



Instandsetzung Hochwasserschutzdeich an der Wipper bei Freckleben

Baugrundgutachten

Auftrag vom: 24.04.2015
Projektnummer: 1237
Auftraggeber: Landesbetrieb für Hochwasserschutz
und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
Flussbereich Sangerhausen
Oberröblinger Bahnhofstraße 1
06526 Sangerhausen
Auftragnehmer: C&E Consulting und Engineering GmbH
Fachbereich Geotechnik und Bergbau
Jagdschänkenstraße 52
09117 Chemnitz
Bearbeiter: Dipl.-Ing. C. Bonim
Techniker R. Mittmann

Chemnitz, den 01.09.2015

Dipl.-Ing. Th. Fröhner
Fachbereichsleiter

Dipl.-Ing. C. Bonim
Projektingenieurin



Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangsunterlagen	4
2. Aufgabenstellung	6
3. Standortbeschreibung	7
3.1. Baugelände	7
3.2. Geologische Situation	7
3.3. Hydrogeologische Situation	8
4. Baugrunderkundung und -untersuchung	9
4.1. Baugrundsichtung.....	9
4.2. Grundwassersituation.....	11
4.3. Baugrundeigenschaften	12
4.4. Bodenkenngößen.....	15
5. Geotechnische Beurteilung des Baugeländes	17
5.1. Bodenklasse, Frostempfindlichkeit, Rohrvortriebsklasse	17
5.2. Baugrundeignung und Gründungsempfehlung	18
5.3. Setzungen	20
5.4. Grundwasser	20
6. Hinweise zur Bauausführung	21
6.1. Baugruben und Baugräben	21
6.2. Verkehrsflächen	21
6.3. Wasserhaltung	21
6.4. Wiederverwendung von Erdstoffen	22
7. Zusammenfassung	23



Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtskarte
Anlage 2	Lagepläne mit Aufschlusspunkten
Anlage 2.1	Bauabschnitt 1
Anlage 2.2	Bauabschnitt 2
Anlage 2.3	Bauabschnitt 3
Anlage 2.4	Bauabschnitt 4
Anlage 3	Sondierprofile mit Schichtenverzeichnissen
Anlage 4	Bohrprofile mit Schichtenverzeichnissen
Anlage 5	Ergebnisse bodenmechanischer Laboruntersuchungen
Anlage 5.1	Wassergehalt nach DIN 18 121
Anlage 5.2	Korngrößenverteilung nach DIN 18 123
Anlage 5.3	Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122
Anlage 5.4	Scherfestigkeit nach DIN 18 137
Anlage 5.5	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert nach DIN 18 130



1. Ausgangsunterlagen

- U 1** Ingenieurvertrag zum BV Instandsetzung Hochwasserschutzdeich an der Wipper bei Freckleben
LHW Sachsen-Anhalt, Sangerhausen, 24.04.2015
- U 2** Angebot zur Erarbeitung eines Baugrundgutachtens zum BV Instandsetzung Hochwasserschutzdeich an der Wipper bei Freckleben
C&E Consulting und Engineering GmbH, Chemnitz, 03.04.2015
- U 3** Geotechnisches Gutachten für Hochwasserschutzmaßnahmen an der Wipper bei Freckleben
IGB, Sangerhausen, 20.01.2011
- U 4** Planungsunterlagen Vorplanung Hochwasserschutz Freckleben entlang der Wipper zwischen Fluss-km 27+000,00 und 28+500,00
C&E Consulting und Engineering GmbH, Chemnitz, Stand 09/2014
- U 5** Geologische Karte Blatt 4335 Hettstedt, 2. Auflage, 1961
- U 6** DIN EN 1997-2:2010-10
Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- U 7** DIN 4020:2010-12
Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
- U 8** DIN EN ISO 22475-1:2007-01
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probeentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung
- U 9** DIN 18196:2011-05
Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- U 10** DIN 1055-2:2010-11
Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngößen
- U 11** Türke, Henner: Statik im Erdbau, 2., überarbeitete Auflage
Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1990
- U 12** DIN 18300:2012-09
VOB - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten



- U 13** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTV E-StB 09
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Verlag, Köln, Ausgabe 2009
- U 14** DIN 18319:2012-09
VOB - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) -
Rohrvortriebsarbeiten
- U 15** DIN 1054:2010-12
Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu
DIN EN 1997-1
- U 16** DIN 4124:2012-01
Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- U 17** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen ZTV A-StB 12
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Verlag, Köln, Ausgabe 2012
- U 18** Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) M20
Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen -
Teil II: Technische Regeln
Stand: 05.11.2004



2. Aufgabenstellung

Der Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt plant die Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen an Gewässern 1. Ordnung. In der Ortslage Freckleben bei Aschersleben im Salzlandkreis betrifft dies die Wipper, für die auf einer Länge von ca. 1,5 km verschiedene Maßnahmen umzusetzen sind /U 2/.

Eine erste Baugrunderkundung des Standortes fand 2011 durch die Fa. IGB statt /U 3/. Im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung ist weiterführend für die ergänzenden Ausführungsvarianten ein Geotechnischer Bericht im Sinne der DIN 4020 zu erstellen. Die geologische Dokumentation und die Beurteilung der angetroffenen Bodenverhältnisse erfolgen nach den einschlägigen Vorschriften, insbesondere der DIN EN 1997-2 und DIN EN ISO 22475-1, sowie unter Beachtung der Ergebnisse aus /U 3/.



3. Standortbeschreibung

3.1. Baugelände

Die geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen entlang der Wipper befinden sich im nördlichen Teil der Ortslage Freckleben. Das Gewässer weist am Untersuchungsstandort eine Breite von ca. 5 - 10 m auf und ist bei Normalwasser bis etwa 3 m tief. Die Uferhänge sind weitestgehend mit Sträuchern und Bäumen bewachsen. Bereichsweise sind die Prallhänge mehrere Meter in das Gelände eingeschnitten und weisen dadurch große Neigungen auf.

Ausgehend von der Variantenuntersuchung im Rahmen der Planung ergeben sich für die Baugrunduntersuchung vier Teilabschnitte:

Im Bauabschnitt 1, der sich rechtsseitig von Fluss-km 27+000 bis 27+600 erstreckt, ist die Herstellung eines teilweise befahrbaren Deiches in etwa 50 - 200 m Entfernung von der Wipper vorgesehen. Das Gelände zwischen Gewässer und Deich wird derzeit als Acker- und Wiesenfläche genutzt.

Der Deich setzt sich rechtsseitig der Wipper mit befahrbarer Krone im Bauabschnitt 2 fort (Fluss-km 27+600 bis 27+900). Bei der in 2011 durchgeführten Erkundung /U 3/ wurde bereits der Trassenverlauf entlang der Wipper über den gesamten Abschnitt aufgeschlossen. Ergänzend hierzu soll der Baugrund bei Abknicken der Deichtrasse nach NO bei km 27+720 erkundet werden. Die Trasse verläuft dabei über Wohngrundstücke und Ackerland.

Im 3. Bauabschnitt ist zwischen der Brücke Nr. 46 „An der Dorfstraße“ (Fluss-km 28+085) und Fluss-km 28+400 die Aufschüttung einer Verwallung geplant. Die Trasse der Hochwasserschutzmaßnahme verläuft dabei linksseitig entlang der Gewässerböschung auf Wohngrundstücken.

Der 4. Bauabschnitt beinhaltet die Sicherung des Steilufers zwischen Fluss-km 28+400 und 28+450 mittels Gabionenwand und Steinschüttung. Ferner ist die Sicherung des Wohngrundstückes durch eine Hochwasserschutzwand vorgesehen.

3.2. Geologische Situation

Aus regionalgeologischer Sicht liegt das Untersuchungsgebiet östlich des Harzes im Wippertal. Im Süden erstreckt sich der Halle-Hettstedter Gebirgsrücken /U 5/.

Das Grundgebirge wird gebildet aus Gesteinen der Zechsteinformationen. Die darin anstehenden Kalisalzlager sind durch intensiven Bergbau geprägt. Tagesbrüche, bergbaulich bedingte Setzungen oder Subrosionserscheinungen sind bei der Untersuchung 2011 /U 3/ am Standort nicht festgestellt wurden. Allerdings sind diese nicht völlig auszuschließen.

Zum Hangenden folgen Gesteine des Unteren Buntsandstein und Geschiebemergel, die an Talhängen an die Oberfläche treten können. Überlagert werden diese Schichten von quartären Lössablagerungen, die in ebenen Gebieten als oberste Bodenschicht anstehen.



Die Wippenniederung weist am Untersuchungsstandort Talfüllungen aus fluviatilen Sanden und Kiesen (Niederterrasse) bzw. Auetonen auf, die von humosen und z.T. kalkhaltigen Schluffen (Auelehm) überlagert sind /U 5/.

In bebauten Bereichen der Ortschaft ist der Baugrund zudem durch anthropogene Auffüllungen und Umlagerungen geprägt.

Der Untersuchungsstandort befindet sich nach DIN EN 1998 in der Erdbebenzone 0.

3.3. Hydrogeologische Situation

Den für die Baumaßnahmen relevanten Grundwasserleiter bilden die fluviatilen Ablagerungen der Niederterrasse im Wippertal. In den darüberliegenden Auelehmschichten kann es zum Auftreten von Stau- oder Schichtenwasser kommen.

Den Vorfluter im Untersuchungsgebiet bildet die Wipper als Gewässer 1. Ordnung, die hydraulisch mit dem Grundwasserleiter korreliert. Starke Anstiege des Grundwassers ergeben sich nach Starkniederschlägen und jahreszeitlich bedingt, wobei das Hochwasserverhalten der Wipper berücksichtigt werden muss /U 3/.

4. Baugrunderkundung und -untersuchung

Die Baugrunderkundungen wurden von der Fa. Geotechnik Voigt GmbH vom 06.07. bis 08.07.2015 durchgeführt. Dazu wurden insgesamt fünf Bohrungen mit Kerngewinn (BK) und sieben Rammkernsondierungen (RKS bzw. KRB) bis 5,0 m Tiefe unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft.

Beim Niederbringen der Bohrung BK 5.1 wurde in ca. 2,0 m Tiefe eine Wasserleitung angetroffen, woraufhin die Bohrung BK 5 an anderer Stelle ausgeführt wurde.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist Anlage 2 dargestellt.

4.1. Baugrundsichtung

In den Anlagen 3 und 4 sind die protokollierten Schichtenverzeichnisse und Aufschlussprofile zusammengefasst. Die Mächtigkeiten der in den einzelnen Aufschlüssen angetroffenen Baugrundsichten zeigt nachfolgende Tabelle 1. Die Erkundungspunkte sind dabei den einzelnen Bauabschnitten zugeordnet.

Tab. 1: Mächtigkeiten (in m) der in den Aufschlüssen angetroffenen Baugrundsichten

Aufschluss	Ansatz- höhe [m ü. NHN]	Schicht 1 Ober- boden	Schicht 2 Auffül- lungen	Schicht 3 Auelehm	Schicht 4 Fluss- kies	Schicht 5 Fels- zersatz	Endteufe
<i>Bauabschnitt 1</i>							
RKS 7	113,3	-	0,50	2,20	2,30	-	5,00
RKS 6	113,0	-	-	1,70	3,30	-	5,00
RKS 5	112,1	0,10	0,20	3,10	1,60	-	5,00
RKS 4	112,2	0,10	0,50	0,50	3,90	-	5,00
RKS 3	112,4	0,10	0,50	1,90	2,50	-	5,00
<i>Bauabschnitt 2</i>							
RKS 2	114,6	0,20	-	2,40	2,40	-	5,00
RKS 1	114,9	0,20	-	3,20	1,60	-	5,00
<i>Bauabschnitt 3</i>							
BK 7	125,7	-	2,50	0,40 0,80	0,60 0,60	1,10	6,00
BK 5	125,5	0,20	-	2,70	1,70	0,40	5,00
BK 5.1	124,6	0,20	1,20	0,60	-	-	2,00
<i>Bauabschnitt 4</i>							
BK 3	123,4	-	1,40	1,00	2,40	0,20	5,00
BK 2	125,5	0,20	1,90	2,30	0,50	0,10	5,00
BK 1	121,7	0,10	1,70	1,40	1,70	0,10	5,00
Min. - Max.	-	0,10-0,20	0,20-2,50	0,50-3,20	0,50-3,90	0,10-1,10	-

Entlang der geplanten Hochwasserschutztrasse wurde ein relativ einheitlicher Baugrundaufbau angetroffen, der sich generell wie folgt darstellt:

Oberboden (Schicht 1)

In weiten Bereichen steht graubrauner bis dunkelbrauner Oberboden an, der in Mächtigkeiten von 10 - 20 cm angetroffen wurde. Er setzt sich überwiegend aus sandigen bis tonigen, humosen Schluffen zusammen, die in steifer Konsistenz vorliegen. Häufig ist er aufgrund organischer Bestandteile als locker zu beschreiben.

Auffüllungen (Schicht 2)

Die Mächtigkeiten der Auffüllungen schwanken entlang der Trasse zwischen ca. 0,2 m (BA 1) und rund 2,0 m (BA 4). Im 1. Bauabschnitt setzen sie sich aus sandig-kiesigem Material gelblicher bis hellgrauer Färbung zusammen und bilden den Unterbau des Bestandsweges. In den Bauabschnitten 3 und 4 bestehen sie größtenteils aus braunem Oberboden, wobei vereinzelt Ziegelreste vorliegen. Im aufgeschütteten Bereich der Straßenbrücke „An der Dorfstraße“ (Bohrung BK 7) weisen die graubraun gefärbten Auffüllungen aus schluffigen, kiesigen Sanden mit Ziegel- und Bauschuttresten lokal Mächtigkeiten von etwa 2,5 m auf. Generell wurden die Auffüllungen in lockerer bis mitteldichter Lagerung erkundet.

Auelehm (Schicht 3)

Unter dem Oberboden und/oder den Auffüllungen ist flächenhaft Auelehm in steifer bis weicher Konsistenz verbreitet. Die Schichtmächtigkeiten wurden mit 0,5 - 3,2 m ermittelt. Er stellt sich als sandiger bis stark sandiger, tlw. toniger und vereinzelt humoser Schluff dar und weist eine überwiegend braune bis dunkelbraune Färbung auf. In der Bohrung BK 7 steht der Auelehm in Wechsellagerung mit kiesigen Schichten an, wobei die obere Lage einen hohen Anteil organischer Bestandteile (Wurzelreste) besitzt.

Flussskies (Schicht 4)

In Tiefen von ca. 1,1 - 4,4 m unter GOK geht der Auelehm in die fluviatilen Kiese der Niederterrasse über, deren Mächtigkeit mit 0,5 - 3,9 m erkundet wurde. Die sandigen bis stark sandigen, schluffigen Kiese stehen bereichsweise in lockerer bis mitteldichter, teilweise auch in dichter Lagerung an und sind grau bis braun gefärbt. Vereinzelt wurden geringmächtige schluffige Zwischenschichten angetroffen (BK 3).

Felsersatz (Schicht 5)

In den Bauabschnitten 3 und 4 wurde Felsersatz des Unteren Buntsandsteins in Tiefen von etwa 4,6 - 4,9 m unter GOK (116,8 - 120,9 m NHN) angetroffen. Der Zersatz weist eine rötlich-braune, lagenweise auch gelbe Färbung auf. Die Schichtung des sandigen, schwach kiesigen Materials ist deutlich ausgeprägt. Die in den Bohrungen gewonnenen Kerne zeigen eine gute Kornbindung und hohe Festigkeit. Das Fehlen der Schicht in den Aufschlüssen der Bauabschnitte 1 und 2 deutet darauf hin, dass die Buntsandsteinschichten in nordwestliche Richtung einfallen.

4.2. Grundwassersituation

Im Zuge des Niederbringens der Kernbohrungen und Rammkernsondierungen wurden die Wasserstände eingemessen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Wasserspiegelhöhen in den Aufschlüssen auf.

Tab. 2: Wasserspiegelhöhen

Aufschluss	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Wasserstand angebohrt [m u. GOK]	Wasserstand nach Bohrende [m u. GOK]	Wasserspiegel in Ruhe [m ü. NHN]
<i>Bauabschnitt 1</i>				
RKS 7	113,30	2,80	2,45	110,85
RKS 6	113,00	2,80	2,38	110,62
RKS 5	112,10	3,40	3,02	109,08
RKS 4	112,20	2,80	2,22	109,98
RKS 3	112,40	2,80	2,80	109,60
<i>Bauabschnitt 2</i>				
RKS 2	114,60	2,70	1,94	112,66
RKS 1	114,90	3,00	2,09	112,81
<i>Bauabschnitt 3</i>				
BK 7	125,70	3,00	3,10	122,60
BK 5	125,50	3,20	2,90	122,60
<i>Bauabschnitt 4</i>				
BK 3	123,40	2,50	1,90	121,50
BK 2	125,50	4,10	3,50	122,00
BK 1	121,70	3,50	2,30	119,40
Min. - Max.	112,10 - 125,70	2,50 - 4,10	1,90 - 3,50	109,08 - 122,60

Der Grundwasserspiegel wurde in allen Aufschlüssen in Tiefen von etwa 2,5 - 4,1 m unter GOK angetroffen. Nach Bohrende lagen die Wasserstände mit 1,9 - 3,5 m unter GOK tlw. deutlich höher, was auf gespannte Grundwasserverhältnisse in den fluviatilen Kiesen hindeutet. Durchfeuchtete Bereiche in den bindigen Deckschichten sind auf auftretende Stau- und Schichtenwasser zurückzuführen.

Insgesamt zeigt sich flussabwärts entlang der Wipper ein Abfall der Wasserspiegelhöhen von etwa 122 m ü. NHN in Bauabschnitt 3 und 4 auf rund 110 m ü. NHN in Bauabschnitt 1.



4.3. Baugrundeigenschaften

Nach visueller Einschätzung der Bohr- und Rammkerne, anhand der im Labor ermittelten Kennwerte und unter Berücksichtigung der bisherigen Erkundungsergebnisse /U 3/ ergeben sich für die einzelnen Baugrundsichtenkomplexe nachfolgende spezifische Eigenschaften gemäß DIN 18 196 /U 9/:

Schicht 1: Oberboden (Schluff, sandig, organisch)

Kurzzeichen: OU

Schicht 2: Auffüllungen (Schluff, sandig bis Sand, kiesig)

Kurzzeichen: [UL]
Konsistenz: halbfest
Ungleichförmigkeit: < 6

Kurzzeichen: [GU]
Lagerung: locker bis mitteldicht
Ungleichförmigkeit: > 6

Schicht 3: Auelehm (Schluff, sandig bis Schluff, tonig, tlw. organisch)

Kurzzeichen: UL
Konsistenz: steif bis halbfest
Ungleichförmigkeit: > 6

Bautechnische Eigenschaften:

Scherfestigkeit: mäßig
Verdichtungsfähigkeit: mäßig
Zusammendrückbarkeit: gering bis mittel
Durchlässigkeit: gering bis mittel
Erosionsempfindlichkeit: sehr groß
Frostempfindlichkeit: sehr groß

Bautechnische Eignung als:

Baugrund für Gründungen: geeignet
Baustoff für Erd- Staudämme (Dichtung): brauchbar
Baustoff für Erd- Staudämme (Stützkörper): nicht geeignet
Baustoff für Dränagen: nicht geeignet

Kurzzeichen: OU
Konsistenz: weich bis steif
Ungleichförmigkeit: < 6



Bautechnische Eigenschaften:

Scherfestigkeit:	mäßig
Verdichtungsfähigkeit:	schlecht
Zusammendrückbarkeit:	groß bis mittel
Durchlässigkeit:	gering bis mittel
Erosionsempfindlichkeit:	sehr groß
Frostempfindlichkeit:	sehr groß

Bautechnische Eignung als:

Baugrund für Gründungen:	nicht geeignet
Baustoff für Erd- Staudämme (Dichtung):	weniger geeignet
Baustoff für Erd- Staudämme (Stützkörper):	nicht geeignet
Baustoff für Dränagen:	nicht geeignet

Schicht 4: Flussskies (Kies, stark sandig, schluffig)

Kurzzeichen:	GW
Konsistenz:	mitteldicht
Ungleichförmigkeit:	> 15

Bautechnische Eigenschaften:

Scherfestigkeit:	sehr groß
Verdichtungsfähigkeit:	sehr gut
Zusammendrückbarkeit:	vernachlässigbar klein
Durchlässigkeit:	groß bis mittel
Erosionsempfindlichkeit:	sehr gering
Frostempfindlichkeit:	vernachlässigbar klein

Bautechnische Eignung als:

Baugrund für Gründungen:	sehr gut geeignet
Baustoff für Erd- Staudämme (Dichtung):	nicht geeignet
Baustoff für Erd- Staudämme (Stützkörper):	sehr gut geeignet
Baustoff für Dränagen:	geeignet

Kurzzeichen:	GU*
Konsistenz:	mitteldicht
Ungleichförmigkeit:	> 15

Bautechnische Eigenschaften:

Scherfestigkeit:	groß
Verdichtungsfähigkeit:	gut bis mittel
Zusammendrückbarkeit:	sehr gering
Durchlässigkeit:	sehr gering
Erosionsempfindlichkeit:	groß bis mittel
Frostempfindlichkeit:	sehr groß



Bautechnische Eignung als:

Baugrund für Gründungen:	gut geeignet
Baustoff für Erd- Staudämme (Dichtung):	geeignet
Baustoff für Erd- Staudämme (Stützkörper):	weniger geeignet
Baustoff für Dränagen:	nicht geeignet

Schicht 5: Felsersatz (Kies, sandig bis Schluff, stark sandig)

Kurzzeichen:	GU*
Konsistenz:	dicht bis sehr dicht
Ungleichförmigkeit:	> 15

Bautechnische Eigenschaften:

Scherfestigkeit:	groß
Verdichtungsfähigkeit:	gut bis mittel
Zusammendrückbarkeit:	sehr gering
Durchlässigkeit:	sehr gering
Erosionsempfindlichkeit:	groß bis mittel
Frostempfindlichkeit:	sehr groß

Bautechnische Eignung als:

Baugrund für Gründungen:	gut geeignet
Baustoff für Erd- Staudämme (Dichtung):	geeignet
Baustoff für Erd- Staudämme (Stützkörper):	weniger geeignet
Baustoff für Dränagen:	nicht geeignet

Kurzzeichen:	UL
Konsistenz:	fest
Ungleichförmigkeit:	> 15

Bautechnische Eigenschaften:

Scherfestigkeit:	mäßig
Verdichtungsfähigkeit:	mäßig
Zusammendrückbarkeit:	gering bis mittel
Durchlässigkeit:	gering bis mittel
Erosionsempfindlichkeit:	sehr groß
Frostempfindlichkeit:	sehr groß

Bautechnische Eignung als:

Baugrund für Gründungen:	geeignet
Baustoff für Erd- Staudämme (Dichtung):	brauchbar
Baustoff für Erd- Staudämme (Stützkörper):	nicht geeignet
Baustoff für Dränagen:	nicht geeignet

4.4. Bodenkenngrößen

Die aus den Rammkernsondierungen und Kernbohrungen entnommenen Proben wurden zu Mischproben für die einzelnen Baugrundsichten zusammengeführt und im geotechnischen Labor auf ihren Wassergehalt (DIN 18 121) und die Kornzusammensetzung (DIN 18 123) hin untersucht. Ferner wurden die Scherfestigkeiten (DIN 18 137) und die Wasserdurchlässigkeiten (DIN 18 130) für die Bodenschichten ermittelt. Für den Auelehm wurden die Konsistenzgrenzen (DIN 18 122) bestimmt. In Anlage 4 sind die Laborprotokolle aufgeführt.

Anhand der Laborergebnisse und der Ergebnisse aus /U 3/ sowie unter Ansatz von Erfahrungswerten nach /U 10/ und /U 11/ werden die bodenmechanischen Kenngrößen der Baugrundsichten in nachstehender Tabelle zusammengefasst.

Tab. 3: charakteristische Kennwerte der Bodenschichten

Kennwert	Schicht 2 Auffüllungen		Schicht 3 Auelehm		Schicht 4 Flussskies		Schicht 5 Felszersatz	
	UL	GU	UL	OU	GW	GU*	GU*	UL
Bodengruppe nach DIN 18 196	UL	GU	UL	OU	GW	GU*	GU*	UL
Konsistenz / Lagerungsdichte	steif	locker - mittel- dicht	steif - halb- fest	weich - steif	mittel- dicht	mittel- dicht	dicht - sehr dicht	fest
natürlicher Wasser- gehalt [%]	10,0	n.b.	14,6 - 23,0	24,1	10,2 - 11,5	11,5 - 19,9	8,1	11,4
Wichte γ [kN/m ³]	18,5	18,0 - 20,0	18,5 - 19,5	14,0 - 17,0	19,0	21,0 - 21,5	22,0	19,5 - 21,0
Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	10,0	10,0 - 12,0	10,0 - 11,0	4,0 - 7,0	11,0	11,0 - 11,5	12,0	10,5 - 11,0
wirksamer Reibungs- winkel φ' [°]	27,5	30,0 - 32,5	27,3	15,0	42,1	31,2	31,9	27,5
wirksame Kohäsion c' [kN/m ²]	2,0	0,0	13,6	0,0	17,2	3,8	0,7	5,0
undrainierte Kohäsion c_u [kN/m ²]	15,0	0,0	15,0 - 40,0	10,0 - 22,0	0,0	0,0	40,0	40,0
Wasserdurchlässig- keitsbeiwert k_f [m/s]	10^{-8} - 10^{-7}	10^{-6} - 10^{-5}	10^{-9} - 10^{-8}	10^{-10} - 10^{-9}	10^{-3} - 10^{-2}	10^{-7} - 10^{-6}	10^{-9} - 10^{-8}	10^{-10} - 10^{-9}
Steifemodul E_s [MN/m ²]	5,0	15,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,0 - 3,0	50,0 - 100,0	10,0 - 30,0	80,0 - 100,0	15,0 - 30,0

Die Wassergehalte in den Auelehm- und Flussskieschichten wurde mit Werten von 10 - 25 % ermittelt. In den darüber liegenden oberflächennahen Auffüllungen sowie in dem darunter anstehenden Felszersatz sind sie mit 8 - 11 % etwas geringer.



Die Kennwerte für die Wichten, die Scherfestigkeitsparameter und Steifemodule werden anhand der im Labor ermittelten Kornverteilungen und Konsistenzen mit konservativen Tabellenwerten nach DIN 1055-2 festgelegt.

Für die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte erfolgt die Angabe von Wertebereichen anhand von Erfahrungswerten nach DIN 18 130. Die im Labor bestimmten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte für die Schichten 2, 3 und 4 liegen innerhalb dieser Bereichsgrenzen.

5. Geotechnische Beurteilung des Baugeländes

5.1. Bodenklasse, Frostempfindlichkeit, Rohrvortriebsklasse

Die anstehenden Erdstoffe können für Ausschreibung und Abrechnung der Tiefbauleistungen sowie zur Beurteilung der Frostempfindlichkeit folgendermaßen klassifiziert werden:

Tab. 4: Bautechnische Einordnung der Bodenschichten

Schicht	Bodengruppe nach DIN 18196	Boden- / Felsklasse nach DIN 18300	Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 09	Rohrvortriebsklasse nach DIN 18 319
1 Oberboden	OU	1 (2) ^{a)}	F3	LBO1 - LBO2 (P1)
2 Auffüllungen	GU	3	F1 - F2	LNW1 - LNW2
	UL	4 (2) ^{a)}	F3	LBM1 - LBM2 (P1)
3 Auelehm	UL	4 (2) ^{a)}	F3	LBM1 - LBM2 (P1)
	OU	4 (2) ^{a)}	F3	LBO1 - LBO2 (P1)
4 Flusskies	GW	3 (5) ^{b)}	F1	LNW 2
	GU*	4 (5) ^{b)}	F3	LN2
5 Felsersatz	GU*	4 - 6	F3	LN3
	UL	4 - 6	F3	LBM3 ^{c)}

a) Bodenklasse 2 beim Aufweichen in Folge Wasserzutritt und/oder dynamischer Belastung

b) eingelagerte Steine und Blöcke mit Korngrößen > 63 mm sind möglich

c) undrainierte Scherfestigkeit $c_u = 40 \text{ kN/m}^2$

Die in Tabelle 4 aufgeführten Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 /U12/ gelten für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Böden und Fels. Nicht- bis schwach bindige Bodenschichten sind als leicht lösbare Bodenarten (Klasse 3) einzustufen. Gemischtkörnige Böden mit einem Anteil von über 15 M% der Korngröße < 0,06 mm sowie bindige Böden sind der Klasse 4 (mittelschwer lösbare Bodenarten) zuzuordnen. Die stark bindigen, teilweise organischen Auelehmschichten und Auffüllungen sowie der humose Oberboden können bei Wasserzutritt oder dynamischer Belastung zum Aufweichen neigen und sind dann als fließende Bodenarten (Klasse 2) anzusprechen. Der anstehende Flusskies kann bereichsweise in die Bodenklasse 5 (schwer lösbare Bodenarten) übergehen, wenn Steine und Blöcke mit Korngrößen > 63 mm vorhanden sind. Der verwitterte Felsersatz im Liegenden geht mit zunehmender Festigkeit und inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt von Klasse 4 in Klasse 6 (leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten) über.

Die Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB /U 13/ erfolgt nach dem Anteil bindiger Bestandteile. Nichtbindige Böden sind demnach als nicht frostempfindlich (F1) einzustufen. Schwach bindige Bodengruppen und ausgeprägt plastische Tone sind als gering bis mittel frostempfindlich (F2) anzusehen. Stark bindige Böden leichter bis mittlerer Plastizität sind als sehr frostempfindlich (F3) zu klassifizieren.



Entsprechend der nichtbindigen und bindigen Bestandteile sind die erkundeten Böden aufgrund ihrer Eigenschaften für Rohrvortriebsarbeiten nach DIN 18 319 /U 14/ einzustufen. Die Zuordnung nichtbindiger Lockergesteine (Klasse LN) erfolgt demnach anhand der Korngrößenverteilung und Lagerungsdichte in die Klassen LNW1 - LNW2 bzw. LN2 - LN3. Bindige Lockergesteinsschichten (Klasse LB) sind gemäß ihrer Konsistenz in die Klassen LBM1 - LBM3 (mineralische Bestandteile) bzw. LBO1 - LBO2 (organogene Bestandteile) mit der Zusatzklasse P1 für eine leichte bis mittlere Plastizität einzuordnen.

5.2. Baugrundeignung und Gründungsempfehlung

Deiche und Verwallungen

Der Oberboden (Schicht 1) und die inhomogenen Auffüllungen (Schicht 2) sind verbreitet wenig tragfähig und als Baugrund nicht geeignet. Sie sind im Bereich der Baumaßnahme vollständig auszuheben.

Der Auelehm (Schicht 3) ist als Baugrund geeignet, wenn er in mindestens steifer Konsistenz ansteht. Aufgeweichte Bereiche und Schichten mit einem hohen organischen Anteil in den Baugrubensohlen sind auszuheben und mit verdichtungsfähigem Material aufzufüllen. Die Verwendung als Baustoff für Dichtschichten in den Deichen ist möglich, wenn die in der Planung festgelegten Anforderungen erfüllt werden. Für die Herstellung von Deichkörpern (Stützkörper) oder Dränageschichten ist das Material generell nicht geeignet.

Die fluviatilen Kiese der Niederterrasse (Schicht 4) sind gut tragfähig und als Baugrund für die Gründung der Deiche gut geeignet. Aufgeweichte und bindige Lagen in den Baugrubensohlen sind auzuräumen und mit verdichtungsfähigem Material zu verfüllen. Aufgrund der wechselhaften Korngrößenzusammensetzung ist die Verwendung als Baustoff nur möglich, wenn die Materialkennwerte den Anforderungen der Planung entsprechen.

Die Standsicherheit der Deiche ist anhand der konkreten Deichgeometrie, Deichbaustoffe und Bodenschichtung nach DIN 19 712 und DWA-M 507-1 nachzuweisen.

Hochwasserschutzwände und Gabionenwand

Der Untersuchungsstandort befindet sich in der Frosteinwirkungszone II. Vorgesehene Hochwasserschutzwände sind in einer frostsicheren Tiefe von mind. 1,0 m zu gründen.

Die Gründung mittels Streifenfundamenten im mäßig tragfähigen Auelehm ist möglich, wenn dieser in mindestens steifer bis halbfester Konsistenz ansteht. In Abhängigkeit der Einbindetiefe der Fundamente können nachfolgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gemäß DIN 1054 /U 15/ angesetzt werden:

Tab. 5: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente auf Schluff
(UL nach DIN 18196)

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für Fundamentbreiten von 0,5 bis 2,0 m [kN/m²]
0,50	180
1,00	250
1,50	310
2,00	350

Die fluviatilen Kiese sind als Baugrund für die Gründung von Hochwasserschutzwänden mittels Streifenfundament geeignet, wenn sie in mindestens mitteldichter Lagerung anstehen.

In Abhängigkeit der Einbindetiefe der Fundamente können nachfolgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gemäß DIN 1054 /U 15/ für die weitgestuften bzw. gemischtkörnigen Bodenschichten angesetzt werden:

Tab. 6: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente gemischtkörnigem Boden
(SU*, ST, ST*, GU*, GT* nach DIN 18196)

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für Fundamentbreiten von 0,5 bis 2,0 m [kN/m²]		
	mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,50	210	310	460
1,00	250	390	530
1,50	310	460	620
2,00	350	520	700
mittlere einaxiale Druckfestigkeit [kN/m ²]	120 - 300	300 - 700	> 700

Die Gründungssohle für Streifenfundamente ist nachzuverdichten und vor Durchfeuchtung zu schützen. Aufgeweichte Bereiche sind auszuräumen und mit verdichtungsfähigem, tragfähigem Material aufzufüllen. Weitere Voraussetzungen nach DIN 1054 /U 15/ für die Anwendung der in Tabelle 5 und 6 aufgeführten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes sind zu beachten.

Für die Gründung der geplanten Sicherungsmaßnahme des Steilufers mittels Gabionenwand in Bauabschnitt 4 sind die Flusskiese (Schicht 4) sowie der im Liegenden anstehende Felsersatz (Schicht 5) gut geeignet. Um Aus- und Unterspülungen im Bereich der Stützmauer und somit ein weiteres Nachrutschen des Steilhanges zu verhindern, ist der Baugrund ggf. bis in den Felsersatz hinein nach DIN 18 321 zu verpressen.

Die Standsicherheit der Gabionenwand ist anhand der konkreten Geländegeometrie und Baustoffe nach DIN 1054 und DIN 4084 nachzuweisen



5.3. Setzungen

Die rechnerisch zu erwartenden Setzungen der Streifenfundamente sind von den tatsächlichen Lasten, Fundamentbreiten und Einbindetiefen abhängig. Bei mittig belasteten Fundamenten können unter Anwendung der in den Tabellen 5 und 6 genannten Werte für den Bemessungswert des Sohlwiderstandes Setzungen in der Größenordnung von ca. 2 - 4 cm auftreten.

Auftretende Setzungen der Deiche und Gabionenwand sind in den Standsicherheitsnachweisen zu ermitteln bzw. zu beurteilen.

5.4. Grundwasser

In /U 3/ wurde eine Analyse des anstehenden Grundwassers auf Betonaggressivität nach DIN 4030 sowie auf Stahlkorrosivität nach DIN 50929 durchgeführt. Im Resultat ergab sich folgende Bewertung: „Das Grundwasser ist auf Grund seines erhöhten Sulfatgehaltes schwach betonangreifend. Die Korrosionswahrscheinlichkeit von Stählen im Grundwasser ist sehr gering.“

6. Hinweise zur Bauausführung

6.1. Baugruben und Baugräben

Baugruben mit geböschten Wänden sind ohne Nachweis der Standsicherheit mit Böschungswinkeln $\beta \leq 45^\circ$ in den nichtbindigen oder weichen bindigen Böden und mit $\beta \leq 60^\circ$ in den mindestens steifen bindigen Böden herzustellen. Die Baugrubenböschungen sind vor Erosion durch Auflagen zu schützen und Wasseraustritte sind zu fassen. Es sind die Regelungen der DIN 4124 /U 16/ einzuhalten.

Für das Herstellen von Gräben sind die Forderungen nach /U 16/ einzuhalten. Nicht verbaute Baugruben und Gräben dürfen höchstens bis 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden. Bis 1,75 m Tiefe darf ausgehoben werden, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich der Wand unter einem Winkel $\beta \leq 45^\circ$ abgeböschet oder gesichert wird. Nicht verbaute Baugruben von über 1,75 m Tiefe müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Die üblichen Verbauten für Gräben können eingesetzt werden.

Die Verfüllung der Baugräben ist mit nichtbindigem, gut verdichtungsfähigem Material entsprechend den Forderungen in /U 17/ vorzunehmen. Es wird empfohlen, die lagenweise Verdichtung der Gräben durch Feldversuche (Densitometerversuche, leichte Fallplatte, Plattendruckversuche auf Planumsniveau in Verkehrsflächen über den Rohrgräben) nachzuweisen.

6.2. Verkehrsflächen

Für die Verkehrsflächen ist nachzuweisen, dass die Bemessung des Oberbaus den anzutreffenden Bedingungen im Planum entspricht. Dabei ist dann lokal über Maßnahmen der Bodenverbesserung, qualifizierten Bodenverbesserung nach Eigenschaften, Bodenverfestigung, Bodenaustausch oder Verstärkung des Oberbaus zu entscheiden.

Für den Aufbau der Verkehrsflächen wird die Aufstellung eines Qualitätssicherungsplanes empfohlen.

6.3. Wasserhaltung

Ein gravimetrisch ausgeglichener Grundwasserhorizont wurde flussabwärts entlang der Wipper erkundet, wobei die Wasserspiegelhöhen einen Abfall von etwa 122 m ü.NHN in Bauabschnitt 3 und 4 bis ca. 110 m ü. NHN in Bauabschnitt 1 zeigen. Die in den Aufschlüssen eingemessenen Grundwasserstände weisen auf gespannte Grundwasserverhältnisse in den fluviatilen Kiesen hin. Durchfeuchtete Bereiche in den bindigen Deckschichten sind auf auftretende Stau- und Schichtenwasser zurückzuführen. Ferner ist mit zusätzlichem Wasser aus Niederschlägen in den Baugruben zu rechnen.

Wasserzutritte in den Baugruben für die Deiche und Hochwasserschutzwände sind lokal zu fassen und mit offener Wasserhaltung abzuleiten. Für die Herstellung der Böschungssicherung am Steilufer (BA 4) ist der Baugrubenbereich im Gewässerbett trocken zu legen (z. B. mittels



Verbau oder Fangedämmen) und vor Wasserzutritten zu schützen. Es wird empfohlen, für Wasserhaltung Positionen im Leistungsverzeichnis vorzusehen.

6.4. Wiederverwendung von Erdstoffen

Die in /U 3/ durchgeführte chemische Analyse von potentiellen Aushubböden (Oberboden, Auffüllungen, Auelehm) zeigt eine geringfügige Überschreitung des TOC-gehaltes, der auf den natürlichen Humusgehalt der Böden zurückzuführen ist und keine Kontamination darstellt.

Des Weiteren wurden im Feststoff erhöhte Gehalte an Blei, Kupfer und Zink ermittelt, die sich aus dem ehemaligen Kupferschieferabbau und der -verarbeitung in der Mansfelder Mulde ergeben. Die unauffälligen Eluatgehalte belegen die schwere Löslichkeit dieser als „quasigeogen“ anzusehenden Schwermetalle.

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte wurde für die stichprobenartigen Ergebnisse „eine uneingeschränkte Verwertung der Aushubböden entsprechend der Einbauklasse Z 0 im Großraum Mansfelder Land“ /U 3/ empfohlen.

Bauseits ist generell eine organoleptische Begutachtung der anfallenden Aushubmaterialien durchzuführen. Es wird empfohlen, bei organoleptischen Auffälligkeiten eine Aushubdeklaration nach LAGA M20 /U 18/ zu erstellen und den Aushub entsprechend Deklaration zu verwerten.

7. Zusammenfassung

Der Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt plant die Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen auf einer Länge von ca. 1,5 km an der Wipper in der Ortslage Freckleben bei Aschersleben im Salzlandkreis. Eine erste Baugrunderkundung des Standortes fand 2011 durch die Fa. IGB statt /U 3/. Im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung war weiterführend für die ergänzenden Ausführungsvarianten ein Geotechnischer Bericht im Sinne der DIN 4020 zu erstellen.

Die Baugrunderkundung fand vom 06.07. bis 08.07.2015 statt. Dazu wurden insgesamt fünf Bohrungen mit Kerngewinn und sieben Rammkernsondierungen bis 5,0 m Tiefe unter Geländeoberkante abgeteuft. Die geologische Dokumentation und die Beurteilung der angetroffenen Bodenverhältnisse erfolgten nach den einschlägigen Vorschriften.

Entlang der geplanten Hochwasserschutztrasse wurde ein relativ einheitlicher Baugrundaufbau angetroffen. In weiten Bereichen wurde Oberboden in Mächtigkeiten von 10 - 20 cm angetroffen. Die darunter anstehenden Auffüllungen wurden in Mächtigkeiten zwischen ca. 0,2 m (BA 1) und rund 2,0 m (BA 4) erkundet. Unter dem Oberboden und/oder den Auffüllungen ist flächhaft Auelehm in steifer bis weicher Konsistenz verbreitet. Die Schichtmächtigkeiten wurden mit 0,5 - 3,2 m ermittelt. In Tiefen von ca. 1,1 - 4,4 m unter GOK geht der Auelehm in die fluviatilen Kiese der Niederterrasse über, deren Mächtigkeit mit 0,5 - 3,9 m erkundet wurde. In den Bauabschnitten 3 und 4 wurde Felsersatz des Unteren Buntsandsteins in Tiefen von etwa 4,6 - 4,9 m unter GOK (116,8 - 120,9 m NHN) angetroffen. Das Fehlen der Schicht in den Aufschlüssen der Bauabschnitte 1 und 2 deutet darauf hin, dass die Buntsandsteinschichten in nordwestliche Richtung einfallen.

Die Fließrichtung des Grund- und Oberflächenwassers am Untersuchungsstandort ist entsprechend der Morphologie nach Nordwesten hin gerichtet. Insgesamt zeigt sich flussabwärts entlang der Wipper ein Abfall der Grundwasserspiegelhöhen von etwa 122 m ü. NHN in Bauabschnitt 3 und 4 auf rund 110 m ü. NHN in Bauabschnitt 1.

Die aus den Rammkernsondierungen und Kernbohrungen entnommenen Proben wurden zu Mischproben für die einzelnen Bodenschichten zusammengeführt und im geotechnischen Labor auf ihren Wassergehalt und die Kornzusammensetzung hin untersucht. Ferner wurden die Konsistenzgrenzen, Scherfestigkeiten und die Wasserdurchlässigkeiten für die Bodenschichten ermittelt. Aus den Untersuchungsergebnissen konnten die Baugrundeigenschaften und die bautechnische Einordnung der Bodenschichten abgeleitet werden.

Der Auelehm ist als Baugrund für die Deiche und die Gründung der Hochwasserschutzwände geeignet, wenn er in mindestens steifer bis halbfester Konsistenz ansteht. Aufgeweichte Bereiche und Schichten mit einem hohen organischen Anteil in den Baugrubensohlen sind auszuheben und mit verdichtungsfähigem Material aufzufüllen.

Die fluviatilen Kiese der Niederterrasse sind gut tragfähig und als Baugrund für die Gründung der Stützwand in Bauabschnitt 4 gut geeignet, wenn sie in mindestens mitteldichter Lagerung anstehen. Aufgeweichte und bindige Lagen in den Baugrubensohlen sind auszuräumen und mit verdichtungsfähigem Material zu verfüllen.



Der im Liegenden anstehende Felsersatz (Schicht 5) ist als Auflager für die Gründung der geplanten Sicherungsmaßnahme des Steilufers mittels Gabionenwand in Bauabschnitt 4 gut geeignet.

Geeignete Geräte zur Nachverdichtung der Gründungssohlen sind entsprechend des Untergrundes zu wählen. Sollten die in der Planung geforderten Kennwerte auf der Sohle nicht erreicht werden, so ist über Maßnahmen der Bodenverbesserung, qualifizierten Bodenverbesserung nach Eigenschaften, Bodenverfestigung oder Bodenaustausch zu entscheiden.

Das Gutachten darf nur in seiner Gesamtheit verwendet werden. Es wird darauf verwiesen, dass hier nur punktuell Aufschlüsse des Baugrundes zur Beurteilung vorlagen. Sollte anhand örtlicher Erkenntnisse eine Abweichung von den dargestellten Bedingungen vermutet werden, ist der Baugrundgutachter zu informieren.

Für weiterreichende Konsultationen stehen die Bearbeiter gern zur Verfügung.