

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 der Entwässerungsgräben, Sammelleitungen und Pumpe für die Entwässerung

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 der Entwässerungsgräben, Sammelleitungen und Pumpe für die Entwässerung

Dokument: CNH_2016-249_Grabenbemessung_2022-03-01.docx

Bearbeitungsstand: 01.03.2022

Seitenanzahl: 23 (einschließlich des Deckblatts)

Rev.	Datum	aufgestellt	geprüft	Status
01	31.07.19	Oetting	Wulff	Endfassung
02	29.11.19	Stais	Wulff	Endfassung
03	31.08.20	Palmaricciotti	Knabe	Endfassung
04	23.10.20	Palmaricciotti	Knabe	Endfassung
05	30.06.21	Palmaricciotti	Knabe	Endfassung
06	01.03.22	Stais	Knabe	Endfassung

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	5
1 VORBEMERKUNGEN	6
2 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN UND RANDBEDINGUNGEN.....	7
2.1 Abflusswirksame Fläche.....	7
2.2 Ermittlung der Abflüsse	7
2.3 Niederschlagsspende.....	8
2.4 Sickerwasser und Wellenüberschlagswasser	8
2.5 Grabengeometrie	8
2.6 Nachweis Abfluss bei Wasserstand im Schleusenfleet von NHN +0,50 m.....	9
2.7 Berechnung Binnendeichgraben	9
2.8 Berechnung Rohrdurchlässe	9
2.9 Berechnung Sammelleitungen	9
3 HYDRAULISCHE BEMESSUNG DES BINNENDEICHGRABENS UND DER SAMMELLEITUNGEN	10
3.1 Binnendeichgraben Neuenfelder Hauptdeich	10
3.1.1 Derzeitige Situation	10
3.1.2 Ermittelte Abflüsse in Neuenfelde.....	10
3.1.3 Grabensohle Neuenfelde Ost.....	11
3.1.4 Grabensohle Neuenfelde West.....	12
3.2 Sammelleitung Werftgelände	12
3.2.1 Derzeitige Situation	12
3.2.2 Ermittelte Abflüsse im Bereich des Werftgeländes	13
3.2.3 Bemessung Rohrleitung	13
3.3 Binnendeichgraben Cranz	14
3.3.1 Derzeitige Situation	14
3.3.2 Ermittelte Abflüsse in Cranz	16

3.3.3	Überprüfung der Entwässerungsrichtung	16
3.3.4	Überprüfung Überlauf Graben	17
3.4	Sammelleitung Cranz West	17
3.4.1	Ermittelte Abflüsse in Cranz West	17
3.4.2	Bemessung Rohrleitung	17
3.5	Rohrdurchlässe	18
4	HYDRAULISCHE BEMESSUNG DER SAMMELLEITUNGEN FÜR DIE TRUMMEN.....	19
4.1	Allgemeines.....	19
4.2	Sammelleitung im Bereich des Siel -und Schöpfwerks	19
4.3	Sammelleitung Zufahrt Gewerbegebiet Neuenfelde 14	20
4.4	Sammelleitung Werftgelände	20
4.5	Sammelleitung östlich und westlich des Sperrwerks Estemündung.....	20
4.6	Sammelleitung Kreisverkehr Estedeich	20
5	BEMESSUNG DER PUMPEN FÜR DIE ENTWÄSSERUNG IN CRANZ WEST	21
5.1	Allgemeines.....	21
5.2	Bemessung der Pumpen	21

VERWENDETE UNTERLAGEN / NORMEN UND RICHTLINIEN

- [1] Arbeitsblatt DWA-A 110 Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen, DWA-Regelwerke, August 2006
- [2] Merkblatt DVWK-M 153 Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser
- [3] Kostra-DWD 2010R
- [4] Naudascher, E., Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke, 1992
- [5] Wasserwirtschaftliche Untersuchungen Ertüchtigung des Neuenfelder Hauptdeiches (BWS, 2015), insbes. Anlage 1
- [6] Wasserwirtschaftliches Fachgutachten Erschließung B-Plangebiet „Neuenfelde 14“ in Hamburg, Bezirk Harburg, Ortsteil Neuenfelde, Palm Lagerhaus GmbH (IOB 2008)
- [7] Neuordnung der Wasserwirtschaft Moorburg - Erstellung eines wasserwirtschaftlichen Konzeptes, ReGe Hamburg und HPA (BWS 2014)
- [8] E-Mail von Herrn Jan-Moritz Müller, LSBG, Gewässer und Hochwasserschutz Planung und Entwurf Gewässer – G 1, vom 23.10.2018, CNH-Sollhöhenvorgabe Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich (*Angabe zur Überlaufmenge*)
- [9] Änderung des Abflussbeiwertes von Kleiböschungen im Deichbau, 31.07.2002, aus: Leitfaden für Planungen im Hamburger Hochwasserschutz; LSBG; Geschäftsbereich Gewässer und Hochwasserschutz; G2 – Planung und Entwurf Hochwasserschutz; Stand: Januar 2007, S. 246, 5.10.2 Abflussbeiwert von Kleiböschungen
- [10] Entwässerungs- und Betriebskonzept Alte Süderelbe, Präsentation vom 08.02.2018, BWS
- [11] Ertüchtigung Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich, Entlastungsbauwerk für das SEM zur Entwässerung der Este in die Elbe, Machbarkeitsstudie, Sellhorn Ingenieurgesellschaft, 15.04.2015
- [12] Lastenheft, Teil 2: Entwässerung inkl. Dränagen, WKC, 30.04.2020
- [13] WG: Entwässerung Cranzer Hauptdeich, E-Mail vom 22.06.2017, Herr Bergmann, HPA
- [14] Ergebnisprotokoll, CNH-Ertüchtigung des Cranzer und Neuenfelder Hauptdeiches, 26.07.2018

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 grundsanieren werden. Die Deicherhöhung bedingt eine Verbreiterung des Deichquerschnittes, so dass auch die vorhandenen wasserwirtschaftlichen Einrichtungen wie der Binnendeichgraben (Entwässerungsgraben) 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 Deichkernentwässerung (Deichdränage) im Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich soll im Zuge der Deichertüchtigung ebenfalls erneuert werden. Des Weiteren sind zwei Sammelleitungen zu planen, in Bereichen wo kein Entwässerungsgraben vorgesehen ist. Dafür wird auch der Bau eines Pumpwerks erforderlich.

Die fachtechnische Berechnung umfasst die hydraulische Bemessung des parallel zum Deich verlaufenden Binnendeichgrabens inkl. Rohrdurchlässe, welcher die Oberflächenabflüsse, das Sickerwasser aus dem Deichkern, das Überlaufwasser und die Entwässerung des Hinterlandes abführt. Auch die hydraulische Bemessung der Sammelleitungen und des Pumpwerks sind Teil der fachtechnischen Berechnung. In Straßenkreuzungsbereichen und Engstellen werden zum Teil Trummen zur Fassung und Reinigung des Regenwassers vorgesehen. Die dafür erforderlichen Sammelleitungen werden ebenfalls bemessen.

2 Berechnungsgrundlagen und Randbedingungen

2.1 Abflusswirksame Fläche

Für die hydraulische Bemessung des Binnendeichgrabens inkl. Verrohrung wird zunächst der Deichquerschnitt in Teilflächen geteilt. Diesen Teilflächen sind folgende Abflussbeiwerte gem. [2] und [9] zugewiesen:

• Binnendeichböschung:	Kleiabdeckung	$\psi_s = 0,8$
• Lagerstreifen:	Asphaltdeckschicht	$\psi_s = 0,9$
• Deichverteidigungsstraße:	Asphaltdeckschicht	$\psi_s = 0,9$
• Geh- und Radweg:	Asphaltdeckschicht	$\psi_s = 0,9$
• Bankett:	Kleiabdeckung	$\psi_s = 0,8$
• Unterhaltungsweg:	Schotter mit Spurwegplatten	$\psi_s = 0,9$
• Binnendeichgraben:	Für die Bemessung	$\psi_s = 1$

2.2 Ermittlung der Abflüsse

Die Berechnung der zu entwässernden Wassermenge erfolgt wie folgt:

- a) Ermittlung des Oberflächenabflusses pro laufenden Meter Deich → Jedem Deichquerschnitt wird eine hydraulische Gültigkeitsbereich (von P-Dkm – bis P-Dkm) zugewiesen (siehe Anlage 1)
- b) Die Zuflüsse in den Graben werden für jeden ausgewählten Abschnitt als Summe von Oberflächenabfluss, Sickerwasser, Überlaufwasser und weiteren Zuläufe ermittelt (siehe Anlage 2)
- c) Die Leistung des Grabens bzw. der Verrohrung wird mit dem zu erwartenden Zufluss verglichen (siehe Anlage 3)

Da es sich um eine stationäre Berechnung handelt, in der die zeitliche Abwicklung nicht berücksichtigt wird, kann angenommen werden, dass die ermittelten Abflüsse immer oberhalb der realen Werte liegen. Darüber hinaus wird die Deichkernentwässerung als Zulauf pro laufenden Meter berechnet. Durch diese Methode werden ebenfalls höhere Zuflüsse an den jeweiligen Grabenquerschnitt ermittelt.

Die in der Anlage 1 definierten Gültigkeitsbereiche beziehen sich auf die Geometrie des Deichs inklusive Verkehrsanlagen und Graben.

In der Anlage 2 werden die Abschnitte so gewählt, dass entwässerungsrelevante Bereiche zugeordnet werden können.

In der Anlage 3 erfasst die Stationierung jeweils Grabenabschnitte und Abschnitte wo eine Verrohrung geplant ist. Die Bemessung der Verrohrungen kann der Anlage 4 entnommen werden.

2.3 Niederschlagsspende

Es werden die folgenden Regenspenden gem. KOSTRA-DWD 2010R [3] angesetzt.

- Grabendimensionierung $r_{(15 \text{ min}, n=5,0)} = 170 \text{ l/ (s} \cdot \text{ha)}$
5-jährliches, 15 minütiges Ereignis (5 jährlich aufgrund zus. Regenrückhaltung)
- Rohrleitungen (Abschnitt Werft und Cranz West) $r_{(15 \text{ min}, n=1,0)} = 105 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{ha}}$
1-jährliches, 15 minütiges Ereignis (gem. RAS-Ew)
- Überprüfung Abfluss des Grabens (Neuenfelde)
bei Wasserstand + 0,5 m NHN $r_{(15 \text{ min}, n=5,0)} = 170 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{ha}}$
5-jährliches, 15 minütiges Ereignis
- Überprüfung Überlauf des Grabens (Cranz) $r_{(72 \text{ h}, n=5,0)} = 2,6 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{ha}}$
5-jährliches, 72 stündiges Ereignis

2.4 Sickerwasser und Wellenüberschlagswasser

Es sind gem. Lastenheft [12] die folgenden Sickerwassermengen anzusetzen:

- Sickerwassermenge $= 135 \text{ l/h/m}$
 $= 0,0375 \text{ l/s/m}$

Es sind gem. Lastenheft [12] die folgenden Wellenüberlaufmengen anzusetzen:

- Überlaufwasser aus Welle: $= 0,5 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{m}}$

2.5 Grabengeometrie

Die folgenden Randbedingungen wurden im Rahmen der Vorplanung festgelegt [14]:

Die Grabenbreite an der Sohle wird mit 0,5 m festgelegt.

Böschungsneigung wasserseitig (ws): 1 : 1,5

Böschungsneigung landseitig (bs): 1 : 2,0

In Bereichen mit geringen Platzverhältnissen darf die landseitige Böschungsneigung auf 1 : 1,5 erhöht werden.

Das Sohlgefälle des Grabens ist so zu wählen, dass das anfallende Wasser abgeführt werden kann. Die Grabensohle muss so tief liegen, dass die bekannten Rohreinläufe aus dem Hinterland gefasst werden können.

2.6 Nachweis Abfluss bei Wasserstand im Schleusenfleet von NHN +0,50 m

Der Wasserstand im Schleusenfleet beträgt im Allgemeinen NHN +0,3 m [10]. Maximal kann der Wasserstand jedoch auf NHN +0,50 m ansteigen. Daher ist der Nachweis zu führen, dass auch bei diesem Wasserstand das Wasser aus dem Graben abfließen kann.

2.7 Berechnung Binnendeichgraben

Die erforderliche Grabengeometrie wird mit Hilfe der Fließformel von Manning-Strickler ermittelt. Es ist ein Strickler Beiwert k_{st} für Erdkanäle aus Sand, Lehm oder Kies, stark bewachsen gem. [4] von $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ anzusetzen. Für den gepflasterten Grabenabschnitt wird dieser auf $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ erhöht.

2.8 Berechnung Rohrdurchlässe

Der erforderliche Rohrdurchmesser wird mit Hilfe der Prandtl-Colebrook Gleichung gem. [1] ermittelt. Der Nachweis erfolgt gemäß Individualkonzept, da keine Schächte in der Leitung vorgesehen sind und somit nur die Einzelverluste infolge Wandrauheit zu berücksichtigen sind. Die betriebliche Rauheit wird gemäß Individualkonzept nach [1] mit $k_b=0,1 \text{ mm}$ angesetzt.

2.9 Berechnung Sammelleitungen

Der erforderliche Rohrdurchmesser wird mit Hilfe der Prandtl-Colebrook Gleichung gem. [1] ermittelt. Die betriebliche Rauheit wird gemäß Pauschalkonzept nach [1] mit $k_b=1,5 \text{ mm}$ angesetzt (Sammelkanäle < DN 1000, Sonderschächte).

3 Hydraulische Bemessung des Binnendeichgrabens und der Sammelleitungen

3.1 Binnendeichgraben Neuenfelder Hauptdeich

3.1.1 Derzeitige Situation

Der Binnendeichgraben am Neuenfelder Hauptdeich entwässert derzeit in das Neuenfelder Schleusenfleet (vgl. Abb. 1). Diese Situation soll beibehalten werden.

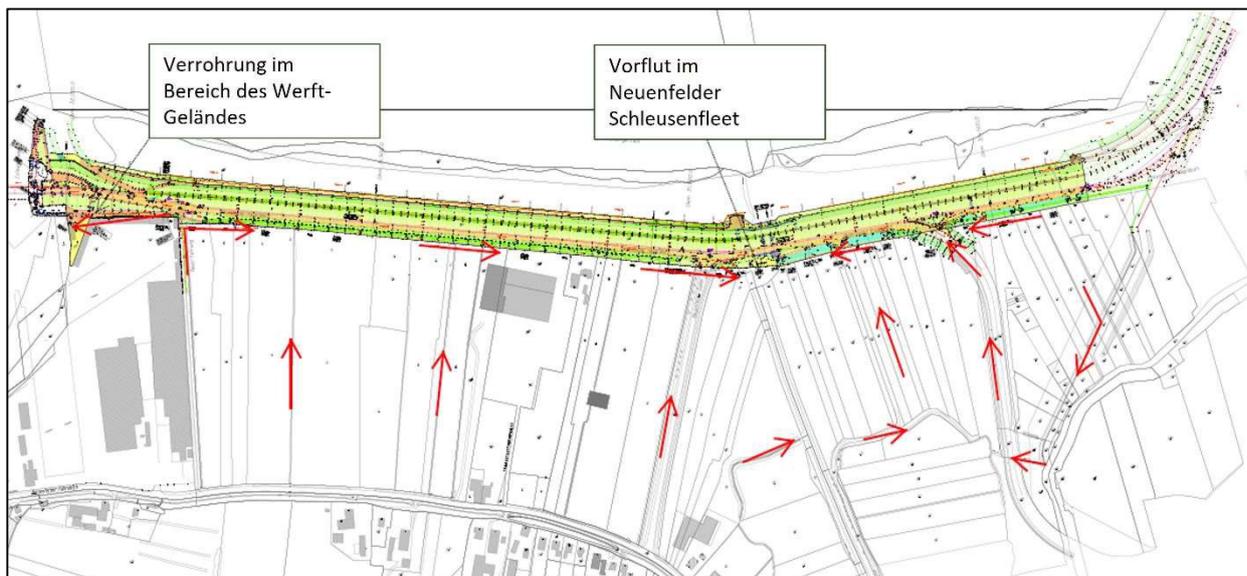


Abb. 1 Ausschnitt Neuenfelder Hauptdeich mit Darstellung der Entwässerungssituation

3.1.2 Ermittelte Abflüsse in Neuenfelde

Die Ermittlung der auftretenden Wassermengen erfolgt gemäß den festgelegten Eingangswerten in Kap. 2.

Neuenfelde Ost (Neuenfelder Schleusenfleet bis Zufahrt Airbus)

Für Neuenfelde Ost ergeben sich an den drei betrachteten Stationen die folgenden Wassermengen:

Tab. 1: Abzuführende Wassermengen Neuenfelde Ost (Fließrichtung von Ost nach West)

Station [P-Dkm]	Wassermenge [l/s]	Wassermenge [m ³ /s]
30,629	351 l/s	0,35 m ³ /s
30,747	534 l/s	0,53 m ³ /s
30,826	663 l/s	0,66 m ³ /s

Neuenfelde West

Für Neuenfelde West ergeben sich an den vier betrachteten Stationen die folgenden Wassermengen:

Tab. 2: Abzuführende Wassermengen Neuenfelde West (Fließrichtung von West nach Ost)

Station [P-Dkm]	Wassermenge [l/s]	Wassermenge [m³/s]
31,800	227 l/s	0,23 m³/s
31,731	333 l/s	0,33 m³/s
31,199	1.133 l/s	1,13 m³/s
30,978	1.510 l/s	1,51 m³/s

3.1.3 Grabensohle Neuenfelde Ost

Als geometrische Randbedingung gilt die Grabensohle beim Schleusenfleet. Der Regelwasserstand liegt bei NHN +0,3 m [10], dies ist somit die Mindesthöhe der Grabensohle.

Als weiterer Zwangspunkt ist der Auslass im Bereich der Kreuzung Rosengarten zu sehen, der das Regenwasser aus dem Bereich der Zufahrt Airbus zuführt.

Das sich daraus ergebende Sohlgefälle ist ausreichend, um das anfallende Wasser abzuführen (siehe Anlage 3 – Grabenbemessung nach Manning-Strickler).

Der Verlauf der Sohle ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Die Sohle liegt gegenüber den Bestandshöhen höher, da sich die Wasserstände im Schleusenfleet gem. [10] gegenüber dem Ist-Zustand verändern.

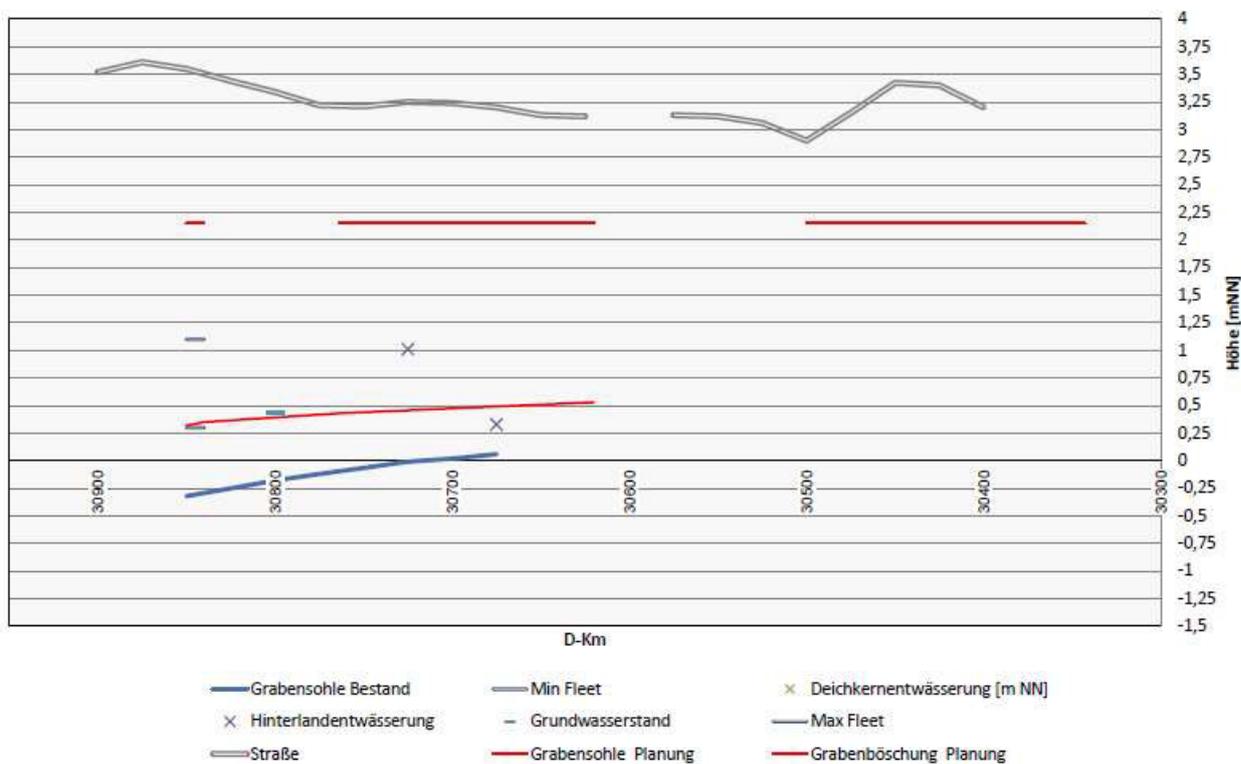


Abb. 2: Verlauf der Grabensohle in NF Ost (Bestand und Planung)

3.1.4 Grabensohle Neuenfelde West

Als geometrische Randbedingung gilt auch hier die Grabensohle beim Schleusenfleet. Da der Regelwasserstand bei NHN +0,3 m liegt, wird die Sohle des Grabens am Schleusenfleet mit NHN +0,3 m festgelegt. Das Sohlgefälle des Grabens wird an die Bestandssituation angelehnt (siehe Abb. 3). Das sich daraus ergebende Sohlgefälle ist ausreichend, um das anfallende Wasser abzuführen (siehe Anlage 3 – Grabenbemessung nach Manning-Strickler).

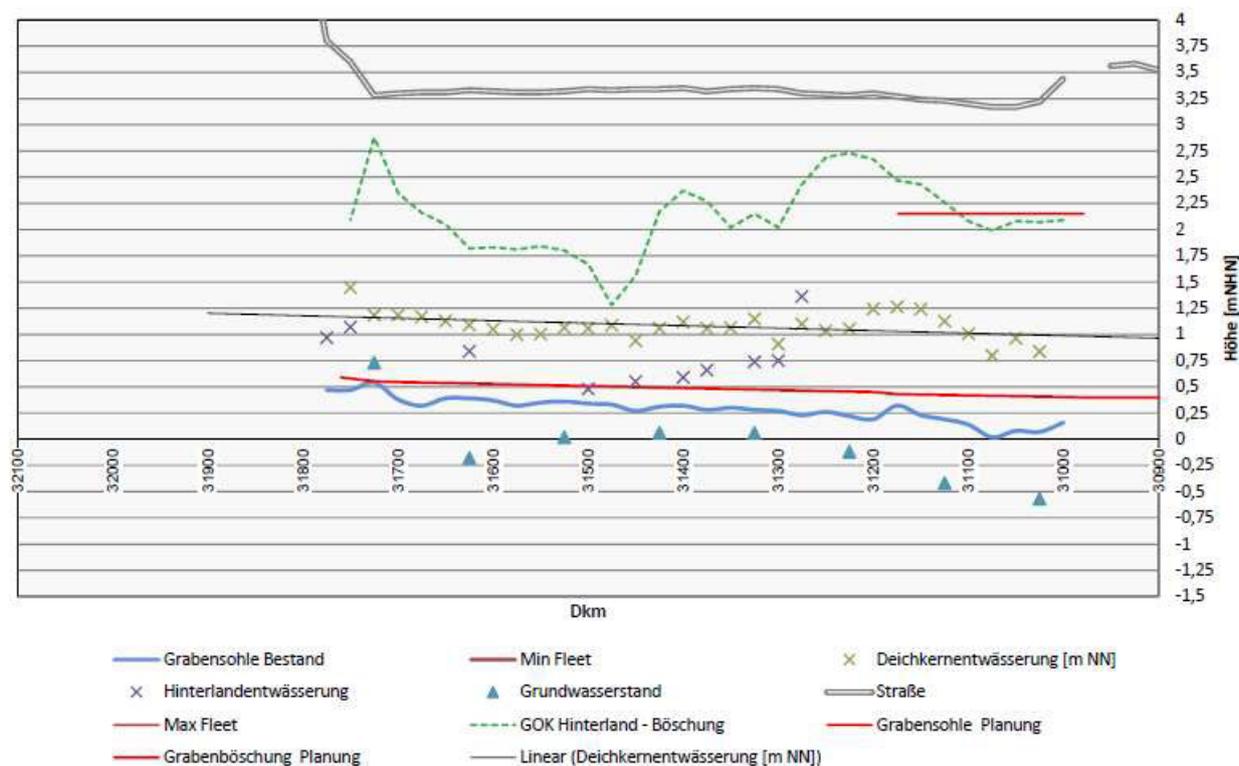


Abb. 3: Verlauf der Grabensohle in NF West (Bestand und Planung)

3.2 Sammelleitung Werftgelände

Die vorhandenen Entwässerungsleitungen für die Deichkern- und die Oberflächenentwässerung im Bereich des Werftgeländes sind aktuell nicht voll funktionstüchtig und sollen erneuert werden. In diesem Bereich befinden sich sechs Schächte, die den abzuführenden Abfluss aus Deichdrainage und diversen Oberflächenentwässerungen über eine Sammelleitung in Richtung Este (d. h. in Richtung Westen) leiten.

Im Rahmen der Erneuerung soll die Deichdrainage von der Oberflächenentwässerung getrennt werden. Hier wird nur die Dimensionierung der Sammelleitung für die Oberflächenentwässerung betrachtet. Die Bemessung der Leitung für die Deichdrainage erfolgt in einem separaten Dokument.

3.2.1 Derzeitige Situation

Die derzeitige Entwässerungssituation ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

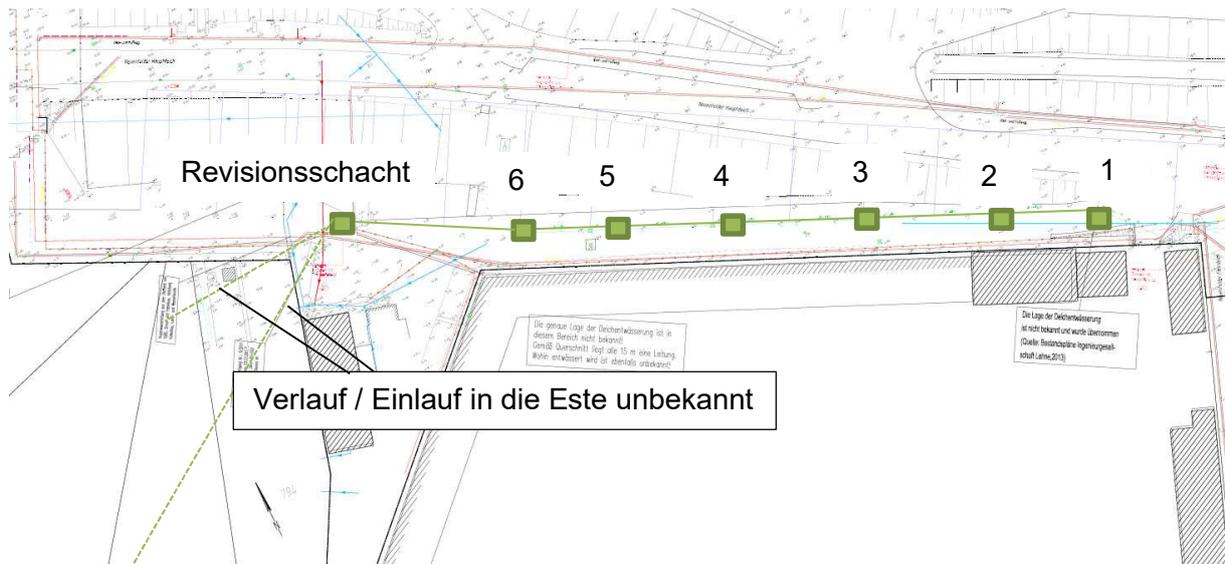


Abb. 4 Ausschnitt Neuenfelder Hauptdeich (Bereich Werft) mit Darstellung der Entwässerungssituation

Der Deich und die Straße entwässern in die Schächte 1 bis 6 (grün in der obigen Abbildung). Westlich davon befindet sich ein Revisionschacht. Die genaue Einleitung in die Este ist nicht zu identifizieren. Es ist unklar, über welche Leitungen die Deichdränagen entwässern, welche sich westlich von den Schächten 1 bis 6 befinden (Dkm 31,960 bis 32,040).

Die vorhandene Sammelleitung besteht aus Rohren mit einem Durchmesser DN300. Die Tiefenlage dieser Leitung ist unbekannt. Die Tiefenlage der Deichdränage liegt bei ca. NHN + 2,5 m.

3.2.2 Ermittelte Abflüsse im Bereich des Werftgeländes

Das Entwässerungssystem muss Wassermengen vom Deich und der Straße aufnehmen. Die Dächer der Werft entwässern in ein anderes System. Es wurden bei den zwei betrachteten Abschnitten die folgenden Wassermengen ermittelt:

Tab. 3: Abzuführende Wassermengen im Bereich des Werftgeländes

Station [P-Dkm]	Wassermenge [l/s]	Wassermenge [m ³ /s]
31,810 – 31,986 (68 l/s)	80 l/s	0,08 m ³ /s
31,986 – 32,056 (12 l/s)		

3.2.3 Bemessung Rohrleitung

Aus der Bemessung der Rohrleitung ergibt sich bei einem Gefälle von $J=0,005$ ein erforderlicher Durchmesser von DN500 (siehe Anlage 5- Dimensionierung der Sammelleitung). Bei diesen Randbedingungen kann eine Wassermenge von ca. 270 l/s abgeführt werden. Das Gefälle wird in Richtung Ost vorgesehen, so dass sie im Osten an den Binnendeichgraben angeschlossen werden kann. Die Wassermenge wurde bei der Grabendimensionierung in 3.1 berücksichtigt.

3.3 Binnendeichgraben Cranz

3.3.1 Derzeitige Situation

Derzeit erfolgt der Vorflutanschluss der Gräben in Richtung Süden an die Este. Es ist zu untersuchen, ob das Gefälle des Grabens im östlichen Abschnitt umgedreht werden kann, so dass der Anschluss in Richtung Osten an die Este erfolgen kann.

Betrachtet wird hier der Abschnitt von ca. Dkm 33,350 bis 32,150, in dem die Entwässerung durch einen Graben erfolgt. Westlich davon wird eine Sammelleitung vorgesehen, von der das Wasser in Richtung Osten in den Graben gepumpt wird (siehe Abschnitt 3.4)

Die derzeitige Entwässerungssituation ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

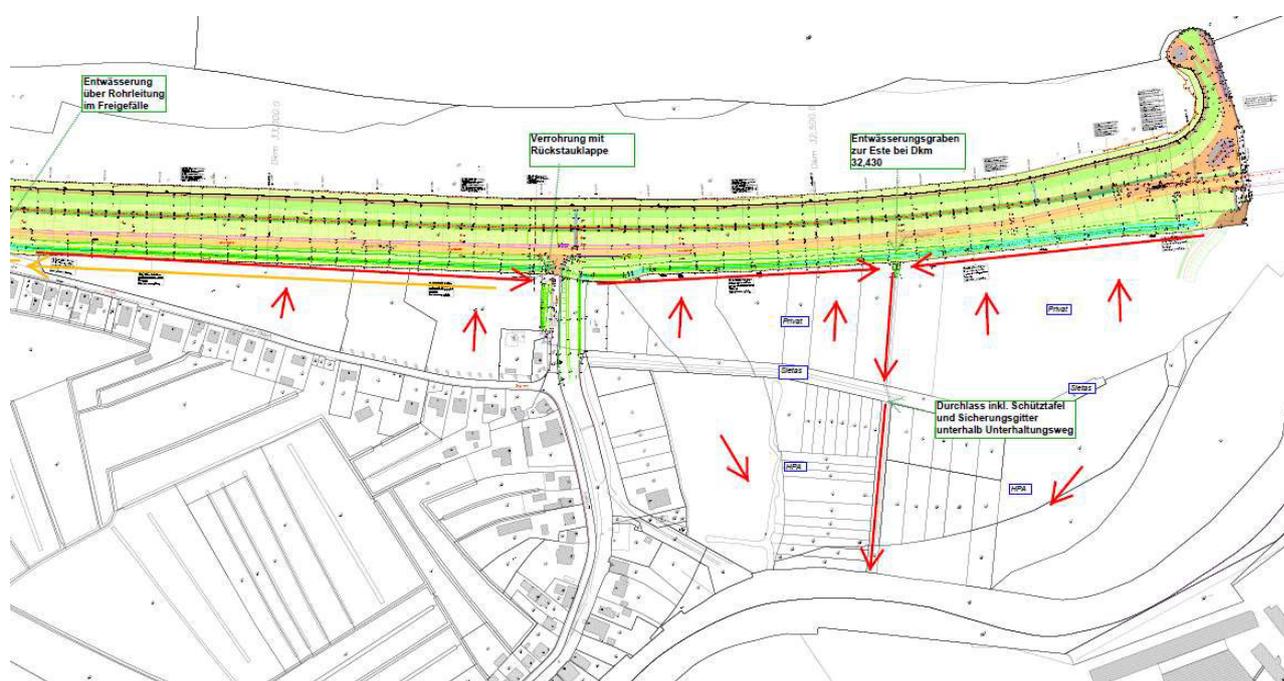


Abb. 5 Ausschnitt Cranzer Hauptdeichs (Strecke) mit Darstellung der Entwässerungssituation

Der Deich und die Straße entwässern in den landseitigen Deichgraben. Der Abfluss erfolgt dabei von ca. Dkm 33,300 bis 32,430 entsprechend der Wasserspiegellage in Richtung Osten oder Westen und von ca. Dkm 32,430 bis 32,150 in Richtung Westen. Bei ca. Dkm 32,430 erfolgt der Vorflutanschluss in Richtung Este (siehe Abb. 6).



Abb. 6: Abfluss Graben in Richtung Süden [13]

Der Verlauf der derzeitigen Grabensohle ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Hier wird deutlich, dass im Ist-Zustand kein eindeutiges Grabengefälle vorherrscht. Bei ca. Dkm 32,430 (Anschluss südl. Entwässerungsgraben Richtung Este) beträgt die Höhe der Grabensohle ca. NHN +0,65 m.

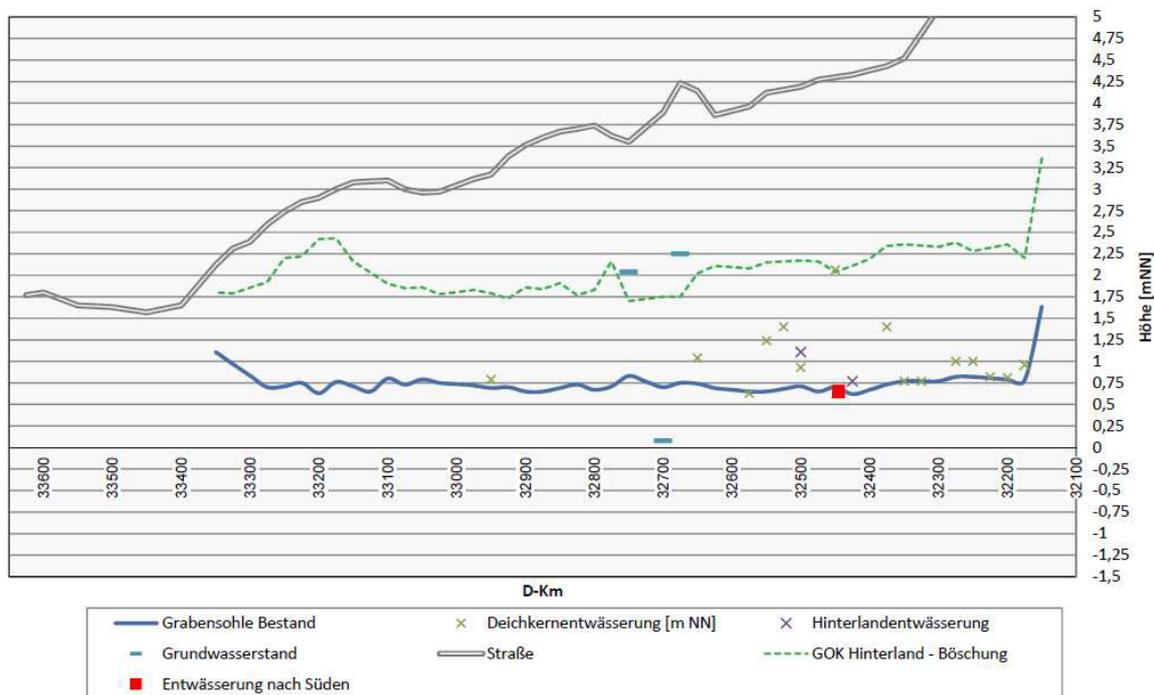


Abb. 7: Verlauf der Bestandshöhen im Bereich des Cranzer Hauptdeichs

Der Entwässerungsgraben, welcher südlich in Richtung Este führt, ist durch eine Rückstauklappe gesperrt. Diese wurde im Rahmen einer Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme in den Bereich der Wegekreuzung zurückverlegt (siehe Abb. 8). Somit ist ein Einschwingen der Este bis zu diesem Punkt möglich.



Abb. 8: Durchlass im Bereich der Wegekreuzung [13]

Außerdem befindet sich an dieser Stelle ein Schütz (siehe Abb.8). Beide Verschlussorgane sind für Unterhaltungszwecke schwer erreichbar und aufgrund von Sedimentablagerungen durch das Einschwingen der Este schwergängig. Dies führt zu einem Rückstau des Wassers bis in den Deichgraben [13].

Daher soll geprüft werden, ob die Entwässerungsrichtung im östlichen Grabenabschnitt umgedreht werden kann, sodass der Anschluss an die Este im Osten erfolgt. Das Versetzen des Durchlasses an das äußere Ende des Entwässerungsgrabens wird nicht untersucht, da dies die hergestellte Ausgleichsmaßnahme aufheben würde.

3.3.2 Ermittelte Abflüsse in Cranz

Für Cranz ergeben sich an den vier betrachteten Stationen die folgenden Wassermengen:

Tab. 4: Abzuführende Wassermengen am Cranzer Hauptdeich

Station [P-Dkm]	Wassermenge [l/s]	Wassermenge [m ³ /s]
33,206	297 l/s	0,30 m ³ /s
32,787	863 l/s	0,86 m ³ /s
32,710	1.315	1,32 m ³ /s
32,151	1.556 l/s	1,56 m ³ /s

3.3.3 Überprüfung der Entwässerungsrichtung

Eine Möglichkeit besteht darin, das Gefälle über die gesamte Länge in Richtung Osten vorzusehen. In diesem Fall muss der Graben im östlichen Abschnitt unmittelbar vor dem Sperrwerk einen maximalen Durchfluss von 1,56 m³/s abführen (gem. Tabelle 4).

Der Nachweis, dass bei der gewählten Geometrie inklusive der erforderlichen Vertiefung der Grabensohle die Wassermenge von 1,56 m³/s abgeführt werden kann, kann der Anlage 3 – Grabenbemessung nach Manning-Strickler entnommen werden.

Es wird daher ein Vorflutanschluss in Richtung Osten vorgesehen.

3.3.4 Überprüfung Überlauf Graben

Im Fall eines Hochwassers kann der Binnendeichgraben nicht in die Este entwässern. Daher ist zu prüfen, ob der Graben eine ausreichende Kapazität hat, das Regenereignis bei einer Kettentide aufzunehmen. Der Graben wird in diesem Fall durch ein Schütz abgesperrt.

Die Berechnung kann der Anlage 6 – Prüfung Grabenüberlauf Cranz entnommen werden.

Der Graben hat gemäß der Berechnung eine Gesamtkapazität von knapp 6.000 m³.

Bei einem 5-jährlichen Regenereignis mit einer Dauer von 72 h ergibt sich durch den Regen ein Abflussvolumen von ca. 4.000 m³. Hierfür ist die Kapazität des Grabens ausreichend.

Zusätzlich sind jedoch auch Wellenüberschlagswasser und Sickerwasser zu berücksichtigen. Dafür wird davon ausgegangen, dass innerhalb der auftretenden Kettentide eine Tide so hoch ist, dass es zu einem Wellenüberschlag kommt (über einen Zeitraum von 30 min). Daraus ergibt sich ein zusätzliches Volumen von ca. 1.400 m³ bzw. ein Gesamtvolumen von ca. 5.400 m³. Auch in diesem Fall ist die Rückhaltkapazität des Binnendeichgrabens ausreichend.

3.4 Sammelleitung Cranz West

3.4.1 Ermittelte Abflüsse in Cranz West

Das Entwässerungssystem muss Wassermengen vom Deich und der Straße aufnehmen. Die Dächer entwässern in ein anderes System. Es wurde bei dem betrachteten Abschnitt die folgenden Wassermengen ermittelt:

Tab. 5: Abzuführende Wassermengen im Bereich Cranz West

Station [Dkm]	Wassermenge [l/s]	Wassermenge [m ³ /s]
33,633 - 33,264	97,48 l/s	0,1 m ³ /s
Cranzer Elbdeich	18,90 l/s	0,02 m ³ /s

3.4.2 Bemessung Rohrleitung

Es wurde für diesen Abschnitt ein Gefälle von $J=0,004$ und einen Durchmesser von DN500 (siehe Anlage 3- Dimensionierung der Sammelleitung) ausgewählt. Die Rohrleitung kann so verlegt werden, dass sie im Osten an den Binnendeichgraben angeschlossen wird. Die Wassermenge wurde bei der Grabendimensionierung in 3.3 berücksichtigt.

3.5 Rohrdurchlässe

Im Planungsgebiet befinden sich acht Rahmendurchlässe. Sofern es die Randbedingungen zulassen, sollen möglichst Maulprofile verwendet werden, um eine verbesserte ökologische Durchgängigkeit zu erhalten. Die Dimensionierung kann der Anlage 4- Dimensionierung der Rohrdurchlässe entnommen werden. Der Nachweis ist bei allen Rohrdurchlässen erfüllt. Bei der Verrohrung „Gewerbegebiet“ ist der berechnete Durchfluss ca. 3% größer als die maximale Leistung des Rohres. Aufgrund der vielen Ansätzen „auf der sicheren Seite“, kann diese kleine Abweichung akzeptiert werden. Die Durchlässe werden in der folgenden Tabelle aufgeführt (von Ost nach West):

Tab. 6 Durchlässe von Ost nach West

	Erforderlicher Durchmesser bei kreisf. Durchlass	Maulprofil möglich?	Gewähltes Profil
Überfahrt Neuenfelde Ost	DN 800	Ja	HelCor HCPA-01
Einlauf Schleusenfleet Ost	DN 800	Nein, zu geringe Überdeckung	Rahmendurchlass 1,30 x 0,5 m
Einlauf Schleusenfleet West	DN 1200	Nein, Schutz erforderlich	DN 1200
Verrohrung Gewerbegebiet Neuenfelde 14	DN 1100	Ja	HelCor HCPA-01
Verrohrung Flüchtlingsheim	DN 1000	Ja	HelCor HCPA-01
Verrohrung Zufahrt FS 64/65	DN 1000	Ja	HelCor HCPA-01
Einlauf Cranz Este	DN 1000	Nein, Schutz erforderlich	DN 1000
Straße Estedeich	DN 1200	Nein, Schutz erforderlich	DN 1200
Einlauf Cranz West	DN 1000	Ja	HelCor HCPA-0

4 Hydraulische Bemessung der Sammelleitungen für die Trummen

4.1 Allgemeines

Straßenwässer sind zu reinigen bevor sie in den Gräben fließen. Im Allgemeinen wird die Reinigung durch die an die Straße grenzende Böschung übernommen. In Bereichen von Straßenkreuzungen und Bereichen ohne Gräben wird das Wasser über Straßenabläufe gefasst und dort gereinigt. Anschließend wird das Wasser in den Gräben geleitet.

In den folgenden Bereichen werden Straßenabläufe vorgesehen, die durch eine Sammelleitung zu fassen sind:

- Bereich des Siel- und Schöpfwerks
- Zufahrt Gewerbegebiet Neuenfelde 14
- Werftgelände
- Östlich und Westlich des Sperrwerks Estemündung
- Kreisverkehr Estedeich
- Cranzer Elbdeich (bereits in Abschnitt 3.4 beschrieben)
- Cranz West (bereits in Abschnitt 3.4 beschrieben)

4.2 Sammelleitung im Bereich des Siel -und Schöpfwerks

Im Bereich des Siel- und Schöpfwerks entwässern die Trummen eine Fläche von ca. 4.850 m² (siehe Abb. 11). Die Trummen sollen über eine Leitung gefasst und in den Gräben geleitet werden. Dies ist bei einer Sammelleitung mit einem Durchmesser DN 400 und einem Längsgefälle von 0,3% möglich (siehe Anlage 5).

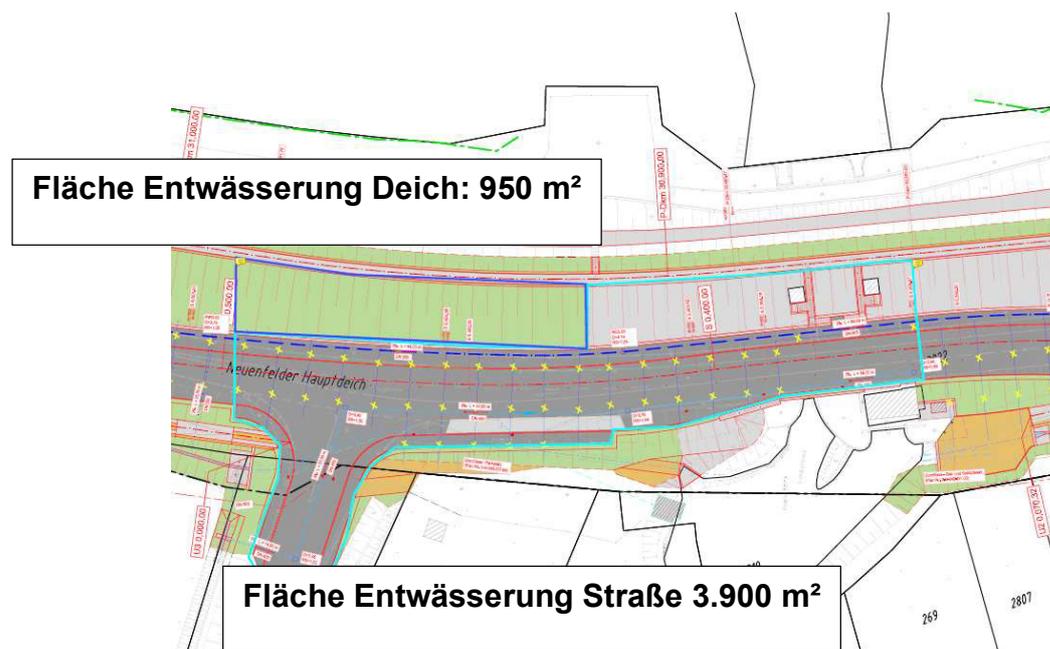


Abb. 9: Zu entwässernde Fläche im Bereich des Siel- und Schöpfwerks

4.3 Sammelleitung Zufahrt Gewerbegebiet Neuenfelde 14

Im Bereich der Zufahrt zum Gewerbegebiet Neuenfelde 14 sind ebenfalls Trummen und eine DN300 Leitung vorgesehen.

4.4 Sammelleitung Werftgelände

Im Bereich des Werftgelände ist eine DN500 Leitung vorgesehen.

4.5 Sammelleitung östlich und westlich des Sperrwerks Estemündung

Im Bereich des Sperrwerks Estemündung sind aufgrund der Straßenneigung Trummen und eine DN300 Leitung vorgesehen.

4.6 Sammelleitung Kreisverkehr Estedeich

Im Bereich des Kreisverkehrs von ca. Dkm 32,652 bis 32,787 entwässern die Trummen eine Fläche von ca. 5.000 m² (siehe Abb. 12). Die Trummen sollen über eine Leitung gefasst werden und in den Graben geleitet werden. Dies ist bei einer Sammelleitung mit einem Durchmesser DN 300 und einem Längsgefälle von 0,6 % möglich (siehe Anlage 5).

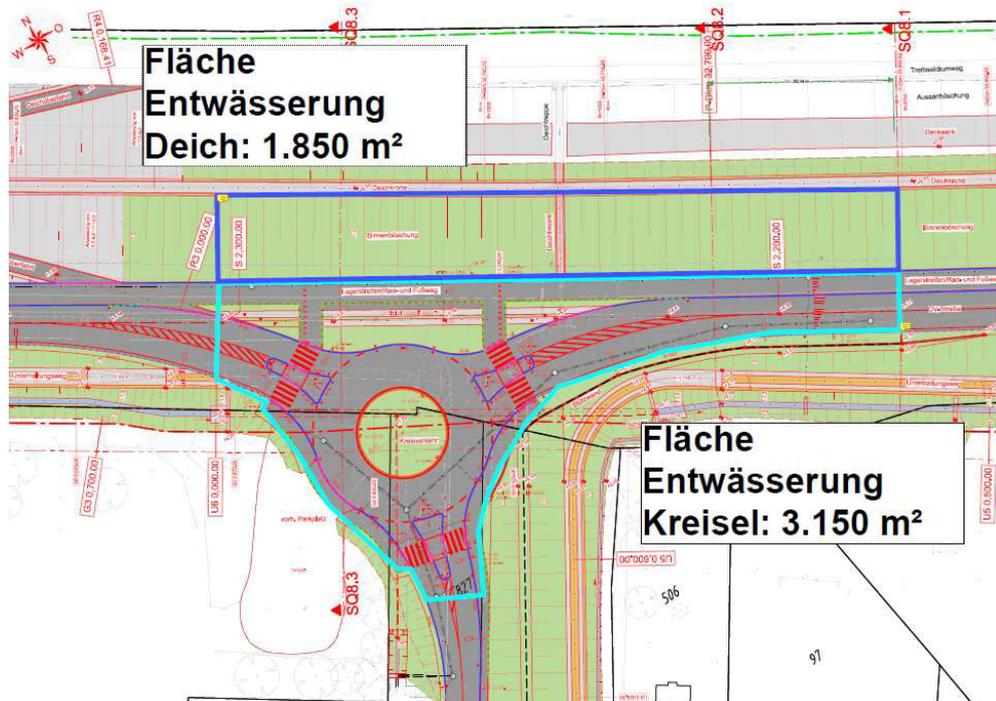


Abb. 10: Zu entwässernde Fläche im Bereich des Kreisverkehrs

5 Bemessung der Pumpen für die Entwässerung in Cranz West

5.1 Allgemeines

Im Bereich von Cranz West wird das Regenwasser durch eine Sammelleitung gefasst und soll in den östlich angrenzenden Graben gepumpt werden.

Die Wassermengen, die zu pumpen sind, wurden bereits in Abschnitt 3.4 ermittelt. Mit Berücksichtigung des Wellenüberlaufes betrachtet der Gesamtzufluss ca. 300 l/s.

5.2 Bemessung der Pumpen

Die Bemessung der Pumpen wird in Anlage 7 geführt. Die Bemessung ergibt, dass die Förderhöhe inkl. Verlusten ca. 4,2 m beträgt. Bei einer Wassermenge von 300 l/s ist eine Pumpe mit ca. 15 kW erforderlich.

Es wurde ebenfalls der Nachweis geführt, ob die Sammelleitung einen ausreichenden Retentionsraum besitzt, wenn nur die halbe Pumpleistung eingesetzt wird. So könnten zwei kleineren Pumpen eingesetzt werden, um Redundanz z.B. im Fall einer Havarie zu schaffen. Der Nachweis für eine Pumpe mit 7,5 kW wird erfüllt für jeweils Wellenüberlauf und Oberflächenabflüsse. Bei einer Kombination von Wellenüberlauf und Oberflächenabflüssen könnte es zu einem temporären Rückstau des Wassers im Bereich des Pumpwerkes kommen. In so einem extremen Fall würde das Rückstauwasser entweder oberflächlich in den Graben abfließen oder sukzessiv durch die Pumpe in den Graben geleitet. Bei der berechneten Menge handelt es sich um ca. 27 m³, welche in weniger als 3 Minuten abgepumpt werden würden.

Aufgestellt: Hamburg, 01.03.2022

i.A. Pia Pinkenburg, M. Sc.

i.V. Dipl.-Ing. Peter Knabe

Projektleiter

WKC Hamburg GmbH
Planungen im Bauwesen
Veritaskai 8
21079 Hamburg

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1: Abflussermittlung Deichquerschnitt
- Anlage 2: Ermittlung der Zuflüsse zum Graben
- Anlage 3: Grabenbemessung nach Manning-Strickler
- Anlage 4: Dimensionierung der Rohrdurchlässe
- Anlage 5: Dimensionierung der Sammelleitungen
- Anlage 6: Prüfung Grabenüberlauf Craz
- Anlage 7: Dimensionierung der Pumpen für die Entwässerung in Craz West

Die Deichkrone weist ein Gefälle von 5% nach Außen auf

Regenspende Graben	$r_{15, T=5}$	170 l/s/ha
Regenspende Sammelleitung	$r_{15, T=1}$	105 l/s/ha

Abschnitt Neuenfelde Ost (von Airbus bis zum Fleet)

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zum Graben
Regelquerschnitt 1	30,343	30,629	286	
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m ²]	Abflussspende [l/s/m]
Binnenböschung	25,59	0,80	20,47	0,35
Lagerstreifen	2,46	0,90	2,21	0,04
DV-Straße	14,25	0,90	12,83	0,22
Bankett	2,46	0,80	1,97	0,03
Binnenböschung	0,00	0,80	0,00	0,00
Unterhaltungsweg	0,00	0,90	0,00	0,00
Graben	2,21	1,00	2,21	0,04
				0,67

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zur Trumme
Regelquerschnitt 2	30,629	30,850	221	
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m ²]	Abflussspende [l/s/m]
Binnenböschung inkl. Rampe	17,90	0,90	16,11	0,27
Lagerstreifen	4,00	0,90	3,60	0,06
DV-Straße	10,50	0,90	9,45	0,16
Bankett	1,00	0,80	0,80	0,01
Binnenböschung	2,58	0,80	2,06	0,04
Unterhaltungsweg	3,50	0,90	3,15	0,05
Graben	6,70	1,00	6,70	0,11
				0,71

Abschnitt Neuenfelde West (vom Fleet bis zum Sperrwerk)				
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zum Durchlass
Sonderquerschnitt 3.2	30,850	30,978	128	Bereich Sammelleitung
Bezeichnung	Fläche [m²]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m²]	Abflussmenge [l/s]
Deichfläche	950	0,80	760,00	7,98
Verkehrsfläche	3900	0,90	3510,00	36,86
				44,84
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis Ende Verkehrsinsel
Sonderquerschnitt 4.1	30,978	31,275	297	
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m²]	Abflussspende [l/s/m]
Binnenböschung	17,13	0,80	13,70	0,23
Lagerstreifen	4,00	0,90	3,60	0,06
DV-Straße	10,50	0,90	9,45	0,16
Bankett	0,39	0,80	0,31	0,01
Binnenböschung	0,00	0,80	0,00	0,00
Unterhaltungsweg	4,00	0,90	3,60	0,06
Graben	7,72	1,00	7,72	0,13
				0,65
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zum Durchlass
Regelquerschnitt 5	31,275	31,724	449	
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m²]	Abflussspende [l/s/m]
Binnenböschung	17,05	0,8	13,64	0,23
Lagerstreifen	4	0,9	3,60	0,06
DV-Straße	7,25	0,9	6,53	0,11
Bankett	0,9	0,8	0,72	0,01
Binnenböschung	3,10	0,8	2,48	0,04
Unterhaltungsweg	3,50	0,9	3,15	0,05
Graben	5,17	1	5,17	0,09
				0,60
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zur Bushaltestelle
Regelquerschnitt 6	31,724	31,810	86	
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m²]	Abflussspende [l/s/m]
Binnenböschung	12,30	0,8	9,84	0,17
Lagerstreifen	4	0,9	3,60	0,06
DV-Straße	9,8	0,9	8,82	0,15
Gehweg	2,72	0,9	2,45	0,04
Bankett	1	0,8	0,80	0,01
Binnenböschung	2,31	0,8	1,85	0,03
Unterhaltungsweg	3,10	0,9	2,79	0,05
Bankett	3,55	0,8	2,84	0,05
Graben	5,6	1	5,60	0,10
				0,66
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zum Sperrwerk
Regelquerschnitt 6.1	31,810	32,056	246	Bereich Sammelleitung
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m²]	Abflussspende [l/s/m]
Binnenböschung	1,95	0,8	1,56	0,02
Deichüberfahrt	3,19	0,9	2,87	0,03
Binnenböschung	4,08	0,8	3,26	0,03
Lagerstreifen	4,00	0,9	3,60	0,04
Deichverteidigungsstraße	7,25	0,9	6,53	0,07
Binnenböschung	9,29	0,8	7,43	0,08
Straße	12,52	0,9	11,27	0,12
				0,38

Abschnitt Cranz Strecke					
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zum Bogen	
Regelquerschnitt 7	32,112	32,300	188		
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m ²]	Abflussspende [l/s/m]	
Deichkrone/Lagerstreifen	3,94	0,9	3,55	0,06	
Parkplätze/Halte/Straße	14,15	0,9	12,74	0,22	
Binnenböschung	20,92	0,8	16,74	0,28	
Unterhaltungsweg	3,50	0,8	2,80	0,05	
Graben	6,26	1	6,26	0,11	
				0,72	
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zur Wand	
Regelquerschnitt 8	32,300	32,652	352		
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m ²]	Abflussspende [l/s/m]	
Binnenböschung	14,19	0,8	11,35	0,19	
Lagerstreifen	4	0,9	3,60	0,06	
Deichverteidigungsstraße	7,25	0,9	6,53	0,11	
Bankett	1	0,8	0,80	0,01	
Binnenböschung	5,25	0,8	4,20	0,07	
Unterhaltungsweg	3,50	0,9	3,15	0,05	
Graben	5,92	1	5,92	0,10	
				0,60	
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zum Durchlass	
Kreisverkehr	32,652	32,787	135	Bereich Sammelleitung	
Bezeichnung	Fläche [m ²]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m ²]	Abflussmenge [l/s]	
Deichfläche	1850	0,8	1480,00	15,54	
Verkehrsfläche	3150	0,9	2835,00	29,77	
				45,31	
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	hinter der Rampe	
Regelquerschnitt 9 (Rampe)	32,787	32,961	174		
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m ²]	Abflussspende [l/s/m]	
Binnenböschung	18,25	0,9	16,43	0,28	
Lagerstreifen	4	0,9	3,60	0,06	
Deichverteidigungsstraße	7,25	0,9	6,53	0,11	
Bankett	1	0,8	0,80	0,01	
Binnenböschung	1,97	0,8	1,58	0,03	
Unterhaltungsweg	3,50	0,9	3,15	0,05	
Graben	4,48	1	4,48	0,08	
				0,62	
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zur Deichtreppe	
Regelquerschnitt 9	32,961	33,269	308		
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m ²]	Abflussspende [l/s/m]	
Binnenböschung	18,25	0,8	14,60	0,25	
Lagerstreifen	4	0,9	3,60	0,06	
Deichverteidigungsstraße	7,25	0,9	6,53	0,11	
Bankett	1	0,8	0,80	0,01	
Binnenböschung	1,97	0,8	1,58	0,03	
Unterhaltungsweg	3,50	0,9	3,15	0,05	
Graben	4,48	1	4,48	0,08	
				0,59	
Abschnitt Cranz West (Bereich mit Sammelleitung)					
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zur Landesgrenze	
Regelquerschnitt 10	33,269	33,633	364	Bereich Sammelleitung	
Bezeichnung	Breite [m]	Abflussbeiwert [-]	Wirksame Fläche [m ²]	Abflussspende [l/s/m]	
Binnenböschung	20,00	0,8	16,00	0,17	
Verkehrsfläche inkl. Wand	10,56	0,9	9,50	0,10	
				0,27	

Sickerwasser 0,0375 l/s/m
Überlaufwasser 0,5 l/s/m

Abschnitt Neuenfelde Ost (von Airbus bis zum Fleet) / Fließrichtung von Ost nach West				
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zum Graben
Regelquerschnitt 1	30,343	30,629	286	
Bezeichnung	Abflussspende	Länge / Fläche	Abflussmenge	
Oberfläche Deich	0,67 l/s/m	286 m	192,97 l/s	
Sickerwasser	0,0375 l/s/m	286 m	10,73 l/s	
Überlaufwasser	0,5 l/s/m	286 m	143,00 l/s	
Summe Deich	1,21 l/s/m	286 m	346,69 l/s	
Airbus (BWS)			4,00 l/s	
Summe Regelquerschnitt 1			350,69 l/s	

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	bis zur Sammelleitung
Regelquerschnitt 2	30,629	30,850	221	
Bezeichnung	Abflussspende	Länge / Fläche	Abflussmenge	
Oberfläche Deich	0,71 l/s/m	221 m	157,32 l/s	
Sickerwasser	0,0375 l/s/m	221 m	8,29 l/s	
Überlaufwasser	0,5 l/s/m	221 m	110,50 l/s	
Summe Deich	1,25 l/s/m	221 m	276,11 l/s	
Rosengarten Außendeich (BWS)	1,25 l/s/ha	6,7 ha	8,38 l/s	
Außendeich Fleetdamm (BWS)	1,25 l/s/ha	22,3 ha	27,88 l/s	
Summe Regelquerschnitt 2			312,36 l/s	
Abfluss vom Osten			350,69 l/s	
Summe Kumulativ			663,05 l/s	

Abschnitt Neuenfelde West (vom Fleet bis zum Sperrwerk) / Fließrichtung von West nach Ost				
Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	Bereich Sammelleitung
Regelquerschnitt 6.1	32,056	31,810	246	Beim Sperrwerk
Bezeichnung	Abflussspende	Länge / Fläche	Abflussmenge	
Oberfläche Deich	0,38 l/s/m	246 m	94,33 l/s	
Sickerwasser	0,0375 l/s/m	246 m	9,22 l/s	
Überlaufwasser	0,5 l/s/m	246 m	123,00 l/s	
Summe Deich	0,92 l/s/m	246 m	226,56 l/s	
Summe Regelquerschnitt 6.1			226,56 l/s	

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	Flüchtlingsunterkunft
Regelquerschnitt 6	31,810	31,724	86	
Bezeichnung	Abflussspende	Länge / Fläche	Abflussmenge	
Oberfläche Deich	0,66 l/s/m	86 m	56,41 l/s	
Sickerwasser	0,0375 l/s/m	86 m	3,22 l/s	
Überlaufwasser	0,5 l/s/m	86 m	43,00 l/s	
Summe Deich	1,19 l/s/m	86 m	102,64 l/s	
Hasselwerder (BWS)	1,25 l/s/ha	3,1 ha	3,88 l/s	
Summe Regelquerschnitt 6			106,51 l/s	
Abfluss vom Westen			226,56 l/s	
Summe Kumulativ			333,07 l/s	

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	Strecke
Regelquerschnitt 5	31,724	31,275	449	
Bezeichnung	Abflussspende	Länge / Fläche	Abflussmenge	
Oberfläche Deich	0,60 l/s/m	449 m	269,33 l/s	
Sickerwasser	0,0375 l/s/m	449 m	16,84 l/s	
Überlaufwasser	0,5 l/s/m	449 m	224,50 l/s	
Summe Deich	1,14 l/s/m	449 m	510,67 l/s	
Hasselwerder (BWS)	1,25 l/s/ha	15,0 ha	18,75 l/s	
Summe Regelquerschnitt 5			529,42 l/s	
Abfluss vom Westen			333,07 l/s	
Summe Kumulativ			862,49 l/s	

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	Bereich
Regelquerschnitt 4.1	31,275	30,978	297	Gewerbegebiet
Bezeichnung	Abflussspende	Länge / Fläche	Abflussmenge	
Oberfläche Deich	0,65 l/s/m	297 m	193,81 l/s	
Sickerwasser	0,0375 l/s/m	297 m	11,14 l/s	
Überlaufwasser	0,5 l/s/m	297 m	148,50 l/s	
Summe Deich	1,19 l/s/m	297 m	353,45 l/s	
Westl. Neuenfelder Damm (BWS)	1,25 l/s/ha	8,0 ha	10,00 l/s	
Neuenfelder 14 (BWS)	25,00 l/s/ha	6,8 ha	170,00 l/s	
Summe Regelquerschnitt 4.1			533,45 l/s	
Abfluss vom Westen			862,49 l/s	
Summe Kumulativ			1395,94 l/s	

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	Bereich
Regelquerschnitt 3.2	30,978	30,850	128	Sammelleitung Siel- und Schöpfwerk
Bezeichnung	Abflussspende	Länge / Fläche	Abflussmenge	
Oberfläche Deich			44,84 l/s	
Sickerwasser	0,0375 l/s/m	128 m	4,80 l/s	
Überlaufwasser	0,5 l/s/m	128 m	64,00 l/s	
Summe Deich			113,64 l/s	
Summe Regelquerschnitt 3.2			113,64 l/s	
Abfluss vom Westen			1395,94 l/s	
Summe Kumulativ			1509,57 l/s	

Abschnitt Cranz West / Fließrichtung von West nach Ost

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	Bereich
Regelquerschnitt 10	33,633	33,269	364	Sammelleitung
Bezeichnung	Abflussspende	Länge / Fläche	Abflussmenge	
Oberfläche Deich	0,27 l/s/m	364 m	97,48 l/s	
Sickerwasser	0,0375 l/s/m	364 m	13,65 l/s	
Überlaufwasser	0,5 l/s/m	364 m	182,00 l/s	
Summe Deich	0,81 l/s/m	364 m	293,13 l/s	
Summe Regelquerschnitt 10			293,13 l/s	

Abschnitt Cranz Strecke / Fließrichtung von West nach Ost

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	Bereich
Regelquerschnitt 9	33,269	32,961	308	Strecke
Bezeichnung	Abflussspende	Länge / Fläche	Abflussmenge	
Oberfläche Deich	0,59 l/s/m	308 m	181,85 l/s	
Sickerwasser	0,0375 l/s/m	308 m	11,55 l/s	
Überlaufwasser	0,5 l/s/m	308 m	154,00 l/s	
Summe Deich	1,13 l/s/m	308 m	347,40 l/s	
Abfluss aus dem Hinterland	1,25 l/s/ha	1 ha	1,25 l/s	
Summe Regelquerschnitt 9			348,65 l/s	
Cranzer Elbdeich (Verkehrsfläche)			2000 m ²	18,90 l/s
Abfluss vom Westen			293,13 l/s	
Summe Kumulativ			660,68 l/s	

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	Bereich
Regelquerschnitt 9 (Rampe)	32,961	32,787	174	Strecke
Bezeichnung	Abflussspende	Länge / Fläche	Abflussmenge	
Oberfläche Deich	0,62 l/s/m	174 m	108,13 l/s	
Sickerwasser	0,0375 l/s/m	174 m	6,52 l/s	
Überlaufwasser	0,5 l/s/m	174 m	87,00 l/s	
Summe Deich	1,16 l/s/m	174 m	201,66 l/s	
Abfluss aus dem Hinterland	1,25 l/s/ha	2 ha	2,50 l/s	
Summe Regelquerschnitt 9 (Rampe)			204,16 l/s	
Abfluss vom Westen			660,68 l/s	
Summe Kumulativ			864,84 l/s	

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	Bereich Sammelleitung
Regelquerschnitt 8	32,652	32,300	352	
Bezeichnung	Abflussspende		Länge / Fläche	Abflussmenge
Oberfläche Deich	0,60 l/s/m		352 m	212,71 l/s
Sickerwasser	0,0375 l/s/m		352 m	13,20 l/s
Überlaufwasser	0,5 l/s/m		352 m	176,00 l/s
Summe Deich	1,14 l/s/m		352 m	401,91 l/s
Abfluss aus dem Hinterland	1,25 l/s/ha		4 ha	5,00 l/s
Summe Regelquerschnitt 8				406,91 l/s
Abfluss vom Kreisverkehr				45,31 l/s
Abfluss vom Westen				864,84 l/s
Summe Kumulativ				1317,06 l/s

Hydr. Gültigkeitsbereich	vom P-Dkm	bis P-Dkm	Abschnittlänge [m]	Bereich Sammelleitung
Regelquerschnitt 7	32,300	32,112	188	
Bezeichnung	Abflussspende		Länge / Fläche	Abflussmenge
Oberfläche Deich	0,72 l/s/m		188 m	134,48 l/s
Sickerwasser	0,0375 l/s/m		188 m	7,05 l/s
Überlaufwasser	0,5 l/s/m		188 m	94,00 l/s
Summe Deich	1,25 l/s/m		188 m	235,53 l/s
Abfluss aus dem Hinterland	1,25 l/s/ha		4 ha	5,00 l/s
Summe Regelquerschnitt 7				240,53 l/s
Abfluss vom Westen				1317,06 l/s
Summe Kumulativ				1557,58 l/s

Abfluss im Entwässerungsrohr nach Colebrook-White

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \left(-2 \cdot \lg \left[\frac{2,51 \cdot \nu}{d \cdot \sqrt{2g \cdot d \cdot J_E}} + \frac{k_b}{3,71 \cdot d} \right] \cdot \sqrt{2g \cdot d \cdot J_E} \right)$$

Eingangsparameter Rahmendurchlässe

Parameter	Fz	Menge	ME				Bemerkung
Viskosität	v	0,00000131 m ² /s					
Schwerkraft	g	9,81 m/s ²					
betriebliche Rauheit	k _b	0,0001 m					gem. Individualkonzept, k=0,1 mm
Leitung	vom P-Dkm	bis P-Dkm	d [m]	J [-]	Q [l/s]	Soll Q [l/s]	
Verrohrung Fleetdamm	30,747	30,764	0,8	0,00412	1.099	534	Gewählt: Maulprofil, A= 1,1 3m ² (HelCor HCPA-01) > A _{DN1000} = 0,8 m ²
Verrohrung Siel- und Schöpfwerk	30,826	30,846	1	0,00100	945	663	Rahmendurchlass A = 1300 m x 500 m
Verrohrung Parkplatz	30,900	30,978	1,2	0,00128	1.735	1.510	DN1200
Verrohrung Gewerbegebiet	31,175	31,199	1,1	0,00096	1.187	1.133	Gewählt: Maulprofil, A= 1,1 3m ² (HelCor HCPA-01) > A _{DN1100} = 1,05 m ²
Verrohrung Bauer	31,770	31,758	1	0,00057	700	333	Gewählt: Maulprofil, A= 1,1 3m ² (HelCor HCPA-01) > A _{DN1000} = 0,8 m ²
Verrohrung Flüchtlingsunterkunft	31,719	31,731	1	0,00092	903	333	Gewählt: Maulprofil, A= 1,1 3m ² (HelCor HCPA-01) > A _{DN1000} = 0,8 m ²
Verrohrung Sperrwerk	32,106	32,151	1	0,00289	1.641	1.558	DN1000
Verrohrung Kreisverkehr	32,710	32,787	1,2	0,00052	1.082	865	DN1200
Verrohrung Cranz West	33,206	33,230	1	0,00042	596	293	Gewählt: Maulprofil, A= 1,1 m ² (HelCor HCPA-02) > A _{DN1000} = 0,8 m ²

Abfluss im Entwässerungsrohr nach Colebrook-White

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \left(-2 \cdot \lg \left[\frac{2,51 \cdot \nu}{d \cdot \sqrt{2g \cdot d \cdot J_E}} + \frac{k_b}{3,71 \cdot d} \right] \right) \cdot \sqrt{2g \cdot d \cdot J_E}$$

Eingangsparameter Sammelleitungen

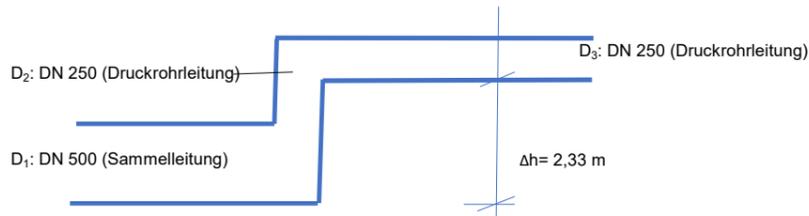
Parameter	Fz	Menge	ME	Bemerkung
Viskosität	v	0,00000131 m ² /s		
Schwerkraft	g	9,81 m/s ²		
betriebliche Rauheit	k _b	0,0015 m		gem. Pauschalkonzept DWA-A 110, Sammelkanäle k=1,5 mm

Leitung	vom P-Dkm	bis P-Dkm	d [m]	J [-]	Q [l/s]	Soll Q [l/s]
Cranz West	33,269	33,633	0,5	0,004	239,07	97,48
Cranzer Elbdeich	33,115	33,287	0,3	0,005	69,09	18,90
Kreisverkehr	32,652	32,787	0,3	0,006	75,73	45,31
Sperrwerk Cranz	32,112	32,175	0,3	0,005	69,09	27,83
Sperrwerk Neuenfelde	31,986	32,056	0,3	0,005	69,09	12,29
Werftgelände	31,810	31,986	0,5	0,005	267,44	79,77
Gewerbegebiet Neuenfelde 14	31,177	31,214	0,3	0,003	53,41	7,73
Parkplatz (Bereich Siel- und Schöpfwerk)	30,850	30,978	0,4	0,003	114,59	44,84

			15 min 5a		60 min 5a			
			Niederschlags- spende l/s/ha	Niederschlag pro lfm Deich [l/s/m]	Sickerwasser und Wellenüberschlag pro lfm Deich [l/s/m]	Niederschlags- spende l/s/ha	Niederschlag pro lfm Deich [l/s/m]	Sickerwasser und Wellenüberschlag pro lfm Deich [l/s/m]
			168,60	0,67	0,54	72,30	0,29	0,54
Dkm Cranzer Hauptdeich	Fläche Graben [m ²]	Volumen Graben [m ³]		Volumen aus Oberfläche [m ³]	Volumen aus Überlauf und Sickerwasser [m ³]		Volumen aus Oberfläche [m ³]	Volumen aus Überlauf und Sickerwasser [m ³]
32,151	7,69							
32,71	4,43	3386,46		339,29	270,42		581,99	540,83
32,787	4,77	354,07		46,74	37,25		80,17	74,50
33,206	5,50	2151,85		254,32	202,69		436,23	405,38
33,633				259,17	206,56		444,56	413,12
	Summe	5.892		899,51	716,92		1.542,94	1.433,84
				1.616 m³			2.977 m³	
			48h 5a		72h 5a			
			Niederschlags- spende l/s/ha	Niederschlag pro lfm Deich [l/s/m]	Sickerwasser und Wellenüberschlag pro lfm Deich [l/s/m]	Niederschlags- spende l/s/ha	Niederschlag pro lfm Deich [l/s/m]	Sickerwasser und Wellenüberschlag pro lfm Deich [l/s/m]
			3,50	0,01	0,54	2,60	0,01	0,54
			Volumen aus Oberfläche [m ³]	Volumen aus Überlauf und Sickerwasser [m ³]			Volumen aus Oberfläche [m ³]	Volumen aus Überlauf und Sickerwasser [m ³]
				1352,33	540,83		1506,89	540,83
				186,28	74,50		207,57	74,50
				1013,64	405,38		1129,49	405,38
				1033,00	413,12		1151,06	413,12
				3.585,25	1.433,84		3.995,00	1.433,84
				5.019 m³			5.429 m³	

Parameter	Fz	Menge ME
Zufluss zur Pumpe		
Zufluss aus Oberfläche Deich	q _{zd}	0,27 l/s/m
Zufluss aus Wellenüberlauf	q _{zw}	0,5 l/s/m
Abschnittslänge	L	364 m
Summe Zufluss Oberfläche Deich	Q _{zd}	97,48 l/s
Cranzer Elbdeich	Q _{zoe}	18,90 l/s
Summe Zufluss Oberfläche Gesamt	Q _{zo}	116,38 l/s
Summe Zufluss Wellenüberlauf	Q _{zw}	182,00 l/s
Zufluss gesamt	Q _{zu}	298,38 l/s
Zufluss gesamt	Q_{zu}	0,30 m³/s
Pumphöhe (ohne Verluste)		
Station Pumpwerk	Dkm	33,269 33,633
Höhenkote der Leitung am Pumpwerk (ein)	H	-1,33 m NHN
Höhenkote der Leitung am Pumpwerk (aus, Grabensohle bei NHN +0,9m)	H	1,00 m NHN
Pumphöhe (ohne Verluste)	Δh	2,33 m NHN

$$Qg = Ag * vg = Ag * \frac{1}{ng} * Rg^{\frac{2}{3}} * Sg^{\frac{1}{2}}$$



Schwerkraft	g	9,81 m/s²
Viskosität des Wassers bei +20°C	ν	0,000001 m²/s
Rohrreibungszahl	r	0,0001 m
Durchmesser Sammelleitung	D ₁	0,5 m
Durchmesser Druckrohrleitung	D ₂	0,25 m
Durchmesser Druckrohrleitung	D ₃	0,25 m
Geschwindigkeit im Rohr	v ₁	1,52 m/s
Geschwindigkeit im Rohr	v ₂	6,08 m/s
Geschwindigkeit im Rohr	v ₃	6,08 m/s

Reibungsverlust in geraden Kreisrohren		
Reynolds Zahl D1	Re1	759.809
Reynolds Zahl D2	Re2	1.519.618
Reynolds Zahl D3	Re3	1.519.618
Re > 2300 -> turbulente Strömung		

Formel von "Colebrook"

$$\lambda = \frac{1}{\left(2 \cdot \lg \left(\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{0,27}{\frac{d}{k}} \right)\right)^2}$$

Reynoldszahl $Re = \frac{c \cdot d}{\nu}$

Rohrreibungsverlust $\Delta h_{v, Rohr1} = \zeta_{Rohr1} \cdot \frac{c_1^2}{2 \cdot g}$ $\zeta_{Rohr1} = \lambda_{Rohr1} \cdot \frac{L_1}{d_1}$

Schneider- Bautabellen, 22. Auflage, Formel 11.3 in Abs. 13.11

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k/d}{3,71}$$

Rohrreibungszahl (iterativ auf oberiger Formel)	λ ₁	0,0149
Rohrreibungszahl (iterativ auf oberiger Formel)	λ ₂	0,0163
Rohrreibungszahl (iterativ auf oberiger Formel)	λ ₃	0,0163

Schneider- Bautabellen, 22. Auflage, Formel 4.1.1 Abs. 13.11

$$h_v = \lambda \frac{l}{d} + \frac{v^2}{2g}$$

Rohrreibungsverlust	ξ	
Rohrreibungsverlust in Rohr 1	Δh _v	1,28 m
Rohrreibungsverlust in Rohr 2 L=2,33 m	Δh _v	0,29 m
Rohrreibungsverlust in Rohr 3 L=2 m	Δh _v	0,25 m
Gesamtverlust durch Rohrreibung		1,81 m

Gesamthöhe (Zufluss gesamt)		
Gesamthöhe (ohne Krümmerverluste)	Δh	4,14 m

Pumpleistung

$$P_{Pumpe} := \frac{\rho_{Wasser} \cdot g \cdot V_{Punkt} \cdot H_{Pumpe}}{\eta_{Pumpe}}$$

Wirkungsgrad	η	0,9
erforderliche Leistung	P	13,47 kW
erforderliche Leistung bei Pumpmenge aus Oberflächenabflüssen	P	5,25 kW
erforderliche Leistung bei Pumpmenge aus Wellenüberlauf	P	8,21 kW

$$Qr = Ar * vr = Ar * -2 \sqrt{2gDr} j_e * \log \left(\frac{k}{3,71Dr} + 2,51 * \frac{v}{Dr \sqrt{2gDr} j_e} \right)$$

Gem. Anlage 14 (Wehner / John Becker)
15 kW, 2 Pumpen á 7,5 kW

Retention bei halber Pumpleistung (Ausfall einer Pumpe)

Pumpe á 7,5 kW in 15 min.	V _{out}	149,55 m³
Retention in Pumpe	V _{Pumpe}	20,00 m³
Volumen der Sammelleitung	V _{Leitung}	71,47 m³
Volumen Regen bei 15-Minütigem Ereignis	V _{Regen}	104,74 m³
Differenz	Δ	-136,28 m³
Volumen Überschlagnwasser bei 15-Minütigem Ereignis	V _{Welle}	163,80 m³
Differenz	Δ	-77,22 m³
Volumen Regen / Überschlagnwasser bei 15-Minütigem Ereignis	V _{R+W}	268,54 m³
Differenz	Δ	27,52 m³
Pumpe á 7,5 kW pro min.	V _{out/min}	9,97 m³/min 2,76 min

Überstau
In weniger als 3 Minuten leergepumpt oder fließt in den Graben