Hafentechnische Gesellschaft

Tagungsband

HTG-Kongress 2015

Maritim Hotel Bremen

09. bis 11. September 2015

Böschungsinstandsetzung Bubendey-Ufer: Eine Baustelle zwischen den größten Pötten der Welt

Dipl.-Ing. Heike Emken, Fichtner Water & Wind GmbH, Hamburg
Dipl.-Ing. Jann Best, Hamburg Port Authority AöR, Hamburg
Dipl.-Ing. Dirk Lesemann, Fichtner Water & Wind GmbH, Hamburg

Das Bubendey-Ufer befindet sich im Hamburger Hafen, an der Einfahrt zum Waltershofer Hafen, welcher derzeit von den weltweit größten Containerschiffen angelaufen wird.
Aufgrund der hohen Beanspruchung der Böschung durch Wellen, Gezeiten und Strömungen wurden Auskolkungen und Verformungen infolge abgerutschter Vorschüttungen und Sedimentation festgestellt. Die Böschung des Ufers entsprach nicht mehr dem Sollprofil und musste, sowohl aus Standsicherheitsgründen als auch zur Sicherstellung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs im Zufahrtsbereich des Waltershofer Hafens, instand gesetzt werden.
Die Instandsetzung wurde in vier Abschnitte unterteilt und beinhaltete eine Räumung der Böschung von Geröll, die Instandsetzung des Böschungsdeckwerkes sowie abschließende Nassbaggerarbeiten zur Wiederherstellung des Böschungsprofils. Bei allen Arbeiten war die Standsicherheit der Böschung als integraler Bestandteil des Hochwasserschutzes eine wesentliche Randbedingung. Das Sollprofil durfte nicht unterschritten werden, was bei Wassertiefen von fast 20 m eine hohe Genauigkeit in der Ausführung erforderte.
Das Ufer wurde in zwei unterschiedlich beanspruchte Bereiche unterteilt. In dem westlichen und sehr exponierten Teil der Böschung war die Herstellung eines Deckwerks bis zum Böschungsfuß erforderlich. Im östlichen Bereich war die Deckwerkssicherung im oberen Böschungsdrittel ausreichend.
Infolge von Standsicherheitsvorschüttungen, die in der Vergangenheit aufgebracht wurden, stand insgesamt ein sehr heterogener Baugrund an. Geröll und Steinpakete unterschiedlichster Größenordnungen konnten aufgrund von Umlagerungen/Abrutschungen überall angetroffen werden.
Aufgrund der als äußerst heterogen einzustufenden Baugrundsituation war eine gesamtheitliche Planung nicht sinnvoll, sodass Aufschluss-, Planungs- und Bauausführung weitestgehend ausführungsbegleitend erfolgten.
Im Vortrag werden u.a. die hohen baubetrieblichen Anforderungen aus dem Baugrund und der Lage der Baustelle (arbeitstäglich mehrmalige Räumungen des Schifffahrtskorridors) erläutert.

1. Einleitung

Das Bubendey-Ufer befindet sich im Westen des Hamburger Hafens, im Einfahrtsbereich des Waltershofer Hafens (siehe Abb. 25).

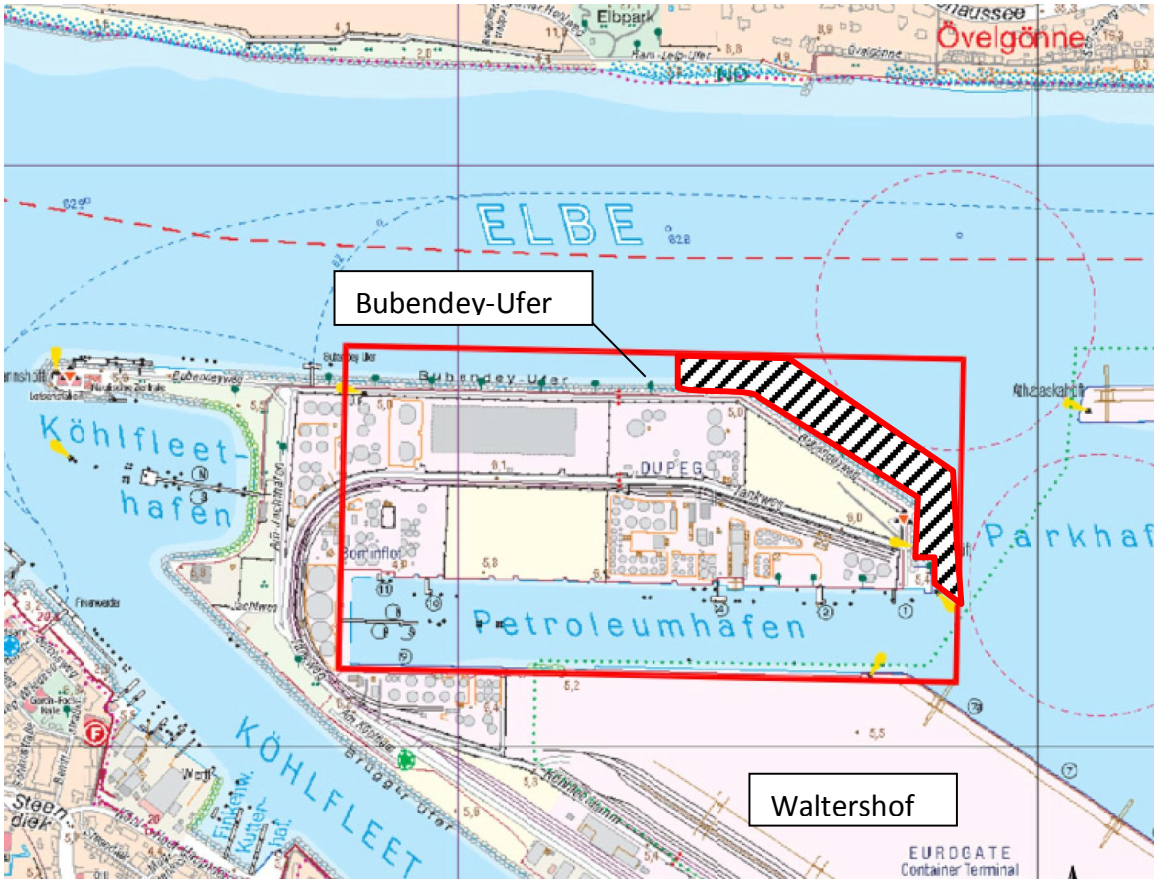

Abb. 25 Lage des Bubendey-Ufers

Der Waltershofer Hafen wird derzeit von den größten Containerschiffen der Welt angelaufen (z.B. von der CMA CGM Marco Polo und der CSCL Star Klasse), welche mithilfe von Schleppern entlang des Bubendey-Ufers in den Waltershofer Hafen hinein- und nach Be- oder Entladung wieder hinaus manövriert werden (siehe Abb. 26).

Derzeit sind im Durchschnitt etwa fünf Großschiffe täglich zum Hamburger Hafen oder von dort in Richtung Nordsee unterwegs (www.welt.de).

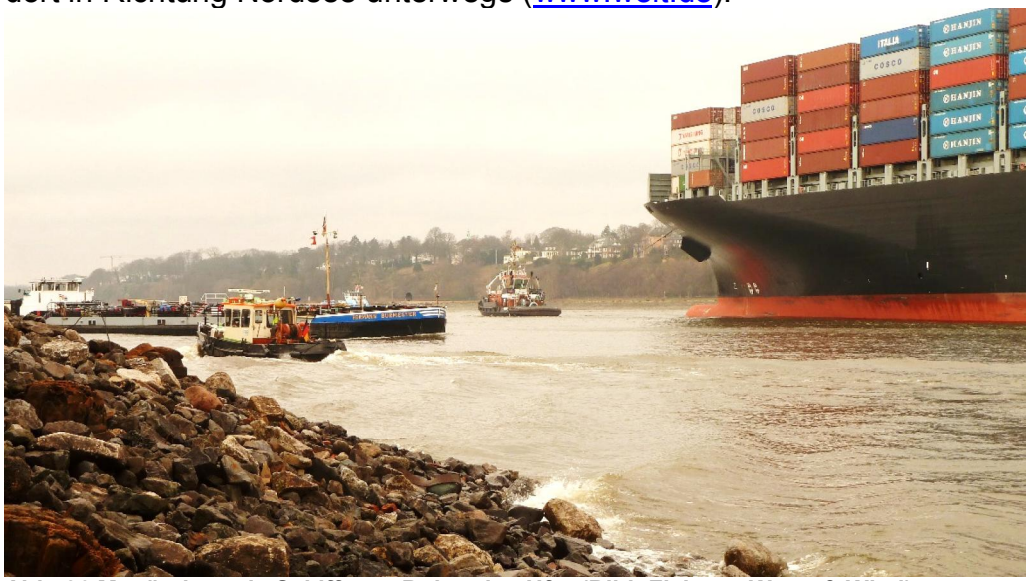

Abb. 26 Manövrierende Schiffe am Bubendey-Ufer (Bild: Fichtner Water & Wind)

Durch die starken Belastungen haben sich in der Vergangenheit in Teilbereichen der Böschung Kolke gebildet. Andere Teilbereiche des Bubendey-Ufers waren wiederum durch Sedimentation geprägt bzw. durch abgerutschte Vorschüttungen und deren Wiederherstellung deformiert.

Für die Standsicherheit der Böschung und für die Leichtigkeit und Sicherheit der Schifffahrt war es erforderlich, die gesamte Böschung instand zu setzen und eine standsichere Neigung von 1:3 herzustellen sowie diese dauerhaft zu gewährleisten.

Um eine zeitoptimierte Planung und Ausführung zu ermöglichen, waren die dafür erforderlichen Planungs- und Bauleistungen in vier Abschnitte unterteilt. Ziel war es die Prozesse Planung, Baugrunderkundung und Ausführung so zu konzentrieren, dass der Informationsgewinn direkt in die Planung der nachfolgenden Vergaben implementiert werden kann. Standsicherheitsuntersuchungen und Böschungsdimensionierungen konnten so auf Basis der Erkenntnisse, die aus den laufenden Arbeiten gewonnen wurden, für den jeweils folgenden Abschnitt durchgeführt und optimiert werden. Fehler und Risiken, die z.B. durch ungenügende Baugrundinformationen oder nicht ausreichend definierbare Leistungsbestandteile entstehen können, sollten so auf ein Minimum reduziert werden.

Für die Maßnahmen war es von Bedeutung, dass sich die ausführenden Baufirmen bereits vor Auftragsvergabe eingehend mit den bauvertraglich beschriebenen standortspezifischen Herausforderungen auseinandersetzen und darüber funktionierende Lösungsansätze bzw. technische Konzepte für die Ausführung entwickeln konnten. Aus diesem Grund wurden in den Vergabeverfahren die technischen Konzepte anhand von Bewertungskriterien berücksichtigt und besonders bewertet.

In den folgenden Kapiteln werden die Besonderheiten zur Planung und zum Einbau des Deckwerks (Abschnitt 1 und 2) sowie die der Nassbaggerarbeiten (Abschnitt 3) erläutert. Die Geröllräumung erfolgte weitestgehend parallel zum Abschnitt 1 und ist daher auch unter diesem Abschnitt aufgeführt.

2. Böschungsinstandsetzung Abschnitt 1

Der erste Abschnitt der Böschungsinstandsetzung beinhaltete die Instandsetzung des östlichen Bereiches des Bubendey-Ufer (siehe Abb. 27). Hier wurde eine Böschungssicherung in Anlehnung an das Hamburger Regelprofil, bis auf NN -5,00 m, hergestellt (Abb. 28).

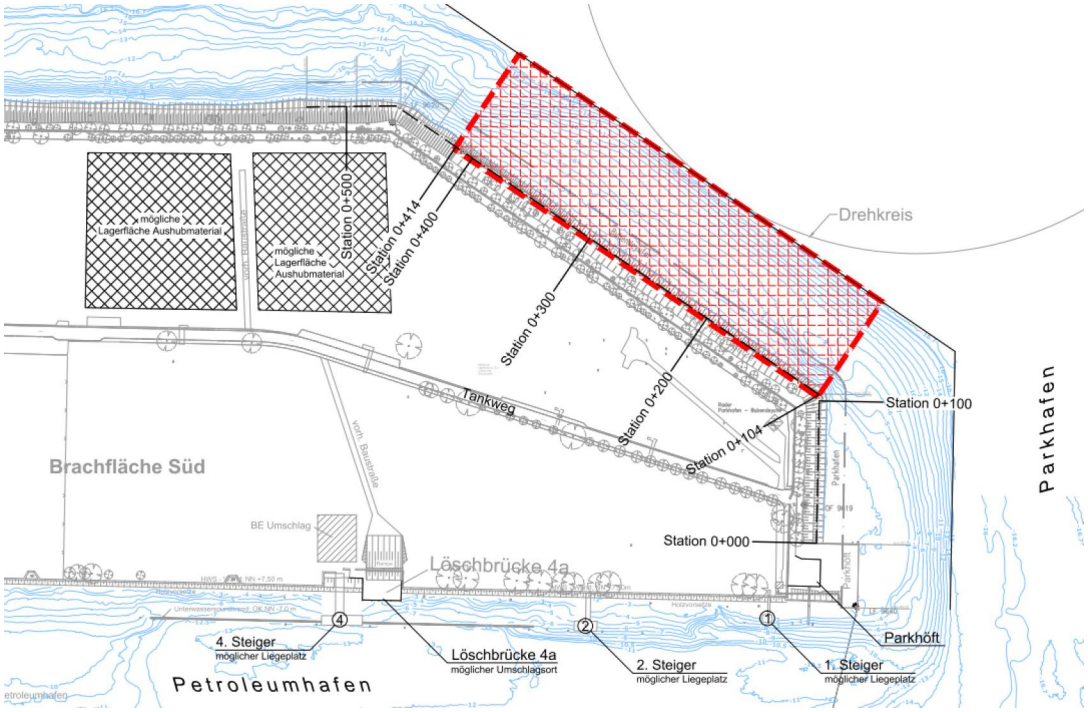

Abb. 27 Abschnitt 1 der Böschungsinstandsetzung

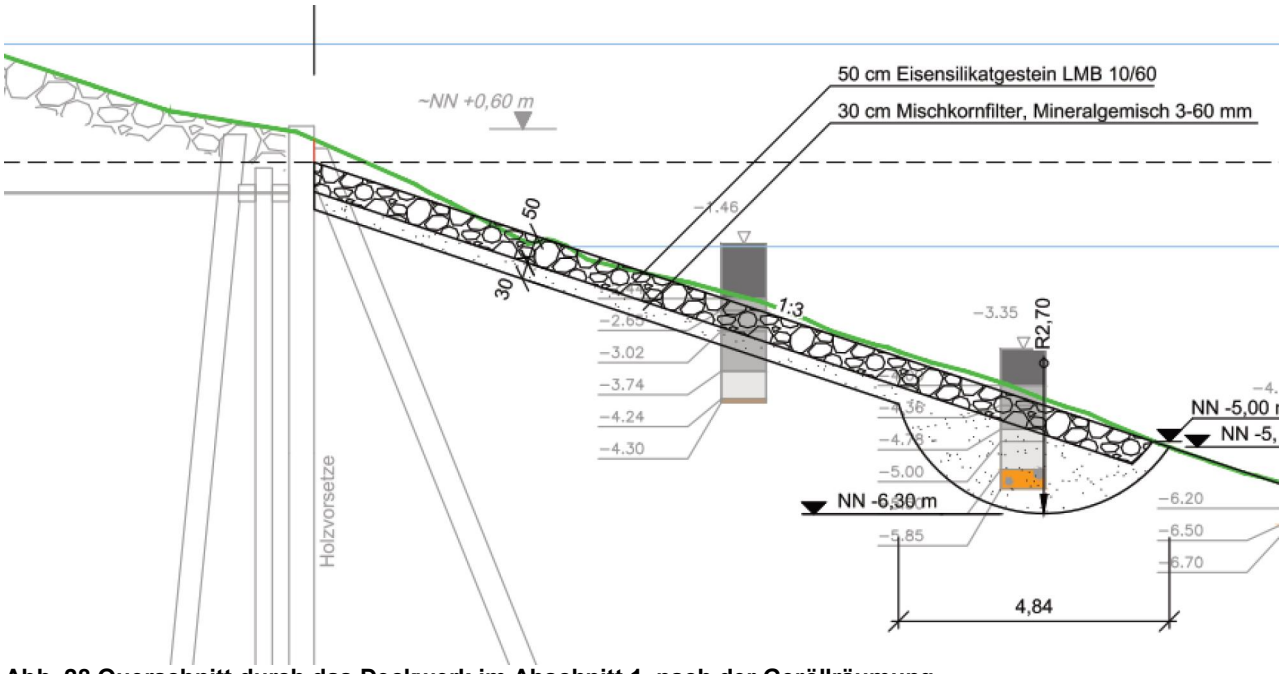

Abb. 28 Querschnitt durch das Deckwerk im Abschnitt 1, nach der Geröllräumung

Das gewählte Realisierungskonzept verlangte neben der Ausführung der Geröllräumung und dem Deckwerksbau, zeitgleich die Durchführung von Baugrundaufschlussarbeiten mittels Schürfe.

Klassische Aufschlussbohrungen erwiesen sich bereits im Vorfeld als unzweckmäßig, da teilweise mehrere Meter mächtige Steinlagen vorgefunden wurden. Bohrungen mussten

abgebrochen werden oder waren gänzlich nicht ausführbar. Die wenigen erfolgreichen Aufschlüsse und Ergebnisse waren aus diesem Grund kritisch zu bewerten.
Erst durch die baubegleitenden Baugrundaufschlüsse mit schwerem Wasserbaugerät konnten die Baugrundberichte für die jeweils nächsten Planungsschritte erstellt bzw. fortgeschrieben werden. Hierdurch war es überhaupt erst möglich sinnvolle Standsicherheits- und Böschungsdimensionierungen durchzuführen.

Ferner konnten durch die enge Zusammenarbeit von Geotechnikern, Planern, Bauüberwachung und Bauoberleitung, bauablauf- und vertragstechnische Optimierungen in die jeweils nachfolgenden Ausschreibungen implementiert werden. Durch dieses Vorgehen war jede Vergabe eine vorbereitende Maßnahme für den nachfolgenden Bauvertrag. Die Leistungen konnten hierdurch immer detaillierter beschrieben werden, was zum einen die Qualität und zum anderen die Kosten-, Termin- und Ausführungssicherheit erhöhte.

Die Grundlage für den stufenweisen Ablauf bildete die Geröllräumung. Mit der Geröllräumung wurden die Folgeleistungen (Abschnitt 1, Abschnitt 2, Nassbaggerarbeiten) erst planerisch sicher definierbar. Um eine reibungslose Ausführung sicherzustellen, erforderte dieses Vorgehen einen hohen Koordinationsaufwand bei der Planung und Projektleitung sowie ausgefeilte Ausführungskonzepte auf Seiten der ausführenden Firmen.

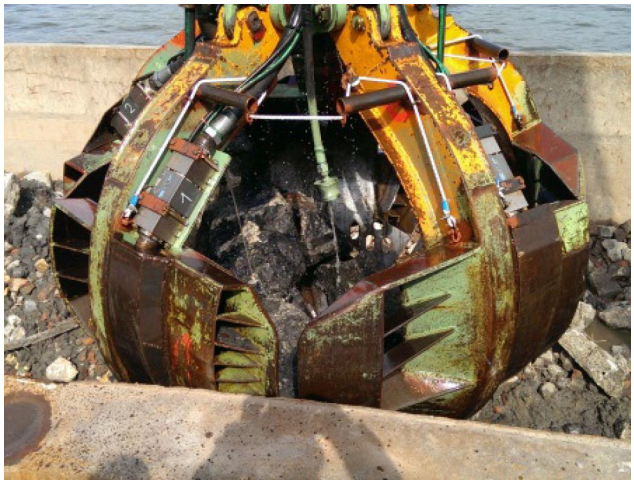

Abb. 29 Modifizierter Geröllgreifer (Fa. Weseloh) und „Fundstücke“ im Vorschüttungskörper (Bilder: HPA)

Neben den vielen erforderlichen, zeitgleichen Arbeiten waren die Arbeiten ohne Beeinträchtigung des laufenden Schiffsverkehrs durchzuführen. Dies bedingte bei der Bauausführung eine enge Abstimmung mit der nautischen Zentrale und den zuständigen Lotsen, die im Hamburger Hafen darüber entscheiden, ob sich Geräteeinheiten im Zufahrtsbereich zum Waltershofer Hafen aufhalten dürfen, sich in Ufernähe verholen oder ob sie vollständig in den naheliegenden Petroleumhafen verholt werden müssen.

Den Nautischen Anordnungen ist immer Folge zu leisten, was neben der engen Zusammenarbeit mit dem Oberhafenamt besondere bauvertragliche Anforderungen mit sich brachte, da Anordnungen in der tatsächlich auftretenden Art und Häufigkeit in Bezug auf „Zwangspausen“ nicht vorhersehbar und damit auch nicht detailliert beschreibbar waren. In den Ausschreibungsunterlagen wurden die Arten des Verholens und des „Pausierens“ eindeutig voneinander abgegrenzt. Von Vergabe zu Vergabe konnten

schließlich noch die Kenntnisse aus der Bauüberwachung und der Bauoberleitung in die Leistungsbeschreibung aufgenommen werden, wodurch auch diese planmäßigen Unterbrechungen sicher und detailliert definiert und beschrieben werden konnten.

Im Rahmen der Herstellung des Abschnitts 1 wurden ergänzend zu den Baugrundaufschlüssen ein Testfeld für die Untersuchung des Einflusses von schraubenstrahlinduzierten Belastungen auf Böschungen eingerichtet und umfangreiche physikalische und numerische Untersuchungen durchgeführt. Die Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen flossen unmittelbar in die Planung und Dimensionierung der tiefliegenden Deckwerke in Abschnitt 2 ein.

Abb. 30 Versuchsaufbau für die physikalischen Untersuchungen (DHI, Fichtner Water & Wind)

3. Böschungsinstandsetzung Abschnitt 2

Im zweiten Abschnitt wurde die Böschung im westlichen Bereich des Bubendey-Ufers instand gesetzt (siehe Abb. 31). Infolge der starken Belastungen war dieser Teil der Böschung besonders von tiefliegenden und ausgeprägten Kolken betroffen. Dies machte die Herstellung eines Deckwerks bis auf die Solltiefe von NN -16,70 m erforderlich.

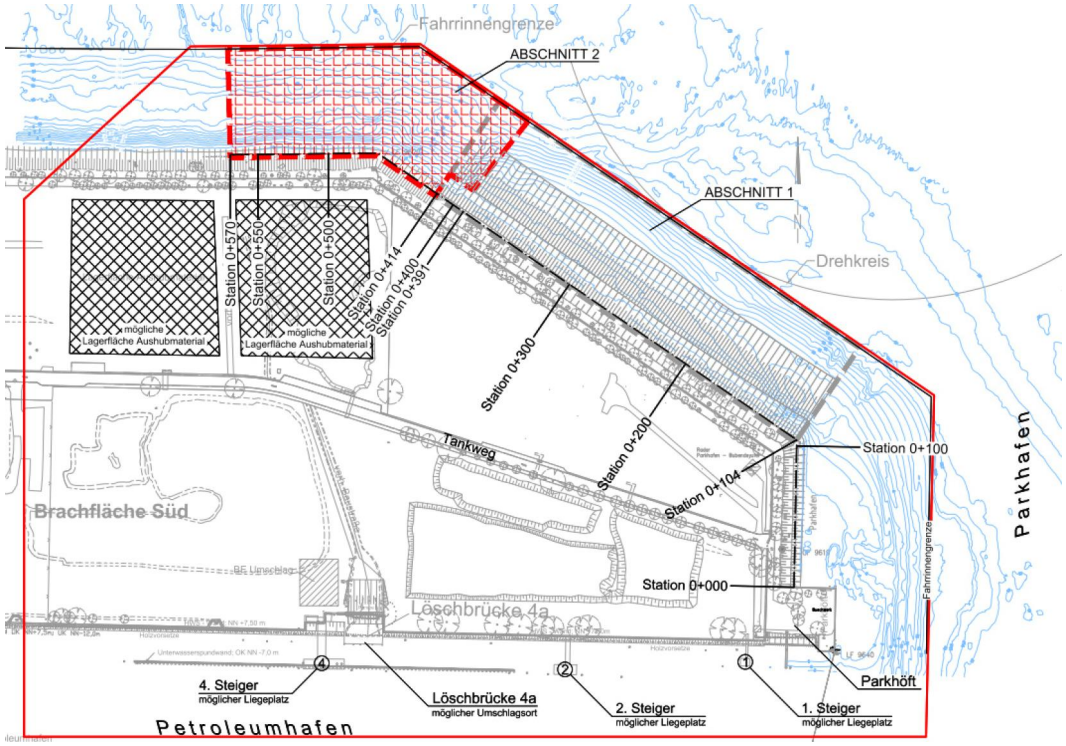

Abb. 31 Abschnitt 2 der Böschungsinstandsetzung

Zusätzlich zu den Randbedingungen, die bereits für den ersten Abschnitt galten (siehe oben), stellte die Herstellung des Deckwerks bis auf Sohlniveau alle Beteiligten vor besondere Herausforderungen. Insbesondere die am Bubendey-Ufer vorherrschenden hohen Strömungsgeschwindigkeiten aus Tide sowie die Wellenbelastung aus Schiffsverkehr und Wind machten im Zusammenhang mit den Standsicherheitsproblemen der Vorschüttungsgeometrie und den unvorhersehbaren Unterbrechungen infolge von Schiffsverkehr einen Routinedeckwerksbau unmöglich.

Bei diesen Strömungsgeschwindigkeiten kann innerhalb kurzer Zeit das vergleichsweise feinkörnige Filtermaterial ausgewaschen oder durch Wellenschlag erodiert werden, was die Funktionalität des Filters und damit des Deckwerks zerstört.

In der Umsetzung wurde aus diesem Grund in sehr kleinräumigen Abschnitten gearbeitet. Dafür wurde vom Bauunternehmer der gesamte Einbaubereich in rechteck- und wabenförmige Flächen von weniger als 2,5 m² Größe eingeteilt. Diese waren als Absetzpunkte für den Greifer gedacht, um einen gleichmäßigen Einbau mit nur einer Schaufel innerhalb der Toleranzen zu gewährleisten (siehe Abb. 32). Für die Einhaltung der Absetzpunkte bedurfte es aufgrund der Strömungsgeschwindigkeiten eines sehr erfahrenen Baggerfahrers. Während der Ausführung wurden Auslenkungen des Auslegers von bis zu 8 m festgestellt.

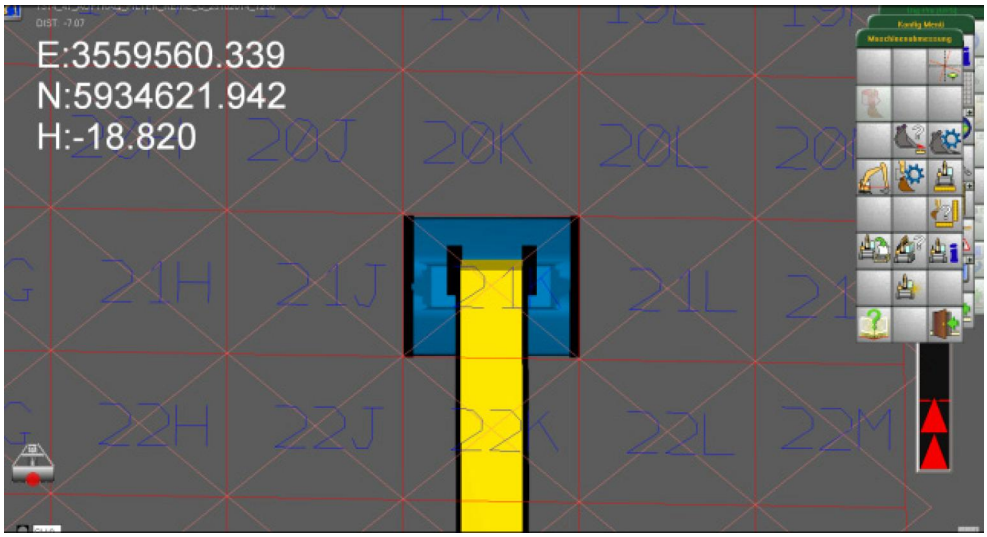

Abb. 32 Darstellung der Absetzpunkte auf dem Bildschirm des Baggerfahrers (Bild: HPA)

Um gleichzeitig eine funktionierende Abrechnungsbasis zu schaffen, waren „Baggerabtastungen“ des eingebauten Filtermaterials erforderlich, die innerhalb kurzer Zeit geprüft und abgenommen werden mussten. Ein Aufmaß mithilfe von Peilungen (und Abnahme durch den AG) war aufgrund der hohen erosiven Kräfte und dem Lageverlust des Filtermaterials nicht durchführbar. Die fertiggestellte Filterschicht musste daher in kürzester Zeit (teilweise 24h-Betrieb) zumindest wieder „angedeckt“ werden, damit sie erhalten blieb.

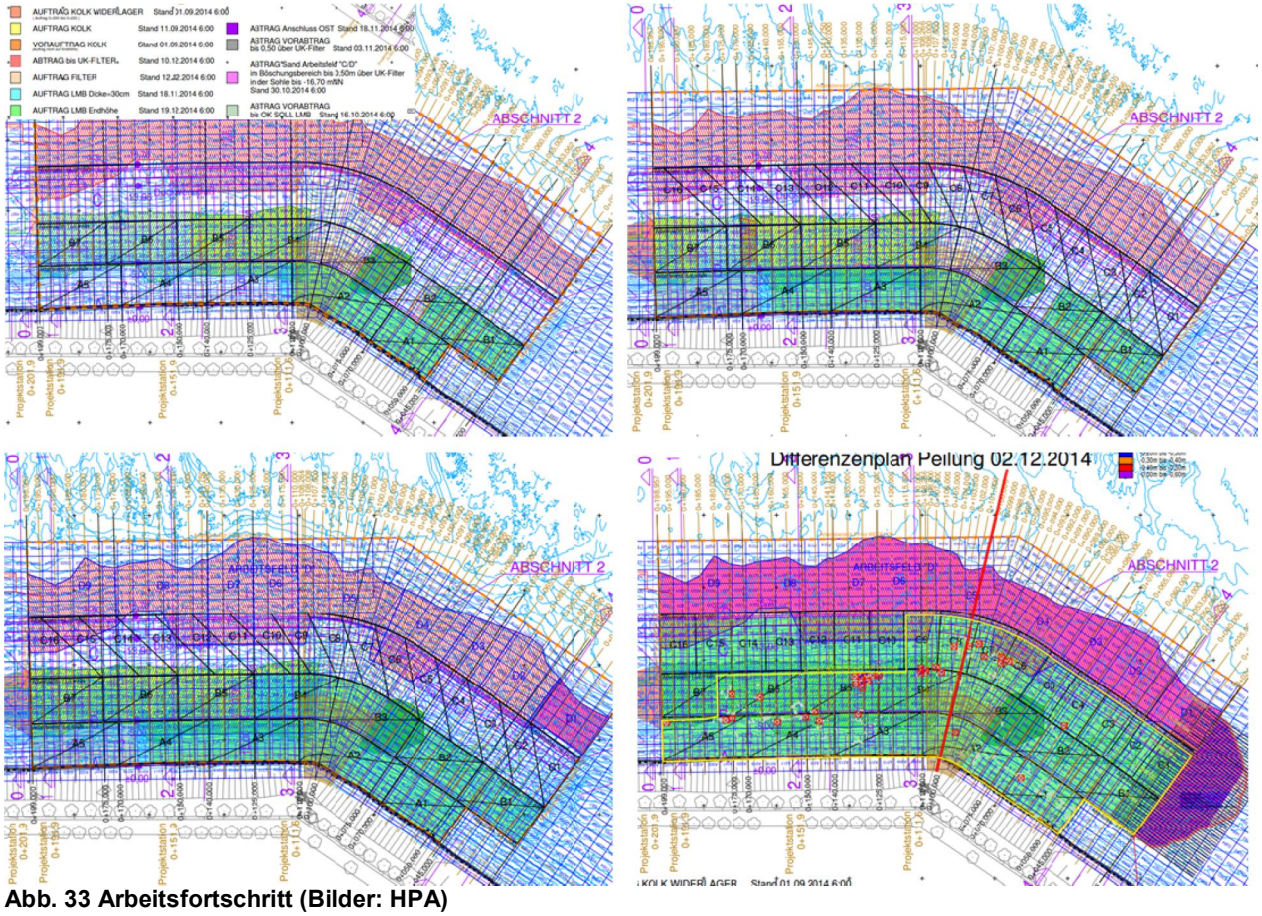

Abb. 33 Arbeitsfortschritt (Bilder: HPA)

Der Aufbau des Deckwerks erfolgte grundsätzlich abschnittsweise von unten nach oben. Für die Herstellung des Filterplanums musste auch teilweise abgerutschtes und umgelagertes Material gebaggert bzw. zurückprofiliert werden. Aus Standsicherheitsgründen konnte der heterogene Baugrund nicht großräumig vorbereitet werden. Geröll sowie Sand und schlickiges Material mussten zurückgebaut und einer Verwertung zugeführt werden. Material, welches für eine Verfüllung der Kolke im Böschungsbereich geeignet war wurde AG-seitig für die Verfüllung freigegeben bzw. einer anderen Verwertung zugeführt.

4. Böschungsinstandsetzung Abschnitt 3

Inhaltlich wurden bei der Böschungsinstandsetzung Geröllräumung, Böschungsbau und Nassbaggerarbeiten aus technischen, terminlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten getrennt betrachtet.

Im letzten Abschnitt der Böschungsinstandsetzung wurden Nassbaggerarbeiten zur Instandsetzung des teilweise umgelagerten bzw. abgerutschten Bereichs und der teilweise ungleichmäßig sedimentierten tiefen Bereiche des Böschungsprofils ausgeführt.

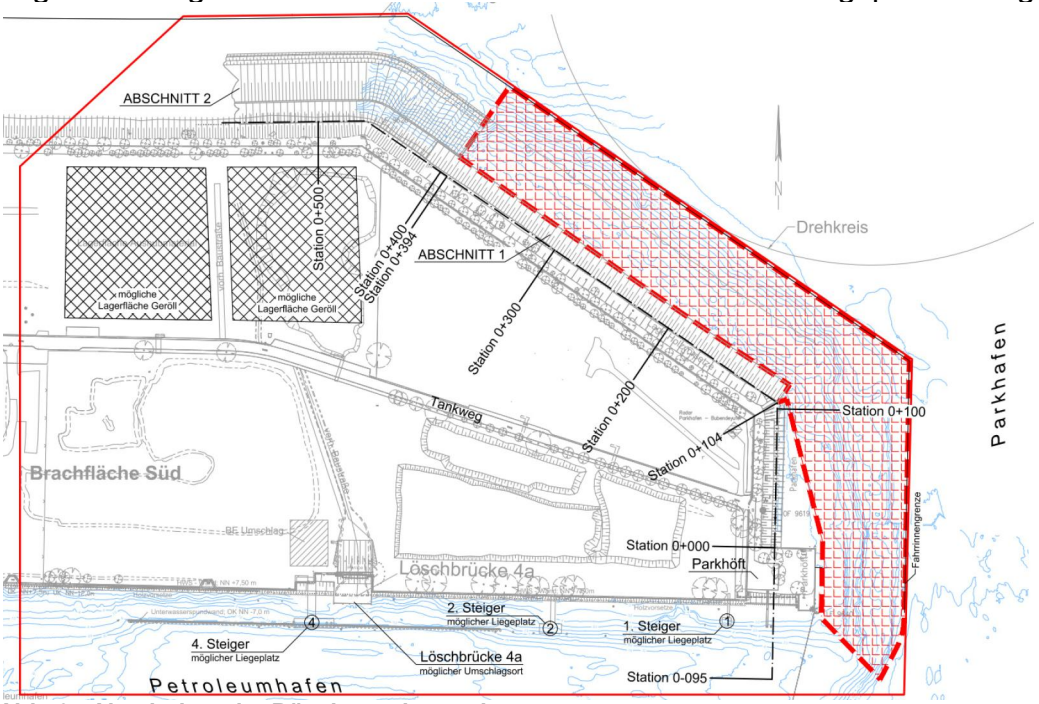

Abb. 34 Abschnitt 4 der Böschungsinstandsetzung

Die gewonnenen Sedimente wurden der Baggergutaufbereitung der HPA (METHA) zugeführt. Im Zuge der vorlaufenden Geröllräumung konnten bereits die meisten Störstoffe (abgerutschte Bestandteile der Vorschüttung) entfernt werden, sodass die verbliebenen Bestandteile des ehemaligen technischen Bauwerkes am Schutenspüler vom Sediment separiert und einer weiteren Verwertung zugeführt werden konnten. Eine Separierung des Baggergutes beim Ausbau vor Ort wäre technisch zwar machbar gewesen, hätte aber nicht ohne Beeinträchtigung der Ausbauleistung erfolgen können. Vor dem Hintergrund der planmäßig unplanmäßigen Arbeitsunterbrechungen durch den Großschiffverkehr hätte dies aber eine deutlich längere Bauzeit zur Folge gehabt, weswegen diese Alternative nicht weiter verfolgt wurde.

Um die erforderlichen Leistungen sicherzustellen, wurden bauvertraglich ein Transportkonzept und ein ausreichendes Schutenpuffervolumen gefordert, sodass auch infolge von kapazitiven Engpässen am Schutensauger kein Stillstand beim Baggergerät entsteht.

5. Zusammenfassung und Fazit

Bei der Konzeptionierung der Maßnahme wurde sich aufgrund der hohen Ausführungsrisiken aus dem äußerst heterogenen Baugrund sowie der verkehrlichen Situation am Bubendey-Ufer gezielt gegen eine ganzheitliche Planung entschieden. Vom Bauherr und Planer wurde daraufhin gemeinsam ein Weg erarbeitet, wie die Realisierung unter den gegebenen Unwägbarkeiten möglich ist.

In dieser Maßnahme stellte sich eine Aufteilung in Teilleistungen als zielführend heraus. Durch die parallel durchgeführten Erkundungen (Baugrund) und Untersuchungen zu standsicherheitsrelevanten Aspekten (Lagestabilität Deckwerke unter Schraubenstrahlbelastung), konnten im Rahmen der ersten beiden Bauaufgaben wichtige Erkenntnisse für die nachfolgend auszuführenden Abschnitte gewonnen werden.

Die Erkenntnisse konnten zu den ersten Teilbaumaßnahmen parallel planerisch umgesetzt werden, was die Beschreibbarkeit der zu erbringenden Leistung deutlich erhöhte und sich positiv auf die Ausführungssicherheit und Kosten- und Terminstabilität auswirkte.

Durch dieses Vorgehen konnte die zu Beginn nicht erschöpfend beschreibbare Gesamtmaßnahme in mehrere klar definierbare Einzelaufgaben gegliedert werden. Dies ermöglichte eine zügige Planung und eine Vergabe, die nur ein geringes Restrisiko beinhaltete.