



Bild: Steffen Fuchs, HeidelbergCement AG



Bilder: Redaktion BFT

Betonkanuregatta 2005 in Heidelberg „Drehsden“: Ein originelles Wasserfahrzeug aus Beton

Die 10. Betonkanuregatta fand in diesem Jahr am 17. und 18. Juni auf dem Neckar statt. Temperaturen über 30 °C, Sonnenschein und die herrliche Kulisse von Heidelberg bildeten einen perfekten Rahmen, auf dem Regattagelände herrschte festivalähnliche Stimmung. Mit den vielfältigen, originellen und pfiffigen Lösungen begeisterten die jungen Betonkünstler nicht nur die Jury, sondern auch zahlreiche Schaulustige. Den Gestaltungspreis in der „Offenen Klasse“ belegte die TU Dresden.

An dem Rennereignis auf dem Neckar nahmen über 700 Teilnehmer teil, allesamt von berufsbildenden Schulen, Fachhochschulen, Hochschulen und anderen Instituten, an denen Betontechnik gelehrt wird. Rund 70 Mannschaften gingen mit 46 Wettkampfbooten sowie acht Wasserfahrzeugen der „Offenen Klasse“ an den Start. Prämiert wurden die innovativsten und technisch anspruchvollsten Betonboote. Preise gibt es in den Kategorien „Konstruktion“, „Gestaltung“, „Sportlicher Wettkampf“ sowie in der „Offenen Klasse“. Für den Start in der Rennklasse mussten bestimmte Vorgaben exakt eingehalten werden, für die Wasserfahrzeuge der „Offenen Klasse“ galt lediglich die Bedingung: „Ist aus Beton und schwimmt“. Die Veranstalter der Regatta waren der Bundesverband der Deutschen Zementindustrie, die HeidelbergCement AG und die Süd Zement Marketing. Weiterhin hatten alle Teams namhafte Sponsoren für sich gewinnen können.

Concrete Canoe Regatta 2005 in Heidelberg

„Drehsden“: An original watercraft made of concrete

The 10th Concrete Canoe Regatta was staged June 17 and 18 this year on the Neckar river. Temperatures above 30°C, plenty of sunshine and the wonderful surroundings of Heidelberg provided the perfect setting for the event, the mood at the regatta was a festive one. Both jury and the large numbers of onlookers were enthused by diverse, original and clever ideas realized by the concrete artists. First prize in the “Open Class” went to Dresden Technical University.

There were more than 700 persons taking part in the boat race on the Neckar, all from vocational training institutes, universities, colleges and other institutions where concrete technology is being taught. Some 70 teams were at the start with their 46 boats entered for the races, as well as eight water-crafts in the “Open Class”. Prizes were being given for the most innovative and technically more sophisticated concrete boats. The awards were in the categories “Design”, “Style”, “Competition” as well as the „Open Class“. Certain requirements had to be fulfilled in order to complete in the race whereas the only requirement for the water-craft in the “Open Class” was “Made of concrete and stays afloat“. The organizers of the regatta were the National Association of the German Cement Industry (Bundesverband der Deutschen Zementindustrie), HeidelbergCement AG and Süd Zement Marketing. Also, all teams had been able to secure support from well-known sources as their sponsors.

Konstruktion des „Drehsden“

Für das Wasserfahrzeug wurde das Grundprinzip des Schaufelrad-Dampfers weiterentwickelt: Das Schaufelrad selbst wurde zum Schwimmkörper und Fahrzeug gemacht, angetrieben durch die im Innern der beiden Räder laufenden Menschen. Dieses schwimmfähige Laufrad erhielt den Namen „Drehsden“.

Der Innendurchmesser der beiden Laufräder wurde mit 2.100 mm gewählt, die Breite beträgt je 900 mm. Nach iterativer Berechnung des Auftriebes für die unterhalb des Wasserspiegels befindlichen Bereiche des Laufrades ergab sich ein Außendurchmesser von 3.100 mm. Jedes Laufrad wurde in acht Hohlkastensegmente geteilt. Zur Abdichtung der Fugen wurde zwischen den Segmenten je eine 50 mm breite, umlaufende Kontaktfläche vorgesehen, die die Stabilität der Randbereiche und die Formtreue der Segmente erhöht. Die Verbindung der acht Segmente erfolgt durch tangentielle Vorspannung mit zwei, je in der Ebene der Seitenflächen angeordneten, umlaufenden Spannringen.

Zur Sicherung der Tragfähigkeit und zur Begrenzung der Verformungen wurde die Außenfläche mit zwei der Wasserseite zugewandten, 30 mm hohen Querrippen ausgesteift. Diese unterstützen und stabilisieren die extrem schlanke, einachsig gekrümmte Außenfläche und dienen weiterhin der Verbesserung des Vortriebes im Wasser.

Zur sicheren Aufnahme der konzentrierten Belastungen der Innenfläche des Laufrades wurde diese als Sandwich-Konstruktion ausgeführt: Druck- und Zugzone wurden durch eine 10 mm dicke Polystyroleinlage getrennt. Die verbleibenden Stege zwischen den Einlagestreifen dienen der Schubübertragung zwischen Druck- und Zugzone.

Die beiden Räder wurden mit einem lichten Abstand von 2.000 mm durch eine Achse verbunden. Auf dieser Achse sind beide Laufräder durch Naben gegeneinander drehbar gelagert. Zur Erzielung dieser unstarren Verbindung wurde jedes Segment mit Speichen an eine Nabe angeschlossen. Jedes Laufrad wird durch acht gespreizte Speichenpaare mit der Nabe verbunden. Die Speichen sind aus Gewindestangen M6-960 gefertigt, die Nabe besteht aus einem Stahlrohr 124 x 4-400, das zwei Flansche von Ø 330 x 6 mm durchstößt. Die Flansche sind jeweils an den Enden der Nabe angeschweißt. In die Flansche sind je acht Bohrungen eingebracht, die zur Aufnahme der Ankerkonsolen für die Speichen dienen. Die Achse zur Kopplung beider Laufräder besteht aus einem Stahlrohr 114 x 3,5-2500 mm. Auf die Enden des Stahlrohres werden die zwei Laufradnaben aufgeschoben und durch Splintschrauben in ihrer Position gehalten.

Beton, Formgebung und Betonage

Für die Herstellung der Segmente wurde ein feinkörniger, bindemittelreicher Leichtbeton entwickelt. Als Zuschlag kam Liaver®, ein Blähglas-Produkt aus Recyclingglas zum Einsatz. Die Segmente werden mit textilen Belegen aus alkaliresistenter Glasfaser bewehrt. Je nach den geometrischen Anforderungen und den Belastungen der zu bewehrenden Flächen wurden bi- oder quadroaxiale Bewehrungsstrukturen mit verschiedenen Roving-Stäbeabständen und -feinheiten verwendet. An ausgewählten Stellen wurden auch Rovingbündel eingesetzt. Ein Roving besteht aus vielen einzelnen, endlosen Glasfaserfilamenten von je ca. 15 µm Durchmesser. Um eine höhere Schlagzähigkeit des Leichtbetons zu erreichen, wurden dem Beton Kurzglasfasern aus dehnteifem Polypropylen zugegeben.

Die gebaute Negativform bestand aus vier Formteilen: dem Kasten, einem Deckel für die Außenfläche und zwei Einsteckrahmen für die definierte Begrenzung der Kontaktfläche. Das Betonieren gliedert sich in drei aufeinander folgende Abschnitte: Herstellen der profilierten Außenfläche, Fertigen der Seitenflächen und Einbau der Ankerstangen sowie Betonieren der Sandwich-Konstruktion der Lauffläche.

Design of “Drehsden”

For this watercraft, the basic principle of the paddleboat had been developed further: The paddle wheel itself had been turned into a float and craft, and was propelled by people inside the wheels. This floating running wheel had been given the name “Drehsden” (“Dreh” is German for rotate – editor).

The inside diameter for the two running wheels was designed to be 2,100 mm and the width of each was 900 mm. Following iterative computations for the driving forces for that part of the running wheel below the level of the water, this gave an outside diameter of 3,100 mm. Each running wheel was made up of wooden-box segments. Foreseen for sealing the joints between the segments was a 50 cm-wide contact area over the circumference of each. This increases both the stability of the areas at the edges as well as the dimensional stability of the segments. The connections between the eight segments were established by tangential prestressing with two clamping rings each arranged over the surface in the plane of the sides.

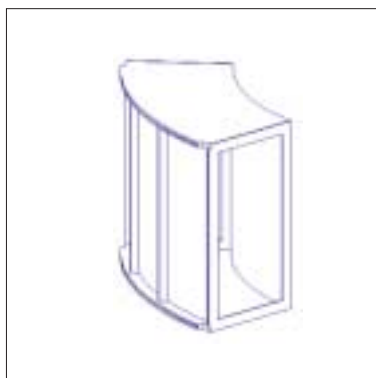
To assure the loadbearing capacity and also to reduce any deformation, the outside area was strengthened using two cross ribs, each 30 mm high, and facing towards the water. These support and stabilize the extremely slender, single-axle, curved outside area and furthermore serve to improve the propulsion in the water.

To ensure that in the inner surface area of the running wheel adsorbs the concentrated loads adequately, it has been realized as a sandwich construction: Compression and tensile zones are separated by a layer of inserted polystyrene, 10 cm in thickness. The remaining webs between the inserted strips serve to transfer the shearing stresses between compression and tensile zones.

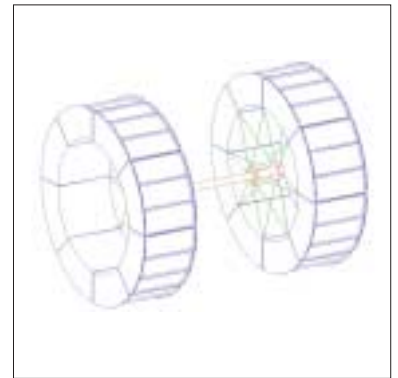
The two wheels are 2,000 mm apart and connected with one another by an axle. The two running wheels are suspended on this axle both by mutually counter-turning hubs. To realize this non-rigid connection, each segment is connected to a hub by spokes. Each running wheel is connected with the hub by eight widened spoke pairs. The spokes have been made from M6-960 threaded rod, the hub consists of steel pipe 124 x 4-400, piercing two flanges, each Ø 330 x 6 mm. The flanges are welded to the ends of the hubs. Eight holes serve to hold the armature consoles for the spokes. The axle linking the two running wheels has been made from steel pipe, 114 x 3.5-2500 mm. Two running-wheel hubs have been pushed onto the ends of the steel pipes and these are held in position by lynch-pin screws.

Concrete, shape-rendering and placing

A fine-grain lightweight concrete of high binder content had been developed to make the segments. Liaver®, was used as the aggregate here. This is an expanded-glass product made from recycled glass. The segments have been reinforced using



Skizze eines Segmentes
Sketch of one segment



Zeichnung der Gesamtkonstruktion
Drawing of the complete construction

Abbildungen: TU Dresden



Gespreizte Speichenpaare
Played pairs of spokes

Einbau und Ausrichten der Nabe
Mounting and adjustment of the hub
Bild: TU Dresden

Aussteifende Elemente und Auftriebskörper

Das Segment wird durch seine Ausbildung als gekrümmter Hohlkasten und durch die Kontaktflächen ausgesteift. Das zur Sicherstellung eines ausreichenden Auftriebes geforderte Gesamtvolumen an Auftriebskörpern wurde durch im Hohlraum jedes Segmentes befestigte Styroporblöcke sichergestellt. Bei einer Eigenmasse vom 35 kg je Segment werden 40 l Auftriebsvolumen je Segment eingebaut. Die Massen von Nabe und Speichen für ein Laufrad betragen 13,2 kg, die Masse der Achse beträgt 24,5 kg. Die Gewichtskraft der „Dresden“ beläuft sich somit ca. 6.100 N. Das eingebaute Gesamtvolumen an Auftriebskörpern vermag 6.400 N Auftrieb bereitzustellen.

Sehenswert!

Die 10. Betonkanuregatta kann wieder einmal als sehr gelungene Veranstaltung bezeichnet werden. Äußerst spektakuläre und sehenswerte „Bauwerke“, die von den Studenten in vielen Arbeitsstunden konstruiert, berechnet und geschaffen wurden, zeugen wieder einmal vom großen Engagement des Ingenieurwachstums. Das Wasserfahrzeug der Technischen Universität Dresden ist hier ein nennenswertes Beispiel. Wir freuen uns auf die 11. Betonkanuregatta im Jahr 2007!

Schalung eines Segmentes
Mold of a segment
Bild: TU Dresden



textile warp knits of alkali-resistant glass fibers. In accordance with the geometrical requirements and the loads acting on the areas to be strengthened, bi-axial or quad-axial reinforcing structures with differing roving spacings and degrees of fineness were used. Bunches of rovings were also used at selected points. A roving consists of very many single filaments of glass fibers each with a diameter of about 15 µm. Short glass fibers of rigid polypropylene were added to the concrete so as to attain higher impact resistance for the lightweight concrete. The molds that had been constructed were made up of four parts: The box, the cover, the outside part and two insert frames for limiting the contact-making area in a defined manner. The concrete-placing work was carried out in three successive steps: Making the profiled outside surface, making the sides and inserting the anchor rods and placing the concrete for the sandwich construction for the running area.

Stiffening elements and floats

The segment is stiffened by its shape as a curved hollow-box as well as by the contact areas. The total volume of floats required to assure buoyancy was realized by the blocks of polystyrene secured inside each segment. For a segment weighing 35 kg, 40 l of floats were installed for each segment. The weights of hub and spokes for one running wheel total 13.2 kg, the mass of the axle is 24.5 kg. The force from the weight of the „Dresden“ is thus about 6,100 N. The total volume of floats included therefore had to provide some 6,400 N of buoyancy.

Worth seeing!

The 10th Concrete Canoe Regatta can, once again, be described as being a very successful event. The very spectacular constructions that have been computed, designed and built by the students in the many hours of work and well worth seeing, demonstrate once again the engagement by the engineers of tomorrow. The watercraft from the technical university in Dresden is just one example of this that is worth mentioning. We are already looking forward to the 11th Concrete Canoe Regatta in 2007!
(mb)



Speichenanker
Anchor of the spokes
Bild: TU Dresden