

# Auf dem Holzweg über Autobahn und Gleise

Auf dem vergangenen »IHF« in Innsbruck wurden drei aktuelle Holzbrücken-Projekte für Fußgänger- und Radfahrer vorgestellt

Im Zuge des Vortragsblocks „Exponierte Ingenieurbauwerke“ beim vergangenen „IHF“ in Innsbruck (Österreich) standen drei prägnante Brückenbauwerke für Fußgänger und Radfahrer, die jüngst in Paris, Brüssel und im niederländischen Zwolle realisiert wurden, im Zentrum. Allen drei Bauwerken ist gemeinsam, dass sie durch ein keineswegs alltägliches Design in der Lage sind, den Blick der Öffentlichkeit auf die hohe Leistungsfähigkeit und vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des Baustoffes Holz zu ziehen.

In seinem Vortrag „Über Auto und Bahn“ stellte Dipl.-Ing. Frank Miebach, Ingenieurbüro Miebach aus Lohmar, zwei weitgespannte Brückenbauwerke vor. Zum einen die derzeit im Bau befindliche Bahnhofbrücke in Zwolle (NL), zum anderen die 2024 vollendete Olympiabridge in Paris, die über die dortige Autobahn A1 führt. In einem weiteren Vortrag zeigte Dipl.-Ing. Laurane Néron vom Ingenieurbüro Ney & Partners, Brüssel, eindrucksvolle Impressionen einer neuen Fußgänger- und Radfahrerbrücke, die seit neuestem den Brüsseler Ring überquert.

## Sprung über zwölf Gleise

Die Idee einer Brücke in der niederländischen Stadt Zwolle entstand 2019 im Zuge der Planungen, den Hauptbahnhof mit dem südlichen, industriell geprägten Stadtgebiet zu verbinden. Der erste Brückenentwurf basierte noch auf einer einfachen, geraden Stahlbrücke, die eine Verbindung über die Gleise schafft. Im Rahmen einer städteplanerischen Analyse kristallisierte sich jedoch ein besonderer Anspruch an die Brücke heraus, um das Stadtbild hinsichtlich nachhaltiger und zeitgemäßer Kriterien zu gestalten. Mit diesem Anspruch wurde durch die Stadt Zwolle ein Planungsteam aus unterschiedlichen Spezialisten zusammengestellt, um eine Brücke entsprechend der städtebaulichen Visionen zu entwickeln.

Das Planungsteam aus den Landschaftsarchitekten Karres und Brands aus Hilversum (NL) sowie den Spezialisten für Urbanes Design IPV in Delft (NL) wurde 2020 mit der Planung der Brücke beauftragt. Um hierbei eine gute visuelle Kooperation zu ermöglichen, wurde in der Planungsphase vermehrt auf Hilfsmittel wie Virtual Reality und eine Vielzahl von Live-Visualisierungen zurückgegriffen.

Gemeinsam wurde die Vision einer „gehobenen Straße“ entwickelt – einer Brücke, die sich wie ein erhabener Straßenzug mit üppigem Grün über die Gleise schlängelt. So ergab sich eine Brücke mit einer Länge von etwa 130 m, deren parkähnliche Gestaltung neben der Nutzung durch Fußgänger ausreichenden Raum für eine intensive

Begrünung zulässt. Neben den technischen und gestalterischen Anforderungen waren bereits bei der Entwicklung der ersten Skizzen ein langfristiger Zeitplan mit bereits festgelegten Sperrzeiten für die zu überbrückenden Gleise zu berücksichtigen. Die Montage der Hauptkonstruktion musste in einer Zeit von 100 Stunden abgeschlossen werden, um den wichtigen Eisenbahn-Verkehrsknotenpunkt Zwolle im Norden der Niederlande nicht länger zu behindern.

Neben einer kurzen Montagezeit war die Entwicklung eines Querschnitts gefordert, der eine planmäßige Lebensdauer von 100 Jahren in Holzbauweise bei Aufnahme einer Deckstruktur als Gründach aufweist. Um diese Ansprüche zu erfüllen, wurde ein möglichst redundantes System gewählt, bestehend aus vier massiven blockverklebten Holzträgern aus GL28h (Fichte). Die Träger wurden über Stahlrahmen gekoppelt und mit einer belüfteten Belagskonstruktion aus Brettspertholz belegt. Dabei wird die Brettspertholzlage nur zur Aufnahme der Lasten aus dem Aufbau herangezogen, sodass ein Austausch jederzeit möglich ist. Um eine Überwachung der zweilagigen EPDM-Abdichtung auf der BSP-Lage zu ermöglichen, musste ein vollflächiges Monitoring-System integriert werden.

Im Rahmen der Tragwerksplanung mussten bereits in frühen Stadien spezielle Anforderungen überprüft werden. So wurde die Brücke für ein Brandszenario eines Zugs bemessen, was besonders bei den Stahl-Kopplungen eine Herausforderung darstellte. Durch die sorgsame Platzierung dieser Elemente und den Schutz einiger Stahlteile durch Holzverschalungen ließ sich ein redundantes System entwickeln, das auch den Anforderungen an progressives Versagen genügen konnte.

## Toleranzen weit unter den normativen Anforderungen

Aufgrund der hohen Komplexität der Struktur wurde die Tragwerksplanung des Holzüberbaus bis zur Realisierung durch das Ingenieurbüro Miebach betreut und parallel in ein BIM-Modell übertragen, welches nun den digitalen Zwilling der aktuell fast fertigen Brücke abbildet. Das niederländische Unternehmen Dura Vermeer wurde gemeinsam mit dem norddeutschen Holzbrückenspezialisten von Schmees und Lühn mit der Umsetzung des Projektes betraut.

Die Brücke stellte allein durch die massiven Abmessungen und komplexen Geometrien eine besondere Herausforderung für alle beteiligten Unternehmen dar. Anhand einer hochdetaillierten Planung sowie der testweisen Montage und der präzisen Fertigung – vor allem durch die Lieferanten der Brettschichtholz-Träger, Schaffitzel Holzindustrie



Über insgesamt zwölf Gleise führt die Fußgänger- und Radfahrer-Brücke in Zwolle und verbindet den Bahnhof mit dem südlichen, industriell geprägten Stadtgebiet. Fotos: Schmees und Lühn



Um die geringen Toleranzen des 130 m langen Bauwerks zu gewährleisten, wurde die Hauptkonstruktion bereits im Werk zur Probe aufgebaut.



Der Querschnitt der Brücke besteht aus vier massiven blockverklebten Holzträgern, die mit Stahlträgern gekoppelt und einer Belagskonstruktion aus Brettspertholz belegt sind.

und Wiedmann Holzleimbau – ließ sich eine Montage im gegebenen Zeitfenster umsetzen.

Es ist zu betonen, dass die erforderliche Präzision bei der Fertigung weit über den normativen Anforderungen liegt. So musste für die Montage bei einer Länge von über 130 m Toleranzen von lediglich wenigen Millimetern ausreichen. Um dies zu gewährleisten, wurde die Hauptkonstruktion bereits im Werk zur Probe aufgebaut. Mit den hieraus gewonnenen Erkenntnissen ließ sich die Montage ohne größere Hindernisse umsetzen, wobei sowohl bei der Durchführung der Transporte als auch der Dimensionierung der Mobilkräne nahe an den Grenzen der Realisierbarkeit gearbeitet werden musste.

## Paris: Olympiabridge über die Autobahn

Im Norden von Paris ist im Zuge der Olympischen Spiele zwischen den Stadtteilen Le Bourget und Dugny ein

neues Holzbrückenbauwerk über dem Autobahnring der A1 entstanden, das im März fertiggestellt wurde. Im Zuge eines ausgelobten Wettbewerbs konnten sich Teams bestehend aus Planern und ausführenden Firmen für die Teilnahme bewerben. Nach erfolgreicher Selektion wurde eine Entwurfsbearbeitung gefordert, die mit einem verbindlichen Preisangebot „schlüsselfertig“ eingereicht werden musste.

Dem Werkstoff Holz kam im Fall der Pariser Brücke sehr entgegen, dass eine der wesentlichen Forderungen „F 120“ lautete, da man davon ausgeht, dass der Brand eines größeren Fahrzeugs auf der Autobahn 120 min auf das Bauwerk einwirken kann. Inspiriert durch bereits umgesetzte Blockträgerbrücken aus Brettschichtholz, wurden unterschiedliche Tragsysteme auf ihre Tauglichkeit hin untersucht. Insgesamt ließen sich die hohen Anforderungen an den Brandschutz (F 120) mit dem realisierten Vollholz-Querschnitt gut erfüllen. Bei einer Abbrandrate von 1,2 mm/min

ergibt sich nach 120 min ein Querschnittsverlust umlaufend von 144 mm, die den statisch ermittelten Werten hin-zuaddiert wurden.

## 50 m frei über die Autobahn gespannt

Auch die Forderung nach einer 100 m langen und über 50 m frei über die Autobahn spannenden Brücke machte die Wahl einer geeigneten Bauform anspruchsvoll, da im Holzbrückenbau derartige Spannweiten selten sind. Anfängliche Überlegungen mit oben liegendem Tragwerk als Bogen- oder Pylon-Konstruktion wurden zugunsten einer Blockträger-Bauweise zurückgestellt, da die massive und kompakte Bauart Vorzüge aufweist: Man kann den konstruktiven Holzschutz gut durch den wasserdichten Belag sicherstellen, der oberseitig ausreichend auskragt. Zusätzlich wurde der Querschnitt der Brücke so konzipiert, dass er sich um 30° nach unten hin verjüngt. Dadurch gilt das Tragwerk gemäß EC 1995-2 als geschütztes Tragwerk, so dass ein chemischer Holzschutz entfallen kann.

Der zweiteilige Trägeraufbau, bestehend aus französischem Douglasienholz der Stärke GL24h, wurde bei der Firma Simonin im ostfranzösischen Montlebon gefertigt. Der wasserdichte Betonbelag mit Asphaltabdeckung liegt unterlüftet auf Querlattungen aus Douglasienholz auf.

Eine besondere Herausforderung stellten die favorisierten kurzen Transportlängen der Träger bis zur beengten Baustelle neben der Autobahn dar. Die 100 m lange Konstruktion wurde aus fünf Segmenten in Längsrichtung erstellt, der Querschnitt zweigeteilt in Querrichtung. Als sehr montagefreundlich erwies sich die Verbindung der Bauteile mittels eingeklebter Gewindestangen und Stahlkonsolen. Diese Verbindung, die die Firma Simonin unter dem Namen „Resix“ patentiert hat, erlaubt stumpfe Bauteilstöße, die vor Ort durch eine Stahl-Stahlverbindung rasch zu montieren sind.



Paris: Die Forderung nach einer 100 m langen und über 50 m frei über die Autobahn spannenden Brücke machte die Wahl einer geeigneten Bauform durchaus anspruchsvoll.



Der zweiteilige Brückenträger besteht aus Douglasienholz. Für Witterungsschutz sorgt ein wasserdichter Betonbelag mit Asphaltabdeckung, der durch Querlattungen aus Douglasienholz unterlüftet ist. Fotos: IB-Miebach

# Über drei Brücken darfst Du gehn – und radeln

Brückenfamilie aus Brettschichtholz sorgt für Verkehrs- und Energiewende

**Bis 2022 waren die beiden Ortsteile von Frankenberg (Hessen) nur durch Autobriden miteinander verbunden. Die erste Fahrrad- und Fußgängerbrücke aus Holz kam bei der Bevölkerung so gut an, dass die Kommune gleich zwei weitere bauen ließ. Für das Projekt gab es dafür den „Deutschen Fahrradpreis“ 2024.**

Das Radkonzept ist ebenfalls für den internationalen Fahrradpreis aus Österreich nominiert. Darüber hinaus würdigte eine Anerkennung im Rahmen des „Deutschen Holzbaupreises“ 2023 die gestalterische Neuintepretation und sorgfältige Detailplanung der Holzbrückenfamilie.

Geplant und betreut wurde das Bauprojekt vom Ingenieurbüro Miebach aus Lohmar, Nordrhein-Westfalen, das seit seiner Gründung 2005 mehr als 100 Holzbrücken entworfen hat.

Gewissermaßen den Grundstein für die Brückenfamilie legte die etwa 60 m lange und 4 bis 5 m breite Holz-Blockträgerbrücke „Wehrweide“, die eine nicht mehr sanierungsfähige Trogbrücke ersetzte. Das Tragwerk der zweifeldrigen Balkenbrücke besteht aus rund 120 m<sup>3</sup> Brettschichtholz, der Handlauf aus „Accoya“. Das Brettschichtholz des Tragwerks kommt durch die seitlich getreppten Flächen besonders zur Geltung.

Der Anklang der ersten Brücke war

so groß, dass zwei weitere folgten: die „Wildpark“- und die „Ederdorf“-Brücke. Letztere ist mit einer Länge von 95 m die längste der hölzernen Brückenfamilie. Sie spannt über drei Felder und sorgt dank ihres besonders stark gekrümmten Verlaufs über eine parallel zur Eder angeordnete Rampe für einen hochwasseroptimierten Anschluss der Wege. Die „Wildpark“-Brücke spannt über zwei Felder – mit einer Spannweite von 80 m.

Trotz eigenständiger Charakteristiken folgen alle drei Brücken demselben Prinzip: Aus zwei doppelt gekrümmten Blockträgern, belegt mit einer Betondecke, sind drei großzügige Querungshilfen entstanden.



Die Eder kann jetzt in Frankenberg zu Fuß und per Rad überquert werden.

Foto: Ingenieurbüro Miebach

## Auf dem Holzweg über Autobahn und Gleise

Fortsetzung von Seite 13

Das hölzerne Tragwerk wurde im August 2023 in sechs nächtlichen Sperrpausen von jeweils sechs Stunden planmäßig montiert. Der Belag folgte Ende 2023 – gut durch Schutzgerüste abgesichert – über dem fließenden Verkehr.

### Radfahrerbrücke über den Brüsseler Ring

Eine neue Fußgänger- und Radfahrerbrücke über den Brüsseler Ring stellte Laurane Néron vom Holzingenieurbüro Ney & Partners, Brüssel, vor. Den Hintergrund des Projekts bildet die Bemühung der flämischen Regierung, die Gebiete innerhalb und außerhalb des Brüsseler Rings durch das Projekt „Werken aan de Ring“ miteinander zu verbinden. Die neue Brücke über die vielbefahrene Vier-Armen-Kreuzung ist zudem ein wichtiges Bindeglied auf dem noch zu bauenden Radschnellweg F29, der die Städte Brüssel, Tervuren und Leuven verbindet. Ney & Partners wurde als Architektur- und Tragwerksplanungsbüro für dieses Projekt ausgewählt. Umgesetzt wurden die Holzbauarbeiten von der Firma Amann Holzbau mit Sitz im süddeutschen Weilheim-Bannholz.

Die Brücke schafft eine Fahrrad- und Fußgänger Verbindung zwischen zwei Waldgebieten, die durch die Ringstraße R0 getrennt sind. Entsprechend wurde das Bauwerk als integriertes Element innerhalb der östlich von Brüssel gelegenen Waldgebiete konzipiert. Der Entwurf legt den Schwerpunkt auf die Sicherheit und Komfort der Brückennutzer sowie auf die Integration des Bauwerks in die Umgebung, wobei die Interaktionen mit der darunter liegenden stark befahrenen Kreuzung und dem Tunnel der Ringstraße so gering wie möglich gehalten werden sollten. Um den Verkehr bei der Montage möglichst wenig zu beeinträchtigen, wurde das 67,5 m lange Brückenbauwerk nahe des Einsatzortes vorgefertigt und in einem Stück auf die Fundamente gestellt.

Die gesamte tragende Konstruktion besteht aus Furnierschichtholz (LVL)

des finnischen Herstellers Metsä Wood, welches auf Grund seiner Querlagen relativ homogene Festigkeiten innerhalb der Plattenebene aufweist. Sowohl die Boden-, Seiten- und Dachelemente der Brücke als auch die verstärkenden Rippen wurden einheitlich aus diesem Material gefertigt. Die Rippen sind in einem Abstand von 3 m angeordnet und stabilisieren so die Wände und das Dach. Entsprechend der statischen Anforderungen erreichen die „Kerto-Q“-Elemente der tragenden Wände, Decken und Böden Dicken von bis zu 220 mm.

Die Höhe der fünfeckigen Holzkastenkonstruktion nimmt in Längsachse zur Mitte hin zu, wodurch für den Benutzer ein angenehmes Raumgefühl erreicht wird. Diese Geometrie entspricht auch den statischen Anforderungen, da in der Mitte des weitgespannten Bauwerks das Biegemoment am größten ist. Folglich liegt die Bauhöhe über dem Brückendeck im Eingangsbereich bei 5,6 m und erreicht in der Mitte etwa 7 m.



Der Transport der Fußgänger- und Radfahrerbrücke von der Montagestätte zu ihrem endgültigen Standort erfolgte in einem Stück, wodurch der Brüsseler Ring nur kurzzeitig gesperrt werden musste.

Ein effektives Wassermanagement war bei der Planung der Holzkonstruktionen von entscheidender Bedeutung, um die Dauerhaftigkeit der Brückenbauteile zu gewährleisten. Entsprechend wurde die Geometrie des Daches so konzipiert, dass Schlagregen nicht mit dem Bauwerk in Berührung kommt.

### Effektives Wassermanagement

Sowohl im Quer- als auch im Längsschnitt kragt das Dach weit genug aus, um das Bauwerk in einem Winkel von 45 Grad vor Regen zu schützen. Das Brückendeck weist in Längsrichtung ein Gefälle von 2% auf, sodass das Wasser, das auf das Deck gelangt, zu den Widerlagern abfließen kann. Außerdem wurde eine Reihe von Sensoren installiert, um die Holzelemente auch nach der Montage überwachen zu können.

Der Brückenbau wurde vom Generalunternehmer Viabuild aus Puurs-Sint-Amands (B) geleitet, die Ausführungsplanung wurde von der Blumer ZT GmbH im Auftrag des Subunternehmers Holzbau Amann durchgeführt.

## »Regeneratives Bauen«

Holz und Lehm sollen die CO<sub>2</sub>-Bilanz im Bau verbessern

**Ihre Klimafreundlichkeit hat die Bauform Holz und Lehm eigentlich schon hunderttausendfach unter Beweis gestellt. Jetzt soll an dem Hybridmodell weiter geforscht werden, um es großflächig im Bauwesen einsetzen zu können. Das diesbezügliche Forschungsprojekt „Think Earth – Regeneratives Bauen“ wird von der Schweizer Agentur für Innovationsförderung Inosuisse finanziert.**

Holz und Lehm, das kennt man vom Fachwerkhaus. Beide Materialien sind lokal verfügbar und ihre Kombination verstärkt ihre jeweiligen Vorteile: Holz sorgt für die nötige Tragfähigkeit und Steifigkeit, während Lehm zusätzliche Tragfähigkeit und Masse hinzufügt, was zur Wärmeregulierung, Schwingungsdämpfung und Brandsicherheit beiträgt. „Es geht darum, Materialien und Methoden zu nutzen, die die Umwelt schonen und gleichzeitig zu ihrer Wiedherstellung beitragen“, erklärt Andrea Frangi, Professor für Holzbau am Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich und Leiter des Projekts „Think Earth“.

Das von der Inosuisse geförderte Projekt bringt Forschende der ETH Zürich, der Empa, der Hochschule Luzern sowie der Berner und Ostschweizer Fachschulen mit 51 Industriepartnern aus dem gesamten Bausektor zusammen. Das Forschungsprojekt gliedert sich in zehn Teilprojekte, die von materialwissenschaftlichen Grundlagen und Produktionsverfahren über Prototypen und Fallstudien bis hin zu neuen Normen für die Praxis reichen. Bis 2029 sollen diese Teilprojekte effiziente und skalierbare Bauweisen entwickeln.

In einem Teilprojekt wird an der Demontage und Wiederverwendung von Holzverbindungen gearbeitet. Gleich-

zeitig werden digitale Werkzeuge entwickelt, die diesen Prozess unterstützen.

Holz ist zwar eine erneuerbare natürliche Ressource, doch um es im Bauwesen wirtschaftlich wie nachhaltig nutzen zu können, sollte es wiederverwendet werden. Derzeit liegt die Wiederverwendungsrate von Holz lediglich bei 10%. Im besagten Teilprojekt soll diese Rate mit Hilfe weiterer regenerativer Materialien wie erdbasierter Baustoffe auf 90% gesteigert werden. Dabei spielen Holzverbindungen eine wichtige Rolle. Im Gegensatz zu Betontragwerken, die als monolithische Strukturen gegossen werden, sind Holztragwerke auf die Verbindung einzelner Bauteile angewiesen, die aus statischer Sicht oft kritischer sind.

Erdbasierte Baustoffe haben eine gute CO<sub>2</sub>-Bilanz, und Roherde ist nahezu unbegrenzt verfügbar. Allerdings werden sie häufig nur für kleinere Anwendungen wie Ziegel verwendet, da ihre Struktur beim Trocknen schwindet und sich Risse bilden. Um dies zu vermeiden, sind laut Pietro Lura, Leiter der Empa-Abteilung Beton und Asphalt und Professor an der ETH Zürich, geeignete Zusatzstoffe entscheidend. „Lehm kann immer wiederverwendet werden, solange er unverändert bleibt. Sobald aber ein mineralischer Stabilisator beigemischt wird, verschlechtern sich die Energiebilanz und die Rezyklierbarkeit.“ Um dieses Problem zu lösen, arbeiten die Forscher an biobasierten und biologisch abbaubaren Zusatzstoffen, um das Schwinden zu reduzieren, während die Rezyklierbarkeit sowie die Wasseraufnahme erhalten bleiben soll. Die vielversprechendsten Zusatzstoffe werden in großem Maßstab getestet, um mit grüner Chemie rissfreie Lehm-Baustoffe herzustellen und den Erdaushub zu verringern.

Angesichts der großen Spannweite der Brücke wurde sie in sechs Segmente unterteilt, die jeweils nicht länger als 12 m sind, um die üblichen Transportgrenzen einzuhalten. Die Segmente wurden bei Holzbau Amann in Deutschland vorgefertigt und dann vor Ort in der Nähe der Tervuren Avenue, etwa 800 m vom endgültigen Aufstellungsort entfernt, montiert. Dieser Ansatz minimierte die Bauarbeiten vor Ort und ermöglichte einen schnellen Montageprozess, der innerhalb von vier Wochen abgeschlossen werden konnte.

Um den Regenschutz während der Montage zu gewährleisten, ermöglichte die Unterteilung der Brücke in sechs Vorfertigungssegmente eine schnelle Abdeckung jedes LVL-Plattenabschnitts. Nach der Montage jedes Segments wurde es sofort mit einem Dach und einer Abdichtungsbahn geschützt, bevor die Montage des nächsten Segments begann.

Bekleidet wurde die Brücke mit Schindeln aus Western Red Cedar, für die Dachabdeckung wurden Bleche aus Aluminium gewählt. Die Innenflächen wurden mit einer Sekundärstruktur aus

Lärchenholzleisten verkleidet. Diese Schicht schützt die Hauptstruktur und kann bei Bedarf ersetzt werden. Das nicht ebene Oberflächendesign soll zudem Graffiti-Sprayer abschrecken. Die Geh- und Fahrfläche mit einer Nutbreite von 6 m wurde in Lärchenholz ausgeführt, deren rutschhemmenden Rillen für mehr Sicherheit sorgen.

Im Oktober wurde die 290 t schwere Brücke von der Vorfertigungsstätte an ihren endgültigen Standort transportiert. Aus Sicht des Holzingenieurbüros Ney & Partners stellt das Bauwerk mit seiner Spannweite von 67,5 m und der tragenden Konstruktion aus LVL-Platten einen innovativen und nachhaltigen Ansatz für überdachte Holzbrücken dar. Das Projekt zeige die Machbarkeit langer Spannweiten ohne Zwischenstützen und unterstreiche das Potenzial von Holz in Anwendungen, die traditionell von Beton und Stahl dominiert werden. Zudem, so betonte Néron, fiel das Treibhauspotenzial (GWP), der Brücke deutlich geringer aus als jenes vergleichbarer Brücken aus Beton und Stahl.

Stephan Klein



Die gesamte tragende Konstruktion der Brüsseler Brücke besteht aus Furnierschichtholz (LVL) des Herstellers Metsä und wurde in Dicken von bis zu 220 mm verbaut. Fotos: Corentin Haubruge