Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben:	Deichsanierung an der Elbe bei Mühlberg (Stehla bis Gaitzschhäuser), Deichlänge ca. 17 km, Landkreis Elbe-Elster, Land Brandenburg - Baugrunderkundung -
Auftraggeber:	Ingenieurgemeinschaft WTU GmbH Am Steigenberg 2 04924 Bad Liebenwerda
Bauherr:	Landesumweltamt Brandenburg Außenstelle Cottbus
Projekt Nr.:	02 - 0139
Bearbeiter:	Dipl.-Geophys. B. Modenbach
Datum:	28.12.2002

Der Bericht enthält 17 Seiten und 5 Anlagen mit insgesamt 1364 Blättern.

Zusammenfassung

Nach dem Elbehochwasser im August 2002 und damit in einigen Bereichen verbundenen Deichrissen (z. B. Stehla) wurde eine Baugrunduntersuchung von Stehla über Mühlberg bis Gaitzschhäuser erforderlich. Hierzu wurden im September 2002 Kleinrammbohrungen in Form von 35 Querprofilen und einem landseitigen Längsprofil auf eine Gesamtlänge von ca. 17 km abgeteuft.

Im Zuge der Baugrunduntersuchungen wurden 233 Bohrsondierungen im Bereich der Querprofile und 138 Bohrsondierungen am landseitigen Böschungsfuß als Längsprofil niedergebracht. Bei den Aufschlusspunkten C und D wurde eine leichte Rammsondierung (DPL-5) durchgeführt. An den Schnittstellen zwischen den Querprofilen und dem Längsprofil wurde jeweils die Bohrsondierung B vom Querprofil für die Darstellung im Längsprofil mitgenutzt.

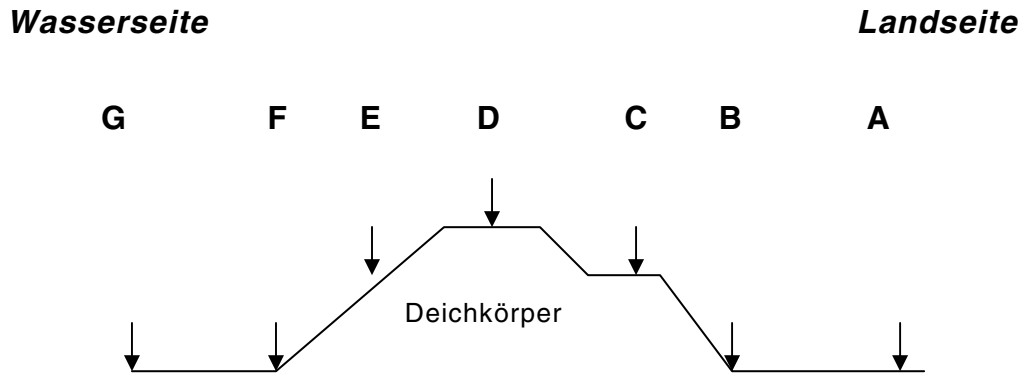


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Lage der Aufschlusspunkte der Querprofile

Der Deichaufbau lässt sich folgendermaßen skizzieren:
Der Deichkörper besteht überwiegend aus tonig-schluffigem Material der Bodengruppen TL-TA mit unregelmäßig verteilten kleinen bis sehr kleinen Sandlinsen.
Darunter wurde überwiegend ein Sand mit z. T. schluffigen Anteilen, auch in Form von Schluff- bzw. Tonbändern angetroffen (SE-ST*).
Die Basis wird von einem Kiessand gebildet.

Die Lagerungsdichte bzw. die Festigkeit der einzelnen Bodenschichten ist sehr unterschiedlich, wobei jedoch der Basis-Kiessand durchgehend mitteldicht bis z. T. dicht gelagert ist. Größere Torfeinlagerungen wurden bei den durchgeführten Bohrsondierungen nicht erkundet.

Inhaltsverzeichnis

1. Unterlagen **4**
1.1 Planunterlagen 4
1.2 Anlagen 5

2. Veranlassung **6**

3. Untersuchungsumfang und Untergrundverhältnisse **6**
3.1 Durchführung der Untersuchungen 6
3.2 Baugrundverhältnisse 9
3.2.1 Geologie 9
3.2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen 9
3.2.3 Schichtenfolge 10
3.2.4 Grundwasserverhältnisse 11

4. Bodenkennwerte, Bodenklassen und Bodengruppen **11**

5. Durchlässigkeiten, filtertechnische Betrachtungen **14**
5.1 Durchlässigkeiten 14
5.2 Filtertechnische Betrachtungen 15

6. Zusätzliche Hinweise und Empfehlungen **16**

1. Unterlagen

1.1 Planunterlagen

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

Nr. 1	Angebotsanfrage durch die Ingenieurgemeinschaft WTU GmbH vom 26.08.2002 mit Angabe der Lage der Bohr- und Sondierungspunkte im Bereich der Querprofile
Nr. 2	Angebot des Ing.-Büros Geo Modenbach (A-02-0132) vom 27.08.02
Nr. 3	Auftragserteilung durch WTU GmbH vom 03.09.2002-12-30
Nr. 4	Übersichtskarte mit markierter Lage der Querprofile, übergeben durch WTU GmbH
Nr. 5	Zusätzliche Festlegungen zur Durchführung von weiteren leichten Rammsondierungen im Bereich der landseitigen Böschung vom 06.09.02
Nr. 6	Ergebnisse von 233 Rammkernsondierbohrungen im Bereich der Querprofile, durchgeführt von den Bohrfirmen BBB mbH und GEOlogik GmbH
Nr. 7	Ergebnisse von 70 leichten Rammsondierungen (DPL-5), durchgeführt vom Ing.-Büro Geo Modenbach
Nr. 8	Ergebnisse von 138 Rammkernsondierbohrungen im Bereich des Längsprofils, durchgeführt von den Bohrfirmen BBB mbH und GEOlogik GmbH
Nr. 9	Bodenphysikalische Laboruntersuchungen vom Ing.-Büro Geo Modenbach
Nr. 10	Vermessung der Bohr- und Sondieransatzpunkte nach Lage (ETRS 89) und Höhe (DHHN 92) durch das Vermessungsbüro Hemminger (öbV)
Nr. 11	Geologische Karte von Brandenburg, Maßstab 1:300 000
Nr. 12	Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Wasserstraßen (MAK), Bundesanstalt für Wasserbau, Ausgabe 1989
Nr. 13	DIN 19 712, Flussdeiche, November 1997
Nr. 14	DIN-Vorschriften und Merkblätter in der derzeit gültigen Fassung
Nr. 15	Absprachen, Festlegungen und Vereinbarungen mit dem Auftraggeber (vertreten durch Herrn Lehmann)

1.2 Anlagen

Nr. 1	Übersichtsplan	(1 Blatt)
	Lageplan mit eingetragenen Querprofilen	(1 Blatt)
	Lägepläne mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten vom Längsprofil	(6 Blatt)
	Koordinaten und Höhen der Bohr- und Sondieransatzpunkte	(12 Blatt)
	Körnungsbänder	(12 Blatt)
Nr. 2	Idealisierte Baugrundschnitte, Schichtenprofile und Rammsondierdiagramme, Schichtenverzeichnisse sowie bodenmechanische Laborergebnisse der Querprofile gem. DIN 4023, DIN 4094 und DIN 18 123	(862 Blatt)
Nr. 3	Darstellung des Längsprofils mit Schichtenverzeichnissen und bodenmechanischen Laboruntersuchungen gem. DIN 4023 und DIN 18 123	(455 Blatt)
Nr. 4	Tabellarische Zusammenstellung der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	(14 Blatt)
Nr. 5	Fotos	(1 Blatt)

2. Veranlassung

Im Raum Mühlberg zeigte sich während des Elbe-Hochwassers im August 2002, dass die Deiche zwischen Stehla und Gaitzschhäuser (Untersuchungsabschnitt ca. 17 km) in ihrer Höhe und auch hinsichtlich ihrer Standsicherheit nicht ausreichten. Zahlreiche Schadensstellen waren zu bekämpfen, so dass u. a. der Ort Mühlberg evakuiert wurde. Zu einem Deichbruch kam es nicht.

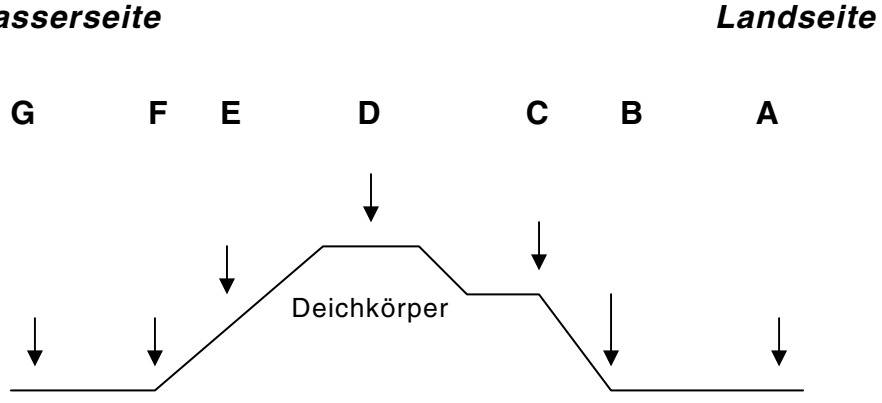
Im Raum Stehla musste ein ca. 150 m langer Riss im Bereich der Deichkrone gesichert werden. In anderen Bereichen des Deiches wurden kleine Risse u. a. im Bereich der Deichkrone festgestellt.

Zur Erkundung des Deichaufbaus sowie des Deichuntergrundes wurde das Ingenieur-Büro Geo Modenbach gem. Schreiben vom 03.09.2002 von der Ingenieurgemeinschaft WTU GmbH beauftragt, Bohrsondierungen, Rammsondierungen sowie bodenmechanische Laboruntersuchungen durchzuführen und in einem geotechnischen Bericht zu dokumentieren.

3. Untersuchungsumfang und Untergrundverhältnisse

3.1 Durchführung der Untersuchungen

Das Untersuchungsgebiet befindet sich an der südwestlichsten Spitze von Brandenburg und grenzt an das Bundesland Sachsen. Es handelt sich um ca. 17 km Deich, der von Stehla über Mühlberg bis Gaitzschhäuser untersucht wurde.
Die Aufschlussarbeiten begannen Anfang September beim Querprofil 1 bei Stehla. Die Lage der jeweiligen Sondieransatzpunkte im Querprofil verdeutlicht nachfolgende Skizze:



Die Lage der Querprofile sowie die Anordung der Aufschlüsse waren durch die Unterlage 4 sowie durch oben dargestellte Skizze vorgegeben.

Bei einigen Querprofilen wurden die Bohrsondierungen A und G in Absprache mit dem Auftraggeber z. T. wegen noch vorhandenen Wasserflächen nicht ausgeführt.

Die vorgesehenen Tiefen der Aufschlüsse lagen zwischen 5,0 und 10,0 m unter Ansatzpunkt mit der Maßgabe, dass bindige Schichten unbedingt bis in die darunter anstehenden Sande/Kiese zu durchteufen sind. Die Rammsondierungen wurden nach Möglichkeit neben den Bohrsondierungen D und C durchgeführt. Die Rammsondierung bei D sollte bis 8 m und bei C bis 6 m niedergebracht werden. Einige Rammsondierungen mussten aufgrund von Schlagzahlen > 40 abgebrochen werden.

Die Bohrsondierungen der Querprofile bis auf das Querprofil 2 und die Bohrsondierungen LP 140 bis LP 167 des Längsprofils wurden von der Bohrfirma BBB mbH aus Zeuthen niedergebracht. Alle anderen Bohrsondierungen des Längsprofils und die Aufschlüsse vom Querprofil 2 wurden von der Firma GEOlogik GmbH aus Münster erstellt. Die Rammsondierungen wurden von Ing.-Büro Geo Modenbach niedergebracht.

Die Bohrsondierung P25D wurde aufgrund von Bohrhindernissen in einer Tiefe von ca. 3,5 m unter Ansatzpunkt abgebrochen (insgesamt 5 Versuche). Wasserseitig ist im relativ steilen Böschungsbereich z. T. Beton angeschüttet worden. Im Bereich der Querprofile 26 und 27 sollen nach Angaben von Anwohnern zu Kriegszeiten Panzersperren aus Beton in den Deich eingebaut worden sein. Außerdem soll sich unterhalb der Grasnabe ein gepflasterter Bereich befinden(?).

Im Bereich der Querprofile 2 und 26 wurden 2 Handschürfe angelegt. Es wurden oberflächennah (ca. 0,5 m tief) ungestörte Bodenproben entnommen und die Porenzahl bestimmt.

Zur Erarbeitung eines Längsprofils wurden am binnenseitigen Deichfuß in relativ gleichmäßgen Abständen Bohrsondierungen bis ca. 5 m unter Ansatzpunkt mit der gleichen Bedingung wie bei den Querprofilen (durchteufen von bindigen Schichten) niedergebracht.

Im Bereich der Zuckerfabrik und der angrenzenden Straße sowie der Eisenbahnlinie wurde das Längsprofil aufgrund der Hochlage (kein landseitiger Deichfuß vorhanden) unterbrochen. Weiterhin musste das Längsprofil südlich von Mühlberg z. T. um einige Meter binnenseitig vom Deichfuß wegen Baumbewuchses wegverlegt werden.

An den Stellen, an denen das Längsprofil ein Querprofil schneidet, ist die Bohrsondierung B des jeweiligen Querprofils in das Längsprofil mit aufgenommen worden.

Die Lage der Bohrsondierungen LP 57 und LP 58 ist derzeit nicht eindeutig klar, da die ausgesteckten Pflöcke anscheinend von uns nicht bekannten Personen entfernt wurden bevor das Vermessungsbüro die Punkte einmessen konnte. Eine Rücksprache mit der Bohrfirma erfolgt, so dass die Lage der beiden Bohrpunkte kurzfristig nachgeliefert werden kann.

Aus den Bohrungen wurden gezielt gestörte Bodenproben entnommen und im hauseigenen bodenmechanischen Labor untersucht.

Die Ergebnisse der Bohrsondierungen und die der Rammsondierungen der Querprofile wurden gem. DIN 4023 und DIN 4094 in idealisierten Baugrundschnitten, Profilschnitten und Sondierdiagrammen auf der Anlage 2 dargestellt.

Die Ergebnisse der Aufschlüsse vom Längsprofil zeigt die Anlage 3 (Übersichtsschnitte, Bohrprofile, Laborergebnisse und Schichtenverzeichnisse).

Die vermessungstechnische Erfassung der Bohr- und Sondieranstzpunkte erfolgte durch das Vermessungsbüro Hemminger aus Bad Liebenwerda. Die angegebenen Höhen beziehen sich auf das ***„Deutsche Haupthöhennetz (DHHN)“*** und sind auf den Bohrprofilen mit

m NHN

bezeichnet.

Die Höhe der Deichkrone variiert demnach zwischen

90,33 m NHN (Profil 2; Deichriss) und 94,52 m NHN (Profil 35).

3.2 Baugrundverhältnisse

3.2.1 Geologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bereich der Flussauen der Elbe. Demzufolge ist hier mit Böden aus Auensedimenten wie Auelehmen/-schluffen/-tonen über Auensanden und Kiesen zu rechnen.

3.2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den Bohrungen sowie den beiden angelegten Handschürfen wurden gezielt gestörte/ungestörte Bodenproben entnommen und im bodenphysikalischen Labor hinsichtlich ihrer

Kornverteilung, Durchlässigkeit, Dichte, Entnahmewassergehalt, Anteil an humosen Bestandteilen und Konsistenzen

untersucht. Eine Übersicht über die Laborversuche mit den maßgebenden bautechnischen Eigenschaften zeigt die Anlage 4.

Die bei den Laboruntersuchungen nicht verbrauchten Bodenproben werden 3 Monate nach Übergabe des Gutachtens aufgehoben und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders bestimmt, verworfen.

3.2.3 Schichtenfolgen

Die durchgeführten Bohrsondierungen bestätigen die geologischen Vorinformationen weitestgehend.

Oberflächennah wurde fast überall eine dünne Grasnabe erkundet. Bei den darunter angetroffenen Böden (Deichkern) handelt es sich um überwiegend schluffige, tonige Böden in die z. T. Sande eingelagert sind. Bei den bindigen Böden handelt es sich um leicht plastische Tone (TL) bis hin zu ausgeprägt plastischen Tonen (TA) mit relativ hohen Schluffkornanteilen. In Teilbereichen stehen auch bindige Sande der Bodengruppen SU* und ST* an.
Die Auelehme/-tone bzw. organisch durchsetzten Schluffe besitzen humose Anteile von ca. 6-16%. Vereinzelt wurden kleine (ca. 8cm) Torflinsen (Querprofil 30) erkundet. Größere Torfeinlagerungen konnten bei den Aufschlussarbeiten nicht festgestellt werden.
Die bindigen Böden wurden überwiegend in einer weichplastischen Konsistenz angetroffen. In oberflächennahen, relativ trockenen Bereich waren sie auch z. T. steifplastisch bis halbfest. Die sehr hohen Schlagzahlen innerhalb der bindigen Böden sind im tieferen Bereich u. a. auch auf einen Anstieg der Mantelreibung am Gestänge zurückzuführen und weisen demzufolge nicht zwingend eine halbfeste bis feste Konsistenz nach.

In manchen Bereichen wurden Sande mit eingelagerten Schluffbändern erbohrt. Eine solche Wechsellagerung von nichtbindigen mit bindigen Böden wurde in cm-starken Bändern angetroffen und erstreckt sich dann z. T. über mehrere Dezimeter-Tiefenbereiche (siehe z. B. QP 4, 8, 15).

Darunter stehen dann überwiegend Kiessande (Kies, mittelsandig, grobsandig) mit wechselnden Schluffanteilen an. Die Kiessande sind überwiegend mitteldicht bis z. T, dicht gelagert.

Anthropogene Böden, die mit Ziegel-, Beton- oder sonstigen Bauschuttresten durchsetzt sind, wurden hauptsächlich im Stadtgebiet von Mühlberg festgestellt (s. Querprofile 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26).

3.2.4 Grundwasserverhältnisse

Grundwasser wurde in der Zeit vom 09.09.2002 bis 07.11.2002[1] in folgenden Tiefenlagen erkundet (QP 1, 5, 10, 15, 20, 26, 30, 35):

84,0 m NHN bis 88,4 m NHN.

Es wurde dabei festgestellt, dass das Wasser in Richtung Elbe teilweise abfließt, da landseitig noch höhere Wasserstände festgestellt wurden als wasserseitig. Weiterhin wird angenommen, dass in einigen Bereichen das Wasser nicht vollständig abgeflossen ist, wodurch höhere Grundwasserstände vorgetäuscht sein können. Durch die Mittelung eines Querprofils wurde versucht, den tatsächlichen Grundwasserstand zu ermitteln.

Aufgrund der bindigen Bodenschichten steht das Grundwasser bereichsweise auch in gespannter Form an und zeigt dadurch bei einzelnen Bohrsondierungen vorerst niedrigere Wasserstände an.

4. Bodenkennwerte, Bodenklassen und Bodengruppen

Die einem jeweiligen Querprofil zuzuordnenden Bodenkennwerte wurden zur schnelleren Bearbeitung bereits auf die einzelnen Querprofile geschrieben. Im Folgenden werden die Hauptbodenarten nochmals benannt und mit den dazugehörenden Bodenkennwerten, Bodenklassen und Bodengruppen dargestellt:

Humoser Oberboden (Mutterboden)

Bodenart	S,u,t,h, bereichsweise U,s,t,h
Bodenklasse	1
Bodengruppe	OH, OU

[1] am 07.11.02 erfolgte eine Nachbohrung. Die Hauptbohrzeit endete am 01.10.02

Sand (nicht bis schwach schluffig)

Wichte	cal γ	=	18,019,0	kN/m^3
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	=	10,0-11,0	kN/m^3
Trockendichte	ρ_d	=	1,6-1,8	g/cm^3
Korndichte	ρ_s	=	2,63-2,67	g/cm^3
Porenanteil	n	=	0,3-0,4	
Reibungswinkel	cal φ'	=	30,0-37,5	°
Kohäsion	cal c'	=	0	kN/m^2
Bodenklasse	3			
Bodengruppe	SE, SU, ST			
Lagerungsdichte	locker bis dicht			
Durchlässigkeit[2]	SE: $k \approx 1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-4}$ m/s			
	SU: $k \approx 1 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-5}$ m/s			
Frostempfindlichkeitsklasse[3]	SE, SU: F1 (nicht frostempfindlich) bis F2 (frostempfindlich)			

Auelehm/-ton

Wichte	cal γ	=	14,0-15,0	kN/m^3
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	=	4,0-5,0	kN/m^3
Korndichte	ρ_s	=	2,63-2,66	g/cm^3
Porenanteil	n	=	0,4-0,5	
Reibungswinkel	cal φ'	=	20,0-23,0	°
Kohäsion	cal c'	=	5,0-10,0	kN/m^2
Steifeziffer	cal E_s	=	1-2	MN/m^2
Bodenklasse	4: TL-TM, bei Wassersättigung oder einer Konsistenzzahl $I_C \leq 0{,}5$ auch **Bodenklasse 2**; 5: TA-OT (schwer lösbar) in Abhängigkeit der Konsistenz und des Wassergehaltes (mindestens weich bis halbfest); bei Wassersättigung oder einer Konsistenzzahl $I_C \leq 0{,}5$ auch **Bodenklasse 2**			
Bodengruppe	TL-TA, OT			
Konsistenz	überwiegend weichplastisch			
Durchlässigkeit	TL-TA: $k = 1 \cdot 10^{-8}$ - $1 \cdot 10^{-10}$ m/s (undurchlässig)			
Frostempfindlichkeitsklasse	TL, TM: F3 TA: F2			
Entnahmewassergehalt	w	$\approx$	0,25-0,40 (Aueton; TA)	
Fließgrenze	w_L	=	0,35-0,65	
Ausrollgrenze	w_P	=	0,10-0,25	
Plastizität	I_P	=	0,20-0,40	

[2] n. Beyer bzw. n. USBR

[3] Frostkriterium nach Casagrande: frostsicher: U ≤ 15; Kornanteil < 0,02 mm weniger als 3 Gew.-% bzw. gem. ZTVE StB 94: nicht frostempfindlich: Kornanteil < 0,063 mm kleiner als 5 Gew.-%

Ton-Schluff

Wichte	cal γ	=	18,0-20,0	kN/m^3
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	=	8,0-10,0	kN/m^3
Korndichte	ρ_s	=	2,7-2,8	g/cm^3
Porenanteil	n	=	0,4-0,5	
Reibungswinkel	cal φ'	=	19,0-27,5	°
Kohäsion	cal c'	=	5,0-20,0	kN/m^2
Kohäsion (undräniert)	cal c_u	=	5-40	kN/m^2
Steifeziffer	cal E_s	=	1-8	MN/m^2
Bodenklasse	4: TL-TM, bei Wassersättigung oder einer Konsistenzzahl $I_C \leq 0{,}5$ auch **Bodenklasse 2**; 5: TA (schwer lösbar) in Abhängigkeit der Konsistenz und des Wassergehaltes (mindestens weich bis halbfest); bei Wassersättigung oder einer Konsistenzzahl $I_C \leq 0{,}5$ auch **Bodenklasse 2**			
Bodengruppe	TL-TA (OT)			
Durchlässigkeit	TL-TA: k= $1 \cdot 10^{-8}$ - $1 \cdot 10^{-10}$ m/s (undurchlässig)			
Frostempfindlichkeitsklasse	TL, TM: F3 TA: F2			
Entnahmewassergehalt w	$\approx$	0,20-0,40		
Fließgrenze w_L	=	0,31-0,65		
Ausrollgrenze w_P	=	0,10-0,26		
Plastizität I_P	=	0,20-0,40		

Sand, (schluffig)

Wichte	cal γ	=	19,0-20,0	kN/m^3
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	=	9,0-10,0	kN/m^3
Korndichte	ρ_s	=	2,65-2,67	g/cm^3
Porenanteil	n	=	0,3-0,4	
Reibungswinkel	cal φ'	=	26,5-28,5	°
Kohäsion	cal c'	=	0-2	kN/m^2
Bodenklasse	4			
Bodengruppe	SU*, ST*			
Durchlässigkeit[4]	SU*:k$\approx 1 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-7}$ m/s ST*:k$\approx 2 \cdot 10^{-7}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-8}$ m/s			
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3 (stark frostempfindlich)			

[4] n. Beyer bzw. n. USBR

Kiessand, (SE,GI, GU (GU*)				
Wichte	cal γ	=	18,0-21,0	kN/m^3
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	=	10,0-13,0	kN/m^3
Porenanteil	n	=	0,25-0,35	
Reibungswinkel	cal φ'	=	32,5-37,5	°
Kohäsion	cal c'	=	0	kN/m^2
Bodenklasse	3			
Bodengruppe	SE, GI, GU (GU*)			
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht			
Durchlässigkeit[5]	GI: $k \approx 1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $2 \cdot 10^{-4}$ m/s			
	GU: $k \approx 1 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $3 \cdot 10^{-5}$ m/s			
	GU*: $k \approx 5 \cdot 10^{-6}$ m/s			
Frostempfindlichkeitsklasse[6]:	F1 (nicht frostempfindlich) bis F3 (stark frostempfindlich)			

5. Durchlässigkeiten, filtertechnische Betrachtungen

5.1 Durchlässigkeiten

Die aus den Könungslinien ermittelten Durchlässigkeiten (n. Beyer bzw. n. USBR) liegen für die nichtbindigen bis schwach bindigen Sande und Kiessande zwischen

$$\mathbf{k = 1 \cdot 10^{-3}\ m/s \text{ bis } 1 \cdot 10^{-5}\ m/s}$$

Die schluffigen bis schwach tonigen Sande weisen Durchlässigkeiten zwischen

$$\mathbf{k = 1 \cdot 10^{-5}\ m/s \text{ bis } 5 \cdot 10^{-8}\ m/s^*}$$

auf. Die Tone (Schluffe) sind als relativ undurchlässig zu bezeichnen und zeigen Durchlässigkeitsbeiwerte von überwiegend

$$\mathbf{k < 1 \cdot 10^{-9}\ m/s^*}$$

(* alle k-Werte aus der Körnungslinie)

[5] n. Beyer bzw. n. USBR

[6] Frostkriterium nach Casagrande: frostsicher: U ≤ 15; Kornanteil < 0,02 mm weniger als 3 Gew.-% bzw. gem. ZTVE StB 94: nicht frostempfindlich: Kornanteil < 0,063 mm kleiner als 5 Gew.-%

Detaillierte Angaben zu den k-Werten können den beigefügten Zusammenstellungen der bodenmechanischen Laboruntersuchungen (Anlage 4) bzw. den jeweiligen Körnungslinien, die als Anlage bei den Querprofilen beigelegt sind, entnommen werden.

5.2 Filtertechnische Betrachtungen

Für die filtertechnische Bemessung (Überprüfung der mechanischen Filterwirksamkeit) von einem möglichen Stützkörper- bzw. Filtermaterial, welche ggf. im Zuge einer Deichsanierung landseitig an den Deich angeschüttet werden müssen, ist das Merkblatt „Anwendung von Kornfiltern an Wasserstraßen“ (MAK, s. Unterlage 12) 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 zu betrachten. Das Diagramm von Cistin/Ziems dient dabei zur Überprüfung der Filterwirksamkeit.

Grundlage für die weiteren Betrachtungen sind die im bodenmechanischen Labor ermittelten Körnungslinien vom landseitigen Deich. Dabei sind die Bodenschichten von Bedeutung, die unterhalb des humosen Oberbodens anstehen, da wir davon ausgehen, dass die obere Bodenschicht (humoser Oberboden) entsprechend den bisherigen Erfahrungen abgetragen wird und eine Profilierung und Nachverdichtung des Altdeiches stattfindet.

Zu jedem Querprofil wurden die Körnungslinien der bindigen und der nichtbindigen Böden zusammen in Form von Körnungsbändern dargestellt.

Für die weitere Planung und Bauausführung ist eine ausreichende Entwässerung der Deiche zu sichern und eine Kontakterosion zwischen Altdeich und der neuen Anschüttung zu verhindern. Dies kann gewährleistet werden, wenn die Durchlässigkeit des binnenseitig aufzubringenden Materials stets größer ist als die der im Altdeich vorhandenen Böden und gleichzeitig die Abstufung zwischen den Erdstoffen das zulässige Maß nicht überschreitet.

Das neue Material ist demzufolge so auszuwählen, dass in Bezug auf den Altdeich im ungünstigsten Fall hydraulisch homogene Verhältnisse vorliegen, d. h. die im Altdeich vorhandenen sandigen Bereiche nicht binnenseitig abgedichtet werden.

Neben der Abstimmung des vorhandenen Altdeichmaterials und einem möglichen Stützkörpermaterial ist es erforderlich, dass das Filtermaterial (Entwässerungsprisma) eine entsprechend größere Durchlässigkeit gegenüber dem Stützkörpermaterial besitzt (s. Unterlage 12) und ein Kontakt zwischen dem Altdeich und dem Filtermaterial vermieden wird, da für dieses Material eine ausreichende Sicherheit gegen Kontakterosion zum Altdeich, insbesondere zu schluffigen Sanden, nicht mehr gegeben ist.

6. 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 Gutachter ergänzend hinzuzuziehen.

Außerdem wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es bei den anstehenden Bodenschichten durch den Baubetrieb bzw. durch nicht unmittelbar abgeführtes Wasser zu extremen Aufweichungen der bindigen Böden bzw. zu Auflockerungen in sandigen Bereichen kommen kann. Aufgeweichte, breiige Böden stellen keinen ausreichend tragfähigen Baugrund dar. Aufgelockerte Bereiche sind nachzuverdichten.

Ingsgesamt ist darauf zu achten, dass jederzeit ein gleichmäßiges und flächenhaftes Tragverhalten des Untergrundes gewährleistet ist.

Aufgrund des Gesamtumfangs des Projektes empfehlen wir zu einem geeigneten Zeitpunkt sowohl Präzisierungen als auch weitere Projektdiskussionen vorzunehmen. Grundsätzlich ist es sinnvoll, baubegleitende Beratungen durchzuführen, um eine optimale Lösung für spezielle Bereiche finden zu können.

Für weitere Fragen steht Ihnen das Ing.-Büro Geo Modenbach jederzeit zur Verfügung.

Berlin, 28.12.2002

_____

Dipl.-Geophys. B. Modenbach