

17m lange CPC-Brücke an der Swissbau - 70% weniger Beton und trotzdem dauerhaft und robust

Wir möchten Ihnen von einer besonderen Bauweise berichten, die zeigt, dass Betonbauwerke nicht immer massiv und schwer sein müssen. In Zusammenarbeit mit unserem langjährigen Forschungspartner, der CPC AG, konnten wir für die Swissbau in Basel (16-19. Januar 2024) etwas Aussergewöhnliches realisieren: Eine 17 Meter lange und 2.5 Meter breite Fussgänger- und Radwegbrücke, bestehend aus 7 untereinander vermörtelten CPC-Platten mit einer Stärke von nur 7 Zentimetern, bilden die robuste und sehr nachhaltige Brücke.

Die CPC-Bauweise (carbon prestressed concrete) ist eine Alternative zum konventionell verwendeten Stahlbetonbau. Die Stahlbewehrung wird ersetzt durch mehrere Lagen, biaxial stark vorgespannter Carbondrahtnetze. Dank der viel höheren Zugfestigkeit von Carbon gegenüber gebräuchlichem Baustahl, dem Wegfall der ansonsten notwendigen hohen Bewehrungsüberdeckung, sowie der Vorspannung der Carbonfasern können äusserst schlanke und leichte Tragkonstruktionen in Beton realisiert werden. Die patentierte CPC-Bauweise erlaubt es, im industriellen Massstab sehr leistungsfähige und dünne Grossplatten zu produzieren, diese in einem Werk zu konfektionieren und auf der Baustelle mit minimalem Aufwand zu montieren. Mit der CPC-Bauweise wird für den Betonbau eine ähnlich bewährte Bauweise ermöglicht, wie sie im Holz- oder Stahlbau bereits seit langem praktiziert wird.

Um die CPC-Platten als integralen Bestandteil von Bauwerken zu nutzen, ist es erforderlich, dass die Platten untereinander kraftschlüssig verbunden werden. Dabei war es von entscheidender Bedeutung, die Vorteile der Korrosionsfreiheit, Robustheit, Langlebigkeit und Witterungsbeständigkeit beizubehalten. Aus diesem Grund wurde eine intensive Forschung betrieben, unterstützt durch Innosuisse, um geeignete mechanische Verbindungen zu entwickeln.

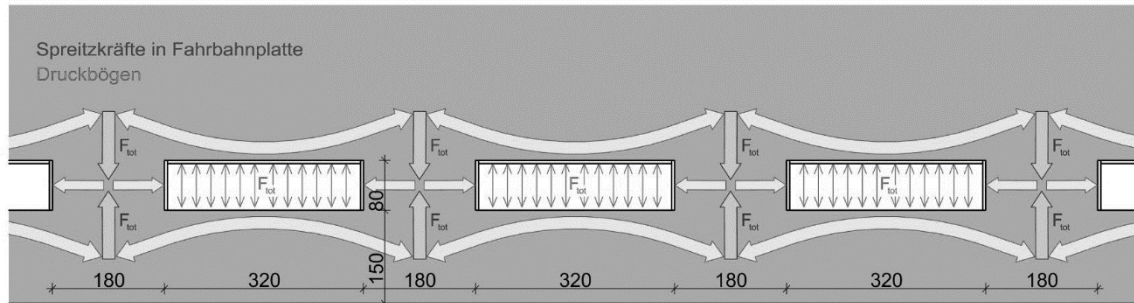
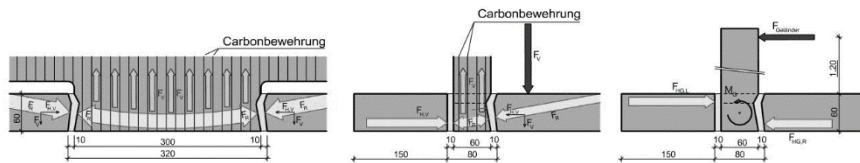
Das Ergebnis dieser Forschungsarbeit ist eine patentierte multifunktionale Kappa-Verbindung, die ausschliesslich aus CPC-Platten und hochfestem Mörtel besteht. Diese innovative Keilverbindung gewährleistet nicht nur eine stabile und dauerhafte Verbindung zwischen den Platten, sondern bewahrt auch alle positiven Eigenschaften des CPC-Materials. Durch mehrere Bauteilversuche und den Bau von Prototypen konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass diese Verbindungsmethode erfolgreich ist und die Verbindung stärker ist als das Grundmaterial.



Ausfräsungen der Verbindung in der CPC Brückenplatte



Erstellung der Keilverbindung am der Brüstung



$$F_{\text{tot}} = F_{\text{H,V}} + F_{\text{RIG,L}}$$

Kräftefluss der Kappa Verbindung QXL

Mit der Inbetriebnahme des Produktionswerks in Essen (DE-Oldenburg) durch die Firma Holcim Fertigteile ist es nun möglich, beeindruckend lange Platten herzustellen. Durch den Einsatz modernster Technologien und innovativer Prozesse können Platten mit einer Länge von bis zu 17 Metern produziert werden. Ein herausragendes Beispiel für die Grösse und Leistungsfähigkeit dieser CPC-Platten ist die eigens für die Swissbau konzipierte Fussgänger- und Radwegbrücke. Mit einer Länge von 17 Metern, einer Breite von knapp 3 Metern (mit einer lichten Weite von 2,5 Metern) und lediglich 7 cm Bauteilstärke demonstriert sie eindrucksvoll das enorme Potenzial dieser fortschrittlichen Bauweise.



Transport der 17m langen und 3m breiten und 7 cm starken CPC-Platten in die Schweiz



Handling und Bearbeitung der Platte

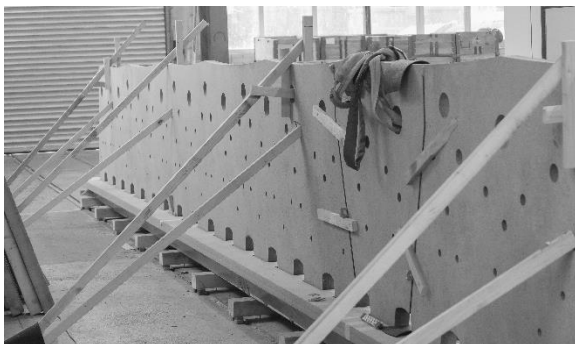
Zunächst wurde die Brückenplatte, die in einem Stück mit den Massen 17x3m gefertigt wurde, mittig in eine leichte Überhöhung von 50 mm gebracht. Die Brüstungselemente (vertikale Bauteile) bestehen je Seite aus 3 Bauteilen: zwei Randelementen und einem mittig angeordneten «Schlussstein». Diese Brüstungselemente wurden in die entsprechenden Aussparungen der Brückenplatte eingeführt und sorgfältig ausgerichtet. Im letzten Arbeitsschritt konnten die so entstandenen Verbindungen mit einem hydraulischen Mörtel verfüllt werden.

Die Verbindungselemente spielen eine entscheidende Rolle bei der Stabilität und Festigkeit der Brücke. Erst durch die Verbindung zwischen Brückenplatte und Steg, entsteht die Wirkung einer sogenannten

Trogbrücke, wo die Brückenplatte, die aus dem globalen Moment entstehenden Zugkräfte und die Brüstungen die Druckkräfte übernehmen. Zusätzlich fungiert die Brüstung als Geländer.

Eine bemerkenswerte Eigenschaft dieser Brücke ist, dass sie vollständig ohne den Einsatz von Stahl realisiert wurde. Dies bietet einen erheblichen Vorteil in Bezug auf den Unterhalt des Bauwerks, da Korrosion und Abplatzungen vermieden werden können. Darüber hinaus erfordert die Brückenoberfläche keine zusätzliche Abdichtung, was zu einer Reduzierung der Wartungskosten führt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Rutschfestigkeit der Brückenoberfläche, die mit einem R13-Wert bewertet wurde. Dies entspricht der höchsten Stufe und wird für Arbeitsbereiche mit einer Neigung von mehr als 35° eingesetzt. Diese hohe Rutschfestigkeit gewährleistet die Sicherheit von Fußgängern und Fahrrädern, insbesondere unter schwierigen Witterungsbedingungen.



Zusammenbau der Brücke in Döttigen



Setzen der Brüstungselemente



Vermörteln der Verbindung

Ein überzeugendes Argument für diese Brücke ist der geringe Ressourcenverbrauch und der minimale CO₂-Fussabdruck, die im Vergleich zu konventionellen Brücken deutlich niedriger sind. Laut Umweltproduktdeklaration (EPD) A1-A3 beträgt der CO₂-Ausstoss dieser CPC-Brücke nur etwa 20 % im Vergleich zu herkömmlichen Stahlbrücken mit Gitterrost. Darüber hinaus benötigt sie lediglich etwa 30 % der Ressourcen einer Stahlbetonbrücke und weist eine fünfmal höhere Lebenserwartung als eine Holzbrücke auf.

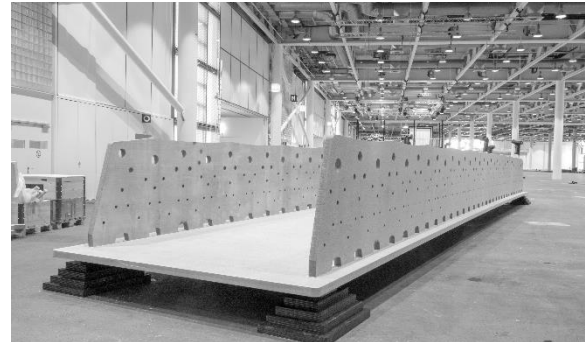
Der Einsatz des richtigen Bausystems spielt eine entscheidende Rolle bei der Schonung der Umwelt. Die Wahl dieser CPC-Brücke trägt somit massgeblich zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen und zum sparsamen Umgang mit natürlichen Ressourcen bei. Durch die Kombination von Langlebigkeit, geringem Wartungsaufwand und einem umweltfreundlichen Herstellungsprozess setzt diese Brücke einen wichtigen Massstab für nachhaltige Infrastrukturprojekte.

Die Brücke auf der Swissbau ist ein beeindruckendes Erlebnis. In der Mitte der Brücke ist eine Elektro-Kehrmaschine des Tiefbauamtes Basel positioniert, die ein Gewicht von 4,5 Tonnen aufweist. Es sind auch Unterhaltsfahrzeuge von über 6 Tonnen möglich. Mit diesen hohen Punktlasten kann die

schlanke Brücke problemlos umgehen. Neben dem Unterhaltsfahrzeug ist die Brücke für Menschenansammlungen mit einer Last von bis zu 400 kg/m^2 und einer Geländerlast von 160 kg/m ausgelegt, was den Vorgaben der SIA-Norm entspricht. Die Brücke, die ein Eigengewicht von unter 14 Tonnen aufweist, ist in der Lage, eine Last von über 17 Tonnen zu tragen. Im Vergleich dazu wäre eine Stahlbetonbrücke ca. 47.5 Tonnen schwer.



Einheben der Brücke an der Swissbau



Brücke an der Swissbau