

10 Technische Innovationen und Vielfalt bei der Betonkanuregatta

Dipl.-Ing. Dr. techn. Thomas Markus Laggner, BSc

Fachhochschullektor im Bereich Betonbau – GF bei convex ZT GmbH



Tanja Bauer, BSc

Vereinsobfrau des Studententeams und Studierende der FH JOANNEUM



10.1 Einleitung

Seit 20 Jahren veranstaltet die InformationsZentrum Beton GmbH die Deutsche Betonkanuregatta [1] und bietet damit bei jeder Regatta rund 1.000 Studierenden aus sechs Nationen und 50 Institutionen die Möglichkeit, im sportlichen und technischen Wettkampf Höchstleistungen zu erbringen. Dabei geht es nicht nur darum, das schnellste Kanu zu bauen, sondern auch in verschiedenen Fachdisziplinen wie Konstruktion, Gestaltung, Nachhaltigkeit oder „leichtestes Kanu“ zu punkten. Um die Jury zu überzeugen, benötigen die Studierenden nicht nur kreative Ideen, sondern müssen auch mit innovativen und technisch anspruchsvollen Lösungen für die unterschiedlichsten Fragestellungen hervorstechen. Folglich werden häufig für den Bau der Kanus aktuelle Forschungsergebnisse direkt im Kanuprojekt angewendet bzw. teilweise eigens entwickelt. Im Rahmen dieses Beitrags werden basierend auf dem Betonkanu der FH JOANNEUM von 2024 Einblicke in die Vielfalt unterschiedlicher innovativer Ansätze gegeben. Der Fokus liegt dabei auf neuen Betonier-/Herstellungsverfahren, innovativen Bewehrungskonzepten und Weiterentwicklungen im Bereich der Betontechnologie.

10.2 Rückblick Regatta 2024 – Kanu der FH Joanneum

Im Jahr 2024 nahm das Team der FH JOANNEUM erstmals an der Betonkanuregatta teil und erreichte auf Anhieb den 3. Platz im Gestaltungswettbewerb sowie den 4. Platz im Konstruktionswettbewerb. Die Jury war von einem Kanu im Bauhaus-Stil begeistert, das sich durch klare Linien, definierte Winkel und die klassischen Bauhaus-Farben rot, blau und gelb auszeichnete. Zudem überzeugte es durch seine einzigartige Zweit- bzw. Nachnutzung als Möbelstücke. Um dies zu ermöglichen, wurde das Kanu in fünf Segmente unterteilt. Diese können im auseinandergebauten Zustand jeweils als eigenständige Möbelstücke (also Tisch, zwei Sessel und zwei Hocker) genutzt werden (vergleiche **Abbildung 10.2-1**). Die einzelnen Teile wurden im sogenannten Match-Cast-Verfahren, das aus der Technik des Segmentbrückenbaus inspiriert ist, hergestellt. Dadurch erfolgt ein Formschluss der unregelmäßigen/welligen Fuge. Die Fuge wurde als Trockenfuge ohne Zwischen- oder Dichtstoffe wie Mörtel oder Silikon ausgebildet und ist somit vollständig demontierbar. Um die notwendige Kraftübertragung bzw. die Dichtigkeit der Trockenfuge zu gewährleisten, wurde die notwendige Vorspannkraft errechnet und über zwei verbundlose interne Spannglieder in Leerrohre sowie einen externen, außerhalb in

einer Vertiefung angeordneten Spanngurt sichergestellt. Um der verschiedenartigen Beanspruchung zwischen Möbelstück und Kanu gerecht zu werden, wurden zwei Lagen Glasfasergitter als textile Bewehrung zur Aufnahme von Querlasten und Biegemomenten eingesetzt. Im Rahmen des gewählten Konzepts wurden somit ein vorgespannter, dünnwandiger Textilbeton mit Trockenfuge als wesentlicher, technisch herausfordernder Punkt erfolgreich zum Einsatz gebracht.

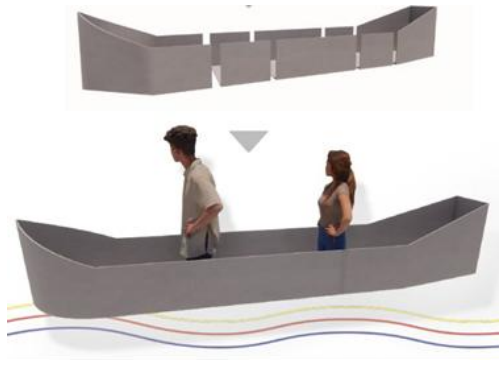


Abbildung 10.2-1: links oben: Team der FH JOANNEUM mit Kanu-Möbelstück; rechts oben: Kanu im Wasser; links unten: Entwurfsrendering Kanu aus Möbeln; rechts unten: Konzept des Kanu-Zusammenbaus; [Verein Betonkanu FH Joanneum]

10.3 Umsetzung innovativer Konzepte des Betonbaus bei der Betonkanuregatta

Bei der Betonkanuregatta haben die Studierenden die Gelegenheit, kreative Ideen mit technischem Know-how zu verbinden. In [3] ist beispielsweise zu sehen, wie Studierende der FH Campus Wien eines ihrer Betonkanus mit eingebauten Leuchtdioden zum Strahlen brachten. Zusätzlich wird der Einsatz von UHPC (ultrahochfestem Beton) an einem anderen Kanu beschrieben. Das Studierendenteam der TU Graz hat im Rahmen der Betonkanuregatta bereits mehrfach innovative Konzepte umgesetzt. In [4] wird die Verwendung von ultraleichtem Hochleistungsbeton zur Herstellung des leichtesten Betonkanus aus einer hochpräzisen geformten Schalung sowie das erste 3D-gedruckte Betonkanu beschrieben. Weiters werden kreative Großprojekte wie der farbenfrohe Katamaran „The Bouncy Castle“ (mit gefärbtem Beton) und ein

faltwerkartige Leichtbau-Kanu mit einem Gesamtgewicht von nur 6 kg vorgestellt. Diese Projekte verdeutlichen die enge Verbindung von Kreativität, digitaler Fertigung und materialtechnischer Forschung im Kontext der Betonkanuregatta. Im Folgenden werden die wesentlichen Aspekte der innovativen Bewehrung, der Betonierverfahren und der Betontechnologie erläutert.

10.3.1 Betonierverfahren – innovative Herstellung und Fügetechnik

Die stetige Weiterentwicklung digitaler Fertigungsmethoden und neuer Herstellungskonzepte eröffnet im Betonbau neue Möglichkeiten in Bezug auf Qualität, Formbarkeit und Effizienz. So muss Beton nicht mehr nur in die Schalung gegossen werden, sondern kann auch gedruckt, gefräst oder aufgespachtelt werden. Seit einigen Jahren ist der 3D-Druck von Beton ein wichtiges Forschungsthema. Neben ganzen Gebäuden bzw. Bauteilen werden auch Kleinteile wie Hohlkörper aus 3D-Beton hergestellt. An der TU-Graz wurden bspw. 3D-gedruckte Schalelemente untersucht, die als verlorene Schalung dienen (vgl. [5]). Bereits im Jahr 2015 verwendete das Team der ETH Zürich ein Kanu, das aus einer 3D-gedruckten Kunststoffbewehrung mit zugelegten Glasfasern besteht. Im Jahr 2017 wurde eine 3D-gedruckte Schalung aus Kunststoff in Skelettstruktur erstellt. Die Schalung wurde anschließend mit Beton aufgefüllt, wodurch eine einzigartige Formgebung erzielt wurde (vgl. [6]). Im selben Jahr stellte die TU-Graz nicht nur Schalungen, sondern das gesamte Kanu mittel Beton 3D-Druck her (siehe **Abbildung 10.3-1**). Um die Druckfähigkeit des Betons sicherzustellen, entwickelte das Team eine spezielle Betonmischung [4]. Eine große Herausforderung beim 3D-Druck von Beton besteht noch immer in der digitalen, kostengünstigen simultanen Fertigung der Bewehrung. Daher wurden je nach Verfahren und Bauteilanforderungen verschiedene Bewehrungskonzepte entwickelt (vergleiche [7]).



Abbildung 10.3-1: erstes 3D gedrucktes Betonkanu der TU Graz 2017 (Extrusionsverfahren mit seitlicher Sandstützung) [Betonkanu TU Graz - Laggner]

Auch Themen wie Vorspannung, Verbindungstechnik und Vorfertigung sind nicht nur in der Bauwirtschaft aktuelle Trends, sondern finden immer häufiger Anwendung bei der Betonkanu-Regatta. Das Team der FH Joanneum 2024 nutzte diese Prinzipien, indem es das Kanu in einzelne Kleinbauteile vorfertigte und diese anschließend mit Spanngliedern zu einem Gesamtsystem trocken zusammenfügte (vergleiche oben). Dies ermöglicht einen einfachen Transport sowie eine einfache Nachnutzung der Kleinbauteile.

10.3.2 Innovative Bewehrungskonzepte und Bewehrungsmaterialien

Basierend auf dem klassischen Stahlbetonbau muss auch bei einem Betonkanu eine eingelegte Bewehrung die belastungsabhängigen Zugkräfte aufnehmen. Der Beton nimmt die Druckkräfte auf und bildet die dichte Schale. Da Betonkanus je nach Konzept und Herstellungsart den unterschiedlichsten Anforderungen gerecht werden müssen, gilt dies ebenso für die verwendete Bewehrung. Dafür wurden bei den Regatten bereits eine Vielzahl an Bewehrungskonzepten entwickelt und getestet. Die konventionelle Stahlbewehrung ist nur selten zu finden, da sie für die notwendigen dünnen Querschnitte meist nicht geeignet ist. Vielmehr wird häufig versucht, alternative Materialien zu nutzen. In der Kategorie der leichtesten Kanus liegt der Fokus auf Materialien mit geringem Gewicht, wie Glasfaser oder Carbonfaser. Zur Erhöhung der Nachhaltigkeit werden aber auch Naturfasern wie Hanf oder Baumwolle bzw. Textilien eingesetzt. Kunststoffbewehrung in Form von Fasern oder Gittern werden aufgrund ihrer einfachen Formbarkeit ebenfalls genutzt. Sie besitzen jedoch das Problem einer geringeren Steifigkeit und Festigkeit. Weitere Bewehrungsarten sind Stahlkurzfasern, die bei UHPC-Bauteilen oftmals zum Einsatz kommen, oder Basaltfasern. Basaltfasern sind kostengünstiger in der Produktion, weisen im Vergleich zu Carbonfasern jedoch eine geringere Festigkeit auf. Die Fasern werden bisher entweder als Gitter/Gewebe, Roving (Endlosfaser) oder Kurzfaser eingesetzt. Gitter/Gewebe und Roving bieten den wesentlichen Vorteil, dass durch eine intelligente Verteilung und Herstellung der Bewehrung auch die Verläufe und Bewehrungsmengen im Bauteil gemäß der Beanspruchung optimiert werden können. Hierzu wird nachfolgend in **Abbildung 10.3-2** ein Biegeträger unter Einzellast mit optimierter Rovingbewehrung in Anlehnung an [7] dargestellt.

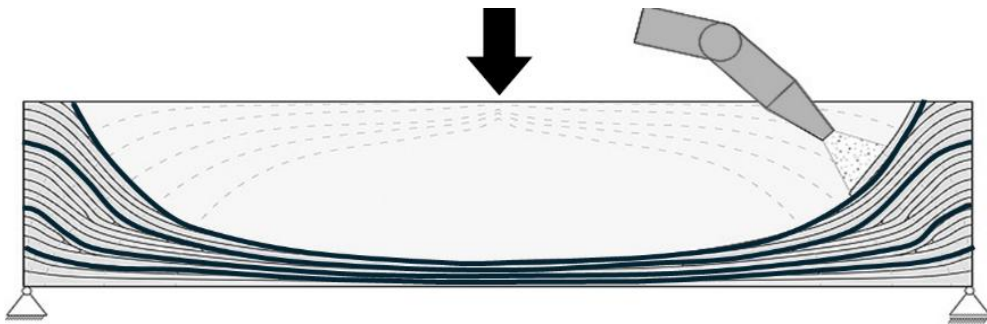


Abbildung 10.3-2: mögliche optimierte Bewehrungsführung durch Rovings im Shotcrete-3D-Printing-Verfahren in Anlehnung an [7] - dicken Linien stellen die abgelegten Rovings dar

Der Einsatz solcher alternativen Bewehrungsmaterialien ist mittlerweile nicht nur im Bereich der Forschung und beim Betonkanu-Projekt von Studierenden üblich, sondern nichtmetallische Bewehrungen kommen auch in üblichen Bauten zum Einsatz. Ein großes Einsatzgebiet ist die nachträgliche Verstärkung und Sanierung von Bauten, insbesondere von Brücken. Aber auch im klassischen Hochbau wurde beispielsweise eine erfolgreiche Umsetzung der Carbonbetonbauweise (siehe [8]) vollzogen. Der CUBE wurde unter der Leitung des C³-Verbandes (Carbon Concrete Composite e. V.) entwickelt und ist das erste Gebäude, das komplett auf klassische Bewehrung verzichtet und nur nichtmetallische Bewehrung einsetzt. In Österreich und Deutschland wurden mittlerweile Richtlinien und Sachstandsberichte verfasst, die einen sicheren Einsatz von nichtmetallischen Bewehrungen einfacher ermöglichen sollen.

10.3.3 Entwicklung der Betontechnologie

Das Thema der Nachhaltigkeit ist im Bauwesen längst angekommen und wird dort durch diverse Forschungsprojekte weiterverfolgt. In [9] wird beispielsweise das Hinzufügen des Grenzzustands der Klimaverträglichkeit (Climate Limit State – CLS) beschrieben. Dabei ist der Zement im Beton kritisch zu sehen. Vor diesem Hintergrund wurden bei der Betonkanuregatta bereits verschiedene Versuche unternommen, Kanus aus Recyclingbeton oder mit umweltfreundlicheren Betonrezepturen herzustellen. Die Forschung beschäftigt sich außerdem mit Geopolymeren, die keine klassischen zementgebundenen Betone sind. Sie sind bisher durch die Ausschreibung bei der Betonkanuregatta nicht zugelassen, haben aber durchaus Potenzial im Bauwesen. Als weitere Materialoptimierung ist bereits seit Längerem ultrahochfester Beton (UHPC) bekannt. Aufgrund seiner hohen Leistungsfähigkeit in Bezug auf Druckfestigkeit und Dauerhaftigkeit können daraus schlanke und langlebige Betonkonstruktionen hergestellt werden.

10.4 Ausblick Regatta 2026

Vom 19. bis 20. Juni 2026 findet die nächste Betonkanuregatta in Brandenburg an der Havel statt. Auch diesmal werden die Studierenden der FH Joanneum wieder mit einem Betonkanu an der Startlinie stehen, um ihr Können in den verschiedenen Wettbewerben unter Beweis zu stellen. Das Team und der dazugehörige Verein wachsen stetig weiter und vereinen Studierende nicht nur jahrgangs-, sondern auch studienübergreifend. Mittlerweile sind bereits drei Studienrichtungen beteiligt. Wie in **Abbildung 10.4-1** dargestellt, hat das Kick-off-Meeting des Teams für die Regatta 2026 bereits stattgefunden und die Phase der Ideenfindung und Planung wurde gestartet.



Abbildung 10.4-1: Kick-off-Meeting Betonkanuregatta 2026 [Verein Betonkanu FH Joanneum]

10.5 Literatur

- [1] InformationsZentrum Beton GmbH, <https://www.beton.org/inspiration/betonkanu-regatta>
- [2] Laggner T. M. und Bauer T., Vom Kanu zu Möbelstücken: Studierende überzeugen bei Betonkanuregatta 2024, Zukunftsplattform 2024 S. 99 - 104; https://www.con-vex.at/4n38bd3xxvv/wp-content/uploads/2024.10_FH-Joanneum_Laggner-Bauer.pdf

- [3] Pamer S. et al., Österreichs Teams auf der Betonkanuregatta 2019 Teil 1: Heilbronn - De(light)ful, https://www.smartminerals.at/files/Kolloquium_Kurzbeitraege_2019.pdf
- [4] Laggner T. M. und Gheorghiu D., Österreichs Teams auf der Betonkanuregatta 2019 Teil 2: Team TU-Graz https://www.smartminerals.at/files/Kolloquium_Kurzbeitraege_2019.pdf
- [5] Peters S. und Trummer A., Gedruckte Schalungen für den Stahlbeton-Leichtbau, S. 14 - 16 https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/tugrazExternal/f1f34b8a-f09d-427d-aa86-965883a19682/News/2020/DETAIL_Beitrag/Artikel_Detail_9.2020.pdf
- [6] Verein Betonkanu der ETH, 2025 <https://archiv.betonkanu.ethz.ch/>
- [7] Kloft H. et al., Bewehrungsstrategien für den Beton-3D-Druck. Beton- und Stahlbetonbau 115, 2020, H. 8, S. 607–616. <https://doi.org/10.1002/best.202000032>
- [8] Scheerer, S. 2025 https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/imb/forschung/Forschungsfelder/CRC/C3-vorhaben/C3-V3_4/C3-V3.1
- [9] Bergmeister K., Die aktuelle Evolution beim Planen und Bauen, OIAZ 2022 S. 1 - 6, https://www.oia.v.at/wp-content/uploads/2022/12/004_bergmeister_2.pdf