

Logport II – Uferwanderstellung für ein trimodales Containerterminal am Rhein-km 771

Dipl.-Ing. Holger Neuhaus



Bild 1:
Fertige Uferwand
mit Portalkran

1 Einleitung

Im Zuge weltweit wachsender Waren- und Güterströme benötigte die Stadt Duisburg und der Hafенbetreiber Duisport AG dringend neue Flächen zur Ansiedlung von Logistikunternehmen mit guter Anbindung an die Verkehrsströme.

Dazu wurde zur Weiterführung des Strukturwandels von der Montanstadt zur Logistikdrehscheibe wurde das Sanierungs- und Bauprojekt Logport II gestartet. Auf der Fläche der ehemaligen Firma MHD-Sudamin (Bild 2), einem der

höchstbelasteten Standorte auf dem Duisburger Stadtgebiet, entsteht ein modernes Logistikzentrum zum Containerumschlag, das alle drei Verkehrsträger (Schiff, Schiene, Strasse) verbindet (Bild 3). Im Gegensatz zu dem bereits linksrheinisch fertiggestellten Containerterminal Logport I können hier die Schiffe direkt „auf Strom“ anlegen, und Einfahrtzeiten in die Hafенbereiche entfallen.

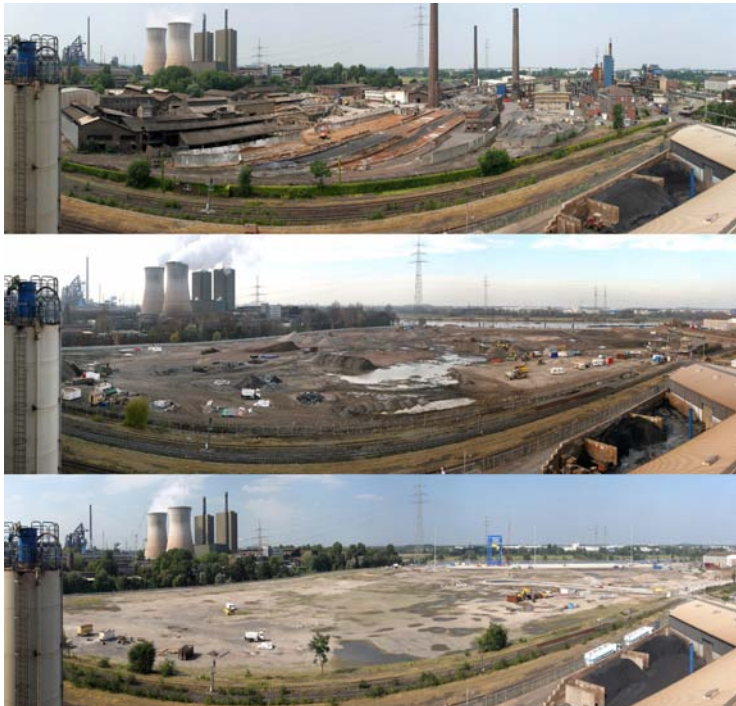
Um das Gelände bebauen zu können, waren umfangreiche Abbruchmaßnahmen der alten Industrieanlagen inklusive der Schornsteinfun-



Bild 2: Luftbild 1956



Bild 3: Luftbild mit Uferwand, Schiene, Strasse



Bilder 4a bis 4c:
Abbruch Duisport
(Quelle: Köppen)

damente und einer in den 50er Jahren des 20. Jahrhundert errichteten Umschlagsanlage am Ufer (Bilder 4a bis 4c) erforderlich. Das belastete Boden- und Abbruchmaterial wurde abgefahren und zum Großteil als Baustoff für ein in nächster Nähe gelegenes Landschaftsbauwerk verwendet. Danach wurde das Gelände wieder mit minderbelasteten Böden auf die Bauhöhe aufgefüllt.

Bild 5:
Ausgeschriebene
Ufereinfassung

2 Ausschreibung/ARGE

Für die Erstellung der Uferwand wurden diese Leistungen durch die DUISPORT AG europaweit ausgeschrieben und der Auftrag an die Arbeitsgemeinschaft Hülskens Wasserbau aus Wesel und Fonteyne Tief- und Straßenbau aus Geldern erteilt (Bild 5).

Die funktional pauschal als ein Stück Ufer-einfassung ausgeschriebenen Leistungen gliederten sich grob in folgende Teilleistungen:

- technische Bearbeitung im Rahmen der Vorgaben der funktionalen Pauschalausschreibung
- Nachweis der Kampfmittelfreiheit durch Bohrungen in Spundwand- und Bohrspahlachsen
- Errichtung einer 360 m lange, einfach verankerte Spundwand mit sieben Stück integrieren Anlegepfählen
- Errichtung einer 300 m lange, zweifach verankerte Stahlbetonwand mit einem Einleitungsbauwerk aus einem Regenrückhaltebecken aus der Logistikfläche
- Durchbohren der alten Uferbefestigung und eines alten Kranbalkens im Zuge der Ankerarbeiten
- Gründung der Stahlbetonwand auf Bohrspählen
- Nassbaggerung vor der neuen Spundwand zur Herstellung der Hafensohle
- Lieferung und Einbau von unbelasteten Böden hinter Spund- und Stahlbetonwand
- Anschluß an das vorhandene Deckwerk an den beiden Enden der neuen Anlegestelle

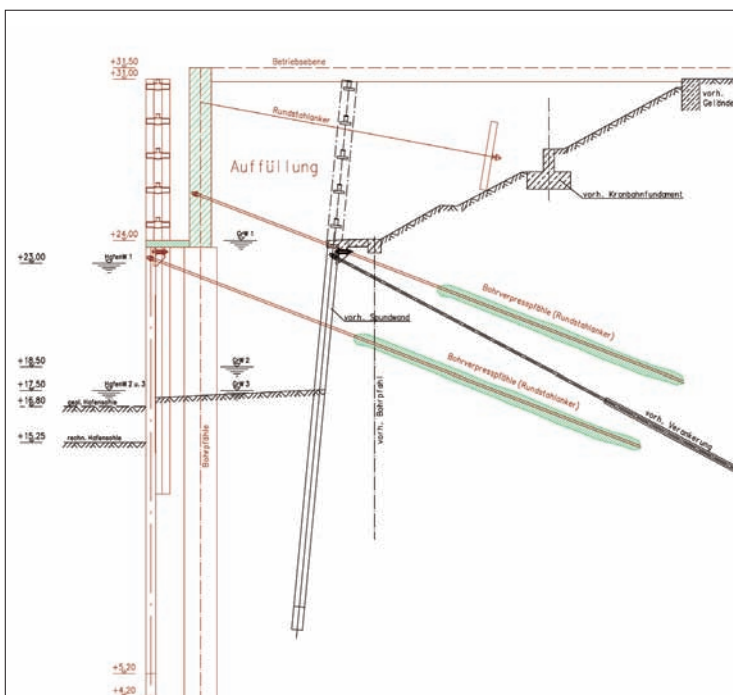
3 Geologie

Als Grundlage für die statische Berechnung musste von folgenden Bodenparametern ausgegangen werden:

Unter einer Auffüllung von z.T. bindigen Mischböden, durchgesetzt mit altem Bauschutt und Schrottanteilen liegen Kiese und Sande in einer ungefähren Mächtigkeit von 13,0 m. Diese werden vom Tertiär, der hier als tonig, schluffiger Feinsand in fester Lagerung ansteht, unterlagert.

4 Statische Berechnung und technische Bearbeitung

Da im Baubereich die oben genannten Bodenschichten in unterschiedlichen Mächtigkeiten standen und die Bodenparameter variierten, wurde zur Optimierung der Baukosten im



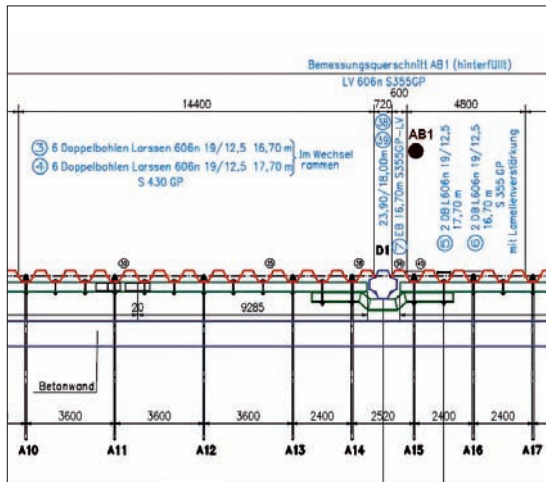


Bild 6: Draufsicht mit verschiedenen Positionen

Rahmen des Pauschalauftrages die statische Berechnung in acht Schnitten durchgeföhrt. Daraus ergaben sich unterschiedliche Spundwandlängen, Ausstattungen mit Lamellen und Stahlgüten. In der Kombination mit werkseitiger Vorausrüstung mit den Verstärkungslamellen und den Ankergrundplatten ergaben sich somit mehr als 50 verschiedene Spundwandpositionen (Bild 6).

5 Vorarbeiten

Vor Beginn der eigentlichen Arbeiten für die Erstellung der Uferwand mussten zwei vorhandene Tiefbrunnen rückgebaut werden. Diese Tiefbrunnen lagen vor der Spundwand im späteren Hafenbecken und mussten somit bis zu einer Tiefe von ungefähr 8,0 m unter der Mittelwasserlinie des Rheins abgebrochen werden. Der Abbruch oberhalb der Wasserlinie erfolgte konventionell mittels Abbruchzangen durch den Abbruchunternehmer der alten Industrieanlagen (Bilder 7 und 8).

Für den Rückbau unter Wasser wurden zwei Spundwandkästen um die Tiefbrunnen hergestellt, da ein Rückbau bis unter die Gewässersohle gefordert war und die Brunnen im Böschungsbereich nicht frei im Gewässer standen. Nach Einbau einer Kopfaussteifung wurden die Spundwandkästen durch Nassbaggerung mit einem Motorkranschiff freigebaggert und der Abbruch konnte beginnen (Bilder 9 und 10).

Mit Tauchern wurde eine Betonseilsäge mit ihren Umlenkpunkten unter Wasser montiert, die Brunnen in der Solltiefe gesägt und dann mit einem Schwimmkran ausgehoben (Bilder 11a bis 11c).



Bild 7: Tiefbrunnen intakt



Bild 8: Tiefbrunnen mit Wasserlinie abgebrochen



Bild 9: Kasten mit Brunnen OK



Bild 10: Nassbaggerung



Bilder 11a bis 11c: Umlenkung, Ausheben, hängender Abschnitt



Bild 12:
An Land gelagerter Brunnen

Die ca. 100 t schweren Brunnen­teile wurden dann an Land abgelegt und durch den Abbruch­unternehmer zerkleinert und abgefahren (Bild 12). Die Baugruben wurden abschließend verfüllt und die Spundbohlen gezogen.

6 Rammarbeiten Spundwand

Nach einer vorlaufenden Kampfmittelsondierung in den alten Böschungsbereichen in der neuen Spundwandachse wurde nun mit den Rammarbeiten begonnen. Einzubauen waren 300 Stück Spundbohlen mit einem Widerstandsmoment von 3.760 mm^4 . Das Gewicht der Doppelbohlen betrug ca. 240 kg pro lfdm und mit Bohlenlängen von bis zu 20,0 m ergaben sich hohe Gewichte der Ramm­elemente. Zzgl. zu diesem hohen Boh­lengewicht waren die werkseitig aufgeschweißten Ankerplatten und Ver­stärkungslamellen zu berücksichtigen (Bild 13). Die Wahl des Rammgerätes musste somit auf dieses hohe Rammgutgewicht abgestimmt werden (Bild 14).

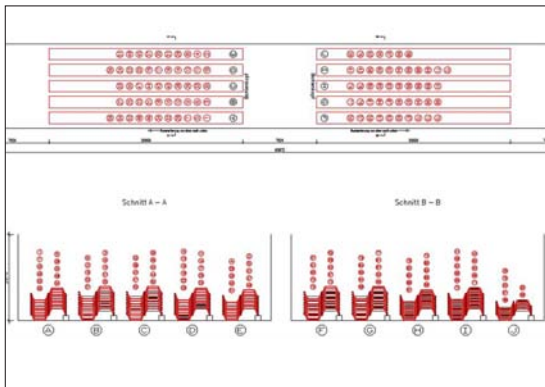
Insgesamt wurden für die Spundwand ca. 1.500 t Stahl und für die Lamellenver­stärkung 110 t Stahl verwendet. Die Lamellen wurden mit ungefähr 3.000 m Schweißnaht werkseitig



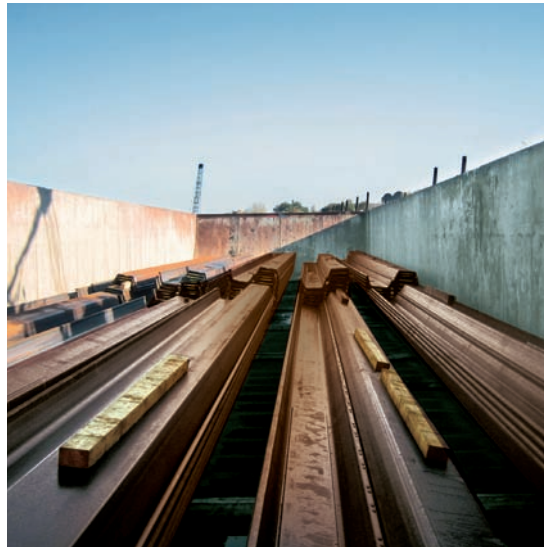
Bild 13: Spundbohlen an Deck mit Lamellen



Bild 14: Rammarbeiten Böschung



Bilder 15a und 15b: Stauplan und Lagerung im Schiff



mit der Spundwand verschweißt. Aufgrund der statischen Optimierung zur Verringerung des Materialeinsatzes wurden ca. 50 verschiedene Spundwandpositionen benötigt. Da der Antransport und die Lagerung wasserseitig auf Schubleichtern und Binnenschiffen erfolgte, ergaben sich hohe Anforderungen an die Lagerung und den Umschlag der Spundbohlen. Die Spundbohlen wurden bereits an der ersten Umschlagstelle im Dortmunder Hafen kontrolliert gestapelt und gemäß eines genauen Stauplans auf die Schiffe verladen (**Bilder 15a und 15b**). So konnten kostspielige und zeitraubende Umstapelvorgänge vermindert werden, da die Spundbohlen auf dem Schubleichter bereits in der späteren Einbaureihenfolge lagen.

Aufgrund der Rammerfahrungen mit den beiden Spundwandkästen für den Rückbau der Tiefbrunnen vor der Spundwandachse wurde eine problemlose Rammung mit dem Einbringen der Spundbohlen mittels Vibration bis ca.

1,50 m vor Endtiefe erwartet. Beim Beginn der Rammung der Spundwand zeigte sich allerdings bereits bei der ersten Bohle, dass die Spundbohlen nicht bis zur geplanten Endtiefe eingebracht werden konnten. Trotz Einsatz von Vibratoren mit bis zu 100 Kgm Fliehkraft mussten bis zu 8,0 m nachgeschlagen werden.

Die Rammung erfolgte freireitend und auf Forderung des Bauherrn mit einer doppelten Rammführung (**Bild 16**).

7 Anlegepfähle

In die Spundwand wurden 7 Stück Anlegepfähle integriert. Die Vorderkante der Dalben entspricht der Spundwandvorderkante, sodass die anlegenden Schiffe auf ihrer gesamten Länge an der Wand anliegen. Die vordere Bohle der Anlegepfähle wurde bis auf Endtiefe der Spundwand geführt und es ergaben sich Dalbenlängen von bis zu 26,8 m. Resultierend daraus und einer werkseitigen Vormontage der jeweils 10 Stück Seitenpoller ergab sich ein Rammgutgewicht von ca. 11,0 t. Die Schweißnähte der Seitenpoller wurden nach Einbringen der Dalben durch ein unabhängiges Institut geprüft.

Im Gegensatz zur Spundbohlenlieferung erfolgte der Antransport der Dalben mittels Lkw. Im Baufeld mussten die Dalben durch das Abbruchgelände mit jeweils zwei 100-t-Hydraulikbaggern bis zur Uferlinie gebracht werden, wo sie von der Rammeinheit aufgenommen wurden. Gerammt wurden die Dalben im Nachgang zur Spundwand in offengelassene Lücken in der Spundwand mit dem gleichen Rammgerät.

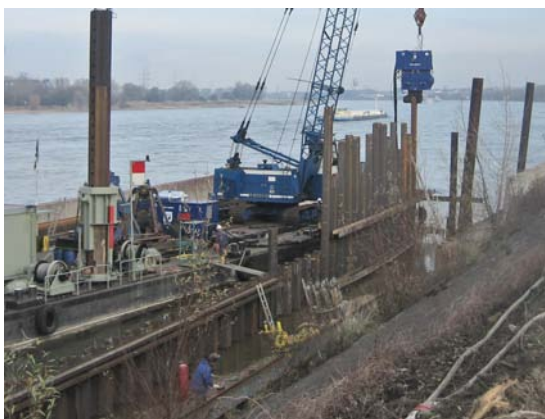


Bild 16: Rammarbeiten und doppelte Rammführung

Mit dem Setzen der Dalben im jeweiligen Wandabschnitt war die Wand nun geschlossen und die Arbeiten zur Hinterfüllung der Spundwand konnten beginnen.

8 Hinterfüllung der Spundwand und Verdichtung

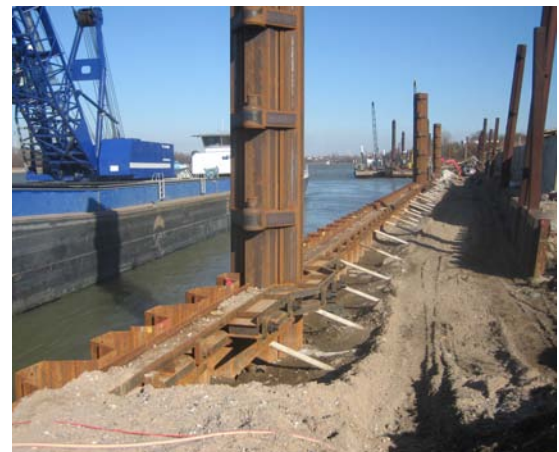
Die für die Hinterfüllung benötigten Sande und Kiese (Forderung Z0) wurden auf dem Wasserweg aus den Kiesgruben der Fa. Hülskens mit Motorkranschiffen antransportiert und eingebaut. Dies erfolgte in zwei Abschnitten. Im ersten Abschnitt bis auf Höhe der Montageebene der Spundwandgurtung und später nach Fertigstellung der Gurtung und Verankerung bis zur OK der Spundwand (**Bilder 17a und 17b**).

Verdichtet wurden die eingebauten Bodenmassen nach Herstellung der Rückverankerung unter der Wasserlinie mittels Tiefenverdichtung durch eine Rüttelbohle am Vibrator und oberhalb des Wasserspiegels durch lagenweisen Einbau und konventioneller Verdichtung. Vorgabe

seitens des Bauherrn war die Erzielung einer mitteldichten Lagerung mit einer Proctordichte von 98%. Der Nachweis der Verdichtungswerte wurde durch 30 Stück Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde geführt (**Bild 18**).

9 Gurtung, Stahlwasserbau und Ausrüstung

Nach Verfüllung bis zur Montageebene der Gurtung konnte die Gurtung eingebaut werden. Es wurde ein Doppel-U-400-Profil mit Gurtbolzen von 2 3/4“ und 3“ verwendet. Die Gurtung wurde auf Konsolen aufgelagert, die im Bereich der Anker jeweils rechts und links der Ankerachse in den Gurt eingeschweißt wurden. Durch die Verwendung von Spundwandstahl in der Güte S430 GP mussten auch für die Schweißung der Konsolbleche im Vorfeld für diese Schweißnähte Verfahrensprüfungen durchgeführt werden und die Vorgaben der detaillierten Schweißanweisungen für alle Bauteile eingehalten werden (**Bild 19**).



Bilder 17a und 17b: Hinterfüllung sowie Ansicht mit Anker



Bild 18: Tiefenverdichtung

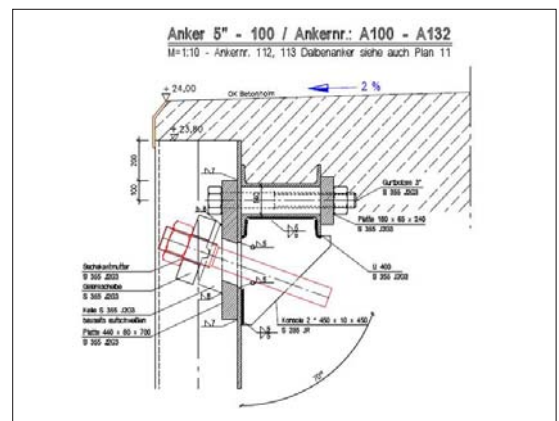


Bild 19: Skizze eingeschweißte Konsole

Die Gurtbolzen wurden im Ankerbereich durch die nach oben verlängerte Ankerplatte hindurch geführt.

An den sieben Stück Anlegepfählen läuft der Gurt um die Dalben herum. Die Verbindung zwischen Spundwand und Gurtumführung wurde mit 4“-Hammerkopfschrauben zwischen Dalben und Gurtung hergestellt, der Anschluß der Gurtumführungen an die Spundwand erfolgte mit 3 1/2“ Gurtbolzen (**Bild 20**).

10 Ankerarbeiten

Gemäß des geplanten Bauablaufs wurde die Spundwand nach der Vergurtung durch 132 Stück Anker mit Durchmesser von 4 1/2“ bis 5“ rückverankert. Die Bohrarbeiten und der Einbau der Tragglieder erfolgte von schwimmenden Geräten und mussten aufgrund der geringen Höhenlage über der Mittelwasserlinie mehrfach unterbrochen werden. Die Ankerlänge beträgt in dieser Lage 24,0 m und es wurden Rundstahlanker mit aufgestauchten Gewinden eingebaut (**Bild 21**). Die herstellungsbedingte Gewindelänge von 30 cm am Ankerkopf erforderte ein genaues Absetzen der Anker auf der geplanten Bohrtiefe, da kaum Montagespiel für die Ankerkopfkonstruktion vorhanden war. Dies musste auch bei Zeitdruck durch steigende Wasserstände und großer Leerbohrlänge bei hohem Wasserstand berücksichtigt werden. In dieser Ankerlage wurden insgesamt ca. 169 t Ankerstahl eingebaut (**Bild 22**).

Auf der werksseitig in die Spundwand eingeschweißten Ankergrundplatte wurden nach dem Setzen der Anker rechts und links der Ankerstange Keile aufgeschweißt, auf denen dann die 9 cm starke Ankerplatte mit einem Halbrund



Bild 21:
Ankerarbeiten
vom Ponton

Bild 22:
Ankergewinde

aufgelagert wurde (**Bild 23**). Für alle Schweißarbeiten an der Ankerkonstruktion wurden ebenfalls im Vorfeld Verfahrensprüfungen durchgeführt und Schweißanweisungen erstellt. Nach dem Anschluß der Anker war ein weiterer besonders wasserstandsabhängiger Teilbereich fertiggestellt.



Bild 20: Gurtumführung

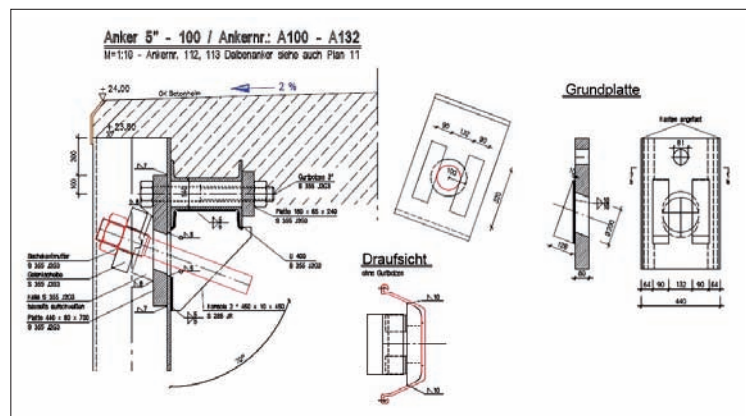


Bild 23: Skizze Ankerkopf



Bild 24: Hochwasser mit Bohrpfahlbewehrung

11 Bohrpfahlarbeiten

Auf der Ebene hinter der verfüllten Spundwand wurden nach der Verankerung der Spundwand die Bohrpfahlarbeiten zur Gründung der Stahlbetonwand durchgeführt. Da die Bauzeit-

reserven durch die vorlaufenden Gewerke bereits aufgezehrt waren, mussten diese Arbeiten sofort nach der Hinterfüllung der Wand begonnen werden. Zu diesem Zeitpunkt waren aber Teilbereiche der Spundwand noch nicht verankert und so mussten zusätzliche Rampen in die Bestandsböschung gebaut werden, um dem Großgerät eine permanente Fluchtmöglichkeit zu bieten (**Bild 24**).

Zwischen den nachfolgenden Stahlbetonarbeiten ergab sich teilweise nur ein Vorlauf von 10 bis 15 Pfählen, bei einer Tagesleistung der Bohrpfahlkolonne von zwei Stück.

Insgesamt wurden 78 Stück Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 1,50 m hergestellt. Die maximale Bohrpfahllänge betrug 21,4 m (**Bilder 25a bis 25d**). Eine alte Stahlbetonwand der Bestandsuferkonstruktion begrenzte den Arbeitsraum des Bohrgeräts zusätzlich. In diesem Bereich standen nur max. 6,0 m Arbeitsbreite zur Verfügung. Die Fluchtwege für dieses Großgerät wurden während der Bauzeit dreimal benötigt.

Bilder 25a bis 25d:
Bohrpfahlherstellung



12 Arbeiten zur Verankerung der Stahlbetonwand

Den Bohrfahrarbeiten folgend wurden zur Verankerung der Stahlbetonwand von gleicher Arbeitsebene 100 Stück Verpreßpfähle (Durchmesser 4,5“ mit Länge jeweils 24,0 m inkl. Verlängerung) gebohrt. Der Anschluß an die Betonwand erfolgte durch in die Wand eingebaute Ankerkästen. In diese Ankerkästen, die nach der Herstellung der Anker in Abhängigkeit von deren Lage in die Stahlbetonwand eingebaut wurden, wurde die Ankerverlängerung mit einem Hammerkopfanschluß eingefädelt und über ein Spannschloß gespannt (**Bilder 26a bis 26d**).

In der oberen Lage der Betonwand wurden konventionell 100 Stück Rundstahlanker mit einem Durchmesser von 3 3/4“ eingebaut. Der Anschluß erfolgte ebenfalls über einen Ankerkasten und Verlängerung mit einem Spannschloß. Verankert wurde diese obere Lage durch Ankertafeln aus Dreifachbohlen mit 3,0 m Länge.

13 Ausrüstung der Uferwand

Zur Nutzung der neuen Uferanlage direkt am Rheinstrom wurden in der Spundwand, an den Dalben und aufgesetzt auf der Stahlbetonwand Festmachepoller mit einer zulässigen Trossenzuglast von 400 kN montiert. Diese hohen Kräfte bedingten große Bauteile, sodass z.B. die Poller an der Stahlbetonwand jeweils ca. 260 kg wiegen. Weiterhin wurden in die Spundwand 15 Steigeleitern eingebaut und drei Stück Treppenanlagen vor der Betonwand aufgestellt. Auch diese Arbeiten mussten von der Wasserseite aus durchgeführt werden (**27a bis 27c**, siehe nächste Seite).

Mit der abschließenden Montage der Treppenanlagen vor der Stahlbetonwand waren nun die Leistungen in Rahmen des funktionalen Pauschalvertrags fertiggestellt.



Bilder 26a bis 26d:
Anker mittlere Lage





Bilder 27a bis 27c: Geprüfte Poller und Treppenanlage

14 Zusammenfassung

Nach 14 Monaten Bauzeit konnte auch diese Baumaßnahme trotz schwierigster Bedingungen fertiggestellt werden.

Sämtliche Gewerke wurden durch die bis zu 5,0 m schwankenden Wasserstände negativ beeinflusst, sodass zum Teil arbeitstäglich die Abfolge der Gewerke und der Ausführungsort geändert werden musste. Durch mehrere hohe Wasserstände verkleinerten sich die Zeitfenster einzelner Gewerke und nachfolgende weniger wasserabhängige Gewerke wurden aufgehalten. Nur durch den zeitweiligen Rund-um-die-Uhr-Betrieb von Anker- und Bohrpfahlarbeiten konnte die Termsituation entschärft werden.

Die Lage der neuen Uferwand am Rheinstrom führt zu hohen Lasten auf den einzelnen Ausrüstungsteilen und somit zu großen Bauteilgewichten. Diese schweren Bauteile erforderten wiederum den Einsatz leistungsstarker Hebezeuge, zumeist von der Wasserseite, da die Landseite durch die Örtlichkeit und die gleichzeitig laufenden Erschließungsmaßnahmen sehr schlecht erreichbar war.

Durch diese Besonderheiten wurde die geplante Linienbaustelle aufgelöst und einzelne Gewerke mussten entsprechend der Notwendigkeit der Folgegewerke ausgeführt werden.

Nach dem Einbau von ca. 3.000 t Stahl in unterschiedlichen Formen wurde die Baustelle im Sommer 2008 fertiggestellt und „ein Stück Uferwand PAUSCHAL“ dem Bauherrn zur Nutzung übergeben.