

# Holzbrücken – zeitgemäße Betonalternativen

Von der Stahlbeton-Massivbrücke zur Lösung in Holz – zwei Projekte aus den Jahren 1996 und 2005 im Vergleich

le. Bei Überführungen von land- und forstwirtschaftlichen Wegen sind Holzbrücken eine ansprechende Alternative zu Betonbrücken. Zu diesem Schluss kam Karl-Heinz Sperlein vom Staatlichen Bauamt Passau bei seinem Vortrag: „Von der Stahlbeton-Massivbrücke zur Holzbrücke“. Dieser wurde auf dem 12. Internationalen Holzbau-Forum in Garmisch-Partenkirchen (6. bis 8. Dezember 2006) gehalten. Der folgende Beitrag gibt wesentliche Inhalte dieses Vortrages wieder.

Im Frühjahr 1996 richtete das Bayerische Ministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten über die Oberste Baubehörde in München eine Anfrage an alle damaligen Straßenbauämter und Autobahndirektionen, bei der der Einsatz des nachwachsenden Rohstoffes Holz zur Diskussion gestellt wurde. Gedacht wurde dabei an die Planung von Straßenbrücken. Daraufhin hat das damalige Straßenbauamt Passau, jetzt Staatliches Bauamt Passau, bei einer anstehenden Ortsumgehung im Zuge einer Bundesstraße eine bereits fertig geplante Stahlbetonmassivbrücke in eine Holzbrücke umgeplant. Gemeinsam mit dem Fachgebiet Holzbau der TU München wurde unter fachlicher Beratung von Prof. Dr. Heinrich Kreuzinger der erste Entwurf der Obersten Baubehörde vorgestellt.

Anregungen holte man sich von bereits bestehenden Holzbrücken in Deutschland, aber auch über die Grenzen hinweg aus der Schweiz und Österreich. Oberster Planungsgrundsatz war, so die Vorgabe der Brückenbauabteilung der OBB, die Holzbrücke möglichst nah an der Stahlbeton-Massivbrücke zu entwickeln, um bereits vorhandene Richtzeichnungen des Bundesverkehrsministeriums zu verwenden und um die Prüfbarkeit nach den Vorgaben der DIN 1076 zu erreichen.

Zur Wahl standen drei Bauwerkskategorien mit Längsträgern aus Brett-schichtholz und unterschiedlichem Überbau:

- ◆ Überbauplatte in Stahlbeton, Verbindung mit Stabdübeln und Gewindestangen.

- ◆ Überbauplatte mit Filigranplatten und Aufbeton, Verbindungsmittel ebenfalls Stabdübel.

- ◆ Überbauplatte aus kreuzweise verleimtem Brett-schichtholz (Brettsperrholz), Verbindungsmittel: Stabdübel und Gewindestangen.

Ausgewählt wurde der letzte Vorschlag.

Das Planungskonzept der 30-t-Brücke Ruderting sah 1998 mehrstellige Plattenbalken vor, bestehend aus vier Brett-schichtträgern und einer Brückentafel aus orthogonal verleimten Brettern mit unten liegender Kerto-Holzplatte. Als Verbindungsmittel wurden Stabdübel bzw. Gewindestangen gewählt, die abschnittsweise verleimt bzw. gepresst eingebaut wurden. Als statisches Tragwerk wählte man ein Sprengwerk bestehend aus Brett-schichtstützen (Holzart Lärche), die paarweise um 30° nach innen geneigt angeordnet wurden. Der Stützenanschluss nach oben und unten wurde über „Stahlschuhe“ gelöst.

Größere Diskussionen ergaben sich bei der Ausführung der Gehwegkappe. Hier einigte man sich auf Stahlbetonfertigteile mit unten liegenden Öffnungen für das Durchlüften der Belagskon-

struktion und die Abführung von eindringendem Wasser. An der Vorderseite der Fertigteile wurde eine Längsnut angebracht, damit auch in Längsrichtung Feuchtigkeit abgeleitet werden kann.

## Asphaltbetonbelag auf den Holzbau abgestimmt

Der Belagsaufbau über der Brückentafel beginnt mit einer Bitumenpappe, darauf wurde eine Lattung 3/5 cm im Abstand von 5 cm genagelt. Darüber ist als Last verteilende Platte eine 4 cm starke Baufurnierplatte eingebaut. Der Brückenbelag besteht ähnlich der Abdichtung nach ZTV-BEL 2. Die erste Lage der Bitumen-Schweißbahn ist im Gieß-Einwalzverfahren geklebt und zusätzlich genagelt. Die zweite Lage ist versetzt verklebt eingebaut.

Als Belag wurde – entgegen der bestehenden Meinungen – anstatt Gussasphalt ein Walzasphalt gewählt. Gründe für diese Ausführung waren:

- ◆ der Pilotcharakter der Brücke insgesamt,

- ◆ die niedrigere Einbautemperatur (160°C) gegenüber Gussasphalt (230°C),

- ◆ damit Vermeidung einer Belastung des Holzes durch große Hitzeeinwirkung,

- ◆ die Wirtschaftlichkeit des Asphaltbetons, der preislich um rund 35 % günstiger ist als Gussasphalt.

Neuere Forschungsergebnisse (Bericht E 96/7, Prof. Milbrandt/Schellenberg) wurden zum Anlass genommen, sowohl den Hohlraumgehalt als auch die Verdichtbarkeit des Asphaltbetons entsprechend auf den Holzbau abzustimmen. Auch auf die ausreichende und angepasste Verdichtung zum Erreichen der geforderten Werte wurde Rücksicht genommen.

Der Hohlraumgehalt des Asphaltbetons wurde auf 4 Vol. % festgelegt. Als Binder wurde ein polymermodifiziertes Bindemittel gewählt.

Beim Fertigeinbau wurde auf den Einsatz der Rüttelbohle verzichtet, sodass nur mit dem Stampfmesser gearbeitet wurde. Die Verdichtungsarbeit wurde mit einer Gummirad-Glattmantelwalze und einer nachlaufenden Glattmantelwalze durchgeführt.

Die Anschlüsse an die Gehwegkappe und an die Übergangskonstruktion stellte man mit bituminösem TOK-Band her; besser wäre eine Fuge mit Bitumenverguss gewesen.

Bei der Montage der Brücke, die in zwei Teilen angeliefert wurde, gab es einen weiteren Montageaufwand beim Zusammenfügen im Bereich des Mittellängsstoßes. Hier war eine zusätzliche Unterstützung notwendig, um die gleiche Höhenlage der beiden Brückenteile zu gewährleisten. Der Mittellängs-



Brückenprojekt in Ruderting nördlich von Passau: Das Tragwerk der 30-t-Brücke besteht aus einem Sprengwerk aus BSH-Stützen, die hier BSH-Balken tragen.

stoß wurde mit Ringdübel (d = 120 mm, a = 190 mm) hergestellt.

Die Lagerung der Brücke wurde im Bereich des festen Lagers mit Stahllaschen und Bolzen und auf der beweglichen Seite mit Elastomerlagern ausgeführt.

## Wichtige Erkenntnisse für neue 60-t-Holzbrücke

Eine genaue Prüfung der Brücke Ruderting geschah im August 2006: Durch Öffnen von Prüfenstern konnte festgestellt werden, dass die Abdichtung auf beiden Ebenen funktioniert. Trotz Einhaltung der Vorgabe aus DIN 1074 (2006) mit Schutz der Teile unter 30° waren auf den vertikalen Flächen der Längsträger im Süd-West-Bereich (Wetterseite) Risse entstanden. Diese Risse wurden mit Resorcinharzleim ausgefüllt; anschließend wurden die Träger mit Dreischichtplatten bekleidet. Im Randbereich der Gehweg-Vorderkante war der Belag teilweise offenporig. Hier wurde ein Streifen mit 50 cm Breite gefräst und ein Asphaltbeton 0/5 eingebaut. Die Untersuchung brachte folgende Erkenntnisse, die beim Brückenobjekt Neukirchen berücksichtigt wurden:

- ◆ Wichtig ist eine wetterseitige Be-



Auftrag von Resorcinharzleim auf die Oberseite der BSH-Längsträger; anschließend wird die Holzplatte aufgelegt und der Pressdruck aufgebracht.

kleidung mit Dreischichtplatten als Witterungsschutz.

- ◆ Für die Ausbildung der Längsfuge zwischen Belag und Gehwegkappe ist ein 2 cm breiter Bitumenverguss empfehlenswert.

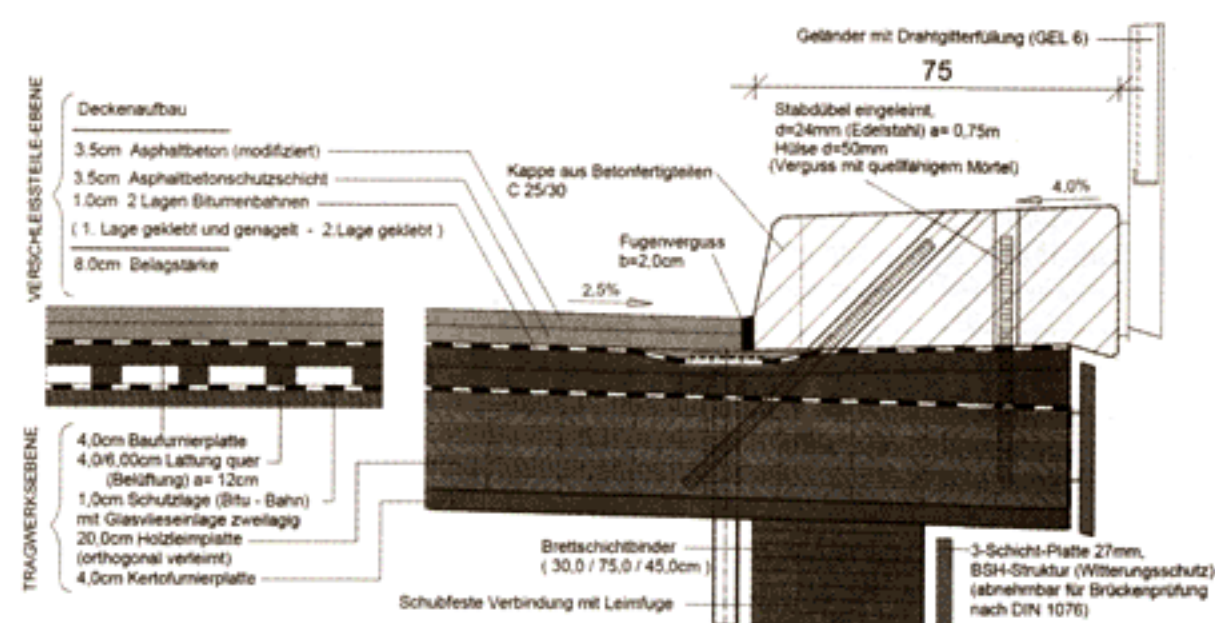
- ◆ Sinnvoll ist die gezielte Entwässerung der Fahrbahn mit Ausbildung eines Gefälleknicks im Bereich der Lattung und Einbau einer Tropfzule.

- ◆ Wichtig ist eine durchgängige Belagsabdichtung und Lattung über die gesamte Brückenbreite.

In den Jahren 2005/2006 wurde beim Entwurf einer Ortsumfahrung ein weiteres Bauwerk als Holzbrücke geplant. Vorgabe der OBB war es, den Überbauquerschnitt der bereits errichteten Brücke Ruderting zu übernehmen, um Vergleichswerte zu bekommen. Lediglich bei der Unterstützung ging man vom Sprengwerk auf senkrechte Stützen



Straßenbrücke Neukirchen während der Montage. Senkrechte Stützen tragen das Brückenbauwerk. Längsträger und Stützen werden mittels hinterlüfteten Dreischichtplatten bekleidet.



Aufbau der Brückentafel Neukirchen im Detail

Fotos/Zeichnungen: Sperlein

über. Neu war die Lasteinwirkung gemäß DIN-Fachbericht 101, Tab. 4.5.4, somit entstand statt der 30-t-Brücke (Ruderting) eine Brücke mit einer Belastbarkeit von 60 t.

Der Überbau der Brücke Neukirchen besteht aus sechs Brett-schichtholz-Längsträgern und einer orthogonal verleimten Platte aus Brettsperrholz mit unten liegender Baufurnierplatte analog der Brücke Ruderting. Eingehend diskutiert wurde die Ausführung der Verbindung dieser Holzplattenkonstruktion mit den Brett-schichtbindern: Im Rahmen einer vorstatischen Untersuchung von Prof. Dr. Stefan Winter, TU München, wurden die Verbindungsmittel Stabdübel und Verschraubung verglichen. Ergebnis war, dass die Zahl der Schrauben fast doppelt so groß sein muss wie bei einer Verdübelung. Die wirtschaftliche Betrachtung erbrachte einen Kosteneinsatz, der eine annähernde Gleichheit der beiden Lösungen erbrachte. Als dritte Variante wurde von Prof. Dr. Heinrich Kreuzinger eine Blockverleimung nach DIN 1052, Anhang B vorgeschlagen, die so ausgeschrieben und damit umgesetzt wurde.

Die V-förmigen Stützen bestehen aus Brett-schichtholz. Die Lasteintragung der Brückentafel auf die Stützen erfolgt über Querträger aus Stahl. Eine Verblockung aus Brett-schichtholz ist im Zwischenbereich der Längsträger über dem Querträger erforderlich. Die Lagerung der Überbaukonstruktion wird im Bereich des festen Widerlagers von aus Stahlblechen gefertigten Lagern und beim beweglichen Widerlager von Elastomer-Lagern übernommen. Bei den Stützen werden querfeste Lager eingebaut, die an den Stützen verankert sind.

## Mehrprijs von etwa 5 % für anspruchsvolle Bauwerke

Die Abdichtung auf der Tragwerkebene wurde gegenüber Ruderting auf eine zweilagige Bitumenschweißbahn abgeändert. Die erste Lage wurde im Gieß-Einwalzverfahren aufgebracht, die zweite Lage versetzt geklebt. Die darüberliegende Querlattung besteht aus 4/6 cm starken gehobelten Latten im Abstand von 12 cm, darauf liegt die lastverteilende 4 cm starke Baufurnierplatte.

Als Neuerung ist, wie bei einer Massivbrücke, im Bereich der Gehwegvorderkante ein Gefälleknick geplant (im Bereich der Kappe ist eine konisch geschnittene Lattung eingebaut), sodass das auf der Verschleißebene anfallende Wasser über das Längsgefälle der Brü-

ckentafel und die im Abstand von 5 m eingebauten Tropfzulen abfließt. Somit ist ein doppelter Schutz der Tragwerkskonstruktion gegeben.

Als Gehwegkappen werden Stahlbetonfertigteile eingebaut. Die Verankerung mit der Brückentafel erfolgt über eingeleimte Stabdübel. Der vordere Stabdübel wird unter 45° und der hintere senkrecht eingeklebt. Auf diese Schrammborde kann gemäß DIN-Fachbericht 101, Abschn. 4.7.3.2, ein seitlicher Anprall von 100 kN aufgenommen werden. Die Dübel werden im Fertigteile durch einbetonierte Hülsen geführt, nach der Verlegung und Einleimung des Stabdübel in der Holzplatte werden die Aussparungen mit quellfähigem Mörtel vergossen.

Der Brückenbelag nach ZTV-Bel 2 besteht aus

- ◆ zwei Bitumen-Schweißbahnen. Die erste Lage, aufgebracht im Gieß-Einwalzverfahren, ist zusätzlich genagelt, die zweite Bahn versetzt geklebt,

- ◆ dem Fahrbahnbelag aus Walzasphalt. Sowohl die 3,5 cm starke Schutzschicht als auch der Verschleißbelag werden wiederum in Asphaltbeton ausgeführt. Neu ist beim Einbau der Einsatz einer oszillierenden Walze, d. h. die Verdichtungsenergie wird über die Horizontalschwingung aufgebracht. Sowohl der Längsträger als auch die Stützen werden mit einer Dreischichtplatte (Oberfläche in Brett-schichtstruktur) seitlich bekleidet. Um eine Hinterlüftung zu gewährleisten, beträgt ihr Abstand zu den Tragwerksteilen 4 cm. Die Bekleidung ist für die Brückenprüfung abnehmbar und bei entsprechender Anwitterung bzw. Abnutzung leicht auswechselbar. Das Bauwerk ist wegen der zweimaligen Abdichtung des Tragwerks und der seitlichen Bekleidung der tragenden Bauwerksteile mit einer Dreischichtplatte nach DIN 1074 ein geschütztes Bauwerk.

Der Kostenvergleich der Holzbrücken Ruderting und Neukirchen zeigt folgendes:

- ◆ Stahlbeton-Massivbauwerk 1998: 1280 Euro/m<sup>2</sup>.
- ◆ Holzbrücke Ruderting: 1350 Euro/m<sup>2</sup> (Mehrprijs 5,46 %).
- ◆ Stahlbeton-Massivbauwerk 2006: 1590 Euro/m<sup>2</sup>.
- ◆ Holzbrücke Neukirchen: 1665 Euro/m<sup>2</sup> (Mehrprijs 4,71 %).

Der Mehrprijs von rund 5 % ist aus der Sicht des Staatlichen Bauamtes Passau vertretbar, beide Holzbrücken sind gestalterisch anspruchsvolle Bauwerke, die die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit erfüllen.



Verleimen und Verpressen der vielschichtigen Holzplatte im Werk Grossman