

... und Beton schwimmt doch!



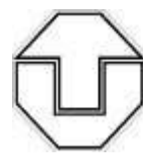
Blaues Wunder

Gewicht : **28** kg
Wandstärke : 2 - 3 mm

7. Deutsche Betonkanu-Regatta 1998
Fühlinger See Köln

2. Platz Gestaltung
3. Platz Sportlicher Wettkampf Damen
7. Platz Sportlicher Wettkampf Herren

Konstruktionsbericht



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Vorwort

Wir, das BetonbootTeam der Fakultät Bauingenieurwesen der TU Dresden, hatten uns entschlossen, an der 7. Deutschen Betonkanu-Regatta in Köln und dem BETONKANORACE 1998 der Hogeschool van Amsterdam teilzunehmen. So wurde der Bau von drei Booten der Kanuklasse geplant. Das erste Boot mit dem Namen "se blu wonda" ging in Amsterdam an den Start und wurde mit dehnungsamen Polypropylen bewehrt. Es war das "Testboot" für unser "Blaues Wunder", welches eine Glasfaserbewehrung erhielt, die dehnungsärmer als Polypropylen ist..



se blu wonda - mit 28,3 kg leichtestes Boot beim BETONKANORACE

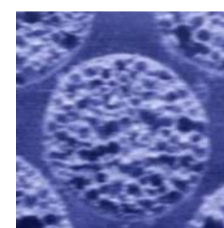
Die Möglichkeiten des Betonbaus sollten auf eine sehr eigene und originelle Weise deutlich gemacht werden. Mit dem Boot „Blaues Wunder“ versuchten wir die Ausführung einer möglichst dünnwandigen Bootshaut, um damit die Grenzen der Machbarkeit in der Betontechnologie zu tangieren. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde besonderes Augenmerk auf konstruktive und betontechnologische Aspekte gelegt. Bei der Namensgebung stand der Name der bekanntesten Dresdner Brücke Pate - das "Blaue Wunder".

Konstruktion

Die Erfahrungen unserer Vorgänger führten uns zu dem Entschluss, auch dieses Jahr ein Boot zu bauen, bei welchem die Sportler einen möglichst großen Sitzabstand haben, damit ein großer wirksamer Hebelarm für Wendungen zur Verfügung steht. Weiterhin sollte eine sportliche Formgebung in Anpassung an die Bedingungen des Betonbootbaus erzielt werden.

Als Grundlage der zu überarbeitenden Geometrie wurden die Daten eines C2-Kanadiers des Institutes für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES) in Berlin verwendet. Diese Ausgangsform wurde in Länge und Breite den Erfordernissen des Betonbootbaus mit Hilfe eines eigens dafür geschriebenen Computerprogrammes angepaßt.

Die konstruktive Grundidee ist es, eine dünnwandige, wasserundurchlässige, nur am freien Rand ausgesteifte Schale aus bewehrtem Feinbeton zu bauen. Die Tragwirkung wird nur über die räumliche Krümmung der Schale erzielt. Das einzige aussteifende Element ist der am oberen Rand umlaufende Randwulst, der als biegesteifes Randglied die Schale abschließt und so im wesentlichen einen biegefreien Membranzustand in der Schale ermöglicht. Der konzentrierte Lasteintrag durch die Bootsbesatzung wird durch die am Boden eingelegten Auftriebskörper aus Schaumpolystyrol als quasi flächige Belastung auf die Schale aufgebracht.



Betonprojektierung (geheim)

Als Zuschlag verwendeten wird Liaver, ein Blähglas-Produkt aus Recyclingglas, hergestellt nach einem in Ilmenau/Thüringen entwickelten und patentierten Verfahren. Liaver ist leicht, druckfest, formstabil und kann vollständig und problemlos recycelt werden. Mit diesem Zuschlag sind Betondichten von 1,5 bis 1,8 g/cm³ möglich.

Schalung

Für die Schalung des Kanus wählten wir eine Negativschalung aus Holz. Zu deren Herstellung wurden die Spantenrisse nach einem CAD-Plott aus Schalplatten gesägt und auf drei ca. 4,5 m langen Bohlen, die als Schnürboden dienten, fixiert.



In der Längsachse ist das „Kielschwein“ halbiert und über die gesamte Länge des Bootes miteinander verschraubt. An die „Kielschweinhälften“ wurden die mittig aufgesägten Spanten angeschraubt und der Spant Nummer 9 doppelt ausgeführt. Die Schalung ist somit längs und quer zur Längsachse in vier Viertel teilbar. Die Innenseiten der Spanten wurden wegen der mehrfachen Krümmung der Form nachgearbeitet, um später ein einfacheres Anbringen der Schalleisten zu gewährleisten.

So konnten die ca. 3 mm dicken und 15-30 mm breiten Schalleisten problemlos auf das Schalgerüst gelegt, verleimt, vernagelt und der Überstand an den Außenkanten sauber abgesägt werden. Im oberen Randbereich ist eine Abschlussleiste für den Randwulst auf der Schalung befestigt.



Bewehrung

Zur Bewehrung der dünnwandigen Schale wurden triaxiale textile Gewirke aus Endlosfasern aus dem sächsischen Textilforschungsinstitut Chemnitz e.V. eingesetzt. Bei diesem Gelege ist der Kettfaden als Hauptbewehrungselement besonders kräftig ausgebildet und außerdem umgarnet. Die im Winkel von je 60° liegenden Diagonal-Schüsse enthalten ca. 12,5% der Fasermenge des Kettfadens und sind an den Kreuzungen mit dem Kettfaden eingefasst. In der Hauptrichtung sind 2400 tex, in den Diagonalen 300 tex eingelegt (1tex = 1g/km Länge). Die verwendeten Rovings bestehen aus alkaliresistenter Glasfaser. Die verwendeten Gewirke hatten eine Breite von 1,5 m bei beliebiger Länge.



Das gesamte Boot wurde zur Erzielung der Dünnwandigkeit nur einlagig bewehrt. Um die Bewehrungsgewirke faltenfrei einlegen zu können, waren zwei Längsschnitte in der Bewehrung nötig. Die daraus resultierenden Überlappungen liegen in den Bereichen der maximalen Krümmung in den Längsseiten. Im Bug und Heck ergeben sich ebenso Überlappungen der Bewehrungstreifen. Im Bereich der maximalen Zugspannungen im Boden wurde das Bewehrungsgewirke durch 7 einzeln eingelegte, verdrehte Rovings aus Kohlefaser verstärkt.

Betoniervorgang

Mit einer eigens für die Boote angefertigte Betonspritze wurde zuerst eine ca. 1 mm dicke Feinbetonschicht auf die vorher mit Trennmittel beschichtete Form gespritzt. Danach wurde der erste, mit Feinbeton getränkte Bewehrungstreifen, im Kiel eingelegt und der überstehende Feinbeton abgezogen. Anschließend wurden die beiden seitlichen Bewehrungstreifen eingelegt und in gleicher Weise behandelt.



Zur Herstellung des innenliegenden Randwulstes am oberen Schalenrand, wurde das Gewirke um biegeweiches Kunststoffrohr gelegt und mittels eines halbierten Plastikrohres, das zugleich der Formgebung des Randwulstes diente, an die Schalung gepresst.

Um auch im Kanuinneren eine glatte Oberfläche zu erzielen, legten wir eine dünne Folie auf, die anschließend glatt gestrichen wurde.

Durch die Abmessungen der Matten und finden die Überlappungen aufgrund der Einschnitte sind in einigen Bereichen zwei Bewehrungslagen zu finden. Außerhalb dieser Zonen erreichen wir bei unserem Boot eine Wandstärke von 3 mm.

Entschalvorgang

Der Entschalvorgang nach sieben Tagen verlief unproblematisch und hinterließ an der Form keine Spuren. Die Form war somit nach einer kurzen Nachbehandlung am gleichen Tag wieder zu verwenden. Die wenigen kleinen Oberflächenfehler, vor allem im Bereich des Randwulstes, wurden in zwei Nacharbeitungsängen verspachtelt und plangeschliffen.

Sponsoren

