

## Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben: Elbdeichsanierung im Landkreis Prignitz  
Hochwasserschutz Wittenberge  
Bereich Elbstraße zwischen Hafenstraße und  
Im Hagen  
Elbedeich-km 16,87 bis 17,38

- Baugrunduntersuchung -

Auftraggeber: Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg  
Seeburger Chaussee 2  
14476 Potsdam, OT Groß Glienicke



Projekt Nr.: 16 2302

Bearbeiter: Dipl.-Geophys. B. Modenbach

Datum: 05.12.2016

---

G-16-2302-Elbedeich Wittenberge-Elbstraße-Mo

**Adresse:**  
Ing.-Büro Geo Modenbach  
Eschenstraße 1A  
12621 Berlin

**Tele-Kontakt:**  
Tel: (030) 56 58 57 70  
Fax: (030) 56 58 33 07  
E-Mail: [service@GeoModenbach.de](mailto:service@GeoModenbach.de)  
Internet: [www.GeoModenbach.de](http://www.GeoModenbach.de)

**Firmeninhaber:**  
Dipl.-Geophys.  
Bernd Modenbach  
Beratender Ingenieur der  
Baukammer Berlin

**Bankverbindung:**  
Postbank Berlin  
BLZ: 100 100 10  
Kto.-Nr.: 666 115 107

---

## Zusammenfassung

Die Stadt Wittenberge, LK Prignitz, Land Brandenburg, liegt am Ufer der Stepenitz, die südlich der Altstadt von Wittenberge in die Elbe mündet. Damit liegt Wittenberge im unmittelbaren Gefahrenbereich von Hochwasserereignissen der Elbe.

Deiche und Wände sowie hoch liegende Straßendämme gewährleisten hier den Hochwasserschutz für das Stadtgebiet.

Während des Elbehochwassers im Juni 2013 konnte die Ortslage Wittenberge nur durch massive Aufkadungen der HWS-Anlagen mit Sandsäcken gegen eine Überflutung geschützt werden. Die Fehlhöhen gegenüber dem vom LfU vorgegebenen Schutzziel von 25,65 m NHN betragen bis zu 1,65 m.

Das Untersuchungsgebiet verläuft zwischen der Hafenstraße und der Straße Im Hagen ca. entlang der Elbstraße.

Im Rahmen dieser Maßnahme wurde das Ing.-Büro Geo Modenbach aus Berlin beauftragt, die Baugrunduntersuchungen inkl. Georadarmmessungen zur Lokalisierung von Leitungen und Objekten, die sich im Bereich der Achse der geplanten HWS-Anlage (Annahme: Spundwand) befinden, durchzuführen.

Insgesamt wurden im Zuge der Baugrunduntersuchung des ca. 0,5 km langen Untersuchungsabschnitts 44 Bohrsondierungen (davon 8 Stck. im Wasser; Elbewasserstand: ca. 17,72 m NHN) bis ca. 1m / 10 m unter jeweiliger Geländeoberkante für 11 Querprofile und 3 Längsprofile niedergebracht. Einige Bohrpunkte, die direkt in der Straße lagen, mussten wegen Leitungen im Untergrund geringfügig versetzt werden. Bei den Querprofilen handelt es sich um 4 Hauptquerprofile (ca. alle 150 m) mit 5/6 Bohrsondierungen und Rammsondierungen und 7 dazwischen liegenden Nebenquerprofilen (ca. alle 50 m) mit 3 Bohrsondierungen und ohne Rammsondierungen. Die Bezeichnungen für die Sondierungen wurden vom AG vorgegeben.

Dazu kamen 11 Rammsondierungen (DPL-5, DPM und DPH), die gem. Aufgabenstellung ausgeführt bzw. zusätzlich im Wasser niedergebracht wurden, da hier z. T. mit der Rammkernsonde kein bzw. nur ein sehr eingeschränkter Bohrfortschritt erzielt werden konnte. Zumindest konnten z. B. im Bereich des Querprofils 0+480 A und B relativ hohe Schlagzahlen ermittelt werden. Die Bohrsondierungen mussten hier in Tiefen von 1 m bzw. 1,5 m u. Gewässersohle abgebrochen werden.

Wegen der Wahl der Rammsondierungsart (DPL-5, DPM und DPH) konnten diese fast alle bis zur Endteufe geführt werden.

Im bodenmechanischen Labor wurden 68 Kornverteilungskurven, 30 Bestimmungen des Wassergehaltes und 6 Untersuchungen der Zustandsgrenzen durchgeführt.

In Abstimmung mit dem Straßenplaner wurde uns nachträglich eine Liste mit gewünschten Untersuchungen im Bereich der Elbstraße in Form von Kornverteilungskurven, Untersuchungen gem. TR LAGA 20 und Bestimmungen der humosen Anteile (Glühverlust) übergeben.

Der Untergrundaufbau lässt sich nur bedingt vereinfacht skizzieren, da er im Bereich der jeweiligen Querprofile (vor allem im Deichkörper) relativ inhomogen aufgebaut ist. Die wasserseitige (kurz: ws) Böschung ist im gesamten Bereich der HWS mit Betonplatten befestigt. Weiterhin befindet sich im Bereich der Deichkrone ein mit Betonsteinpflastern befestigter Radweg, der wasser- und landseitig z. T. von Baumreihen eingefasst ist. Zum Nedwighafen verlaufen 2 Auf- bzw. Abfahrten, die mit Großkopfsteinpflaster befestigt sind. Entlang des landseitigen (kurz: ls) Deichfußes liegt die Elbstraße, sofern nicht Gebäude von ihr umfahren werden müssen. Im weiteren Verlauf steht ein Gebäude auch ws von der geplanten Achse der HWS-Anlage. Dieses soll ggf. wasserseitig mit einer Spundwand eingefasst werden. Der Untersuchungsabschnitt endet am Gelände des WSA. Hier, sowie auch im Bereich des Nedwighafens, bilden Spundwände die Uferlinie.

Bei den Querprofilen lagern oberflächlich **Aufschüttungen** in Form von locker bis mitteldicht gelagerten Sanden mit unterschiedlichen Schluffanteilen. In den Bereichen der befestigten Straßen, und Radwege wurden oftmals Böden der Bodengruppen [GI], [GU], [SE] und [SU] angetroffen. Die Kiesanteile (bis zu 50 %) werden hier hauptsächlich durch Bauschuttreste bestimmt. Im Bereich der Straßen ist die Aufschüttung eher mitteldicht bis dicht gelagert. Beim Querprofil 0+480 C (Straße) wurde unterhalb von einer dünnen Schicht Pflastersand ein Lehm der Bodengruppen ST\*-TL mit einer weichen- bis steifplastischen Konsistenz erkundet. Die Aufschüttungen reichen bis in unterschiedliche Tiefenlagen. Z. B. beim Querprofil 0+000 reichen sie relativ tief (z. T. bis ca. 4,6 m u. GOK bei B/C) während sie bei anderen Querprofilen bereits in einer geringen Tiefe (wenige Dezimeter) enden.

In den unbefestigten Bereichen wurden auch z. T. **humose Oberböden** erbohrt. Generell stellen sich die Oberböden als relativ sandig, schwach schluffig bis schluffig und schwach humos dar.

Darunter wurden, noch im Bereich des Deichkörpers, je nach Lage des Querprofils, schwach schluffige **Sande, Lehmböden, Tone sowie Wechsellagerungen von Lehm und Sand** erbohrt.

Unterlagert werden die Wechsellagerungen von einer bindigen Schicht aus **Ton, Aueton bis Tonmudde**. Die bindigen Böden sind überwiegend steifplastisch, vereinzelt auch weich- bis breiig. Bei den Querprofilen 0+310 bis 0+480 wurden die mächtigsten bindigen Schichten erbohrt. Z. T. reichen jedoch die Aufschlüsse nicht so tief, so dass die bindigen Schichten nicht erkundet werden konnten. Bereichsweise sind Sandschichten eingelagert. Beim Querprofil 0+150 wurde unterhalb der bindigen Schicht bei den Bohrsondierungen C, D und E noch eine **Torfmuudde** in Mächtigkeiten von ca. 10-40 cm erbohrt.

Den Abschluss bilden nichtbindige, mitteldicht bis dicht gelagerte Sande der Bodengruppe SE (untergeordnet SU; Elbsande).

8 Bohrsondierungen wurden vom Ponton aus durchgeführt. Bei den Bohrsondierungen, die vom **Wasser** aus niedergebracht wurden, ist im Bereich der Gewässersohle oftmals eine stark inhomogen zusammengesetzte aufgefüllte Schicht aus Sand, mit Bauschutt, Muscheln, Glas, Metall, Holz usw. erbohrt worden (z. T. auch Schlammauflage). Darunter folgt dann ebenfalls eine organische Schicht in Form von Sandmudde, Tonmudde o. ä.. Der Uferbereich ist mit Wasserbausteinen befestigt. Z. T. lagern noch Wasserbausteine unterhalb des Wasserspiegels am Böschungsfuß. Den Abschluss bilden dann wiederum mitteldicht bis dicht gelagerte Elbsande.

Aus dem oberflächennahen Bereich der Bohrsondierungen C und D wurden 11 Bodenproben aus Tiefenlagen von 0,0-0,9/1,9 m u. GOK entnommen und im Labor gem. TR LAGA 20 für Boden untersucht und eingestuft. Im Ergebnis sind die Böden lediglich beim Querprofil 0+200 in die Zuordnungsklasse Z2 einzustufen. Alle anderen Proben sind den Zuordnungsklassen Z0 (3 Stck.), Z0\* (2 Stck.) und Z1 (5 Stck.) einzuordnen.

Zur Feststellung von Leitungen und Hindernissen im oberflächennahen Bereich der Achse der geplanten Hochwasserschutzanlage wurden in einem Abstand von ca. 10 m Querprofile mittels Georadar vermessen. Weiterhin wurden noch 3 Längsprofile gem. Vorgaben abgefahren. Die erkundeten Leitungen sowie Objekte wurden erkundet und sind in einem gesonderten Bericht dargestellt. Die Messungen erfolgten mit einer 250 MHz-Antenne, um eine möglichst große Eindringtiefe bei gleichzeitig möglichst hoher Auflösung zu erreichen.

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>.....</b>
<b>1. Unterlagen .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 PLANUNTERLAGEN .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 ANLAGEN .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Veranlassung .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Untersuchungsumfang und Untergrundverhältnisse .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNGEN .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.1 Bodenmechanische Laboruntersuchungen .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.2 Geologische Situation .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.3 Schichtenfolgen .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.4 Aktuelle Grundwasserverhältnisse .....</b>	<b>16</b>
<b>4. Homogenbereiche mit Bodenkennwerten .....</b>	<b>17</b>
<b>5. Hinweise zum Deichneubau .....</b>	<b>20</b>
<b>5.1 TRAGFÄHIGKEIT .....</b>	<b>20</b>
<b>5.2 HWS-WAND, RAMMBARKEIT .....</b>	<b>21</b>
<b>6. Durchlässigkeiten der anstehenden Böden .....</b>	<b>21</b>
<b>7. Orientierende Analytik gem. TR LAGA 20, Boden .....</b>	<b>22</b>
<b>8. Filtertechnische Betrachtungen .....</b>	<b>23</b>
<b>9. Straßenbau .....</b>	<b>23</b>
<b>10. Zusätzliche Hinweise und Empfehlungen .....</b>	<b>24</b>

## 1. Unterlagen

### 1.1 Planunterlagen

Für die Erarbeitung des Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Nr. 1 Aufgabenstellung für die Baugrunduntersuchung vom 08.07.2016, übergeben durch das LfU Brandenburg
- Nr. 2 Übersichtskarte, Maßstab 1:100.000
- Nr. 3 Übersichtslageplan, Maßstab 1:5.000
- Nr. 4 Angebot vom 22.07.2016
- Nr. 5 Auftrag vom 11.08.2016 durch das LfU Brandenburg
- Nr. 6 Antrag auf Sondergenehmigung bei WSV-Bund in Magdeburg, Herrn Rhein, vom 26.08.2016 in Abstimmung mit dem WSA Außenst. Wittenberge, Herrn Finke inkl. Erteilung der Sondergenehmigung durch Herrn Rhein vom 31.08.16
- Nr. 7 Antrag auf eine verkehrsrechtliche Anordnung vom 01.09.16
- Nr. 8 Erteilung der verkehrsrechtliche Anordnung vom 05.09.2016
- Nr. 9 Anzeige der Untersuchungen beim LBGR
- Nr. 10 Ortsbegehung und weitere Festlegungen vom 05.09.2016
- Nr. 11 Lagepläne mit eingetragenen Untersuchungspunkten und Längs- und Querprofilen für geophysikalische Untersuchungen übergeben durch das Büro Rauchenberger GmbH
- Nr. 12 Ergebnisse von 44 Bohrsondierungen (BS)  
davon
- Nr. 13 Ergebnisse von 5 leichten Rammsondierungen (DPL-5)  
von 2 mittelschweren Rammsondierungen (DPM) und  
4 schweren Rammsondierungen (DPH)
- Nr. 14 Bodenmechanische Laboruntersuchungen
- Nr. 15 Geophysikalische Untersuchungen auf Quer- und Längsprofilen,  
durchgeführt durch das Büro Munstermann aus Gommern
- Nr. 16 Vermessung der Bohr- und Sondieransatzpunkte nach Lage  
(ETRS 89) und Höhe (DHHN 92) durch das Vermessungsbüro  
Münster-Graf aus Herzberg
- Nr. 17 Untersuchungen von Bodenproben gem. TR LAGA 20,  
durchgeführt von der CAU Analytik

- Nr. 18 Kampfmittelfreiheitsbescheinigung vom Zentraldienst der Polizei Brandenburg vom 12.08.2016, übergeben durch das LfU am 06.09.2016
- Nr. 19 Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Wasserstraßen (MAK), Bundesanstalt für Wasserbau, Ausgabe 1989
- Nr. 20 DIN 19 712, Flussdeiche
- Nr. 21 Geologische Übersichtskarte Wittenberge, CC 3134 2003, herausgegeben von der BGR in Zusammenarbeit mit den Staatl. Geologischen Diensten der Bundesrepublik Deutschland, 1: 200.000
- Nr. 22 DIN-Vorschriften und Merkblätter in der derzeit gültigen Fassung
- Nr. 23 Absprachen, Festlegungen und Vereinbarungen mit dem Auftraggeber, vertreten durch Herrn Herr Habermann (LfU), Dem Planungsbüro vertreten durch Herrn Benecke(Rauchenberger GmbH), Herrn Mader (Pöyry Deutschland GmbH), dem WSA, Außenstelle Wittenberge, vertreten durch Herrn Finke, dem Bauamt der Stadt Wittenberge, vertreten durch Herrn Schulz
- Nr. 24 Prüfberichte der UABG GmbH Berlin zur Bestimmung des Glühverlustes gem. DIN 18 128

## 1.2 Anlagen

Anlage	Bezeichnung	Zusatzinformationen
Anlage 1.1.1	Lagepläne vom Vermessungsbüro	3 Blatt
Anlage 1.1.2	Querprofile gem. Vermessungsbüro	3 Blatt
Anlage 1.2	Vermessung, Koordinaten u. Höhen	5 Blatt
Anlage 1.3	Tabellarische Auflistung der Laborergebnisse	
Anlage 2.1	Querprofil 1, Station 0+000	
Anlage 2.2	Querprofil 2, Station 0+050	
Anlage 2.3	Querprofil 3, Station 0+100	
Anlage 2.4	Querprofil 4, Station 0+150	
Anlage 2.5	Querprofil 5, Station 0+200	
Anlage 2.6	Querprofil 6, Station 0+260	
Anlage 2.7	Querprofil 7, Station 0+310	
Anlage 2.8	Querprofil 8, Station 0+365	
Anlage 2.9	Querprofil 9, Station 0+420	
Anlage 2.10	Querprofil 10, Station 0+480	
Anlage 2.11	Querprofil 11, Station 0+525	
Anlage 2.12	Längsprofil ws Deichfuß	
Anlage 2.13	Längsprofil Deichkrone	2.13.1 bis 2.13.3
Anlage 2.14	Längsprofil ls Deichfuß	
Anlage 3.1.1	QP 1, km 0+000	A
Anlage 3.1.2	QP 1	B
Anlage 3.1.3	QP 1	B/C
Anlage 3.1.4	QP 1	C
Anlage 3.1.5	QP 1	D
Anlage 3.1.6	QP 1	E
Anlage 3.2.1	QP 2, km 0+050	B
Anlage 3.2.2	QP 2	B/C
Anlage 3.2.3	QP 2	D
Anlage 3.3.1	QP 3, km 0+100	B
Anlage 3.3.2	QP 3	B/C
Anlage 3.3.3	QP 3	D
Anlage 3.4.1	QP 4, km 0+150	A
Anlage 3.4.2	QP 4	B
Anlage 3.4.3	QP 4	B/C
Anlage 3.4.4	QP 4	C
Anlage 3.4.5	QP 4	D
Anlage 3.4.6	QP 4	E

<b>Anlage</b>	<b>Bezeichnung</b>	
Anlage 3.5.1	QP 5, km 0+200	B
Anlage 3.5.2	QP 5	B/C
Anlage 3.5.3	QP 5	D
Anlage 3.6.1	QP 6, km 0+260	B
Anlage 3.6.2	QP 6	B/C
Anlage 3.6.3	QP 6	D
Anlage 3.7.1	QP 7, km 0+310	A
Anlage 3.7.2	QP 7	B
Anlage 3.7.3	QP 7	B/C
Anlage 3.7.4	QP 7	C
Anlage 3.7.5	QP 7	D
Anlage 3.7.6	QP 7	E
Anlage 3.8.1	QP 8, km 0+365	B
Anlage 3.8.2	QP 8	B/C
Anlage 3.8.3	QP 8	D
Anlage 3.9.1	QP 9, km 0+420	B
Anlage 3.9.2	QP 9	B/C
Anlage 3.9.3	QP 9	D
Anlage 3.10.1	QP 10, km 0+480	A
Anlage 3.10.2	QP 10	B
Anlage 3.10.3	QP 10	D
Anlage 3.10.4	QP 10	F
Anlage 3.10.5	QP 10	G
Anlage 3.9.1	QP 11, km 0+525	B
Anlage 3.9.2	QP 11	B
Anlage 3.9.3	QP 11	D
Anlage 4	Bodenmechanische Laborergebnisse	
Anlage 5	Untersuchungen gem. TR LAGA 20	
Anlage 6	Geophysikalische Untersuchungen mittels Georadar	Bericht mit Anlagen

## 2. Veranlassung

Das **Ing.-Büro Geo Modenbach, Eschenstraße 1A in 12621 Berlin**, wurde gem. Schreiben vom 11.08.2016 vom **Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg, Seeburger Chaussee in 14476 Potsdam**, beauftragt, eine Baugrunduntersuchung für die bestehende Hochwasserschutzanlage durchzuführen.

Detaillierte Unterlagen hinsichtlich der weiteren Planung lagen nicht vor.

## 3. Untersuchungsumfang und Untergrundverhältnisse

### 3.1 Durchführung der Untersuchungen

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bundesland Brandenburg im Landkreis Prignitz im Bereich der Ortslage Wittenberge. Es erstreckt sich entlang der Elbstraße zwischen Hafenstraße und Im Hagen (s. Abbildung 1). Die Hochwasserschutzanlage (HWS) liegt rechtsseitig des Nedwighafens und des Mündungsbereiches der Stepenitz in die Elbe (Elbedeich-km 16,87 bis 17,38). Die HWS ist in Teilbereichen stark befestigt (Nedwighafen) und zeichnet sich durch eine dichte Bebauung entlang der landseitigen Böschung und im direkten Is Hinterland aus. Im Bereich der Stepenitz liegen bebaute Flächen in der wasserseitigen Böschung und auf der Deichkrone vor.

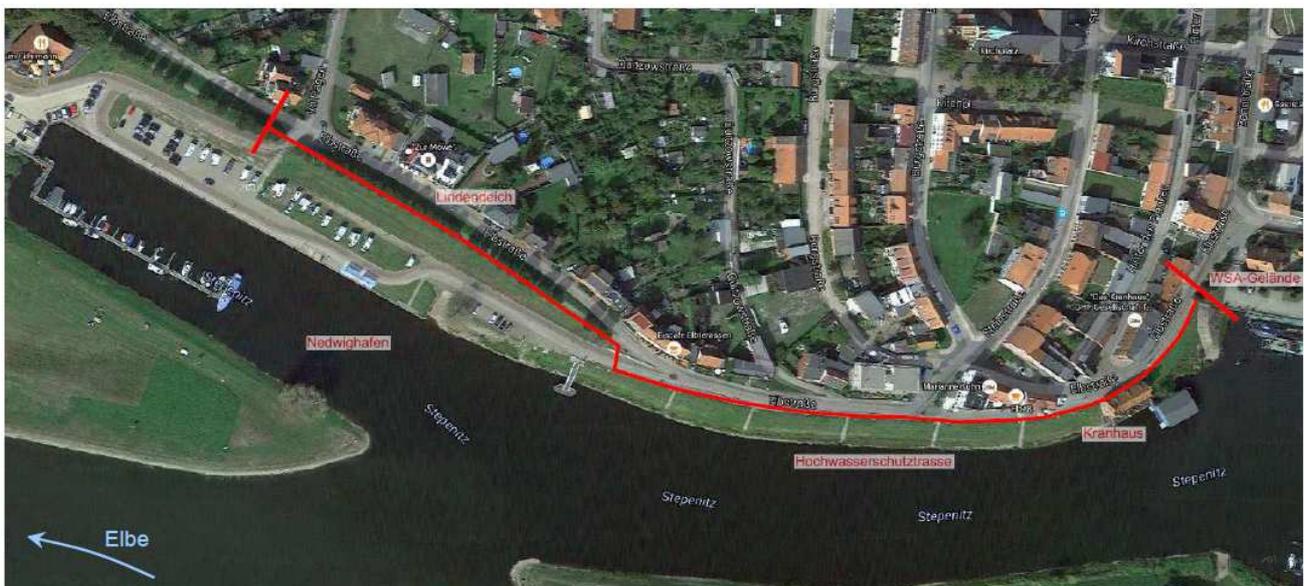


Abbildung 1: Übersichtsplan

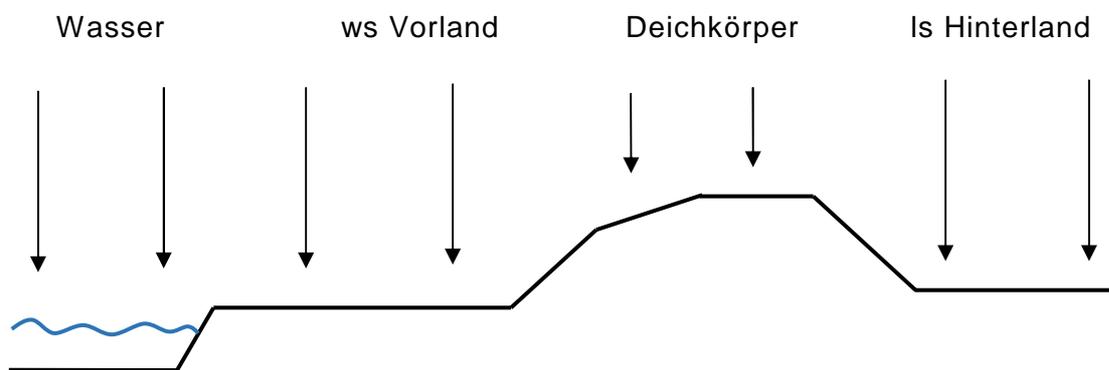
Im Bereich der vorhandenen Hochwasserschutzanlage wurden 4 Hauptquerprofile in einem Abstand von ca. 150 m mit jeweils 5-6 Bohrsondierungen (BS), einer schweren Rammsondierung (DPH) auf der Deichkrone und einer leichten Rammsondierung (DPL-5) am landseitigen Deichfuß erkundet (A, B, B/C, C, D, E). Zwischen den Hauptquerprofilen wurden im Abstand von ca. 50 m ergänzende BS durchgeführt (B,C,D). 8 RKS wurden vom Wasser aus niedergebracht (A, B).



Abbildung 2: Wasserbohrung

Bei den Querprofilen QP7 (0+310) und QP 10 (0+480) wurden die Bohrsondierungen durch eine leichte Rammsondierungen (DPL-5) ergänzt. Das Untersuchungsprogramm war seitens des Auftraggebers vorgegeben, musste jedoch in Abstimmung mit dem Straßenplaner, dem Planer für die HWS-Anlage sowie dem Auftraggeber ergänzt werden.

## Sondierpunkte



Die Aufschlüsse sollten gem. der Aufgabenstellung bis in Tiefen von 4-10 m unter jeweiliger Geländeoberkante geführt werden. Insgesamt wurden 44 Bohrsondierungen, 4 mittelschwere (DPM), 2 schwere (DPH) und 5 leichte Rammsondierungen (DPL-5) abgeteuft.

Die im Zuge der Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben wurden im Erdbaulabor seitens des unterzeichnenden Baugrundsachverständigen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, bei bindigen Böden auch hinsichtlich ihrer Konsistenz sowohl visuell als auch sensitiv (Fingerprobe) sowie anhand ausgewählter bodenmechanischer Laboruntersuchungen (s. Anlagen) beurteilt.

Hierbei erfolgte - unterstützt durch die Rammsondierergebnisse - gleichzeitig eine bodenmechanische Bewertung und eine Abschätzung der bodenmechanischen Kennwerte der einzelnen Bodenhorizonte zur Durchführung erdstatischer Berechnungen.

Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen und die der Rammsondierungen wurden in Schichtenprofilen in Anlehnung an die DIN 4023, Rammsondierdiagrammen gem. TP BF-StB Teil B15.1 und 11 idealisierten Baugrundschnitten (Querprofile) und drei Längsprofilen (ws Deichfuß, Deichkrone, Is Deichfuß; s. Anlage 2) dargestellt. Die Querprofile sind aus Darstellbarkeitsgründen/ Auflösung in einem Maßstab von 1:100 dargestellt. Die Längsprofile liegen ebenfalls aus Darstellungsgründen in einem horizontalen Maßstab von 1:500 bzw. 1:1500 vor. Der vertikale Maßstab beträgt überall 1:100.

Eine vermessungstechnische Erfassung der Bohr- und Sondieransatzpunkte erfolgte durch das Vermessungsbüro Münster-Graf aus Herzberg (s. Anlage 1.1, Lagepläne). Die verwendeten Koordinaten und Höhen sind in der Anlage 1.2 tabellarisch dargestellt (Höhen: Deutsches Haupthöhennetz DHHN 92 und Lagesystem: ETRS 89) und sind mit **m NHN** bezeichnet.

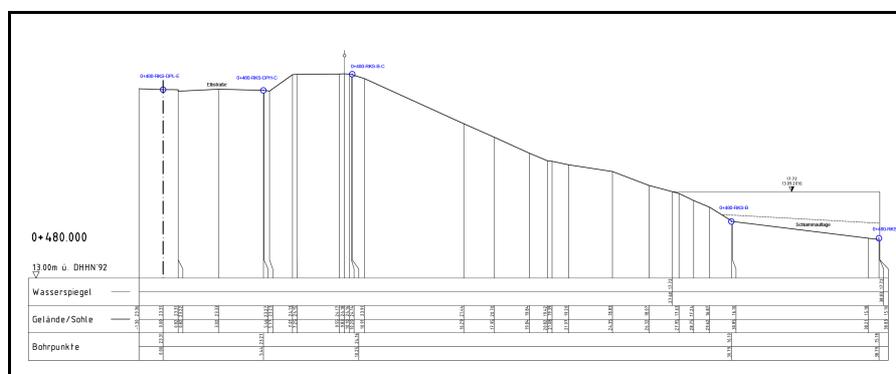


Abbildung 3: Querprofil vom Vermessungsbüro (s. auch Anlage 1.1.2)

## 3.2 Baugrundverhältnisse

### 3.2.1 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den Bohrsondierungen wurden gezielt gestörte Bodenproben entnommen und im bodenmechanischen Labor hinsichtlich

#### **Kornverteilung (k-Wert aus der Kornverteilung), Zustandsgrenzen (Konsistenz), Entnahmewassergehalt, Glühverlust**

untersucht. Eine Übersicht über die Laborversuche mit den maßgebenden bautechnischen Eigenschaften zeigt die Anlage 1.3.

Bei 11 Sondierpunkten in der Elbstraße wurde die unterlagernde Tragschicht bzw. Aufschüttung gem. TR LAGA Boden untersucht.

### 3.2.2 Geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet liegt im Urstromtal der Elbe. Entsprechend der geologischen Übersichtskarte Wittenberge (Blatt CC 3134) stehen im Untersuchungsgebiet oberflächennah holozäne, fluviatile Ablagerungen, wie Auelehme und Aueschluffe über Auesanden und -kiesen an.

Unter diesen bindigen Aueablagerungen sind nichtbindige Flussablagerungen in Form von fein- bis grobkörnigen Sanden zu erwarten.



Abb. 4: Auszug aus der Geologischen Übersichtskarte Wittenberge

### 3.2.3 Schichtenfolgen

Der Untergrundaufbau, bestimmt aus den geotechnischen Untersuchungen, lässt sich nur bedingt vereinfacht darstellen. Im gesamten Untersuchungsbereich, vor allem im Deichkörper, ist ein relativ inhomogener Untergrundaufbau bei den jeweiligen Querprofilen zu erkennen.

Die ws Böschung ist im gesamten Bereich der HWS mit Betonplatten befestigt. Weiterhin befindet sich im Bereich der Deichkrone ein mit Betonsteinpflastern befestigter Radweg, der wasser- und landseitig z. T. von Baumreihen eingefasst ist. Zum Nedwighafen verlaufen 2 Auf- bzw. Abfahrten, die mit Großkopfsteinpflaster befestigt sind. Entlang des Is Deichfußes liegt die Elbstraße, sofern nicht Gebäude von ihr umfahren werden müssen. Im weiteren Verlauf steht ein Gebäude ws von der geplanten Achse der HWS-Anlage. Dieses soll ggf. wasserseitig mit einer Spundwand eingefasst werden. Der Untersuchungsabschnitt endet am Geländes des WSA. Hier, sowie auch im Bereich des Nedwighafens, bilden Spundwände die Uferlinie.

Bei den Querprofilen lagern oberflächlich **Aufschüttungen** in Form von locker bis mitteldicht gelagerten Sanden mit unterschiedlichen Schluffanteilen ([SE], [SU], [SU\*]). In den Bereichen der befestigten Straßen und Radwege wurden oftmals Böden der Bodengruppen [GI], [GU], [SE] und [SU] angetroffen. Die in den Körnungslinien dargestellten Kiesanteile (0-50 %) werden hier hauptsächlich durch Bauschuttreste (Ziegel- Beton- und Schlackereste etc.) verursacht. Die Aufschüttungen zeigen Anteile an humosen Bestandteilen von ca.  $V_{gl}=0,6-1,9\%$ . Im Bereich der Straßen ist die Aufschüttung eher mitteldicht bis dicht gelagert (s. QP 0+000, QP 0+150, QP 0+480). Beim Querprofil 0+480 C (Straße) wurde unterhalb von ca. 8 cm Pflastersand ein Lehm der Bodengruppen ST\*-TL mit einer weichen- bis steifplastischen Konsistenz erkundet. Die Aufschüttungen reichen bis in unterschiedliche Tiefenlagen. Z. B. beim Querprofil 0+000 reichen sie relativ tief (z. T. bis ca. 4,6 m u. GOK bei B/C) während sie bei anderen Querprofilen bereits in einer Tiefe von 0,5 m u. GOK (z. B. Station 0+100 B) enden. Z. T. fehlen ggf. die anthropogenen Anzeiger (Bauschuttreste) für eine Aufschüttung.

Bei den Bohrsondierungen, die vom **Wasser** aus niedergebracht wurden, ist im Bereich der Gewässersohle oftmals eine stark inhomogen zusammengesetzte **aufgefüllte Schicht aus Sand, mit Bauschutt, Muscheln, Glas, Metall, Holz** usw. erbohrt worden (z. T. auch Schlammauflage). Darunter folgt dann ebenfalls eine organische Schicht in Form von **Sandmudde, Tonmudde** o. ä..

Der Uferbereich ist mit **Wasserbausteinen** befestigt. Z. T. lagern noch Wasserbausteine unterhalb des Wasserspiegels am Böschungsfuß. Den Abschluss bilden dann wiederum mitteldicht bis dicht gelagerte **Sande**.

In den unbefestigten Bereichen wurden auch z. T. **humose Oberböden** erbohrt. Generell stellen sich die Oberböden als relativ sandig, schwach schluffig bis schluffig und schwach humos dar.

Darunter wurden, noch im Bereich des Deichkörpers, je nach Lage des Querprofils, **schwach schluffige Sande, Lehm Böden, Tone sowie Wechsellagerungen von Lehm und Sand** erbohrt (z. B. 0+050, 0+100, 0+480).

Unterlagert werden die Wechsellagerungen von einer bindigen Schicht aus **Ton, Aueton bis Tonmudde** (Bodengruppen TA, OT, F, untergeordnet ST\*-TL). Die bindigen Böden sind überwiegend steifplastisch, vereinzelt auch weich- bis breiig. Bei den Querprofilen 0+310 bis 0+480 wurden die mächtigsten bindigen Schichten erbohrt. Z. T. reichen jedoch die Aufschlüsse nicht so tief, so dass die bindigen Schichten nicht erkundet werden konnten (s. z. B. 0+100 und 0+260). Bereichsweise sind Sandschichten eingelagert (z. B. 0+365).

Beim Querprofil 0+150 wurde unterhalb der bindigen Schicht bei den Bohrsondierungen C, D und E noch eine **Torf mudde** in Mächtigkeiten von ca. 10-40 cm erbohrt (Glühverlust:  $V_{gl}$  ca. 12-16%).

Den Abschluss bilden nichtbindige, mitteldicht bis dicht gelagerte Sande der Bodengruppe SE (untergeordnet SU; Elbsande).

### 3.2.4 Aktuelle Grundwasserverhältnisse

Grundwasser wurde im Untersuchungszeitraum bei den Querprofilen (QP 1 bis QP 11) bei Ordinaten von

**ca. 17,7 m NHN bis ca. 18,2 m NHN**

erkundet (n. Bohrende). Im Mittel lag der Grundwasserspiegel bei ca. 17,9 m NHN. Bei 0+310 B/C wurde zusätzlich etwas Staunässe in einer Tiefe von ca. 3,9 m u. GOK (ca. 20,7 m NHN) erkundet. Bei der Station 0+525E wurde in einer Tiefe von ca. 3,5 m u. GOK (ca. 19,4 m NHN) ebenfalls geringfügig Staunässe auf dem Ton angetroffen. Z. T. steht das Grundwasser in gespannter Form an (s. z. B. 0+310 E).

Der Wasserspiegel der Elbe, der in diesem flussnahen Bereich einen deutlichen Einfluss auf die Wasserstände hat, lag im Untersuchungszeitraum bei nachfolgend aufgeführten Ordinaten:

Tabelle 1: Pegelstände Wittenberge

Datum	Pegelstand	Pegelnulld	Wasserspiegel in m NHN
12.09.2016	1,14	16,59	17,73
13.09.2016	1,15	16,59	17,74
14.09.2016	1,10	16,59	17,69
22.09.2016	1,20	16,59	17,79
23.09.2016	1,44	16,59	18,03
26.09.2016	1,53	16,59	18,12
27.09.2016	1,43	16,59	18,02
28.09.2016	1,38	16,59	17,97
29.09.2016	1,31	16,59	17,90
30.09.2016	1,24	16,59	17,83

Die Untersuchungen, die vom Wasser aus niedergebracht wurden, sind am 13. und 14.09.16 durchgeführt worden. Daher wurde für die grafischen Darstellungen ein mittlerer Wasserspiegel von 17,72 m NHN angenommen. Dieser Wert entspricht ca. dem MNW der Elbe.

Im Bereich der ufernahen Wassersondierungen sind im Untergrund z. T. noch Wasserbausteine vorhanden. Dadurch bedingt unterscheiden sich die Ordinaten für die Oberkante der Gewässersohle gem. Vermessungsbüro und gem. Bohrung um bis zu 40 cm. Bei dem Querprofil 0+480 ist zusätzlich eine Schlammschicht gem. Vermessungsbüro dargestellt (s. Anlage 1.1.2).

## **4. Homogenbereiche mit Bodenkennwerten**

Im Folgenden werden die Hauptbodenarten benannt und mit den dazugehörigen Bodenkennwerten, Bodenklassen und Bodengruppen etc. dargestellt:

### **Homogenbereich 1A (humoser Oberboden)**

Allgemeine Bezeichnung:			Humoser Oberboden
Wichte	cal $\gamma$	=	15,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	cal $\gamma'$	=	8,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	cal $\phi'$	=	15,0-20,0 °
Kohäsion	cal $c'$	=	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	cal $E_s$	=	0,4-1,0 MN/ m <sup>2</sup>
Lagerungsdichte			<0,15 (sehr locker) bis ca. 0,25 (locker)
Durchlässigkeit (Abschätzung)			$k \approx 1 \times 10^{-5} \dots 1 \times 10^{-7}$ m /s
Stein- und Blockanteile			nicht erkundet
Frostempfindlichkeit (gem. ZTVE-StB 09)			F2 ... F3
Organischer Anteil (Abschätzung)			ca. 1-3 %
Bodenklasse n. DIN 18300 (alt)			1-2
Bodengruppe n. DIN 18196			OH-SU

### **Homogenbereich 1B (Aufschüttung nichtbindig, Sande)**

Allgemeine Bezeichnung:			Aufschüttung
Wichte	cal $\gamma$	=	16,5-19,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	cal $\gamma'$	=	8,5-11,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	cal $\phi'$	=	30,0-35,0 °
Kohäsion	cal $c'$	=	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	cal $E_s$	=	keine Angabe
Lagerungsdichte			<0,3 (locker) bis 0,4 (mitteldicht)
Durchlässigkeit (Beyer)			$k \approx 1 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-5}$ m /s
Stein- und Blockanteile			Bauschuttreste, z. T. bis 50 %
Frostempfindlichkeit (gem. ZTVE-StB 09)			F1 (-F2)
Organischer Anteil			gering (<3%)
Bodenklasse n. DIN 18300 (alt)			3
Bodengruppe n. DIN 18196			[SE]-[SU]-[GU]

## **Homogenbereich 1C (schwach bindige bis bindige Böden, ggf. aufgefüllt)**

Allgemeine Bezeichnung:			Sand, schluffig, Lehm, aufgefüllt
Wichte	cal $\gamma$	=	18,0-19,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	cal $\gamma'$	=	8,0-9,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	cal $\varphi'$	=	27,5-30,0 °
Kohäsion	cal $c'$	=	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	cal $E_s$	=	5-20 MN/ m <sup>2</sup>
Konsistenz			keine plastischen Eigenschaften
Wassergehalt			-
Lagerungsdichte			<0,3 (locker) bis 0,4 (mitteldicht)
Durchlässigkeit (USBR)			$k \approx 2 \times 10^{-5} \text{ m/s} - 6 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
Stein- und Blockanteile			nicht erkundet, Bauschuttreste
Frostempfindlichkeit (gem. ZTVE-StB 09)			F3
Organischer Anteil (Glühverlust)			gering (<3%)
Bodenklasse n. DIN 18300 (alt)			4
Bodengruppe n. DIN 18196			[SU*]-[ST*]

## **Homogenbereich 1D (bindige Böden, ggf. aufgefüllt)**

Allgemeine Bezeichnung:			Ton, Lehm
Wichte	cal $\gamma$	=	19,0-20,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	cal $\gamma'$	=	9,0-10,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	cal $\varphi'$	=	27,5-30,0 °
Kohäsion	cal $c'$	=	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	cal $E_s$	=	5-20 MN/ m <sup>2</sup>
Konsistenz			steifplastisch bis halbfest
Wassergehalt			ca. 10-20 %
Durchlässigkeit (USBR)			$k \approx 2 \times 10^{-5} \text{ m/s} - 2 \times 10^{-8} \text{ m/s}$
Stein- und Blockanteile			nicht erkundet
Frostempfindlichkeit (gem. ZTVE-StB 09)			F3
Organischer Anteil (Glühverlust)			gering (<3%)
Bodenklasse n. DIN 18300 (alt)			4
Bodengruppe n. DIN 18196			SU*-ST*, TL, TM

## **Homogenbereich 2, Sand, z. T. schwach schluffig**

Bezeichnung:			Sand, max. schwach schluffig
Wichte	cal $\gamma$	=	18,0-19,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	cal $\gamma'$	=	10,0-11,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	cal $\varphi'$	=	33,0-36,0 °
Kohäsion	cal $c'$	=	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	cal $E_s$	=	30-50 MN/m <sup>2</sup>
Lagerungsdichte			mitteldicht bis dicht; $D > 0,3$ ; $D > 0,5$
Stein- und Blockanteile			nicht erkundet, jedoch möglich
Glühverlust gem. DIN 18128			< 5%
Frostempfindlichkeit gem. ZTVE 09			F1-F2
Bodenklasse n. DIN 18300			3
Bodengruppe n. DIN 18196			SE-SU

## Homogenbereich 3a, Aueböden, bindig

Bezeichnung:				Auelehm, -ton, Ton- und Schluffmudde
Wichte	cal $\gamma$	=	16,0-19,0	kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	cal $\gamma'$	=	6,0-9,0	kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	cal $\phi'$	=	17,5-20,0	°
Kohäsion <sup>1</sup>	cal $c'$	=	10 – 30	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	cal $E_s$	=	1-4	MN/m <sup>2</sup>
Konsistenz gem. DIN 18122, T1				weich- bis steifplastisch bis halbfest $I_c = 0,5-1,2$ ; breiig: $<0,5$
Plastizität				$I_p = 15-30$
Wassergehalt				$w_n = 10-34\%$
Korndichte (angenommen)	$\rho_s$	=	2,66-2,7	g/cm <sup>3</sup>
Organischer Anteil (Glühverlust)				ca. 3-12 %
Bodenklasse				4 (5)
Bodengruppe				TL, TM, TA, OT-F, OU-F
Frostempfindlichkeitsklasse				F2-F3

## Homogenbereich 3b, Torfmudde (nur km 0+150)

Bezeichnung:				Torfmu
Wichte	cal $\gamma$	=	11,0-14,0	kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	cal $\gamma'$	=	1,0-4,0	kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	cal $\phi'$	=	15,0-17,5	°
Kohäsion	cal $c'$	=	0-15	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	cal $E_s$	=	0,5-2,0	MN/m <sup>2</sup>
Organischer Anteil (Glühverlust)				12,2-16,4 %
Konsistenz gem. DIN 18122, T1				weich- bis steifplastisch
Bodenklasse				2
Bodengruppe				HZ-F

## Homogenbereich 4

Bezeichnung:				Sand, Kiessand
Wichte	cal $\gamma$	=	18,0-19,0	kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	cal $\gamma'$	=	10,0-11,0	kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	cal $\phi'$	=	32,5-37,5	°
Kohäsion	cal $c'$	=	0	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	cal $E_s$	=	30-80	MN/m <sup>2</sup>
Wandreibungswinkel				$2/3 \phi$
Lagerungsdichte				mitteldicht-dicht $D > 0,3$ bis $> 0,5$
Stein- und Blockanteile				nicht erkundet, jedoch möglich
Glühverlust gem. DIN 18128				keine Auffälligkeiten
Frostempfindlichkeit gem. ZTVE 09				F1
Bodenklasse n. DIN 18300				3
Bodengruppe n. DIN 18196				SE, untergeordnet SU

<sup>1</sup> Die Kohäsion bindiger Böden darf nur berücksichtigt werden, wenn der Boden in seiner Lage ungestört, wenn er dauernd gegen Austrocknung und Frost geschützt ist und wenn er beim durchkneten nicht breiig wird (Quelle: Simmer, Grundbau 1)

## **5. Hinweise zum Deichneubau**

### **5.1 Tragfähigkeit**

Die im Bereich des Deichkörpers angetroffenen Böden in Form von inhomogen zusammengesetzten Aufschüttungen / Oberböden verschiedenster Mächtigkeiten, bestehend aus Sanden mit unterschiedlichen Schluffanteilen, aus Lehmbändern, aus Tonen etc. und Bauschuttresten stellen in der Regel keinen ausreichend tragfähigen Baugrund dar.

Es wird empfohlen, diese nicht ausreichend tragfähigen Aufschüttungen/ Oberböden in der Regel nicht tiefer als 2 m abzutragen. Im Zuge des Deichneubaus (Deicherhöhung) ist das Abtragsniveau intensiv mit geeignetem Verdichtungsgerät nachzuverdichten (Anforderung  $D_{Pr} \geq 98\%$ ). Danach erfolgt der weitere, lagenweise und verdichtete Deichaufbau mit geeignetem Material.

Die im tieferen Untergrund angetroffenen Böden (SE, SU, SU\*, ST\*, TM-TA-OT) sind überwiegend mitteldicht bis z. T. dicht gelagert bzw. steifplastisch bis halbfest und stellen in der Regel einen ausreichend tragfähigen Baugrund dar. Die darunter angetroffenen Sande sind mitteldicht bis dicht gelagert und demzufolge ausreichend tragfähig.

Sollten im Zuge der Bauausführung noch weitere locker gelagerte bzw. Böden mit geringer Raumbeständigkeit angetroffen werden, so sind diese ebenfalls gegen verdichtungsfähige Böden lagenweise und verdichtet zu ersetzen.

Sollten weiche bzw. breiige Bereiche festgestellt werden, so sind diese einzugrenzen und durch entsprechende Tragfähigkeitsnachweise zu überprüfen. Weiche bis breiige Böden stellen in der Regel keinen ausreichend tragfähigen Baugrund dar. In Abhängigkeit der Mächtigkeit der nicht ausreichend tragfähigen Böden ist je nach Auflast durch den Deichkörper dann mit erhöhten Setzungen zu rechnen. Müssen entsprechend weiche bis breiige Böden ausgetauscht werden, so ist als Austauschmaterial ein verdichtbarer Boden, vergleichbar zu den anstehenden Böden, lagenweise und verdichtet einzubauen.

Für die Austauschböden sind entsprechende Eignungsnachweise zu erbringen (Körnungslinie, Dichte, Proctordichte, Glühverlust, Konsistenzgrenzen etc.).

## 5.2 HWS-Wand, Rammpbarkeit

Zum Ausgleich der Fehlhöhen (hier: ca. 1,65 m) ist eine Spundwand vorgesehen. Wegen der zu erwartenden auftretenden Kräfte im Hochwasserfall ist eine entsprechende Einbindetiefe der Spundwand vorzusehen.

Auf Grund des z. T. geringen Abstandes von der ws Deichschulter bis zur bestehenden Bebauung bzw. auch wegen eines Gebäudes, welches im Bereich der ws Böschung liegt, sollte die Spundwand mit erschütterungsarmen bzw. –freien Verfahren in den Untergrund eingebracht werden. Es wird empfohlen für die Spundwand vorzubohren. Die Arbeiten sind durch Erschütterungsmessungen gem. DIN 4150 zu begleiten. Bei einer zweiten Variante könnte mit Hilfe eines Düsenstrahlverfahrens eine Spundwand in einen entsprechenden Schlitz eingestellt werden.

Die dritte Variante beinhaltet eine Hochwasserschutzwand aus bewehrtem Beton, die im Deichkörper gegründet wird. Hierbei sind die unterschiedlichen Baugrundverhältnisse zu beachten. Die Gründungssohlen sind entsprechend nachzuverdichten ( $D_{Pr} \geq 98\%$ ).

Im Bereich des in der ws Böschung stehenden Gebäudes wird eine gesonderte Maßnahme empfohlen. Ggf. ist hier die Spundwand ws um das Gebäude herum einzubringen.

Die Rammpbarkeit der Böden lassen sich in Anlehnung an die EAU wie folgt darstellen:

Nichtbindige Sande, locker gelagert	leicht rammpbar
Nichtbindige Sande, mitteldicht gelagert	mittelschwer rammpbar
Bindige Böden, weichplastisch	mittelschwer rammpbar
Bindige Böden, steifplastisch bis halbfest	schwer bis sehr schwer rammpbar

## 6. Durchlässigkeiten der anstehenden Böden

Detaillierte Angaben zu den k-Werten sind den beigefügten Zusammenstellungen der bodenmechanischen Laboruntersuchungen (s. Anlage 1.3) bzw. den jeweiligen Körnungslinien (s. Anlage 4) zu entnehmen.

Weiterhin sind die aus den Körnungslinien ermittelten k-Werte auch in die Querprofile eingetragen.

## Hinweise zu ggf. erforderlichen Grundwasserabsenkungen

Sollten Grundwasserabsenkungen im Rahmen von Baugrubenherstellungen erforderlich werden, so wird die Ausführung einer geschlossenen Wasserhaltung über Spülfilterlanzen mit Vakuumanlagen bis zu einem Absenkmaß von max. 1,5 m empfohlen. Hierbei ist für die Einbringung der Spülfilterlanzen ggf. durch die bindigen Böden vorzubohren. In Abhängigkeit der Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden, den Ton unterlagernden Sande werden bei größeren Absenktiefen Schwerkraftbrunnen erforderlich.

## 7. Orientierende Analytik gem. TR LAGA 20, Boden

Im Zuge der Abstimmungen mit dem Straßenbauamt sowie dem Straßenplaner sollten Bodenproben entnommen und gem. TR LAGA 20, Boden, untersucht und bewertet werden. Die entsprechenden Probenahmeprotokolle, die Auswertungen (Sand) sowie die zugehörigen Prüfberichte sind der Anlage 5 zu entnehmen. Eine Übersicht über die Ergebnisse zeigt die nachfolgende Tabelle.

**Tabelle 2: untersuchungen gem. TR LAGA 20, Boden, Bewertung**

<b>Bohrung</b>	<b>Entnahmetiefe in m</b>	<b>Bodenart</b>	<b>Z-Klasse</b>	<b>Bestimmendes Kriterium</b>
<b>Station</b>				
<b>0+000 D</b>	0,0-1,0	Sand	<b>Z0*</b>	Kupfer, Nickel, Zink (Festst.)
<b>0+050 D</b>	0,0-1,3	Sand	<b>Z0</b>	
<b>0+100 D</b>	0,0-0,9	Sand	<b>Z1</b>	TOC
<b>0+150 D</b>	0,0-1,1	Sand	<b>Z1</b>	TOC
<b>0+200 D</b>	0,0-1,5	Sand	<b>Z2</b>	PAK, Benzo(a)pyren
<b>0+260 D</b>	0,0-1,3	Sand	<b>Z0</b>	
<b>0+310 C</b>	0,0-1,2	Sand	<b>Z1</b>	TOC
<b>0+310 D</b>	0,0-1,1	Sand	<b>Z1</b>	TOC
<b>0+365 D</b>	0,0-1,0	Sand	<b>Z0*</b>	Blei, Kupfer
<b>0+420 D</b>	0,0-1,9	Sand	<b>Z0</b>	
<b>0+480 C</b>	0,0-1,6	Sand	<b>Z1</b>	Arsen

## **8. Filtertechnische Betrachtungen**

Für die filtertechnische Bemessung (Überprüfung der mechanischen Filterwirksamkeit) von einem möglichen Stützkörper- und Filtermaterial ist das Merkblatt „Anwendung von Kornfiltern an Wasserstraßen“ (MAK; s. Unterlage 9) heranzuziehen. Hierbei sind die Kornverteilungskurven mit den Korndurchgängen bei 10%, 50%, und 60%, die Ungleichförmigkeitszahl, die Lagerungsdichte, die Scherparameter (Kohäsion und Plastizität) sowie die Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Böden im Zusammenhang mit den aufzubringenden Böden zu betrachten. Das Diagramm von Cistin/Ziems dient dabei zur Überprüfung der Filterwirksamkeit.

In den Anlagen sind Körnungsbänder, sortiert nach Bodengruppen, dargestellt.

Für die stark bindigen Böden der Bodengruppen TL-TA, OT sind wir davon ausgegangen, dass sie eine Plastizität  $> 10\%$  besitzen und demnach filtertechnisch nicht weiter zu betrachten sind.

Die im Untergrund angetroffenen Böden mit den entsprechenden bodenspezifischen Kennwerten sind in diesem Bericht dargestellt und dienen als Grundlage für weitere Überlegungen.

## **9. Straßenbau**

Es wird voraussichtlich die Elbstraße neu gebaut werden. Dazu sind die vorhandenen Oberflächenbefestigungen (Großkopfsteinpflaster usw.) sowie die darunter lagernden Sande, die mit Bauschutt durchsetzt sind, abzutragen.



Abb. 5: Baugrube im Straßenbereich

Es gelten die aktuellen Vorschriften der RStO, ZTVE, ZTVA etc. und mitgeltende Normen. In dem Straßenbereich ist entsprechend den erstellten Körnungslinien die Frostempfindlichkeitsklasse F2 derzeit maßgebend. Eine Ausnahme bilden die Böden beim Querprofil 0+480 C. Hier sind F3-Böden (stark frostempfindlich) maßgebend.

Die ermittelten Zuordnungsklassen gem. TR LAGA 20 sind dem Kapitel 6 bzw. der Anlage 5 zu entnehmen.

## **Baugrubensicherungen**

Durch Baustellenpersonal begangene Baugruben / Abgrabungen mit einer Höhe / Tiefe von mehr als 1,25 m können in dem angetroffenen Untergrund in Anlehnung an die DIN 4124 von 45° (nichtbindige Sande) bzw. 60° bei mind. steifplastischen bindigen Böden abgebösch werden.

In Bereichen, in denen der o.g. Böschungswinkel nicht eingehalten werden kann, wird bei größeren Baugrubenquerschnitten eine Sicherung der Baugrubenwände (Böschung) über einen geeigneten Verbau, der statisch nachzuweisen ist (z. B. Träger-Bohlwand-Verbau oder Stützwand o.ä.; erschütterungsfrei einzubringen) empfohlen.

Für einen ggf. erforderlichen Rohrleitungsbau sind die aktuell gültigen Vorschriften der DIN 4124, ZTVA, ZTVE etc. und mitgeltende Normen zu beachten.

## **10. Zusätzliche Hinweise und Empfehlungen**

Die durchgeführten Untersuchungen liefern nur stichprobenartige Aufschlüsse. Wenn sich im Zuge der Bauarbeiten die Bodenverhältnisse anders darstellen als dies bislang erkundet wurde, bzw. bei Änderung der Planunterlagen und/oder der Annahmen, ist der Baugrundgutachter ergänzend hinzuzuziehen.

Außerdem wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es bei bindigen bis stark bindigen oder auch organischen Bodenschichten durch den Baubetrieb bzw. durch nicht unmittelbar abgeführtes Wasser zu extremen Aufweichungen kommen kann. Aufgeweichte, breiige sowie organische Böden stellen keinen ausreichend tragfähigen Baugrund dar und sind gegen nichtbindiges und verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial zu ersetzen. Aufgelockerte Bereiche sind nachzuverdichten (Deichkronenbereiche). Insgesamt ist darauf zu achten, dass jederzeit ein gleichmäßiges und flächenhaftes Tragverhalten des Untergrundes gewährleistet ist.

Die organischen Böden sind, unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit, auszuheben. In Bereichen, wo dies nicht möglich ist, muss während der Sanierung der Hochwasserschutzanlage mit Setzungen gerechnet werden. Hier werden Setzungspegel empfohlen.

Sollte sich aufgrund der Grundbruchberechnungen ergeben, dass extreme Potentialunterschiede auftreten, so sind ggf. landseitig Entspannungsschlitz / Entlastungsbohrungen vorzusehen. Im Hochwasserfall ist dann jedoch mit einem erhöhten Wasserandrang landseitig zu rechnen. Ergeben Standsicherheitsberechnungen nicht die geforderten Sicherheiten, so sind beispielsweise die Böschungsneigungen flacher zu gestalten.

Aufgelockerte, sandige Bereiche sind bei entsprechendem Flurabstand des Wassers (0,5 m gem. DIN 4123) nachzuverdichten. Insgesamt ist darauf zu achten, dass jederzeit ein gleichmäßiges und flächenhaftes Tragverhalten des Untergrundes gewährleistet ist.

Wir empfehlen wegen des Gesamtumfangs des Projektes zu einem geeigneten Zeitpunkt sowohl Präzisierungen als auch weitere Projektdiskussionen vorzunehmen. Grundsätzlich ist es sinnvoll, baubegleitende Beratungen (z. B. in Form von Kontrollprüfungen) durchzuführen, um eine optimale Lösung für spezielle Bereiche finden zu können.

Berlin, 05.12.2016



---

Dipl.-Geophys. B. Modenbach