

Schwerlastbrücke

Holz *bleibt* Holz



► Einen Brückenschlag zwischen Design und Funktionalität verkörpert die neue Schwerlastbrücke im niederländischen Sneek: 60 Tonnen trägt das Bauwerk. Das acetylierte Holz scheint dem Holzbau enorme Möglichkeiten zu verleihen.

Sie ist 450 t schwer, 16 m hoch, 32 m lang und aus Holz: Die Sneek-Brücke überquert seit Ende November 2008 die Autobahn A7 in den Niederlanden. Der neue Blickfang am Stadteingang von der Stadt Sneek besteht aus einem besonderen Holz: 690 Kubikmeter FSC-zertifiziertes Accoya Holz, wofür Radiata-Kiefern aus nachhaltiger Forstwirtschaft acetyliert wurden.

Das acetylierte Holz ist hochgradig dimensionsstabil und widerstandsfähig gegen Umwelteinflüsse, bekräftigt der Hersteller. Aufgrund dieser Materialeigenschaften eigne es sich im Gegensatz zu anderen Holzarten auch zum Bau großer, stark beanspruchter Konstruktionen.

Die Architektengemeinschaft OAK – ein Zusammenschluss des Büros Onix, Haiko Maijer, und dem Büro

Hans Achterbosch – setzte sich in einem ausgeschriebenen Wettbewerb für die Gemeinde Sneek mit ihrem markanten Holzbrückenentwürfen durch. Das in der Provinz Friesland (Nordholland) gelegene Sneek ist bekannt durch Wassersporttourismus und hat unter anderem ein markantes historisches Wassertor als Wahrzeichen. Eine Umgehungsautobahn, die ringförmig am Zentrum vorbeiführt,

machte mehrere überquerende Brückenneubauten erforderlich.

Um den passierenden Autofahrern, die unter den Neubauten entlangfahren, das Gefühl zu geben, ein Tor mit gewissem Bezug zum Wahrzeichen zu durchqueren, erdachten die Planer einen gewagten Entwurf: Eine massive und äußerst komplexe Schalenkonstruktion – aus exponierten Holzträgern.

Gewagte Geometrie

Bei der Formfindung orientierten sich die Architekten an traditionellen Holzbrücken. Sie gingen vom Querschnitt überdachter Brücken aus. Die Idee des Fachwerksystems war eine bewusste gestalterische Konstante. Letztlich wählten die Planer eine im Querschnitt gebogene Variante, die für ausreichend Freiraum sorgt. Eine

fachwerkartige Füllung des Dreiecks spannt sich mit kreuzenden Diagonalen wie ein Gitternetz in die Schalenengeometrie.

Das Gewagte an der entworfenen Geometrie war die Ausführung in Holz: Zum einen stellte die exponierte Anordnung enorme Anforderungen an das Material, zum anderen barg sie einige Herausforderungen für die Herstellung.



◀ Die Brücke soll an einen gotischen Bogen erinnern. Dafür erdachten die Planer eine komplexe Schalenkonstruktion

Nadelholz. Das Holz erreicht durch einen chemischen Behandlungsprozess die Resistenzklasse 1. Firma Titanwood stellt „Accoya“ aus FSC-zertifiziertem neuseeländischem Kiefernholz (pinus radiata) her. Durch die Behandlung ersetzt im Wesentlichen Essigsäure (Acetyl) das im Holz gebundene Wasser.

Accoya fand bisher nur als Vollholz im Fenster- und Wintergartenbau Einsatz. Modifiziertes Nadelholz lässt sich auch gut verleimen, so dass es für diese Anwendung geeignet erschien und zum ersten Mal Verwendung fand. Ob die Acetylierung den Leimvorgang beeinträchtigt, mussten zahlreiche Proben nachweisen. Die Ergebnisse waren zufrieden stellend und gleichwertig wie konventionelles BSH. Als einzige Anforderung ergab sich, dass die Verklebung mit einem bestimmten Resorcinharz zu erfolgen hatte.

Gekonnte Konstruktionslösungen

Das Übersetzen der architektonisch beeindruckenden Geometrie in die Sprache der technischen Mechanik übernahm ein erfahrenes Büro: Das Ingenieurbüro Emil Lüning hat Erfahrung mit komplexen Strukturen. Die Tragwerksplaner gingen beherzt an die Umsetzung heran – ohne Berührungssängste vor neuartigen Methoden. Schnell stellte sich heraus, dass den Verbindungsmitteln eine

besondere Rolle zukommt. Denn die Brücke führt über eine Autostraße für Schwerlastverkehr. Deshalb ist eine Befahrbarkeit für 60 Tonnen zu garantieren.

Die Vorgabe an die Verbindung lautete: hoher Kraftfluss bei geringer Sichtbarkeit. Bald richtete sich das Augenmerk der Tragwerksplaner auf ein Novum: eingeklebte Gewindestangen, die in Deutschland nur bis 30 mm zugelassen sind, kamen mit Dimensionen bis zu 48 mm als biegesteife Hauptverbindungsmittel zum Einsatz. Dabei messen die Stangen teilweise Längen über 2 m und sind jeweils in das Hirnholz der Diagonalen eingedreht. Da es kaum Erfahrungswerte für diese Dimensionen gab, führte das niederländische Holzbauinstitut SHR in Wageningen zahlreiche Versuche durch. Als Kleber diente ein Epoxidharz, das sich bei der Holzsanierung bewährt hat.

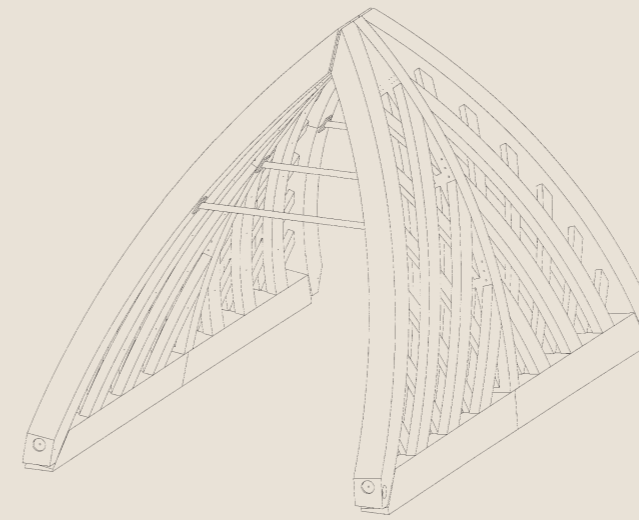
Die Tragwerksplaner mussten neben dem Platzbedarf durch die Randabstände der Verbindungsmethode auch den hohen Anteil an Trägerdurchdringung berücksichtigen.

Die ausführende Holzbaufirma beauftragte das Büro Blaß & Eberhardt aus Karlsruhe damit, für fast alle Anschlüsse die Gewindestangen nachzuweisen. Einige Bauteile erfordern eine so umfangreiche Durchdringung, dass sie nur noch mit 50% des Querschnitts angesetzt werden konnten.

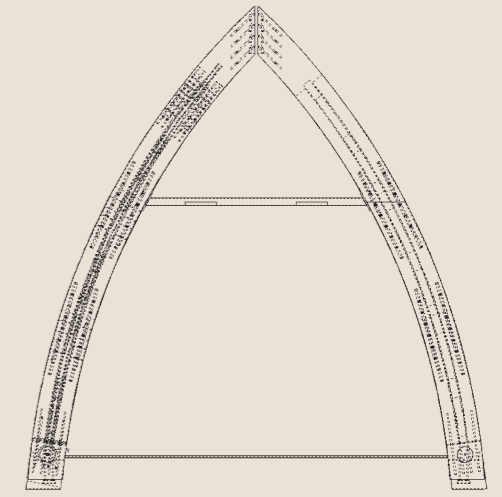
Untergurte spannen vor

Zusätzlich musste der Untergurt mit den schräg nach oben verlaufenden Druckbögen gekoppelt werden. Das lösten die Planer mit einem längs vorgespannten Kabel, das innerhalb des Untergurtes verläuft.

Die Fahrbahn selbst besteht aus einer Stahlplatte, die unterseitig an den Holzuntergurten angeschlossen ist. Auch hier ist ein vorgespanntes Kabel in Querrichtung angeordnet. Wichtig war dabei die Bewegungsmöglichkeit zwischen Stahlplatte und Holzkonstruktion, für die die durch geeignete Anschlüsse mit Elastomerstreifen und Langlöchern Zwängungsfreiheit garantieren.



Isometrie



Schnitt

Modifiziertes Holz meistert Herausforderung

Der Bauherr wünschte sich Holz als Baustoff. Dazu kam allerdings eine Forderung nach einer Lebensdauer von 80 Jahren. Das ist für eine derart exponierte, ungeschützte Konstruktion ein kaum realisierbarer Anspruch. Lediglich konstruktive Holzschutzmaßnahmen könnten die Vorgaben erreichen, doch das hätte einen nicht tolerierten architektonischen Eingriff bedeutet.

Schnell war klar, dass die komplexe Geometrie und Größe nur verleimte Bauteile gestattet. Natürlich dauerhafte Hölzer wie Bongossi oder Eiche dürfen im Außenbereich jedoch nur unverleimt zum Einsatz kommen. Nun schlug die Stunde für eine technische Neuerung im Holzbau: Die Verwendung von acetyliertem

▼ Die Holzbauer verbauten zahlreiche unterschiedlich dimensionierte Holzstäbe und -planken



Herstellung im Toleranzbereich

Nach einer europaweiten Ausschreibung behauptete sich die auf den Holzbrückenbau spezialisierte Firma Schaffitzel aus Schwäbisch Hall. Der reichhaltige Erfahrungsschatz des Unternehmens hinsichtlich Blockverleimung war für die Bauherren sehr wichtig – doch letztlich entscheidet der Preis.

Der entscheidende Faktor lag bei den zweiachsig gebogenen Bauteilen: Waren sich Planer und Holzbauer im Vorfeld noch einig, alle Bauteile einachsig Block zu verleimen, und danach mit CNC-Maschinen die „zweiachsige Biegung“/Verdrillung aus dem vollen Material herauszufräsen, suchten die Holzbauer später nach anderen Möglichkeiten und erkannten Einsparpotential: Die verdrillten Bauteile beschreiben in ihrer

Form einen Ausschnitt aus einer Spirale bzw. Helix, so dass die Überlegung einer direkten verdrillten Verleimung ins Spiel kam.

Das letztlich Preis entscheidende Kriterium lag einzig im kompletten Wegfall der CNC Bearbeitung – ein kühner Vorschlag des Holzbaunternehmens, der viel Skepsis beim Bauherren auslöste: Ist manueller Abbund für solch eine Komplexität geeignet? Auch bei verdrillten Verleimungen gibt es sehr wenige Erfahrungen. Also gingen die Holzbauer empirisch vor und verleimten Probebauteile. Die dringlichste Frage des Bauherrn war, ob man mit dieser Vorgehensweise die Geometrie und die geforderten Toleranzen 2 mm eingehalten werden können. Es galt zu klären, um wie viel sich ein verdrilltes Bauteil zurückbewegt, wenn die Verleimpresen geöffnet werden (Rückstellung).

Bei den Versuchen kristallisierte sich ein definiertes Maß heraus, das eine ausreichende Rückstellung berücksichtigt und so die Maßeinhaltung bei der Fertigung angenommen werden konnte.

Vormontage mit Schablonen

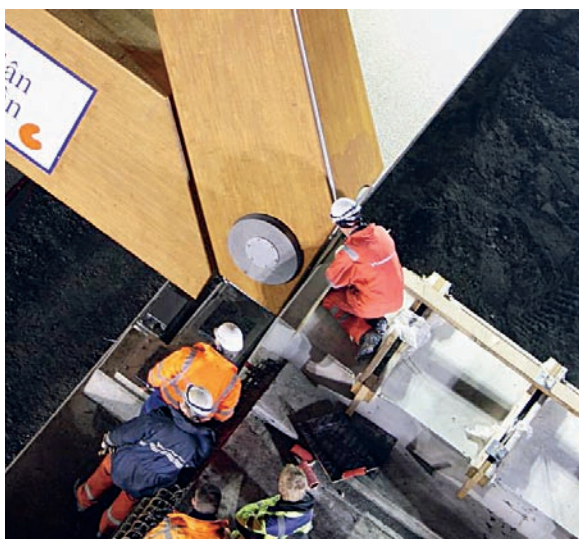
Ebenfalls sehr anspruchsvoll gestaltete sich die Bohrung von teilweise 2,70 m langen Löchern. Da das enge Bohrraster nur geringe Abweichungen zulässt, war eine hohe Präzision erforderlich – auch hier ohne CNC Unterstützung.

Mit Schablonen und Hilfskonstruktionen brachten die Holzbauer die geeigneten Bohrungen auf den gekrümmten Bauteilen aufwendig ein.

Als Vormontagehilfe für die beiden „Schalen“ bauten die Handwerker jeweils einen gebogenen Montagetisch,

◀ In einem temperierten Zelt in der Nähe des späteren Standorts erfolgte die Verklebung der Gewindestangen





► Am 29. November 2009 war es soweit: zwei Self Propelled Modular Transporter mit jeweils zehn lenkbaren Einzelachsen montieren die Brücke



SCHAFFITZEL HOLZINDUSTRIE

der den gleichen Radius wie die Schale aufweist. Darauf legten sie die verleimten Bauteile aus und banden sie nacheinander ab – bei Einzelteilgewichten bis zu 20 Tonnen. Nach diesem Vorabbund klebten sie lediglich im mittleren senkrechten Träger (Königsstiel) schon Gewindestangen ein. Die übrigen Bauteile konnten wegen des Großformats erst vor Ort mit den anderen verleimt werden.

Brückenmontage vor Ort

Für die Montage wurden alle Einzelbauteile ca. 800 m vom späteren Standort auf einem Montageplatz geliefert. Dort erfolgte erneut das Auslegen auf den Montagetischen. Nachdem alle Gewindestangen gefügt und eingebracht waren, stellten die Arbeiter ein großes beheiztes Zelt über die Schalen. Hier konnte das Verkleben der Gewindestangen mittels Zugangs und Ausgangslöchern erfolgen. Eine Leimmengenkontrolle ist dabei die einzig verlässliche Möglichkeit, eine komplette Befüllung zu garantieren.

Besondere Anstrengungen waren auch für das Firststahlteil nötig, das die Holzbauer erst vor Ort einbauen konnten. Das Firststahlteil besteht aus zwei massiven Stahlplatten mit 100 mm Dicke, über 5 m Länge und 1,6 m Höhe

Nach Fertigstellung der beiden Holzschalen erfolgte das Zusammenfügen der drei Großelemente: An die

Stahlfahrbahn setzten die Monteure die beiden Holzschalen jeweils seitlich auf und schlossen sie von unten an.

Die Endmontage der Brücke erfolgte am 29. November 2008 als eine komplette Einheit mit fast 400 Tonnen Gewicht, die vom Montageplatz die 800 m zum Standort gebracht wurde. Dazu dienten zwei SPMT (Self Propelled Modular Transporter)-Fahrzeuge mit jeweils zehn lenkbaren Einzelachsen.

Nach der Ankunft der Brücke an ihrem Endstandort über die Autobahn wurde die Konstruktion auf die Endhöhe von ca. 5 m mittels Pressen hochgedrückt und exakt eingefahren.

Streitbares Bauwerk

Die Größe und seine Massivität machen das Bauwerk im Holzbrückenbau sicherlich einzigartig. Bei der Herstellung gab es Situationen, die nahe an der Grenze des Machbaren lagen. Ob sich die 80 jährige Lebensdauer des Accoya-Holzes bewahrheitet, wie es der Hersteller angibt, bleibt abzuwarten.

Bei diesem vermutlich historischen Holzbrückenbau zeigte sich die srihwörtliche niederländische Offenheit im Wahrsten Sinne des Wortes als grenzüberschreitend und erfrischend unkonventionell.

Dipl.-Ing. (FH) Frank Miebach, Lohmar ■

► Steckbrief

Bauwerk:

Schwerlastbrücke in NL-Sneek mit oben liegendem, räumlich gebogenem Fachwerksystem mit angehängter Fahrbahn

Bauherr:

Provincie Fryslan
Gemeente NL-Sneek
www.a7sneek.nl

Architektur:

Achterbosch
NL-8911 KJ Leeuwarden
www.achterboscharchitectuur.nl
Onix
NL-9721GR Groningen
www.onix.nl

Holzbauentwurf:

Büro Emil Lüning
NL-7004HC Doetinchem
www.luning.nl

Holzbaustatik:

Büro Blaß & Eberhardt
D-76227 Karlsruhe
www.ing-bue.de

Ausführung Holzbau:

Schaffitzel Holzindustrie GmbH
D-74523 Schwäbisch Hall
www.schaffitzel.de

Werkplanung:

IB Malthaner
D-76761 Rülzheim
www.holzman.de

Projektleitung Holzbau:

IB Miebach
D-53797 Lohmar
www.ib-miebach.de