwasserabsenkung einzuplanen. Zur Begrenzung des dafür erforderlichen Aufwandes sollten die Baugruben mittels eines annähernd wasserundurchlässigen Verbaus (bspw. Spundwand mit Einbindung in die Geschiebe- oder Beckenablagerungen) eingefasst werden („Grundwasser schonende Bauweise“). Im Bereich der Strecke ist diese Vorgehensweise als unwirtschaftlich einzustufen, weshalb hier das zuvor beschriebene Andeckverfahren zum Bodenaustausch der Weichschichten empfohlen wird.

#### **4.2.2 Hinweise zur Erstellung des Planums**

Im Bereich der Dammstrecke wird die Tragfähigkeit des Erdplanums durch die ordnungsgemäße Verdichtung der Dammschüttungen sichergestellt.

### 4.2.3 Dicke des frostsicheren Oberbaus

Die Dicke des frostsicheren Oberbaus ergibt sich nach RStO<sup>14</sup> aus dem Ausgangswert für die Bestimmung der Mindestdicke und den Mehr- oder Minderdicken infolge Frosteinwirkung (A), kleinräumiger Klimaunterschiede (B), Wasserverhältnisse im Untergrund (C), Lage der Gradienten (D) und Entwässerung der Fahrbahn / Ausführung der Randbereiche (E). Wir gehen von einer Belastungsklasse Bk 100 und einer überwiegenden Frostempfindlichkeitsklasse F 2 (gering bis mittel frostempfindlich) der neuen Dammschüttung aus, so dass sich der Ausgangswert zu  $d = 55 \text{ cm}$  ergibt. Die Mehr- oder Minderdicken ergeben sich im Bereich der Dammstrecke beispielhaft zu

A = + 5 cm (Frosteinwirkungszone I)

B = ± 0 cm (keine besonderen Klimaeinflüsse)

C = + 5 cm (Grund- oder Schichtwasser zeitweise höher als 1,5 m unter Planum)

D = - 5 cm (Damm > 2,0 m)

E = ± 0 cm (Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen).

Danach errechnet sich die nach RStO<sup>14</sup> zu empfehlende Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus im Bereich der Dammstrecke im Mittel zu  $d_{\min} = 55 \text{ cm} + 5 \text{ cm} \pm 0 \text{ cm} + 5 \text{ cm} - 5 \text{ cm} \pm 0 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$ .

In Abhängigkeit von der Dammlage sind Anpassungen einzelner Faktoren erforderlich. Die genaue Dimensionierung der erforderlichen Dicke des frostsicheren Oberbaus hat durch den Verkehrsflächenplaner zu erfolgen.

## 4.3 Erstabschätzung von Gefährdungen

Bei den umweltchemischen Boden- und Baustoffuntersuchungen wurden im gesamten Baustreckenbereich folgende Verwertungsbereiche / Zuordnungsklassen ermittelt:

### Asphalt:

- Verwertungsbereich A: 10 Proben
- Verwertungsbereich B: 1 Probe
- Asbest: alle untersuchten Proben asbestfrei

---

<sup>14</sup> Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

**Hydraulisch gebundene Tragschichten:**

- LAGA Z 1.2: 1 Probe

**Auffüllungen:**

- LAGA Z 0: 4 Proben (20 Proben bei Vernachlässigung des TOC)
- LAGA Z 2: 16 Proben (0 Proben bei Vernachlässigung des TOC)
- LAGA > Z 2: 4 Proben (Schlacke-Schotter)

**Oberboden:**

- LAGA Z 0: 0 Proben (8 Proben bei Vernachlässigung des TOC)
- LAGA Z 1: 0 Proben (8 Proben bei Vernachlässigung des TOC)
- LAGA Z 2: 8 Proben (0 Proben bei Vernachlässigung des TOC)
- LAGA > Z 2: 8 Proben (0 Proben bei Vernachlässigung des TOC)

**Klei:**

- LAGA Z 2: 11 Proben
- LAGA > Z 2: 7 Proben

**Torf:**

- LAGA > Z 2: 7 Proben

**Sand:**

- LAGA Z 0: 0 Proben (7 Proben bei Vernachlässigung des TOC)
- LAGA Z 1: 7 Proben (0 Proben bei Vernachlässigung des TOC)

**Geschiebelehm und -mergel:**

- LAGA Z 0: 13 Proben

Aus den ermittelten Schadstoffbelastungen ist kein Sanierungsbedarf abzuleiten.

Bezüglich Abwurfkampfmittel liegen die Luftbildauswertungen des LGLN vom 01.10.2019 einschließlich Nachauswertung vom 15.07.2020 ([U16]) vor. Darin sind für Bereiche angrenzend an den Untersuchungsraum einzelne Verdachtsflächen (Bombenrichter) ausgewiesen. Da im Rahmen der Erkundungskampagne keine Ansatzpunkte innerhalb dieser Verdachtsflächen lagen, wurden keine weitergehenden kampfmitteltechnischen Untersuchungen veranlasst. Sollten die gekennzeichneten Flächen im weiteren Zuge der Planung im Trassenbereich liegen oder bspw. für Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen) herangezogen werden, wird vorlaufend eine Kampfmittelfreimachung / -freigabe durch vor-Ort-Erkundungen erforderlich.

## 5 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Geplant ist der Neubau der B210n im 2. Planungsabschnitt zwischen der A31, AS Riepe (Bau-km 192+204), und dem Anschluss an die Ortsumgehung Aurich (Bau-km 204+684). Mit den durchgeführten Erkundungen wurde ein Baugrundaufbau aus Auffüllungen (nur bereichsweise angetroffen) bzw. Oberboden über lokal anzutreffenden Weichschichten (Torf und / oder Klei), Decksand, Geschiebelehm, Geschiebemergel, Schmelzwassersand, Beckenschluff und Beckenton („Lauenburger Ton“) erkundet.

Die Decksande und Schmelzwassersande führen Grundwasser, das in mehreren nur partiell voneinander getrennten Grundwasserstockwerken teils (deutlich) gespannt unter gering durchlässigen Deck- und Zwischenschichten ansteht. Der oberste Grundwasserkörper wurde im Rahmen der Erkundungen oberflächennah in Tiefen  $t = 0,30$  bis  $2,80$  m unter natürlichem Geländeniveau, entsprechend  $+3,50$  bis  $-2,80$  mNHN, angetroffen. Im Zuge der Bohrkampagne wurden entlang der geplanten Trasse insgesamt 5 Grundwassermessstellen (DN 50 bzw. DN 100 mm) zur langfristigen Beobachtung der Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet errichtet. Der höchste Grundwasserstand ist, auch unter Berücksichtigung temporärer Schichtwasserstände, auf Höhe BGW = Oberkante umgebendes Gelände anzusetzen.

Die humosen Deckschichten sind im Auflagerbereich der Dammschüttungen vollständig abzuziehen. Darunter anstehender Torf, Klei oder humose Auffüllungen sind für eine Aufnahme von Lasten der Dämme nicht geeignet und sollten im Andeckverfahren gegen tragfähiges Material (bspw. Sand) ausgetauscht werden. Die Verdichtung des Austauschbodens erfolgt dabei durch die darüber liegende, kontrolliert verdichtete Dammschüttung. Bei größerer Mächtigkeit der Weichschichten kann zur Minimierung von Aushub auch eine Konsolidierung durch Vorbelastungsschüttung in Frage kommen, wobei von einer Liegezeit von mind. 1 - 2 Jahren auszugehen ist.

Die anstehenden Sande, bindigen Geschiebeböden und Beckenablagerungen sind ausreichend tragfähig als Dammauflager. Zur Minimierung von aus den bindigen eiszeitlichen Böden resultierenden Setzungen, die erst im Laufe mehrerer Jahre vollständig abgeklungen sein werden und bei der Planung der Gradienten zu berücksichtigen sind, empfiehlt

sich eine Ertüchtigung dieser Schichten im Rüttelstopfverfahren (RSV). Dies sollte insbesondere in den Anschlussbereichen an annähernd setzungsfrei gegründete Ingenieurbauwerke vorgesehen werden.

Bei Gründung von Dämmen mit einer Höhe von  $h \leq 6,00$  m auf tragfähigem Baugrund (Bodenaustausch, Sande oder Geschiebeböden) können die neuen Dammböschungen bei Verwendung ortsüblicher Sande der Bodengruppen SE und SU mit Verdichtung auf  $D_{Pr} = 100$  % mit einer Neigung von 1 : 1,5 ausgeführt werden. Bei höheren Böschungen ist die Neigung auf flacher gleich 1 : 1,75 abzumindern bzw. ist Schüttmaterial mit vorteilhafteren Scherparametern zu verwenden. Bei Dammgründung auf durch Überschüttung vorkonsolidierten Weichschichten ist die Böschungsneigung unabhängig vom Dammbaumaterial bereits bei Dammhöhen von  $h > 1,5$  m von 1 : 1,5 auf flacher gleich 1 : 2,0 abzumindern. Für den Dammbau können bei umwelttechnischer bzw. wasserrechtlicher Eignung anfallende Sand- und Kies-Auffüllungen oder geogene Sande wiederverwendet werden. Aufgrund der durchgehend ungünstigen Standortbedingungen nach LAGA darf bis  $\Delta h = +1,0$  m über den höchsten zu erwartenden Grundwasserstand ausschließlich unbelastetes Material (Z 0) für den Dammbau verwendet werden.

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus wurde zu  $d_{min} = 60$  cm im Bereich der Dammstrecke ermittelt.

Die Voraussetzungen für die Versickerung von Oberflächenwasser sind in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes ungünstig bis zum Teil mäßig. Dies ist bedingt durch das (saisonal) hoch anstehende Grund- bzw. Schichtwasser und die weitflächig nur gering durchlässigen, oberflächennah anstehenden Böden. Nur wo lokal mehrere Meter mächtige Sandschichten anstehen, sind ausreichende Voraussetzungen für Versickerung gegeben. Die besonderen Anforderungen an den Dammbau und die Entwässerung der Fahrbahnen (inkl. Fassung und Reinigung) im Bereich des Trinkwasserschutzgebietes Tergast nach den Vorgaben der RiStWag sind zu beachten.

Die Aushubböden Schlacke-Auffüllung, Torf und Klei sind gemäß ihren Schadstoffbelastungen / Einstufungen zu entsorgen. Bei Torf und Klei ist außerdem ihre teils akut saure Eigenschaft bzw. ihr weiteres Versauerungspotenzial bei Sauerstoffkontakt zu beachten.

Die angetroffenen Auffüllungen sind weitgehend in die Verwertungsklassen Z 0 bis Z 1 einzustufen, eine Ausnahme bilden die o.g. Schlacke-Schotter-Auffüllungen im Bereich der L1 / Friesenstraße (>Z 2). Die angetroffenen Oberböden und humosen Auffüllungen sind, in erster Linie aufgrund ihrer TOC-Gehalte, in die Zuordnungsklassen Z 2 bis >Z 2 einzuordnen und überschreiten z.T. die Vorsorgewerte der BBodSchV. Da durch eine Wiederverwendung dieser Böden, bspw. für Andeckungen, vor Ort keine Verschlechterung der Gesamtsituation (keine Vergrößerung der Schadstoffmengen) eintritt, empfehlen wir, in Abstimmung mit der zuständigen Abfallbehörde des Landkreises Aurich eine maßnahmenbezogene Einzelfallentscheidung für eine grundsätzliche Wiederverwendung vor Ort zu erwirken. Die weiteren angetroffenen gewachsenen Böden, die im Rahmen des Aushubs anfallen können (Sande, Geschiebelehm und -mergel) sind nicht (Z 0) bzw. teils durch leicht erhöhte TOC-Gehalte geringfügig belastet (Z 1).

Die Baugrundverhältnisse wurden für die geplante Maßnahme mittels Trockenbohrungen, Kleinbohrungen und Kleinschürfen nur punktuell aufgeschlossen.

Bei Rückfragen zum vorliegenden Bericht bzw. zur geplanten Maßnahme stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.



M.Sc. Tim Unger

### **Verteiler:**

Niedersächsische Landesbehörde für  
Straßenbau und Verkehr  
Geschäftsbereich Aurich  
Eschener Allee 31  
26603 Aurich

PDF-Datei per Mail und auf CD  
gebundene Exemplare 1 x