

# Von Brücken, Türmen und einer »Eisschlange«

Ingenieurbauwerke zeigen Lösungen für konstruktiven Holzschutz bei dauerhaft witterungsexponierten Sonderbauten

Am letzten Tag des 26. „Internationalen Holzbau-Forums – IHF“ in Innsbruck vom 30. November bis zum 2. Dezember 2022 bot der Veranstaltungsbereich „Exponierte Ingenieurbauwerke“ eine Projektauswahl an Brücken- und Turmbauwerken sowie Einblicke in Planung und Bau der Freiform-Überdachung für die Weltcup-Rennrodelbahn in Oberhof. Das Themenfeld zeigte nicht nur eine große Formenvielfalt in dieser Spezialdisziplin, sondern auch, wie es möglich war, die Bauwerke wirtschaftlich zu planen und dabei mitunter neuartige Lösungen zu finden.

Aus dem von Prof. Dr. Philipp Dietsch vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) moderierten Themenblock „Exponierte Ingenieurbauwerke“ ließen sich neben umfangreichen Einblicken in Tragwerksplanung, Fertigungstechnik und Montage auch zahlreiche Ideen für den konstruktiven Holzschutz gewinnen. Denn exponiert hieß bei der überwiegenden Zahl der vorgestellten Projekte, dass sie mitunter dauerhaft der Witterung ausgesetzt sind.

Den Anfang machte zunächst ein Sonderbau: Unter dem Titel „Bewittertes Schalendach der Weltcup-Rennrodelbahn Oberhof“ sprach Kilian Busch von Züblin Timber aus Aichach über das rund 1350 m lange Projekt, das im Zuge der Sanierung eine neue Überdachung aus freigeformten Schalenelementen aus Holz und Stahl erhalten hat. Aufgrund des Verlaufs und der Geometrie des aus der Vogelperspektive einer „Eisschlange“ ähnelnden Bauwerks ist jedes Dachelement ein Unikat. Busch erläuterte, welche Anforderungen die Überdachung zu erfüllen hatte: Sie sollte vor (Schlag-)Regen, Schnee, Wind und Sonne schützen, die Kondenswasserbildung beim Eisherstellen und in der Nutzung ebenso minimieren wie die Kälteabstrahlung, sowie weitgehende Sichtfreiheit für die Zuschauer und die TV-Übertragung während der



Die modernisierte Rennrodelbahn im thüringischen Wintersportzentrum Oberhof misst etwa 1350 m und wartet mit Kurven, einem Kreisell, aber auch langen geraden Strecken auf. Foto: Patrick Muschiol

Wettkämpfe gewährleisten – und zu guter Letzt ansprechend gestaltet sein. Weitere Bedingungen ergaben sich daraus, dass auf der Baustelle nur eine begrenzte Zeit für die Montage zur Verfügung stand und zusätzlich in der Bauteile auch noch Einzelwettkämpfe, praktisch im Bauzustand, zu ermöglichen waren.

Bei der Suche nach dem größten gemeinsamen Nenner destillierten die Ingenieure vier verschiedene Situationen auf der Strecke heraus, für die die einzelnen Schalenelemente entwickelt wurden. Wie dabei das Tragverhalten bzw. die Lastabtragung der verschiedenen Elemente für gekrümmte und gerade Streckenüberdachungen konzipiert wurde, erläuterte Busch anschaulich, um dann auf die nicht minder komplexe Vorfertigung der frei geformten Einzelteile aus „Kerto“-Furnierschichtholz-Platten und Bögen im Werk einzugehen: „Die Fertigung der Schalenelemente umfasste sieben Arbeitsschritte. Der erste und wichtigste bestand darin,

die Kerto-Bögen auszufräsen. Anschließend wurden die fünf Lagen Bauformiersperrholz (BFU) verklebt“, so Busch und ergänzte: „Aufgrund der Verwendung von Resorzinharz konnte pro Tag nur eine Lage je Element verklebt werden. Bei vier Klebefugen kostete dieser Arbeitsschritt alleine vier Arbeitstage pro Element, weshalb die Fertigung ‚stufenweise‘ auf sechs Montageplätzen erfolgte.“

Die große Zahl an Unikaten bei den knapp 300 Dachschalenelementen stellte auch eine organisatorische und logistische Herausforderung bei der Montage des 4500 m<sup>2</sup> großen Dachtragwerks dar, wie der Referent eindrücklich zeigte. Am Ende habe sich jedoch alles planmäßig zusammengefügt, resümierte er den Projektabschluss und merkte an, dass die erneuerte Rennrodelbahn Ende Januar bei den Weltmeisterschaften im Rodeln dann erstmalig im offiziellen Einsatz sei und dabei ihre Stärken unter Beweis stellen könne.



Die Überdachung der Rennrodelbahn ist weitestgehend stützenfrei ausgeführt. Auf der Innenseite erhält die neue Dachschaale eine Holzleistschalung. Fotos: Trabert+Partner (li.), R. Knoll/Zweckverband Thüringer Wintersportzentrum (re.)



Die werkseitige Vorfertigung der Dachelemente in Aichach erfolgte in sechs Arbeitsschritten bis zur Verklebung der Abdichtungsbahn auf der Elementoberseite. Foto: Züblin Timber

## Holzbauweise in großen Wohnbau-Projekten

Fortsetzung von Seite 70

werden Probleme bzw. Kollisionen zwischen den Gewerken von der Baustelle in die Planungsphase verlegt. Dies führt zusätzlich zu einer deutlichen Reduktion von planungs- und produktionsbezogenen Risiken und damit zu einer Senkung der Baukosten, deren Höhe jedoch von den Akteuren nicht beziffert wurde.

### Große, bislang ungenutzte Rationalisierungspotenziale

Die Einzelergebnisse der Studie legen sowohl die treibenden Faktoren (Treiber) für den großvolumigen Wohnungsbau in Holzbauweise als auch die bremsenden Faktoren (Hemmnisse) offen. Danach ist zu erwarten, dass die Nachfrage nach großvolumigen Wohnungsbauvorhaben in Holz- bzw. Holzhybridbauweise kurz- bis mittelfristig das Angebot bzw. die aktuell verfügbaren Ausführungskapazitäten übersteigen wird. Die aktuell betriebenen Investitionen in Deutschland – beispielsweise der Schweizerischen Unternehmen Nokera und Rengli – verdeutlichen, welche erheblichen Markt- und Rationalisierungspotenziale hinsichtlich der Realisierung großvolumiger Holzwohnprojekte bei erfahrenen und neueren, finanzstarken (Holzbau-)Akteuren gesehen werden.

Zu betonen ist, dass die ermittelten Kostendifferenzen zwischen Gebäuden in Holz- und Holzhybridbauweise und mineralischen Bauten sich auf das Marktsegment des mehrgeschossigen Wohnbaus beziehen und nicht auf alle Segmente der Bauwirtschaft übertragbar sind. So ist davon auszugehen, dass eine Kostenbetrachtung des Segments der Ein- und Zweifamilienhäuser ein deutlich anderes Bild ergeben hätte, da



Mit dem „Quartier WIR“ entstanden in Berlin 160 genossenschaftliche Mietwohnungen, 38 Eigentumswohnungen sowie neun Gewerbeeinheiten und Gemeinschaftsräume mit insgesamt 12 400 m<sup>2</sup> Nutzfläche. Foto: L. Glowatzki

die Rationalisierungspotenziale des Holzfertigbaus weiter ausgeschöpft sein dürften als im mehrgeschossigen Holzwohnungsbau, der gerade erst Fahrt aufnimmt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die zunehmende gesellschaftliche Erwartungshaltung sowie der politisch motivierte Druck, der in europäischen und nationalen Regelungen formuliert ist, hinsichtlich nachhaltiger Anlagestrategien das gesamte Wirtschaftsleben innerhalb der Europäischen Union (EU) mehr und mehr beeinflussen wird. Die deutlichen Impulse des European Green Deal werden daher nicht zuletzt die Bau- und Wohnungswirtschaft nachhaltig verändern, und damit gleichermaßen die Holzbaubranche. Diese wird die vorhandenen Rationalisierungspotenziale in Planung

und Realisierung von Holz- und Holzhybridbauten ausschöpfen (müssen), und damit kurz- bis mittelfristig die Planungs- und Erstellungskosten im Vergleich zu den mineralischen Bauweisen reduzieren können. Voraussetzung ist jedoch die Fokussierung auf geregelte bzw. bewährte Bauprodukte und Bauarten, in Verbindung mit einer umfassenden Neukonzeption der zielgruppenorientierten Bereitstellung von Informationen und Planungsunterlagen hinsichtlich der aktuellen technisch-organisatorischen Möglichkeiten für das Bauen mit Holz.

Weitere Informationen zum Forschungsprojekt finden sich auf der Projekt-Homepage [www.holzwohnbau.eu](http://www.holzwohnbau.eu) sowie in Kürze auf der Homepage des Fördermittelgebers [www.bbsr.bund.de](http://www.bbsr.bund.de) unter dem Menü Veröffentlichungen.

## Rekonstruktion eines Frankfurter Wahrzeichens

Über den Wiederaufbau des Goetheturms in Frankfurt referierten Tobias Döbele von Holzbau Amann aus Weilheim-Bannholz und Markus Rommel vom Ingenieurbüro Wirth Haker aus Freiburg im Breisgau. Sie berichteten über ihre Aufgabe, den im Oktober 2017 durch Brandstiftung vollkommen zerstörten Goetheturm aus dem Jahr 1931 möglichst nah am Original – einem vollständig aus Holz gebauten Fachwerkurm – zu rekonstruieren. „Erklärtes Ziel war vor allem, die Dauerhaftigkeit des Holzturms zu verbessern, weshalb wir dazu alle Details neu entwickelt, die Grundkonstruktion des historischen Vorbilds aber gleich gelassen haben“, erläuterte Rommel die mit dem Bauherrn abgestimmten Planungsvorgaben, die es zu realisieren galt.

Döbele erwähnte zudem, dass für den Turm eine witterungsbeständige, leistungsfähige Holzart gesucht war, die im Außenbereich ohne chemische Zusätze eingesetzt werden kann. Die Wahl fiel auf Edelkastanie mit Dauerhaftigkeitsklasse 2 bzw. auf (mitunter blockverklebtes) Brettschichtholz (BSH) aus Edelkastanie. „Da es für den Einsatz dieser Holzart für tragende Zwecke keine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) gibt, und auch keine abZ für eine Blockverklebung in Nutzungsklasse 3, mussten wir zwei vorhabenbezogene Bauartgenehmigungen bzw. jeweils eine Zustimmung im Einzelfall bei der Materialprüfanstalt (MPA) in Stuttgart beantragen“, so Döbele. Auch, dass Amann bis dahin noch nie mit BSH aus Edelkastanie gebaut habe, verriet der Referent.

Rommel stellte das gelungene Ergebnis vor: Stützenbündel aus jeweils vier blockverklebten, konisch gefrästen Rundstützen in den Ecken und dazwischen den K-Fachwerken bildet das Primärtragwerk des neuen, rund 45 m hohen Turms. Blechabdeckungen und Luftspülte Anschlüsse sorgen dafür, dass die Konstruktion vor Witterung geschützt ist, oder dass Wasser schnell wieder abfließen bzw. abtrocknen kann. „Die Endmontage des in drei Segmenten vormontierten Turms erfolgte in nur einem Tag. Elf Stunden haben die Bauarbeiter getüftelt, bis der neue Goetheturm wieder aus den Baumkrönen



Der 2020 wiederaufgebaute Goetheturm aus Edelkastanie-BSH mit neu entwickelten Anschlussdetails soll langfristig der Witterung trotzen. Fotos: Ingenieurbüro Wirth Haker

Fortsetzung auf Seite 72

## Von Brücken, Türmen und einer »Eisschlange«

Fortsetzung von Seite 71



eder grundsätzlich nur noch Türme mit einer gut vor Witterungseinflüssen geschützten Konstruktion bauen. Und so erhielt nun das Tragwerk des 40 m hohen Hardwaldturms eine Gebäudehülle in Form einer horizontalen Stülpschalung auf Zahnleisten. Diese bietet nicht nur Schutz vor Witterung, sondern erzeugt auch den skulpturalen Charakter der komplexen Turmkonstruktion, deren Grundriss auf einem Parallelogramm basiert, wie Maeder zeigte, bevor er das Konstruktionsprinzip näher erläuterte: Die Grundstruktur besteht aus vier gleichen, übereinanderliegenden Aussichtsebenen in Rautenform. Jede setzt sich aus zwei gleichseitigen Dreiecken zusammen, die biegesteif miteinander verbunden sind. Die Ebenen bzw. Plattformen sind jeweils um 60 Grad im Grundriss zueinander verdreht, wobei die vier Eckpunkte von der unteren Plattform jeweils mit zwei Eckpunkten der darüber liegenden Plattform verbunden wurden. Dadurch entstehen unterschiedlich geneigte, dreieckige „Wandflächen“, die den Turm aussteifen und so statisch sichern. Jeder der vier 10 m hohen Turmabschnitte erhält zudem zwei große dreiecksförmige Öffnungen.

Der Referent machte auf ein besonderes Detail aufmerksam: Je nach Neigung der Fassadenfläche sind auch die Schalungsbretter nach außen, vertikal oder nach innen geneigt. Dies hatte wiederum unterschiedliche Geometrien der Zahnleisten zur Folge mit dem Ziel, dass die Schlitzlöcher um den Turm herum vertikal gemessen immer 67 mm hoch sind. Aus Sicherheitsgründen durften die Öffnungen außerdem – rechtwinklig zu den Brettern gemessen – nicht mehr als 12 cm aufweisen. Abschließend betonte Maeder noch, dass die Bekleidung zwar zu höheren Erstellungskosten geführt habe, die Unterhaltskosten sich im Gegenzug aber vor allem auf die Verschleißschichten begrenzen dürften.



Der 40m hohe Hardwaldturm wirkt wie eine Skulptur – vor allem wegen seiner Hülle aus horizontaler Stülpschalung und den dreieckigen Öffnungen. Beides schafft auch im Inneren des Turms eine lichtdurchflutete Atmosphäre mit kleinen und großen Ausblicken.

Fotos: Holzang Maeder GmbH (2)

des Stadtwalds ragte“, berichtete Rommel. So steht das neue alte Wahrzeichen seit August 2020 wieder an seinem Platz.

### Turm mit Schutzhülle und Verschleißteilen

Weitere Turmbauten stellte Fritz Maeder von Holzang Maeder aus Evilard (Schweiz) vor. Dabei fasste er die Erfahrungen zu zwei Projekten (Lysserturm, Chutzenturm) zusammen, die 13 und 14 Jahre alt sind, und erläuterte im Anschluss, wie sich die Erkenntnisse daraus, aber auch die von anderen Turmbauten der letzten 20 bis 30 Jahre, bei der Realisierung des Hardwaldturms niederschlugen. Allem voran wolle Ma-



In Neuenkirch hat man für die rund 36 m breite und 50 m lange Wildtierbrücke aneinandergereihte, gerade BSH-Träger gewählt. Als Auflager dienen die Außenwände und die Mittelwand aus Stahlbeton.

Fotos: Timbatec (3)



Die 100 m lange Martinsbrücke wirkt schlank und elegant. Das liegt u.a. am BSH-Brückenkörper, dessen Seiten aus Witterungsschutzgründen geneigt ausgeführt wurden. Die Stahlbeton-Fahrbahnplatte steht beidseitig leicht über und schützt den Blockträger wie eine Überdachung vor Schnee und Regen.

Foto: David Schreyer

das schlanke, elegante und 100 m lange Bauwerk genauer vor: „Das Tragwerk ist als Holz-Beton-Verbund (HBV)-Konstruktion mit Ausbildung eines Trapezprengwerkes über dem Inn konzipiert. Dabei bildet ein blockverklebter BSH-Träger aus Fichtenholz den in drei Teilen gefertigten Brückenhauptträger, der über Stahlplatten gelenkig zu einem Ganzen verbunden wurde. Nach dem Betonieren der Fahrbahnplatte, die über Kerben und Tellerkopfschrauben anschließend schubfest mit dem BSH-Brückenkörper verbunden war, wirkt das Tragwerk als Durchlaufträger über drei Felder mit Spannweiten von 25,5 m (Randfelder) und 45 m (Mittelfeld)“, erklärte Sigl die Konstruktion.

Als wesentliche Aspekte des konstruktiven Holzschutzes nannte er die Neigung der Seitenflächen des Blockträgers und die 4,30 m breite Stahlbeton-Fahrbahnplatte, die beidseitig über den Holzquerschnitt hinaus ragt. Zusammen mit einer zweilagigen Isolierung und einem Asphaltbelag schützt sie den darunter liegenden Brückenkörper wie ein Dach. Die geneigten Seitenflächen des Blockträgers lassen die Brücke zudem äußerst schlank erscheinen. Und zu guter Letzt bestätigten die Ingenieure nicht nur, dass mit der neuen Geh- und Radwegbrücke ein modernes, robustes und sehr ästhetisches Bauwerk geschaffen wurde, sondern auch, dass es dank kurzer Bauzeit, eines sehr hohen Vorfertigungsgrads und der Verwendung nachwachsender, heimischer Baustoffe wirtschaftlich errichtet werden konnte.

Mit der gebogenen Pylon-Blockträgerbrücke stellte Frank Miebach vom Ingenieurbüro Miebach aus Lohmar eine neue Brücke über den Fluss Agger vor. Sie ist Teil des Radwegkonzepts der Gemeinde Engelskirchen in Nordrhein-Westfalen, erklärte er. „Wie bei der zu-



Viertelskreisförmig geschwungene Schrägseilbrücke aus Holz: Der 36 m lange, blockverklebte BSH-Träger kam wegen der zwei Abspannungen mit einer Höhe von nur 60 cm aus. Seitlich abgestuft und mit überstehendem Fahrbahnbelag gehört sie zum Typus der „geschützten Brücke“.

Fotos: Ingenieurbüro Miebach (2)

vor beschriebenen Brücke setzen auch wir auf seitlich abgestufte Brückenträger sowie auf einen Fahrbahnbelag, der als wasserdichte Platte den BSH-Brückenkörper darunter wie ein Dach schützt“, nahm Miebach das Konzept des konstruktiven Holzschutzes vorweg und führte erst dann die Grundidee des statischen Systems des Bauwerks genauer aus: „Ein mehrfach gekrümmter BSH-Träger aus Fichte bildet das Haupttragwerk der viertelskreisförmig geschwungenen Brücke mit Schrägseilabspannung. Ein Stahlmast mit Stahlzugstäben unterstützt den knapp 36 m langen und 2,5 m breiten Blockträger an zwei Stellen. Die damit erreichte Verkürzung der Einzelstützweiten von 3 x 11,85 m ermöglichte eine geringe Verankerung für den Brückenkörper. Das sorgt auch im Hochwasserfall für ausreichend Platz unter der Brücke, wie sich bei dem im Juli 2021 durch Starkregen eingetretenen Jahrhunderthochwasser bestätigte.“

Als konstruktiven Kniff bezeichnete Miebach zum einen, dass die geringe Bauhöhe von 60 cm eine harmonische Form erzeugt, zum anderen, dass diese den Verlauf der anbindenden Wege sowohl im Grundriss, also auch im Aufriss aufnimmt und ohne Knick miteinander verbindet. Wie zuvor erwähnt, bietet

der seitliche Überstand des Fahrbahnbelags – hier aus Granitplatten – sowie die gestufte Trägergeometrie den erforderlichen Witterungsschutz. Miebach schloss seinen Vortrag mit einem Ausblick auf neue Brückenprojekte in Deutschland, den Niederlanden und Frankreich.

Unter dem Titel „Wildtierbrücken unter Extrembelastungen“ stellte Lukas Rüegegger von Timbatec Holzbauingenieur Schweiz AG aus Bern Querungsbauwerke für Tiere in der Schweiz vor. An den Beispielen der Überführung Rynetel (vgl. Holz-Zentralblatt Nr. 29 vom 22. Juli 2022, S. 495) und der Überführung Neuenkirch zeigte Rüegegger auf, worauf es bei Entwurf und Planung dieser Brückentypen ankommt. Als wichtigste Informationsquelle diene zunächst eine Karte über Wildtierkorridore, die Auskunft darüber gibt, wo durch den Bau von Siedlungen, Gewerbe- und Industriearealen oder Straßen eventuelle Hindernisse für Tiere entstehen, erklärte der Ingenieur. Um Wildtieren im Falle einer unüberwindbaren Barriere trotzdem die Möglichkeit zu bieten, diese zu überwinden, werden gezielt entsprechende Überführungen gebaut. So auch die beiden vorgestellten Projekte. Wichtig sei, dass sich das Überführungsbauwerk gut in die Landschaft einpasst, damit Wildtiere es auch nutzen. Als Konstruktionen können BSH-Bogenbinder auf Betonmauern (Rynetel) ebenso die geeignete Wahl bei der Überspannung von Straßen sein, wie gerade BSH-Träger (Neuenkirch). Maßgebend dabei sind die Vertikallasten, die sich durch die Auflager der Überdeckung aus mitunter meterhohen Erdaufschüttungen und Bepflanzungen ergeben, bzw. die Spannweiten der Tragwerke. Die Gegenüberstellung der beiden Bauwerke machte deutlich, wie unterschiedlich die Anforderungen und Lösungen sein können, aber auch, dass die Liste der zu prüfenden Punkte wie Fahrzeuganprall an die Konstruktion, Blendschutz für die Tiere, Drainage oder gar Frost- und Tausalz-Einwirkungen u.v.m. ganz anders ausfällt, als bei Brückenbauwerken für Menschen.

Susanne Jacob-Freitag, Karlsruhe



In Rynetel dagegen hat man für die ebenfalls rund 36 m breite und 50 m lange Wildtierbrücke aneinandergereihte, gebogene BSH-Träger gewählt. Die sichtbare Holzkonstruktion ergibt eine durchaus attraktive Untersicht (oberes Foto).