# 2008



Bergische Universität
Wuppertal

Fachbereich D –
Abteilung
Bauingenieurwesen

Zusammengestellt von
Dr.-Ing. Mario Oertel

BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

# IGAW-EXKURSION

Große Pfingst-Exkursion des Instituts für Grundbau, Abfall- und Wasserwesen der Abteilung Bauingenieurwesen der Bergischen Universität Wuppertal

# Inhalt

Neubau der U-Bahn Linie U4 in Hamburg ..... 2
Ausbau des Liegeplatzes 2 am Burchardkai ..... 8
Neubau der Hochwasserschutzwand im Bereich der Landungsbrücken in St. Pauli ..... 13
Besichtigung des Emssperrwerkes ..... 17
Küstenschutz Norderney ..... 21
Meyerwerft ..... 29
Schlusswort ..... 35

# Neubau der U-Bahn Linie U4 in Hamburg

Datum: 13. Mai 2008
Bericht: Ömer Aslan, Alexander Böckelmann, Alexandra Hall
Begleitung: Herr Brandt

# Einführung

Der Bau der neuen U-Bahn Linie 4 soll die zum Teil bereits fertig gestellten Neubaugebiete Überseequartier und Hafencity mit der Innenstadt verbinden (Abb. 1). Nach Fertigstellung des neu gestalteten Hafenbereichs wird mit einem täglichen Pendelverkehr von 22.000 Fahrgästen gerechnet. Um die Attraktivität des Viertels aufrecht zu erhalten wurde hier auf eine Oberirdische Führung der Bahn verzichtet. Grade im Innenstadtbereich führt die dichte Bebauung und Tiefengründung zu großen Problemen so dass im Schildvortrieb Tiefen von 12 m u. NN bis hin zu 42 m u. NN erreicht werden. Auf einer Gesamtstrecke von rund 4000 m ergeben sich dadurch extreme Steigungen auch um eine effiziente Anbindung an das bereits bestehende Schienensystem zu erreichen wurden sehr kleine Radien notwendig. Im ehemaligen Hafenbereich konnte auf einer Strecke von 1,2 km eine offene Bauweise erreicht werden. Die Tunnelbohrmaschine (VERA) wird zwei eingleisige Röhren mit einem Außendurchmesser von 6,5 m in 80 Wochen fertig stellen. Das ergibt bei einem 3-Schicht System eine Vortriebsgeschwindigkeit von 10 m pro Tag. VERA hat bei einer Länge von 74 Metern ein Gesamtgewicht von rund 650 Tonnen. Die Bauzeit wird von August 2007 bis Dezember 2011 betragen und wird Gesamtkosten von etwa 300 Millionen Euro verursachen. Insgesamt werden etwa 200 Beteiligte an dem Projekt mitwirken.

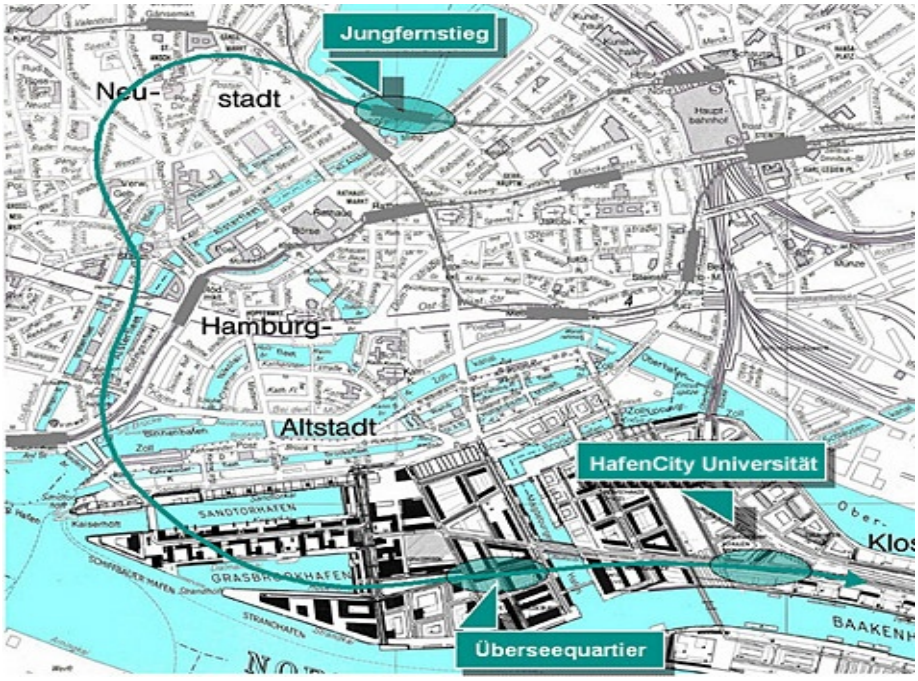


**Abbildung 1 - Hafencity**

# Die Hochbahn AG Hamburg

Die HOCHBAHN AG wurde am 27.Mai 1911 gegründet und zählt heute zu den modernsten Verkehrsunternehmen im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). In Hamburg betreibt sie als größter Partner des Hamburger Verkehrsverbunds 3 U-Bahn- und 120 Buslinie. Die HOCHBAHN-Aktivitäten außerhalb Hamburgs sind seit 2007 in der BeNEX GmbH gebündelt.
Die HOCHBAHN AG ist ein nach privatwirtschaftlichen Grundsätzen organisiertes und geführtes Unternehmen, das sich im Besitz der Freien und Hansestadt Hamburg befindet. Mit rund 4.300 qualifizierten Mitarbeitern und ca. einer Million Fahrgästen täglich ist sie das zweitgrößte Nahverkehrsunternehmen Deutschlands sowie der größte Partner im Hamburger Verkehrsverbund (HVV).

# Tunnelbauweisen

## Offene Bauweise

Im ersten Schritt wird mit Hilfe einer Bentonit-Suspension als Stützflüssigkeit eine Schlitzwand erstellt (Abb. 2). In diese werden Bewehrungskörbe (Abb. 3) eingelassen und anschließend mit Beton verfüllt. Das dabei überschüssige Bentonit wird abgepumpt und recycelt (Abb. 4).

**Abbildung 2 - Schlitzwandherstellung**

**Abbildung 3 - Bewehrungskorb**

**Abbildung 4 - Wiedergewinnung**

Nachdem die Stützwände erstellt wurden erfolgt der Aushub des Tunnels (Abb. 5) und die Erstellung der Notwendigen Steifen (Abb. 6).

**Abbildung 5 - Aushub**

**Abbildung 6 - Steifen**

Größte Schwierigkeit in der offenen Bauweise ist die Querung des Hafenbeckens (Abb. 7), da hier die Lotrechten Abweichungen der Dichtungswände nur sehr gering sein dürfen damit die Gummilamellen dicht schließen (Abb. 8).

**Abbildung 7 - Hafenbecken**

**Abbildung 8 - Abdichtwand**

Hinter der Hafenbeckenquerung schließt direkt der Startschacht (Abb. 9) (westlich des künftigen Überseequartiers) für VERA an. Hier sind sehr gut die im Pilgerschrittverfahren erstellten fertigen Tunnelwände zu erkennen (Abb. 10). VERA wird im Frühjahr 2009 zum ersten Mal am Anleger Jungfernstieg ankommen. Hier wird der Bohrkopf herausgenommen und zum Startschacht Überseequartier zurück transportiert, während die eigentliche TBM durch die fertige Röhre zurück fährt. Im Frühsommer 2009 startet VERA ihre 2 fahrt die sie im Frühjahr 2010 am Jungfernstieg beenden wird.

Abbildung 9 - Startschacht

Abbildung 10 - Tunnelwände

## Tunnelvortrieb in bergmännischer Bauweise

Das Funktionsprinzip einer Tunnelbohrmaschine (TBM, Abb. 11): Vorne graben, hinten sichern und bauen.

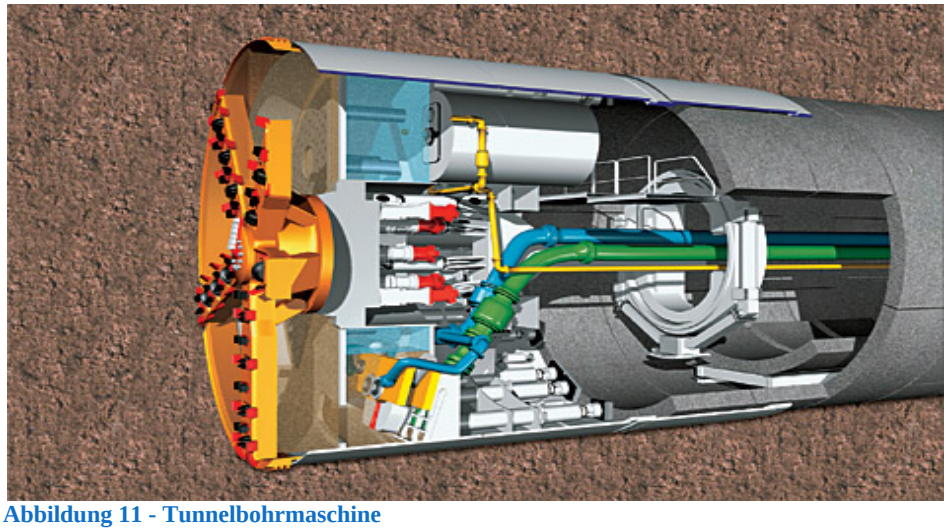

Abbildung 11 - Tunnelbohrmaschine

Für die Methode des Schildvortriebs stand die Natur Pate, denn der Tunnelbohrer arbeitet ähnlich wie der so genannte Schiffsbohrwurm. Der Wurm ist eigentlich eine Muschel und bohrt sich mit der Schale vorwärts durch die Erde. Den gebohrten Tunnel verstärkt er dann mit eigenen kalkhaltigen Ausscheidungen. Die Schildvortriebsmaschine funktioniert nach demselben Prinzip: Vorne gräbt sie den Tunnel mit ihrem Schneidrad bestückt mit Schälmessern und Meißeln, hinten baut sie die Röhre mit Ringen aus Stahlbetonbauteilen, den Tübbingen. Um sich vorwärts zu bewegen, drückt sie sich am gerade montierten Betonring ab, schiebt sich nach vorn und gräbt den Tunnel dabei weiter, bis hinten der nächste Ring Platz findet.
Das Schneidrad zermahlt, zertrümmert und zerkleinert das Erdreich an der so genannten Ortsbrust. Dieser Begriff stammt aus der Bergmannssprache und bezeichnet den „Tatort“, an dem der Stollen vorwärts gegraben wird. Der abgebaute Boden wird mit einer Bentonit-Suspension zu einem

pumpfähigen Gemisch vermengt und durch eine mitgeführte Rohrleitung durch die fertig gestellte Tunnelröhre zurückbefördert. In der HafenCity werden Erdreich und Bentonit wieder getrennt, das Bentonit wird aufgearbeitet und wieder verwendet und durch ein weiteres Rohr erneut zur Maschine geleitet. Damit die Ver- und Entsorgungsleitungen immer vorhanden sind, müssen die Rohre und elektrischen Leitungen zur HafenCity während des Tübbing Einbaus verlängert werden.
Die Ortsbrust ist ständigem Druck ausgesetzt: Von oben lasten Boden und Grundwasser auf ihr, und in der Waagerechten drückt der Schildvortrieb. Damit die Erdmassen unter solchem Druck nicht nachgeben und einbrechen, wird die Ortsbrust mit einer Stützflüssigkeit – wie beim Schlitzwandverfahren – stabilisiert. Dazu verwendet man hier wiederum die Bentonit-Suspension.
In der „Kommandozentrale“ (Abb. 12) im vorderen Teil der Maschine sorgen die Techniker für einen reibungslosen Ablauf und stimmen die verschiedenen Arbeitsschritte aufeinander ab. Sie bedienen sich dabei vieler Messmethoden.
Ändert sich das Gestein oder liegt ein dicker Brocken vor dem Bohrer, so müssen sie vielleicht die Schälmesser wechseln. Hat der Gesteinsbrocken mehr als 50 Zentimeter Durchmesser, müssen sie sogar selbst in den Kopf der Maschine einsteigen und den „Querulanten“ durch das Schildrad hindurch im Handbetrieb so weit zerkleinern, dass die Rollmeißel und Schälmesser wieder greifen und die Reste verarbeiten können.

Die Betontübbinge (Abb. 13) werden für das U4-Bauprojekt so genau berechnet und hergestellt, dass der Tunnelring insgesamt nur maximal 10 Millimeter vom festgelegten Maß abweichen darf, damit der Tunnel passgenau seine Strecke einhält. Eine kleine Lorenbahn bringt die 1,50 Meter breiten und 3,8 Tonnen schweren Stahlbetonbauteile zur Maschine. Hier hebt sie ein Kran auf ein Förderband, das die Tübbinge zum Erektor transportiert. Dieser riesige Arm stemmt die Stahlbetonteile in einer genau festgelegten Reihenfolge an die Wand.

**Abbildung 12 - Kommandozentrale**

**Abbildung 13 - Tübbing**

Bilderquellen: http://u4.hochbahn.de

# Ausbau des Liegeplatzes 2 am Burchardkai

Datum: 13. Mai 2008
Bericht: Franziska Mohr
Begleitung: Herr Heuer

# Ausbau des Hamburger Hafens

Der Umschlag am Hamburger Hafen wird sich bis zum Jahr 2015 auf 18,1 Millionen Standardcontainer (TEU) im Jahr verdoppeln. Diese Entwicklung ergab eine Studie der Hamburg Port Authority (HPA) und der Deutschen Bahn. Die hohen Steigerungsraten resultieren aus der Stellung Hamburgs als Logistikdrehscheibe zwischen den deutschen Agglomerationsräumen und den wachsenden europäischen Märkten. Aufgrund dieser Ergebnisse der Studie wurde ein weit reichendes Handlungskonzept für den Ausbau der Infrastruktur entworfen, um die Abläufe am Hafen zu optimieren und dadurch eine Kapazitätsverdoppelung bis 2015 zu erreichen. Insbesondere die Elbvertiefung, die Ausbau- und Neuerschließungsvorhaben der Kaianlagen sowie ein umfassendes Verkehrskonzept für die Bahn, sollen die Verdoppelung des jährlichen Umschlags realisieren.

# Burchardkai

Der Burchardkai ist derzeit der größte Containerumschlagplatz der Bundesrepublik. Er wird von der Hamburger Hafen Logistik AG – dem größten Privatinvestor am Hamburger Hafen – betrieben. Abbildung 14 und Abbildung 15 zeigen die Lage des Burchardkais. Seine Fläche beträgt 1.530.000 $m^2$, wobei 100.000$m^2$ als Containerstellflächen verwendet werden. Derzeit schlägt der Burchardkai 3,1 Millionen TEU im Jahr um. Diese soll durch den Ausbau der Kaianlage auf 5,2 Millionen TEU erhöht werden. Die Kaimauer um das gesamte Areal des Burchardkais ist 2.850 m lang und der derzeitige Tiefgang beträgt 16,70 m. Vor der Ausbaumaßnahme waren zehn Liegeplätze angelegt.

Nach Abschluss des Um- und Ausbaus sollen pro Woche 35 Übersee- und 140 Binnenschifffahrtsschiffe abgefertigt, das heißt be- und entladen, werden. Pro Schiff sollen dabei bis zu 5.000 Container bewegt werden. Jeden Tag werden dann etwa zwanzig 700 m lange Züge und 4.000 Lkws abgefertigt werden.

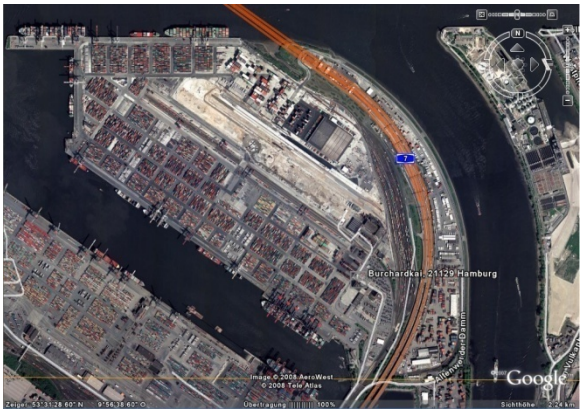


Abbildung 14: Burchardkai
(Quelle: GoogleEarth)

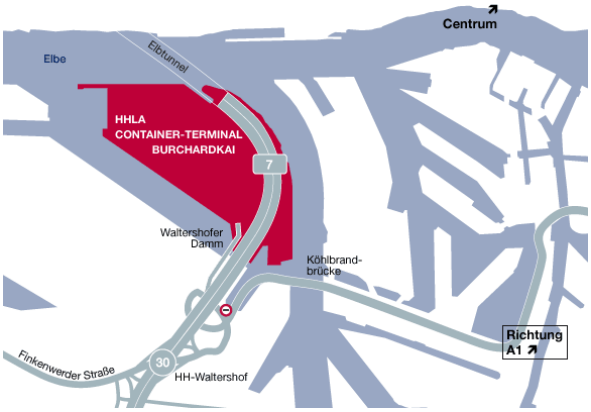


Abbildung 15: Burchardkai
(Quelle: www.hhla.de)

Um diese Ziele zu erreichen soll ein Ausbau- und Optimierungsprogramm für die gesamte Kaianlage bis zum Jahr 2015 umgesetzt sein. Wesentlicher Teil dieses Programms stellt dabei die Verstärkung der Kaimauern dar, sodass leistungsfähigere Containerbrücken (vgl. Abbildung 14) auf ihnen installiert werden können.

Abbildung 16: Neue Containerbrücken

## Verstärkung der Kaimauern

Die Verstärkung der Kaimauern ist wesentliche Voraussetzung für die Kapazitätsverdoppelung, die für den Burchardkai bis 2015 angestrebt wird. Diese Baustelle war Bestandteil der Exkursion. Die ausführenden Baufirmen sind die F+Z Baugesellschaft mbH und die Hochtief Construktion AG. Der Bauherr für die Kaimauern ist die Hamburg Port Authority, die wiederum das Gelände an den Betreiber, die HHLA, verpachtet.
Es handelt sich um eine Linienbaustelle, so dass die Baustelle, wie in Abbildung 17 dargestellt, in mehrere Abschnitte unterteilt ist. Ausgehend vom Liegeplatz 1 wird bis zum Ende des zweiten Liegeplatzes nacheinander gearbeitet, um den Ablauf am Burchardkai so wenig wie möglich zu stören.

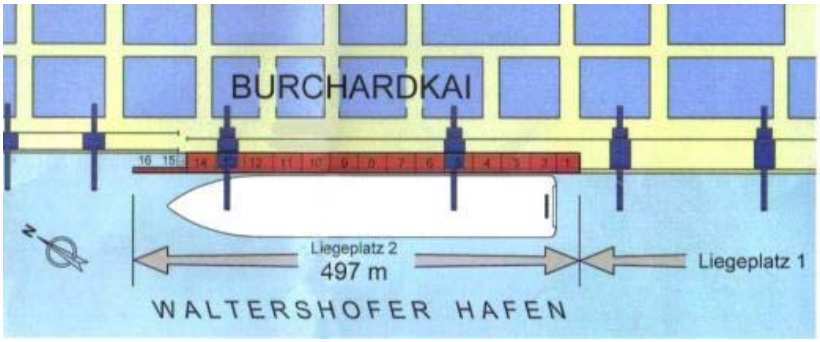


Abbildung 17: Liegeplatz 2 in Abschnitten (Quelle: Informationsblatt HPA)

## Konstruktion

Die Kaimauer des Liegeplatzes 2 schließt an das 1999 fertig gestellte Mauerstück des Liegeplatzes 1 an. Sie wird als überbaute Böschung ausgebildet, so dass das Anlegen der Schiffe durch die Wasserverdrängung erleichtert wird. Der Überbau aus Stahlbeton ist

22 Meter breit und gründet sich auf eine wasserseitige Reihe Reibepfähle (vgl. Abbildung 19), einer nach hinten verankerte gemischte Stahlspundwand und drei Reihen von Ortbetonrammpfählen. In den Überbau ist die wasserseitige Kranspur eingebaut. Die zweite Kranspur wird auf einem separat gegründeten Kranbalken erstellt (vgl. Abbildung 18). In Abbildung 20 ist die gesamte Konstruktion schematisch dargestellt. Zudem ist die historische Bauweise aus dem Jahr 1968 erkennbar.

Abbildung 18: Kranbalken

Abbildung 19: Konstruktion der Kaimauer

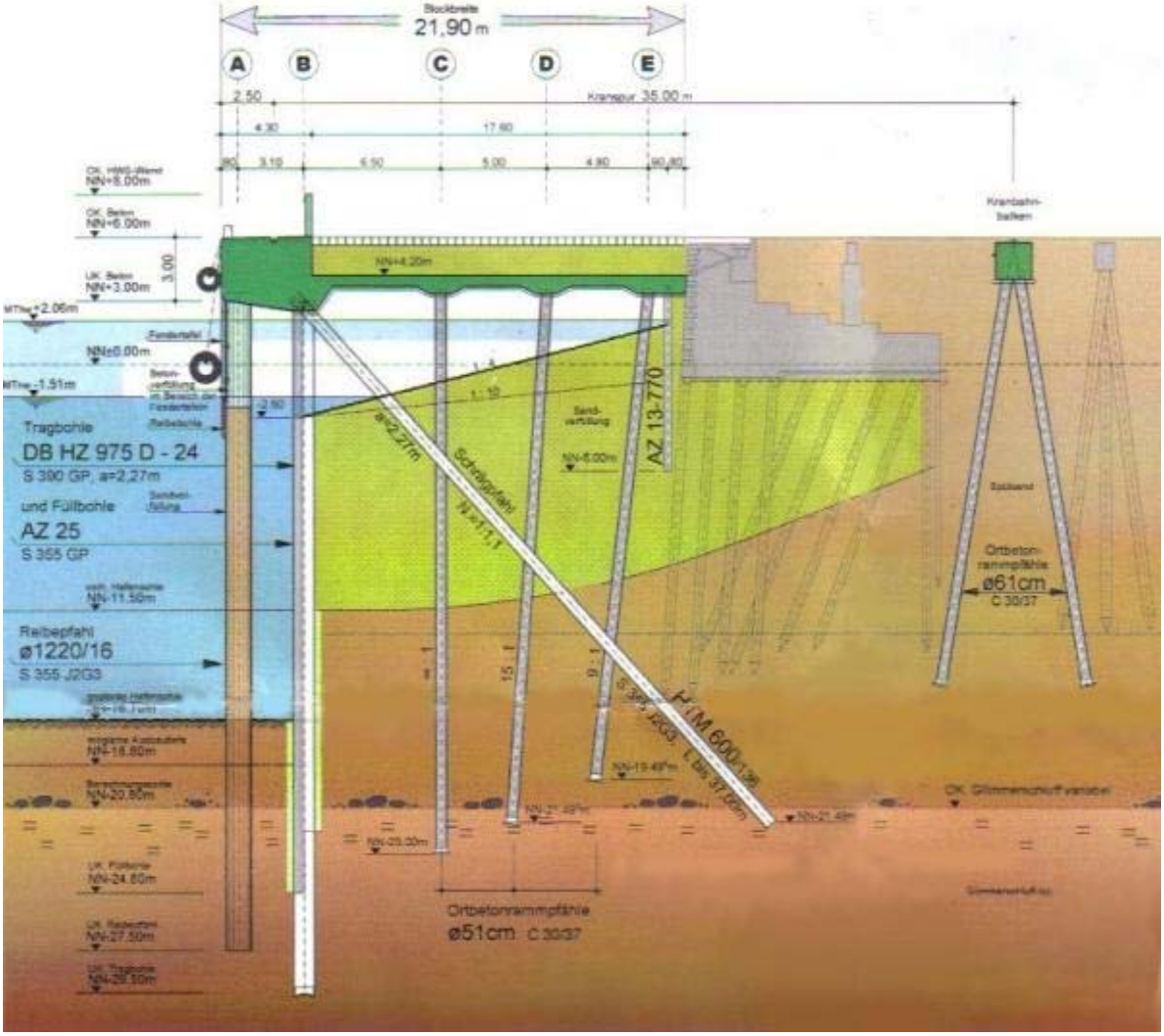


Abbildung 20: Kostruktion der Kaimauer (Quelle: Informationsblatt HPA)

# Bauverfahren

Zunächst wurde der Boden in der geplanten Trasse der Spundwand ausgetauscht, da sich in der Tiefe von ca. 25 Metern eiszeitliche Findlinge und Geröll erwarten ließen. Dazu wurden fünf Rohre überschnitten in den Boden vibriert und der Boden innerhalb durch Sand ersetzt. Durch diesen aufwendigen Austausch des Bodens wurde erst der nächste Arbeitsschritt, das Rammen der Trag- und Füllbohlen möglich. Die 32 Meter langen Tragbohlen wurden mittels einer schwimmenden Hubinsel bis in einer Tiefe von 29,5 Meter in die tragende Glimmerschluff-Ton-Schicht gerammt. Anschließend wurden die Füllbohlen in den Boden eingerammt, sodass eine geschlossene Spundwand entsteht. Durch jede Tragbohle wurde ein 37 Meter langer Schrägpfahl eingerammt und mit Rohrdübeln im Tragbohlenkopf verankert. Dadurch wird die Spundwand in tragfähigem Baugrund verankert. Nach der Verankerung der Spundwand wurden in einem Abstand von etwa drei Metern Reiberohre in den Boden eingebracht. Sie leiten die Anpralllasten der Schiffe in die Konstruktion der Kaimauern und sind mit Sand und Beton (im Anprallbereich) verfüllt. Der Hohlraum zwischen den Reiberohren und der Landseite wurde dann bis zur Tragbohlenwand mit Sand verfüllt. Dort wurden Ortbetonrammpfähle eingebracht und die Kaiplatte gefertigt. Zuletzt werden Baustellentaucher jede zweite Füllbohle bis zu einer Tiefe von 2,50 Meter unter NN herausschneiden. Dadurch wird die Sandverfüllung mit der Tide unter der Kaiplatte herausgespült und es entsteht eine Sandböschung für die Strömungskammer. Die Platte liegt dann nur noch auf den Stahlprofilen und den Ortbetonrammpfählen auf.

# Neubau der Hochwasserschutzwand im Bereich der Landungsbrücken in St. Pauli

Datum: 14. Mai 2008
Bericht: Claudia Fierenkothen, Jörg Müllejans, Jan Mönkemöller
Begleitung: Herr Hähne, Herr Müller

# Einleitung

Das Bauvorhaben an den St.-Pauli Landungsbrücken ist eines von vielen Hochwasserschutz-Projekten in Hamburg. Die allgemeine Hochwassersituation in Hamburg wurde der Exkursionsgruppe in einem Vortrag von Herrn Dr. Müller vorgestellt. Ein Drittel der Fläche Hamburgs (~270 km²) ist hochwassergefährdet. Durch viele Untersuchungen und durch die heutige Vorhersage für die Entwicklung des Weltklimas ist unbestritten, dass sich der Meeresspiegel erhöht. Aufgrund der geringen Entfernung zur Nordsee (~100 km), befindet sich Hamburg noch im Tidebereich und somit hat der Anstieg des Meeresspiegels auch in Hamburg einen wichtigen Einfluss. Mit diesen Erkenntnissen wurde eine Bemessungssturmflut entwickelt, aus der man den benötigten Bemessungswasserstand ableiten konnte. Die letzte Prüfung ergab einen Bemessungswasserstand von +7,30 m ü. NN. Da ein Freibord von 0,30 m eingehalten werden muss, ergibt sich daraus eine Sollhöhe von +7,60 m ü. NN.

Die alte und die neue Hochwasserschutzanlage und die konstruktiven Details wurden zum einen durch einen Vortag von Herrn Dr. Hähne und zum anderen durch einen vom Bauleiter geführten Rundgang erklärt.
Eine Besonderheit bei diesem Projekt liegt darin, dass die Landungsbrücken mit dem alten Elbtunnel und den Pontons eines der Hauptzentren des Fremdenverkehrs bilden, aber zugleich die wasserseitige Wand des Bauwerkes zur Wasserschutzanlage gehört. Das Landungsbrückengebäude ist somit in den Hochwasserschutz integriert. Herr Dr. Hähne verwies darauf, dass die Problematik nicht nur vom Wasser ausginge, sondern dass man bei diesem Projekt im Bestand bauen müsste. Da das Landungsbrückengebäude bereits 1910 errichtet wurde und es sich demnach um ein altes Gebäude handle, lägen die Schwierigkeiten vor allem darin, die Dichtigkeit zu gewährleisten.

# Die vorhandene Hochwasserschutzanlage

Die alte Hochwasserschutzanlage wurde 1971 vor die historische Schutzwand, die auf Holzpfählen gegründet worden war, gesetzt. Die Schutzlinie besteht im unteren Teil aus einer Stahl-Spund-Wand mit einem aufgesetzten Betonholm und im oberen Teil aus der Gebäudeaußenwand an sich. Die alte Schutzhöhe beträgt +7,20 m ü. NN. Es gab Überlegungen, ob nicht diese Spundwand verlängert werden könnte, aber Untersuchungen ergaben, dass die Trägfähigkeit zu gering sei. Gezogen werden konnte die Wand auch nicht, da sonst die alten Holzpfähle gefährdet gewesen wären. Somit entschied man sich für einen vorgesetzten Neubau.

# Die neue Hochwasserschutzanlage

Die neue Konstruktion wird ca. 3,50 m vor die bestehende Spundwand gesetzt. Dadurch entsteht zwischen der Elbe und Gebäude eine 5 m breite Promenade. Wichtig ist zu erwähnen, dass der Neubau nicht nur dem Hochwasserschutz dient, sondern er erfüllt auch einen wichtigen touristischen Zweck.
Die Promenade wird aus Stahl-Beton hergestellt und stützt sich auf eine so genannte kombinierte Rohr-Pfahl-Wand. Diese besteht aus Stahlrohren und Spundbohlen (Abb.1).

Abb.1
Kombinierte
Rohr-Pfahl-Wand

Aufgrund des historischen Gebäudes wird ein erschütterungsfreies Einbohrverfahren gewählt. Für den Einbau der Rohre werden zunächst 1,50 m breite Bohrungen hergestellt. In diese werden dann die Tragrohre eingestellt. Anschließend werden die untersten 1,50 m ausbetoniert und der restliche Hohlraum mit Boden verfüllt. Damit die Spundbohlen in die exakte Position gerammt werden können, sind an den Tragrohren jeweils zwei Spundschlösser angebracht, die als Führungsschienen dienen. Die Spundbohlen werden ebenfalls mit einem erschütterungsarmen hochfrequenten Rüttler eingebracht. Gesichert wird diese Rohr-Pfahl-Wand durch lange Anker, die unter dem Gebäude eingebracht werden.
Eine Besonderheit ist, dass der Hohlraum hinter der Rohr-Pfahl-Wand immer mit Wasser gefüllt sein muss, damit die alten Eichenpfähle ständig im Wasser stehen, um das Fortschreiten der Verrottung zu verhindern. Untersuchungen haben gezeigt, dass die oberste Holzschicht der Pfähle erst um 1-2cm verrottet ist, aber das Kernholz noch völlig in Takt ist. Damit ein konstanter Wasserspiegel gewährleistet werden kann, kann das Einleiten von Wasser manuell geregelt werden.

Die Gebäudefassade wird unter Beachtung des Denkmalschutzes aufgrund der nun größeren Wasserdrücke, die auf das Gebäude im Bemessungsfall wirken, umgebaut. Die Erdgeschoßaußenwände werden deshalb an ihrer Innenseite mit Stahl-Beton ausgebessert (Abb. 2). Die Pfeiler zwischen den Fenstern werden ebenfalls verstärkt und zusätzlich im Boden rückverankert. (Abb. 3)

Abb.2
Bewehrung für die Verstärkung der Außenwände

Abb.3
Pfeiler mit Anker

Für die Fenster ist ein stabiler Stahlrahmen vorgesehen, der die erhöhten Horizontallasten in die Pfeiler ableiten kann. Die Fensterscheiben, die unterhalb der Schutzhöhe liegen, werden mit speziellem 67 mm dickem Sicherheitsglas versehen, damit sie dem Wasserdruck standhalten können (Abb. 4).

Abb. 4
Stahlrahmen für die Sicherheitsverglasung

Da sich der Abstand zwischen Pontons und dem Gebäude durch die neue Promenade verringert hat, mussten die Brücken aufwendig ausgehoben werden und anschließend gekürzt werden. Die Durchgänge zu den Brücken werden mit neuen Klapptoren versehen. Diese Klapptore sind für diese Maßnahme speziell hergestellt worden und werden im Falle einer Sturmflut geschlossen. Als Sicherung können weiterhin Dammbalken eingesetzt werden.

# Besichtigung des Emssperrwerkes

Datum: 14. Mai 2008
Bericht: Dirk Hebbinghaus, Michael Hensel, Patrick Posielski
Begleitung: Herr Backer

# Einleitung

Am Mittwoch, dem 14.05.2008 stand die Besichtigung des Emssperrwerks unter Führung von Herrn Backer an. Nach dreieinhalbstündiger Fahrt von Hamburg, wurde das Ziel bei Gandersum an der Ems (s. Abb. 2) erreicht. Herr Backer, angestellt beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), führte die Exkursionsgruppe zunächst in einen Präsentationsraum des Betriebsgebäudes, wo ein etwa zehnminütiger Film vorgestellt wurde. Anschließend stellte Herr Backer sich den Fragen der Exkursionsgruppe und vermittelte nochmals einen Gesamtüberblick bevor er dann zu einer Führung durch das Bauwerk einlud.

Er leitete die Gruppe durch den Betriebstunnel, der die Strompfeiler 1 und 2 unterhalb der Flusssohle miteinander verbindet. Während der Führung wurden verschiedene Betriebseinrichtungen näher erläutert - wie zum Beispiel Pumpen, brandschutztechnische Einrichtungen, Hydraulikaggregate oder die Stromversorgung. Nach Verlassen des Betriebstunnels bei Strompfeiler 2 erreichte die Gruppe über eine Brücke Strompfeiler 3 zwischen Binnenschifffahrtsöffnung und der ersten Nebenöffnung. Hier wurde die Funktionsweise des Segmentverschlusses und der Hubtore nochmals explizit erörtert. Nach zweistündiger Führung kehrte die Gruppe schließlich zum Betriebsgebäude zurück und verabschiedete sich mit herzlichem Dank von Herrn Backer.

In den folgenden Abschnitten werden die von Herrn Backer erhaltenen bzw. der Videopräsentation entnommenen Informationen genauer dargestellt.

# Bauwerksfunktion und technische Daten

Nach vierjähriger Bauzeit ist das Emssperrwerk bei Gandersum (Niedersachsen) seit September 2002 in Betrieb. Das 476 m lange Sperrwerk liegt an der Unterems ca. 4 km vom Dollart entfernt bei Stromkilometer 32,2. Die Baukosten beliefen sich auf 223,6 Millionen Euro. Ziel der Baumaßnahme war zum einen eine Verbesserung des Sturmflutschutzes, zum anderen eine Sicherung der Flexibilität des Schifffahrtsweges Ems zwischen Papenburg und Emden.

**Abb. 1:** Drehsegment in Strompfeiler 1

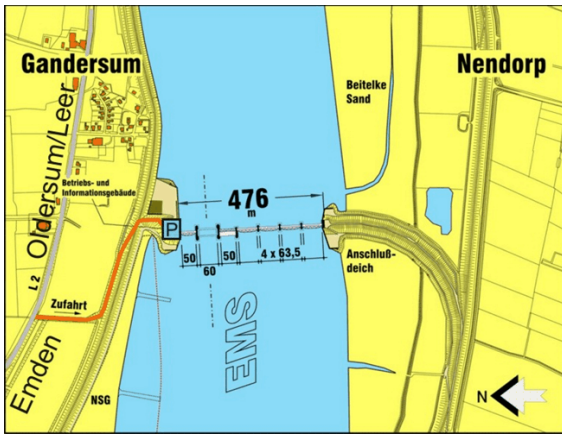


**Abb. 2:** Übersicht und Lage des Sperrwerks
http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C11224980_L20.gif

Bei geschlossenem Sperrwerk können Hochwasserstände von über NN +3,70 m zurückgehalten werden (mittleres Tidehochwasser NN +1,60 m). Ein ständiges Anpassen der 110 km langen Deiche entlang der Unterems an sich verändernde Tidebedingungen kann somit entfallen. Bei Inbetriebnahme ging man davon aus, dass eine Schließung zur Sturmflutabwehr im Mittel alle zwei Jahre notwendig sein würde. Tatsächlich beobachtete man jedoch gerade in den letzten

zwei Jahren eine Häufung von Sturmflutereignissen, die eine Schließung notwendig machten.

Wird das Sperrwerk nicht zum Sturmflutschutz eingesetzt, können die Tore zum Aufstau der Unterems geschlossen werden. Dies dient der Überführung von Schiffen der Meyer Werft in Papenburg. Durch den Aufstau können von dort Schiffe mit einem Tiefgang von max. 8,50 m die Unterems bis zum Sperrwerk passieren. Vor dem Bau des Sperrwerks war dies nur bis zu einem Tiefgang von 7,30 m möglich. Das Emssperrwerk hilft somit bei der Sicherung von Arbeitsplätzen in der Region Papenburg.

**Abb. 3:** Segmentverschluss (Strompfeiler 2)

Aus Gründen des Naturschutzes ist nach Planfeststellungs-beschluss die max. Stauhöhe auf NN +2,70 m beschränkt. Zudem ist diese nur im Winterhalbjahr zulässig, um eine Überstauung des Vorlandes während der Brutzeit zu verhindern. Des Weiteren darf der Aufstau 104 Stunden pro Jahr nicht überschreiten.

Um den Aufstau in einer angemessenen Zeit zu ermöglichen, helfen sechs Pumpen, die in den Strompfeilern eingebaut sind, beim Befüllen des Stauraumes unterhalb des Sperrwerks. So sind auch bei niedrigem Abfluss der Ems Schiffsüberführungen durchführbar. Um die Gesamt-leistung von 100 m³/s zu erzielen, werden in den Strompfeilern 1 bis 3 Pumpen mit einer Kapazität von je 18,205 m³/s und in den Strompfeilern 4 bis 6 Pumpen mit einer Kapazität von je 10,862 m³/s eingesetzt.

Zwischen den erwähnten Strompfeilern liegen insgesamt sieben Öffnungen unterschiedlicher Breite und unterschiedlicher Funktion. Die Hauptschifffahrtsöffnung zwischen den Strompfeilern 1 und 2 hat eine Breite von 60 m und wird mit einem Drehsegmenttor geschlossen (s. Abb. 1). Somit ist die Durchfahrt in der Höhe nicht begrenzt und das Passieren großer Schiffe (z. B. die der Meyer Werft) möglich. Durch einen Segmentverschluss auf eine Durchfahrtshöhe von max. 5,25 m beschränkt liegt zwischen Strompfeiler 2 und 3 die Binnenschifffahrts-öffnung mit einer Breite von 50 m.

**Abb. 4:** Hydraulikzylinder am Drehsegment

Fünf weitere Nebenöffnungen sind mit Hubtoren ausgestattet und haben lediglich eine Sperrfunktion (s. Abb. 2). Im Normalfall sind diese geöffnet, um nicht in die natürlichen Gegebenheiten des Flusses einzugreifen.

Durch verschiedene Bauhöhen der Verschlüsse ergeben sich unterschiedliche Schließ- bzw. Öffnungszeiten. Der Schließvorgang insgesamt ist jedoch innerhalb von 30 Minuten und das Öffnen des Sperrwerks innerhalb von 45 Minuten abgeschlossen.

Die Verschlüsse, vor allem das Drehsegmenttor, sind weitestgehend problemfrei im Bezug auf Sedimentablagerungen. Beim Schließen und Öffnen der Tore spülen diese sich von selbst frei und benötigen somit keine manuelle Reinigung. Alle Verschlüsse egal ob Hub-, Segment- oder Drehsegmenttor, werden je durch zwei Hydraulikzylinder geregelt. Im Versagensfall

eines Zylinders reicht jedoch auch ein Hydraulikzylinder aus, um das jeweilige Tor in die gewünschte Position zu fahren (s. Abb. 4).

Alle relevanten Daten und Informationen werden an die Messwarte bzw. den Steuerstand im nördlich des Sperrwerks gelegenen Betriebsgebäude geleitet. Von hier kann die Anlage zentral vom Fachpersonal gesteuert werden (s. Abb. 5).

Über das Schließen und Öffnen der Tore darf jedoch nicht allein vom Personal vor Ort entschieden werden. Es bedarf dazu einer Genehmigung bzw. Freigabe der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV).

**Abb. 5:** Steuerstand im Betriebsgebäude

## Auswirkungen und Probleme des Bauwerks

Am 1. November 2006 erlebte das Emssperrwerk die bisher stärkste Sturmflut, die es zurückzuhalten galt. Die Information, die Tore des Sperrwerkes zu schließen, wurde rechtzeitig weitergeleitet, so dass es an der Unterems zu keinen Schäden kommen konnte. Jedoch wurden oberhalb der Staustelle in Emden kritische Wasserstände erreicht, die etwa 40 cm über den erwarteten lagen. Grund dafür war vermutlich eine Reflexion der Sturmflut am Emssperrwerk, deren Auswirkung nicht genau vorhergesagt werden konnte. Die Erfahrungen haben nun zur Folge, dass Deiche zwischen dem Sperrwerk und Emden erhöht werden sollen mit einem Kostenaufwand von 14 Millionen Euro.

Problematisch für das Emssperrwerk ist unter Anderem der Einlauf der Pumpen. Durch Ablagerung von Seepocken an den Auffanggittern der Einläufe kommt es zu einer Verengung. Dies hat zur Folge, dass die Pumpen bei zu starkem Bewuchs die nötige Durchflussmenge von 100 $m^3/s$ nicht mehr erreichen. Das Entfernen der Seepocken muss somit in regelmäßigen Abständen manuell durchgeführt werden, damit die Leistung der Pumpen nicht beeinträchtigt wird.

Ein weiteres großes Problem für das Sperrwerk stellen Betondehnungen infolge von Temperaturschwankungen dar. Diese führten in der Vergangenheit zu so vielen Rissen im Bauwerk, dass Wasser in nicht mehr vernachlässigbaren Mengen eindrang. So standen beispielsweise die Betriebstunnel in den Drempeln zeitweise viele Zentimeter unter Wasser. Durch gezielte Betoninjektionen im Bereich der Risse konnte das Problem weitestgehend behoben werden. Mobile Pumpen stehen jedoch bereit, um auch zukünftig eindringendes Wasser abzuführen.

Des Weiteren sind in letzter Zeit ungleichmäßige Setzungen des Bauwerks im Bereich des Betriebsgebäudes festgestellt worden, die sich im Millimeterbereich bewegen und erste Risse im Gebäude hervorrufen. Zwar hofft man, dass sich die Setzungen im Laufe der Zeit verringern bzw. wieder ausgleichen – unklar ist jedoch wie sich z. B. eine Erhöhung der Deiche in Richtung Emden in diesem Zusammenhang auswirken könnte. Die Setzungen werden daher weiterhin genau beobachtet.

# Küstenschutz Norderney

Datum: 15. Mai 2008
Bericht: Lisa Bednarski, Leska Sauder, Arno Weiden
Begleitung: Herr Blum

# Einleitung

Der Exkursionsprogrammpunkt begann mit einem Vortrag von Herrn Blum, einem Mitarbeiter des NLWKs (Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz), wobei über die Problematik des Küstenstandortes Norderney, die bisherigen Küstenschutzmaßnahmen und ausführlich über die Bauplanung und Bauausführung des Großprojektes „Ausbau und Sanierung der Uferschutzwerke auf Norderney“ seit 2001 berichtet wurde.

Darauf folgte eine, von Herrn Blum geführte, Fahrradtour vom West- Badestrand über die Strandpromenade bis zum Nord- Badestrand und von dort weiter durch eine Naturschutzgebiet zur Südseite der Insel, um von dort zurück zum Hafen zu gelangen.

Auf dieser Fahrradtour wurden verschiedene Uferschutzwerke besichtigt, dazu gehörten:

- Stützwände
- S- Profile
- Schrägdeckwerke
- Schwallmauern und Kronenmauern
- Verschiedene Deichlinien
- Buhnen

# Problematik des Küstenstandortes Norderney

Norderney gehört zur Kette der Ostfriesischen Inseln, die seit jeher als natürlicher Wellenbrecher für das Festland dienen und bei Sturmfluten am stärksten belastet werden. Sie unterliegen den Einflüssen der Nordsee, zu denen die Erosion und das Hochwasser durch Sturmfluten zählen.

Seit dem 19. Jahrhundert gibt es am Westkopf (siehe Titelfoto, Abb. 1) von Norderney eine kontinuierliche Abnahme der schützenden Dünen. Dies ist auf eine mangelnde strömungsabhängige Sandversorgung zurückzuführen, die Brandung des Meeres und der Wechsel von Ebbe und Flut verursachen einen Abtransport des Sandes durch die entstehende Strömung von West nach Ost, also ein küstenparalleler Sandtransport. Der abtransportierte Sand wird entweder in den Riffbögen vor Norderney oder am Nordstrand abgelagert, da dort die Strömung nachlässt und sich der Sand wieder ablagern kann.

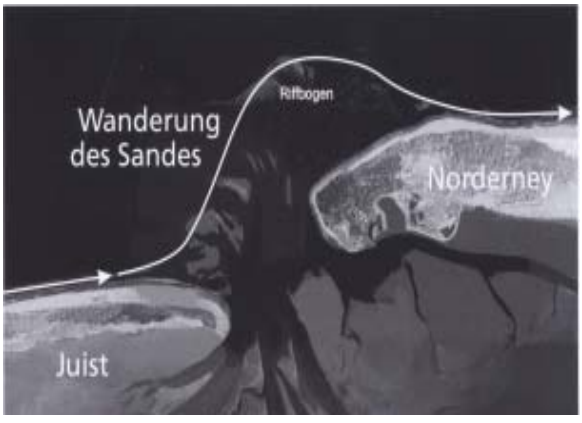


Abb. 2 – Sandtransport West-Ost

Wegen der nicht nachlassenden Strömungen am Westkopf der Insel gibt es dort keine neuen Sandablagerungen, sondern nur weiteren Abtransport, was es zu verhindern gilt, um Norderney in der jetzigen Form erhalten zu können(Abb. 2).

Deshalb gibt es seit dem Bau der ersten Buhnen 1958 einen aktiven Uferschutz auf Norderney. Die dazu zählenden Bauwerke mussten im Laufe der Zeit immer wieder erweitert, ausgebessert und verstärkt werden, so dass es zur Zeit fast 5 km Deckwerk und 32 Buhnen auf der Insel gibt.

Neben dem Uferschutz, der zum Erhalt der Insel beitragen soll, ist natürlich auch der Hochwasserschutz ein zentrales Thema. Um den Schutz der Bewohner Norderneys vor den winterlichen Sturmfluten, die in der Vergangenheit bereits große Schäden durch Wellenüberlaufe an den Uferschutzbauwerken und Gebäuden in der Stadt verursacht haben, zu gewährleisten.

## Ausgangssituation

Die großflächigen Sanierungen und der Bau weiterer Uferschutzbauwerke in verschiedenen Teilbauabschnitten seit 2001 wurden durch Schäden am Deckwerk, die bereits durch leichtere Sturmfluten verursacht worden waren, (Abb. 3) notwendig, zumal Untersuchungen ergaben, dass kein ausreichender Hochwasserschutz für den angesetzten Bemessungswasserstand von NN +5,00 m gewährleistet werden konnte.

Abb. 3: Sturmflutschäden an S-Profil

Des Weiteren verursachte die strandnahe Bebauung am Westkopf einige Komplikationen bei der Bauplanung, da es hier nicht den nötigen Platz für die Umsetzung weiterer Baumaßnahmen gab und deren Bau auch aufgrund von Anwohnerinteressen nicht in Frage kam. An diesen Teilstellen musste man sich der Aufgabe stellen andere Möglichkeiten zum Hochwasserschutz zu finden.

Da Norderney ein touristisches Zentrum ist, mussten hier neben den funktionalen auch ästhetische Aspekte beachtet werden, so dass Norderney durch die Sanierungen sein touristisches Potenzial beibehalten und möglichst weiterentwickeln konnte, da die Küstenschutzanlage seit jeher mehr als Promenade, als Küstenschutzbauwerk wahrgenommen wurde.

## Baudurchführung

Bei dem zeitlichen Ablauf musste berücksichtigt werden, dass im Winter, also der Sturmflutzeit, der volle Hochwasserschutz gegeben sein musste, so dass nur der Sommer als Bauzeit zur Verfügung stand und während des Sommers musste darauf geachtet werden, dass eine möglichst geringe baustellenbedingte Beeinträchtigung des Tourismus stattfand, weshalb in verschiedenen Teilabschnitten über die letzten sieben Jahre gearbeitet wurde.

## Bauplanung

Aufgrund der Veränderung der Sandriffe und den verstärkten Beschädigungen an bestimmten Deckwerksabschnitten, musste man davon ausgehen, dass sich die Belastung für das

Deckwerk erhöht hatte und für jeden Abschnitt individuelle Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes gefunden werden mussten.

Aus diesem Grund nahm man eine Computersimulation eines Seegangsmodells und den Großen Wellenkanal in Hannover zur Hilfe, um die neuen Belastungen und die auftretenden Schwierigkeiten richtig einschätzen und eine effektive Lösung finden zu können.

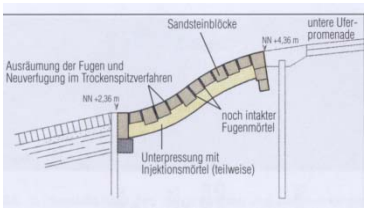


Abb. 4 Aufbau eines S-Profils

Die Computersimulation ermöglichte dabei eine Ermittlung der Wellenhöhe vor Norderney und am Deckwerk, die man benötigt, um im Wellenkanal durch hydraulische Modellversuche die entstehende Belastung am Deckwerk ermitteln zu können.

Erwartungsgemäß stellte sich heraus, dass es einen Wasserüberlauf in die Stadt Norderney geben würde, welcher mit maximal 120 Liter je Sekunde bemessen werden konnte, was eine Wellenhöhe von 6,70 m zur Folge hätte. Bei der Belastung des S-Profils (Abb. 4) kommt es darüber hinaus zu Drücken von 200 Kilopascal.

Der Teilabschnitt mit der höchsten Belastung ist demnach die Aussichtsdüne Georgshöhe, wo - wie bereits erwähnt - das Problem besteht, dass keine ausreichende Baufläche zur Verfügung steht, weshalb im Wellenkanal verschiedene Kombinationsmöglichkeiten von wellenüberlaufreduzierenden Bauwerken getestet wurden. Dazu gehörten:

- Schwallwände (Abb. 5)
- Kronenmauern
- Böschungserhöhungen
- Verschiedene Strandhöhen

Abb.5: Untersuchung von Schwallwänden im Wellenkanal

# Bauabschnitte

## Georgshöhe 2001/ 2002

Im Bereich der Georgshöhe hat man sich wegen des bereits erwähnten geringen Platzes für eine Kombination aus S-Profil, unterer Promenade, Rauhdeckwerk (Granitblöcke), obere Promenade, Schwallelementen, Böschung und Kronenmauern entschieden (Abb. 6).

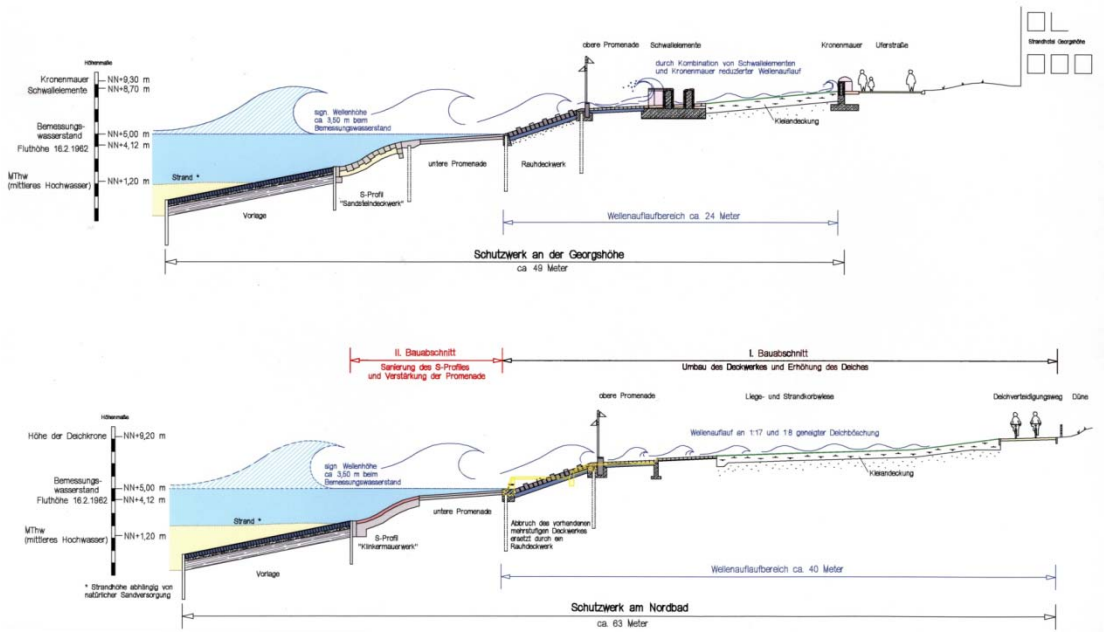


Abb. 6: Aufbau des Schutzwerkes an Georgshöhe und am Nordad

Die Gesamthöhe der Konstruktion beläuft sich damit auf NN +9,30 m und bietet somit ausreichend Schutz für einen Bemessungswasserstand von NN+5,00 m und eine signifikante Wellenhöhe von 3,70 m.

Die ganze Konstruktion hat einen Sockel, der bis in den Sandgrund verläuft, um einen ausreichenden Schutz gegen Unterspülung zu bieten, darauf folgt das S-Profil, das nicht erneuert, sondern nur ausgebessert wurde. Das S-Profil gehört mit zu den ersten Küstenschutzbauwerken und ist in Teilen bis zu 140 Jahre alt, weshalb es galt verschiedene Fehlerstellen auszubessern, weiterhin findet man dieses S-Profil aus Naturstein nicht nur an der Georgshöhe, sondern fast am gesamten Nord- Westteil des Westkopfes.

Abb. 7: Granitrauhdecke am Weststrand

Bei dieser Sanierung wird der Untergrund mit einer Unterpressung aus Injektionsmörtel in den Löchern, die man in großer Zahl und Volumen durch Untersuchungen entdecken konnte, stabilisiert und die Fugen zuerst gereinigt und dann ebenfalls neu verspritzt, um die Standfestigkeit und Wehrhaftigkeit zu gewährleisten. Darauf folgt die Promenade, die nicht verändert wurde und dann ein komplett erneuertes Deckwerk aus Granitblöcken (Abb. 7). Diese Granitblöcke wurden so in Beton gesetzt, dass sie verschiedene Höhen haben und somit das Gesamtbauwerk dabei unterstützen, die Wellen frühzeitig zu brechen. Es ist auf die positive

optische Gestaltung dieses Rauhdeckwerks hinzuweisen, da die Steine immer in Dreiergruppen höher gesetzt wurden und diese bei den Anwohnern und Touristen als Sitzgelegenheit sehr beliebt sind.

Als nächster Abschnitt folgt die obere Promenade, die von einem komplett neuen Bauwerk abgeschlossen wird, den Schwallmauern (Abb. 8) mit einer Höhe von 1,30 m. Diese aus Stahlbeton gefertigten Wellenbrecher sind zur Verbesserung der Standfestigkeit untereinander mit einer Betonplatte verbunden und aus optischen Gründen rot-braun verklinkert. Dabei sind die Mauern in zwei Reihen angeordnet, wobei die erste Reihe leicht gebogen ist und sich zum Meer hin öffnet, damit das Wasser bei einer Sturmflut besser wieder abfließen kann und es so nicht zu einem Rückstau kommt.

Abb. 8: Schwallmauern an der Georgshöhe

Die Böschung hat eine leichte Neigung und wird von einer 0,80 m hohen Kronenmauer abgeschlossen, die Wellenüberläufe zur Stadt hin verhindern soll.

Das Uferschutzbauwerk im Bereich der Georgshöhe ist damit das kombinationsreichste und innovativste auf Norderney.

## Moltkestraße 2002

Der Schart der Moltkestraße, die sich westlich an die Schwallmauern der Georgshöhe anschließt, wurde aufgrund einer stark beschädigten Konstruktion komplett erneuert, so dass es jetzt keine Treppen mehr gibt und die Promenade so von allen Anwohnern und Touristen problemlos betreten werden kann.

## Kaiserwiese 2003

Die Kaiserwiese schließt sich westlich an die Georgshöhe und deren Schwallmauern an, dort gibt es mehr Freifläche und man kann hier die bereits vorhandene Böschung um 1,00 m erhöhen und durch eine Kleiabdeckung und durch das Anlegen eines Rasens die Wehrhaftigkeit gegen Sturmfluten und gegen das Unterspülen der Konstruktion verbessern und somit eine Gesamthöhe von NN +9,30 m erreichen. Gestalterisch wurden hier Stellflächen für Strandkörbe angelegt.

## Januskopf 2004/ 2005

Vom Januskopf bis zum „Café am Nordstrand“ wurde wie an der Georgshöhe das schadhafte Deckwerk durch eine Granitrauhdecke ersetzt und der gesamte Bereich um 1,50 m erhöht.

Des Weiteren wurde oberhalb der erneuerten Deckwerkes eine neue Promenade als Wellenüberlaufsschutz erbaut und der obere Böschungsteil wurde so befestigt, dass er für Veranstaltungen genutzt werden kann ohne dass die Wehrhaftigkeit vermindert wird.

### Milchbar bis Marienhöhe 2006

In diesem Bauabschnitt wird ebenfalls wie bei der Georgshöhe eine komplette Sanierung des Deckwerkes durch eine Granitrauhdecke und der Bau von Schwallmauern durchgeführt. Sowohl das bis zum Nordstrand durchgehende S-Profil, als auch das Granitbauwerk geben dem Gesamtbauwerk ein einheitliches Aussehen.

## Weitere Küstenschutzmaßnahmen

Wie bereits zuvor erwähnt muss sich Norderney nicht nur gegen Sturmfluten sichern, sondern sich auch mit der Abtragung der Strände und somit dem Verlust von Nutzfläche auf Norderney auseinandersetzen .

Zwar hat Norderney mittlerweile 32 Buhnen (Abb. 9), die bis zu 18 m in die Tiefe reichen, um so die Inselsohle vor Unterspülung zu schützen, doch musste man feststellen, dass dies nicht reicht, da der Westkopf stark durch Wellen beansprucht wird. Aus diesem Grund gab es seit den 50er Jahren insgesamt 10 Strandaufspülungen, bei denen vor dem Westkopf Sand durch einen Schneidradsaugbagger entnommen wird, um diesen etwa im Bereich des Januskopfes mit einer dorthin führenden Rohrleitung wieder aufzuspülen, wo er durch Planierraupen etwas befestigt werden kann.

Abb. 9: Buhne am Weststrand

### Erfolg und Zukunftsaussichten

Sowohl die Küstenschutzmaßnahmen für den Hochwasserschutz, als auch die Maßnahmen gegen die Abtragung des Sandes haben sich als erfolgreich erwiesen und konnten sich schon bei kleineren Sturmfluten im Winter 2007 bewähren.

Durch die Bemühungen sowohl einen effektiven Hochwasserschutz, als auch eine Verbesserung der gestalterischen Aspekte am Westkopf Norderneys zu erreichen, hat der NLWK und die Insel Norderney das touristische Potenzial der Insel verbessert und weiterentwickelt und die Anwohner vor Schäden an Gebäuden und Gefährdungen von Menschenleben für die nahe Zukunft gesichert.
Allerdings gilt dies nur, solange sich die Parameter des Meeres nicht stark verändern, denn falls dies eintreten sollte, müssten die Schutzanlagen wieder neu dimensioniert, ausgebessert und verstärkt werden.

# Quellen:

Text 1: „Küstenschutzmaßnahme: Sicherung des Westkopfes der Insel Norderney durch eine Strandaufspülung“ (Handout NLWK)

Text 2: „Ausbau und Sanierung des Uferschutzwerkes Norderney“ (Handout NLWK)

Text 3: „Ausbau und Sanierung des Deckwerkes am Nordstrand Norderney“ (Handout NLWK)

Text 4: „Küstenschutzmaßnahme: Erhöhung und Verstärkung des Uferschutzwerkes auf der Insel Norderney“ (Handout NLWK)

Abb.1: Text 3

Abb.2: Text 4

Abb. 3, 4, 5: Text 2

Abb.6: Text 3

# Meyerwerft

Datum: 16. Mai 2008
Bericht: Katharina Harms, Ulrika Hett, Max Schilling
Begleitung: Herr Albers, Herr Sperling

# Einleitung

Am Freitag den 16. Mai 2008 besichtigten wir die bereits 1795 als Holzschiffswerft gegründete und sich mittlerweile in sechster Generation im Besitz der Familie Meyer befindenden Meyer Werft (siehe Titelbild, Abb. 1) in Papenburg an der Ems. Die Werft befand sich allerdings nicht seit ihrer Gründung an ihrem heutigen Standort. Erst 1975 zog sie an den Stadtrand Papenburgs in direkter Nähe zur Papenburger Seeschleuse, wo dann auch erstmals Kreuzfahrtschiffe entstehen sollten. Die alte Werft im Stadtinneren wurde 1983 endgültig geschlossen.
Durch diese frühzeitige Spezialisierung auf Kreuzfahrtschiffe, ist die Meyer Werft die einzige von ursprünglich 23 Papenburger Werften, die überleben konnte. Ihr Weltmarktanteil im Kreuzfahrtschiffbau beläuft sich mittlerweile auf etwa 30 %.
Zurzeit beschäftigt sie ungefähr 2.500 Mitarbeiter direkt und hat sich somit zu einem der wichtigsten Arbeitgeber der Region entwickelt. Zu diesen werksinternen Mitarbeitern kommen noch zusätzlich weitere 10.000 Arbeiter die in ca. 2.000 Zulieferunternehmen beschäftigt sind.
Bis in das Jahr 2012 ist die Meyer Werft mit Aufträgen ausgelastet. Allerdings lief es in der Vergangenheit nicht immer so gut. Nach den Terroranschlägen vom 11. September 2001 musste die Meyer Werft einen großen Auftragsrückgang überwinden. Folgeaufträge auf dem Kreuzfahrtmarkt ließen auf sich warten, weshalb das Unternehmen 2003 nicht umhin kam ungefähr 550 Mitarbeiter zu entlassen. Obwohl die Werft nun schon auf 213 Jahre Firmengeschichte zurückblicken kann, gehört sie doch, im internationalen Vergleich, mit zu den Modernsten.

Nachdem die Werft zunächst nur Holzschiffe gebaut hatte, begann das Unternehmen bereits 1872 auf Initiative von Joseph L. Meyer, welcher der dritten Generation angehörte, mit dem Bau von Stahlrumpfschiffen mit Dampfmaschinenantrieb. 1874 wurde dann auch schon das erste Passagier- und Eisenschiff der Werft, der Raddampfer „Triton“ fertiggestellt.
1985 wurde das erste Kreuzfahrtschiff der Werft gebaut, die „Homeric“. Sie ist nicht nur das erste in der Meyer Werft gefertigte Kreuzfahrtschiff, sondern auch das einzige, das mittels eines klassischen Stapellaufs zu Wasser gelassen wurde. Nie zuvor lief ein Schiff dieser Größe vom Stapel. Gleichzeitig war es auch das einzige Schiff, welches jemals zur Meyer Werft zurückgekehrt ist; es wurde 1990 um 40 m verlängert.

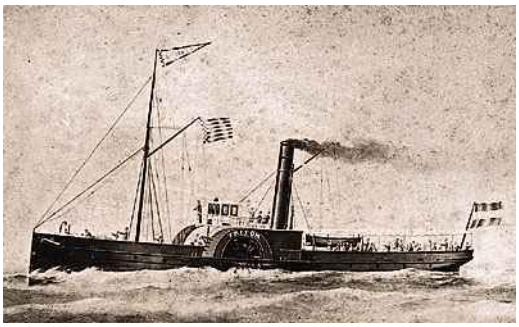

**Abbildung 2: Raddampfer „Triton“ (Quelle: www.meyerwerft.de)**

**Abbildung 3: Stapellauf der „Homeric“ (Quelle: www.meyerwerft.de)**

In den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts hat sich die Meyer Werft auch international einen exzellenten Ruf beim Bau von Spezialschiffen erworben. Aus der langjährigen Erfahrung im Passagierschiffbau gelang der Werft in den 80er Jahren der erfolgreiche Einstieg in den Bau großer und moderner Kreuzfahrtschiffe. Bis heute hat die Werft 23

Luxusliner in unterschiedlichen Größenklassen für Kunden aus aller Welt geliefert. Zuletzt wurde im April dieses Jahres die „AIDAbella“ an AIDA Cruises abgeliefert.
Mit weiteren vier Clubschiffen für AIDA Cruises, fünf Schiffen der Post-Panmax-Klasse[1)] (122.000 BRZ[2)]) für Celebrity Cruises und zwei 124.000 BRZ großen Schiffen für Disney Cruise Line sind noch elf weitere Schiffe im Bau bzw. im Auftragsbestand.
Aber auch luxuriöse Auto- und Passagierfähren, RoRo- (Roll on Roll of), Passagier-, Container- und Tiertransportschiffe sowie Flusskreuzfahrtschiffe gehören zum Produktionsprogramm. Allerdings werden die Flusskreuzfahrtschiffe nicht in Papenburg, sondern im 1850 gegründeten und 1997 von der Meyer Werft übernommenen Schwesterunternehmen Neptun Werft in Rostock gebaut.
Zusätzlich noch hat sich die Werft auf den Bau von Gastankern für den Transport von flüssigen und chemischen Gasen, die sowohl gekühlt als auch unter Druck gefahren werden können, spezialisiert. Seit 1961 wurden davon bereits 47 Exemplare gebaut, darunter auch der größte seiner Art, der Tanker „Donau“ mit 30.000 $m^3$ Tankvolumen.
Eine ganz besondere Beziehung hat die Werft zum Inselstaat Indonesien, wofür sie Ende der fünfziger Jahre bereits fünf kombinierte Fracht-Passagierschiffe baute. Seit 1983 wurden weitere 23 Passagierschiffe für den interinsularen Verkehr geliefert. Das 24ste Schiff wird Mitte dieses Jahres folgen.

---

1) **PostPanmax-Klasse**, hierzu gehören Schiffe, deren Abmessungen es ihnen nicht erlauben den Panamakanal zu befahren, sprich die max. Länge: 294,13 m, Breite: 32,31 m oder den max. Tiefgang: 12,04 m überschreiten.

2) **Bruttoraumzahl** (BRZ; dimensionslos), das in der Schiffsvermessung die bisherige Bruttoregistertonne (BRT) ersetzende Maß für die Gesamtgröße von Schiffen. Die BRZ ergibt sich aus dem gesamten umbauten Raum, multipliziert je nach Schiffstyp mit einem zwischen 0,22 und 0,32 liegenden Faktor; sie soll eine gerechtere Schiffsvermessung ermöglichen.

# Werftanlagen und Produktionstechnik

Den Mittelpunkt des Betriebes bilden heute die beiden überdachten Baudockhallen für Neubauten mit einer Vermessung von ca. 180.000 BRZ. Um international mit anderen Werften konkurrieren zu können, wurde die Produktionstechnik beständig erweitert. So entstand bis 1987 in Papenburg eines der größten überdachten Baudocks auf der Welt, welches in den Jahren 1990/91 nochmal um 100 Meter verlängert wurde. Mit fortschreitender Zeit mussten die Verantwortlichen der Meyer Werft aber feststellen, dass man mit nur einem Trockendock nicht mehr so konkurrenzfähig war, sodass dann im Januar 2001 das größte Investment der Firmengeschichte beschlossen wurde und zwar der Bau eines zweiten überdachten Baudocks sowie neuer Vorfertigungshallen, in denen dann vor allem die Laserschweißtechnik serienreif eingesetzt werden sollte.

**Abmessungen der überdachten Baudocks:**

| **Baudock 1** | **Baudock 2** |
|---|---|
| Halle: 370 m x 102 m x 60 m | Halle: 384 m x 125 m x 75 m |
| Dock: 358 m x 40 m | Dock: 362 m x 45 m |
| Krankapazität bis zu 600 t | Krankapazität bis zu 800 t |
| | *(2008: Verlängerung um 120 m)* |

Momentan wird auch die zweite Baudockhalle um weitere 120 Meter verlängert. Baubeginn dafür war Anfang Dezember 2007.

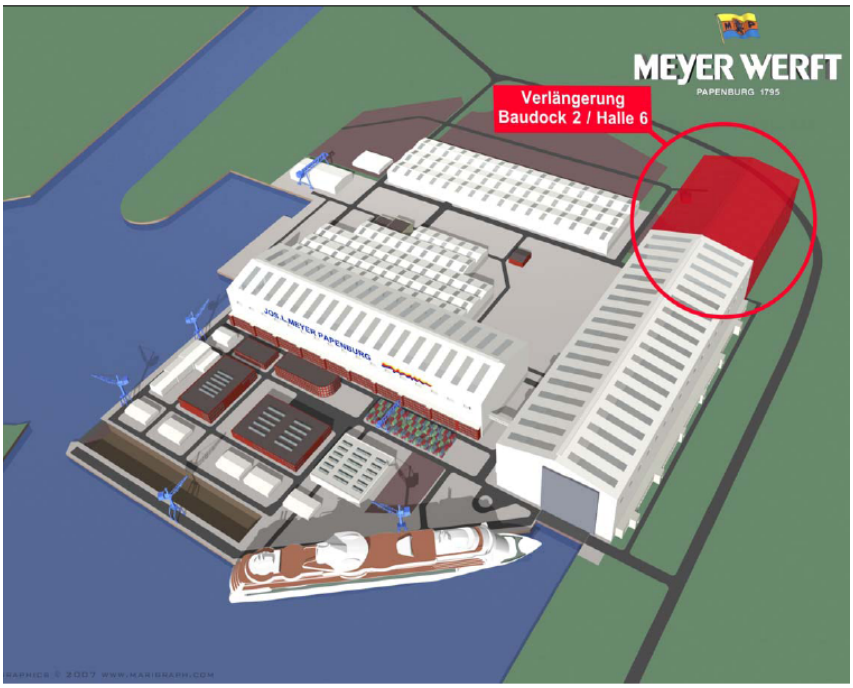


**Abbildung 4: Verlängerung Baudock 2 (Quelle: www.meyerwerft.de)**

Gründe für diese erneute Investition sind unter anderem eine daraus resultierende Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit sowie der Produktivität (15 bis 20 %), eine Reduzierung der Durchlaufzeiten, eine gleichmäßigere Auslastung der Fertigung, eine deutliche Risikominimierung durch bessere Baubedingungen und die Möglichkeit zu haben, zwei PostPanmax-Schiffe plus ein Panmax-Schiff pro Jahr wirtschaftlich bauen zu können („Tandem-Bauweise"). Dieses Projekt bringt aber auch eine ganze Menge an Konsequenzen mit sich, wie z. B. steigende Anforderungen an die interne und externe Qualitätssicherung, die interne und externe Liefertreue und an die Kapazitäten der Partnerfirmen. Weiter müssen dann auch etwa 100 zusätzliche Mitarbeiter bei der Meyer Werft beschäftigt werden, um den enormen Mehraufwand überhaupt bewältigen zu können.

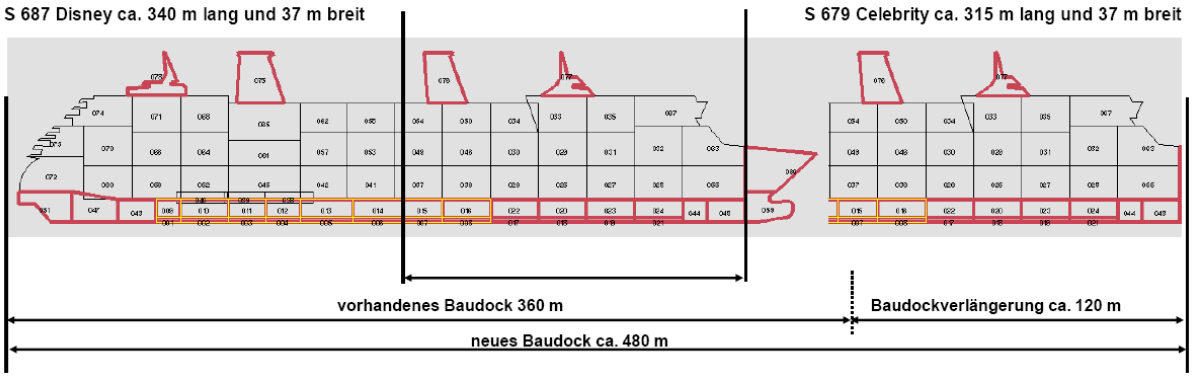


**Abbildung 5: Verlängerung Baudock 2 – Die „Tandem-Bauweise" (Quelle: www.meyerwerft.de)**

Schiffbau in Papenburg erfolgt heute nach dem „Lego-Prinzip". Aus Stahlplatten (Paneele) werden Sektionen, aus Sektionen werden Blöcke. Etwa 70 Blöcke, die jeweils bis zu 800 Tonnen wiegen, bilden ein Schiff. Auch Inneneinrichtungen und die technische Ausstattung werden so weit wie möglich vormontiert, bevor sie in den Schiffrumpf eingesetzt werden. Dank der modularen Bauweise aus einzelnen, vorgefertigten Blöcken kann das Schiff

in kürzester Zeit gebaut werden. Mit der Blockbau- und Modulbauweise kann der Innenausbau des Schiffes schon beginnen, obwohl der Rumpf erst zum Teil fertiggestellt ist.

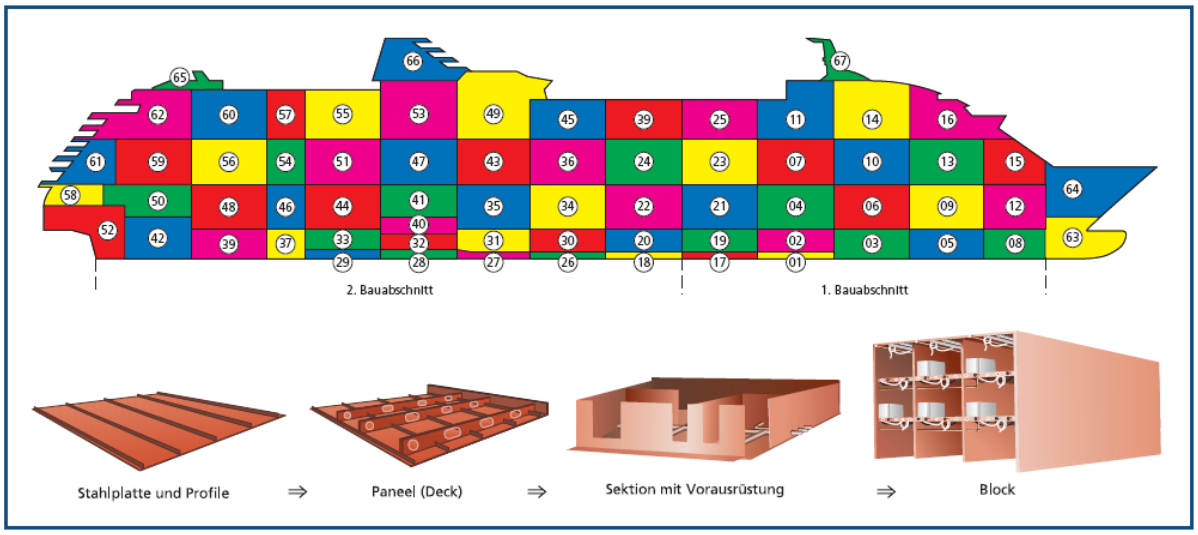


**Abbildung 6: Schiffbau in Papenburg funktioniert nach dem „Lego-Prinzip“ (Quelle: www.meyerwerft.de)**

Mittlerweile sind alle Tätigkeitsbereiche mit modernster Computertechnologie ausgestattet – vom Entwurf über die Konstruktion bis hin zur Fertigung. Baupläne sind da nur noch selten zu finden. An ihre Stelle treten Simulationen, mittels derer beispielsweise die Außenhaut eines Schiffes konstruiert wird. Außerdem ist beinahe auch der gesamte Fertigungsprozess digitalisiert, was zeit- und kostenersparend zugleich ist.
Besondere Weitsicht bei der Planung und Konstruktion ermöglicht die „Digitale Fabrik“: Ingenieure der Meyer Werft können bereits in der Planungsphase abschätzen, welche Ideen umsetzbar sind und welche vorerst nicht. So gibt es weniger Überraschungen im Fertigungsprozess. Das Produkt kann also schneller produziert werden und kommt früher auf den Markt.

## Aktuelle Situation, aktueller Auftragsbestand

Im Baudock 2 befindet sich zurzeit mit der „Celebrity Solstice“ das erste von fünf neuen Schiffen für Celebrity Cruises. Baubeginn für das neuste Schiff der Reederei war im März 2007, die Ablieferung wird im Oktober 2008 erfolgen. Mit dieser Celebrity Baureihe (122.000 BRZ) wird die Meyer Werft dann erstmals die magische 100.000 BRZ Marke überschreiten. Die „Celebrity Solstice“ hat eine Gesamtlänge von 315 Metern, eine Breite von 36,80 Metern und wird eine Geschwindigkeit von mehr als 24 Knoten erreichen. In 1.425 Kabinen können mehr als 2.850 Passagiere untergebracht werden.
Im Baudock 1 wird gerade die „AIDAluna“ (68.500 BRZ), das dritte Clubschiff für AIDA Cruises, zusammengebaut. Im März 2008 wurde es auf Kiel gelegt, der Ablieferungstermin ist für April kommenden Jahres angesetzt. Die „AIDAluna“ hat eine Gesamtlänge von 252 Metern und eine Breite von 32,20 Metern. In 1.025 Kabinen können 2.050 Passagiere untergebracht werden. Vier große Dieselmotoren des Herstellers MaK erzeugen an Bord eine Leistung von insgesamt ca. 50.000 PS. Die Dienstgeschwindigkeit des Schiffes wird bei knapp 22 Knoten liegen.

Zudem befindet sich auch eine weitere Fähre (14.200 BRZ) für den Inselstaat Indonesien im Bau, die die Werft im Juni dieses Jahres verlassen wird.
Jüngster Auftrag der Werft (April 2007) sind zwei Schiffe für die Disney Cruise Line. Die jeweils 124.000 BRZ großen Schiffe werden dann den Titel „Größtes bis dato in Deutschland gebautes Kreuzfahrtschiff“ tragen.

**Abbildung 7: "AIDAlua" in Baudock 1**

**Abbildung 8: "Celebrity Solstice" in Baudock 2 (Quelle: www.meyerwerft.de)**

## Ablieferungstermine:

- Juni 2008 Gunung Dempo S.664[3)] (BRZ 14.200, Republik Indonesien)
- Juli 2008 Clipper Hermes S.681 (Gastanker, Solvang ASA)
- Oktober 2008 Clipper Hermod S.682 (Gastanker, Solvang ASA)
- Oktober 2008 Celebrity Solstice S.675 (Challenger I) (BRZ 122.000, Celebrity Cruises)
- April 2009 AIDAluna S.660 (BRZ 68.500, AIDA Cruises)
- 2009 Celebrity Equinox S.676 (Challenger II) (BRZ 122.000, Celebrity Cruises)
- 2009 Gastanker S.683 und Gastanker S.684 („Harpain Reederei GmbH & Co. KG“)
- 2010 AIDA Sphinx IV S.680 (BRZ 71.000, AIDA Cruises)
- 2010 Gastanker S.685 und Gastanker S.686 („Harpain Reederei GmbH & Co. KG“)
- 2010 Celebrity Eclipse S.677 (BRZ 122.000, Celebrity Cruises)
- 2011 AIDA Sphinx V (BRZ 71.000, AIDA Cruises)
- 2011 Disney I S.687 (BRZ 124.000, Disney Cruise Line)
- 2011 Celebrity Cruises S. zz. unbekannt (BRZ 122.000, Celebrity Cruises)
- 2012 AIDA Sphinx VI (BRZ 71.000, AIDA Cruises)
- 2012 Disney II S.688 (BRZ 124.000, Disney Cruise Line)
- 2012 Celebrity Cruises S. zz. unbekannt (BRZ 122.000, Celebrity Cruises)

3) S.664 = Baunummer des Schiffes

# Schlusswort

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie die Organisatoren der IGAW-Exkursion 2008 bedanken sich bei der Abteilung Bauingenieurwesen sowie bei der Gesellschaft der Freunde und Förderer der Architekten, Bau- und Verkehrsingenieure an der Bergischen Universität Wuppertal (GABV) für die großzügige Unterstützung.