

GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2
28357 BREMEN
TELEFON (0421) 20770-0
MOIN@GRUNDBAULABOR.DE

Objekt-Nr.: 15 11100
Datum: 18.09.2023
Zeichen: SB/Re
O:\15\11100\gtb8.docx

Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen-Lesum

Geotechnischer Bericht Nr. 8

Ergebnis Untersuchung von Grundwassermessstellen
Ergebnis hydrologischer Berechnungen

Bauherr: Bremischer Deichverband am rechten Weserufer
Am Lehester Deich 149
28357 Bremen

INHALTSVERZEICHNIS

1	Anlass der geotechnischen Untersuchungen	3
2	Baumaßnahme (Anlage 1)	3
2.1	Unterlagen	3
2.2	Baugelände (Anlage 1)	5
3	Baugrund (Anlage 1)	5
3.1	Geologische und bautechnische Vorgeschichte	5
3.2	Baugrundaufschlüsse (Anlage 2.1.36)	5
3.3	Baugrundverhältnisse	6
3.4	Grundwasserverhältnisse	7
3.4.1	Hauptgrundwasserstockwerk	7
3.4.2	Oberes Grundwasserstockwerk	7
3.4.3	Grundwasserstandmessungen und Pegelstände	8
3.4.4	Tidewasserstände (Anlage 4.1.2)	8
4	Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen (Anlagen 3.6.1 bis 3.6.9)	10
5	Bewertung der hydrologischen Situation	10
5.1	Aufgabenstellung	10
5.2	Programmbeschreibung	10
5.3	Simulationsablauf, Systemparameter und Randbedingungen	12
5.4	Ermittlung der abzuführenden Wassermengen (Anlagen 6.1.1 bis 6.1.4)	15
6	Hinweis	16
7	Zusammenfassung	16
8	Anlagenverzeichnis	17

1 Anlass der geotechnischen Untersuchungen

Der Bremische Deichverband am rechten Weserufer plant die Ertüchtigung des Deichabschnitts Bremen-Werderland im Rahmen des Generalplans Küstenschutz. Das Grundbaulabor Bremen wurde vom Bauherrn beauftragt, für den Deichabschnitt 9 bis 13 zwei Grundwassermessstellen einzurichten und Grundwasseruntersuchungen bei Tideniedrig- und Tidehochwasser durchzuführen.

Des Weiteren wurden hydrologische Berechnungen auf der Grundlage einer 3D-instationären Potentialfeldberechnung an 4 charakteristischen Berechnungsquerschnitten zur Ermittlung der zu erwartenden binnenseitig abzuführenden Wassermengen bei einem Normaltidestand, bei einem mittleren Tidehochwasser und bei einem höchsten Tidehochwasser durchgeführt.

Dieser Geotechnische Bericht 8 enthält die Ergebnisse der zusätzlichen Baugrundaufschlüsse, die Ergebnisse der Untersuchungen in den Grundwassermessstellen und die Ergebnisse der instationären 3D-Potentialfeldberechnungen an ausgewählten charakteristischen Querschnitten.

2 Baumaßnahme (Anlage 1)

2.1 Unterlagen

- [1] Generalplan Küstenschutz Teil I Niedersachsen / Bremen –Festland-, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, März 2007.
- [2] Generalplan Küstenschutz Teil III Niedersachsen / Bremen -Schutzdeiche-, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, September 2020.

- [3] „Empfehlungen für Küstenschutzwerke“; EAK 2002, herausgegeben durch den Ausschuss für Küstenschutzwerke der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V. und der Hafenbautechnischen Gesellschaft e.V., erschienen in Heft 65 aus 2002, Die Küste, Archiv für Forschung und Technik an Nord- und Ostsee.
- [4] K-F Busch, L. Luckner, K. Tiemer, Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Bornträger, Berlin, Stuttgart 1993.
- [5] Unterströmung von Deichen, Johann Buß, erschienen in den Mitteilungen des Leichtweiss-Instituts für Wasserbau TU Braunschweig, Heft 92/1987.
- [6] Weserpegel Vegesack, www.pegelonline.wsv.de.
- [7] Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Bemessungsganglinie der Inros Lackner SE, erhalten per Mail am 29.02.2016.

Grundbaulabor Bremen

- [8] Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen-Lesum, Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen und Angaben von Bodenkennziffern, Geotechnischer Bericht Nr. 1, vom 25.11.2015.
- [9] Hochwasserschutz, Abschnitt 9-13 Werderland, Bremen-Lesum, Endbericht Messprogramm, Simulation des Bemessungshochwassers und Abschätzung des Brunnenabstandes und der abzuführenden Wassermengen, Geotechnischer Bericht 4, vom 12.09.2018.

planungsgruppe grün gmbH

- [10] Entwurfsplanung, Abschnitt 9 - 13, Querprofile der Deichquerschnitte vom 18.10.2017, erhalten per Mail am 14.03.2018.
- [11] Präsentation: Deicherhöhung Bremen Werderland, Planungsbesprechung am 10.11.2022, erhalten per Mail am 29.11.2022.

2.2 **Baugelände (Anlage 1)**

Das zu untersuchende Gebiet (Abschnitt 9 bis 13) liegt zwischen dem Lesumsperrwerk (Deich-km 50+135) und endet kurz vor der Straßenkreuzung der „Niederbürener Landstraße“ und „Der Landweg“ (Deich-km 47+600).

Einen Lageplan des Untersuchungsgebietes im Maßstab 1 : 20.000 zeigt die Anlage 1.

3 **Baugrund (Anlage 1)**

3.1 **Geologische und bautechnische Vorgeschichte**

Die Baugrundsichtung und Beschreibung ist in [U8] enthalten.

3.2 **Baugrundaufschlüsse (Anlage 2.1.36)**

Zum Einbau der Grundwasserprobeentnahmestellen wurden von unserem Labor im März 2023 folgende ergänzende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

Direkte Baugrundaufschlüsse:

2 Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1, Durchmesser 45 mm bis 80 mm,
t = 10 m.

Die Lage und das Ergebnis der Baugrundaufschlüsse, höhengerecht im Maßstab 1 : 100 als Bodenprofile zeigt die Anlage 2.1.36.

3.3 Baugrundverhältnisse

Aus den direkten Baugrundaufschlüssen ist die nachstehende Schichtenfolge erkennbar:

Abschnitt 10 - BS 1:

Unter einer Oberbodenschicht steht eine 4,3 m mächtige tonige, sandige und tlw. humose Schluffschicht (Kleischicht) an. Unterhalb der Kleischicht folgt ab einer Tiefe von - 3,10 m NHN eine tlw. kiesige, tlw. schluffige Sandschicht, in die eine 1,40 m mächtige tonige, sandige Schluffschicht eingelagert ist.

Abschnitt 13 - BS 2:

Unter einer Sandauffüllung mit Bauschuttbeimengungen steht eine 4,1 m mächtige tonige, tlw. sandige und tlw. humose Schluffschicht (Kleischicht) an. Unterhalb der Kleischicht folgt ab einer Tiefe von - 2,98 m NHN eine tlw. schluffige Sandschicht.

Die Sande wurden in der Endtiefe der Sondierbohrungen nicht durchteuft. Sie stehen erfahrungsgemäß in einer größeren Mächtigkeit an und werden von Lauenburger Schichten in ca. 20 m bis 30 m Tiefe unterlagert.

Klei ist geologisch ein Sammelbegriff für sedimentäre, holozäne Böden. An der Küste ist der Ursprung des Kleibodens die Sedimentation von Schlickwatt. Aufgrund der Kornverteilung kann der Klei als schwach toniger bis toniger Schluff mit teils sandigen Bestandteilen und überwiegend organischen Beimengungen beschrieben werden. In dem Klei sind verbreitet Sandstreifen eingelagert.

Die genaue Schichtenfolge und -mächtigkeit sowie weitere Angaben sind in den Bodenprofilen auf der Anlage 2.1.36 dargestellt.

Die Baugrundverhältnisse (Baugrundsichtung und Baugrundfestigkeit) für die Grundlage der hydrologischen Berechnungen sind der Unterlage [U8] zu entnehmen.

3.4 Grundwasserverhältnisse

3.4.1 Hauptgrundwasserstockwerk

Allgemeine Angaben zum Grundwasser sind der Unterlage [U8] und [U9] zu entnehmen.

Nach den durchgeführten Baugrundaufschlüssen ist der tlw. kiesige Sand der Grundwasserleiter des Hauptgrundwasserstockwerkes. Den Grundwassernichtleiter bilden die Lauenburger Schichten.

Aufgrund der Mächtigkeit der schwach durchlässigen Kleischichten ist ein z. T. gespannter Grundwasserspiegel vorhanden.

In der Kleinrammbohrung BS 1 wurde ein Peilfilter eingebaut, dessen Filterstrecke in den Sanden des Hauptgrundwasserleiters liegt. Während der Sondierarbeiten am 03.03.2023 wurde ein Grundwasserspiegel in Ruhe in 1,30 m Tiefe = + 0,40 m NHN eingemessen.

In der Sandzwischenschicht wurde am 03.03.2023 in 1,28 m Tiefe = - 0,06 m NHN ein oberes Grundwasserstockwerk eingemessen.

3.4.2 Oberes Grundwasserstockwerk

Die eingelagerten bindigen Schichten wirken als Grundwasserstauer für ein oberes Grundwasserstockwerk, für den die teilweise überlagernde Auffüllung in der Kleinrammbohrung BS 2 den Grundwasserleiter bildet.

Im Bereich der bindigen und organischen Bodenschichten ist insbesondere bei sandigen Zwischenschichten oder darüber lagernden Auffüllungen mit stauendem Sickerwasser in Abhängigkeit von Niederschlägen zu rechnen. Bei lang anhaltenden Niederschlägen ist im ungünstigsten Fall davon auszugehen, dass sich Sickerwasser (kurzzeitig) bis zur Geländeoberkante anstaut.

3.4.3 Grundwasserstandmessungen und Pegelstände

Weitere Angaben zu Grundwasserstandmessungen und den Pegelständen der Weser, die bei der hydrologischen Berechnung angesetzt worden sind, sind den Unterlagen [U8] und [U9] zu entnehmen.

3.4.4 Tidewasserstände (Anlage 4.1.2)

Folgende Tidewasserstände wurden für die 3D-instationären Potentialfeldberechnungen in Ansatz gebracht:

- Normaltide + 2,38 m NHN
- MThw + 3,50 m NHN
- HThw + 5,32 m NHN



Abbildung 1: Messpegel (pegelonline)

Für die Modellierung der Ganglinien der Tidewasserstände wird der Weserpegel „Vegesack“ in Ansatz gebracht. Gemäß [U9] wurde eine Flutdauer von 5:32 h (332 min) und eine Ebbedauer von 6:53 h (413 min) ermittelt. Der mittlere Tidehub errechnet sich aus der Differenz vom mittleren Tidehoch- und Tideniedrigwasser des Weserpegels „Vegesack“ aus [U9]

$$+ 2,38 \text{ m NHN} - (- 1,59 \text{ m NHN}) = 3,97 \text{ m.}$$

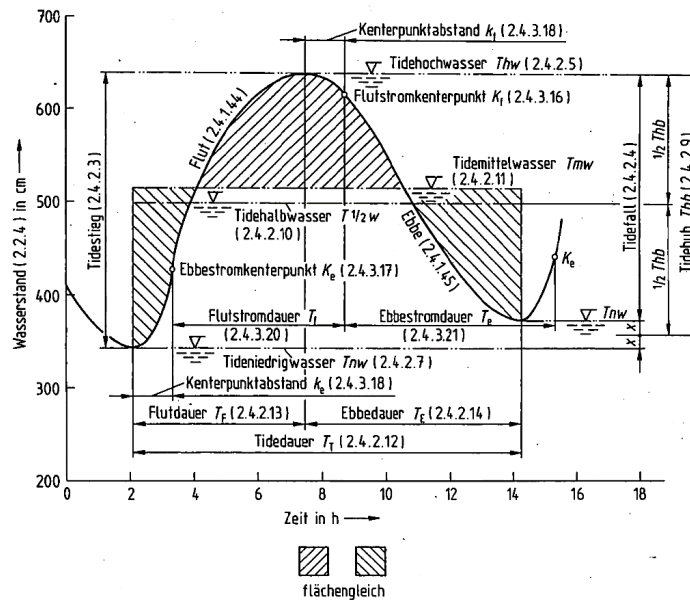


Bild 10: Schematische Darstellung einer Tidekurve (2.4.2.1)

Abbildung 2: Schematische Darstellung einer Tidekurve

Das ergibt folgende Tideniedrigwasserstände:

- Normaltide - 1,59 m NHN
- MThw (abweichend) - 0,47 m NHN
- HThw + 1,35 m NHN

Die in Ansatz gebrachten Ganglinien der Tidewasserstände wurde für 7 Tiden mit einem Zeitraum von knapp 87 Stunden (313200 Sekunden) simuliert.

Die Ganglinien der Tidewasserstände sind auf der Anlage 4.1.2 dargestellt.

Das Bemessungshochwasser der Weser wurde vom Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (SUBV) durch eine Bemessungsganglinie der Inros Lackner SE vorgegeben und liegt für den Deichabschnitt bei + 7,10 m NN. Weitere Informationen sind der Unterlage [U9] zu entnehmen.

4 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

(Anlagen 3.6.1 bis 3.6.9)

Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen sowie die Probenentnahmeprotokolle in den Peilfiltern der Kleinrammbohrungen BS 1 und BS 2 sind den Anlagen 3.6.1 bis 3.6.9 zu entnehmen.

Die Probenentnahme erfolgte auftragsgemäß zu den Zeitpunkten Tideniedrigwasser und Tidehochwasser durch die Eurofins Umwelt Nord GmbH.

5 Bewertung der hydrologischen Situation

5.1 Aufgabenstellung

Vom Bremischen Deichverband am rechten Weserufer wurde eine Simulation auf Basis einer 3D-instationären Finiten-Element-Methode in den Querschnitten 9-2 (III), 9-3 (IV), 10 (V) und 13 (VII) für die Abschätzung der anfallenden, abzuführenden Wassermengen bei einer Normaltide, bei einem mittleren Tidehochwasser (MThw) und einem höchsten Tidehochwasser (HThw) beauftragt.

5.2 Programmbeschreibung

Die Simulation wurde mit dem Programm GGU-3D-SSFLOW durchgeführt.

Das Programm löst die Differentialgleichung:

$$k_r \cdot k_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + k_r \cdot k_y \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + k_r \cdot k_z \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + Q = 0$$

k_x, k_y, k_z	= Durchlässigkeiten in z.B.	[m/s] für x-, y- und z- Richtung
h	= Standrohrspiegelhöhen in	[m]
k_r	= Beiwert zur Bestimmung der Durchlässigkeiten im ungesättigten Bereich	[-]
Q	= Wassermenge in z.B.	[m³/s]
x, y, z	= Koordinaten z.B. in	[m]

Der Wert k_r erfasst die Veränderung der Durchlässigkeit in der ungesättigten Zone r oberhalb des Grundwasserspiegels und kann zwischen 0,0 und 1,0 liegen. In gesättigten Systembereichen ist k_r gleich 1,0. Der Wert k_r ist eine Funktion des Porenwasserdrucks u . Der Porenwasserdruck u berechnet sich aus der Standrohrspiegelhöhe h , der Ortshöhe z und der Wichte des Wassers γ_w .

$$u = (h - z) \cdot \gamma_w$$

Die Bewegung des Grundwassers lässt sich im Allgemeinen durch zwei Kurvenscharen erfassen. Dies sind die Stromlinien (Bahnen der Wasserteilchen) und die Äquipotentiallinien (Linien gleicher Standrohrspiegelhöhen, Niveaulinien). Im Computer wird das Modell des Querschnitts durch eine endliche Anzahl von Elementen abgebildet.

Begrenzungslinien des vom Wasser durchströmten Bereichs sind Stromlinien. Geländelinien, die unter Wasser liegen und in denen Grundwasser ein- bzw. austritt, sind Äquipotentiallinien (Randäquipotentiallinien). Sie entsprechen den Randbedingungen.

Folgende weitere allgemeine Anmerkungen zum Programm GGU-SS FLOW3D sind wichtig:

- Es werden Dreieckselemente benutzt.
- Es gilt das Darcy'sche Gesetz.
- Die Standrohrspiegelhöhen werden elementweise linear berechnet.

- Aus der linearen Annäherung der Standrohrspiegelhöhen ergibt sich eine elementweise konstante Annäherung der Geschwindigkeiten. Um die Güte der Geschwindigkeitsannäherung zu verbessern, werden die Geschwindigkeiten für die Berechnung von Stromlinien in einer Nachlaufrechnung auf Knotenwerte gemittelt.

5.3 Simulationsablauf, Systemparameter und Randbedingungen

Die Berechnung erfolgt in folgenden Querschnitten gemäß Unterlage [U9]:

- Messquerschnitt 9-2:	Berechnungsquerschnitt III	P 4
- Messquerschnitt 9-3:	Berechnungsquerschnitte II und IV	P 7
- Messquerschnitt 10:	Berechnungsquerschnitt V	P 12
- Messquerschnitt 13:	Berechnungsquerschnitt VII	P 22

Die Deichprofile (P) sind der Unterlage [U10] entnommen worden.

Die Baugrundsichtungen dieser Berechnungsquerschnitte wurden entsprechend der Unterlage [U9] in Ansatz gebracht.

Für den Torf herrscht eine Anisotropie, d.h. die Durchlässigkeit in horizontaler x- und y-Richtung ist größer als in vertikaler z-Richtung.

Die Modelle werden mit einer Breite von 10 m (halber Brunnenabstand) mit einer Unterteilung von jeweils 5 Knoten simuliert. Die Modelltiefen ergeben sich aus den Sondiertiefen der jeweiligen Baugrundaufschlüsse.

Der untere Systemrand ist geschlossen.

Am linken Rand wurde im ersten Schritt bei der stationären Berechnung ein Mittelwert eines MThw's von + 1,25 m NHN (Tidehalbwasser gem. Abbildung 2) angesetzt. Bei der instationären Berechnung wurden die Ganglinien der unterschiedlichen Tidewasserstände aufgebracht. Am rechten Rand wurde ein gemessener Grundwasser-ruhestand (siehe [U8]) von rd.+ 0,3 m NHN angesetzt.

Zur Verlängerung des rechten Modellrandes wird teilweise ein zusätzlicher „Dummy“ am Systemrand eingeführt. Die hier angesetzten Bodenkennwerte sind in horizontaler Richtung um das 100-fache undurchlässiger.

Für die jeweiligen Berechnungsquerschnitte wurden folgende weitere Systemparameter angesetzt:

Querschnitt 9-2 - III - P4:

Schicht	Durchlässigkeit [m/s]			n _{eff} [-]
	k _x	k _y	k _z	
Altdeich	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	0,05
Klei, sandig	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	0,05
Torf	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	0,20
Untere Sande bis -10 m NN	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	0,15
Untere Sande unter -10 m NN	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	0,10

Querschnitt 9-3 - II - P7:

Schicht	Durchlässigkeit [m/s]			n _{eff} [-]
	k _x	k _y	k _z	
Altdeich	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	0,05
Klei, sandig	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	0,05
Torf	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	0,20
Untere Sande bis - 10 m NN	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	0,15
Untere Sande unter -10 m NN	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	0,10
Lauenburger Ton	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	0,03

Querschnitt 10 - V - P12:

Schicht	Durchlässigkeit [m/s]			n _{eff} [-]
	k _x	k _y	k _z	
Altdeich	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	0,05
Sandauffüllung	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	0,20
Schluff, humos	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	0,05
Untere Sande bis -10 m NN	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	0,15
Untere Sande unter -10 m NN	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	0,10
Lauenburger Ton	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	0,03

Querschnitt 13 - VII - P22:

Schicht	Durchlässigkeit [m/s]			n _{eff} [-]
	k _x	k _y	k _z	
Altdeich	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	0,05
Sandauffüllung	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	0,20
Schluff, humos	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	0,05
Untere Sande bis -10 m NN	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	0,15
Untere Sande unter -10 m NN	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	0,10

Für die Validierung der Modelle wurden die Berechnungsergebnisse an den entsprechenden Potentialknoten am binnenseitigen Deichfuß in den unteren Sanden der 3D instationären Berechnung mit den Berechnungsergebnissen der 2D instationären Berechnung aus der Unterlage [U9] gegenübergestellt, siehe nachfolgende Tabelle:

		Potentiale		
Querschnitt		3D	2D (100 %)	Abweichung
9-2	III	5,03	6,14	18 %
9-3	II	6,00	5,53	9 %
10	V	3,76	4,00	6 %
13	VII	5,25	4,77	10 %

Querschnitt		max. anfallende Wassermengen je Brunnen [m³/h]		
		Normaltide + 2,38 m NHN	MThw + 3,50 m NHN	HThw + 5,32 m NHN
9-2	III	0,03	0,64	2,21
9-3	II	kein Wasser	1,02	6,13
10	V	0,71	1,52	2,96
13	VII	0,23	1,26	3,96

6 **Hinweis**

Die ermittelten Wassermengen basieren auf einer rein rechnerischen Methode. Hierbei sind die Ergebnisse von der gewählten Diskretisierung des Netzes und den gewählten Randbedingungen abhängig. Die Bodenprofile der berechneten Querschnitte wurden anhand der durchgeführten Baugrunderkundungen aufgestellt und zwischen den Bodenprofilen interpoliert. Hier kann es aufgrund des Baugrundrisikos zu Abweichungen in der Realität kommen, die sich auf die tatsächlich anfallenden Wassermengen auswirken können. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es sich bei den Ergebnissen um reine Berechnungsergebnisse handelt.

7 **Zusammenfassung**

Die Baumaßnahme umfasst die Ertüchtigung des Hochwasserschutzes im Abschnitt 9 - 13 im Werderland in Bremen.

Der Baugrund besteht neben dem Altdeich aus einer Auffüllung aus Sanden und Schluffen, unter denen weitestgehend humose Weichschichten (Kleischichten) anstehen, die von Sanden unterlagert werden.

Weitere Einzelheiten sowie die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen und der hydrologischen Berechnung sind im Bericht gegeben.



Dr.-Ing. von Bloh
Geschäftsführer



i. A. Bau.-Ing. Stefanie Bösche M. Sc.

Verteiler:

Bauherr: Bremischer Deichverband am rechten Weserufer
Am Lehester Deich 149
28357 Bremen digital

8 Anlagenverzeichnis

I N H A L T	Anlage Nr.	
	von	bis
1. Lageplan	1	
2. Felduntersuchungen		
2.1 Bodenprofile aus Sondierbohrungen	2.1.36	
3. Laboruntersuchungen		
3.6 Grundwasseruntersuchungen	3.6.1	3.6.9
4. Hydrologische Berechnungen		
4.1 Randbedingungen (Bemessungstiden)	4.1.2	
6. Wassermengen		
6.1 Ganglinien Wassermengen	6.1.1	6.1.4