

Bauvorhaben

Ertüchtigung Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich

Antragsteller:



Hamburg Port Authority AöR
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Tel.: 040 428 470

Vertreten durch:



ReGe Hamburg Projekt-Realisierungsgesellschaft mbH
Überseeallee 1
20457 Hamburg

Hydraulische Bemessung Deichdränage

WKC Hamburg GmbH
Planungen im Bauwesen
Veritaskai 8
21079 Hamburg
Tel.: 040 / 790001-0
Fax: 040 / 790001-44

www.wk-consult.com

Projekt-Nr.: 2016-249

Stand: 01.03.2022



DOKUMENTEN-KONTROLLBLATT

Auftraggeber: ReGe Hamburg Projekt-Realisierungsgesellschaft mbH

Überseeallee 1

20457 Hamburg

Projektbezeichnung: Ertüchtigung Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich

Kurztitel: Ertüchtigung Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich

Projektnummer: 2016-249

Bearbeitungsinhalt: Hydraulische Bemessung Deichdränage

Dokument: CNH_2016-249_Hydraulische
Deichdränage_rev03.docx

Bemessung

Bearbeitungsstand: 01.03.2022

Seitenanzahl: 13 (einschließlich des Deckblatts)

Rev.	Datum	aufgestellt	geprüft	Status
01	21.06.19	Flegelskamp	Knabe	Lesefassung
02	31.07.19	Flegelskamp	Oetting	Endfassung
03	31.08.20	Flegelskamp	Knabe	rev.1
04	23.10.20	Pinkenburg	Knabe	rev.2
05	30.06.21	Pinkenburg	Palmaricciotti/Knabe	rev.3
06	01.03.22	Pinkenburg	Knabe	rev.4

Vorlage: Vorlage Lastenheft – 2016-06-15.docx

Vorlagenrevision: 02 – 15.06.2016



	Aufstellung	Prüfung	Freigabe
Mitarbeiter	Frank Bohnsack / Tim Pfau	Dr.-Ing. Eckard Schmidt	Dr.-Ing. Eckard Schmidt
Datum	15.06.2016	15.06.2016	15.06.2016

INHALTSVERZEICHNIS

VERWENDETE UNTERLAGEN / NORMEN UND RICHTLINIEN	4
1 VORBEMERKUNGEN	5
2 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	6
2.1 Sickerwasserspende	6
2.2 Anforderungen aus der Unterhaltung	6
2.3 Berechnung des Abflusses	6
2.4 Dränagesystem	6
3 HYDRAULISCHE FUNKTIONSFÄHIGKEIT DRÄNAGELEITUNG	7
4 HYDRAULISCHE BEMESSUNG DER DRÄNAGE- UND ENTWÄSSERUNGSLEITUNG	9
4.1 Regelbemessung	9
4.2 Bemessung für Sonderbereiche	10
4.2.1 Bemessung für DN 250	10
4.2.2 Zufahrt Airbus - Neuenfelder Hauptdeich Ost	10
4.2.3 Werftgelände – Neuenfelde West	11
5 ERGEBNIS	12

VERWENDETE UNTERLAGEN / NORMEN UND RICHTLINIEN

- [1] Geotechnischer Bericht Nr. 04 – Standsicherheitsnachweise, Fichtner Water & Transportation, April 2020 (Rev. 04)
- [2] Randbedingungen für die Revision von Deichdränagen, Mail von Canal-Control+Clean Umweltschutzservice GmbH an HPA, 23.11.18
- [3] CNH – Haltungslängen Deichdrainagen aus Unterhaltungssicht, Mail von ReGe Hamburg Projekt-Realisierungsgesellschaft mbH, 21.06.19
- [4] Arbeitsblatt DWA-A 110: Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen, DWA-Regelwerke, August 2006
- [5] Leitfaden für Planungen im Hamburger Hochwasserschutz, LSBG; GB Gewässer und Hochwasserschutz, Januar 2017, inkl. aktualisierter Regelzeichnungen, Mai 2018

1 Vorbemerkungen

Im Zuge des Projekts Ertüchtigung Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich sollen der Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich auf einer Länge von insgesamt rd. 3,2 km an die aktuellen Sollhöhen angepasst sowie die dem öffentlichen Verkehr gewidmete Deichverteidigungsstraße grundsaniert werden. Die Deicherhöhung bedingt eine Verbreiterung des Deichquerschnittes, so dass auch die vorhandenen wasserwirtschaftlichen Einrichtungen wie die Entwässerungsgräben (Binnendeichgraben) umgebaut werden müssen. Das bestehende Siel- und Schöpfwerk im Neuenfelder Hauptdeich im Mündungsbereich vom Neuenfelder Schleusenfleet ist durch die Planung betroffen und muss baulich angepasst werden. Die Deichdränagen (Deichkernentwässerung) im Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich sollen im Zuge der Deichertüchtigung ebenfalls erneuert werden.

Die in diesem Dokument erläuterte fachtechnische Berechnung umfasst die hydraulische Bemessung der parallel zum Deich verlaufenden Dränageleitung sowie die Entwässerungsleitungen, welche das Sickerwasser zum Graben führen.

2 Berechnungsgrundlagen

2.1 Sickerwasserspende

Die Sickerwasserspende wurde von Fichtner Water & Transportation GmbH anhand der außergewöhnlichen Bemessungssituation mit dem Bemessungshochwasser von NHN +7,9 m unter der Berücksichtigung der Sickerschürze (wasserseitige Spundwand) und einer großen Durchlässigkeit der Kleiabdeckung ermittelt. Für die Bemessung wurde der Regelquerschnitt 5 bei Bestands-Dkm 31,500 (Neuenfelder Hauptdeich, s. Zeichnung PFU 02_N_4.5) verwendet [1].

Die Deichdränage ist gem. [1] auf eine abzuführende Wassermenge von 135 l/h/m zu bemessen.

2.2 Anforderungen aus der Unterhaltung

Hinsichtlich der Anforderungen aus der Unterhaltung (Spülung sowie Kamerabefahrung) wurde der Durchmesser der Entwässerungsleitungen und Dränageleitung mit DN 200 festgelegt. [2]

Gem. [3] ist aus Unterhaltungssicht eine maximale Haltungslänge von 100 m zwischen den Schächten der Deichdränage vorzusehen.

2.3 Berechnung des Abflusses

Der Nachweis, dass das Dränagesystem die erforderliche Sickerwassermenge abführen kann sowie die erforderlichen Abstände der Entwässerungsleitungen in den Graben wurde mit Hilfe der Prandtl-Colebrook Gleichung gem. [4] ermittelt.

Um sicherzustellen, dass es zu keinem Versagen des Entwässerungssystems kommt, werden die Entwässerungsleitungen mit einem Redundanzfaktor = 2 konzipiert. Damit ist gewährleistet, dass das System auch bei Ausfall von 50% der Entwässerungsleitungen leistungsfähig ist.

2.4 Dränagesystem

Die hydraulische Bemessung erfolgt für das folgende Dränagesystem. Parallel zur Deichachse wird eine Dränageleitung (Sickerrohr) vorgesehen. Diese längsverlegte Dränageleitung wird unterhalb des Lagerstreifens, angrenzend an den Deichfuß, verlegt. In der Achse der Dränageleitung werden in regelmäßigen Abständen Schächte angeordnet, welche das Sickerwasser über Entwässerungsleitungen zum Graben abführen. Die Dränageleitungen und Entwässerungsleitungen werden ausgehend von Schächten inspiziert und gespült. Der Abstand zwischen den Schächten ergibt sich aus den Anforderungen der Unterhaltung (vgl. 2.2). Der Abstand der Entwässerungsleitung in Richtung Graben und Länge der Dränageleitung geht aus der hydraulischen Bemessung hervor.

3 Hydraulische Funktionsfähigkeit Dränageleitung

Die hydraulische Funktionsfähigkeit wird über die Zusickerung zum Rohr gem. dem Darcy-Gesetz überprüft:

$$Q = i * A * k_f$$

Die Dränageleitung besteht aus einem Vollsickerrohr DN 200, welches mit Vlies ummantelt ist. Eine schematische Darstellung ist Abb. 1 zu entnehmen.

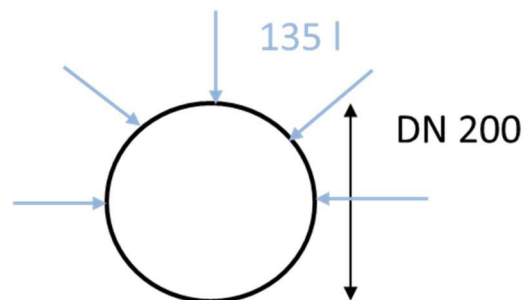


Abb. 1 Schematische Darstellung der Zusickerung zum Vollsickerrohr DN 200

Das hydraulische Gefälle „i“ ist der Darstellung der Sickerlinie für eine Dränage unter dem Lagerstreifen aus [1] zu entnehmen.

Es wird davon ausgegangen, dass im Bereich des Lagerstreifens neu zugelieferter Sand eingebaut wird, bei dem von einer homogenen Durchlässigkeit ausgegangen werden kann.

Zusickerung Dränageleitung		
hydraulisches Gefälle	i	0,15 -
Durchlässigkeit Sand	k_f	$1 \cdot 10^{-4}$ m/s
Querschnittsfläche Rohr	A	0,31 m ² /m
Zusickerung Rohr	Q_{zu}	$4,7 \cdot 10^{-6}$ m ³ /s/m
		17 l/h/m

Die Zusickerung zum Vollsickerrohr DN 200 beträgt 17 l/h/m. Eine Dränageleitung aus Vollsickerrohr und Vlies kann die abzuführende Menge von 135 l/h/m nicht aufnehmen.

Infolge dessen muss die Querschnittsfläche erhöht werden. Dies erfolgt mit einem Kiesfilter nach [5] (s. Abb. 2), welcher das Vollsickerrohr umschließt.

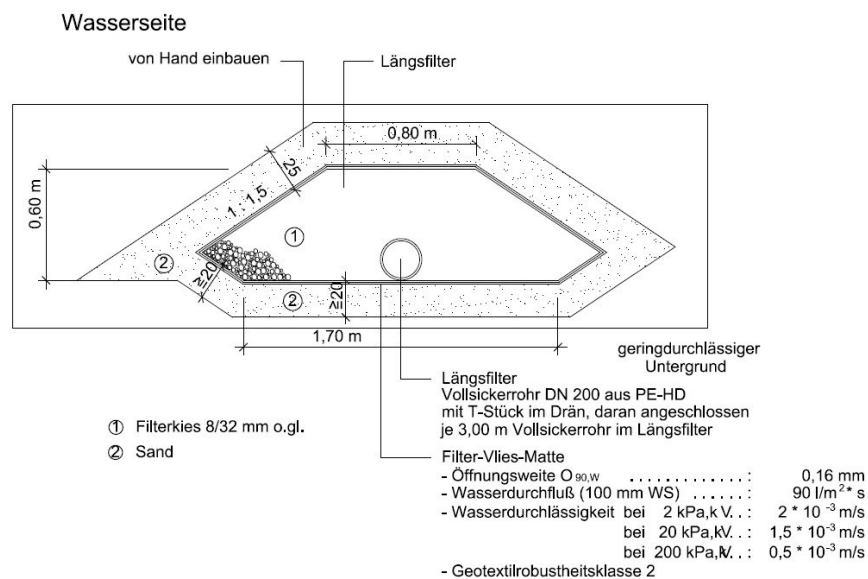


Abb. 2 Regelzeichnung eines Dränagekörpers gem. [5]

Zusickerung Dränageleitung

hydraulisches Gefälle	i	0,15 -
Durchlässigkeit Sand	k_f	$1 \cdot 10^{-4}$ m/s
erf. Querschnittsfläche	A	2,5 m ² /m
Zusickerung Rohr	Q_{zu}	$3,75 \cdot 10^{-5}$ m ³ /s/m
		135 l/h/m

Bei einer Dränageleitung mit einem Querschnitt $> 2,5 \text{ m}^2/\text{m}$ kann das anfallende Sickerwasser aufgenommen werden. Dies wird bei der Geometrie der Dränageleitung berücksichtigt.

4 Hydraulische Bemessung der Dränage- und Entwässerungsleitung

Abfluss im Entwässerungsrohr nach Colebrook-White:

$$Q_r = A_r * v_r = A_r * -2\sqrt{2gDrJe} * \log\left(\frac{k}{3,71Dr} + 2,51 * \frac{v}{Dr\sqrt{2gDrJe}}\right) \quad [4]$$

Wie in Abschnitt 2.4 beschrieben, muss zum einen der erforderliche Abstand der Entwässerungsleitungen ermittelt werden (Abfluss Entwässerungsleitung) und zum anderen der Nachweis geführt werden, dass die Längsleitung die erforderliche Sickerwassermenge abführen kann (Abfluss Dränageleitung).

Für die Bemessung werden die Abstände zwischen den Leitungen so lange variiert, bis der iterativ ermittelte Zufluss 50 % des möglichen Abflusses im Rohr entspricht.

4.1 Regelbemessung

Gewählte Rohrgeometrie		
Durchmesser des Rohres	D_r	0,20 m
Querschnittsfläche des Rohres	A_r	0,0314 m ²
Nachweis Abfluss Entwässerungsleitung/ Dränageleitung:		
Zufluss zur Entwässerungsleitung		
Sickerwassermenge	q	0,0000375 m ³ /s/m
max. Abstand der Entwässerungsleitung	L	2*116 m
Zufluss (iterativ ermittelt)	$Q_{zu} (2*116m)$	0,0087 m³/s
Abfluss in der Entwässerungsleitung nach Colebrook-White		
Schwerkraft	g	9,81 m/s ²
Längsgefälle des Rohres	Je	0,003 -
Rauigkeit des Rohres	k	0,002 m
Viskosität des Wassers bei +20°C	v	0,000001 m ² /s
möglicher Abfluss im Rohr	Q_r	0,0174 m³/s
$Q_r / Q_{zu} \geq 1,0$	Q_r / Q_{zu}	2,00 -

Der Nachweis des Abflusses der Entwässerungsleitung und Dränageleitung (50% des möglichen Abflusses) wird bei einem Durchmesser von DN 200 und einem Gefälle von 3 ‰ auf einer Länge von 232 m erfüllt.

4.2 Bemessung für Sonderbereiche

4.2.1 Bemessung für DN 250

Aufgrund von örtlichen Einschränkungen fällt über eine größere Rohrlänge eine größere Sickerwassermenge an. In Ausnahmebereichen sind Leitungen mit DN 250 vorgesehen. Diese Leitungen können maximal das Sickerwassermenge über eine Länge von 420 m aufnehmen.

Zufluss		
Länge Abschnitt	L	420 m
Zufluss gesamt	Q_{zu}	0,0158 m³/s
Gewählte Rohrgeometrie		
Durchmesser des Rohres	D_r	0,25 m
Querschnittsfläche des Rohres	A_r	0,0491 m²
Abfluss im Entwässerungsrohr nach Colebrook-White		
Längsgefälle des Rohres	J_e	0,003 -
Abfluss im Rohr	Q_r	0,0315 m³/s
$Q_r / Q_{zu} \geq 1,0$	Q_r / Q_{zu}	2,00 -

Der Einbau von Leitungen mit DN 250 ist bei EWS 07 (ca. P-Dkm 31,650), EWS 14 (ca. P-Dkm 33,080) und EWS 16 (ca. P-Dkm 33,410) erforderlich.

4.2.2 Zufahrt Airbus - Neuenfelder Hauptdeich Ost

Die zu entwässernde Länge ausgehend vom Finkenwerder Hauptdeich bis zur Einmündung Einfahrt Airbus / Am Rosengarten beträgt ca. 358 m. Da dies die maximale Länge der Regelbemessung übersteigt und eine Längsneigung von 2,8 ‰ vorgesehen ist, wird auf den letzten ca. 200 m ein Vollsickerrohr mit DN 250 vorgesehen. Der Nachweis wird in der folgenden Tabelle geführt.

Zufluss zur Längsleitung		
Länge Abschnitt	L	358 m
Zufluss gesamt	Q_{zu}	0,0134 m³/s
Gewählte Rohrgeometrie		
Durchmesser des Rohres	D_r	0,25 m
Querschnittsfläche des Rohres	A_r	0,0491 m²
Abfluss im Entwässerungsrohr nach Colebrook-White		
Längsgefälle des Rohres	J_e	0,0028 -
Abfluss im Rohr	Q_r	0,0305 m³/s

$$Q_r / Q_{zu} \geq 1,0$$

$$Q_r / Q_{zu}$$

$$2,27 -$$

Die östlichste Entwässerungsleitung dieses Abschnittes (EWS01) muss das über ca. 456 m anfallenden Sickerwasser in den Graben leiten. Um den Redundanzfaktor 2 zu erhalten, wird die Neigung der Entwässerungsleitung auf 3,6 ‰ erhöht.

Zufluss zur Entwässerungsleitung

Länge Abschnitt	L	456 m
Zufluss gesamt	Q_{zu}	0,0171 m³/s

Gewählte Rohrgeometrie

Durchmesser des Rohres	D_r	0,25 m
Querschnittsfläche des Rohres	A_r	0,0491 m²

Abfluss im Entwässerungsrohr nach Colebrook-White

Längsgefälle des Rohres	Je	0,0036 -
Abluss im Rohr	Q_r	0,0346 m³/s

$$Q_r / Q_{zu} \geq 1,0$$

$$Q_r / Q_{zu}$$

$$2,02 -$$

4.2.3 Werftgelände – Neuenfelde West

Der letzte Abschnitt der Längsleitung ausgehend vom Sperrwerk Estemündung wird auf Höhe der Einmündung zum Werftgelände mit einer größeren Neigung (3,2 ‰) versehen, um das Sickerwasser auf einer Länge von ca. 237 m abzuführen.

Zufluss zum Entwässerungsgraben

Länge Abschnitt	L	237 m
Zufluss gesamt	Q_{zu}	0,0089 m³/s

Gewählte Rohrgeometrie

Durchmesser des Rohres	D_r	0,20 m
Querschnittsfläche des Rohres	A_r	0,0314 m²

Abfluss im Entwässerungsrohr nach Colebrook-White

Längsgefälle des Rohres	Je	0,0032 -
Abluss im Rohr	Q_r	0,0180 m³/s

$$Q_r / Q_{zu} \geq 1,0$$

$$Q_r / Q_{zu}$$

$$2,02 -$$

5 Ergebnis

Die hydraulische Bemessung ergibt, dass die Entwässerungsleitung das begrenzende System darstellt. Die Entwässerungsleitungen mit DN 200 sollten maximal alle 232 m angeordnet werden. Es wird vorgeschlagen die ableitenden Schächte und Entwässerungsleitungen alle 200 m zu platzieren. Sonderbereiche müssen gem. Abschnitt 4.2 berücksichtigt werden.

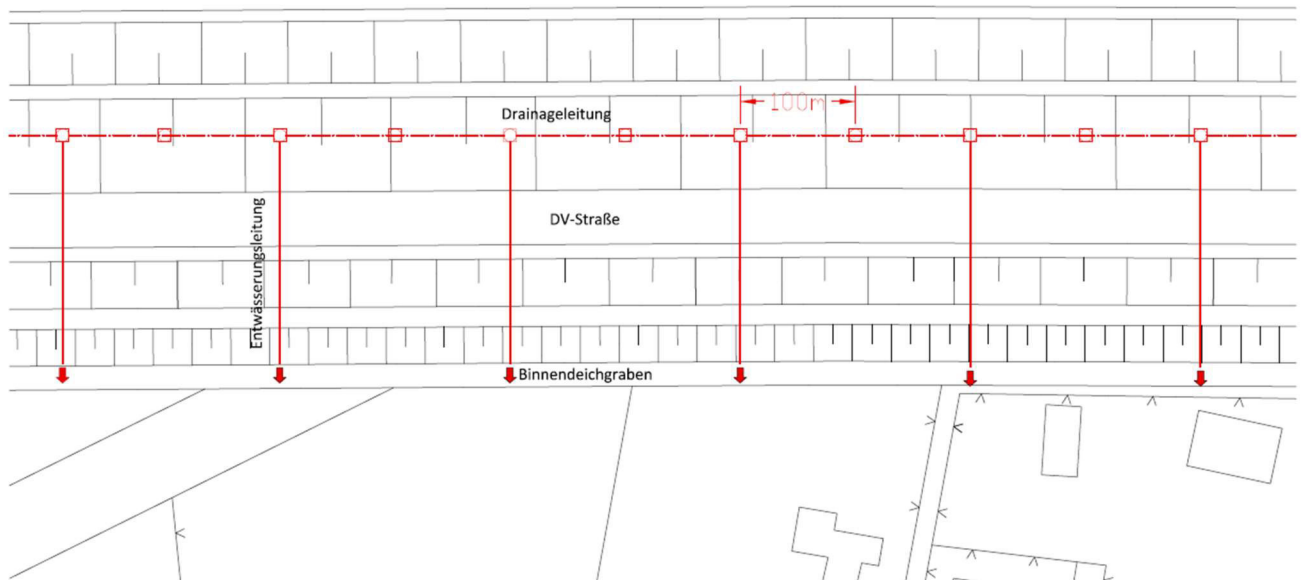


Abb. 3 Deichkernentwässerung zur Binnenseite, Drainageleitung mit Schächten und Entwässerungsleitung, schematischer Lageplan

Aufgestellt: Hamburg, 01.03.2022

i.A. Pia Pinkenburg, M. Sc.

i.V. Dipl.-Ing. Peter Knabe

WKC Hamburg GmbH
Planungen im Bauwesen
Veritaskai 8
21079 Hamburg