Dipl. Ing. (FH) Frank Miebach
Projektleitung Brückenbau
Schaffitzel Holzindustrie
Deutschland, Schwäbisch Hall

Moderne Holzbrücken - Gestaltungsvielfalt durch Blockverleimung

Moderne Holzbrücken - Gestaltungsvielfalt durch Blockverleimung

Einleitung

Dieser Vortrag über Holzbrücken -speziell über moderne Konstruktionen - soll nicht bloß eine Bestandsaufnahme der jetzigen Situation sein, sondern auch einen Blick auf zukünftige und mögliche Entwicklungen wagen. Dabei geht es mir nicht so sehr um technische Neuerungen und Leistungssteigerungen des Werkstoffes Holz - hier würde ich mich zu sehr auf dem Terrain der Forschungsanstalten und Universitätsfachbereiche bewegen, sondern mehr um praxisorientierte und wirtschaftliche Aspekte.
Dass ich bei dieser Thematik auch kritische Maßstäbe anlegen werde, soll nicht als Angriff, sondern vielmehr als Motivation und Impuls für den sinnvollen Einsatz von Holzbrücken verstanden werden.
Beginnend mit einer kritischen Ist-Zustand-Beschreibung möchte ich die praxisrelevanten Bauformen im Holzbrückenbau aufskizzieren und - als bisherigen Höhepunkt - die Blockverleimung im Holzbrückenbau vorstellen. Dies soll mit einem gebauten Beispiel abgerundet werden.

Einer Statistik über die Verwendung von Werkstoffen im allgemeinen Brückenbau zufolge gibt es folgende Verteilung: 88 Prozent aller Brücken sind aus Stahlbeton, 10 Prozent aus Stahl und nur circa 2 Prozent aus Holz.
Wie kommt es dazu?

Schwerer Stand für Holzbrücken

Holzbrücken sind mit der Zeit stehen geblieben

Dieser Satz beinhaltet das Dilemma im Holzbrückenbau: Es gibt Sie zwar, die malerischen hölzernen Zeitzeugen aus vergangenen Jahrhunderten, die für uns der beste Beleg für die enorme Dauerhaftigkeit von Holzbrücken sind.
Nur allzu gerne verweisen wir auf diese erhabenen, der Zeit trotzenden Bauwerke, die uns vorbildlich den Stellenwert des konstruktiven Holzschutzes bei den früheren Generationen vor Augen führt.
Doch gerade dieser Anblick der überdachten, traditionellen Fachwerkbrücken, die vor der Kulisse Schnee bekränzter Berge oder mittelalterlicher Städte stehen, prägt das Bild der Holzbrücken bis in die heutige Zeit.

Abbildung 1: SULFERSTEG IN SCHWÄBISCH HALL

Architektur scheint begrenzt...

Hat man sich nun doch freigemacht von dem traditionellen Holzbrückenverständnis, so scheint eine gute Brücke bisher aber nur dem Aspekt des Filigranen und Schlanken gehorchen zu müssen. Dies führt häufig zu einem erhöhtem Aufwand jenseits des Wirtschaftlichen und Sinnvollen. Anderen wesentlich teureren Werkstoffen wird gerne der Vorzug eingeräumt, wenn eine zehnprozentige Bauhöhenreduzierung die Folge ist.
Der Stellenwert der - teilweise persönlich gebundenen - Architektur ist sehr hoch, und setzt beizeiten die Gesetze der wirtschaftlichen Vernunft außer Kraft.

Abbildung 2: Fotomontage des abgelehnten Vorschlags einer Holz-Stahlpylonbrücke

...oder Gestaltungsfreiheit um jeden Preis

Konstruktiver Holzschutz in Form von Abdeckungen oder Verkleidungen wird als lästig empfunden und als Eingriff in die Gestaltung gewertet.

Abbildung 3: und 4: Beispiele von beabsichtigt fehlenden Abdeckungen und Verkleidungen

Die Furcht vor hohem Wartungsaufwand ist allgegenwärtig

Viele Holzbrückenprojekte der jüngeren Vergangenheit sind bei der Ausführung nur rein chemisch geschützt worden, in der Regel durch Anstrich mit Holzschutzmitteln. Da dies scheinbar einmal dem Stand der Technik entsprach, ist es schwierig, diese Verfehlungen zu ahnden.
Eine sicherlich segensreiche DIN 68 800 Teil 3 für Holzschutz gibt nun Anstreichintervalle von 2 Jahren vor - bei frei bewitterten Holzflächen. Der fehlende konstruktive Holzschutz erzeugt in der Tat einen hohen Aufwand. Und bestätigt leider die Furcht.

Die Leistungsmöglichkeit wird unterschätzt

Bei befahrbaren Schwerlastbrücken mit höherer Tragfähigkeit (30-60 to), wie Sie zunehmend gefordert werden, berücksichtigen Planer den Werkstoff Holz kaum - trotz vorhandener Referenzobjekte bzw. der technischen Machbarkeit. Oftmals ist dies schlichtweg nicht bekannt.

Abbildung 5: Parkbrückchen als dekoratives Beiwerk

Abbildung 6: Schwerlastbrücke in Aktion

Zusammenfassend möchte ich diese ständig und hartnäckig auftauchenden Vorurteile in zwei Bereiche einteilen:

1. angenommene Gestaltungseinschränkung (betrifft Planer)
2. bisherige Unkenntnisse in der Ausführung (betrifft Ausführende)

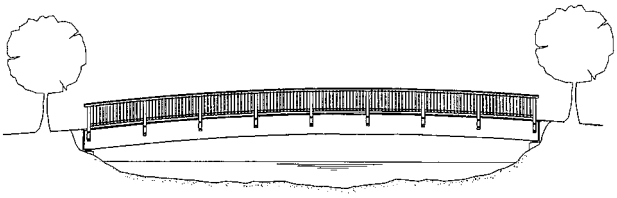
Man stellt sich also die Frage:

Sind Holzbrücken noch zeitgemäß?

Der unter Punkt 2 genannte Bereich stellt eine klare Forderung an die Ausführenden dar. Diese dürfte jedoch mit den heutzutage geltenden Regeln der Technik und den Empfehlungen (z.B. Informationsdienst Holz) erfüllbar sein. Die Haupterkenntnis aus Fehlern in der Vergangenheit liegt in der Notwendigkeit des konstruktiven Schützens! Damit sind beispielsweise Abdeckungen, aber auch einfach Maßnahmen zur Wasserableitung und Abtrocknung gemeint.

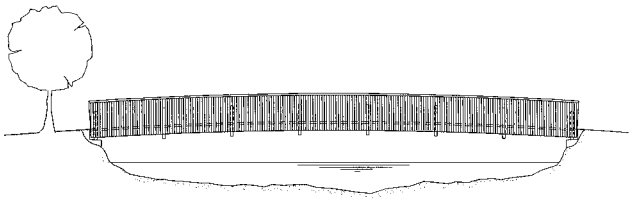
Bevor ich jedoch diese in die Tat umgesetzte Forderung an Beispielen aufzeige, möchte ich vorab einen kleinen Überblick über die gängigen Bauformen der Praxis geben:

Praxisrelevante Brückentragsysteme

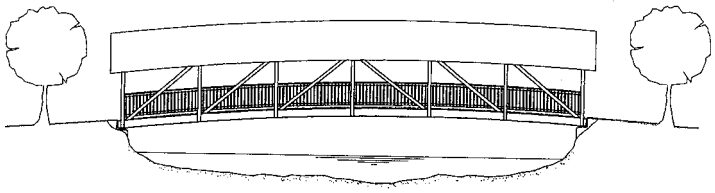


1. Deckbrücke

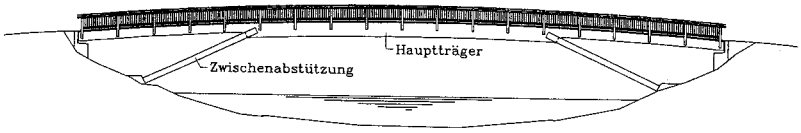
2. Trogbrücke



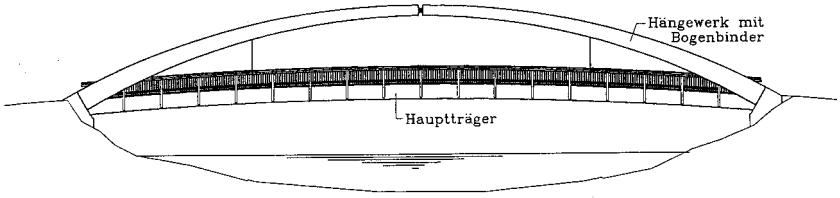
3. Fachwerkbrücke



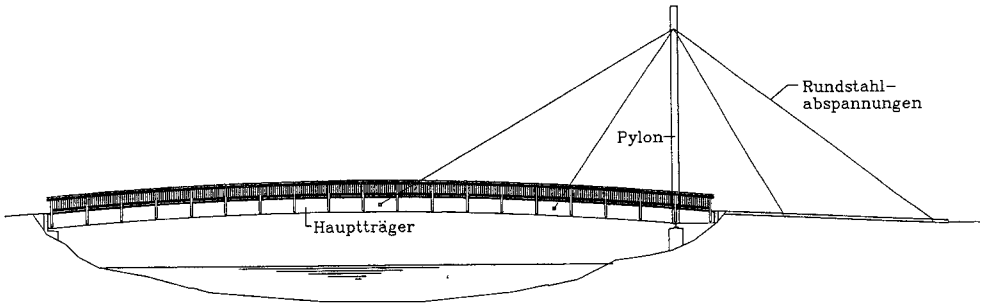
4. Sprengwerksbrücke



5. Bogenbrücke

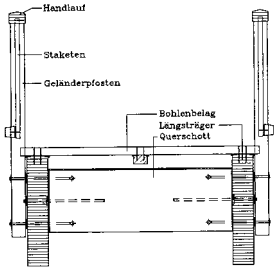


6. Pylonbrücke

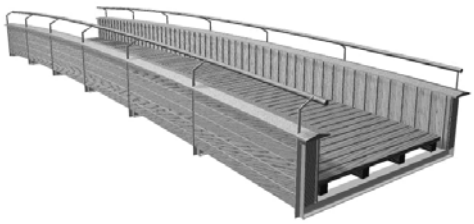


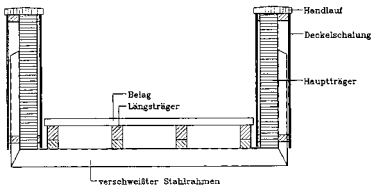
Konventionelle Querschnitte

Aufgesattelt

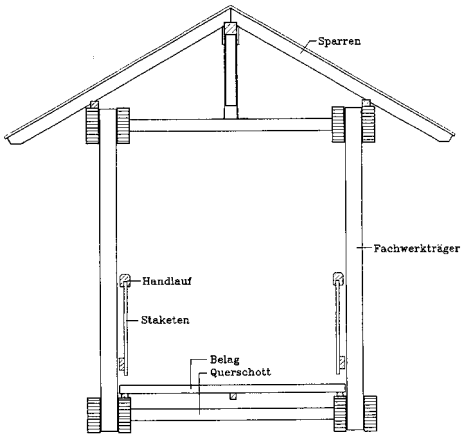


Trog





Überdacht



Doch es gilt vielmehr, neue Möglichkeiten der Gestaltung aufzuzeigen!

Potenzial für zeitgemäßen Holzbrückenbau

Eine zeitgemäße Holzbrücke zeichnet sich zum einen durch viele Freiheitsgrade bei der Formgebung und zum anderen durch einen kombinierten Materialeinsatz aus. Das bedeutet eine Abkehr von einer Ganz-in-Holz-Bauweise hin zu einer Mischbauweise.

Abbildung 7 und 8 Kombination mit Stahlträgern, Kupferblech und Beton

Die gängige Forderung nach der Werkstoffanpassung an die jeweilige Bauteilfunktion kommt auch hier zum Tragen.

Holz muss mit Metall, Beton und Asphalt kooperieren - durchaus mit Dominanz

Die Abhängigkeit des Holzes von anderen Werkstoffen ist im Ingenieurholzbau allein nur durch die ganzen Verbindungsmittel offensichtlich. Eine dominante Rolle ist da nur durch Anpassungsfähigkeit möglich.

Einsatz moderner Technologie nur bei Reduzierung der Komplexität

Eine wesentliche Grundvoraussetzung für die Einführung neuer Technologien ist - ob gut oder schlecht - das Vorhandensein eines Marktvolumens. Es werden viele Bereiche erforscht und optimiert, doch oft bringt das so genannte High-tech einen Zuwachs an komplexen Arbeitsgängen und der Fertigung mit sich. Heutzutage ist meist die Arbeitszeit an einem (Brücken-) Bauprojekt der preis gestaltende Faktor.
Eine neue Technologie muss daher vereinfachen.

Das Low-tech Produkt Brettschichtholz

Im Bereich des Ingenieurholzbaus hat sich ein Produkt bei nahezu allen größeren Konstruktionen durchgesetzt und bewährt: Das Brettschichtholz.
Hier werden Bretter schichtweise übereinander verleimt. Dabei ist eine Bauteilhöhe von 2,5 - 3,0 Metern realisierbar. Die maximale Länge der Brettschichtträger ist mittels der Keilzinkung der Bretter nahezu unendlich möglich, würden nicht Transport- und demnach Pressbettlängen eine Begrenzung zwischen 30 bis 45 Metern fordern. High-tech ist lediglich der hochwertige Leim.
Aus fertigungstechnischen Gründen und Querzugfestigkeitsgrenzen in den Einzelbrettern ist die Breite der BSH-Träger jedoch auf 22 bis 26 Zentimeter begrenzt.
Dies bedeutet oft eine planerische Einengung.

Weiterentwicklung "Blockverleimung"

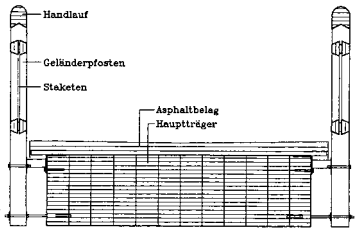
Eine logische Weiterführung der Verleimungstechnologie besteht nun darin, mehrere fertig verleimte Brettschichtholzträger in Ihrer Breite bzw. Höhe nebeneinander zu verleimen und somit einen Block zu erhalten. Ein so genannter blockverleimter Träger kann transportbedingt eine max. Breite von 4,5 Meter haben.

Abbildung 9 und 10 „liegende“ Verleimung der BSH-Träger

Das großformatige Holzbauteil hat aufgrund seiner Plattengeometrie für den Brückenbau eine hervorragende Einsatzmöglichkeit.

Vorteile:

- geringe Konstruktionshöhe möglich (filigrane Ansicht)
- freie Formgebung (zweiachsig gebogen möglich)
- Bauteilreduzierung (kein horizontaler Verband nötig)
- einfache Wartung (kompakte Geometrie)
- hohe Belastbarkeit durch Flächentragwirkung



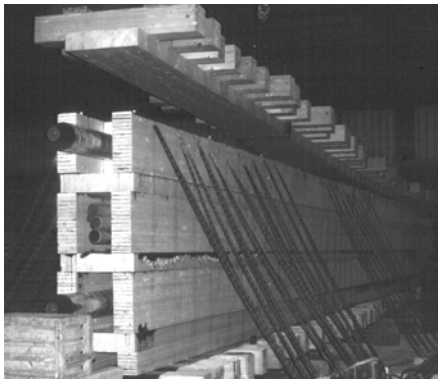
doch es ergeben sich auch

Nachteile:

- großer Massenanteil
- Querzug als Schwachstelle bei hoher Belastung (Schwerlastbrücken)
- oberseitige Abdeckung zwingend erforderlich

Diese Nachteile sind jedoch durch geeignete Maßnahmen problemlos in den Griff zu bekommen.

➔Eine Massenreduzierung - die im Übrigen aus Sicht der Gebrauchstauglichkeit (Schwingungen) eher unvorteilhaft ist - erreicht man durch Verwendung von Hohlkastenkonstruktionen.



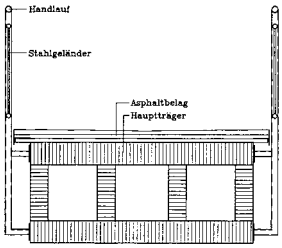


Abbildung 11 und 12 Hohlkastenbrücke Weikersheim / Herstellung im Werk

Hierbei hat man sich die Erkenntnisse aus dem Stahlbetonbau zunutze gemacht.

➔Die Problematik der Querzugfestigkeit bei Schwerlastbrücken ist durch zusätzliches Aufleimen von Baufuniersperrholzplatten an der Ober- und Unterseite des Plattenträgers lösbar.

➔Der notwendige Einsatz einer Abdeckung legt die Überlegung nahe, eine direkt begehbare Abdichtung auszuwählen. Bei der Suche nach geeigneten Materialien sind wir fündig geworden: Gussasphalt und Stahlbeton.

Allgemeine Einsatzmöglichkeiten der Blockverleimung:

als großformatige Stabquerschnitte

in Bogenbrücken

Abbildung 13 und 14 Bogenbrücke Markkleeberg bei Leipzig

in weit gespannten Fachwerkbrücken

Abbildung 15, 16 Fachwerkbrücke Ainring Ansicht, Fertigung

Abbildung 17, 18 Fachwerkbrücke Ainring Montage, Innenansicht

als Plattenquerschnitt bei Schwerlastbrücken

Beispiel SLW 30 Brücke „Sausender Graben“ bei Wallgau

Abbildung 19 und 20 Sprengwerksansicht / Montage der vorgefertigten Fertigelemente

Abbildung 21 Untenansicht des zweiteiligen Blockträgers

Beispiel SLW30 Brücke „Westrandgraben“ bei Hoyerswerda

Abbildung 22 und 23 Gesamtansicht / Fahrbahn mit seitlichen Schrammborden

Abbildung 24 Anschlussdetail Stützen

und für Geh- und Radwegbrücken:

Lösungsansätze beim Projekt Pylonbrücke Hochstetten bei Breisach

Der Wunsch nach einer außergewöhnlichen Grundrissgeometrie (Viertelkreis) und einer dezenten Ansicht ließen schnell erkennen: Ein Fall für eine blockverleimte Holzbrücke.
Wegen der großen Stützweite von 48 Metern und des gewollten Akzentes wurde ein Stahlpylon mit Zwischenabspannung eingeplant.

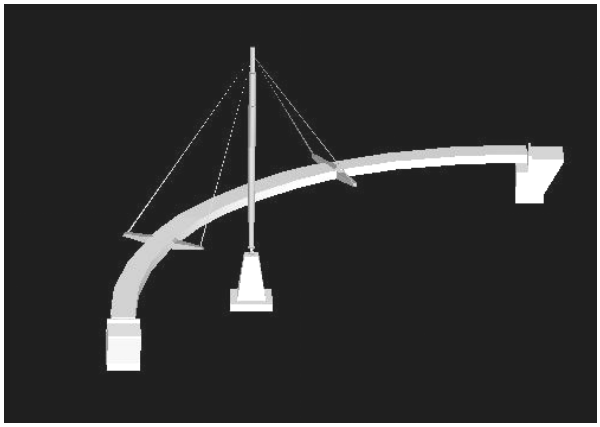


Abbildung 25 und 26 Blockbalkenbrücke als CAD-Modell und nach Fertigstellung

Der Gehbelag, der gleichzeitig die Abdichtungsfunktion übernimmt, besteht aus Stahlbetonplatten von 4 Metern Länge. Im Stoßbereich sind diese mit einer Dichtungsfuge versehen. Zusätzlich befindet sich zwischen Stahlbetonplatte und Blockträger im Bereich der Dichtungsfuge eine Blechrinne, die im Falle von Undichtigkeit die Feuchtigkeit abführt.
Die Geländerkonstruktion, die in der Regel einer hohen Belastung durch Abnutzung ausgesetzt ist, wurde komplett in Stahl ausgeführt.

Abbildung 27 und 28 Ansicht Pylonbrücke

Bei diesem Projekt wurde ein beherzter Materialmix vorgenommen.
Stahl für große Stabkräfte (Zug und Druck) sowie im Bereich hoher Verschleißbeanspruchung des Geländers.
Stahlbeton als dünne gewichtsreduzierte Platte, um einen soliden Belag mit Abdichtfunktion zu erhalten.
Blech als zusätzliche Abdichtung.
Und schließlich Holz, dass durch die Blockträgergeometrie die Biege-, Schub- und Torsionskräfte sehr wirtschaftlich und kompakt abträgt.

Einfache und wirtschaftliche Details ergeben Wettbewerbsvorteil.

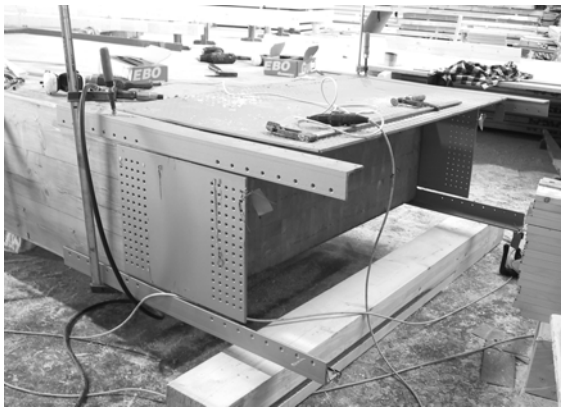


Abbildung 29 und 30 Trägerstoß mit aufgenagelten Stahlplatten ermöglicht leichte Montage

Abbildung 31 Untenansicht Trägerstoß

Abbildung 32 Auflageklötze für Betonplatten

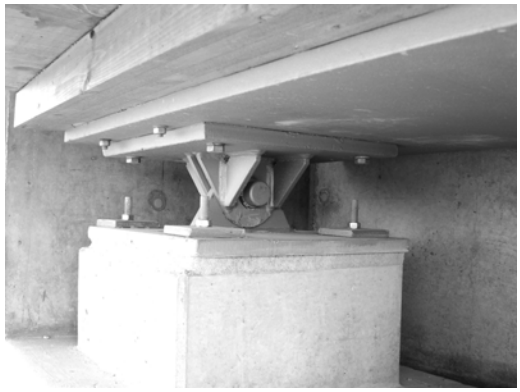


Abbildung 33 Lagerdetail

Diese Brücke wurde mit Betonplatten kombiniert – ohne tragenden Verbund. Eine aussichtsreiche zukünftige Entwicklung ist sicherlich im Holz-Beton Verbundbau zu sehen. Denn die Plattenförmige Holzgeometrie eignet sich gut für einen flächigen Verbund. Derzeit sind jedoch die Verbindungsmethoden noch zu arbeits- und kostenintensiv, doch die Forschung läuft auf Hochtouren.

Fazit: Blockverleimte Bauart gewinnt an Bedeutung

Sie eröffnet dem Planer viele neue Möglichkeiten und wird auch in der neuen DIN 1052 (Frühjahr 2004) verankert sein.