

Den in den 70er Jahren des zurückliegenden Jahrhunderts umfänglich genutzten Möglichkeiten, Holztragwerke - zumeist in Brettschichtholzausführung (BSH) - für weitgespannte Hallen einzusetzen, folgte zehn Jahre später die Wiederentdeckung des Werkstoffes Holz für den Bau von Brücken und Stegen.

Holz - ein verlässlicher Baustoff für Brücken und Stege

Mit über 200 gedeckten Holzbrücken verfügt die Schweiz über eine ähnlich lange Tradition wie im Holzhausbau. Ungeachtet der unbestritten positiven Langzeiterfahrungen hatte der Werkstoff Holz jedoch ab Mitte des 20. Jahrhunderts nur minime Chancen, sich gegenüber den Konkurrenzbaustoffen Beton und Stahl beim Bau von Brücken mit höheren Lastannahmen durchzusetzen. Eine Wende trat anfangs der Achtzigerjahre ein, als der Ingenieurwelt im allgemeinen und den Bauämtern von Bund, Kantonen und Gemeinden im besonderen vermittelt werden konnte, dass sich Haupttragsysteme in Holz - speziell BSH-Bogentragwerke mit aufgeständerter bzw. abgehängter Fahrbahn oder Fachwerke in Kombination von Stahl und Holz – als leistungsfähige Bauwerke erweisen, die den Vergleich mit Massivbrücken nicht zu scheuen brauchen. Auch bezüglich ihrer Lebensdauer ist auf sie Verlass, sofern ein holzbaugerechter Entwurf vorliegt sowie ein konsequenter konstruktiver Holzschutz und Korrosionsschutz der einzubauenden Stahlteile ausgeführt werden. Beim Sekundärtragsystem ist vor allem auf ein geeignetes Fahrbahnkonzept zu achten. Die als Platte oder Scheibe wirksamen und lastabtragenden Elemente wie QS-Platte oder Brettsperrholzplatte ersetzen oftmals den Aufbau mit Längsträgern und Bohlen.

Aufschwung für den Holzbrückenbau

Die "Ruchmühle-Brücke" über die Sense bei Albligen (Karl Gärtl, 1977) und die "Hengsten-Brücke" über die Glatt (Sigrist Rafz Holzbau AG, Rafz, 1980) machten in neuzeitlicher Holzbauweise die Anfänge einer nachfolgenden Aera im Holzbrückenbau. Nach der "Dörfli"-Brücke" über den Rötenbach bei Eggiwil (1985) ist 1988 - als weiteres in Holz ausgeführtes Brückenbauwerk - die "Bubenei-Brücke" (Projekt: Kant. Baudirektion, Burgdorf) für das öffentliche Strassennetz über die Emme bei Signau realisiert worden. Bei dieser überdachten Holzbrücke mit zwei voll belastbaren Fahrspuren stützen sich zwei BSH-Zwillingsbögen mit 43,40 m Spannweite gegen die Betonwiderlager ab (Tragwerk-Ingenieur: H. Vogel, Bern)



Die Altermer Thurbrücke bei Andelfingen ist mit 108 m das längste Holzbauwerk (P. Grunder, 1992), das ins Schweizer Strassennetz eingebunden ist.



Eine Reihe innovativer Details beim BSH-Bogentragwerk wie auch bei der Fahrbahnplatte zeichnet die offene Strassenbrücke über den Inn bei San Nicl  aus.

Die Fahrbahn ist alle 5 m über Zugstangen aus Rundstahl und BSH-Querträgern abgehängt. Die Fahrbahnplatte besteht aus 220 mm hohen, stehend verleimten und quervorgespannten Holzlamellen; über die Randträger aus Brett-schichtverleimtem Buchenholz erfolgt die Einleitung der Vorspannkkräfte. Die Portalrahmen aus Brett-schichtholz, die mit eingeleimten Ecken aus Furniersperrholz hergestellt wurden, leiten die Kräfte aus dem oberen Verband in die Auflager ab.

In den nachfolgenden Jahren entstanden weitere Strassenbrücken in Holzbauweise, die sowohl dank technischen Entwicklungen wie auch auf Grund ihrer Ästhetik weit über die Schweiz hinaus grosse Beachtung fanden. Hierzu gehören u.a die Sagastäg-Brücke bei Schiers (W. Bieler, Chur, 1991) und die Laaderbrücke bei Nesslau (W. Bieler, Chur, 1998) sowie die Bogenbrücke von San Nicola (A. Meyer, Sent, 1997), die zur Kategorie der offenen Holzbrücken gehören.



Die Strassenbrücke (90 t) über die Thur bei Nesslau besteht einzig aus gesägtem Massivholz (160 m³), das kompakt verbaut wurde.

Innovationen als Ergebnis anwendungsorientierter Forschung

Jüngste von vier Brückenbauwerken in neuzeitlicher Holzbauweise, die im Unterengadin den Inn überqueren, ist , die offene Bogenbrücke von San Nicola. Sie ist ein Referenzobjekt für den damaligen, leistungsstarken und von neuesten Forschungsergebnissen untermauerten Holzingenieurbau schweizerischer Prägung. Projektiert und ausgeführt wurde eine offene Zweigelenk-Bogenbrücke (Spannweite: 39 m) in Brett-schichtholzausführung, deren seitliche Stabilität durch die Scheibenwirkung der Fahrbahnplatte gewährleistet wird. Die Normallast der 47,8 m langen Brücke ist - gemäss SIA 160 - für eine einspurige Fahrzeugbenutzung ohne Lastbeschränkung ausgelegt. Die rechnerischen Grundlagen für den Brückenoberbau lieferte die Professur für Holztechnologie an der ETH Zürich.

Mit Blick auf die Dauerhaftigkeit und den Unterhalt des Brückenbauwerks wurde bei der Projektierung einer Reihe von Konstruktionsdetails grösste Beachtung geschenkt, und zwar unter Berücksichtigung folgender Gesichtspunkte:

- Konstruktive Vorkehren zur Minderung von klimatischen Einwirkungen auf das Holztragwerk (Massnahme: Verschalung der Bogenbinder, der Randträger und der Stirnseiten der Querträger);
- Einfache Zugänglichkeit für die periodischen Kontrollen (Massnahme: Die Bogenlager sowie die Lager zwischen Fahrbahnplatte und Widerlager können bei einem allfälligen Schadensfall problemlos ausgewechselt werden, da die entsprechenden Aussparungen für das Anbringen von hydraulischen Pressen vorhanden sind);
- In Ergänzung zu den baulich-konstruktiven Vorkehren wurden chemische Schutzbehandlungen vorgenommen (Massnahme: Imprägnierung der Brüstungsträger und der Querträger mit einem öligen Schutzmittel).



Für die tragenden Elemente (BSH) wie auch für die gestalterischen Teile (Geländerverkleidung) der Sihlwaldbrücke (für Wanderer und Biker) gelangte Lärchenholz zur Verwendung.

Zur Anwendung gelangten ferner die aus diversen Forschungsvorhaben (ETH Zürich) gewonnenen, praxisorientierten Erkenntnisse auf dem Gebiet der Lamellen-Sortierung (Ultraschall-Anwendung), der Verbindungstechnik (GSA-Ankersystem) sowie des Querschnitt- aufbaues von Brettschichtholz (stehende Lamellen ohne Keilzinkung).

Obschon ausschliesslich für Fussgänger und Velofahrer gebaut (1989), ist das mit einem Dach versehene Bauwerk über die Simme bei Reutigen/Wimmis (Tragwerkplaner: Karl Gärtl, Uetendorf, und Julius Natterer, Etoy) nicht als Steg, sondern als Brücke zu definieren. Das Haupttragssystem des viel beachteten Bauwerkes besteht aus zwei parallelgurtigen und über drei Felder von 27 m, 54 m und 27 m durchlaufenden Fachwerkträgern. Der zur Stabilisierung der Brücke gebildete, liegende Verband besteht aus den Untergurten des Hauptträgers, den Querträgern und sich kreuzenden Rundstahldiagonalen. Die Obergurte und das Dach werden mit biegesteifen Rahmen im Abstand von 6,75 m ausgesteift.



Über zwei 20 m hohen Betonjochen verläuft das 108 m lange Holztragwerk der Fussgänger- und Velobrücke zwischen Reutigen und Wimmis im Berner Oberland.

Um einen Holzsteg der besonderen Art handelt es sich beim 841 m langen Fussgängersteg (W. Bieler, 2001), der an der engsten Stelle des Zürichsees die beiden Ufer zwischen Rapperswil und Hurden verbindet. Die Konstruktion, die 1,50 m über dem Normalwasserstand liegt und zwei Erhebungen für die Schifffahrt aufweist, besteht im wesentlichen aus drei Tragkomponenten:

- Zur Reihe und im Abstand von ca. 7;50 m angeordnet, bilden 233 *Eichenpfähle* die Abstützung des 841 m langen Steges; sie sind, um der Belastung durch seitliche Windlasten entgegenzuwirken, eingespannt. Die zwischen 7 und 16 Meter langen Pfähle weisen Durchmesser von 360 bis 700 mm auf.

- Aus feuerverzinkten Walzprofilen hergestellte Stahljoche bilden die über zwei Pfählen angeordneten *Querträger*. Diese sind einseitig über ein Stahlschwert mit dem dickeren Stamm des jeweiligen Pfahlpaares verbunden und somit eingespannt.

- Die Balken sind als Durchlaufträger ausgebildet und durch die Joche abgestützt. Die auf Lücke (12 mm) montierten Holzbohlen (QS: 58 x 190 mm) bilden die Balkenlage, die zugleich als *Gehbelag* dient. Die im Abstand von 2,0 m angeordneten Stahlbügel sind mit der Balkenlage verbunden und dienen der Formstabilität. Sie bilden zugleich die Geländerpfosten für das Seilgeländer bzw. für die ähnlich der Balkenlage konstruierte Brüstung.



Der am oberen Zürichsee zwischen Rapperswil und Hurden angelegte Holzsteg ist mit seinen 841 Metern das längste Bauwerk dieser Art in der Schweiz.

Brücken und Stege werden gebaut, damit Distanzen überwunden werden können und sich so die Menschen näher kommen. Das kann mit dem Auto oder dem Töff, dem Velo oder per Pedes sein, und als Brückenbaustoff bietet sich Holz als Alternative zu Stahl oder Stahlbeton an. Aber bitte nicht auf dem Weg über die Gerichte (aktueller Fall: neue Aarebrücke bei Lauffohr), sondern aus Überzeugung.

© Text und Fotos: Dr. Walter Bogusch

Der Brückenbaustoff Holz

Konstruktive und technische Verbesserungen bei der Herstellung brett-schichtverleimter Tragelemente sowie die Entwicklung von wetterbeständigen Kunstharzleimen haben wesentlich dazu beigetragen, dem Bauen mit Holz in diesem Anwendungsbereich neue Impulse zu geben. Tragwerkplaner mit besonderer Präferenz für den Brückenbau schätzen folgende charakteristischen Vorteile:

- Stabilität und Formbeständigkeit der homogenisierten BSH-Bauteile;
- grosse Spannweiten der freitragenden Binder bei geringer Konstruktionshöhe;
- hohe Tragfähigkeit der BSH-Binder mit relativ niedrigem Gewicht, was eine Redimensionierung der Fundationen erlaubt und somit Kosteneinsparungen bei deren Ausführung ergibt;
- Vorfabrikation der Holzleimbauteile gewährleistet eine rasche Montage und termingerechte Fertigstellung (auch in der kalten Jahreszeit!);
- hohe Resistenz von Holz gegenüber Streusalz und anderen aggressiven Stoffen.