

Offshore-Ingenieure bauen auf Wasser

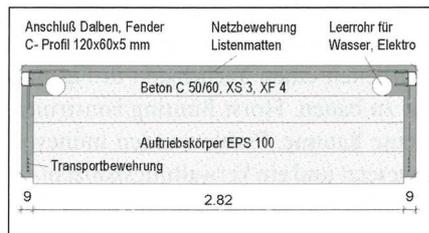
Als zur Saison 2008 die Marina Boltenhagen eingeweiht wurde, zeichnete sich die Kieler Offshore Ingenieurgesellschaft GbR (Mitglied im AKWA) gemeinsam mit dem Betreiber des Hafens für die Gesamtplanung der Marina verantwortlich. Das Resultat: Die Marina ist kein Sportboothafen von der Stange, denn die schwimmenden Betonstege sind eine Eigenentwicklung der Ingenieurgesellschaft.

Bis zur Fertigstellung der Marina Boltenhagen standen für das Team um Conrad Hansen, einer der beiden Gesellschafter der Offshore Ingenieurgesellschaft (www.offshore-ingenieurgesellschaft.de), ein Planungszeitraum von fast 2 Jahren zur Verfügung. Trotz des hohen zeitlichen und finanziellen Aufwandes kann sich das Resultat sehen lassen: Die Marina Boltenhagen ist für Betreiber und Eigner ein großer Erfolg.

Zu den Einrichtungen des Sportboothafens gehören wasserseitig ca. 1.400 m schwimmende Stege, ein schwimmender, öffentlicher Anleger für Ausflugsschiffe und zwei schwimmende Veranstaltungsplattformen. Landseitig umfasst der Hafen eine 10 m breite Slipanlage, 300 m² Bootwaschplatz, den Servicekai mit Ver- und Entsorgung, die Hafenmeisterei mit sanitären Einrichtungen und Service, eine kleine Bootswerkstatt und ein beheiztes Winterlager.

Die schwimmenden Betonstege sind eine Eigenentwicklung der Ingenieure. Im Folgenden sollen einige technische Aspekte dieser Neuentwicklung dargestellt werden.

Im Sporthafenbau werden schwimmende Stege überall dort auf der Welt eingesetzt, wo wechselnde Wasserstände feste Stege unmöglich machen. Betonstege werden beim Bau von Stegananlagen auch gewählt, wenn hoher Komfort und Langlebigkeit gefordert sind. Ein etwas höherer Preis ist dabei allerdings in Kauf zu nehmen. Der Auftrieb wird durch großvolumige, aneinandergereihte Polystyrolblöcke erzeugt. Gegen mechanische Beanspruchungen wird der Hartschaum dreiseitig mit einer minimierten Hülle aus Stahlbeton verkleidet. Die Stahlbetonhülle bleibt dabei unten offen. Alle notwendigen Einbauteile der



Querschnitt Schwimmsteg

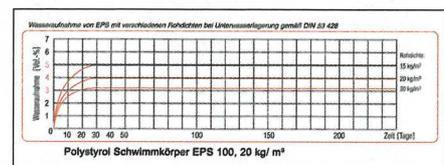
mechanischen Verbindungen der Pontons untereinander und zu den Ankerdalben, die Leerrohre für die Versorgung mit Strom und Wasser und die Einbauteile für die Anbauten werden in den Stahlbetonkörper integriert. Der nach unten überstehende Polystyrolblock reduziert das Gewicht und damit die notwendige Bauhöhe des Schwimmsteges und ersetzt elastische Unterpallungen während des Transportes im Werk und zur Baustelle.

Die äußeren Stahlbetonschalen wurden zur Begrenzung des Gewichts auf eine Dicke von 90 mm festgelegt. Um diesen Wert zu erreichen wurden besonders angefertigte Betonstahlgewebe (Listennatten) verwendet, mit denen mehrlagige Übergreifungsstöße der Netzbewehrung vermieden werden konnten. Besondere Sorgfalt bei den Bewehrungsarbeiten und eine hohe Betongüte von C 50/60 ermöglichten die Einhaltung der Betondeckung nach DIN 1045 - 2004 auch bei der Expositionsklassen von XS 3, XF 4.

Die Herstellung der Stahlbetonfertigteile gehörte zu den größten Herausforderungen der Baustelle. Die Produktionszeit war derart begrenzt, dass wie bei einer herkömmlichen Stahlbetonfertigteildproduktion das Freimachen der Schalung nach ca. 12 - 16 Stunden erfolgen musste. Dies bedeutete zusätzliche

Anforderung an die Betonfestigkeit bei begrenzten zulässigen Rissweiten. Zum zweiten erfordern Stahlbetonfertigteile mit derart großen Anteilen an Polystyrol besondere Maßnahmen gegen das Aufschwimmen der Schwimmkörper bereits während des Betoniervorganges. Drittens musste durch eine besonders strenge Kontrolle der Geometrie sichergestellt werden, dass die Stege ohne Krängung, d. h. mit horizontaler Oberfläche, im Wasser liegen. Viertens bereitete der Betoniervorgang für die 9 cm dicken und bis zu 1,50 m hohen Wände und Schotten den Betontechnologen einiges an Kopfzerbrechen. Dieses Problem wurde Dank selbstverdichtendem Beton und einer speziellen Einbringmethode zur Zufriedenheit der Beteiligten gelöst.

Für die Auswahl des Polystyrols sind sowohl Raumgewicht, Wasseraufnahme als auch der Preis bedeutend. Es kam ein Polystyrol EPS 100 in Einzeldicken von 300 mm zum Einsatz. Die Wasseraufnahme ist nach DIN geprüft und begrenzt.



Polystyrolblöcke EPS 100, 20 kg/m³

Für Boltenhagen wurden insgesamt 77 Schwimmstegelemente von bis zu 20 m Länge und 3 m Breite bei einem Montagegewicht von bis zu 28 t im Betonfertigteilwerk innerhalb von zwei Monaten hergestellt.

Die innere und äußere Bemessung der Schwimmkörper wurde nach DIN 1045 - 2004 in Verbindung mit den Regelungen des Merkblattes für schwimmende Anlegestellen 2005 durchgeführt. Als

Offshore-Ingenieure bauen auf Wasser


Betonschwimmstege im Werkslager

Elastische Kopplung

Dalbenschloss

besondere Herausforderung entpuppte sich der Umstand, dass die Konstruktionsregeln der Stahlbetonnorm für tragende und nicht tragende Bewehrung gleichermaßen verbindlich sind. Die Regeln für die Nutzlasten nach dem genannten Merkblatt führen, wörtlich angewendet, zu unsinnigen Ergebnissen. Hier sollte in späteren Novellierungen dringend eine Unterscheidung eingeführt werden zwischen einer örtlichen Belastung zum Nachweis der Festigkeit der Konstruktion und einer durchschnittlichen Belastung, die dem Schwimmfähigkeitsnachweis zu Grunde zu legen ist.

Die Kopplungen der Schwimmsteg-elemente untereinander und an die Ankerdalben wurden speziell für die Bedingungen in der Marina Boltenhagen entwickelt. Dabei wurden die örtlichen Rahmenbedingungen wie Schiffgröße, Nutzungszeiten, klimatische und maritime Aspekte zu Grunde gelegt, um op-

timierte Verbindungsmittel zu entwerfen und fertigen zu lassen. Deren Kosten lagen im Vergleich zu handelsüblichen Serienprodukten um bis zu 75 % niedriger.

Die Bemessung der elastischen Verkopplungen erfolgte unter Ansatz von Windlasten und Trossenzug unter Berücksichtigung der Formänderungen an den elastischen Dalben. Die Verformungsgrößen an den Lagern sind Bild 5 zu entnehmen. Die planmäßige Vorspannung beträgt ca. 30 kN. Aufdopp-lungen aus Stahl reduzieren die Biege-steifigkeit der Kopplungsbolzen und damit dessen Beanspruchungen. Die Stegkopplungen sind gut einsehbar ausgeführt. Die Vorspannung wird durch Dickenmessung überprüft. Die laufende Kontrolle durch den Hafenmeister ist durch das Qualitätsmanagement sicher-gestellt.

Es konnte bei der Realisierung des Pro-jektes Boltenhagen nachgewiesen werden, dass bedarfsgerechte und regel-

konform ausgelegte polystyrolgefüllte Stahlbetonschwimmkörper gegenüber angebotenen Serienprodukten europäischer Hersteller wettbewerbsfähig sein können. Sie können auch eine sehr preis-werte Alternative als Ersatz für Hohl-kammerpontons aus Stahl oder Stahlbe-ton gelten. Damit kommt diese Kon-struktionsart auch für öffentliche Anle-ger, gewerbliche Nutzungen, schwim-mende Häuser und Sonderkonstruktion in Frage.

Nähere Informationen über den Arbeitskreis Wassersportanlagen (AKWA), seine Mitglieder und Leistungen können unter www.wasserportanlagen.de eingesehen werden.

Kontakt:

Dipl. Ing. Conrad Hansen
Offshore Ingenieurgesellschaft GbR
Esmarchstraße 64, 24105 Kiel
info@offshore-ingenieurgesellschaft.de
www.offshore-ingenieurgesellschaft.de



Steganlage, Winter 2009 / 2010