



Objektplanung (Lph 1–9), Tragwerksplanung (Lph 1–6)

### Projektbeispiel Aluminiumkonstruktion

## Brücke Spremberg

### Lange Nutzungsdauer mit geringen Unterhaltungskosten

Die wegen Schäden gesperrte Spreebrücke in Spremberg stellte für den Hochwasserabfluss aufgrund eines zu geringen Freibordes eine Engstelle im Verlauf der Spree dar. In der Vorplanung wurde eine zweifeldrige Fachwerkbrücke aus Aluminium als Vorzugsvariante herausgearbeitet. Hintergrund für diese Entscheidung waren vor allem die lange Nutzungsdauer und die geringen Unterhaltungskosten des Brückenbauwerks. Die massiven Unterbauten der Rad- und Fußwegbrücke wurden mithilfe von Bohrpfählen tief gegründet. Die als Einfeldträgerkette hergestellten Überbauten haben Stützweiten von 36,7 m und 20,6 m. Inros Lackner war für die Objekt- und Tragwerksplanung jeweils in allen Leistungsphasen (LP 1–9 bzw. Lph 1–6) verantwortlich.

#### Abwägung für eine Aluminiumkonstruktion

- geringes Gewicht und geringe Flächeninanspruchnahme bei Montage
- lange Lebensdauer
- geringe Unterhaltskosten
- Recyclingfähigkeit



#### Baustoff Aluminium

Aluminium besitzt eine hohe Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse, eine lange Nutzungsdauer sowie ein hohes Festigkeits-Gewicht-Verhältnis, das den Bau leichter Bauteile und Baukonstruktionen ermöglicht. Ungefähr 15 Prozent des weltweit produzierten Aluminiums werden aktuell im Bauwesen z. B. für Fenster, Türen, Fassaden, Dächer eingesetzt, aber auch für weitgespannte Tragstrukturen. In den anthropogenen Lagern befanden sich im Jahr 2019 ca. 700 Millionen Tonnen Aluminium. Schätzungsweise 75 Prozent des jemals gewonnenen Aluminiums sind aktuell noch im Einsatz. Der Rohstoff Aluminiumoxid (umgangssprachlich auch Tonerde) wird aus dem Erz Bauxit hergestellt, das gelaugt wird. In einer Primäraluminiumhütte wird aus der Tonerde durch eine Schmelzflusselektrolyse unter sehr hohem Energieeinsatz reines Aluminium gewonnen. Die CO<sub>2</sub>-Bilanz von Aluminium wird beeinflusst vom technischen Stand der Anlagen sowie deren Energieversorgung. Die Gewinnung von Aluminium belastet die Umwelt. Ein Abfallprodukt ist der zwingend zu deponierende Rotschlamm, der ätzende Natronlauge und giftige Schwermetalle enthält. Beim 100-prozentigen Recycling von Aluminium entsteht nur ein Bruchteil des Energiebedarfs der Primäraluminiumgewinnung. Während sich Aluminium in der Theorie ohne Qualitätsverlust recyceln lässt, wird dies in der Praxis durch die zahlreichen am Markt gebräuchlichen Legierungen verhindert. Da das zur Verfügung stehende Recyclingmaterial eine mangelnde Sortenreinheit aufweist, kann hochwertiges Aluminium aktuell nur hergestellt werden, indem ein hoher Anteil Primäraluminium eingesetzt wird.

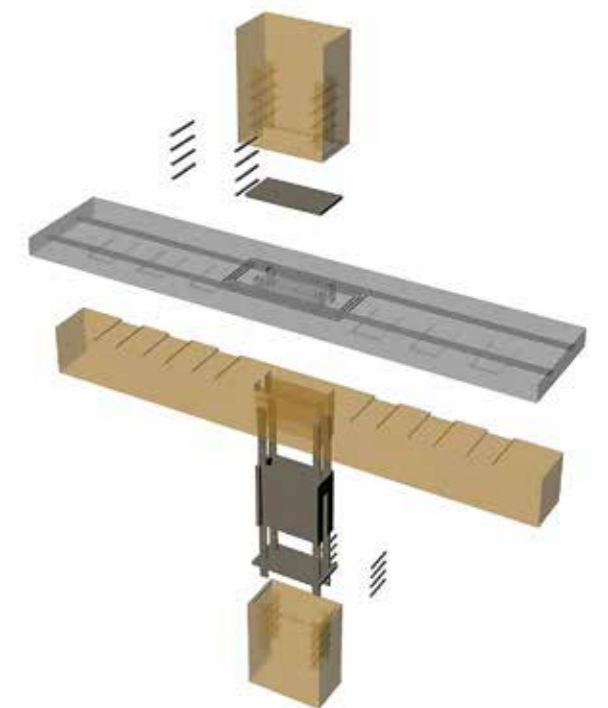
## HYBRIDE TRAGSTRUKTUREN

### Biegetragfähige Holz-Beton-Verbundknoten aus Baubuche zur Aussteifung von Hochbauten

In seiner Forschungsarbeit beschäftigt sich Tim Höltke mit der Untersuchung von biegetragfähigen Holz-Beton-Verbundknoten in Rahmentragwerken zur Aussteifung von Hochbauten. Die Entwicklung der Knoten erfolgte unter Berücksichtigung des konzeptionellen Lastflusses, visualisiert durch Stabwerksmodelle, sowie durch den werkstoffgerechten Einsatz von Holz, Beton und Stahl.

Forschungsergebnisse

Die Verwendung des nachwachsenden Werkstoffes Holz bietet hierbei im Vergleich zu konventionellen Bauweisen eine effektive Möglichkeit zur Minimierung der Treibhausgasemissionen im Bauwesen und hilft bei der Erreichung der ökologischer Nachhaltigkeitsziele. Auch bietet der moderne Holzbau Vorteile in der Prozessqualität, so können durch ein hohes Maß an Vorfertigung und industrieller, robotergestützter Fertigung geringe Bauzeiten realisiert werden und Bauwerke auf der Baustelle lärm- und staubemissionsarm errichtet werden. Nachteile des Holzbaus sind dagegen in der technischen Qualität zu finden. Holz ist brennbar und daher nach aktuellen Bauordnungen nicht für den Hochhausbau zugelassen. Hochhäuser aus Holz sind zumeist Leuchtturmprojekte, die beispielsweise mit experimentellen Untersuchungen oder entsprechender Gebäudetechnik eine Zustimmung im Einzelfall erfordern. Auch bietet Holz infolge seines geringen Eigengewichtes im Vergleich zu mineralischen Werkstoffen einen geringeren Schallschutz. Eine Hybridkonstruktion aus Holz und dem mineralischen Werkstoff Beton als Verbundtragwerk ist optimal für die Erreichung verschiedener Nachhaltigkeitsziele. Weiterhin kann durch die Aussteifung mithilfe von Rahmentragwerken ein hohes Maß an architektonischer Freiheit für die Grundriss- und Fassadengestaltung garantiert werden, was auch Vorteile für die Umnutzung eines Gebäudes mit sich bringt.

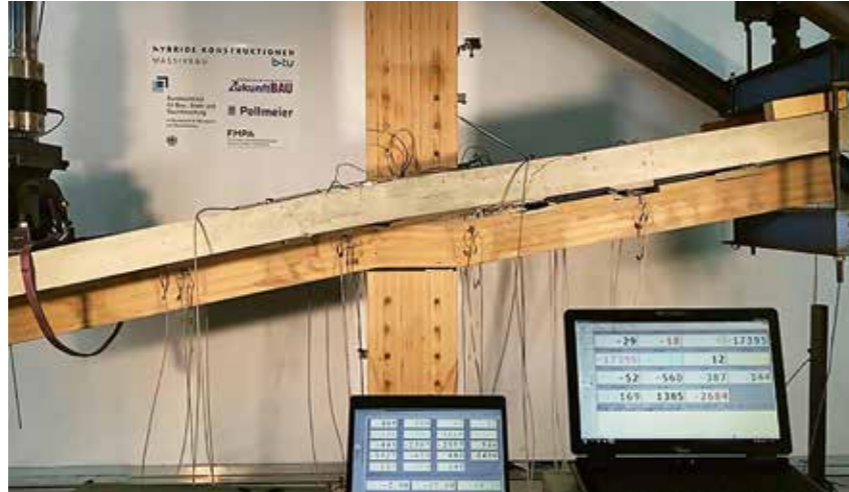


Explosionsdarstellung Knotenkonstruktion

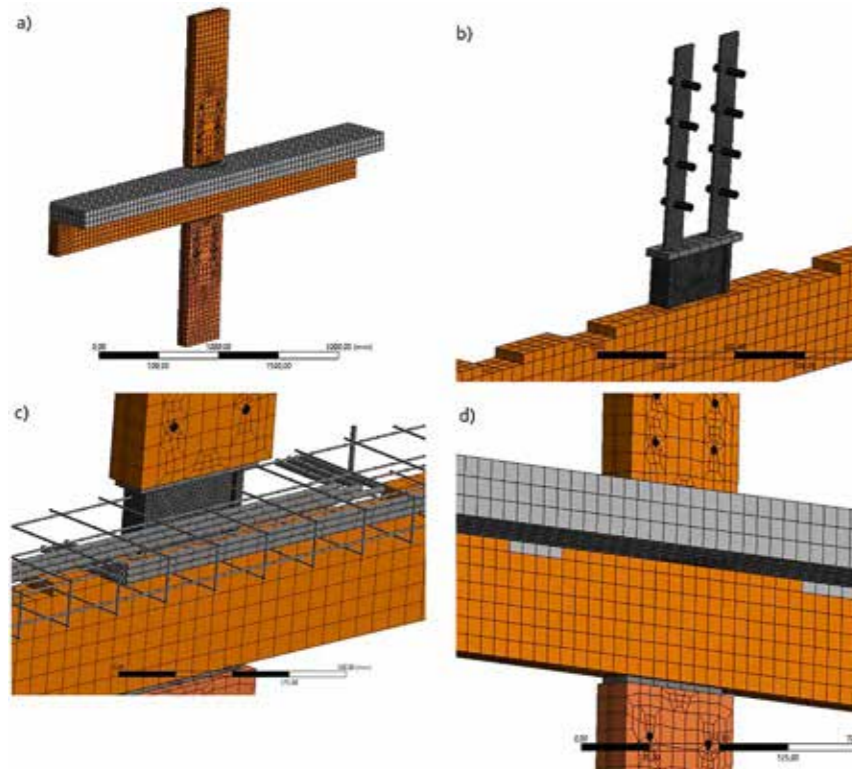
### Aufgabenstellung und Versuchsserien

Rahmentragwerke gelten aufgrund der konzentrierten Lastübertragung in den Knoten als hochbeanspruchte Tragwerke. Zur Kompensation dieser hohen Beanspruchungen wurde das hochfeste Buchenfurnierschichtholz der Firma „Pollmeier Furnierschichtholz GmbH“ verwendet, das eine etwa 3-mal höhere Biegefestigkeit aufweist als konventionelle Nadelhölzer.

Ziel der Untersuchung war die Bestimmung der statischen Eigenschaften wie Lastabtragungsmechanismen, Grenztragfähigkeiten, Rotationssteifigkeiten und Verdrehbarkeiten. Hierzu wurde eine Versuchsserie mit insgesamt 6 Versuchskörpern im realitätsnahen Maßstab erarbeitet. Die einzelnen Versuchskörper unterscheiden sich in den geometrischen Abmessungen der einzelnen Bauteile und der Festigkeit des Verbundpartners Beton. Auch wurde ein alternativer Stützenanschluss untersucht.



Bruchmechanische Untersuchung der Knotenkonstruktion mit realitätsnahem Maßstab



Detaildarstellung numerisches Modell

Zur Identifizierung von Herstellungs- und Montageproblemen wurde weiterhin ein Tastversuch durchgeführt. Die einzelnen Versuchskörper wurden zur Untersuchung der statischen Eigenschaften vorab numerisch mithilfe der FE-Software „Ansys Workbench“ anhand von räumlichen Modellen der einzelnen Versuchskörper und unter Berücksichtigung der materiellen und kontaktbedingten Nichtlinearitäten untersucht. Die numerischen Ergebnisse wurden anschließend anhand der experimentellen Ergebnisse validiert. Die Montage der Versuchskörper und experimentelle Versuchsdurchführung erfolgte in der Forschungs- und Materialprüfanstalt der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg (BTU CS). Auf der Basis der numerischen und experimentellen Ergebnisse wurde anschließend ein ingenieurmäßiges Modell zur Bestimmung der Tragfähigkeit und Rotationssteifigkeit nach dem Vorbild der Komponentenmethode aus dem Stahl- und Stahlbetonverbundbau entwickelt.

## Im Gespräch

Herr Höltke, mit Ihrer Forschungsarbeit untersuchen Sie das Potenzial von Holzbausystemen im Hochbau. Warum haben Sie sich für dieses Thema entschieden?

Zwei Dinge waren dafür entscheidend. Der Vorschlag kam von meinem Professor und der Auslöser war natürlich auch mein Interesse an dem Thema. Ich bin von klein auf eng mit dem Holzbau verbunden. Mein Vater ist Zimmerermeister. Aber erst mit meiner Masterarbeit habe ich mich im Studium auf den Werkstoff Holz spezialisiert. Mich faszinieren die Materialeigenschaften von Holz die auch die Entwicklung anspruchsvoller Tragwerke möglich machen.

Welche Eigenschaften gehören dazu?

Holz gehört zu den ältesten Werkstoffen und ist nachwachsend. Durch die Weiterverarbeitung zu Holzwerkstoffen kann durch eine Homogenisierung des Baustoffes eine höhere Leistungsfähigkeit erreicht werden. Im Rahmen meiner Forschungsarbeit habe ich mit einem neuen Furnierschichtholz aus Buche gearbeitet, das eine 3-mal so hohe Biegefestigkeit wie die konventionellen Nadelhölzer hat. Damit ist es für den Hochhausbau geeignet und für hochbeanspruchte Rahmentragwerke, wo es dann auch seine ökologischen Vorteile einbringen kann.

Ist das Thema Nachhaltigkeit eine Motivation für Ihre Forschungen?

Ja, für mich selbst natürlich, aber auch die Drittmittelgeber der öffentlichen Hand fordern immer öfter einen nachhaltigen Ansatz bei Forschungsthemen. Der Holzbau ist hierfür prädestiniert, da er ökologische Vorteile bietet. Ganzheitlich gesehen kann durch die Kombination von Holz und Beton zu einem Verbundtragwerk neben der technischen Qualität auch der Brandschutz und der Schallschutz verbessert werden.

Finden die Ergebnisse aus Ihrer Forschungsarbeit Anwendung in der Praxis?

Meine Untersuchungen zum Trag- und Verformungsverhalten des entwickelten Rahmenknotens sind ein erster Schritt in Richtung Praxis. Bis mit dem Rahmenknoten aber ein neu entstehendes Gebäude ausgesteift wird, sind weitere Untersuchungen erforderlich. Weiterhin müssen zur Überzeugung der Auftraggeber nicht nur die statischen, sondern auch die positiven nachhaltigen Eigenschaften der Holz-Beton-Verbundbauweise im Vergleich zum Bau mit konventionellen Baustoffen wie Stahl oder Beton anhand von Beispielen belegt werden.

In ihrem Alltag verbinden Sie Theorie und Praxis. Sie arbeiten an der Universität und bei Inros Lackner. Wie wirkt sich diese Doppelbeschäftigung auf Ihre Arbeit aus?

Die Verbindung von Praxis und Wissenschaft war erst eine Notwendigkeit, da ich mit einer halben Stelle an der Universität mein Leben mit Familie nicht hätte finanzieren können. Die Doppelbeschäfti-

**Tim Höltke**  
Projektingenieur,  
INROS LACKNER SE,  
Akademischer Mitarbeiter,  
BTU Cottbus



gung sehe ich heute als großen Vorteil, weil ich mein Wissen wechselseitig in beide Tätigkeiten einfließen lassen kann. Ich gebe Seminare zum Brückenbau an der BTU CS und kann hier als Projektingenieur aus der Praxis berichten.

Wer oder was inspiriert Sie bei dem Thema Nachhaltigkeit?

Mich inspiriert der ganzheitliche Blick über den gesamten Lebenszyklus, über alle Aspekte der Nachhaltigkeit.

„Ganzheitlich gesehen kann durch die Kombination von Holz und Beton zu einem Verbundtragwerk neben der technischen Qualität auch der Brandschutz und der Schallschutz verbessert werden.“