

Adressat
Behörde für Umwelt und Energie (BUE)
Amt für Umweltschutz
Bodenschutz/Altlasten -U2424-
Neuenfelder Str. 19
21109 Hamburg



vertreten durch
Hamburg Port Authority AöR
Engineering & Construction EC-214
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Dokumententyp
Technische Leistungsbeschreibung

Dokumenten-ID
000-00-ALL-BRI-002

Hamburg,
12. Juli 2018

Revision
03

SCHAFFUNG EINER LANDFLÄCHE

ÄUSSERER VERINGKANAL (ÄVK)

MASSENSTABILISIERUNG DER WEICHSCHICHTEN

VORLÄUFIGER LEISTUNGSUMFANG ZUM

TEILNAHMEWETTBEWERB



Massenstabilisierung der Weichschichten
Vorläufiger Leistungsumfang zum Teilnahmewettbewerb

REVISIONS-STATUS

Revision	Datum	Ersteller	Prüfer	Genehmigt von	Beschreibung
01	02.07.2018	Delle	Geduhn/Meicht	Geduhn	Zur Durchsicht beim Kunden
02	05.07.2018	Delle	Geduhn/Meicht	Geduhn	Kommentare vom Kunden sind eingearbeitet
03	12.07.2018	Delle	Meicht	Geduhn	Kommentare vom Kunden sind eingearbeitet

Projekt-Nr. **301000333**

Kontakt **Dr.-Ing. Magnus Geduhn (Projektleitung)**

Tel. **040 32818-167**

E-Mail **Magnus.Geduhn@ramboll.com**

INHALT

1.	Allgemeine Hinweise zur Baumaßnahme	1
1.1	Veranlassung	1
1.2	Lage der Baumaßnahme	1
1.3	Rahmenbedingungen	2
1.3.1	Auftraggeber und Ansprechpartner	2
1.3.2	Ausführungszeiten	2
1.3.3	Arbeitszeiten	3
1.3.4	Baulärm	3
1.4	Wesentliche Bauarbeiten im Baulos 3.2	3
1.5	Besonderheiten der Baumaßnahme	4
1.5.1	Bestandsbauwerke	4
1.5.2	Kampfmittelverdachtsflächen	4
1.5.3	Boden- und Wasserkontamination	6
1.5.4	Luftschadstoff- und Geruchsimmission	6
1.5.5	Alarmplan	6
2.	Beschreibung des gegenwärtigen Zustandes	7
2.1	Bestandsbauwerke	7
2.2	Baugrund	10
3.	Darstellung der Baumaßnahme	12
3.1	Baustelleinrichtung und vorbereitende Arbeiten	12
3.2	Bombenblindgängerverdachtsflächen	12
3.3	Arbeits- und Gesundheitsschutz	13
3.4	Bodenaushub der Ostböschung und Herstellung eines Rampenbauwerks und einer ersten Arbeitsplattform	13
3.5	Wasserhaltung und Wasseraufbereitung	13
3.6	Massenstabilisierung der Weichschichten im Kanal	14
3.6.1	Beschreibung der Massenstabilisierungsmethode	14
3.6.2	Anforderung an die Gerätetechnik und Bindemittelrezeptur	15
3.7	Bauablauf der Massenstabilisierung	16
3.8	Kontrollprüfungen	17
3.9	Fortlaufende Herstellung einer neuen Arbeitsplattform	17
3.10	Emissionsmindernde Maßnahmen	18
3.11	Immissionsmonitoring	18

TABELLEN

Tabelle 2-1:	Übersicht der Maximalgehalte der Schadstoffe im Boden	11
--------------	----------------------------------------------------------	----

ABBILDUNGEN

Abbildung 1-1:	Übersicht des Projektgebiets (Quelle: Google Maps)	2
Abbildung 1-2:	Übersicht Kampfmittelsituation	5

Abbildung 2-1: Abschlusspundwand im Westen des Kanals in Richtung Norden	7
Abbildung 2-2: Heutige Ostböschung in Richtung Südwesten	8
Abbildung 2-3: Ansicht der Nordwand in Richtung Westen (Stand 04.06.2017)	8
Abbildung 2-4: Querschnittsskizze der südl. Uferbefestigung	9
Abbildung 2-5: Stark verformte Holzvorsatzschale der südl. Uferböschung	10
Abbildung 3-1: Allgemeines Schema der Massenstabilisierungsmethode	15
Abbildung 3-2: Blockeinteilung und Fortschrittsrichtung der Massenstabilisierung	16

1. Allgemeine Hinweise zur Baumaßnahme

1.1 Veranlassung

Aufgrund des bestehenden Bedarfs an nutzbaren Landflächen innerhalb des Hamburger Hafengebietes soll der östliche Teilabschnitt des "Äußeren Veringkanals" (ÄVK) verfüllt werden. Die an der Kanalsohle anstehenden Weichschichten sollen verfestigt und der Bereich oberhalb der Stabilisierung bis zur Geländeoberkante mit Sand verfüllt werden. Der zu stabilisierende Baugrund in der Kanalsohle hat eine Fläche von etwa 6.500 m². Gemeinsam mit Randbereichen soll eine nutzbare Fläche von etwa 10.000 m² geschaffen werden.

An der Kanalsohle befindet sich stark schadstoffbelastetes, bindiges Bodenmaterial in rund 3,50 bis 4,50 m Mächtigkeit. Durch die Verfüllung soll die seit Jahren von der BUE verfolgte Sicherung der schadstoffbelasteten Sedimente erreicht werden, die durch langjährige industrielle Nutzung auf den anliegenden Flächen des Kanals, verbunden mit Kriegseinwirkungen, stark kontaminiert sind.

Die kontaminierten, bindigen Sedimente an der Kanalsohle des östlichen Teilabschnittes des ÄVK sollen in diesem Baulos 3.2 mit Hilfe einer in-situ Massenstabilisierungsmethode verfestigt werden. Das zu verfestigende Gesamtvolumen beläuft sich auf etwa 26.000 m³. Die Methode ermöglicht nachfolgend eine schnelle und zügige Sandverfüllung im Trockeneinbau im Baulos 3.3 (hier nicht im Leistungsumfang).

Das Eindüsen von üblichen Bindemitteln wie Portlandzement unter 5 bar verbessert die Tragfähigkeit und reduziert die Verformungsfähigkeit der stabilisierten Böden erheblich. Der Erhärtungsprozess ist zeitabhängig und nach wenigen Tagen können bereits ausreichende Festigkeiten im stabilisierten Boden erreicht werden.

1.2 Lage der Baumaßnahme

Der ÄVK liegt in der Freien und Hansestadt Hamburg, Bezirk Mitte, Stadtteil Wilhelmsburg und zweigt vom Reiherstieg ab. Er ist unterteilt in den "Äußeren Veringkanal" und den "Veringkanal". Der ÄVK ist ca. 41 m breit und erstreckt sich vom Sperrwerk Veringkanal an der Einmündung zum Reiherstieg in ost-südöstlicher Richtung über eine Länge von etwa 350 m. Über die Veringschleuse besteht eine Verbindung zu dem in nordöstlicher Richtung abzweigenden Veringkanal.

2014 wurde der östliche Teil des ÄVK durch eine Abschlussspundwand vom offenen Gewässerbereich abgetrennt. Bei einer Breite von etwa 41 m beläuft sich die Länge des zu stabilisierenden Bereiches im Norden auf ca. 142 m und im Süden auf ca. 175 m. Landseitig wird der Stabilisierungsbereich im Süden und Osten von dem Betriebsgelände der Haltermann Carless Deutschland GmbH (HCDE) der HCS Group begrenzt. Dieser abgeschlossene östliche Teil des ÄVKs entspricht dem Projektgebiet, siehe grüner Kreis in Abbildung 1-1.

Im Bereich des heutigen Ostendes des Äußeren Veringkanals wurde bereits ein Teilstück zwischen 1967 bis 1971 mittels einer Stahlspundwand mit Böschung vom ÄVK abgetrennt und verfüllt.

Nördlich grenzt die ehemalige Internationale Gartenschau (IGS)-Fläche mit einem Grünstreifen und einem von West nach Ost verlaufenden Fuß- und Radweg am Projektgebiet an.

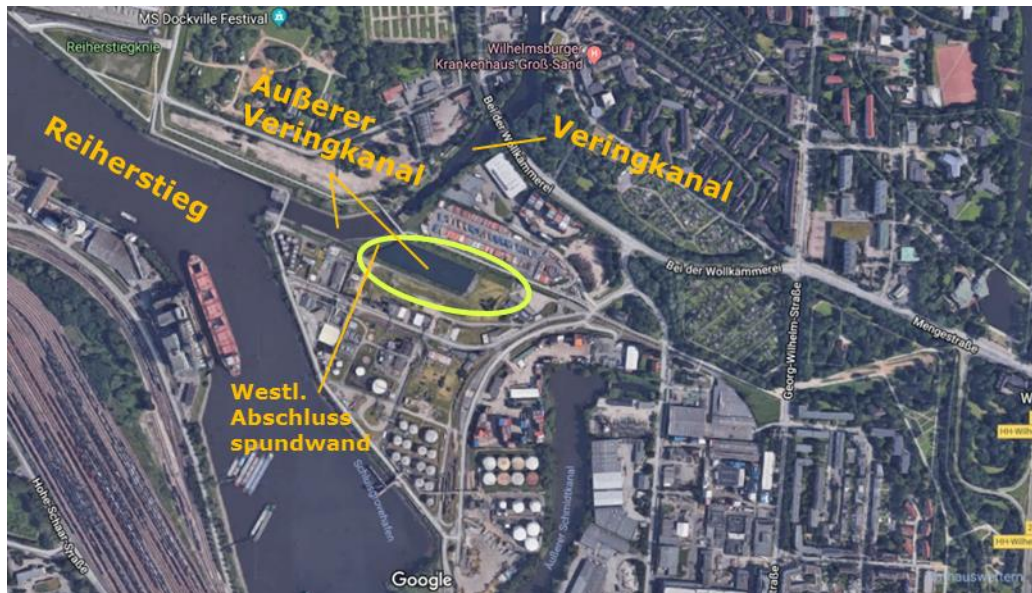


Abbildung 1-1: Übersicht des Projektgebiets (Quelle: Google Maps)

1.3 Rahmenbedingungen

1.3.1 Auftraggeber und Ansprechpartner

Auftraggeberin: Behörde für Umwelt und Energie (BUE)
Amt für Umweltschutz
Bodenschutz/Altlasten
Neuenfelder Str. 19
21109 Hamburg

Vertreten durch: Hamburg Port Authority AöR
Engineering & Construction EC-214
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Ansprechpartner: Frau Carmen Eggers (HPA)
Telefon: +49 40 42847-2413
Email: carmen.eggers@hpa.hamburg.de

1.3.2 Ausführungszeiten

Die Auftragserteilung wird zum 01. November 2018 erfolgen. Der Baubeginn der Bauausführung ist spätestens zwei Wochen später zum 15. November 2018 zu realisieren. Der Beginn der Massenstabilisierung soll frühestens zum 1. Dezember 2018 erfolgen.

1.3.3 Arbeitszeiten

Es sind reguläre Arbeitszeiten von 07:00-18:00 Uhr von Montag bis Freitag vorgesehen.

1.3.4 Baulärm

Für das Gebiet (Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind) in der direkten Nachbarschaft zur Baustelle gelten folgende Immissionsrichtwerte:

- am Tag (07:00 – 20:00h): 65 dB(A)
- in der Nacht (20:00 – 07:00h): 50 dB(A)

In einer Entfernung von ca. 380 m zur Baustelle befindet sich ein Krankenhaus (Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten). Für das Krankenhaus gelten die folgenden Immissionsrichtwerte:

- am Tag (07:00 – 20:00h): 45 dB(A)
- in der Nacht (20:00 – 07:00h): 35 dB(A)

Zur Reduzierung der zu erwartenden Emissionswerte sind Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vorzusehen:

- Beschränkung der Betriebszeit auf die Zeit zwischen 7:00 und 20:00 Uhr.
- diskontinuierlicher Einsatz der Baumaschinen mit hohem Emissionswert
- Schallschutzmaßnahmen

1.4 Wesentliche Bauarbeiten im Baulos 3.2

Ziel der Massenstabilisierung ist eine Erhöhung der Festigkeit der Weichschichten im ÄVK, wodurch der Einbau von Sand in Baulos 3.3 ermöglicht werden soll. In Laborversuchen zum Stabilisierungsverhalten konnte gezeigt werden, dass die Weichschichten im Äußeren Veringkanal stabilisiert werden können. Die vorhandene Bodenkontamination beeinflusste den Erhärtungsprozess nicht negativ. Nach den Laborergebnissen kann mit einem CEM in einer Menge von 150 kg/m³ bis 200 kg/m³ zu stabilisierenden Boden eine ausreichende Festigkeit erzielt werden.

Die wesentlichen Bauarbeiten im Baulos 3.2 können wie folgend aufgeführt zusammengefasst werden.

- Wasserhaltung auf einem Wasserspiegelniveau von NHN +0,5 m im Kanal sowie Wasseraufbereitung und Ableitung des kontaminierten Polderwassers und bauzeitlich anfallenden Kanalwassers

- Einrichtung eines Schwarz-Weiß-Bereiches für die Arbeiten in kontaminierten Bereichen
- Auffüllung eines 1,0 m mächtigen Sand-BMG-Planums auf Flächen mit Bombenblindgängerverdacht sowie Absprache mit dem vom AG gestellten Kampfmittelkoordinator und Koordination der vom AG beauftragten Kampfmittelräumfirma
- Herstellung eines Rampenbauwerks und einer ersten Arbeitsplattform am Böschungsfuß der Ostböschung als Zugang zum Stabilisierungsbereich
- Massenstabilisierung der Weichschichten im Stabilisierungsbereich unter Einhaltung besonderer Arbeitsschutz und Sicherheitsanforderungen sowie emissionsmindernder Maßnahmen (Luftschadstoffe und Geruch)
- Herstellung einer Arbeitsplattform auf NHN +1,0 m durch Verlegung eines Kombi-Geogitter mit Vliesstoff und einer etwa 1 m dicken Sandschicht auf den bereits stabilisierten Blöcken

1.5 Besonderheiten der Baumaßnahme

Die Baumaßnahme wird auf Grund von diversen gegenwärtigen Randbedingungen, die sich gegenseitig beeinflussen, einen hohen Komplexitätsgrad aufweisen. Im Folgenden werden die wesentlichen Besonderheiten einzeln aufgeführt.

1.5.1 Bestandsbauwerke

Die Bestandsbauwerke (siehe Kapitel 2.1), die den Kanal im Norden und Süden umfassen sind augenscheinlich in einem baufälligen Zustand. Weiterhin liegen für keines der umschließenden Bauwerke Bestandsunterlagen oder Statiken vor. Während der Baumaßnahme wird eine Gewährleistung der Standsicherheit der Bestandsbauwerke eine hohe Priorität besitzen.

1.5.2 Kampfmittelverdachtsflächen

In dem Baufeld befinden sich Flächen, auf denen nach einer Luftbildauswertung anhand historischer Aufnahmen der Alliierten aus dem II. Weltkrieg, ein allgemeiner Bombenblindgängerverdacht vorliegt.

Die jeweilige Maßnahme zum Umgang mit der Verdachtsfläche wird sich nach Art und Lokation der Verdachtsfläche (siehe Kapitel 3.2) richten. Sie umfassen ein Verbot der Nutzung bestimmter Flächen und einer Aufschüttung eines 1 m mächtigen Planums aus Sand und BMG auf ausgewiesenen Flächen. An dieser Stelle hervorzuheben sind die Kampfmittelsondierungen im Stabilisierungsbereich, die seitens des AG bestellt werden. Für eine gute Einbindung der Kampfmittelsondierungsarbeiten in den Bauablauf- und Bauzeitenplan wird die Koordination und Absprache von allen Baubeteiligten gefordert sein.



Abbildung 1-2: Übersicht Kampfmittelsituation

1.5.3 Boden- und Wasserkontamination

Für den ÄVK wurden im Jahr 2006 vor der Umlagerung orientierende Untersuchungen zur Schadstoffbelastung durchgeführt. Die Schadstoffanalysen belegen insgesamt eine hohe Schadstoffbelastung der im Kanal anstehenden Weichschichten, vor allem mit MKW, PAK und Schwermetallen.

Für die Ostböschung liegen aktuelle Schadstoffanalysen im Feststoff und im Eluat für vier Bodenproben (Mischproben bis max. 0,5 m Tiefe) vor. Die Bodenprobe belegen eine Schadstoffbelastung der Böden der Ostböschung an. Besonders die Summe PAK befinden sich im Bereich einer hohen Schadstoffkonzentration. Weiterhin zeigt eine Wasseranalytik von April 2018 eine Schadstoffbelastung des oberhalb der kontaminierten Weichschichten anstehenden Polderwassers des ÄVK mit PAK (>Zuordnungswert Z2 der LAGA, siehe Kapitel 0 und 3.5).

Es werden sich hieraus zum einen Anforderungen an den Gesundheits- und Arbeitsschutz des Baustellenpersonals ergeben. Zum anderen werden hieraus Anforderungen an die Wasseraufbereitungsanlage mit Hinblick auf die Einleitungen in die nahegelegene Oberflächengewässer ÄVK und Reiherstieg resultieren.

1.5.4 Luftschadstoff- und Geruchsimmission

Die Massenstabilisierung der schadstoffbelasteten Weichschichten kann zu einem Freisetzen der Schadstoffe führen, indem sich die Luft, mit derer Hilfe der Zement unter Druck (ca. 5 bar) eingebracht wird, im Boden mit Schadstoffen anreichert und anschließend entweicht. Da die Luftschadstoff- und Geruchsbelastung sowohl auf das direkte Baufeld als auch über die Baufeldgrenzen hinauswirken, wird der Überwachung sowie der Eindämmung der Immission eine herausragende Bedeutung innerhalb der Baumaßnahme zukommen (siehe Kapitel 3.9).

In einer Ausbreitungsmodellierung wurde die zu erwartende, maximale Emission von Luftschadstoffkonzentrationen und Gerüchen ermittelt und als größer als der jeweilig vorgeschriebene AGW (Arbeitsplatzgrenzwert) identifiziert.

Es sollen daher technische, organisatorische und personenbezogene Maßnahmen durchgeführt werden, die das Baustellenpersonal wie auch die Personen außerhalb des Baufeldes schützen, indem die Schachtstoffemission reduziert wird oder die Schadstoffe nicht vom Menschen aufgenommen werden. Im Rahmen dessen wird auch ein Immissionsmonitoring vom AG bestellt, welches die Luftschadstoffe und Geruchsemission erfasst.

1.5.5 Alarmplan

Der Umgang mit den baustellenspezifischen Besonderheiten, die sich aus der Luftschadstoff- und Geruchsimmission, einem Kampfmittelfund, einer Instabilität der Nordwand oder südl. Uferbefestigung sowie einem Unterschreiten der Zielvorgabe der undrännierten Scherfestigkeit ergeben, werden in einem speziellen Alarmplan zusammengestellt. Dieser wird vom AG gestellt und soll als Handlungsanleitung dienen, um Sicherheit im Umgang mit der Komplexität der Baumaßnahme zu geben.

2. Beschreibung des gegenwärtigen Zustandes

In den sogenannten Fachlosen 1 und 2 wurde 2014 die Abschlussspundwand gesetzt und die vorhandenen Sedimente, die Weichschichten im östlichen Teilabschnitt des Äußeren Veringkanals belassen. Die im westlichen Abschnitt des ÄVK gebaggerten Sedimente und Weichschichte sowie Hafensedimente aus dem Assmannkanal wurden in den östlichen Teilabschnitt, den Stabilisierungsbereich eingebaut. Die Oberkante der eingebauten Weichböden liegt auf ca. NN $\pm 0,0$ m. Die Umlagerungsarbeiten wurden ebenfalls im Jahr 2014 abgeschlossen.

Die Weichböden im ÄVK sind derzeit mit Wasser bedeckt. Der Wasserstand im relevanten Stabilisierungsbereich schwankt nach Abschluss der Umlagerungsmaßnahme nur leicht und liegt derzeit zwischen NN +1,60 m und NN+1,90 m. Das angrenzende Gelände hat eine Höhe von etwa NN +6,00 m.

2.1 Bestandsbauwerke

Der Stabilisierungsbereich wird im Westen durch die eingangs erwähnte und im Jahr 2014 fertiggestellte, verankerte Spundwand abgetrennt. Sie dient als Abschlussbauwerk des zu verfüllenden östlichen Teilabschnitts des Äußeren Veringkanals. Sie verfügt über einen wasserseitigen Stützkörper aus Sand, welcher im Zuge des Fachloses 2 zur Pflanztasche erweitert wurde. Die OK der Abschlussspundwand liegt bei etwa NN +5,10 m, während die UK bei etwa NN -11,00 m liegt. Die Spundwand bindet beidseitig ca. 10 m weit in die Landflächen neben dem Stabilisierungsbereich ein.



Abbildung 2-1: Abschlussspundwand im Westen des Kanals in Richtung Norden

Im Osten befindet sich eine Spundwand mit anschließender Uferböschung zu einem bereits zwischen 1967 bis 1971 verfüllten Abschnitt des ÄVK. Im Rahmen der Baumaßnahme des Fachloses 2 wurde auf der östlichen Uferböschung oberhalb der Spundwand eine Bentonit-Dichtungsmatte auf einer vorab eingebauten Sandschicht verlegt. Bei der vorhandenen Spundwand handelt es sich

um eine rückverankerte und geschlitzte Spundwand. Es ist davon auszugehen, dass die Schlitzte gegenwärtig nicht mehr durchlässig sind. Mehr Informationen zu der Spundwand liegen nicht vor.



Abbildung 2-2: Heutige Ostböschung in Richtung Südwesten

An der Nordseite befindet sich eine alte Kaimauer (Schwergewichtsmauer), die auf Holzpfählen gegründet ist und nicht mehr genutzt wird. Die Länge der Kaimauer beträgt ca. 136 m; die Oberkante liegt auf ca. NN +5,60 m. Äußerlich macht die Kaimauer einen recht auffälligen Eindruck. Insbesondere die oberhalb der Gründungspfähle liegende Schwergewichtswand zeigt deutliche Fehlstellen im Beton und im Mauerwerk. Bestandsunterlagen zur Kaianlage, wie Detailangaben über die Ausbildung der Schwergewichtswand sowie über die Ausbildung der Kaimauergründung (Pfahlraster und Absetztiefe), liegen nicht vor. Im nordwestlichen Abschnitt befindet sich zwischen der Kaimauer und der westlichen Abschlussspundwand eine bewachsene Böschung, die in den Kanal ragt und deren Böschungsfuß verdübelt ist. Zu der Böschung liegen keine weiteren Informationen vor.



Abbildung 2-3: Ansicht der Nordwand in Richtung Westen (Stand 04.06.2017)

Im Süden befindet sich eine alte Uferböschung mit Deckwerk. Nach derzeitigem Kenntnisstand gibt es über den Aufbau der vorhandenen Deckwerke keine Bestandsunterlagen, so dass keine Angaben über die Ausbildung der Deckwerke und die Ober- und Unterkanten der Deckwerke vorliegen. Die Neigungen der bestehenden Uferböschungen zeigen ein uneinheitliches Bild. Die Ursache hierfür liegt an stattgefundenen Böschungsruutschungen, die in den oberen Böschungsabschnitten zu steilen Böschungsneigungen geführt haben. Unterhalb dieser Abschnitte stehen relativ flache Böschungsneigungen an. Die Auswertung der Vermessungsdaten hat in den oberen Bereichen der Südböschungen Böschungsneigungen bis zu ca. 1:1,3 und in den unteren Böschungsabschnitten von ca. 1:3,3 ergeben. Das Gelände der Südböschung liegt mit seiner Oberkante auf einer Höhe von etwa NN +5,50 bis NN +6,0 m.

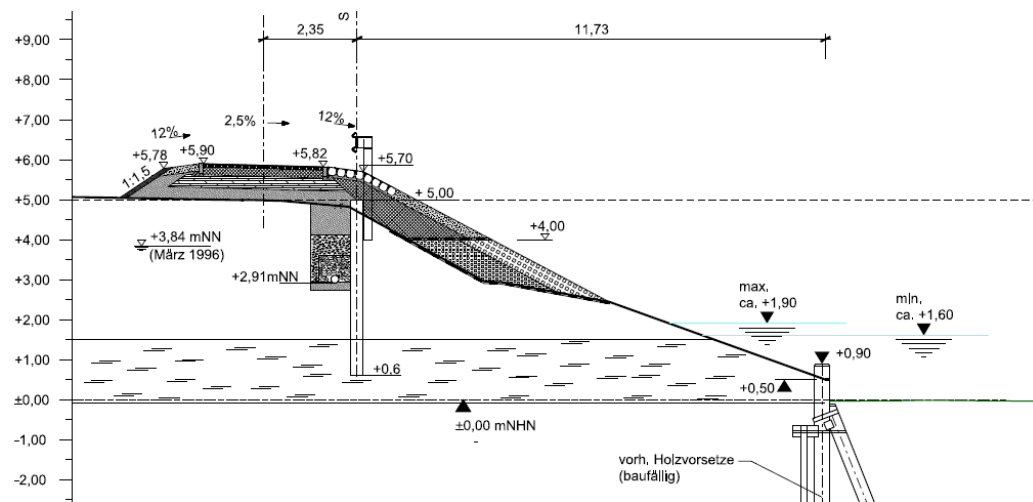


Abbildung 2-4: Querschnittsskizze der südl. Uferbefestigung

Teilweise sind die Holzvorsetze auch gar nicht mehr vorhanden. Es ist infolge der in weiten Teilen stark aus der Lotrechten ausgewanderten Pfahlböcke zu vermuten, dass die bisher schon eingetretenen Böschungsrutschungen auf das Versagen der Holzvorsetze zurückzuführen ist. Bestandsunterlagen der Holzvorsetze liegen nicht vor. Ferner existieren keine Unterlagen, aus denen Detailkenntnisse über den vorhandenen Zustand hervorgehen.

Dahinter verläuft von West nach Ost eine Dichtungsspundwand (UK NN -0,60 m, Einbindelänge ca. 6,0 m), die den Äußeren Veringkanal (ÄVK) gegen austretende, verunreinigte Stauwässer schützen soll (s. Abbildung 2-5). Die Dichtwand hat eine Länge von ca. 200 m und bindet in die unterliegenden Weichschichten ein.



Abbildung 2-5: Stark verformte Holzvorsatzschale der südl. Uferböschung

2.2 Baugrund

Auf Grundlage einer Bau- und Gründungsbeurteilung von 2015 kann im Kanal von folgendem prinzipiellen Aufbau ausgegangen werden:

- **Schllick**
Unterhalb der Kanalsohle stehen ca. 2,7 m bis 5,3 m (i. M. ca. 3,6 m) dicke aufgefüllte Schllickschichten an, die vereinzelt aufgefüllten Klei enthalten können. Der Schllick setzt sich aus feinsandigem Schluff mit geringen Tonanteilen in breiiger bis weicher Konsistenz zusammen.
- **Aufgefüllter Klei**
In der aufgefüllten Schllickschicht wurden aufgefüllter Klei mit Schichtdicken zwischen ca. 0,2 m bis 1,2 m gefunden. Der aufgefüllte Klei setzt sich aus sandigem Schluff mit unterschiedlichen Ton- und teilweise Kiesanteilen zusammen (Konsistenz hauptsächlich weich, untergeordnet breiig bis weich und weich bis steif).
- **Gewachsener Klei**
Unterhalb des aufgefüllten Schllicks wurden ca. 0,8 m bzw. 1,1 m dicke gewachsene Kleischichten erbohrt. Der Klei setzt sich aus einem tonigen Schluff mit unterschiedlichen Feinsandanteilen zusammen (Konsistenz weich bis weich bis steif).
- **Gewachsene Sande**
Unterhalb des Schllicks bzw. des Kleis stehen die gewachsenen Mittel- bis Feinsande mit schwachem Grobsand- und Feinkiesanteil an. In den oberen 2 m unterhalb der Weichschichten enthalten die Sande vereinzelt Torfbänder (zwischen 5 cm und 10 cm mächtig).

Der Stabilisierungsbereich im ÄVK lässt sich hinsichtlich der undränierten Scherfestigkeit der Weichschichten laut der Bau- und Gründungsbeurteilung von 2015 in drei Bemessungsprofilbereiche (BP) gliedern. Im östlichsten Bemessungsprofilbereich BP1 beläuft sich die undränierte Scherfestigkeit auf einen Bemessungswert von $c_u = 0,4$ und steigt im westlichen Profilbereich (BP3) auf den maximalen Bemessungswert von $c_u = 2,50 \text{ kN/m}^2$ an. Die Festigkeit steigt im gesamten Stabilisierungsbereich mit zunehmender Tiefe der Weichschicht.

Der 1967 bis 1971 verfüllte Kanalabschnitt, der die heutige Ostseite und Ostböschung des ÄVK darstellt, baut sich bis in eine Tiefe von etwa $-5,0 \text{ m}$ als etwa $11,0 \text{ m}$ mächtige Auffüllung auf. Der Baugrund der Auffüllung besteht aus sandigen und schluffigen Bodenfraktionen mit Ton- und Kiesanteil sowie mit Ziegelresten, Bauschutt und Schlacke. Unterhalb der Auffüllung stehen gewachsene Mittel- bis Feinsande mit schwachem Kiesanteil an. Boden- und Wasserkontamination

Nach der Schadstoffanalytik aus dem Jahr 2008 ergeben sich die maximalen Schadstoffe gemäß Tabelle 2-1 für die Weichschichten im ÄVK.

Tabelle 2-1: Übersicht der Maximalgehalte der Schadstoffe im Boden

	Einheit	Z2 nach LAGA	Max. vorh. Gehalte [fett = > LAGA Z2]
1	2	3	4
Feststoff			
Blei	mg/kg	700	1.850
Cadmium (bioverfügbar, in From atembarer Stäube/Aerosole)	mg/kg	10	17,7
Quecksilber	mg/kg	5	14
Zink	mg/kg	1.500	2.620
Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)	mg/kg	1.000	23.000
Leitkomponente: KW-Gemisch-C7-C8-Arom-aten			
Summe BTXE	mg/kg	1	11
Benzol	mg/kg		
PCB (42% Chlor)	mg/kg	0,5	1,32
PAK ₁₆ (EPA)	mg/kg	30	3.870
Naphthalin (Leitsubstanz)			
Tetrabutyl-zinn (n-Butyl-Zinnverbindungen)	µg/kg	-	560
Hexachlor-benzol (Chlorbenzol)	µg/kg	-	130
Phenolindex (Phenol)	mg/l	0,1	2,3

Die aktuelle Schadstoffanalyse im Feststoff und im Eluat der vier Bodenproben der Ostböschung belegen eine Schadstoffbelastung des Bodens. Die Gehalte an fast allen Parametern im Feststoff und Eluat liegen unterhalb der Zuordnungswerte Z2 nach LAGA. Ausnahme bilden die festgestellten Gehalte an Summe

PAK (16 Einzelstoffe nach EPA) und Benzo(a)pyren in zwei untersuchten Bodenproben, die deutlich oberhalb der jeweiligen Zuordnungswerte Z2 nach LAGA liegen.

Die gemessenen Schadstoffgehalte des Polderwassers basieren auf einer Wasseranalytik aus dem Jahr 2018. Die Belastung von dem Polderwasser und der Umgang mit dem belasteten Polder- und dem bauzeitlich anfallenden Kanalwasser kann Kapitel 3.5 entnommen werden.

3. Darstellung der Baumaßnahme

Die Baumaßnahme soll die folgenden wesentlichen Arbeitsschritte umfassen:

3.1 Baustelleneinrichtung und vorbereitende Arbeiten

Für die Baumaßnahme ist eine Baustelleneinrichtungsfläche von 500 m² vorgesehen, die mit Baubüros für den AN und AG/ÖBÜ sowie einer Toilettenkabine ausgestattet werden soll. Neben der Baustelleneinrichtungsfläche sollen im Baufeld weitere Flächen als Lagerflächen für Material und Geräte bereitgestellt werden.

Das Baufeld soll im ersten Arbeitsschritt für die Baumaßnahme vorbereitet werden, indem es mit einem Bauzaun eingefasst wird. Weiterhin sollen eine Baustraße hergestellt und alle notwendigen Sicherungsmaßnahmen wie Beleuchtung etc. eingerichtet werden.

Vorbereitend für die Massenstabilisierungsarbeiten sollen darüber hinaus Rödungsarbeiten durchgeführt werden, die eine Zugänglichkeit zu den Messpunkten an der Nordseite und Südseite des Kanals schaffen.

3.2 Bombenblindgängerverdachtsflächen

Auf den ausgewiesenen Bombenblindgängerverdachtsflächen im Osten und Süden landseitig des Stabilisierungsbereichs, die nicht ehemalige Wasserflächen sind, soll ein 1,0 m mächtiges Planum aus Sand-BMG-Material hergestellt werden. Bei einer Überdeckung von 1,0 m oberhalb der GOK ohne Eingriffe in den Baugrund muss ein ordnungsgemäßer Umgang mit dem Kampfmittelverdacht gewährleistet sein.

Im Bereich von Flächen mit allgemeinem Bombenblindgängerverdacht durch verfüllte Wasserflächen bedarf es keiner weiteren Maßnahmen. Die Auffüllungen gehen in diesem Bereich bis in eine Tiefe von etwa -5,0 m NN, so dass selbst nach Bodenaushub an der Ostböschung eine ausreichend hohe Überdeckung über dem Bombenhorizont vorhanden sein wird.

Im Bereich von Bombenblindgängerverdachtsflächen innerhalb des Stabilisierungsbereiches ist eine baubegleitende Kampfmittelsondierung und -freigabe vorgesehen, die vom AG bestellt wird. Die Kampfmittelarbeiten müssen in den

Bauablauf der Stabilisierung integriert werden. Vor den Kampfmittelsondierungen und der Kampfmittelfreigabe muss ein Sicherheitsabstand von mind. 3,5 m zu den Verdachtsflächen (s. Abbildung 1-2) bei den Bauarbeiten eingehalten werden.

3.3 Arbeits- und Gesundheitsschutz

Auf Grund der kontaminierten Böden an der Ostböschung und der Weichschichten im Kanal werden Maßnahmen zur Sicherung und Gewährleistung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes erforderlich sein. Eigens für den Arbeits- und Gesundheitsschutz besteht ein Arbeits- und Sicherheitsplan, der die Gefährdungssituation beschreibt und technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen regelt. Der Arbeits- und Sicherheitsplan wird vom AG erstellt und überwacht.

Es soll ein Schwarz-Weiß-Zonierung eingerichtet werden, die sowohl eine Personenschleuse als auch einen Waschplatz für Baugeräte beinhaltet, um ein Verschleppen von kontaminierten Böden oder Wässern aus dem Schwarz-Bereich heraus zu vermeiden. Bei allen Bauarbeiten im Schwarz-Bereich, d.h. bei allen Arbeiten im Stabilisierungsbereich und bei den Erdarbeiten, die in den Boden der Ostböschung eingreifen, ist das Tragen einer persönlichen Schutzausrüstung erforderlich. Das Baustellenpersonal soll darüber hinaus in allgemeine und besondere Verhaltensregeln unterwiesen werden und soll vor Baubeginn eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung besuchen.

3.4 Bodenaushub der Ostböschung und Herstellung eines Rampenbauwerks und einer ersten Arbeitsplattform

Für den Zugang zu dem Stabilisierungsbereich soll eine Rampe und eine erste Arbeitsebene in der vorhandenen Ostböschung hergestellt werden. Der anstehende Boden soll dafür ausgehoben und abgetragen werden. An der Ostböschung stehen vornehmlich Sande an, wobei von einem Antreffen anderer Bodenarten und von Bauschutt und Ziegelresten ausgegangen werden kann.

Für die Herstellung des Bauwerks wird es zunächst erforderlich sein, die Bentonit-Dichtungsmatte von der Ostböschung zu entfernen und zu entsorgen. Bei den anschließenden Erdarbeiten wird sich der Bodenaushub auf etwa 1.500 m³ belaufen. Nach derzeitigem Stand der Planung soll das Aushubmaterial auf dem Baufeld auf einem Vlies gelagert werden. Das Vlies soll ebenso wie eine Abdeckung des Aushubmaterials gegen Wind und Witterung schützen.

Auf die hergestellte Rampe und erste Arbeitsplattform sollen Baggermatratzen kreuzweise verlegt werden.

3.5 Wasserhaltung und Wasseraufbereitung

Der vorhandene Wasserspiegel im Stabilisierungsbereich soll für die Baumaßnahme auf NHN +0,5 m abgesenkt werden. Die verbleibende Wasserschicht (0,5 m) soll der Geruchsminderung dienen.

Das initial abzusenkende und abzuleitende Polderwasservolumen beläuft sich auf etwa 8.000 m³ bzw. kontinuierlich ca. 20 bis 30 m³/h über 2 Wochen.

Während des Baubetriebs/der Massenstabilisierung ist eine Wassermenge von bis zu 10 m³/h sicher abzuleiten.

Die Einleitung kann voraussichtlich entweder in den benachbarten Reiherstieg oder in das nächstgelegene öffentliche Siel erfolgen. Der AN hat zu beiden Vorflutmöglichkeiten Rohrleitungen zu errichten und vorzuhalten. Für beide Vorfluter werden derzeit Einleitgenehmigungen beantragt.

Auf Grund der Schadstoffbelastung ist zumindest das baubegleitend anfallende Wasser vor der Einleitung voraussichtlich einer vom AN zu konzipierenden und zu dimensionierenden Wasseraufbereitung und -reinigung zu unterziehen.

- Im örtlich anstehenden, zuerst abzupumpenden Polderwasser ist eine PAK-Belastung oberhalb der Einleitgrenzwerte für den Reiherstieg festgestellt worden; ob dieses Wasser ohne weitere Reinigung in das öffentliche Schmutzwassersiel eingeleitet werden kann, wird derzeit geklärt.
- Die Schadstoffbelastung des während des Baubetriebs/der Massenstabilisierung abzuschöpfenden Wassers kann derzeit nicht verlässlich abgeschätzt werden. Es ist aber davon auszugehen, dass aufgrund der durch die Stabilisierung erfolgenden Durchmischung der im Kanal vorhandenen Sedimente ein erhöhter Anteil organischer Schadstoffe (PAK, MKW, BTEX), erhöhte Schwermetallgehalte sowie (aufgrund der Zementzugabe bei der Massenstabilisierung) auch erhöhte pH-Werte >> 7 im abzuschöpfenden Rohwasser auftreten.

Die Wasseraufbereitungsanlage soll mindestens aus mehreren Pufferbehältern, Einheiten zur Eisen- und Schwermetallfällung sowie zur pH-Wertanpassung, zwei parallel geschalteten Sandfiltern sowie zwei in Reihe geschalteten Aktivkohlefiltern und den zugehörigen Druckerhöhungsanlagen bestehen.

Der AN entscheidet baubegleitend unter Berücksichtigung der baubegleitenden Schadstoffanalysen, der abzuleitenden Wassermengen und der dann vorliegenden Einleitbedingungen sowie nach Abstimmung mit dem AG, welcher der drei in Frage kommenden Vorfluter jeweils für die Einleitung des Wassers gewählt wird.

Der AN hat ein engmaschiges baubegleitendes Monitoring der Wasserreinigung (Rohwasser, Zulauf AK-Filter, Ablauf der Wasserreinigungsanlage) durchzuführen. Ebenso ist durch den AN eine Fernüberwachung der Wasserreinigungsanlage einzurichten sowie vorzuhalten und zu betreiben.

3.6 Massenstabilisierung der Weichschichten im Kanal

3.6.1 Beschreibung der Massenstabilisierungsmethode

Die Massenstabilisierungsmethode wurde zu Beginn der 90er Jahre in Finnland entwickelt. In Deutschland kommt die Massenstabilisierungsmethode im Hamburger Hafen im östlichen Teilabschnitt des Äußeren Veringkanals zur ersten Anwendung. Während der Massenstabilisierungsarbeiten kann davon ausgegangen werden, dass ein Teil der extrem hohen Kontamination in den Weichschichten in das darüberliegende Kanalwasser und die Luft entweicht. Um die

Massenstabilisierungsmethode anwenden zu können, sind daher emissionsmindernde Maßnahmen hinsichtlich der Luftschadstoff- und Geruchsemission durchzuführen.

Abbildung 3-1 zeigt eine Prinzipskizze der Massenstabilisierungsmethode mit Gerätetechnik. Zum Einsatz kommt ein handelsüblicher Hydraulik-/ Tieflöffel-Raupenbagger. Anstelle des Greifers wird eine spezielle hydraulische Mischeinheit mittels Befestigungsbolzens oder durch eine Schnellwechsler-Adapterplatte angebracht. Mit Hilfe eines ferngesteuerten Silofahrzeuges (Feeder) mit eigenem Kettenantrieb wird unter Verwendung von Druckluft (ca. 5 bar) das Bindemittel direkt durch die Mitte der zwei Mischtrommeln der hydraulischen Mischeinheit dem zu stabilisierenden Boden zugeführt. Mittels der Mischeinheit wird das standortspezifische Bindemittel durch Druckluft zwischen den im Boden rotierenden Trommeln in den Boden eingedüst.

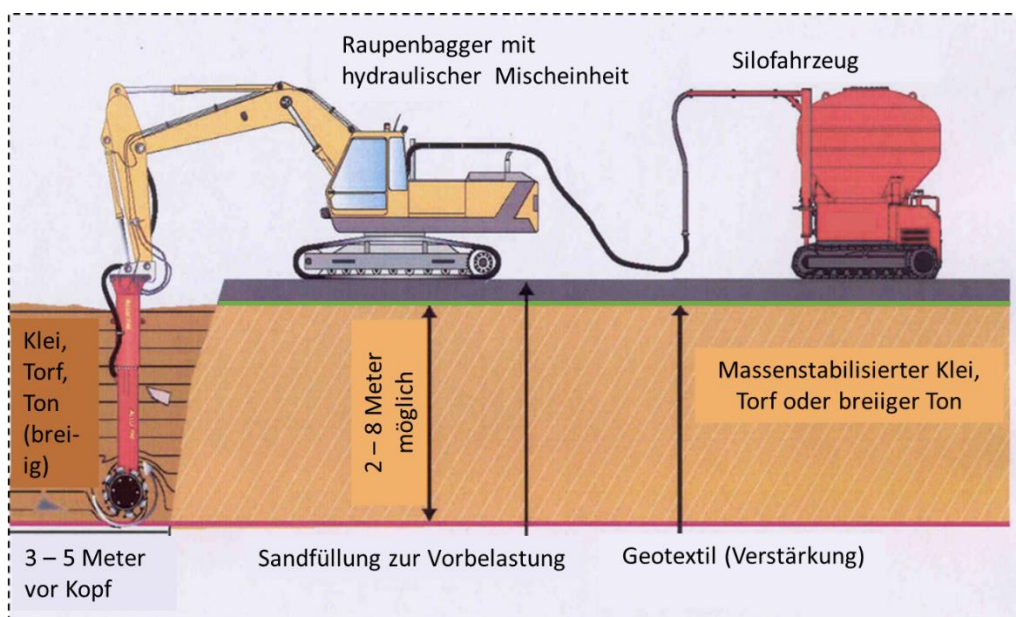


Abbildung 3-1: Allgemeines Schema der Massenstabilisierungsmethode

Der Stabilisierungsbereich im östlichen Teilabschnitt des ÄVK wird für die Massenstabilisierung in Blöcke mit einer Fläche von 4x5 m und einer Tiefe entsprechend des Weichschichthorizontes an der Stelle unterteilt, die einzeln stabilisiert werden sollen.

Nach Herstellung eines stabilisierten Blockes wird darauf eine Arbeitsebene hergestellt, die aus einem Geotextil und einer Sandschüttung besteht. Der Hydraulik-/ Tieflöffel-Raupenbagger kann somit von der mit zunehmender Bauzeit wachsenden Arbeitsplattform aus die kontaminierten Weichschichten vor Kopf fortlaufend stabilisieren.

3.6.2 Anforderung an die Gerätetechnik und Bindemittelrezeptur

Für die Stabilisierung der Weichschichten im ÄVK muss die Gerätetechnik für Tiefen von bis zu 5 m unter Gerätestandortausgelegt sein. Das Silofahrzeug kann mit Tanks unterschiedlicher Größe (1 bis 10 m³) ausgerüstet werden. Die

Gerätetechnik muss Arbeitsleistungen von mindestens 50 m³ bis maximal 200 m³ stabilisiertem Boden pro Stunde pro Einheit erbringen.

Die Bindemittelleistung soll bis zu fünf (5) kg/sec betragen. Die Gerätetechnik soll ein prüfbares Kontroll- und Steuerungssystem beinhalten, mit dem die Menge des Bindemittels mit einer Genauigkeit von 0,1 kg/sec gesteuert werden kann und über eine Aufzeichnungsfunktion der Daten verfügt. Ziel ist eine gleichmäßige Verteilung der Bindemittelmenge je Zelle und Block über die Tiefe der Bodensäule. Die Bedienung soll über ein Kontrollpanel in der Baggerkabine durch den Baggerführer erfolgen. Das Kontrollsystem soll weiterhin mit einem 3D-Positionierungssystem (+/-2 cm in der horizontalen) für die Positionserfassung des Mischkopfes ausgestattet werden. Das System misst, kontrolliert und protokolliert die Daten während der Stabilisierungsarbeiten.

Im Labor wurde eine eigens für den Baugrund im ÄVK optimierte Bindemittelrezeptur entwickelt. Als Bindemittel soll ein Portlandkomponentzement CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N in einer Menge von 150 kg/m³ bis 200 kg/m³ zu stabilisieren den Boden verwendet werden.

3.7 Bauablauf der Massenstabilisierung

Von der hergestellten ersten Arbeitsebene in der Ostböschung sollen die Stabilisierungsarbeiten im Südwesten der Fläche beginnen. Der Arbeitsfortschritt geschieht generell schrittweise in Richtung Westen parallel zur Spundwand in der Ostböschung und streifenweise in 8-mal 5x4 m Blöcken von Südwest nach Nordost. Die Randstreifen entlang der südl. Uferbefestigung und der Nordwand werden zunächst wegen der Standsicherheit der Bauwerke ausgespart und anschließend im Pilgerschrittverfahren stabilisiert.

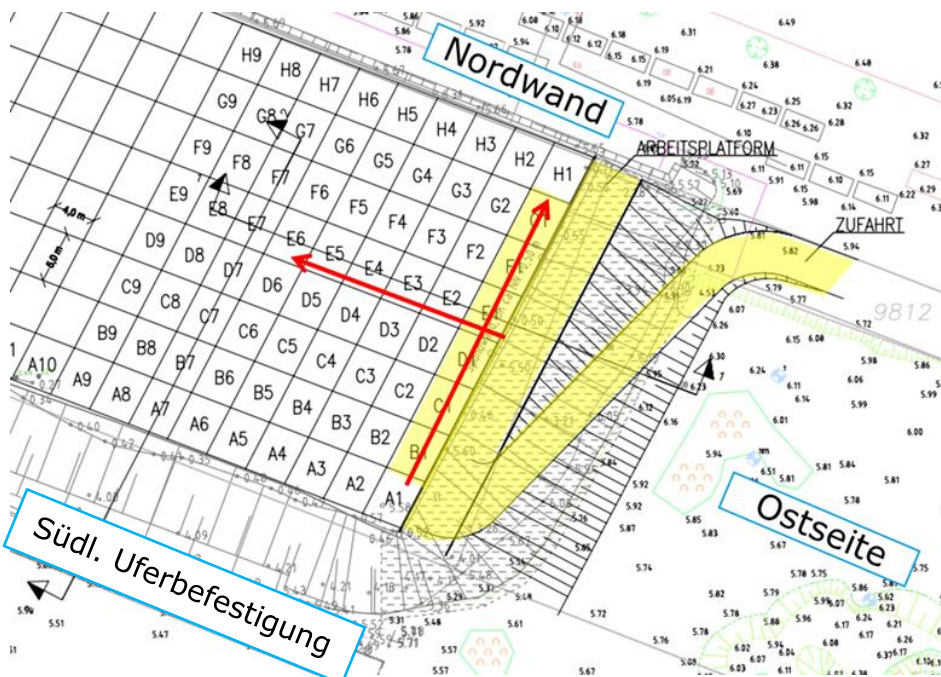


Abbildung 3-2: Blockeinteilung und Fortschrittsrichtung der Massenstabilisierung

Der Stabilisierungsbereich wird in drei Bereiche unterteilt, die an die Bemessungsprofilbereiche angelehnt sind und nacheinander fertiggestellt werden sollen. Im ersten Stabilisierungsprofilbereich SB1 sollen Arbeitsleistungen von bis zu 50 m³ stabilisierten Boden pro Stunde, in den Stabilisierungsprofilbereichen SB2 und SB3 Arbeitsleistungen von 50 bis 200 m³ stabilisierten Boden pro Stunde erzielt werden.

In den Baustreifen, die an die Bestandsbauwerke angrenzen, sollen die Stabilisierungsarbeiten wegen vorhandener Bauteile, die teilweise in den Kanal ragen mit erhöhter Vorsicht und Sorgfalt durchgeführt werden.

Während das Massenstabilisierungsgerät im Stabilisierungsbereich operieren wird, soll das Silofahrzeug auf der Südböschung parallel zu dem Massenstabilisierungsgerät fahren. Dies hat den Vorteil, dass die Bindemittellieferung ausschließlich im Weiß-Bereich erfolgen kann.

Durch die vertikale Einbaubewegung beim Eindüsen des Bindemittels in den Boden ist davon auszugehen, dass die eingeblasene Druckluft (ca. 5 bar) teilweise in unmittelbarer Einbaunähe (Radius 1m) wieder austritt. Zur Vermeidung der räumlich starken Durchmischung des Wassers im Baubereich mit der übrigen Wasserfläche, soll eine Tauchwand verwendet werden, die um den zu stabilisierenden Block aufgebaut wird und mit jedem neu herzustellenden Block mitgeführt wird.

3.8 Kontrollprüfungen

Während der Stabilisierungsarbeiten soll die erzielte undrännierte Scherfestigkeit an ausgewählten stabilisierten Blöcken mit Feldflügelsondierungen jeweils nach 1 Tag und nach 7 Tagen kontrolliert werden. Weiterhin soll die Stabilität der Bestandsbauwerke geprüft und sichergestellt werden, indem zum einen die Kopfverformung der Nordwand und zum anderen die Verformung der Südböschung an jeweils 5 Messstellen nach Herstellung eines Baustreifens (ohne Randstreifen) untersucht wird. Als Referenzwerte sollen vor Beginn der Massenstabilisierungsarbeiten Nullmessungen durchgeführt werden.

3.9 Fortlaufende Herstellung einer neuen Arbeitsplattform

Sobald ein 5x4 m Block stabilisiert ist, soll eine neue Arbeitsplattform für den Hydraulikbagger, der zur Herstellung der nachfolgenden Baustreifen eine trockene und standsichere Arbeitsebene benötigt, hergestellt werden. Dazu werden zunächst von Ost nach West fortlaufende Geotextilbahnen von je 5,0 m Breite ohne Überlappung der Stöße zu benachbarten Bahnen auf dem stabilisierten Block verlegt. Anschließend wird zur Vorbelastung und Verbesserung des Erhärtungsprozesses eine Sandfüllung bis NHN +1,0 m aufgebracht. Das Gesamtvolumen des aufzubringenden Sandes beläuft sich auf etwa 5.755 m³. Das Einbaumaterial (< LAGA Z2) wird vom AG bereitgestellt und antransportiert.

Ebenso wie die Bindemittellieferungen, soll auch der Sandantransport ausschließlich im Weiß-Bereich erfolgen und daher auf der östlichen und südlichen Landseite des Kanals abgewickelt werden. Von einem Zwischenlagerplatz soll

ein Langarm- bzw. Teleskopbagger den Sand in den Stabilisierungsbereich hinunterheben. Dort soll er von einem Radlader an seine Einbaustelle transportiert werden.

Bei der Herstellung der Arbeitsplattform ist davon auszugehen, dass durch den Bindemittelintrag das Gelände leicht (~ 10 cm) angehoben wird. In dieser Phase erfolgt auch der größte Teil der zu erwartenden Setzungen durch die Massenstabilisierungsgeräte selbst von etwa 20 bis 30 cm.

3.10 Emissionsmindernde Maßnahmen

Durch die Massenstabilisierungsarbeiten besteht die Gefährdung eines Austretens der Schadstoffe im Boden in die Luft. Es wurde daher eine Ausbreitungsmodellierung der Luftschadstoffe am ÄVK mit dem Ergebnis durchgeführt, dass die Luftschadstoff- und Geruchsemission oberhalb vom AGW liegen können. Dieser Gefährdung soll mit den folgenden Maßnahmen begegnet werden.

Die Führerkabinen aller Baumaschinen, die im Stabilisierungsbereich im Einsatz sind, sollen als Überdruckfahrerkabine (100 bis max. 300 Pa) in Kombination mit einem Ventilator samt Regelung ausgeführt werden. Die Filterung der eingesaugten Luft kann durch eine Schutzbelüftungsanlage mit Aktivkohlefilter erfolgen. In Kombination mit einer integrierten Umluftfilterung, kann die kontaminierte Luft beim Ein- und Aussteigen schnellst möglichst gereinigt werden. Die Mindestfrischluftmenge soll $20 \text{ m}^3/\text{h}$ pro Person betragen.

Der Baggerarm soll mit einer Absaugvorrichtung versehen werden, welche die schadstoffbelastete oder geruchsintensive Luft am Baggerarm größtenteils absaugen kann. Die abgesaugte Luft kann anschließend durch eine zwischengeschaltete Abluftreinigung (mittels Aktivkohlefilter) ausgeblasen werden.

Als weitere denkbare Maßnahme zur Minimierung der Schadstoffbelastung kann eine Sprühnebelkanone eingesetzt werden. Mit Hilfe der Sprühnebelkanone kann die Ausbreitung der Schadstoffe minimiert werden.

Als ein übliches Verfahren zur Beherrschung der Schadstoffbelastung und Geruchsemission kann ein Zelt zum Einsatz kommen. Das Zelt soll den Wirkungsradius des vom AN gewählten Baggers und den Baggerarm umschließen und einhausen. Mittels einer Sauglutte und eines angeschlossenen Abluftventilators sollen die Schadstoffe und die Geruchsemission aus dem Zelt abgesaugt und gefiltert werden. Auch eine mögliche Kombination aus verschiedenen Methoden kann zur Anwendung kommen.

3.11 Immissionsmonitoring

Die Massenstabilisierung soll mit einem Immissionsmonitoring begleitet werden, welches durch den AG bestellt wird.

Mit Hilfe des Immissionsmonitoring werden die entstehenden Luftschadstoffe und die Geruchsbelastung anhand von Leitsubstanzen aufgezeichnet, digital verarbeitet und mit festgesetzten Grenzwerten verglichen. Die Überschreitung eines Grenzwertes soll eine Alarmierung bewirken, auf die hin zusätzliche immissionsmindernde Maßnahmen eingeleitet werden können.

Für die Aufzeichnung der Leitsubstanzen werden 6 Messpunkte eingerichtet und mit Sensoren ausgestattet. Weiterhin soll eine Wetterstation installiert werden, um die meteorologischen Bedingungen mit den Luftschadstoff- und der Geruchsemissionen zu verknüpfen.

Binnen der ersten Tage der Massenstabilisierungsarbeiten wird von dem vom AG beauftragen Unternehmen Feinjustierungen und -einstellungen auf die örtlichen Verhältnisse und die Stabilisierungsarbeiten vorgenommen.

Hamburg, 12. Juli 2018