



BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

2015

IGAW-Exkursion



12. Oktober – 16. Oktober

Institut für Grundbau, Abfall- und
Wasserwesen
Fakultät für Architektur und
Bauingenieurwesen

Inhalt

Neubau der Schleuse Minden	3
Hochwasserschutz in Hamburg.....	6
Neubau Rethebrücke	11
Quartier HC 35 Hamburg	15
Neubau der 5. Schleusenkammer in Brunsbüttel	18
Rendsburger Hochbrücke	25
Neubau des Versorgungsdükers an der Schleuse Kiel-Holtenau	26
Ersatzneubau der Brücke Levensau.....	29
Beseitigung des höhengleichen Bahnübergangs Deichstraße in Sande.....	32

Neubau der Schleuse Minden (NBA Hannover)

Montag, 12.10.2015

Bericht:

Sinja Herbst, Nora Steinbach

In Minden wird am sogenannten Wasserstraßenkreuz der Mittellandkanal über die Weser geführt. Eine von zwei Verbindungen zwischen beiden Verkehrswegen stellt die bestehende Schachtschleuse (Abbildung 1) direkt am Wasserstraßenkreuz dar.



Abbildung 1: Bestandsbauwerk

Zuständig für den Betrieb und die Unterhaltung des Bestandsbauwerks ist das Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Minden. Das WSA Minden ist der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) des Bundes nachgeordnet. Die WSV vertritt den Bund als Eigentümer sämtlicher Bundeswasserstraßen und ist verantwortlich für Erhalt, Aus- und Neubau der Wasserstraßen und der zugehörigen Betriebsbauwerke (www.wsv.de).

Da die bestehende Schleuse (Baujahr 1911 bis 1914) über 100 Jahre alt ist, ist die technische Nutzungsdauer erreicht. Die Wirtschaftlichkeit des Betriebs ist dann oft nicht mehr gewährleistet, sodass ein Neubau sinnvoll ist. Das Wasserstraßenkreuz ist zudem hoch frequentiert, was effektivere Schleusungsvorgänge nötig macht. Die Abmessungen der alten Schleusenkammer werden denen der heutigen Containerschifffahrt nicht mehr gerecht.

Derzeit erfolgt der Neubau der Schleuse Minden. Zuständig für den Neubau ist das Neubauamt (NBA) Hannover, welches Teil der WSV ist. Die Fertigstellung ist für Ende 2016 anberaumt.

Die neue Schleuse mit einer Hubhöhe von 13,3 m soll leistungsfähiger und wirtschaftlicher

sein. Die Kammer (Abbildung 2) ist 139 m lang, 12,5 m breit und besitzt eine Drempeltiefe von 4 m. Sie ist damit in der Lage, auch Koppelverbände des aktuellen Containerverkehrs zu schleusen. Das Bauwerk wird in Massivbauweise errichtet und beinhaltet drei Sparbecken, welche den Wasserverlust ins Unterwasser auf 40 % des Kammervolumens begrenzen sollen.

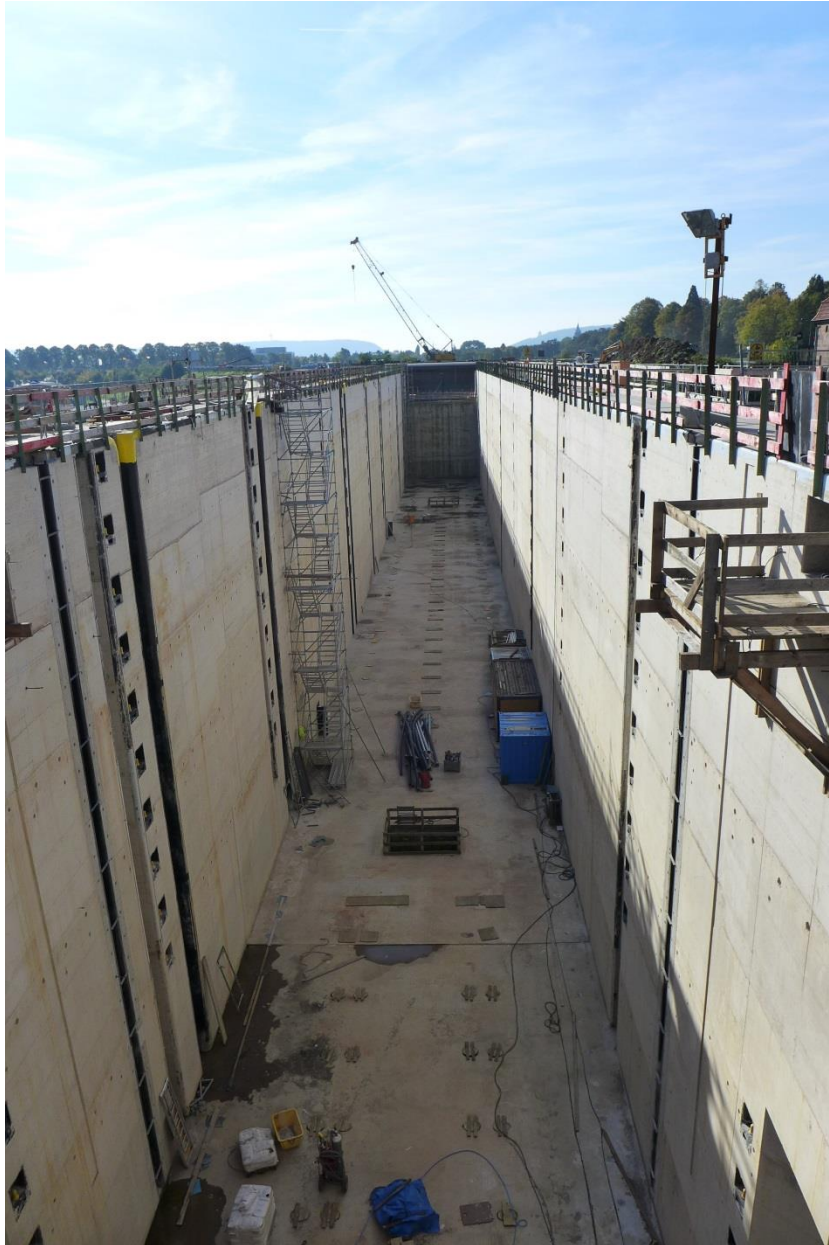


Abbildung 2: Schleusenammer im Bau

Außerdem wird die neue Schleuse mit Schwimmpollern ausgestattet. Schwimmpoller haben gegenüber normalen Pollern den Vorteil, dass die Festmacherleine während des Schleusungsvorgangs nicht umgelegt werden muss. Das Vergessen des Umlegens hat in der Vergangenheit immer wieder zu Unfällen geführt.

Da der Abstand zwischen Bestandsbauwerk und Neubau lediglich 52 m beträgt, ist die Riss-

überwachung von zentraler Bedeutung. Das Bestandsbauwerk soll aufgrund seiner Bedeutung für den Tourismus erhalten bleiben und ist daher unbedingt vor Schäden durch Rissbildung zu bewahren.

Am Unterhaupt wird die Kammer durch ein Stemmtor verschlossen, am Oberhaupt ist ein Drehsegmenttor installiert. Abbildung 3 zeigt das Drehsegmenttor in Revisionsstellung. Drehsegmenttore haben den Vorteil, dass Wartungsarbeiten durchgeführt werden können, ohne die Schleusenkammer trockenlegen zu müssen.



Abbildung 3: Drehsegmenttor am Oberhaupt

Beide Verschlüsse sind mit Elektroantrieben ausgestattet, die im Vergleich zu anderen Antriebsarten als wartungsarm gelten. Am Unterhaupt wird der Verschluss der Kammer aufgrund der größeren Höhe als Stemmtor ausgeführt. In Abbildung 4 ist die Baugrube für das Tor zu sehen.



Abbildung 4: Blick von der Schleusenbrücke auf das Unterwasser

Hochwasserschutz in Hamburg (LSBG Hamburg)

Dienstag, 13.10.2015

Bericht: Luisa Hoviele, Sabine Weisheit

Hochwasserschutz Hamburg allgemein

Am zweiten Tag stand die Besichtigung des Hochwasserschutzes im Niederhafen Hamburgs an. Zum einen haben wir uns den Neubau des Hochwasserschutzes zwischen den St.Pauli Landungsbrücken und dem Baumwall angesehen. Dieser Teil des Elbufers wird neu gebaut, da eine Erhöhung der Schutzmauern, aufgrund des veralteten Bestandes, nicht mehr möglich war. Zum anderen haben wir den Baumwall besichtigt welcher als Tor und Schutz Einrichtung im Herzen Hamburgs liegt.



Abbildung 5: Hochwasserschutztor am Baumwall

Hamburg betreffend muss der Hochwasserschutz durch den Aus- und Umbau der Elbe regelmäßig erhöht bzw. erweitert werden. Sowohl die Struktur des Hafengebietes, als auch die Fahrrinnen verändern sich ständig, indem sie wieder ausgehoben werden, um diese an die immer größer werdenden Schiffe anzupassen.

Über ganz Hamburg verteilt gibt es zwei Arten an Hochwasserschutztoeren. Den primären Schutz, welcher aus automatisch schließenden Toren besteht und den sekundären Schutz, aus mobilen aufbaubaren Wänden. Diese zweite Absicherung ist notwendig, da bei rund 800 Toren statistisch gesehen immer eins außer Betrieb ist. Ist dies der Fall, können die Helfer mühelos die vor Ort vorhandenen mobilen Schutzwände in die vorgesehenen Halterungen einbauen.

Hamburg ist die einzige Stadt Deutschlands, die über ein Schulzentrum für Deichverteidigung verfügt. Hier werden nicht nur freiwillige Helfer ausgebildet, sondern auch mehrere Übungen zum Hochwasserschutz durchgeführt. Diese können zum einen theoretischer Natur sein (Übungen auf dem Reißbrett oder Telefonkettenübungen), oder praktisch veranlagt, bei

welchen die freiwilligen Helfer eingebunden werden, um den Einsatz bei einer Sturmflut zu simulieren.

Zur Zeit wird eine Verbesserung des Hochwasserschutzes rund um Hamburg und am Elbufer entlang vorgenommen. Dazu gehört eine durchgehende Deichlinie entlang des Elbstroms, breitere Deichprofile mit sicherem Abstand zu Häusern und Bäumen und regelmäßige Informationen der Bevölkerung über die Gefahr von Sturmfluten. Diese werden durch computergestützte Frühwarnsysteme rechtzeitig erkannt.

Hochwasserschutz an den Landungsbrücken

Die Landungsbrücken werden bei Hochwasser komplett abgeriegelt. Dafür sorgen die herunterklappbaren Tore, welche in 7 Minuten die Durchgänge des Gebäudes verriegeln. Falls diese ausfallen sollten gibt es im Durchgang noch ein im Boden verstecktes Dammbalkensystem, welches manuell in das Tor eingesetzt werden kann, um das Wasser zurück zu halten.

Zusätzlich ist in dem Gebäude direkt hinter der wasserseitigen Fassade eine wasserdichte Trennwand eingezogen, die das Gebäude vor dem Eindringen des Wassers schützt. Diese Trennwand wird im Boden als Spundwand weiter geführt.



Abbildung 6: Hochwasserschutz Tore an den Landungsbrücken

Neubau des Hochwasserschutzes am Niederhafen

Der Hochwasserschutzabschnitt Niederhafen ist eine der bekanntesten Hafenpromenaden Hamburgs und hat eine wichtige Bedeutung für die HafenCity. Es ist die Verbindung der St. Pauli Landungsbrücken mit der historischen Hafenstadt.

Das heutige Bauwerk entstand zwischen 1964 und 1968 im Rahmen der Erneuerung des Hochwasserschutzes für Hamburg, mit einer Schutzhöhe von NN +7,20 m, nach der Sturmflut 1962. Mit Rücksicht auf die Verkehrsplanung der Hafenrandstraße und das damit verbundenen Viadukts der Hochbahn, ist die Uferlinie in dieser Zeit bis zu 20 m in die Elber vorverlegt worden.

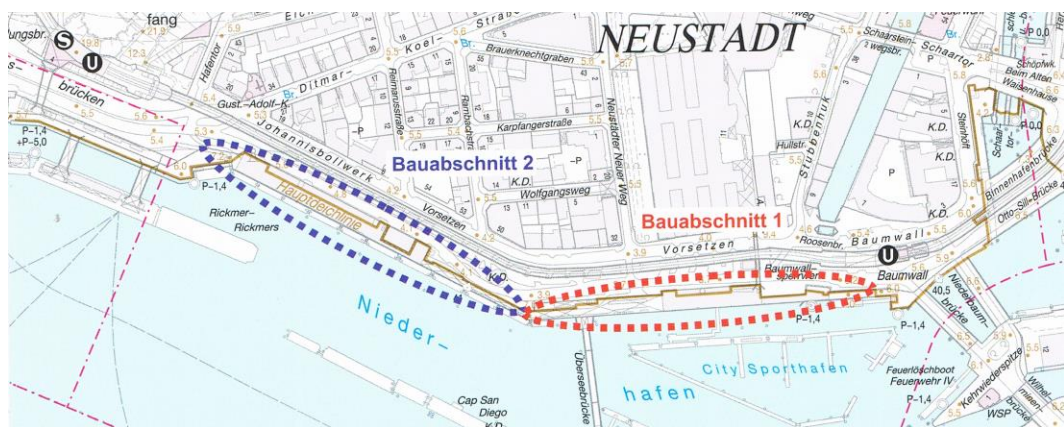


Abbildung 7: Planung der zwei Bauabschnitte (Quelle: lsbg.hamburg.de)

Die heutige Ausbaustrecke hat eine Länge von 625 m und wird auf eine neue Ausbauhöhe von NN +8,20 m (östlicher Abschnitt) und NN +8,90 m (westlicher Abschnitt) erhöht. Dies wird in zwei aufeinander folgenden Bauabschnitten realisiert, um sowohl den Hochwasserschutz, als auch die Durchgängigkeit der Promenade zu gewährleisten.



Abbildung 8: Planung – Promenade (Quelle: www.lsb.g.hamburg.de)

Nach einem ausgeschriebenen Architektur Wettbewerb 2006 wurde festgelegt, dass der Altbau einer attraktiven Promenade, mit Öffnung zum städtischen Umfeld und zum Wasser, weichen soll. Diese Öffnungen werden durch Einschnitte in dem Damm realisiert, welche als Treppen in hellem Stein ausgebildet werden. Diese erinnern an ein Amphitheater und laden in Richtung des Wassers zum Verweilen ein. Von Ihnen hat man einen herrlichen Blick auf den Niederhafen und den City Sporthafen. Um nicht nur einen architektonisch wertvollen Schutzwall zu errichten, sondern möglichst einen Wall mit einem wirtschaftlichen Nutzen, ist das Innere des Bauwerks als Garage ausgebaut.



Abbildung 9: Begehung der Promenade

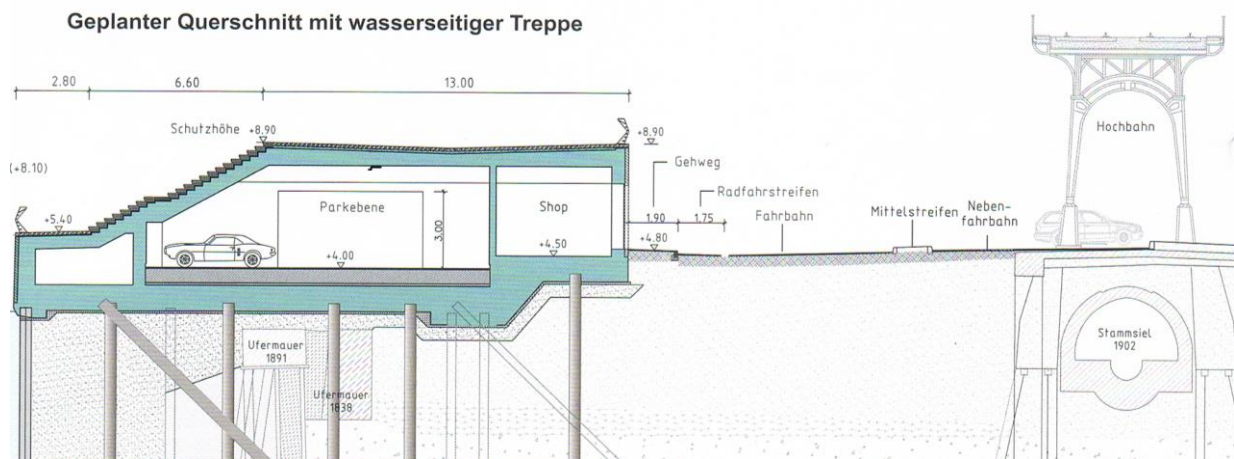


Abbildung 10: Geplanter Querschnitt mit wasserseitiger Treppe (Quelle: www.lsgb.hamburg.de)

Die HafenCity

Die HafenCity steht im Gegensatz zu den Landungsbrücken bei Hochwasser komplett unter Wasser. Jeder ist selbstständig für den Hochwasserschutz an seinem Gebäude zuständig, weshalb die Gebäude auf Warften stehen und die Erdgeschosse kaum bewohnt sind. Durch Tore werden im Notfall die wenigen Eingänge von Garagen und Haustüren im Erdgeschoss verschlossen und Wasserdicht gemacht. In der Regel sind die Erdgeschosse auch nicht bewohnt und haben kaum Fenster.



Abbildung 11: HafenCity / Begehung des hochliegenden Fußweges

Bei Hochwasser werden die kompletten Straßen und Wege überflutet, sodass es notwendig war einen höher liegenden Fußweg zu bauen, welcher die Häuser in den ersten Etagen verbindet. Somit ist es den Bewohner möglich trotz Hochwasser ihre Häuser zu verlassen.

Hochwasserschutzlinie Hamburg in Zahlen:

Länge:	103 km
davon Deiche	78 km
davon Hochwasserschutzwände	25 km
Bauwerke:	82
davon Sturmflutsperrwerke	6
davon Schleusen	6
davon Deichsiele	20
davon Schöpfwerke	10
davon Tore und sonstige Verschlüsse	40

Quellen:

- [1] Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hamburg
- [2] Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg (www.lsb.g.hamburg.de)

Neubau Rethebrücke (HPA)

Dienstag, 13.10.2015

Bericht: Florian Balmes, Maren Hellmig, Sandra Scharfenort

Standort der Baumaßnahme ist der südliche Rand des inneren Hafengebietes von Hamburg. Die Rethequerung ist bedeutend für den Straßenverkehr als Anbindung an die Autobahn sowie für den Schienenverkehr, da sie täglich für rund 40 Rangierfahrten genutzt wird.

Die alte Rethebrücke wurde 1934 als Hubbrücke erbaut und 1988 mit einer Erhöhung der lichten Durchfahrtshöhe auf max. NN +53,0 m den größer werdenden Schiffen im Hamburger Hafen angepasst. Durch Kriegsschäden, Risse und angegriffenen Stahlbeton in der Konstruktion ist die Brücke nicht mehr wirtschaftlich zu sanieren. Während des Baus der neuen Klappbrücke, welche parallel zur alten verläuft, wird die alte Brücke zur Schonung als Einbahnstraße betrieben. Der Überbau besteht aus Fachwerkscheiben, die eine Höhe von ca. 8,5 m und eine Überbaubreite von rund 14,0 m haben. Gegründet sind die Hubtürme auf Senkkästen, die von Spundwandschürzen eingefasst wurden.

Die neue Brücke hat eine Stützweite von über 100 m, wohingegen die alte Brücke ca. 76,6 m aufweist, und eine Durchfahrtsbreite von 64 m, welche somit auch um 20 m erweitert wurde. Um eine synchronisierte Klappung der Brücke zu ermöglichen, müssen die Kabel der beiden Klappenpfeiler verbunden werden. Hierzu wurde ein Düker in offener Bauweise erstellt, welcher aus zwei Rohren DN500 besteht, in dem Steuerungs-, Energie- und Datenleitungen verlegt sind. In dieser Zeit musste der Bereich für die Schifffahrt komplett gesperrt werden. Gegründet sind beide Klappenpfeiler auf 200 zwanzig Meter tiefen Verpresspfählen. Die Baugrube wurde von Pontons aus Pfählen und Spundwänden hergestellt. Dazu

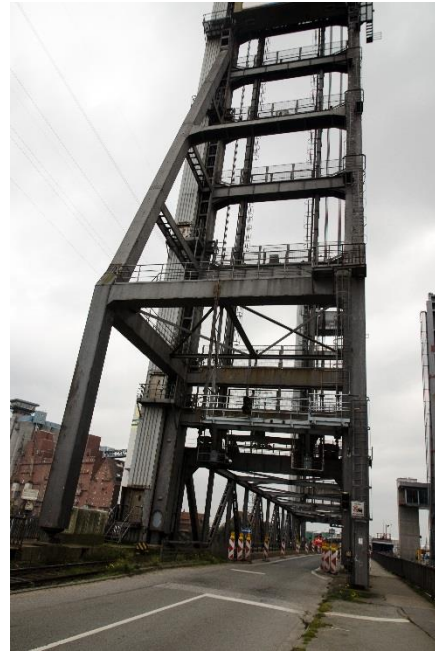


Abbildung 12: Alte Rethehubbrücke



Abbildung 13: Kriegsschaden an der alten Rethehubbrücke



Abbildung 14: Spundwand der ehemaligen Baugrube

wurde ein Hüllrohr eingebracht, ausgebaggert, mit einem Betonfuß versehen, ein Spundwandrohr eingebracht und mit Sand verfüllt. Nach Ziehung der Hüllrohre konnten die Spundwandelemente eingefädelt werden. In der fertigen Baugrube wurde anschließend unter Wasser ein Betongrund eingebacht. In der Baugrube werden die Klappenpfeiler hergestellt, deren Fundament 3 m dick eingebaut wurde.

Die Stahlbauteile der Brücke wurden im Ausland gefertigt und nach Wilhelmshaven gefahren. Dort wurden beide Brückenklappen aufeinander ausgerichtet vorgefertigt. Auf einem Ponton wurden die Teile zur Baustelle nach Hamburg transportiert und dort mit einem 1000 t Schwimmkran eingebaut. Ein Brückenteil wiegt ca. 600 t. Für den Einbau musste die Schifffahrt ein weiteres Mal für 14 Tage gesperrt werden. Der Überbau ist getrennt nach Straßen- und Schienenverkehr ausgebildet, zusammen sind diese knapp 25 m breit. Die Spannweite der zweiflügligen Brücke zwischen den beiden Drehlagern beträgt 104,2 m.



Abbildung 15: Überbau getrennt nach Straßen- und Schienenverkehr

Betrieb

Die Pfeiler der Klappen sind hohl, damit sich das Gegengewicht dieser darin bewegen kann. Die Straßen und Schienen liegen auf den Pfeilern auf, sodass sich das Gegengewicht beim Zuklappen darunter bewegt. Die Klappen sind so austariert, dass der Schwerpunkt etwas auf der Wasserseite liegt. Bei einem Defekt würde sich die Brücke dadurch langsam schließen. Außerdem sind Stahlplatten vorgehalten, die zur Feinjustierung am Rückarm der Brücke an-

gebracht werden, um beispielsweise neue Schilder auf der Brücke auszugleichen. Zusätzlich wurde an den Schraubenlöchern der Drehachse Spiel gelassen, um die Brücke dort mittels hydraulischen Pressen ausrichten zu können. Dazu wird die Brücke mit dem Lager angehoben um Stahlplatten unterzulegen.



Abbildung 16: Innenraum Pfeiler im aufgeklappten Zustand / Hydraulik des Klappenmechanismus

Die Entwässerung der Straßenbrücke erfolgt über Einläufe und eine geschlossene Rinne in einen Trichter im Pfeiler.

Die Pfeiler selber können bei Hochwasser volllaufen. In diesem Fall wäre die Brücke nicht mehr beweglich und wird vorher geschlossen. Bei gefluteten Pfeilern würde das Gegengewicht der Brückenklappen unter Auftrieb stehen und könnte nicht mehr wirken. Die in den Pfeilern liegenden Betriebsräume sind abgedichtet und somit wasserdicht. Auch starker Wind kann zu Betriebsausfällen führen. Bis zu einer Windstärke von 8 Bft kann die Brücke im Normalbetrieb gefahren werden. Ab Windstärke 12 Bft wird die Brücke geschlossen.



Abbildung 17: Ablauf im Innenraum des Pfeilers



Abbildung 18: Neue Retheklappbrücke

Quartier HC 35 Hamburg (Fa. Franki)

Dienstag, 13.10.2015

Bericht: Florian Balmes, Maren Hellmig, Sandra Scharfenort

In der Hafen-City wird auf der letzten freien Fläche des nördlichen Quartiers ein neuer Gebäudekomplex, bestehend aus Wohnungen, Gastronomie, einem Hotel sowie einem Kino-komplex, errichtet. Die ca. 20.900 m² große Baugrundfläche liegt auf einem ehemaligen Hafenbecken. Bauherr ist die Firma DC Commercial GmbH & Co. KG. Baubeginn war im März 2015, voraussichtlich wird der Bau 2017 abgeschlossen sein.



Abbildung 19: Projektbild Quartier HC 34 (Quelle: www.witte-projektmanagement.de)

Für die Baugründung werden ca. 300 Pfähle auf dem Gelände errichtet, die Firma FRANKI ist das ausführende Bauunternehmen. Vorzugsweise sollten Ramppfähle auf Grund des anstehenden Untergrunds benutzt werden, doch ist dies wegen der bereits bestehenden Siedlung nicht möglich, da die Lärmbelastung zu hoch wäre. Stattdessen werden Bohrpfähle für die Gründung hergestellt.

Der Vorteil in der Herstellung der Bohrpfähle besteht darin, dass dieses Verfahren geräuscharm und erschütterungsfrei ist. Das Lösen und Fördern des Bodens erfolgt dabei im Drehbohrverfahren. Die Bohrlochwandung wird mittels Verrohrungen gestützt. Diese wird durch gleichzeitiges Drehen und Drücken so eingebracht, dass sie dem Aushub vorausleitet.

Die Pfähle werden mit einem Achsabstand von 2,50 m errichtet, die Positionen können dem Bauplan (Abbildung 21) entnommen werden.

Als besonders problematisch ist die Lage des Grundstücks anzusehen; es befindet sich auf einem ehemaligen Hafenbecken. Unterhalb des Grundstücks befindet sich eine alte Kaimauer aus dem Jahr 1865. Dabei handelt es sich um gemauerte und verfüllte Senkkästen. Auf-

grund des Füllmaterials und den damaligen Arbeitsmethoden können Hohlräume in der Kaimauer auftreten, so dass eine sichere Gründung nicht gewährleistet werden kann. Deswegen muss die Kaimauer vor der Bohrpfahlgründung zuerst aufgebohrt werden um sicherzustellen, dass keine späteren, unerwünschten bzw. nicht planbaren Setzungen auf Grund der Hohlräume auftreten.



Abbildung 20: Maschine mit Bohrkopf

Eine weitere Besonderheit des Baugrundstücks ist, dass sich im nordwestlichen Teil, auf dem später ein Hotel entstehen soll, ein altes Zugangsbauwerk zu unterirdisch verlaufenden Tunnelanlagen befindet. Da diese Bauten erhalten bleiben sollen, werden sie letztendlich in das Gebäude integriert.

Da die Hansestadt Hamburg die Vorgabe, dass die oberen 2 m des Geländes leitungsfrei sein müssen, gemacht hat, werden diese oberen 2 m mit Steckträgern mit Holzausfachung erschlossen. Neben den Besonderheiten des Geländes weist sich zusätzlich der Baugrund und dessen Entwässerung als schwierig auf.

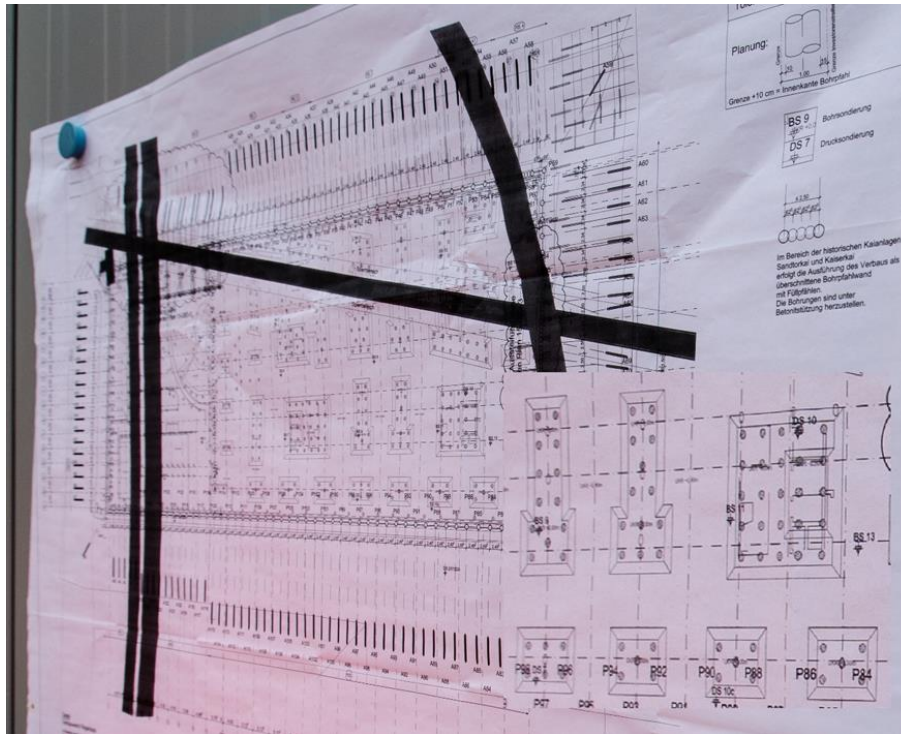


Abbildung 21: Bauplan zur Anordnung der Pfähle (mit vergrößertem Ausschnitt unten rechts)

Der anliegende Baugrund besteht aus Elbsand, einer Kleischicht und anschließender Auffüllung, welche zusätzlich um 3 m erhöht wird. Zwar bildet die Kleischicht dabei eine abdichtende Schicht, jedoch ist sie auch teilweise wasserdurchlässig, so dass ca. 120-130 m³/h Wasser anfallen. Durch die Kleischicht entsteht Wasserdruck auf die Elbsandschicht, dass bei Anbohrung die Aufbruchgefahr des Grundes besteht. Deswegen erfolgt die Entwässerung des Grundes auf zwei Arten: Zum einen werden Entspannungsbrunnen zur Druckniveauabsenkung errichtet, zum anderen wird das Wasser außerhalb der Kleischicht durch Dränagen abgeführt. Das Wasser wird dabei mittels Vakuumpumpen gefördert und in Schluckbrunnen, welche sich im Südosten und Nordwesten des Geländes befinden, geleitet. Da der Bauverlauf ebenfalls von Südosten nach Nordwesten geführt wird, wird das Wasser zunächst in den nördlichen Brunnen geleitet. Im weiteren Bauverlauf wird dann das Wasser wieder vom nördlichen Brunnen auf das südliche, bereits verdichtete Gelände geleitet, wo es dann anschließend versickern kann. Diese Maßnahme wurde so gewählt, da eine Einleitung in die städtischen Entwässerungsanlagen zu teuer wäre. Im Anschluss an die Gründung wird mit dem Hochbau begonnen.

Neubau der 5. Schleusenammer in Brunsbüttel

(Fa. Wayss & Freitag)

Mittwoch, 14.10.2015

Bericht: Kai Dankowski, Sebastian Schweitzer, Daniel Theiß, Philipp Weiß

Der Nord-Ostsee-Kanal (NOK) wird auch als zweites Tor zur Ostsee bezeichnet und besitzt sowohl für die nationale als auch für die internationale Schifffahrt große wirtschaftliche Bedeutung. Die Verkürzung der Reisezeit und die damit verbundenen Vorteile wie Treibstoffeinsparung und Einhaltung von Frachtterminen machen den NOK sogar noch nach über 100 Jahren attraktiv.

Der Betrieb und Unterhalt des NOK mit aller zugehörigen Infrastruktur obliegt der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) des Bundes. Die Zuständigkeit im Bereich der Schleusenammern auf der Nordseeseite fällt in den Aufgabenbereich des Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Brunsbüttel. Die Schleusen gleichen den unterschiedlichen Wasserstand zwischen Elbe und dem NOK aus und heben und senken die Schiffe auf das erforderliche Wasserniveau.

Der Nord-Ostsee-Kanal wurde 1895 eingeweiht und bereits 1907 bis 1914 einer ersten Erweiterung unterzogen. Neben einer Verbreiterung des Kanals wurden dabei auch die zwei großen Schleusenammern gebaut, die seitdem durchgängig in Betrieb sind. Aufgrund des Zustandes der Schleusenammern sind zukünftig umfangreiche Instandsetzungsarbeiten durchzuführen, die mehrjährige Sperrungen jeweils einer Schleusenammer erfordern. Um die Einschränkungen für die Schifffahrt während dieser Zeit auf ein Minimum zu reduzieren, wird eine zusätzliche fünfte Schleusenammer gebaut. Die fünfte Schleusenammer entsteht im Bereich zwischen den beiden vorhandenen Schleusen, auf der sogenannten Schleuseninsel.

Daten zum Neubau im Überblick:

Auftraggeber:

- Bundesrepublik Deutschland vertreten durch das WSA Brunsbüttel

Auftragnehmer (ARGE):

- Wayss & Freitag Ingenieurbau AG
- BAM Infra bv
- Wayss & Freitag Spezialtiefbau GmbH

Eckdaten Bauvertrag:

- Auftragsvolumen: 346 Mio. €
- Auftragserteilung: 11.04.2014
- Bauzeit: 85 Monate
- Bau des Amtsentwurfes
- Einheitspreisvertrag
- Ca. 8.000 LV Positionen

Abbildung 22 zeigt den Zustand der Schleuse Brunsbüttel vor den Baumaßnahmen im August 2014. Zwei Doppelschleusen bilden die aktuelle Schleusenanlage. Zwei kleine Schleusen im Süden und zwei große neuere Schleusenkammern in Norden.. Die Großen Schleusen haben eine Dimension von 330 m in der Länge und 45 m in der Breite. Das Becken wird von einer Mittelmauer getrennt und bildet somit die Einzelschleusen, der Drenpel liegt bei -14,00 m NHN. Die beiden kleinen Schleusen weisen eine Dimension von 260 m Länge und 25 m Breite auf und werden ebenfalls von einer Mittelmauer getrennt. Der Drenpel liegt hier bei -10,2 m NHN. Der Neubau findet auf der, aus dem damaligen Bauvorhaben entstandenen, Schleuseninsel bei Kkm (Kanalkilometer) 1,4 statt



Abbildung 22: Ist-Zustand August 2014 (Quelle: Präsentation Ways & Freitag)

Abbildung 23 zeigt den Zustand nach der Baumaßnahme mit der 5. Schleusenkammer im Sommer 2021. Die vorhandene Infrastruktur auf der Schleuseninsel wird zurückgebaut, darunter fallen Ufermauern, Pumpenhaus, Halle für die Druckluftschleuse, Umspannwerk und damit verbundene Leitungstunnel. Für den An- und Abtransport von Baumaschinen und –mitteln wurde von der ARGE eine Fähre gekauft die LKWs auf die Mittelinsel befördern kann.

Schwerere Bauteile wie z.B. Tragbohlen werden über Pontons aus Wilhelmshaven etc. hergeschleppt.

Die Abmessungen der 5. Schleusenammer betragen:

- Kammerlänge: ca. 360 m
- Kammerbreite: ca. 45 m;
- Drempeltiefe: -14 m NHN

Signifikante Zahlen zu der Baumaßnahme sind:

- 1,7 Mio. m³ Erdarbeiten, trocken und nass
- 25.000 t Spundwandstahl
- 115.000 m³ Beton
- 2.800 Gewi- und Düsenstrahlpfähle



Abbildung 23: Soll-Zustand August 2021 (Quelle: Präsentation Wayss & Freitag)

Kleiproblematik

Der anstehende Baugrund besteht überwiegend aus Klei bis -21,0 m mit weicher Konsistenz aus einer Wechsellagerung von Schluff und Ton mit eingelagerten Feinsanden (ähnlich wie an der Schleuse, s. Abbildung 24). Im Klei sind schluffige Sandschichten mit einer Mächtigkeit von 5 m eingelagert. Unterhalb des Kleis stehen Sande und Kiese mit einer Mächtigkeit von 18 m an. Im Bereich der kleinen Schleuse ist mit größeren Steinen und Blöcken zu rechnen.

Der anstehende Geschiebemergel mit halbfester Konsistenz steigt von -38,0 m NHN im Süden auf -32,0 m NHN im Norden an. Hier ist ebenfalls vermehrt mit Steinen und Blöcken zu rechnen.

Die notwendigen Erdarbeiten erfordern ein Bodenlager zur Deponierung des ausgehobenen Kleis. Das ehemalige Spülfeld „Dyhrsenmoor“ bei Kkm 12 bis 13 nördlich der Ortschaft Ecklack bietet den nötigen Raumbedarf. Hier ist geplant, den Boden bis zu einer Schütthöhe von 6,5 m zu lagern. Bei Voruntersuchungen trat jedoch die Problematik auf, dass der Untergrund hier ebenfalls aus wenig belastbarem Klei besteht, der bis 20 m unter GOK ansteht. Dies hätte bei einer Lagerung starke Setzungen zur Folge. Um dies zu vermeiden wurde das Areal mit Sand vorbelastet. Dieser wurde in 0,5 m mächtigen Schichten lagenweise bis zu einer Höhe von 2,5 m aufgeschüttet. Zusätzlich wurde die Kleischicht mit einer Drainage, die fast bis zur Sandschicht reicht und im 50 cm Raster angelegt ist, entwässert. Diese Vorbelastung bewirkte Setzungen von bis zu 3 m.

Kampfmittelsondierung

Auf Grund der starken Bombardierung im zweiten Weltkrieg besteht ein erhöhtes Risiko auf nicht detonierte Bomben und Granaten im Baugrund, sowie im Schlick innerhalb der Schleusen-kammer, zu treffen. Um dies zu verhindern, soll eine Kampfmittelsondierung durchgeführt werden. Im Fall des Neubaus wurden Sondierungsbohrungen vom Bauherrn untersagt, wodurch eine oberflächliche Kampfmittelsuche mit Hilfe eines Magnetfeldes (bodenabhängige Eindringtiefe max. 6 m) nötig ist. Über die Erkundung des Schlicks herrscht noch keine Einigkeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer, da es in der VOB/C Teil 2 keine Angaben zur Suche von Kampfmitteln im Wasser gibt. Eine Möglichkeit wären Taucher, welche dem Bauherrn aber zu teuer sind.

Verankerung der Schleusenmauer und der Bodenplatte

Die Schleusen-kammerwände sollen aus Spundwänden, welche in eine Schlitzwand eingehängt werden, bestehen. Auf die Spundwände wird eine Abschirmplatte betonierte, wodurch mit einer kombinierten Bauart, bestehend aus Bohr und Düsenstrahlpfählen, eine Stabilisierung, bei voller und komplett geleerter Schleusen-kammer, gewährleistet ist.

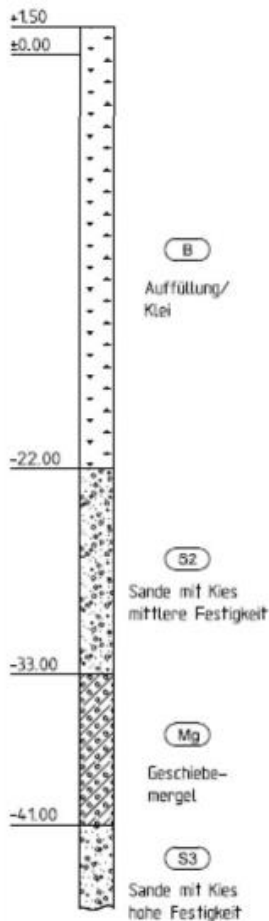


Abbildung 24: Bohrprofil im Bereich der 5. Schleusenkammer (Quelle: Präsentation Wayss & Freitag)

Am auskragenden Teil der Abschirmplatte werden zwei Bohrpfähle ($d = 88 \text{ cm}/151 \text{ cm}$) mit einer Neigung von 10:1 zur Vertikalen und einer Länge von 22,5 m hergestellt. Diese sollen den Lastabtrag bei voller Schleusenkammer sicherstellen. Des Weiteren werden Düsenstrahlpfähle mit einer Neigung von 40° zur Horizontalen und einer Gesamtlänge von 45 m installiert. Dies ist nötig, um die Verankerung der Kammerwände im tragfähigen Sand-Kies-Gemisch zu gewährleisten. Dabei wird, mit entsprechender Neigung und ca. 300 bar, bis auf die gewünschte Tiefe gebohrt und am Grund des Loches ein Düsenkörper ($d = 100 \text{ cm}$) eingepresst. Hierbei wird eine Betonemulsion mit bis zu 10 bar Druck in den Baugrund eingeleitet, wobei die Bohrverrohrung langsam zurückgezogen wird, um den gewünschten Durchmesser ($> 1 \text{ m}$) und die gewünschte Länge ($> 4,5 \text{ m}$) zu erreichen. In den noch flüssigen Beton innerhalb der Schutzverrohrung wird ein warmgewalzter Stahl (S355) bis in den Düsenkörper eingepresst. Der Beton dient hier überwiegend zum Korrosionsschutz, da im Klei stark ammoniumhaltiges Wasser ansteht, welches korrosionsfördernd wirkt. Ein Vorspannen des verankerten Stahls ist nicht notwendig, da dieser unmittelbar mit der Abschirmplatte verbunden ist und somit für den Lastabtrag bei geleerter Kammer sorgt.

Die Bodenplatte der Schleusenkammer soll aus Unterwasserbeton hergestellt werden. Diese wird mit einem Düsenstrahl-Auftriebspfahl (Kombination: Gewi-Pfahl mit tiefliegender DSV-Verankerung) verankert, um ein Aufschwimmen der Kammer zu verhindern. Die Pfähle werden nach dem gleichen Prinzip, wie die Düsenstrahlpfähle der Schleusenwände hergestellt, mit dem Unterschied, dass der Düsenkörper eine Länge von 4,0 m ($d = 100 \text{ cm}$) hat und ein S555/700 verbaut wird. Im Bereich des Versorgungsdükers ($d = 220 \text{ cm}$) beträgt die Pfahllänge gestaffelt 11,15 m ($d = \text{max. in der Vertikalen}$) bis zu 15,8 m ($d = \text{max. in der Horizontalen}$) inklusive eines kleineren Düsenkörpers ($d = 100 \text{ cm}, l = 2 \text{ m}$). Außerhalb des Bereichs werden Pfähle von 20,2 m Länge verbaut.

Fazit

Die fehlenden Kampfmittelsondierungen sowie die mächtige Kleischicht, die bei der Lagerung und bei der Verankerung der o.g. Schleusenbauteile zu Problemen führt, sorgen bereits zu Beginn der Baumaßnahmen zu erheblichen Verzögerungen. Zum Zeitpunkt der Besichti-

gung stand die Baustelle weitestgehend still. In den folgenden Abbildungen 25-28 sind Luftbilder vom Bauzustand von November 2014 bis September 2015 zu sehen.



Abbildung 25: Schleuseninsel am 02.11.2014 (Quelle: Präsentation Wayss & Freitag)



Abbildung 26: Schleuseninsel am 15.03.2015 (Quelle: Präsentation Wayss & Freitag)



Abbildung 27: Schleuseninsel am 27.05.2015 (Quelle: Präsentation Ways & Freitag)



Abbildung 28: Schleuseninsel am 30.09.2015 (Quelle: Präsentation Ways & Freitag)

Rendsburger

Hochbrücke

Mittwoch, 14.10.2015

*Bericht: Kai Dankowski, Sebastian Schweitzer,
Daniel Theiß, Philipp Weiß*

Die Rendsburger Hochbrücke ist eine Fachwerk-Stahlkonstruktion aus dem Jahr 1913, die als Eisenbahnbrücke dient und den NOK überspannt. Als Besonderheit dieser Brücke gilt die Schwebefähre, die unter der Brücke befestigt ist, und Fußgänger- sowie Fahrzeugverkehr ein paar Meter über der Wasseroberfläche transportiert.

Beim Bau der Stahlbrücke von 1911-1913

wurden 17.740 t Stahl mit 3,2 Millionen Nieten verbaut. Die damaligen Kosten betrugen 13,4 Millionen Goldmark. Von 1993 bis 2014 wurde die Brücke instandgesetzt und verstärkt. Neue Stahlteile sorgten für eine Verstärkung der Konstruktion, der Korrosionsschutz wurde vollständig erneuert und Schraubverbindungen ersetzen die alten Nieten. Während dieser Bauphase wurden die Fundamente ebenfalls verstärkt, um die Standsicherheit auch bei schweren Güterzügen zu sichern.

Die eigentliche Brückenkonstruktion aus Stahl hat eine Länge von 2.486 m, wobei die Hauptbrücke bei einer Gesamtlänge von 317 m den Kanal mit einer lichten Höhe von 42 m und einer Stützweite von 140 m überspannt. Allerdings beträgt die Gesamtlänge mit beiden Auffahrtsrampen rund 7,5 km, was auf den kleinen Steigungswinkel von Zuggleisen zurückzuführen ist. Neben den bemerkenswerten Ausmaßen der Brücke ist vor allem die oben genannte Schwebefähre eine Attraktion, die auch einige Touristen an die Rendsburger Hochbrücke lockt, da sie eine von nur acht in Betrieb befindlichen Fähren ist. Die Schwebefähre verbindet das nördliche Ufer des Nord-Ostsee-Kanals mit dem südlichen und kann Personen wie auch PKW's befördern. Die Fahrbühne ist dabei 14 m lang, 6 m breit und hat ein Eigengewicht von 45 t. Durch zwölf Stahlseile ist sie an einer Stahlkonstruktion befestigt, die den Untergurt der Brücke umfasst. Die Fähre läuft über acht Räder auf zwei Schienen, die durch vier Elektromotoren angetrieben werden.



Abbildung 29: Rendsburger Hochbrücke

Neubau des Versorgungsdükers an der Schleuse Kiel-Holtenau (Fa. Epping und WSA Kiel)

Donnerstag, 15.10.2015

Bericht: Amadou Diaw, Max Drost, Konstantin Sandler

Problematik

Um den Güterschiffen den Umweg um Dänemark und Schleswig-Holstein zu ersparen, wird in Schleswig-Holstein der Nord-Ostsee-Kanal von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) betrieben. Um die Wasserstandschwankungen in dem Kanal zu kontrollieren, befinden sich an beiden Kanalenden in Kiel-Holtenau und der Stadt Brunsbüttel Schleusenbauwerke. Nach über 100 Jahren Betriebszeit haben diese jedoch das Ende ihrer Lebensdauer erreicht und genügen zudem aktuellen technischen Standards nicht mehr. Sowie in Brunsbüttel, wo die Arbeiten ein paar Jahre voraus sind, wird auch in Kiel-Holtenau an einer neuen Schleusenkammer geplant. Die Schleusenanlagen und -tore werden über sogenannte Versorgungsdüker (unterirdische Leitungsschächte) mit den notwendigen Daten- sowie Ver- und Entsorgungsleitungen versorgt.

Um auch zukünftig die Versorgung der Schleusengruppe und der angegliederten Betriebs-einrichtungen sicherzustellen, wird ein neuer Versorgungsdüker gebaut. Dieser wird in einer Tiefe von ca. 30 m über eine Länge von knapp 410 m mit einem Innendurchmesser von 1,80 m von der Südseite der großen Schleuse bis vor das Amtsgebäude auf der Schleuseninsel mit dem Rohrvortriebsverfahren errichtet.

Für den Neubau wurde im Jahre 2013 die Epping Rohrvortrieb GmbH vom Betreiber, dem Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau, zum Bau des neuen Düker-Bauwerks beauftragt.

Herstellung des Start- und Zielschachtes

Der Start- und Zielschacht wurde in Bohrpfahlbauweise hergestellt (Abbildung 30). Dabei werden in einem kresiförmigen Raster (Durchmesser 11 m) Bohrpfähle von 1,5 m Durchmesser und einer Länge von 37 m hergestellt. Zuerst werden die unbewehrten Primärpfähle gebohrt und betoniert, danach erfolgt das Schließen mit den bewehrten Sekundärpfählen.

Aushub

Nach der Fertigstellung der Bohrpfähle erfolgt der Aushub des Bodens mittels Unterwasseraushub. Der Aushub erfolgt mithilfe eines Baggers mit Greifer auf einem Teleskopausleger. Die letzten Meter wurden zudem mit einer Bodenpumpe gefördert.

Unterwasserbetonsohle

Nach der Vollendung des Aushubs wurden durch Taucher Dübel in die Bohrpfähle eingebaut, um die spätere Kraftübertragung zwischen der Bohrpfahlwand und der Sohle sicherzustellen. Anschließend wird die Betonsohle in auftriebssicherer Dicke als Unterwasserbeton hergestellt. Nach dem Abbinden der Sohle wird der hergestellte Schacht gelenzt. Im Startschacht liegt nun die Betonsohle bei 35,40 m unter GOK.

Rohrvortrieb

Bei dem hochkomplexen Rohrvortriebsverfahren wird in der Startbaugrube (Abbildung 31) ein Widerlager auf Bohrniveau erbaut, wovon aus die Hauptpresse die Schildmaschine (Bohrkopf) mit statischer Energie in Richtung Zielschacht vortreibt – bei diesem Bauvorhaben beträgt die Distanz zwischen Start- und Zielschacht knapp 417 m.

Um das wasserdichte Einfahren in das Erdreich zu gewährleisten, wird vor dem Bereich in den die Tunnelvortriebsmaschine einfährt ein Dichtblock gesetzt. Die Herstellung erfolgt mittels Injektion einer Bindemittelsuspension. Dadurch verlangsamt der Dichtblock den Wasserfluss, sodass das erste Rohr im Trockenem eingebaut werden kann. Beim Einfahren in den anstehenden Boden werden außer dem Dichtblock aus Sicherheitsgründen weitere Abdichtungen in der Bohrpfahlwand installiert, deren Funktion man in dem vorliegenden Fall heranziehen musste, weil der Dichtblock undicht war.



Abbildung 30: Überschnittene Bohrpfahlwand

Die Vortriebsmaschine wurde auf den Namen TINE getauft. Beim Vortrieb werden von dem Startschacht aus Vortriebsrohre mithilfe einer Pressstation durch den Untergrund bis in den Zielschacht vorgetrieben. Der anstehende Boden wird an der Ortsbrust mechanisch abgebaut. Das Erdgut (Mischung aus Erde und Bentonit) wird hydraulisch zur Geländeoberfläche gefördert.

Einfahren in den Zielschacht

Das Einfahren in den Zielschacht erfolgt ebenfalls durch einen Dichtkörper, den man mit in den Boden injizierten Bindemittel herstellte. Bei Einfahren wird der um die TBM entstandene Ringspalt in kleinen Schritten mit einem abdichtenden Schaum verpresst, sodass die durch



Abbildung 31: Startschacht

den fortschreitenden Vortrieb zerstörte Abdichtung aus dem Schaum immer wieder nachgeholt wird (Abbildung 32). Nachdem die Vortriebsmaschine vollständig in die Bergegrube eingefahren ist, wurde diese geborgen und abtransportiert. Eine Figur der Heiligen Barbara als Schutzpatronin der Tunnelbauer wurde vor dem Einfahren an die Ortsbrust gestellt.

Herstellung des Stahlschachtes

Um die Versorgung der beiden großen Schleusen sicherzustellen, musste auf der Mittelschleusenwand ein kleinerer Versorgungsschacht hergestellt werden. Dazu wurde im Vorfeld mit einem Großbohrgerät ein Versorgungsschacht erstellt. In diesem Schacht wurde ein Stahlrohr mit Kunststoffende eingestellt, welches beim Vortrieb des Dükers durchfahren wird und später an den Düker mithilfe einer Baugrundvereisung angeschlossen wird.



Abbildung 32: Ortsbrust mit verdichtetem Ringspalt

Brandschutz

Um einen optimalen Brandschutz zu gewährleisten, wird nach dem Verlegen der Leitungen der Düker mit einem Beton vergossen. Dadurch soll die Wärme besser verteilt werden, und die Beschädigung weiterer Leitungen verhindern. Da es keine Hohlräume zwischen den Leitungen geben wird, wird auch keine brennende Leitung eine andere in Brand setzen können. Der Düker ist somit nicht begehbar.

Ersatzneubau der Brücke Levensau (WSA Kiel)

Donnerstag, 15.10.2015

Bericht: Nadja Heider, Mona Wenzel

Einleitung

Im Zuge des Nord-Ostsee-Kanal Ausbaus soll auch die Levensauer Hochbrücke erneuert werden, da die erforderliche Durchfahrtshöhe von 42 Metern über dem Wasserspiegel nur in der Mitte der alten Brücke erreicht wird, weshalb diese zurzeit die engste Stelle des Kanals darstellt. Die bestehende Brücke hat eine Stützweite von 163 m und wurde von 1893 bis 1894 gebaut, womit sie die älteste Brücke über dem NOK ist, und 1954 modernisiert. Genutzt wird sie als Eisenbahnstrecke (Strecke Kiel-Flensburg) und für die Kreisstraße K27. Parallel zum Bauwerk wurde bereits 1986 eine zweite Hochbrücke Levensau gebaut, welche von einer vierstreifigen Kraftstraße gequert wird. Die neue Brücke wird eine kombinierte Eisenbahn-Straßenbrücke, welche als Zweigelenkbogen in Stahlbauweise mit durchschnittlicher



Abbildung 33: Bestehende 1. Levensauer Hochbrücke (Baujahr 1894)

Fahrbahn gebaut wird. Ihre Stützweite wird 28 – 182 -31 m betragen und sie wird von einem 2- spuriger Straßenquerschnitt ($b = 2 \times 3,50 \text{ m}$), sowie von einem kombinierten Geh- und Radweg ($b = 2,75 \text{ m}$) gequert.

Planung

Im Mai 2009 entschied das Bundesverkehrsministerium den Neubau der Brücke, da eine Instandhaltung nicht mehr wirtschaftlich war. Die Planungsgruppe für den Ausbau des NOK im Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel Holtenau (PlausNOK) schafften die Grundlagen und Randbedingungen für eine europaweite Ausschreibung und Vergabe der Ingenieurleistung:

- Freizuhaltendes Lichtraumprofil Kanalschiffahrt ($b = 117 \text{ m}$ und $h = 41,80 \text{ mNHN}$)
- maximale Schienenoberkante (SOK = $43,75 \text{ mNHN}$)
- Maximale Höhe von Konstruktionsteilen ($<75 \text{ mNHN}$)
- Kanalausbautrasse nach Trassierungsuntersuchungen
- Baugrunduntersuchung
- Untersuchung Fledermaushabitat
- Absprache mit der DB AG (Sperrpause 4,5 Monate, Geschwindigkeit, etc.)
- geplanter Baubeginn 2018
- geplante Fertigstellung 2021

Die Ingenieurgemeinschaft WKC-Anwika (Hamburg/ Würzburg) konnte sich in der Gesamtwertung mit dem Konzept durchsetzen, das Haupttragwerk der neuen Konstruktion neben der, zunächst unter Eisenbahnverkehr stehende vorhandene Brücke, zu errichten. Das zu erhaltende Widerlager Süd soll lastfrei überbaut werden. Der Neubau von Widerlager Nord soll im Schutz von Hilfsbrücken unterhalb der vorhandenen Gleislage weitgehend vorbereitet werden. Ein Neubau zwischen den beiden bestehenden Brücken ist nicht möglich, da die neuere Brücke sehr setzungsempfindlich ist.

Fledermaushabitat

Bereits seit den 1970er Jahren ist bekannt, dass im Winter Fledermäuse die Widerlager der Brücke zum Winterschlaf nutzen. Sie fliegen durch die Gewölbefenster in die bis zu 2 m tiefen Mauerwerksspalten. Als Grundlage zur Planung wurde das Quartier zunächst biologisch kartiert und bewertet. Vertreiben der Tiere durch Verschluss bzw. Abriss ist nach Gesetz auszuschließen. Desweiteren darf der Rückbau des Widerlagers Nord erst dann erfolgen, wenn das Widerlager Süd vollständig als Ersatzhabitat angenommen ist. Dazu ist dieses ökologisch aufzuwerten.



Abbildung 34: Fledermaushabitat

Trassierung

Zusätzlich zum Brückenneubau soll der NOK im Bereich der Kanalkilometer 93,2 bis 94,2 geometrisch und hydraulisch so verbreitert werden, dass der Begegnungsverkehr die Begegnungsziffer 8 erlaubt. Es wurden von der Hochschule für Schifffahrt und Hydrographie in

Bremen mittels Schiffführungssimulationen vier Varianten hinsichtlich der Entscheidungskriterien untersucht.

- Gewährleistung der Leichtigkeit und Sicherheit des Schifffahrtsverkehrs
- Technische Qualität
- Wirtschaftlichkeit
- Umweltverträglichkeit

Die Zielvariante sieht eine nutzbare Kanalbreite von 31 m und eine Wassertiefe vor den Uferwänden von 4 m vor. Obwohl das südliche Widerlager bestehen bleibt und die ursprünglichen Pläne zur Kanalverbreiterung beim erstmaligen Bau der Hochbrücke auf der Nordseite Platz zur Verbreiterung vorsah, wird der Kanal auf der bogeninneren Seite (Süd) verbreitert.



Abbildung 35: Lage Levensauer Hochbrücke (Quelle: maps.google.de)

Beseitigung des höhengleichen Bahnübergangs Deichstraße in Sande (Fa. DYNIV)

Freitag, 16.10.2015

Bericht: Matthias Giese, Johannes Stamm

Einführung

Am letzten Exkursionstag wurde eine Baustelle in Sande bei Wilhelmshaven der Firma BVT DYNIV® GmbH besucht. Das Bauvorhaben in Sande sieht vor, den höhengleichen Bahnübergang durch eine Straßenbrücke zu ersetzen, wobei eine Teilverlegung der Deichstraße nötig ist. Der Bahnübergang besteht in seiner heutigen Form seit 1980 und ist schon seit einiger Zeit so stark vom Zugverkehr befahren, dass er kaum noch tragbar ist. Grund dafür ist das steigende Verkehrsaufkommen insbesondere durch das wachsende Industriegelände im Norden von Wilhelmshaven und dem JadeWeserPort. Der JadeWeserPort besteht als einziger deutscher Tiefwasserhafen seit 2012 und kann Schiffe mit einem Tiefgang bis 16,5 m abfertigen und hat eine jährliche Umschlagskapazität von 2,7 Mio. TEU. Damit ist der JadeWeserPort zwar nur der drittstärkste Hafen Deutschlands, wird aber gerade im Vordergrund immer größer werdender Containerschiffe mit großen Tiefgängen immer wichtiger.

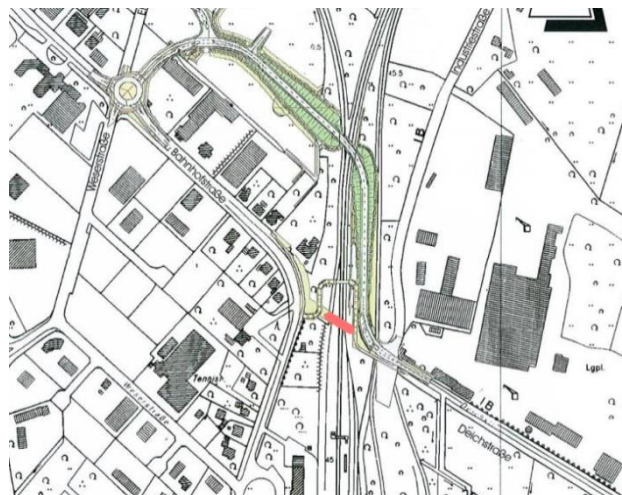


Abbildung 36: Karte Sande – grün: Verlegung der Deichstraße, rot: Bestehender Bahnübergang

(Quelle: <http://www.sande.de>)

Das Bauvorhaben im Detail

Da der vorhandene Boden für den zur Brücke führenden Straßendamm nicht ausreichend tragfähig ist, erstellt das Unternehmen BVT DYNIV® GmbH (Bodenverbesserungstechniken – Dynamische Intensivverdichtung) Säulen im CMC®-Verfahren, die die Lasten aus dem Straßendamm in die tragfähige Schicht weiterleiten sollen. CMC steht für Controlled Modulus

Columns. Vor Ort findet man eine etwa 11 m mächtige Schicht aus wassergesättigtem Torf vor, darauf folgt gewachsener Sand, in den die Säulen immer 2 m weit einbinden. Obwohl die Torfschicht keine konstante Dicke hat, kann erreicht werden, dass die Säulen immer 2 m tief in den Sand einbinden, indem die zum Einbringen des Bohrgerätes notwendige Kraft gemessen wird, die Rückschlüsse auf die Einbindetiefe in den tragfähigen Sand zulässt.

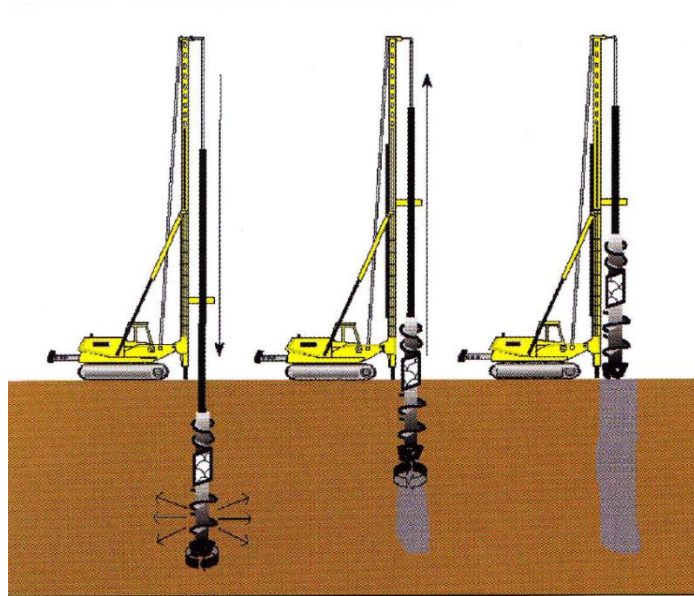


Abbildung 37: Prinzipskizze Herstellung der CMC-Säulen (Quelle: <http://www.dyniv.de>)

Die Säulen haben einen Durchmesser von 40 cm und bestehen aus unbewehrtem Beton. Auf die Säulen wird eine bewehrte Kopfplatte mit den Maßen 70x70x20 cm aufbetoniert.



Abbildung 38: Fertige CMC-Säulen mit aufbetonierten Kopfplatten

Diese stellen sicher, dass die Lasten in die Säulen eingeleitet werden, während die Bewehrung das Durchstanzen verhindert. Oberhalb der Kopfplatten wird ein Damm aufgeschüttet. Dabei wird lagenweise ein Geogitter flächig verlegt, um die Lasten gleichmäßig auf die Säulen zu verteilen.

Dort, wo der Straßendamm am höchsten und somit auch die vertikale

Belastung am größten ist, haben die Säulen ein Rasterabstand von 1,55 m und je geringer die Höhe des Dammes ist, desto geringer ist der Abstand der Säulen bis hin zu 2,50 m Abstand.

Das Herstellungsverfahren

Die Säulen werden erschütterungsfrei eingebracht und erreichen eine Vollverdrängung des Säulendurchmessers. Das 74 t schwere Bohrgerät bringt ein Drehmoment von 17 kNm auf das Bohrrohr auf, das im unteren Bereich aus dem eigentlichen Bohrer mit abklappbarer Spitze besteht und darüber eine mehrere Meter messende Lanze hat. Hat das Bohrgerät beim Bohren die geforderte Einbindetiefe im Sand erreicht, wird das Rohr entgegengesetzt gedreht und somit gezogen. Dabei geht die Klappe am unteren Ende auf und ein sandbasierter Spezialbeton (Konsistenzklasse F3 bis F4 mit einem Ausbreitmaß



Abbildung 39: Bohrgerät zur Herstellung der CMC-Säulen



Abbildung 40: Bohrkopf mit abklappbarer Spitze

von 48 cm) wird durch das Bohrrohr in das Bohrloch gepumpt. Dabei wird der Beton mittels einer 8 t schweren Betonpumpe, die mit einem Transportbetonmischer beschickt wird, mit bis zu 500 bar Betriebsdruck gepumpt. Um die höhengerechte Lage der Säule zu garantieren, werden die im CMC-Verfahren hergestellten Säulen zunächst höher als erforderlich erstellt und nach dem Ansteifen des Betons höhengerecht abgezogen und mit einer Kopfplatte versehen



Abbildung 41: Vollverdrängender Bohrer mit einem Durchmesser von 400 mm

Dank der einfachen Arbeitsschritte zum Erstellen einer Säule dauert die Herstellung einer Säule nur 5 bis 6 Minuten und es können somit 50 bis 60 Säulen täglich hergestellt werden. In einer Bauzeit von ca. 10 Wochen werden so 1800 Säulen hergestellt, wovon zum Zeitpunkt der Baustellenbesichtigung bereits 300 fertig waren. Über eine Fläche mit abgebundenen Säulen darf kein Baustellenverkehr fahren, da dieser zu Horizontalkräften im Boden führt und die fertigen (unbewehrten) Säulen auf Zug beanspruchen würden.



Abbildung 42: Abgezogene CMC-Säulen ohne Kopfplatte

Quellen:

- [1] DYNIV – CMC Verfahren: http://www.dyniv.de/index.php?article_id=66
- [2] Gemeinde Sande: <http://www.sande.de>
- [3] JadeWeserPort: <http://www.jadeweserport.de/nc.html>