

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER GbR

**BERATENDE INGENIEURE VBI
ERDBAULABORATORIUM HAMBURG**

Buxtehude Verbesserung des Hochwasserschutzes an der Este

1. Bericht

Baugrundbeurteilung und
Gründungsempfehlung für die
geplanten Hochwasserschutzbauwerke

Hamburg, den 16. August 2010 - Auftr.-Nr. 016641

REIMERSBRÜCKE 5, D-20457 HAMBURG · TELEFON (040) 38 91 39-0 · TELEFAX (040) 380 91 70



Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Vorgang	1
2. Unterlagen	2
3. Baugelände und geplante Bauwerke.....	3
4. Baugrund.....	4
4.1 Baugrundaufschluss.....	4
4.2 Baugrundaufbau	5
4.2.1 Abschnitt Kleingartenkolonie bis Stadtpark, linkes Esteufer	5
4.2.2 Abschnitt Liebfrauenkirchhof, Straße Hinter dem Zwinger bis Ritterstraße, rechtes Esteufer	6
4.2.3 Abschnitt Stadtparkteich, linkes Esteufer	7
4.2.4 Abschnitt Stadtparkteich, rechtes Esteufer	8
4.2.5 Abschnitt Straße An der Este bis Poststraße, linkes Esteufer	8
4.2.6 Abschnitt Bleicherstraße ZOB bis Poststraße, rechtes Esteufer	9
4.2.7 Abschnitt Poststraße bis Fußgängerbrücke Parkstraße, linkes Esteufer	10
4.2.8 Abschnitt Poststraße bis Fußgängerbrücke Parkstraße, rechtes Esteufer	10
4.2.9 Abschnitt Schützenplatz, linkes Esteufer.....	11
4.2.10 Abschnitt Schützenplatz bis Bahnbrücke, linkes Esteufer.....	12
4.2.11 Abschnitt Parkstraße bis Bahnbrücke, rechtes Esteufer.....	13
4.2.12 Abschnitt Bahnbrücke bis Fußgängerbrücke Martinstraße, linkes Esteufer	14
4.2.13 Abschnitt Bahnbrücke bis Fußgängerbrücke Martinstraße, rechtes Esteufer	15
4.2.14 Abschnitt Martinstraße bis Stauschleuse Altkloster, linkes Esteufer.....	15
4.3 Wasserstände	16
5. Bodenkennwerte	18
5.1 Wassergehalte.....	18
5.2 Bodenkennwerte, Bodenklassen und Bodengruppen	19



	<u>Seite</u>
6. Angaben zur Bemessung der Hochwasserschutzbauwerke	20
6.1 Hochwasserschutzspundwände	20
6.1.1 Bemessungsansätze	20
6.1.2 Einbau der Hochwasserschutzspundwand	20
6.2 Winkelstützwände	21
6.2.1 Bemessungsansätze	21
6.2.2 Einbau der Winkelstützwand	21
6.2.3 Setzungen	22
6.3 Deiche	22
7. Hinweise zur Bauausführung	23
7.1 Bodenaushub und Hinterfüllung für die Winkelstützwände	23
7.2 Verbringung Bodenaushub	24
7.3 Hindernisse im Baugrund	24
7.4 Einbau der Spundbohlen	25
7.5 Wasserstandsveränderungen	25
7.6 Witterungseinflüsse auf den Deichbau	25
7.7 Deichverteidigungsweg	26
7.8 Oberflächenabdeckung	26
7.9 Beweissicherung	26
8. Zusammenfassung	26



Deichverband der II. Meile Alten Landes
über
Ingenieurbüro Galla & Partner
Lange Straße 50
21640 Horneburg

ERDBAULABORATORIUM HAMBURG

GRÜNDUNGEN · BODENMECHANIK · WASSER-
SENKUNGEN · DAMM- UND TALSPERRENBAU
TUNNELBAU · HAFENBAU · DEPONIETECHNIK

REIMERSBRÜCKE 5 · 20457 HAMBURG
TEL. 040 / 38 91 39 · 0 · FAX 040 / 380 91 70
E-MAIL: HH@STEINFELD-UND-PARTNER.DE
INTERNET: WWW.STEINFELD-UND-PARTNER.DE

(BITTE IMMER ANGEBEN)

016641

16. August 2010
- Qt/Na -

Verbesserung des Hochwasserschutzes
an der Este im Innenstadtbereich von Buxtehude
hier: Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung
für die geplanten Hochwasserschutzbauwerke

Auftrag vom 17.12.2009

Anlagen 016641/1 bis 5

1. Bericht

1. Vorgang

An der Este im Innenstadtbereich von Buxtehude soll im Planungsgebiet des Deichverbandes der II. Meile Alten Landes im Streckenabschnitt zwischen der Stauschleuse Altkloster und der Marschtorschleuse der Hochwasserschutz verbessert werden (s. a. Übersichts- und Lageplan auf der Anlage 016641/1). Wir wurden beauftragt, für die hierfür erforderlichen Hochwasserschutzbauwerke die Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung auszuarbeiten.

INHABER

Dr.-Ing. Kahl
Dr.-Ing. Rechtern
Dipl.-Ing. Steiner
Dr.-Ing. Weihrauch

HAUPTSITZ

Reimersbrücke 5
20457 Hamburg
Tel. 040 / 38 91 39-0
Fax 040 / 380 91 70

NL BERLIN-BRANDENBURG

Blumberger Weg 20
16356 Ahrensfelde
Tel. 033394 / 564 56
Fax 033394 / 564 58

NL STRALSUND

Semlower Straße 13
18439 Stralsund
Tel. 03831 / 28 00 06
Fax 03831 / 28 00 92

BANKVERBINDUNGEN

Dresdner Bank AG	BLZ 200 800 00	Konto 50 800 58
Hamburger Sparkasse	BLZ 200 505 50	Konto 1269 / 121 420
Deutsche Bank AG	BLZ 200 700 00	Konto 656 49 00



2. Unterlagen

Für die Bearbeitung stehen uns die nachfolgend genannten Unterlagen zur Verfügung.

Vom Ingenieurbüro Galla & Partner, Horneburg:

- 2.1 Vorentwurf Verbesserung des Hochwasserschutzes an der Este im Innenstadtbereich von Buxtehude, Deichverband der II. Meile Alten Landes, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner und BWS GmbH, Stand vom November 2008;

- 2.2 Entwurfspläne zur Verbesserung des Hochwasserschutzes an der Este im Innenstadtbereich von Buxtehude:
 - Übersichtslageplan, Blatt 4.0, M 1:2000, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 15.07.2010
 - Querschnitte, Blatt 6.1, M 1:100, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 03.05.2010
 - Querschnitte, Blatt 6.2, M 1:100, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 03.05.2010
 - Querschnitte, Blatt 6.3, M 1:100, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 16.07.2010
 - Querschnitte - Alternativvarianten, Blatt 6.4, M 1:100, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 06.04.2010
 - Lageplan - Vorzugsvariante, Blatt 7.1, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 06.04.2010
 - Lageplan - Vorzugsvariante, Blatt 7.2, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 03.05.2010
 - Lageplan, Blatt 7.3, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 03.05.2010
 - Lageplan - Vorzugsvariante, Blatt 7.4, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 06.04.2010
 - Lageplan, Blatt 7.5, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 03.05.2010
 - Lageplan, Blatt 7.6, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 16.07.2010
 - Lageplan - Alternativvariante, Blatt A 7.1, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 12.03.2010
 - Lageplan - Alternativvariante, Blatt A 7.2.1, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 03.05.2010



- Lageplan - Alternativvariante Stemmtor - Zufluss zum Fleth, Blatt A 7.2.2, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 01.07.2010
- Lageplan - Alternativvariante, Blatt A 7.4, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 21.05.2010
- Alternative Stemmtor - Zufluss zum Fleth, Lageplanausschnitt, M 1:250, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 01.07.2010
- Lageplan – Grunderwerb , Blatt 14.1.1, M 1:500, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 03.05.2010
- Lageplan – Grunderwerb , Blatt 14.1.2, M 1:500, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 03.05.2010
- Lageplan – Grunderwerb , Blatt 14.1.3, M 1:500, aufgestellt vom Ing. Büro Galla & Partner, Stand vom 15.07.2010

Eingang am 19.07.2010

- 2.3 Erläuterungsbericht zum Entwurf Verbesserung des Hochwasserschutzes an der Este im Innenstadtbereich von Buxtehude, aufgestellt vom Ingenieurbüro Galla & Partner, Stand vom 29.07.2010;
Eingang am 04.08.2010

Vom Bohrunternehmen Dipl.-Ing. Eichhorn, Neudorf – Bornstein:

- 2.4 Schichtenverzeichnisse und 147 gestörte Bodenproben aus 33 Kleinbohrungen (BS 1 bis BS 16 und BS 19 bis BS 35) nach DIN EN ISO 22475-1 (bisher DIN 4021) bis in eine Tiefe von max. rd. 8,0 m unter Ansatzpunkt; Kleinbohrungen ausgeführt am 15.04., 16.04. und 22.04.2010;
Eingang am 27.04.2010

3. Baugelände und geplante Bauwerke

Das Baugelände in der Innenstadt von Buxtehude im Bereich der Este (s. a. Lageplan auf der Anlage 016641/1) liegt zwischen der Marschtorschleuse und der Stauschleuse Altkloster. Es erstreckt sich über eine Gesamtlänge von ca. 1,8 km. Nach der höhenmäßigen Einmessung der Bohransatzpunkte liegt das Baugelände auf Höhen zwischen etwa NN +2,7 m (BS 19) im Bereich der Marschtorschleuse und etwa NN +4,3 m (BS 35) im Bereich der Stauschleuse Altkloster.



Zur Durchleitung eines hundertjährigen Hochwassers (HQ₁₀₀) soll der Hochwasserschutz im Innenstadtgebiet von Buxtehude verbessert werden. Im Einzelnen ist hierzu gemäß den Angaben in Unterlage 2.1 beidseitig der Este der Bau von insgesamt rd. 930 m Deichen mit einer maximalen Höhe von 1,30 m über GOK, einer insgesamt rd. 360 m langen Spundwandanlage mit einer Höhe von max. ca. 1,5 m über GOK, von insgesamt rd. 30 m Hochwasserschutzanlage aus Mauerwerk durch eine Erhöhung der vorhandenen Hochwasserschutzmauer um rd. 0,75 m und der Bau einer insgesamt ca. 2.180 m langen Winkelstützwand mit einer Höhe von max. 1,5 m über landseitig angrenzende GOK geplant. Mit den v. g. Bauwerken erhält die Hochwasserschutzanlage im Bereich der flussaufwärts gelegenen Stauschleuse Altkloster eine Höhe von rd. NN +4,8 m und im Bereich der flussabwärts gelegenen Marschtorschleuse eine Höhe von rd. NN +4,0 m. In Folge der Errichtung der v. g. Hochwasserschutzbauwerke ist außerdem u. a. das Verlegen von im Bereich der geplanten Hochwasserschutzbauwerke verlaufenden Leitungen und Kanälen sowie der Neubau von Schachtbauwerken erforderlich.

Die geplanten Deiche sollen mit einer Böschungsneigung von 1:3 aus deichbaufähigem Bodenmaterial (Klei oder Lehm) hergestellt werden. Die Kronenbreite beträgt 3,0 m. Auf der Deichkrone ist ein befestigter Deichverteidigungsweg vorgesehen.

Es ist geplant, die Spundwandbohlen mit einer Länge von 8 bis 9 m von der Wasserseite aus erschütterungsfrei einzupressen.

Die geplanten Winkelstützwände aus Betonfertigteilen werden frostfrei gegründet. Landseitig der Winkelstützwand ist direkt angrenzend der Deichverteidigungsweg geplant.

4. Baugrund

4.1 Baugrundaufschluss

Zur Erkundung des Baugrundes im geplanten Baubereich wurden in der Zeit vom 15.04. bis 22.04.2010 vom Bohrunternehmer Dipl.-Ing. Eichhorn, Neudorf - Bornstein, gemäß unserer Empfehlung 33 Kleinbohrungen (BS 1 bis BS 16 und BS 19 bis BS 35) nach DIN EN ISO 22475-1 (bisher DIN 4021) bis in eine Tiefe von maximal rd. 8,0 m unter Ansatzpunkt ausgeführt.



Die Lage der Bohransatzpunkte der 33 Kleinbohrungen kann dem Lageplan auf Anlage 016641/1 entnommen werden.

Die Bohrergebnisse sind nach unserer visuellen und manuellen Beurteilung der vom Bohrunternehmer gestört entnommenen Bodenproben sowie nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) auf den Anlagen 016641/2 bis 5 als Bohrprofile höhengerecht aufgetragen.

Die Baugrundbeschreibung erfolgt entsprechend der in Unterlage 2.3 gewählten Abschnitte für jedes Ufer gesondert. Die Bezeichnung linkes oder rechtes Ufer beziehen sich auf die Esteufer in Fließrichtung von der Stauschleuse Altkloster zur Wehranlage Marschtorschleuse.

4.2 Baugrundaufbau

4.2.1 Abschnitt Kleingartenkolonie bis Stadtpark, linkes Esteufer

In diesem Abschnitt ist der Bau einer Winkelstützwand mit einer vorgelagerten Sicherheitsberme mit einer Breite von 1,5 m geplant. Alternativ hierzu ist ein Deich zwischen der Fußgängerbrücke Liebfrauenkirchhof und der Fußgängerbrücke Hosaeusweg möglich.

Nach den vorliegenden Bohrergebnissen in diesem Bereich (BS 19 bis BS 23, vgl. Anlage 016641/4) stehen ab Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand, z. T. auch aus Klei (BS 20) und Mutterboden, mit Resten von Ziegeln, Schotter, Keramik und Torf an. Die Auffüllungen erstrecken sich bis in Tiefen von rd. 1,1 m (BS 23) bzw. rd. 2,2 m (BS 20 und BS 22). Für die Auffüllungen aus Sand ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Unter der Auffüllung folgen zunächst überwiegend stark zersetzte bis zersetzte Torfe mit z. T. Standstreifen mit Gesamtmächtigkeiten zwischen rd. 1,0 m (BS 22) bzw. rd. 1,3 m (BS 21) an.



In der Kleinbohrung BS 23 folgt unter der oberen Torfschicht eine rd. 1,1 m mächtige Sandschicht mit eingelagerten Torfstreifen, an die sich eine unter rd. 0,6 m dicke zersetzte bis schwach zersetzte Torfschicht anschließt. Unterhalb der Torfschichten wurden bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 5,0 m Fein- und Mittelsande erbohrt.

In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden die unteren Sande vom Bohrunternehmer als mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/4 entnommen werden.

4.2.2 Abschnitt Liebfrauenkirchhof, Straße Hinter dem Zwinger bis Ritterstraße, rechtes Esteufer

Im Bereich hinter der Bebauung Liebfrauenkirchhof ist aufgrund der beengten Platzverhältnisse eine Hochwasserspundwand in der östlichen Uferlinie und im anschließenden Bereich eine Winkelstützwand geplant.

Nach den Bohrergebnissen der in diesem Bereich ausgeführten Kleinbohrungen BS 1 bis BS 4 (vgl. Anlage 016641/2) stehen ab Bohransatzpunkt ein rd. 0,4 m dickes Granitpflaster (BS 1) bzw. Auffüllungen aus Sand und Mutterboden mit z. T. Ziegel- und Torfresten an. Die Auffüllungen erstrecken sich bis in eine Tiefe von rd. 1,0 m (BS 2) bzw. rd. 2,4 m (BS 3). Für die sandigen Auffüllungen ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Darunter wurden in Mächtigkeiten von rd. 0,5 m (BS 3) bzw. rd. 1,9 m (BS 4) stark zersetzte bis zersetzte Torfe mit z. T. Feinsandbändern erbohrt, die in den Kleinbohrungen BS 1, BS 3 und BS 4 bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 7,0 m von Fein- und Mittelsanden unterlagert werden.

In der Kleinbohrung BS 2 folgt unter einer oberen Torfschicht eine rd. 1,7 m dicke Sandschicht mit Torfstreifen. Darunter wurde eine zweite rd. 1,2 m dicke stark zersetzte bis zersetzte Torfschicht erbohrt. Unterhalb dieser zweiten Torfschicht wurde bis Bohrendtiefe von rd. 5,0 m ein Mittelsand mit eingelagerten Torfstreifen erkundet.



In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden die unteren Sande vom Bohrunternehmer als mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/2 entnommen werden.

4.2.3 Abschnitt Stadtparkteich, linkes Esteufer

Im Bereich Stadtparkteich ist im Bereich des linken Esteufers ein Deich geplant.

Nach den Bohrergebnissen aus diesem Bereich (BS 23 bis BS 25, vgl. Anlage 016641/4) stehen ab Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand mit u. a. Ziegel-, Holz- und Keramikresten an, die bis in eine Tiefe von rd. 1,1 m (BS 23) bzw. rd. 2,7 m (BS 25) reichen. Für die sandigen Auffüllungen ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Die Auffüllungen werden von einer stark zersetzten bis zersetzten Torfschicht mit einer Mächtigkeit von rd. 0,5 m (BS 23 und BS 25) bzw. rd. 0,9 m (BS 24) unterlagert.

In der Kleinbohrung BS 23 folgt unter der oberen Torfschicht eine rd. 1,1 m mächtige Sandschicht mit eingelagerten Torfstreifen, an die sich eine untere 0,6 m dicke zersetzte bis schwach zersetzte Torfschicht anschließt.

Unterhalb der Torfschichten wurde bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 7,0 m ein Mittelsand erkundet.

In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden die unteren Sande vom Bohrunternehmer als mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/4 entnommen werden.



4.2.4 Abschnitt Stadtparkteich, rechtes Esteufer

Ab der Fußgängerbrücke Ritterstraße erfolgt der Hochwasserschutz in diesem Bereich durch eine direkt in der Uferlinie bzw. im Bereich des Grundstückes Ritterstraße Nr. 15 / Westfleth Nr. 1 teilweise 1,0 m in der Este angeordneten Spundwand. An die Treppenanlage der Straße Am Geesttor zum Stadtpark schließt in südlicher Richtung eine Winkelstützwand mit einer vorgelagerten Sicherheitsberme mit einer Breite von 1,5 m an. Ab dem Übergang des Fußweges in die Steganlage, die an das Gebäude Zwischen den Brücken Nr. 8 angehängt ist, erfolgt der Übergang von der Winkelstützwand in eine verkleidete Spundwand.

Nach den Bohrerergebnissen aus diesem Bereich (Kleinbohrungen BS 4 bis BS 6, vgl. Anlage 016641/2) stehen unter Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand mit z. T. Ziegel-, Torf- und Kleiresten an. Die Auffüllungen erstrecken sich bis in eine Tiefe von rd. 1,8 m (BS 6) bzw. rd. 2,6 m (BS 5). Für die Auffüllungen ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Darunter wurden in Mächtigkeiten von rd. 0,8 m (BS 6) bis rd. 1,9 m (BS 4) stark zersetzte bis zersetzte Torfe erbohrt, an die sich bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 7,0 m Mittelsande anschließen. In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden diese Sande vom Bohrunternehmer als mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/2 entnommen werden.

4.2.5 Abschnitt Straße An der Este bis Poststraße, linkes Esteufer

Im Bereich zwischen der Straße An der Este und der Poststraße ist am linken Esteufer die Anordnung einer Winkelstützwand und vor dem Grundstück Poststraße 4A der Bau einer Spundwand geplant. Wasserseitig ist vor der Winkelstützwand eine Sicherheitsberme mit einer Breite von 1,5 m vorgesehen.



Nach den Bohrergebnissen aus diesem Bereich (Kleinbohrungen BS 25 und BS 26, vgl. Anlage 016641/4) stehen ab Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand mit z. T. Ziegel-, Holz-, Schlacke- und Torfresten an. Die Auffüllungen reichen bis in eine Tiefe von rd. 2,1 m (BS 26) bzw. rd. 2,7 m (BS 25). Für die Auffüllungen ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Darunter wurden stark zersetzte bis zersetzte Torfe mit einer Mächtigkeit von rd. 0,5 m (BS 25) bzw. rd. 1,4 m (BS 26) erbohrt.

Unterhalb der Torfschichten wurden bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 7,0 m Mittelsande erkundet. In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden diese Sande vom Bohrunternehmer als mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/4 entnommen werden.

4.2.6 Abschnitt Bleicherstraße ZOB bis Poststraße, rechtes Esteufer

In diesem Bereich ist überwiegend ein Deich in Form einer Erhöhung des vorhandenen Fußweges um ca. 15 bis 50 cm mit Böschungsneigungen von 1:3 geplant. Für die vorhandene Fußgängerbrücke soll eine beidseitige Einfassung mit einer Winkelstützwand erfolgen.

Nach den Bohrergebnissen aus diesem Bereich (Kleinbohrungen BS 6 bis BS 7, vgl. Anlage 016641/2) stehen unter Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand, Kies, Mutterboden und Klei mit z. T. Ziegelresten an. Die Auffüllungen erstrecken sich bis in Tiefen von rd. 1,8 m (BS 6) bzw. rd. 4,3 m (BS 7). Für die sandigen Auffüllungen ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Darunter steht in einer Dicke von rd. 0,5 m (BS 7) bzw. rd. 0,8 m (BS 6) stark zersetzter bis zersetzter Torf an.



Die Torfschicht wird bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 6,0 m von Mittelsanden unterlagert. In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden diese Sande vom Bohrunternehmer als mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/2 entnommen werden.

4.2.7 Abschnitt Poststraße bis Fußgängerbrücke Parkstraße, linkes Esteufer

Im Abschnitt von der Poststraße bis zur Parkstraße ist zunächst im Bereich der Stellplatzanlage des Verwaltungsgebäudes der Stadt Buxtehude eine Winkelstützwand und hieran anschließend ein Deich mit einer Höhe auf NN +4,0 m geplant. Ab dem Flurstück 287/7 schließt an den Deich bis zur Parkstraße eine Spundwand an.

Nach den Bohrerergebnissen aus diesem Bereich (Kleinbohrungen BS 27 und BS 28, vgl. Anlage 016641/5) stehen ab Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand, Mutterboden und Schluff mit z. T. Ziegel-, Holz-, Bauschutt- und Torfresten an. Die Auffüllungen erstrecken sich bis in eine Tiefe von rd. 1,8 m (BS 27) bzw. rd. 2,2 m (BS 28). Für die sandigen Auffüllungen ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Die Auffüllungen werden von stark zersetzten bis zersetzten bzw. zersetzten Torfen mit z. T. Sandstreifen mit Mächtigkeiten von rd. 0,6 m (BS 28) bzw. rd. 1,5 m (BS 27) unterlagert.

Unterhalb der Torfschicht wurden bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 5,0 m Mittelsande mit z. T. vereinzelt Torfresten erkundet. In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden diese Sande vom Bohrunternehmer als mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/5 entnommen werden.

4.2.8 Abschnitt Poststraße bis Fußgängerbrücke Parkstraße, rechtes Esteufer

In diesem Abschnitt ist ein Deich mit zunächst einer Höhe von NN +4,0 m und im Bereich der Fußgängerbrücke Parkstraße auf NN +4,2 m geplant. Auf dem Deich ist der Deichverteidigungsweg mit einer Breite von 3,0 m angeordnet.



Nach den Ergebnissen der Kleinbohrungen BS 8 bis BS 9 (vgl. Anlagen 016641/2 und 3) stehen in diesem Bereich unter Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand und Mutterboden mit z. T. Ziegel- und Torfresten an, die sich bis in eine Tiefe von rd. 1,7 m unter Bohransatzpunkt erstrecken. Für die Auffüllungen aus Sand ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Unterhalb der Auffüllung wurde in Mächtigkeiten von rd. 0,6 m (BS 9) bzw. rd. 1,1 m (BS 8) stark zersetzte bis zersetzte Torfe bzw. sandige zersetzte Torfe erbohrt.

Die Torfschichten werden bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 5,0 m von Mittelsanden, die in den oberen rd. 0,5 m bzw. 0,8 m Torfstreifen aufweisen, unterlagert. In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden die Mittelsande vom Bohrunternehmer als mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf den Anlagen 016641/2 und 3 entnommen werden.

4.2.9 Abschnitt Schützenplatz, linkes Esteufer

In der Vorzugsvariante gemäß Unterlage 2.3 ist für den Abschnitt von der Parkstraße bis zur Fußgängerbrücke zur Schützenhalle ein Deich mit einer Höhe auf NN +4,2 m und einer vorgelagerten Sicherheitsberme mit einer Breite von 1,5 m vorgesehen. Die landseitige Deichböschung wird dabei ab der Parkstraße bis zum Regenwasserpumpwerk von einer Winkelstützwand ersetzt. Ab dem Regenwasserpumpwerk wird auf der Deichkrone der Deichverteidigungsweg mit einer Breite von 3,0 m angeordnet. Im Bereich der tieferliegenden Fußgängerbrücke zur Schützenhalle sind Winkelstützwände vorgesehen.

Als Alternativvariante ist für den gesamten Abschnitt die Anordnung einer Winkelstützwand möglich.



Nach den Bohrergebnissen in diesem Bereich (Kleinbohrungen BS 28 bis BS 30, vgl. Anlage 01641/5) stehen ab Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand, Mutterboden und Schluff mit z. T. Ziegel-, Bauschutt- und Holzresten an. Die Auffüllungen reichen bis in Tiefen von rd. 1,3 m (BS 30) bzw. rd. 2,2 m (BS 28). Für die sandigen Auffüllungen ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Die Auffüllung werden von stark zersetzten bis zersetzten bzw. zersetzten Torfschichten mit z. T. Sandstreifen unterlagert. Die Torfschichten wurden in Mächtigkeiten von rd. 0,6 m (BS 28) bis rd. 2,5 m (BS 29) erbohrt.

Darunter wurden bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 5,0 m Mittelsande mit z. T. eingelagerten Torfstreifen erkundet. In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden die Sande vom Bohrunternehmer als locker bis mitteldicht bzw. mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/5 entnommen werden.

4.2.10 Abschnitt Schützenplatz bis Bahnbrücke, linkes Esteufer

In diesem Bereich ist geplant, die Winkelstützwand im Bereich der Fußgängerbrücke zur Schützenhalle bis zum Straßendamm Gildestraße und zwischen dem Damm Gildestraße und dem Bahndamm fortzuführen. Die Winkelstützwand soll wasserseitig eine Sicherheitsberme mit einer Breite von 1,5 m erhalten.

Nach den Bohrergebnissen in diesem Bereich (Kleinbohrungen BS 30 und BS 31, vgl. Anlage 016641/5) stehen ab Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand und Mutterboden mit u. a. Ziegel- und Holzresten an. Die Auffüllungen reichen bis in eine Tiefe von rd. 1,3 m (BS 30) bzw. rd. 1,4 m (BS 31). Für die sandigen Auffüllungen von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Die Auffüllungen werden von einer stark zersetzten bis zersetzten bzw. zersetzten Torfschicht mit z. T. Sandstreifen in einer Mächtigkeit von rd. 1,1 m (BS 31) bzw. rd. 2,3 m (BS 30) unterlagert.



Unterhalb der Torfschicht wurden in beiden Kleinbohrungen bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 5,0 m Mittelsande mit z. T. eingelagerten Torfstreifen angetroffen. In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden die Mittelsande vom Bohrunternehmer als locker bis mitteldicht bzw. mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/5 entnommen werden.

4.2.11 Abschnitt Parkstraße bis Bahnbrücke, rechtes Esteufer

Ab der Fußgängerbrücke Parkstraße soll der Hochwasserschutz bis zur Fußgängerbrücke zur Schützenhalle mittels einer Winkelstützwand mit einer vorgelagerten Sicherheitsberme erfolgen. Der Bereich beidseitig der Fußgängerbrücke zur Schützenhalle wird ebenfalls mit einer Winkelstützwand gesichert. Anschließend bis zum Damm der Gildestraße und weiter bis zur Bahnbrücke soll der Hochwasserschutz durch einen Deich mit einer Höhe auf NN +4,2 m und im Bereich der Brückenwiderlager der Gildestraße sowie der Fußgängerbrücke parallel zur Bahnbrücke durch eine Winkelstützwand erfolgen.

Für diesen Bereich liegen die Bohrerergebnisse der Kleinbohrungen BS 10 bis BS 12 (vgl. Anlage 016641/3) vor. Danach stehen ab Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand mit z. T. Ziegel-, Torf- und Kleiresten bis in Tiefen von rd. 1,7 m (BS 10) bzw. rd. 3,9 m (BS 12) an. Für die sandigen Auffüllungen ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Darunter wurde in den Kleinbohrungen BS 11 und BS 12 in einer Mächtigkeit von rd. 1,7 m (BS 12) bzw. rd. 2,1 m (BS 11) stark zersetzter bis zersetzter bzw. zersetzter bis schwach zersetzter Torf erbohrt. In der Kleinbohrung BS 10 wurde dagegen keine Torfschicht angetroffen.

Unterhalb der Torfschicht bzw. unterhalb der Auffüllung in der Kleinbohrung BS 10 wurden bis Bohrendtiefe von max. rd. 7,0 m Fein- und Mittelsande, die im oberen Bereich z. T. Torfstreifen aufweisen, erkundet. In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden diese Sande vom Bohrunternehmer als locker bis mitteldicht bzw. mitteldicht beschrieben.



Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/3 entnommen werden.

4.2.12 Abschnitt Bahnbrücke bis Fußgängerbrücke Martinstraße, linkes Esteufer

Für das an die Bahnbrücke anschließende Gelände der Stadtwerke ist kein Hochwasserschutz erforderlich, da das Gelände bereits auf einer Höhe von über NN +4,5 m liegt. Ab dem Gelände der Stadtwerke ist zunächst ein Deich mit einer Höhe auf NN +4,5 m geplant. Dieses entspricht einer Erhöhung des vorhandenen Geländes um 0,5 m bis 1,2 m. An den Deich schließt sich bis zur Fußgängerbrücke Martinstraße im Bereich der Grundstücke Tonkuhle Nr. 2 bis Nr. 6 eine Winkelstützwand an, die aufgrund der engen Platzverhältnisse direkt an der Wasserlinie geplant ist. Ein Deichverteidigungsweg ist für diesen Abschnitt nicht vorgesehen.

Nach den in diesem Bereich vorliegenden Bohrergebnissen (BS 32 und BS 33, vgl. Anlage 016641/5) stehen ab Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand und Mutterboden mit u. a. Ziegelresten und Torfstreifen an. Die Auffüllungen reichen bis in eine Tiefe von rd. 1,8 m. Für die Auffüllungen ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Die Auffüllungen werden von einer stark zersetzten bis zersetzten bzw. zersetzten Torfschicht mit eingelagerten Sandstreifen in Mächtigkeiten von rd. 0,5 m (BS 32) bzw. rd. 0,8 m (BS 33) unterlagert.

Unterhalb der Torfschicht wurden bis zur Bohrendtiefe von max. rd. 7,0 m Fein- und Mittelsande mit z. T. im oberen Bereich eingelagerten Torfstreifen angetroffen. In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden die Sande vom Bohrunternehmer als locker bis mitteldicht bzw. bis z. T. dicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/5 entnommen werden.



4.2.13 Abschnitt Bahnbrücke bis Fußgängerbrücke Martinstraße, rechtes Esteufer

In diesem Abschnitt ist nahezu auf gesamter Länge eine Winkelstützwand mit einer vorgelagerten Sicherheitsberme geplant. Nur im Bereich der Rohrbrücke für Frischwasserleitungen bei Stat. 1+451 ist ein Deich mit einer Höhe von ca. 0,5 m über vorhandenem Gelände (NN +4,5 m) auf eine Länge von ca. 20 m geplant.

Nach den Bohrergergebnisse aus diesem Bereich (Kleinbohrungen BS 13 bis BS 16, vgl. Anlage 016641/3) stehen ab Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand, Mutterboden und Klei mit z. T. Ziegel-, und Schalenresten sowie Torfstreifen bis in Tiefen von rd. 1,4 m (BS 14) bzw. rd. 2,2 m (BS 16) an. Für die Auffüllungen aus Sand ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Darunter wurde in Mächtigkeiten von rd. 0,6 m (BS 13) bis rd. 2,2 m (BS 15) stark zersetzter bis zersetzter bzw. zersetzter Torf mit z. T. Sandstreifen erbohrt.

In der Kleinbohrung BS 13 wurde unter der Torfschicht zunächst eine rd. 0,5 m dicke Mittelsandschicht mit eingelagerten Torfstreifen und anschließend eine zweite rd. 1,4 m dicke Torfschicht mit Sandstreifen angetroffen.

Unterhalb der Torfschichten wurden bis zur Bohrendtiefe von rd. 5,0 m Mittelsande erkundet. In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden diese Mittelsande vom Bohrunternehmer als locker bis mitteldicht bzw. mitteldicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/3 entnommen werden.

4.2.14 Abschnitt Martinstraße bis Stauschleuse Altkloster, linkes Esteufer

Für diesen Abschnitt ist die Errichtung einer Winkelstützwand direkt an der Uferlinie geplant.

Nach den in diesem Bereich vorliegenden Bohrergergebnissen (Kleinbohrungen BS 33 bis BS 35, vgl. Anlage 016641/5) stehen ab Bohransatzpunkt Auffüllungen aus Sand und Mutterboden mit z. T. Ziegel-, Keramik- und Schluffresten an. Die Auffüllungen reichen



bis in Tiefen von rd. 1,4 m (BS 34) bzw. rd. 4,5 m (BS 35). Für die sandigen Auffüllungen ist von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Die Auffüllungen werden in den Kleinbohrungen BS 33 und BS 34 von einer stark zersetzten bis zersetzten bzw. zersetzten Torfschicht mit Sandstreifen unterlagert. Die Torfschicht weist dabei Mächtigkeiten von rd. 0,5 m (BS 34) bzw. rd. 0,8 m (BS 33) auf. In der Kleinbohrung BS 35 wurde keine Torfschicht angetroffen. Hier folgt unter der Auffüllung eine Geschiebemergelschicht in einer Mächtigkeit von 1,3 m, die bis Bohrendtiefe von rd. 8,0 m von einem Beckenschluff unterlagert ist. Der Geschiebemergel sowie der Beckenschluff weisen eine steife Konsistenz auf.

In der Kleinbohrung BS 33 und BS 34 wurden unter den Torfen bis zur Bohrendtiefe von rd. 7,0 m Sande erbohrt, die im oberen Bereich z. T. Torfstreifen aufweisen. In der Kleinbohrung BS 34 folgt unter der Sandschicht zunächst eine rd. 0,5 m dicke Geschiebemergelschicht und darunter eine rd. 0,7 m mächtige Beckenschluffschicht, die bis zur Bohrendtiefe von rd. 7,0 m von Mittelsanden unterlagert wird. Die Geschiebemergelschicht weist eine steife und die Beckenschluffschicht eine weiche bis steife Konsistenz auf.

In den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.4) werden die unteren Sande vom Bohrunternehmer als mitteldicht bzw. mitteldicht bis dicht beschrieben.

Einzelheiten können den Bohrprofilen auf der Anlage 016641/5 entnommen werden.

4.3 Wasserstände

Die beim Baugrundaufschluss angetroffenen Wasserstände sind gemäß den Angaben in Unterlage 2.4 in den Anlagen 016641/2 bis 5 jeweils links neben dem Bohrprofil eingetragen. Der verfahrensbedingt nicht ausgespiegelte Wasserstand wurde danach zwischen rd. 0,7 m (BS 23, etwa NN +2,2 m) und rd. 2,3 m (BS 25, etwa NN +1,6 m) unter Bohransatzpunkt angetroffen. Bezogen auf Normal Null wurde ein Wasserstand zwischen NN +1,4 m (BS 8) und rd. NN +2,4 m (BS 35) gemessen. Im Einzelnen wurden während der Bohrarbeiten die in Tabelle 1 angegebenen nicht ausgespiegelten Wasserstände gemessen.



Tabelle 1: Gemessene Wasserstände

Bohrung	Unter GOK [m]	Bezogen auf NN [m]
BS 1	0,75	+2,16
BS 2	0,85	+2,13
BS 3	1,25	+2,19
BS 4	1,10	+2,15
BS 5	1,50	+2,03
BS 6	1,80	+1,83
BS 7	1,80	+2,03
BS 8	1,90	+1,35
BS 9	1,70	+1,56
BS 10	1,20	+2,20
BS 11	1,10	+2,04
BS 12	1,10	+2,03
BS 13	1,40	+2,20
BS 14	1,45	+2,04
BS 15	1,50	+2,04
BS 16	1,70	+2,24
BS 19	1,10	+1,60
BS 20	0,80	+2,20
BS 21	1,05	+1,93
BS 22	0,75	+2,17
BS 23	0,70	+2,23
BS 24	1,20	+1,99
BS 25	2,30	+1,59
BS 26	1,90	+1,47
BS 27	1,20	+2,03
BS 28	2,05	+1,88
BS 29	1,25	+1,85
BS 30	1,40	+2,11
BS 31	1,50	+1,80
BS 32	1,40	+1,85
BS 33	1,70	+1,98
BS 34	1,40	+2,22
BS 35	1,90	+2,43



Das oberhalb der Torfschicht bzw. der bindigen Schichten vorhandene Stauwasser fließt zurzeit der Este zu. Das unterhalb der Torfschicht bzw. der bindigen Schichten vorhandene Grundwasser weist nach unseren Erfahrungen von Bauvorhaben im Innenstadtbereich von Buxtehude eine Strömungsrichtung von Osten nach Westen auf.

Je nach örtlichen Vorflutverhältnissen und Niederschlagsereignissen ist ein Stauwasseranstieg bis in Höhe vorhandener GOK nicht auszuschließen.

Der Estewasserstand kann im geplanten Baubereich in Abhängigkeit der Ober- und Unterwasserbedingung im Normalfall über die Stauschleuse Altkloster und die Marschtorschleuse gesteuert werden. Das Sommerstauziel der Este liegt im geplanten Baubereich nach Unterlage 2.2 auf einer Höhe von NN +2,3 m und das Winterstauziel auf einer Höhe von NN +2,1 m. Bei Hochwasserereignissen werden diese Werte überschritten.

5. Bodenkennwerte

5.1 Wassergehalte

Zur Abschätzung der in erdstatischen Berechnungen anzusetzenden Bodenkennwerte wurden die uns gelieferten Bodenproben von uns bewertet und an 36 ausgewählten Bodenproben wurde der natürliche Wassergehalt nach DIN 18121, Teil 2, bestimmt. Die Einzelwerte der ermittelten Wassergehalte sind auf den Anlagen 016641/2 bis 5 rechts neben den Bohrprofilen, den Probeentnahmetiefen zugeordnet, eingetragen. Im Einzelnen ergeben sich die in Tabelle 2 angegebenen Grenz- und Mittelwerte.

Tabelle 2: Wassergehalte

Bodenart	Anzahl der Versuche	Wassergehalte w (%)		
		min.	mittel	max.
Torf	21	104	336	580
Torf mit Sandstreifen	11	43	115	215
Geschiebemergel	2	12,1	-	12,5
Beckenschluff	2	30,7	-	34,5



5.2 Bodenkennwerte, Bodenklassen und Bodengruppen

Für die im untersuchten Baubereich anstehenden Bodenschichten sind auf der Grundlage der Bohrergebnisse, der ermittelten Wassergehalte gemäß Abschn. 5.1 und uns vorliegenden Versuchsergebnisse an vergleichbaren Bodenarten in erdstatischen Berechnungen die in Tabelle 3 angegebenen charakteristischen Bodenkennwerte anzusetzen. In der Tabelle 3 sind ferner zu den einzelnen Bodenarten die zugehörige Bodenklasse nach DIN 18300 und die Bodengruppe nach DIN 18196 angegeben.

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte, Bodenklassen und Bodengruppen

Bodenart	Wichte γ/γ' (kN/m ³)	Scherfestigkeit		Steifemodul $E_{s,k}$ (MN/m ²)	Bodenklasse nach DIN 18300	Bodengruppe nach DIN 18196
		ϕ'_k (°)	c'_k (kN/m ²)			
Sandauffüllung, auf mind. mitteldichte Lagerung verdichtet	19/11	35	0	≥ 50	3	[SE, SI, SW, GE, GI, GW]
Sandige Auffüllung, Mutterboden locker gelagert	18/10	30	0	10-15	1/3 ¹⁾	[SE, SU, SÜ, SW, SI, GE, OH]
Auffüllung, Schluff	16/6	25	5	5	2/4 ¹⁾	[SÜ, UL, UM, TL]
Auffüllung, Klei	15/5	17,5	5	1	2/4 ¹⁾	[OU]
Torf mit Sandstreifen $w \leq 150\%$	12/2	15	5	0,8	2/3	HN, HZ, SE, SI, SW,
Torf $w \leq 580\%$	11/1	15	5	0,5	2/3	HN, HZ
Feinsand mit Torfstreifen	17/9	27,5	0	10	2/3	SE, SI, SW, HN, HZ
Sand	19/11	35	0	≥ 50	3	SW, SI, SU
Beckenschluff	20/10	25	10	20	4	UL, UM, TM,
Geschiebemergel	22/12	30	10	≥ 50	4/5/6	SU, SÜ, ST, TL

¹⁾ Bei Antreffen von hohen Bauschuttanteilen ist die Bodenklasse vor Ort festzulegen.



6. Angaben zur Bemessung der Hochwasserschutzbauwerke

6.1 Hochwasserschutzspundwände

6.1.1 Bemessungsansätze

Bei der anstehenden Baugrundsichtung wird für die Hochwasserschutzspundwände unabhängig von der sich aus der Wandbemessung gemäß den nachfolgenden Ansätzen ergebenden Einbindelänge eine Einbindung in die anstehenden unteren Sande empfohlen.

In Bezug auf die horizontale Belastung der Hochwasserschutzwand sind neben dem Erd- druck bei Ansatz der Bodenkennwerte nach Abs. 5.2 die Wasserdrücke aus den möglichen Este- und Grundwasserständen zu berücksichtigen. Die Wandbemessung ist entsprechend den Vorgaben der EAU durchzuführen. Für die Erddruckermittlung empfehlen wir den Ansatz des erhöhten aktiven Erddruckes mit $k^* = (k_a + k_0) / 2$.

Sofern im Bereich der Hochwasserschutzwand keine nennenswerten Geländeaufhöhungen ($\leq 0,3$ m) erforderlich werden, brauchen auf die Spundwand keine Zusatzlasten aus negativer Mantelreibung angesetzt zu werden.

Für die vertikale Lastabtragung über die Spundwand kann die Grenzmantelreibung in den unteren Sanden ab dem theoretischen Fußpunkt mit $q_{s,k} = 40$ kN/m² und der Grenzspitzenwiderstand bezogen auf den zweifachen Stahlquerschnitt mit $q_{b,k} = 5$ MN/m² angesetzt werden.

6.1.2 Einbau der Hochwasserschutzspundwand

Aufgrund der geplanten örtlichen Lage der Hochwasserschutzspundwand zur vorhandenen Bebauung ist die Wand zur Vermeidung von Schäden an den benachbarten Bauwerken erschütterungsfrei einzupressen. Hierfür sind ausreichend steife Spundwandprofile zu verwenden.



6.2 Winkelstützwände

6.2.1 Bemessungsansätze

Nach Unterlage 2.2 liegt die Sohle der Winkelstützwände in Tiefen von rd. NN +1,5 m bis rd. NN + 2,7 m, vorwiegend bei rd. NN +1,7 m und damit überwiegend unterhalb der bei den Bohrarbeiten gemessenen Grund- und Stauwasserständen.

Die Winkelstützwände sind frostsicher im Bereich der anstehenden sandigen Auffüllungen zu gründen. Falls im Tiefenbereich der Gründungssohle Torf ansteht, ist dieser bis mindestens 0,6 m unterhalb der Gründungssohle gegen einen lagenweise zu verdichtenden schluffarmen Sand (Schluffgehalt $\leq 3\%$, Ungleichförmigkeit $U \geq 2$) auszutauschen, wobei ein seitlicher Lastausstrahlungsbereich von $\alpha = 45^\circ$ zu berücksichtigen ist. Dieser Mindestabstand von 0,6 m ist jeweils bauseits zu überprüfen.

In Bezug auf die horizontale Belastung der Winkelstützwand sind neben dem erhöhten aktiven Erddruck mit $k^* = (k_a + k_0) / 2$ bei Ansatz der Bodenkennwerte nach Abs. 5.2 die Wasserdrücke aus den möglichen Hochwasserständen in der Este und die landseitigen Wasserstände jeweils ungünstig zu berücksichtigen. Widerstehend ist ein Teilerdwiderstand in den Sanden mit etwa 50 % und in den Torfschichten mit etwa 30 % des möglichen Erdwiderstandes anzusetzen.

Für die ungünstigsten Lastfälle sind jeweils die entsprechenden Standsicherheitsnachweise zu führen (Nachweis der Sicherheit gegen Kippen, Nachweis der Grundbruchsicherheit und Nachweis der Gleitsicherheit).

6.2.2 Einbau der Winkelstützwand

Es ist geplant die Winkelstützwand aus Betonfertigteilen zu errichten. Diese sind auf ein zuvor verdichtetes Erdplanum aufzustellen und gegen ein gegenseitiges Verschieben bzw. Verkippen zu sichern.



6.2.3 Setzungen

Beim Einbau der Winkelstützwand werden planmäßig vorwiegend sandige Auffüllungen gegen Sand ersetzt. Außerdem sind die Winkelstützwände auf einem mindestens 0,6 m dicken Sandpolster zu gründen, wodurch eine entsprechende Lastverteilung gegeben ist. Sofern keine wesentliche Geländeerhöhung ($\leq 0,3$ m) erfolgt, sind nur geringe und gleichmäßige Setzungen ($s \leq 2$ cm) der Winkelstützwände zu erwarten.

6.3 Deiche

Die geplanten Deiche beidseits der Este sollen mit einer Höhe von maximal etwa 1,3 m über vorhandenem Gelände mit Böschungsneigungen binnen- und außenseitig von etwa 1 : 3 errichtet werden.

Als Vorbereitung für die Deichaufschüttung ist in der Deichtrasse das örtlich vorhandene Buschwerk und Gehölz zu beseitigen und der stark durchwurzelte Mutterboden in einer Stärke von rd. 0,1 m bis 0,2 m abzutragen. Anschließend ist der Deich lagenweise aus geeigneten Erdbaustoffen aufzusetzen.

Das Setzungsverhalten der Deiche wird von den unterlagernden Torfschichten bestimmt. Bei der ausgewiesenen Mächtigkeit dieser Schichten von $d \leq 2,5$ m (Kleinbohrung BS 29) werden die Primärsetzungen je nach Mächtigkeit der anstehenden Torfschichten erst nach einer Liegezeit von einigen Monaten abgeklungen sein. Bei der erkundeten Mächtigkeit der Torfschichten und den Auflasten aus dem Deich (Klei) von $\max. q \leq 1,3 \cdot 16 = 21$ kN/m² ergeben sich je nach Baugrundsichtung und Deichhöhe für die vorliegenden Deichprofile Setzungen von ca. 10 cm. Damit die Deichbauwerke nach dem Abklingen der Setzungen die planmäßige Höhe aufweisen, sind für die Deicherstellung die in Tabelle 4 angegebenen zu erwartenden Setzungs- bzw. Überhöhungsmaße zu berücksichtigen.

Tabelle 4: Setzungsmaße für Deichquerschnitte

Querschnitt	Bohrung	Setzungsmaß [cm]
0+469	BS 23	6
0+605	BS 6	2
0+711	BS 7	2
0+776	BS 27	10
0+797	BS 8	2
0+891	BS 9	2
0+956	BS 29	5
1+084	BS 11	10
1+190	BS 12	6
1+427	BS 32	2
1+722	BS 34	2
A 0+195	BS 21	8
A 0+318	BS 22	6

7. Hinweise zur Bauausführung

7.1 Bodenaushub und Hinterfüllung für die Winkelstützwände

Nach den Ergebnissen der Kleinbohrungen BS 1 bis BS 16 und BS 19 bis BS 35 erfolgt der Bodenaushub im Bereich der Winkelstützwände in vorwiegend aufgefüllten Sanden. Sofern es die geometrischen Randbedingungen zulassen, können geböschte Baugruben mit Böschungsneigungen von etwa 1:1 hergestellt werden. Ansonsten wird ein Verbau gemäß EAB (2006) erforderlich.

Da die Aushubsohle der Baugrube überwiegend im Stau- bzw. Grundwasserbereich liegt, ist zu ihrer Trockenhaltung die Installation einer Wasserhaltungsanlage erforderlich. Hierzu ist je nach Höhenlage der Aushubsohle die abschnittsweise Installation einer Kleinfilterbrunnenanlage oder eine offene Wasserhaltung (Pumpensümpfe und Dränstränge) vorzusehen. Für die Einleitung bauzeitlich gefassten Wassers in eine Vorflut/ein Siel ist eine Genehmigung erforderlich.



Für die geplanten tiefer zu gründenden Winkelstützwände im Bereich der Uferlinie ist zusätzlich eine Baugrubenumschließung mittels einer wasserdichten Spundwand vorzusehen.

Der in der Gründungssohle der Winkelstützwand anstehende Sand ist vor der Überbauung mit einem mittelschweren Verdichtungsgerät nachzuverdichten.

Sofern beim Aushub der Winkelstützwandgräben schluffarmer Sand (Schluffgehalt $\leq 3\%$, Ungleichförmigkeit $U \geq 2$) angetroffen wird, kann dieser zur Hinterfüllung der Winkelstützwand wiederverwendet werden. Beim Einbau des Sandes ist dieser lagenweise ($d \leq 0,3$ m) zu verdichten.

Die mindestens zu erreichende mitteldichte Lagerung der Hinterfüllung ist mit einer Verdichtungskontrolle durch Sondierungen mit der leichten Rammsonde DPL-5 nach bisheriger DIN 4094-3 nachzuweisen. Dabei sind unterhalb einer rd. 0,4 m dicken Störzone Schlagzahlen von mindestens $N_{10} \geq 10$ zu erreichen.

7.2 Verbringung Bodenaushub

Vor der Vergabe der Erdarbeiten empfehlen wir, die Verbringungsmöglichkeiten für den Aushubboden zu klären. Hierfür sind mit dem Erdbauunternehmer eindeutige vertragliche Regelungen erforderlichenfalls auf Grundlage von Schadstoffuntersuchungen des Aushubbodens zu treffen.

7.3 Hindernisse im Baugrund

Generell ist bei der Herstellung der Hochwasserschutzspundwand mit Hindernissen im Baugrund zu rechnen. Wir empfehlen daher, in der Ausschreibung entsprechende Positionen für Hindernisbeseitigungen aufzunehmen.



7.4 Einbau der Spundbohlen

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung stehen die Sande unterhalb des Torfs überwiegend in mitteldichter, z. T. in lockerer bis mitteldichter bzw. dichter Lagerung an. Über relativ kurze Tiefenbereiche bzw. mit zunehmender Tiefe ist auch mit einer dichten Lagerung zu rechnen. Das erforderliche Spundwandprofil ist daher nicht nur nach statischen Gesichtspunkten sondern auch nach einpresstechnischen/einbringtechnischen Gesichtspunkten auszuwählen.

7.5 Wasserstandsveränderungen

Die nichtbindigen Auffüllungen oberhalb des Torfs bzw. oberhalb der bindigen Schichten stellen einen Stauwasserleiter dar. Beim vollflächigem Einbringen einer Spundwand bis in größere Tiefen kann es durch die Absperrwirkung zu einem Stauwasseranstieg und einem ggf. damit verbundenem Vernässen von Grundstücken kommen.

Um die Stauwasserstände zu begrenzen, ist vor der Spundwand eine Kappdränageanlage mit Kontrollschächten und einem Anschluss an eine Vorflut zu installieren. Die Unterkante der Dränstränge ist in einer Höhe von NN +2,0 m anzuordnen.

Um die Auswirkungen der Hochwasserschutzmaßnahme auf das Fließverhalten des Grundwassers in den unterlagernden Sanden bzw. auf die Grundwasserstände zu minimieren, empfehlen wir, für jede 3. Bohle eine deutlich höhere Absetztiefe vorzusehen.

7.6 Witterungseinflüsse auf den Deichbau

Die für den Deichbau vorgesehenen Klei- und Lehmböden weichen bei Vorhandensein von Wasser und dynamischer bzw. knetender Belastung auf. Bei ungünstigen Witterungslagen ist ein Arbeiten mit diesen Böden nicht möglich.

Der Einbau von gefrorenen Materialien ist auszuschließen.



7.7 Deichverteidigungsweg

In Teilbereichen ist auf der Krone des geplanten Deiches bzw. direkt neben der Winkelstützwand sowie der Spundwand ein Deichverteidigungsweg vorgesehen. Für diesen ist ein Oberbau entsprechend den Vorgaben der RStO 01 vorzusehen.

Bedingt durch die Deichsetzung werden an dem anzulegenden Weg Verformungen auftreten. Die Oberflächenbefestigung des Deichverteidigungsweges sollte daher je nach Setzungsmaß erst nach einer Liegezeit der fertiggestellten Deiche von $T \geq 3$ Monaten eingebaut werden.

7.8 Oberflächenabdeckung

Zur Reduzierung des Sickerwassers im Hochwasserfall ist die Oberflächenabdeckung im Bereich der Sicherheitsberme vor der Winkelstützwand und vor dem Deich mit gering wasserdurchlässigem Material in einer Stärke von $\geq 0,3$ m auszuführen und an die vorhandene Uferdeckschicht anzubinden.

7.9 Beweissicherung

Um evtl. ungerechtfertigte Schadensersatzansprüche abwehren zu können, empfehlen wir, im Bereich der umliegenden Bebauung und im Bereich sonstiger baulicher Anlagen (Schächte, Leitungen, Parkplatzflächen, etc.) im Einvernehmen mit den Eigentümern eine Beweissicherung bzw. Zustandserfassung vornehmen zu lassen.

8. Zusammenfassung

Für die Verbesserung des Hochwasserschutzes in der Innenstadt von Buxtehude sind auf Grundlage der vorhandenen Baugrundsichtung die erforderlichen Bemessungsansätze für die Hochwasserschutzbauwerke angegeben (s. Abschn. 6).



Für die weitere Planung und die Bauausführung sind die in Abschn. 7 aus grundbaulicher Sicht zusammengestellten Hinweise zu beachten.

Bearbeiter:

(Dr.-Ing. A. Quast)

Grundbauingenieure
Steinfeld und Partner GbR