

## 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

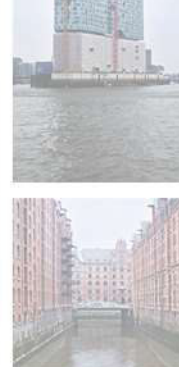
### Reinigung der Straßenoberflächenwässer (SOW)

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

[www.wk-consult.com](http://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: Reinigung der Straßenoberflächenwässer (SOW)

Dokument: CNH\_2016-249\_Reinigung\_SOW\_rev03.docx

Bearbeitungsstand: 01.03.2022

Seitenanzahl: 14 (einschließlich des Deckblatts)

Rev.	Datum	aufgestellt	geprüft	Status
00	31.07.2019	GOE	PKN / AFL	final
01	31.08.2020	PPI	PKN / AFL	rev1
02	23.10.2020	PPI	PKN	rev2
03	30.06.2021	PPI	GPA / PKN	rev3
04	01.03.2022	PPI	PKN	rev4

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

Vorlagenrevision: 02 – 15.06.2016



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

## INHALTSVERZEICHNIS

VERWENDETE UNTERLAGEN / NORMEN UND RICHTLINIEN .....	4
<b>1 VORBEMERKUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>2 NACHWEIS DER BREITFLÄCHIGEN VERSICKERUNG ÜBER BANKETT UND BINNENBÖSCHUNG GEMÄß RAS-EW (2005) .....</b>	<b>6</b>
2.1 Allgemein .....	6
2.2 Randbedingungen für die breitflächige Versickerung .....	6
2.3 Eignung und Umsetzung der breitflächigen Versickerung über Bankett und Binnenböschung .....	7
2.4 Nachweis der breitflächigen Versickerung für die kritische Regenspende .....	8
2.5 Beurteilung der Lösung für den Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich .....	10
<b>3 NACHWEIS DER BEHANDLUNG VON REGENWETTERABFLÜSSEN ÜBER TRUMMEN MIT FILTERSYSTEM NACH DWA-A 102 .....</b>	<b>11</b>
3.1 Allgemein .....	11
3.2 Bewertung der Behandlungserfordernis .....	11
3.3 Beurteilungskriterien des anfallenden Oberflächenwassers .....	11
3.4 Nachweis der erforderlichen Wirksamkeit des Stoffrückhalts für AFS63 .....	12

## VERWENDETE UNTERLAGEN / NORMEN UND RICHTLINIEN

- [1] Urteil des BGH vom 20.01.1994, III ZR 166-92, NJW 1994, 1006
- [2] RAS-Ew: Richtlinie für die Anlage von Straßen Teil: Entwässerung, 2005
- [3] Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung; Hamburger Leitfaden, BUE; 2006
- [4] Verkehrserhebung Cranzer Hauptdeich/ Neuenfelder Hauptdeich – Ergebniszusammenstellung, Masuch + Olbrisch Ingenieurgesellschaft für das Bauwesen mbH, 2014
- [5] Hamburger Deichordnung (Hamburger DeichO), 2003
- [6] Leitfaden für Planungen im Hamburger Hochwasserschutz; LSBG; Geschäftsbereich Gewässer und Hochwasserschutz; G2 – Planung und Entwurf Hochwasserschutz, 2007
- [7] Generelle Planung der Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten, Sieker, Berlin, 1999
- [8] Die Bemessung der Außenböschung von Seedeichen unter Ansatz des festigkeitssteigernden Einflusses der Grasnarbe, Pohl und Richwien, 2006
- [9] Bemessung von Deichen gegen Einwirkungen aus Sturmfluten, Richwien, Pohl und Vavrina, in: Die Küste 77, Heide, Holstein: Boyens; S. 1-44, 2010
- [10] Technical advisory committee for flood defence in the netherlands (TAW): Technical report – Erosion resistance of grassland as dike covering, Delft, 1997
- [11] Geotechnischer Bericht Nr. 01 – Beurteilung der vorhandenen Kleiabdeckung, Fichtner Water & Transportation, November 2019 (Rev. 02)
- [12] Geotechnischer Bericht Nr. 03 – Umwelttechnische Stellungnahme, Auswertung Boden- und Wasseranalysen Binnendeichgraben, Fichtner Water & Transportation, Juli 2019
- [13] Arbeitsblatt DWA-A 102: Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertung und Regelung, 2020
- [14] Funke Innolet – Die Filter für den Straßenablauf, Funke Kunststoff GmbH, 2021
- [15] AW: Fragen bzgl. eines Berechnungsbeispiels für die Böschungsreinigung, E-Mail vom 15.07.2020, Leiter des Arbeitskreises „Ras-Ew“

## **1 Vorbemerkung**

Im Rahmen der Ertüchtigung des Cranzer und Neuenfelder Hauptdeichs wird die zugehörige Verkehrsanlage (Deichverteidigungsstraße, im Folgenden DV-Straße) saniert. Die Reinigung des auf der Straßenoberfläche anfallenden Wassers soll dabei mit eingeplant werden. Im Folgenden wird die Reinigungslösung einer breitflächigen Versickerung bzw. Filtration über Bankett und Böschung beurteilt sowie die Reinigung über Trummen in Sonderbereichen untersucht.

Der Nachweis für die Reinigung über die Böschungs- und Bankettinfiltration wird nach der „Richtlinie für die Anlage von Straßen Teil: Entwässerung“ (RAS-Ew, 2005) geführt. Die Reinigungsleistung der Trummen wird mit den Arbeitsblättern DWA-A 102 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer“ nachgewiesen. Hierbei wird die emissionsbezogene Bewertung nach DWA-A 102 Teil 2 angewendet.

## **2 Nachweis der breitflächigen Versickerung über Bankett und Binnenböschung gemäß RAS-Ew (2005)**

### **2.1 Allgemein**

Die breitflächige Versickerung über Bankett und Böschung entspricht dem Stand der Technik im Sinne des § 57 (1) WHG. In diesem Fall ist keine erlaubnispflichtige Einleitung im Sinne des § 9 (1) WHG erforderlich, da es am zweckmäßigen Handeln fehlt (s. Urteil des BGH vom 20.01.1994, [1]). Die breitflächige Versickerung entspricht einer diffusen Versickerung, sodass kein Eintrag ins Grundwasser erfolgt und somit keine Einleitung vorliegt. Die Entwässerung von Bundesstraßen wird nach den Regelwerken der FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) behandelt. Die Bemessung der breitflächigen Versickerung erfolgt demnach nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik gemäß RAS-Ew (2005) „Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung“. [2]

### **2.2 Randbedingungen für die breitflächige Versickerung**

Bei Straßen mit mehr als 2.000 Kraftfahrzeuge/24 h (DTV) sollte vor Einleitung in das Gewässer eine Behandlung der Straßenoberflächenwässer erfolgen. Im Sinne der RAS-Ew (2005) entspricht die sachgerechte Versickerung einer Behandlung des anfallenden Straßenoberflächenwassers [2]. Der Hamburger Leitfaden „Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung“ gibt ebenfalls an, dass bei Straßen mit einer durchschnittlichen Verkehrsstärke von >15.000 Kfz dezentrale Flächenversickerungen in der Regel zulässig sind [3]. Gemäß RAS-Ew (2005) findet bei der Entwässerung und Versickerung von Straßenoberflächenwässern in Bankette und Böschungen der Rückhalt von Schadstoffen aus dem Straßenablaufwasser vorrangig im durchwurzelten Oberboden (Feinwurzelwerk) statt. Untersuchungen dieser Reinigungsmethode haben gezeigt, dass keine Maßnahmenwerte nach BBodSchV überschritten wurden und bei Prüfwerten für Sickerwasser aufgetreten sind. Die bewachsene Bodenzone ermöglicht eine dauerhafte Reinigungsfähigkeit der Böschung. [2]

Zur „Behandlung und Rückhalt des Straßenoberflächenwassers“ gibt die RAS-Ew (2005) unter Kapitel 7.1 den natürlichen Abfluss ohne vorherige Sammlung als einfachste und umweltfreundlichste Möglichkeit der Beseitigung von Oberflächenwasser an. Dies gilt unter den Voraussetzungen, dass:

- eine ausreichend große unbefestigte Fläche mit erforderlicher Wasserdurchlässigkeit des Bodens vorhanden ist,
- eine natürliche Vorflut (z.B. Gewässer) vorhanden ist,
- eine bewachsenen Bodenzone mit ca. 20 cm Mächtigkeit, bei einer Neigung der Böschung steiler 1:2 mit einer Mächtigkeit von 10 cm auszubilden ist,
- zur Sicherung der Reinigungsleistung und Durchlässigkeit Böden mit  $k_f$ -Werten im Bereich von  $10^{-3}$  m/s bis  $10^{-5}$  m/s erforderlich sind,
- Oberböden einen pH-Wert  $\geq 6$  aufweisen, da sie sich zur Bindung der im Oberflächenwasser enthaltenen Schwermetalle eignen,

- ein Grenzflurabstand bei mittlerem Höchststand des Grundwasserspiegels mindestens 1 m beträgt,
- der Zufluss von Flächen, die außerhalb der Straßen liegen, unter Berücksichtigung der kritischen Regenspende ausgeschlossen werden. [2]

## **2.3 Eignung und Umsetzung der breitflächigen Versickerung über Bankett und Binnenböschung**

Für das Projekt „Ertüchtigung des Cranzer und Neuenfelder Hauptdeichs“ wird im Folgenden die Eignung der Lösung „Reinigung der Oberflächenwässer der Straße durch breitflächige Versickerung bzw. Filtration über Bankett und Böschung“ betrachtet.

Für die Straße Cranzer Hauptdeich beträgt der durchschnittliche werktägliche Verkehr ca. 14.000 bis 16.000 Kfz/Tag. Am Neuenfelder Hauptdeich liegt der Verkehr bei 22.000 Kfz/Tag. [4] Infolgedessen ist eine Reinigung der anfallenden Straßenwässer erforderlich.

Zur Umsetzung der hier betrachteten Lösung kann das Straßenoberflächenwasser in südlicher Richtung entsprechend des Straßengefälles über das Bankett und die angrenzende Böschung sowie die nördliche Böschung des Binnendeichgrabens zur Versickerung bzw. Filtration geleitet werden. Für die Binnenböschung zwischen Straße und Unterhaltungsweg (Neigung von 1:3) ist eine Kleischicht mit einer Mächtigkeit von 1,3 m (gem.[5], [6]) zur Sicherung des Hochwasserschutzes vorgesehen. Unterhalb der Grabenböschung (Neigung von 1:1,5) steht ebenfalls eine Kleischicht an.

Der Durchlässigkeitsbeiwert von homogen frisch komprimiertem Klei beträgt gem. Richwien et al. (2010)  $k_{ges} = 10^{-7}$  m/s. Durch die Ansaat der Oberfläche entsteht eine bewachsene Bodenzone. Ein Oberboden als bewachsene, durchwurzelte Bodenzone weist entsprechend Sieker (1999) generell eine Durchlässigkeit von 1 bis  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s auf. Es ist nicht abgesichert, ob die Ansaat in Verbindung mit dem Klei eine bewachsene Bodenzone mit der Durchlässigkeit wie von Sieker (1999) beschrieben, ausbildet. Pohl und Richwien (2006) sprechen von einer erhöhten Durchlässigkeit im Durchwurzelungsbereich des Deichs und einer flächenhaften Verteilung des infiltrierenden Wassers in der Bodenzone. Ergebnisse von Feld- und Laborversuchen von Deichen belegen laut Richwien et al. (2010), dass durch die Riss- und Strukturbildung von einer Gesamtdurchlässigkeit von  $10^{-5}$  bis  $10^{-4}$  m/s auszugehen ist. Damit werden die Forderungen der RAS-Ew (2005) von der Mächtigkeit bei entsprechender Neigung und der Durchlässigkeit knapp erfüllt. Alternativ könnten Soden auf die geforderte Durchlässigkeit geprüft werden. Die TAW (1997) gibt an, dass die oberen 15 cm der Kleischicht eine andere Bodencharakteristik als der Originalboden ausbildet. Grundsätzlich sind für die Deichsicherheit eine erosionsstabile Wurzelschicht und kein erosionsresistenter Klei in der belebten Bodenzone erforderlich.

Infolge der Dichtigkeit der Kleischicht, versickert bzw. infiltriert das Straßenoberflächenwasser nur oberflächlich in die bewachsene Bodenzone und wird dann südlich zum Unterhaltungsweg in Richtung Graben als natürliche Vorflut abgeleitet. Eine zusätzliche Reinigung der organischen Schadstoffe wie Fette und Öle könnte durch einen entsprechenden mineralischen Unterbau des Unterhaltungswegs

erfolgen. Das Grundwasser liegt gespannt unter einer dichtenden Kleischicht. Laut dem geotechnischen Bericht Nr. 01 liegt eine ausreichend mächtige Kleischicht vor, sodass die Forderung von 1 m Grenzflurabstand eingehalten ist [11].

Entsprechend RAS-Ew (2005) ist das Behandlungsziel erreicht, wenn durch breitflächige Ableitung und Versickerung auf Straßenböschungen, Mulden und Gräben der rechnerische Nachweis für die kritische Regenspende  $r_{krit}$  erfüllt ist. Dieser Nachweis ist erbracht, wenn sich für die kritische Regenspende  $r_{krit}$  kein abzuleitender Oberflächenabfluss in den Vorfluter ergibt.

## 2.4 Nachweis der breitflächigen Versickerung für die kritische Regenspende

Für die Deichböschung wird die spezifische Versickerungsrate von Böschungen mit mindestens 100 l/(s\*ha) gem. RAS-Ew (2005) angenommen. Bei einer kritischen Regenspende von 15 l/(s\*ha) ergibt sich daher kein Oberflächenabfluss von der Binnendeichböschung auf die Straße. Somit wird diese Wassermenge im Folgenden nicht angesetzt. Ausgenommen sind die Bereiche der Deichüberfahrten, in denen die Binnendeichböschung durch Deckwerksteine befestigt ist. Da es hier zu keiner Versickerung des anfallenden Wassers kommt, werden die Flächen in diesen Deichabschnitten mit einem Abflussbeiwert von 0,9 in der Berechnung des Oberflächenabflusses angesetzt.

Der Nachweis für die kritische Regenspende wird gem. RAS-Ew (2005) mit einer Regenmenge von  $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$  geführt.

Es gilt die Formel:

$$Q = r_{krit} \times \sum A_{Ei} \times \psi_{Si} \text{ [l/s]}$$

Für den Nachweis der breitflächigen Versickerungen werden exemplarisch die Flächen aus dem Regelquerschnitt 5 bei P-Dkm 31,500 als Standardfall für den Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich entnommen und pro laufenden Meter angegeben (s. Zeichnung PFU 02\_N\_4.5).

Der Abflussbeiwert und die Versickerungsraten wurden entsprechend RAS-Ew (2005) angenommen. In der folgenden Tabelle sind diese Werte aufgeführt, wobei nur das Oberflächenwasser der Straße als zu reinigende Wassermenge angenommen wird.

**Tabelle 1: Abflussbeiwerte und Versickerungsraten der Oberflächen**

	Fläche A [m <sup>2</sup> /m]	Abflussbeiwert $\psi_{Si}$ [-]	Versickerungsrate [l/(s*ha)]
Lagerstreifen / Straße	11	0,9	0
Bankett / Straßenböschung	4,10	-	100

Für den Lagerstreifen und die DV-Straße ergibt sich nach oben genannter Formel die folgende Abflussmenge Q:



$$Q = 15 \text{ l/(s*ha)} * 11 \text{ m}^2/\text{m} * 0,9 = 0,0149 \text{ l/(s*m)} \text{ bzw. } 1,49 \text{ l/s je } 100 \text{ m}$$

Für das Bankett und die Straßenböschung gilt unter Berücksichtigung der anfallenden Abflussmenge von Lagerstreifen und DV-Straße:

$$\begin{aligned} Q &= (15 \text{ l/(s*ha)} - 100 \text{ l/(s*ha)}) * 4,10 \text{ m}^2/\text{m} * 1,0 + 0,0149 \text{ l/(s*m)} \\ &= - 0,0449 \text{ l/(s*m)} + 0,0149 \text{ l/(s*m)} \\ &= - 0,02 \text{ l/(s*m)} \text{ (kein Abfluss)} \end{aligned}$$

Das Ergebnis zeigt, dass es bei der kritischen Regenspende von 15 l/(s\*ha) im Standardfall zu keinem Oberflächenabfluss von der Straße in Richtung Graben kommt, da das Oberflächenwasser der Straße und des Lagerstreifens von der südlich gelegenen Böschung aufgenommen werden kann. Umgerechnet ergibt sich bei einer Straßenbreite von 11,0 m, dass eine Straßenböschung von 1,8 m ausreichend ist, damit das Oberflächenwasser der Straße aufgenommen werden kann.

Aufgrund konstruktiver Besonderheiten gilt es im Zuge der Ermittlung der Reinigungsleistung der Straßenböschung weitere, vom oben definierten Standardfall abweichende Deichabschnitte zu betrachten. Diese Sonderbereiche betreffen zum einen die Deichüberfahrten in Neuenfelde und Cranz, da es hier aufgrund der befestigten Binnendeichböschung zu einem erhöhten Abfluss in Richtung Straßenböschung kommt. Außerdem wurde der Bereich östlich der Einfahrt zum Gewerbegebiet Neuenfelde 14 gesondert betrachtet, da hier das Bankett bzw. die Straßenböschung für die Einhaltung der Reinigungsleistung nicht breit genug ausgebildet werden kann. Für die genannten Sonderbereiche wurde daher zusätzlich der Unterhaltungsweg mit einem Abfluss über die Spurwegplatten und einer Versickerung im Schotter sowie die nördliche Grabenböschung mit einer Versickerungsrate von 100 l/(s\*ha) für die Berechnung angesetzt. Die Annahmen für die Abflussbeiwerte, Versickerungsraten und Flächen sowie die ausführliche Abflussberechnung der Sonderbereiche sind dem Bericht beigefügt (siehe Anlage 1).

Die Ergebnisse zeigen, dass die vorliegenden Böschungsbreiten bestehend aus Bankett, Straßenböschung, Unterhaltungsweg und nördlicher Grabenböschung für die Reinigung der Oberflächenwässer in allen Sonderbereichen ausreichend sind, da bei der kritischen Regenspende von 15 l/(s\*ha) kein Oberflächenabfluss entsteht. Dies gilt auch bei Wegfallen des Unterhaltungsweges und Abzug einer benetzten Böschungsbreite infolge eines abgeschätzten Wasserstands für eine Regenereignis von 15 l/(s\*ha).

In Bereichen von Straßenkreuzungen mit breiteren Straßen muss auch die Böschung entsprechend breiter ausgebildet werden. In Abschnitten, in denen keine Reinigung über die Böschung erfolgen kann, ist eine platzsparende Reinigung der Straßenwässer über Trummen mit Filtersystemen vorzusehen (vgl. Kapitel 3).

## 2.5 Beurteilung der Lösung für den Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich

Der erforderliche Nachweis für die kritische Regenspende  $r_{\text{krit}}$  ist erfüllt, da kein Oberflächenabfluss für dieses Regenereignis entsteht. Mit der Böschung ist eine ausreichend große unbefestigte Fläche vorhanden, um das Oberflächenwasser der Straße aufzunehmen. Bei Regenereignissen, bei denen es zu einem Oberflächenabfluss kommt, wird der Deichgraben als natürliche Vorflut genutzt. Der Boden kann mit dem erforderlichen pH-Wert eingebaut werden. Die Mächtigkeit der belebten Bodenzone bei einer Neigung steiler 1:2 ist erfüllt.

Die nachfolgende Tabelle fasst die untersuchten Kriterien gemäß RAS-Ew (2005) zusammen:

Kriterium RAS-Ew (2005)	Voraussetzung
eine ausreichend große unbefestigte Fläche mit erforderlicher Wasserdurchlässigkeit des Bodens ist vorhanden ist	erfüllt
eine natürliche Vorflut (z.B. Gewässer) ist vorhanden	erfüllt
eine bewachsenen Bodenzone mit 20 cm Mächtigkeit bzw. bei einer Neigung der Böschung steiler 1:2 eine Mächtigkeit von 10 cm ist auszubilden	erfüllt
zur Sicherung der Reinigungsleistung und Durchlässigkeit sind Böden mit $k_f$ -Werten im Bereich von $10^{-3}$ m/s bis $10^{-5}$ m/s erforderlich	erfüllt
Oberböden weisen einen pH-Wert $\geq 6$ auf, da sie sich diese zur Bindung der im Oberflächenwasser enthaltenen Schwermetalle eignen	erfüllt
Grenzflurabstand bei mittlerem Höchststand des Grundwasserspiegels sollte mindestens 1 m betragen	erfüllt
Der Zufluss von Flächen, die außerhalb der Straßen liegen, sollte unter Berücksichtigung der kritischen Regenspende ausgeschlossen werden	erfüllt

Aufgrund der fehlenden Ableitung des Straßenoberflächenwassers in den Untergrund, sind die in der RAS-Ew (2005) aufgeführten Vorteile wie „mit der Versickerung wird eine Grundwasserneubildung ermöglicht“ und „oberirdische Gewässer werden nicht in Anspruch genommen“ nicht erfüllt.

Im betrachteten Fall wird nur eine sehr geringe Menge des Wassers in der Kleischicht versickern und das meiste anfallende Wasser durch die belebte Bodenzone in Richtung Graben abgeleitet. Aufgrund der Breite von Bankett, Straßenböschung und Grabenböschung wird ein ausreichend langer Sickerweg und damit eine ausreichende Filtration abgeschätzt.

Da die derzeitige Reinigung der Straßenwässer ähnlich der hier betrachteten erfolgt, wurden durch Fichtner Water & Transportation GmbH Proben auf Schadstoffgehalt hin untersucht. Im Rahmen dieser Analyse wurde festgestellt, dass die geplante Behandlung durch die Bankette und die Böschung als ausreichend zu bewerten ist und auch für die Behandlung des Wassers in den neu herzustellenden bzw. umzubauenden Deichgräben geeignet ist [12].

### **3 Nachweis der Behandlung von Regenwetterabflüssen über Trummen mit Filtersystem nach DWA-A 102**

#### **3.1 Allgemein**

In den Arbeitsblättern DWA-A 102 werden die Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer erläutert. Das Arbeitsblatt DWA-A 102 Teil 2 gibt Anweisungen zur emissionsbezogenen Bewertung und Regelung. Hierbei wird die Feinfraktion der abfiltrierbaren Stoffe (AFS63) als maßgebender Parameter zur Beurteilung der Belastung der Niederschlagsabflüsse sowie der Wirksamkeit der Behandlungsanlage herangezogen. [13] Aufgrund der engen Platzverhältnisse sind in einigen Bereichen am Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich Trummen mit Filtereinsatz zur Reinigung der anfallenden Straßenoberflächenwässer vorgesehen. In diesen Bereichen ist die Reinigung über die breitflächige Böschungsversickerung nicht möglich. Daher wird das Arbeitsblatt DWA-A 102 Teil 2 zum Nachweis der Reinigungsleistung der Trummen mit Filtersystem angewendet.

#### **3.2 Bewertung der Behandlungserfordernis**

Die Bewertung der Verschmutzung des anfallenden Niederschlagswassers und der gegebenenfalls notwendigen Behandlungsmaßnahme erfolgt auf Grundlage des Stoffaufkommens unterschiedlicher Herkunftsflächen. Dazu erfolgt in Tabelle A.1 des DWA-A 102 Teil 2 eine Kategorisierung des Niederschlagswasser in drei unterschiedliche Belastungsklassen, abhängig von der Flächenart und deren Nutzung. Es besteht eine Behandlungsbedürftigkeit für mäßig belastetes Niederschlagswasser (Kategorie II) sowie stark belastetes Niederschlagswasser (Kategorie III). Für beide Kategorien ist grundsätzlich eine geeignete technische Behandlung erforderlich. Lediglich gering belastetes Niederschlagswasser der Kategorie I kann grundsätzlich ohne Behandlung eingeleitet werden. [13]

Hierbei werden lediglich die befestigten Flächen berücksichtigt. Für den oben eingeführten Standardfall des Cranzer und Neuenfelder Hauptdeiches trifft dieses auf den Lagerstreifen und die DV-Straße zu. Der Lagerstreifen kann nach DWA-A 102 Teil 2 Tabelle A.1 der Belastungskategorie I der Flächengruppe VW1 für Fuß-, Rad- und Wohnwege zugeordnet werden. Die DV-Straße kann aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens ( $DTV > 2.000$ ) der Flächengruppe V3 und damit der Belastungskategorie III zugeordnet werden. Eine Behandlungserfordernis für das Gebiet des Cranzer und Neuenfelder Hauptdeiches ist somit gegeben. Diese wird ebenfalls in Anlage 2 rechnerisch mit Hilfe des Abtrages AFS63 nachgewiesen.

#### **3.3 Beurteilungskriterien des anfallenden Oberflächenwassers**

Als Nachweisgröße für die Anforderung an die Einleitung des anfallenden Oberflächenwassers in das Gewässer wird die Summe der Feinanteile der abfiltrierbaren Stoffe als AFS63 eingeführt. Hierbei sind Korngröße von  $0,45 \mu\text{m}$  bis  $63 \mu\text{m}$  berücksichtigt. [13] Im Arbeitsblatt DWA-A 102 Teil 2 sind Standardwerte für AFS63 als flächenspezifischer Stoffabtrag abhängig von der jeweiligen Belastungskategorie angegeben. Diese dienen als Rechenwerte für die Nachweisführung in Kapitel 3.4.

**Tabelle 2: Rechenwerte zu flächenspezifischem Stoffabtrag für AFS63 der Belastungskategorien [13]**

Kategorie	Flächenspezifischer Stoffabtrag $b_{R,a,AFS63}$ [kg/(ha*a)]
Kategorie I	280
Kategorie II	530
Kategorie III	760

Der abgeleitete flächenspezifische Stoffabtrag von 280 kg/(ha\*a) wird als zulässiger Stoffaustrag für AFS63 zur Einleitung von Regenwasserabflüssen in Oberflächengewässer definiert. [13]

### 3.4 Nachweis der erforderlichen Wirksamkeit des Stoffrückhalts für AFS63

Nachdem die einzelnen befestigten Flächen den Belastungskategorien zugeordnet und der jeweilige flächenspezifische Stoffabtrag  $b_{R,a,AFS63}$  festgelegt wurde, kann die Ermittlung des Flächenabtrages  $B_{R,a,AFS63,i}$  erfolgen. Die aufsummierten Abträge der einzelnen Flächen ergeben den jährlichen Stoffabtrag des gesamten Gebietes  $B_{R,a,AFS63}$  (vgl. Punkt 3 in Anlage 2).

$$B_{R,a,AFS63,i} = A_{b,a,i} * b_{R,a,AFS63,i} [kg/a]$$

$$B_{R,a,AFS63} = \sum B_{R,a,AFS63,i} [kg/a]$$

Der jährliche Stoffabtrag  $B_{R,a,AFS63}$  dient schließlich zur Berechnung des resultierenden flächenspezifischen Stoffabtrages  $b_{R,a,AFS63}$  (vgl. Punkt 4 in Anlage 2), mit welchem eine Aussage über die Behandlungserfordernis getätigt werden kann. Überschreitet dieser den zulässigen Stoffaustrag von 280 kg/(ha\*a) ist eine Behandlung des anfallenden Niederschlagwassers notwendig. Dieses trifft für den Standardfall (Regelquerschnitt 5) zu.

$$b_{R,a,AFS63} = \frac{B_{R,a,AFS63}}{\sum A_{b,a,i}} [kg/(ha * a)]$$

Anschließend kann der erforderliche Wirkungsgrad der Reinigungsmaßnahme ermittelt werden (vgl. Punkt 5 in Anlage 2). Für den Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich ergibt sich ein erforderlicher Wirkungsgrad von  $\eta_{\text{erf}} = 0,52$ . Die in der Planung gewählten Trummen mit Innolet-G Filtereinsatz weisen gemäß Herstellerangaben einen Wirkungsgrad von  $\eta = 0,525$  [14] und somit eine ausreichende Reinigungsleistung auf (vgl. Punkt 6 in Anlage 2).

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

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

Anlage 1: Berechnung zur Behandlung des Straßenoberflächenwassers nach RAS-Ew – Böschungsversickerung

Anlage 2: Nachweis der erforderlichen Wirksamkeit des Stoffrückhaltes für AFS63 nach Arbeitsblatt DWA-A 102

**Berechnung zur Behandlung des Straßenoberflächenwassers nach RAS-Ew - Böschungsversickerung**  
**Regelquerschnitt RQ2 (P-Dkm 30.702,37)**  
**Deichüberquerung Neuenfelde**

Die folgenden Annahmen sind nach RAS-Ew (2005) und in Absprache mit Herrn Roth als Leiter des Arbeitskreises "RAS-Ew" getroffen worden [15]. Für den Abflussbeiwert der Binnenböschung mit Deckwerkssteinen erfolgte eine konservative Annahme ( $\psi$  wie Asphalt).

Regenspende:  $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$   
Abflussbeiwert Rampe, Lagerstreifen, DV-Straße, Spurwegplatten:  $\psi = 0,9$   
Abflussbeiwert Böschung mit Deckwerkstein:  $\psi = 0,9$   
Spezifische Versickerungsrate:  
- Böschung, Bankett  $q_s = 100 \text{ l/(s*ha)}$   
- Schotter (Unterhaltungsweg)  $q_s = 100 \text{ l/(s*ha)}$

Teilflächen (pro lfdm Deich)

Bezeichnung	A [m <sup>2</sup> /m]	A [ha/m]
Binnenböschung mit Deckwerkstein inkl. Rampe	17,65	0,001765
Lagerstreifen+ DV-Straße	14,25	0,001425
Bankett	1,00	0,0001
Böschung	2,58	0,000258
Spurwegplatte	0,80	0,00008
Schotter	1,40	0,00014
Spurwegplatte	0,80	0,00008
Schotter	0,50	0,00005
Grabenböschung	2,30	0,00023

Abflüsse

Abflüsse [l/s/m]	gerundet
0,0238275	0,024
0,0192375	0,019
-0,0085	-0,030
-0,02193	
0,00108	-0,014
-0,0119	
0,00108	
-0,00425	-0,020
-0,01955	
Abfluss:	-0,021

Abflussberechnung

$$Q = 15 \cdot 0,001765 \cdot 0,9 + 15 \cdot 0,001425 \cdot 0,9 + (15-100) \cdot 0,0001 + (15-100) \cdot 0,000258 + 15 \cdot 0,00008 \cdot 0,9 + (15-$$

$$Q = 0,024 + 0,019 + (-0,030) + (-0,014) + (-0,020)$$

$$Q = -0,021 \text{ l/s/m}$$

→ **kein Abfluss**

Benötigte Grabenböschungsbreite X

$$Q = 0,024 + 0,019 + (-0,030) + (-0,014) + (0,0015-0,01) \cdot X$$

$$X = (0,024 + 0,019 + (-0,030) + (-0,014)) / (0,0085)$$

$$X = -0,16 \text{ m}$$

negativer Wert, d.h. die Grabenböschung wird unter Berücksichtigung des Unterhaltungsweges nicht benötigt.

Abflussberechnung ohne Unterhaltungsweg

$$Q = 15 \cdot 0,001765 \cdot 0,9 + 15 \cdot 0,001425 \cdot 0,9 + (15-100) \cdot 0,0001 + (15-100) \cdot 0,000258 + (15-100) \cdot 0,00023$$

$$Q = 0,024 + 0,019 + (-0,030) + (-0,020)$$

$$Q = -0,007 \text{ l/s/m}$$

→ **kein Abfluss**

Benötigte Grabenböschungsbreite X

$$Q = 0,024 + 0,02 + (-0,03) + (0,0015 - 0,01) \cdot X$$

$$X = (0,024 + 0,019 + (-0,030)) / (0,0085)$$

$$X = 1,49 \text{ m}$$

1,49 m der nördlichen Grabenböschung werden für die Reinigung der Straßenoberflächenwässer benötigt, wenn der Unterhaltungsweg nicht berücksichtigt wird.

Ein maximaler Wasserstand für ein Regenereignis der kritischen Regenspende wurde mit 0,25 m abgeschätzt. Daraus resultiert eine vorhandene Grabenböschungsbreite von ca. 2,00 m ( $\geq X = 1,49 \text{ m}$ ).

Der Nachweis ist für die vorhandene Böschungsbreite mit einem max. abgeschätztem Wasserstand im Graben auch ohne Berücksichtigung des Unterhaltungswegs erfüllt.



**Berechnung zur Behandlung des Straßenoberflächenwassers nach RAS-Ew - Böschungsversickerung**  
**Sonderquerschnitt 4.1 (ca. P-Dkm 31.154)**  
**Einfahrt Gewerbegebiet Neuenfelde 14**

Die folgenden Annahmen sind nach RAS-Ew (2005) und in Absprache mit Herrn Roth als Leiter des Arbeitskreises "RAS-Ew" getroffen worden [15]. Für den Abflussbeiwert der Binnenböschung mit Deckwerkssteinen erfolgte eine konservative Annahme ( $\psi$  wie Asphalt).

Regenspende:  $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$   
 Abflussbeiwert LS+DV-  
 Straße+Spurwegplatten:  $\psi = 0,9$   
 Spezifische Versickerungsrate:  
 - Böschung + Bankett  $q_s = 100 \text{ l/(s*ha)}$   
 - Schotter (Unterhaltungsweg)  $q_s = 100 \text{ l/(s*ha)}$

Teilflächen (pro lfdm Deich)

Bezeichnung	A [m <sup>2</sup> /m]	A [ha/m]
LS+DV-Straße	14,25	0,001425
Bankett	1,00	0,0001
Spurwegplatte	0,80	0,00008
Schotter	1,40	0,00014
Spurwegplatte	0,80	0,00008
Schotter	0,50	0,00005
Grabenböschung	3,60	0,00036

Abflüsse

Abflüsse [l/s/m]	gerundet
0,0192375	0,019
-0,0085	-0,009
0,00108	-0,014
-0,0119	
0,00108	
-0,00425	-0,031
-0,0306	
Abfluss:	-0,034

Abflussberechnung

$Q = 15 * 0,001425 * 0,9 + (15-100) * 0,0001 + 15 * 0,00008 * 0,9 + (15-100) * 0,00014 + 15 * 0,00008 * 0,9 + (15-100) * 0,00005 + (15-100) * 0,00036$   
 $Q = 0,019 + (-0,009) + (-0,014) + (-0,031)$   
 $Q = -0,034 \text{ l/s/m}$   
 → **kein Abfluss**

Benötige Grabenböschungsbreite X:

$Q = 0,02 + (-0,0085) + (-0,014) + (0,0015-0,01) * X$   
 $X = (0,019 + (-0,009) + (-0,014)) / (0,0085)$   
 $X = -0,131 \text{ m}$

negativer Wert, d.h. die Grabenböschung wird unter Berücksichtigung des Unterhaltungsweges nicht benötigt.

Abflussberechnung ohne Unterhaltungsweg

$Q = 15 * 0,001425 * 0,9 + (15-100) * 0,0001 + (15-100) * 0,00036$   
 $Q = 0,019 + (-0,009) + (-0,031)$   
 $Q = -0,018 \text{ l/s/m}$   
 → **kein Abfluss**

Benötige Grabenböschungsbreite X

$Q = 0,02 + (-0,0085) + (0,0015-0,01) * X$   
 $X = (0,019 + (-0,009)) / (0,0085)$   
 $X = 1,26 \text{ m}$

1,26 m der nördlichen Grabenböschung werden für die Reinigung der Straßenoberflächenwässer benötigt, wenn der Unterhaltungsweg nicht berücksichtigt wird.

Ein maximaler Wasserstand für ein Regenereignis der kritischen Regenspende wurde mit 0,50 m abgeschätzt. Daraus resultiert eine vorhandene Grabenböschungsbreite von ca. 1,50 m ( $\geq X = 1,26$  m).

Der Nachweis ist für die vorhandene Böschungsbreite mit einem max. abgeschätztem Wasserstand im Graben auch ohne Berücksichtigung des Unterhaltungswegs erfüllt.

**Berechnung zur Behandlung des Straßenoberflächenwassers nach RAS-Ew - Böschungsversickerung  
ca. P-Dkm 32.840  
Überfahrt Cranz**

Die folgenden Annahmen sind nach RAS-Ew (2005) und in Absprache mit Herrn Roth als Leiter des Arbeitskreises "RAS-Ew" getroffen worden [15]. Für den Abflussbeiwert der Binnenböschung mit Deckwerkssteinen erfolgte eine konservative Annahme ( $\psi$  wie Asphalt).

Regenspende:  $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$   
Abflussbeiwert Rampe+LS+DV-  
Straße+Spurwegplatten:  $\psi = 0,9$   
Abflussbeiwert Böschung mit  
Deckwerkstein:  $\psi = 0,9$   
Spezifische Versickerungsrate:  
- Böschung + Bankett  $q_s = 100 \text{ l/(s*ha)}$   
- Schotter (Unterhaltungsweg)  $q_s = 100 \text{ l/(s*ha)}$

Teilflächen (pro lfdm Deich)

Bezeichnung	A [m <sup>2</sup> /m]	A [ha/m]
Binnenböschung mit Deckwerkstein inkl. Rampe	16,20	0,00162
LS+DV-Straße	11,00	0,0011
Bankette	1,00	0,0001
Böschung	3,10	0,00031
Spurwegplatte	0,80	0,00008
Schotter	1,40	0,00014
Spurwegplatte	0,80	0,00008
Schotter	0,50	0,00005
Grabenböschung	1,90	0,00019

Abflüsse

Abflüsse [l/s/m]	gerundet
0,02187	0,022
0,01485	0,015
-0,0085	-0,035
-0,02635	
0,00108	-0,014
-0,0119	
0,00108	
-0,00425	-0,016
-0,01615	
Abfluss:	<u>-0,028</u>

Abflussberechnung

$$Q = 15 \cdot 0,00162 \cdot 0,9 + 15 \cdot 0,0011 \cdot 0,9 + (15-100) \cdot 0,0001 + (15-100) \cdot 0,00031 + 15 \cdot 0,00008 \cdot 0,9 + (15-100) \cdot 0,00014 + 15 \cdot 0,00008 \cdot 0,9 + (15-100) \cdot 0,00005 + (15-100) \cdot 0,00019$$

$$Q = 0,022 + 0,015 + (-0,035) + (-0,014) + (-0,016)$$

$$Q = -0,028 \text{ l/s/m}$$

→ **kein Abfluss**

Benötigte Grabenböschungsbreite X:

$$Q = 0,02 + 0,015 + (-0,035) + (-0,014) + (0,0015-0,01) \cdot X$$

$$X = (0,022 + 0,015 + (-0,035) + (-0,014)) / (0,0085)$$

$$X = -0,000143 = -1,43 \text{ m}$$

negativer Wert, d.h. die Grabenböschung wird unter Berücksichtigung des Unterhaltungsweges nicht benötigt.

Abflussberechnung ohne Unterhaltungsweg

$$Q = 15 \cdot 0,00162 \cdot 0,9 + 15 \cdot 0,0011 \cdot 0,9 + (15-100) \cdot 0,0001 + (15-100) \cdot 0,00031 + (15-100) \cdot 0,00019$$

$$Q = 0,022 + 0,015 + (-0,035) + (-0,016)$$

$$Q = -0,014 \text{ l/s/m}$$

→ **kein Abfluss**

Benötigte Grabenböschungsbreite X

$$Q = 0,02 + 0,015 + (-0,035) + (0,0015-0,01) \cdot X$$

$$X = (0,022 + 0,015 + (-0,035)) / (0,0085)$$

$$X = 0,000022 = 0,22 \text{ m}$$

0,22 m der nördlichen Grabenböschung werden für die Reinigung der Straßenoberflächenwässer benötigt, wenn der Unterhaltungsweg nicht berücksichtigt wird.

Ein maximaler Wasserstand für ein Regenereignis der kritischen Regenspende wurde mit 0,10 m abgeschätzt. Daraus resultiert eine vorhandene Grabenböschungsbreite von ca. 1,40 m ( $\geq X = 0,22$  m).

Der Nachweis ist für die vorhandene Böschungsbreite mit einem max. abgeschätztem Wasserstand im Graben auch ohne Berücksichtigung des Unterhaltungswegs erfüllt.

**Nachweis der erforderlichen Wirksamkeit des Stoffrückhalts für AFS63 nach Arbeitsblatt DWA-A 102 mit Regelquerschnitt (ca. P-Dkm 31,500) als Standardfall**

**1.) Kategorisierung des Niederschlagswasser in Belastungskategorie (DWA-A 102, Teil 2, Anhang A, S. 73f)**

Zuordnung von Belastungskategorien für Niederschlagswasser von bebauten oder befestigten Flächen nach Flächentyp und Flächennutzung

Nr.	Bezeichnung	Belastungskategorie	Flächengruppe
1	Lagerstreifen	I	VW1
2	Deichverteidigungsstraße	III	V3

**2.) Festlegung der Rechenwerte nach Belastungskategorien (DWA-A 102, Teil 2, Tabelle 4, S.31)**

Rechenwerte zu mittleren Konzentrationen im Regenwasserabfluss und flächenspezifischem jährlichen Stoffabtrag  $b(R,a,AFS63)$  für AFS63 der Belastungskategorien I bis III

Kategorie	mittlere Konzentration im Jahresregenwasserabfluss in mg/l	Flächenspezifischer Stoffabtrag in kg/(ha*a)	
Kategorie I	50	280	= zulässiger flächenspezifischer Stoffaustrag für AFS63
Kategorie II	95	530	
Kategorie III	136	760	

**3.) Ermittlung des Flächenabtrages  $B(R,a,AFS63)$**

$$B_{R,a,AFS63,i} = A_{b,a,i} * b_{R,a,AFS63,i} \text{ [kg/a]}$$

Nr.	Teilfläche $A(b,a,i)$ [ha]	Flächenspez. Stoffabtrag $b(R,a,AFS63,i)$ [kg/(ha*a)]	Stoffabtrag $B(R,a,AFS63,i)$ [kg/a]
1	0,0004	280	0,112
2	0,0007	760	0,532
$\Sigma$ Fläche:		0,0011 $\Sigma$ jährl. Stoffabtrag $B(R,a,AFS63)$ :	0,644

**4.) Berechnung des resultierenden flächenspezifischen Stoffabtrages des betrachteten Gebietes sowie Nachweis der Behandlungserfordernis**

$$b_{R,a,AFS63} = \frac{B_{R,a,AFS63}}{\Sigma A_{b,a,i}} \text{ [kg/(ha*a)]}$$

$B(R,a,AFS63)$	$\Sigma A(b,a,i)$	$b(R,a,AFS63)$	
0,644	0,0011	585,45	> $b(R,e,zul,AFS63) = 280 \text{ kg/(ha*a)}$ ; Behandlung des Niederschlages notwendig < $b(R,e,zul,AFS63) = 280 \text{ kg/(ha*a)}$ ; keine Behandlung des Niederschlages notwendig

→ Für den Cranzer und Neuenfelder Hauptdeich ist eine Behandlung des Niederschlagswassers erforderlich!

**5.) Ermittlung des erforderlichen Wirkungsgrades  $\eta(\text{erf})$  der Behandlungsmaßnahme**

$$\eta_{\text{erf}} = \max\left(0; 1 - \frac{b_{R,e,zul,AFS63}}{b_{R,a,AFS63}}\right) [-]$$

$$\eta_{\text{erf}} = \max\left(0; 1 - \frac{b_{R,e,zul,AFS63}}{b_{R,a,AFS63}}\right) * 100 [\%]$$

$b(R,a,AFS63)$	$b(R,e,zul,AFS63)$	$\eta(\text{erf})$
585,45	280	0,52

> 0, daher  $\eta(\text{erf}) = 0,52$

→ Wahl der Behandlungsmaßnahme: Trumme mit Innolet-G Filter

→ Wirkungsgrad des Innolet-G Filters gem. Herstellerangabe = 52,5 %

**6.) Berechnung des resultierenden Stoffabtrages nach einer dezentralen Behandlungsmaßnahme**

$$B_{R,e,AFS63,i} = A_{b,a,i} * (1 - \eta_i) * b_{R,a,AFS63,i} \text{ [kg/a]}$$

Nr.	Teilfläche $A(b,a,i)$ [ha]	Flächenspez. Stoffabtrag $b(R,a,AFS63,i)$ [kg/(ha*a)]	$\eta(\text{erf})$ [-]	Stoffabtrag $B(R,e,AFS63,i)$ [kg/a]
1	0,0004	280	0,525	0,0532
2	0,0007	760	0,525	0,2527
$\Sigma$ Stoffabtrag $B(R,e,AFS63)$ :				0,3059

$$b_{R,e,AFS63} = \frac{\Sigma B_{R,e,AFS63,i}}{\Sigma A_{b,a,i}}$$

$\Sigma A(b,a,i)$	$\Sigma B(R,e,AFS63,i)$	$b(R,e,AFS63)$
0,0011	0,3059	278,09

≤  $b(R,e,zul,AFS63) = 280 \text{ kg/(ha*a)}$