ÖBB-Salzachbrücken – Erneuerung und Überwachung

Dipl.-Ing. Dr. Maximilian Autengruber (ÖBB-Infrastruktur AG)
Dipl.-Ing. Kurt Margreiter (SBV Ziviltechniker GmbH)
Dipl.-Ing. Dr. Stefan Lachinger (AIT – Austrian Institute of Technology)

Geschichte und Zukunft

Die Eisenbahnstrecke Salzburg–Wörgl ist eine inneralpine Hauptverkehrsstrecke und verbindet die Bundesländer Salzburg und Tirol. Sie verläuft im Abschnitt von der Stadt Salzburg nach Zell am See durch das Salzachtal und ist durch zahlreiche Tunnel-, Brücken- und Stützbauwerke gekennzeichnet. Aufgrund der beengten Verhältnisse musste das später errichtete zweite Gleis in Teilbereichen separat mit eigenen Tunneln und Brücken trassiert werden.
Der Streckenabschnitt von Bischofshofen bis Zell am See liegt im Einflussbereich einer geologischen Störungszone, welche sich über eine Länge von ca. 400 km von Innsbruck bis ins Wiener Becken erstreckt. Die Salzachtal-Störungslinie trennt die Grauwackenzone im Norden vom Tauernfenster im Süden. Zahlreiche Hänge insbesondere auf der orografisch rechten Seite der Salzach sind auch heute noch von intensiver geologischer Dynamik gekennzeichnet mit stellenweisen Verformungsgeschwindigkeiten bis zu 1 cm/a.
Die Brücken des zweigleisigen Streckenabschnitts (in Abbildung 1 dargestellt) wurden zu Beginn des 20. Jahrhunderts errichtet und haben in absehbarer Zeit das Ende ihrer technischen Lebensdauer erreicht. Daher werden sie nun sukzessive erneuert bzw. instandgesetzt.

Abbildung 1: Übersicht Salzachbrücken

Bei der Wahl der Tragwerksform für ein Ersatzbauwerk ist die Frage der Weiternutzung des Bestandswiderlagers ein wichtiges Entwurfskriterium. Die gegenständlichen Bestandstragwerke über die Salzach wurden zur Minimierung der Spannweite mittels schiefer Lagerung ausgeführt. Die Erfahrungen der letzten 100 Jahre Brückeninstandhaltung zeigten, dass diese schiefe Lagerung insbesondere im Auflagerbereich aufgrund der unsymmetrischen Tragwerkssteifigkeiten zu zusätzlichen Zwängungen bzw. Ermüdungsbeanspruchungen führt. Auch die Erhaltung von schiefen Tragwerksfugen hat sich in der Vergangenheit als aufwendig herausgestellt. Daher wurde bzw. wird beim Neubau der Salzachbrücken in der Regel einer rechtwinkeligen Lagerung der Vorzug gegeben, was mit größeren Spannweiten bzw. einer Neugestaltung der Widerlager bei gleichzeitiger Nutzung der Bestandsfundierungen verbunden ist.

Die Ersatzbauwerke werden in Verbundbauweise mit untenliegendem Stahlfachwerk und obenliegender Betonplatte ausgeführt. Der Vorteil von Verbundtragwerken ist die relativ leichte Stahlkonstruktion, welche zugleich das Lehrgerüst für die nachfolgende Betonplatte darstellt. Die abgedichtete Betonplatte ist außerdem ein wirksamer Witterungsschutz für die darunter angeordnete Stahlkonstruktion. Die Bauhöhe von Verbundtragwerken kann in der Regel gegenüber dem Bestand reduziert werden, was eine wasserbauliche Verbesserung darstellt (Vergrößerung Lichtraumprofil). Wo die wasserbaulichen Randbedingungen es erforderten, wurden die Bestandsbrücken auch mit untenliegender Fahrbahn ausgeführt (Brücke Pass Lueg).

Erneuerung

Salzachbrücke Pass Lueg km 32,881 (Erneuert)

Zwei sehr schiefe Stahlfachwerkbrücken, in den Jahren 1908 und 1912 mit untenliegender, offener Fahrbahn errichtet. Stützweiten je 67 m.

Abbildung 2: Salzachbrücke Pass Lueg

Die Randbedingungen:

- Bauplatz durch Tunnel auf der Nordostseite und Galerie auf der Südwestseite sehr eingeschränkt.
- HQ100 = SOK + 10 cm, keine Hilfsjoche in der Salzach möglich.
- Schlechter Baugrund, Seeton unter Salzachsohle.

Die Lösungen:

- Zwei schiefe Stahlfachwerkbrücken mit untenliegender, offener Fahrbahn als temporäre Lösung.
- Herstellung Stahltragwerke auf nahegelegenem Parkplatz und Antransport mit SPMT.
- Tiefgegründeter Kranstandplatz in der rechten Salzachböschung möglichst nahe am Gleis.
- Aushub der Bestandstragwerke (340 To bzw. 400 To) und Einhub der neuen Tragwerke (je 350 To) mit einem Raupenkran bei Ausladungen von bis zu 21 m.
- Ertüchtigung der bestehenden Widerlager durch „aufgesetzte“ Betonhaube und umlaufende Tiefgründung mit ca. 18 m langen Micropfählen.

Salzachbrücke Unterlend km 74,536 (Erneuert)

Zwei sehr schiefe Stahlfachwerkbrücken, in den Jahren 1904 und 1915 mit obenliegender, offener Fahrbahn errichtet. Direkt anschließend zwei Blechträgertragwerke über die Bundesstraße. Stützweiten 58,0 m (Salzach) und 21,80 m (Straße).

Abbildung 3: Salzachbrücke Unterlend

Die Randbedingungen:

- Bauplatz durch Bahnhof auf der Nordwestseite und Landesstraße auf der Südostseite sehr eingeschränkt.
- Schlechter Baugrund: große Hohlräume unter Widerlager und Trennpfeiler bei der Baugrunderkundung entdeckt.

Die Lösungen:

- Zwei rechtwinklige Stahl- Stahlbetonverbundfachwerke mit obenliegender Fahrbahn, am Obergurt gelagert, und zwei WIB-Tragwerke über der Landesstraße.
- Verfüllen der Hohlräume durch Injektionen im Vorfeld und während der Bauarbeiten, zusätzlich DSV unter den Fundamenten.
- Bauen in der Niederwasserzeit (Oktober - April) Querung in der Salzach mit fünf eingeschütteten Stahlrohren DN2000 als Durchflussquerschnitt.
- Tiefgegründeter Kranstandplatz in der rechten Salzachböschung möglichst nahe am Gleis.
- Zwei Hilfsjoche in der Salzach für den Aus- und Einhub der Stahlfachwerke in je sechs Teilen mit einem Autokran.
- Teilweise Erneuerung und Ertüchtigung der bestehenden Widerlagerfundamente durch Betonummantelungen und Neuerrichtung des Aufgehenden.

Salzachbrücke Eschenau km 78,510 (Bau)

Zwei sehr schiefe Stahlfachwerkbrücken, in den Jahren 1904 und 1914 mit obenliegender, offener Fahrbahn errichtet. Stützweiten je 60,10 m.

Abbildung 4: Salzachbrücke Eschenau

Die Randbedingungen:

- Bauplatz durch sehr spitzwinkelige Querung der Salzach sehr eingeschränkt
- Rutschhang auf einer Widerlagerseite mit Bewegungen von ca. 1 cm pro Jahr

Die Lösungen:

- Zwei rechtwinklige Stahl- Stahlbetonverbundfachwerke mit obenliegender Fahrbahn am Untergurt gelagert
- Einschnitte und Schüttungen auf beiden Salzachseiten für Zufahrten zu den Widerlagern
- Mit Spundwandkasten tiefgegründeter Kranstandplatz in der linken Salzachböschung nahe am Gleis
- Bauen in der Niederwasserzeit (Oktober - April) dadurch zwei Hilfsjoche in der Salzach für den Aus- und Einhub der Stahlfachwerke in je sechs Teilen mit einem Autokran möglich
- Ertüchtigung der bestehenden Widerlagerfundamente durch Betonummantelungen und Neuerrichtung des Aufgehenden
- Ausführung großer Fugenspalte zwischen und an den Enden der Tragwerke, sowie Einbau von Speziallagern, um die Widerlagerverschiebungen aufnehmen zu können

Salzachbrücke Unterbruck km 92,833 (Planung)

Zwei sehr schiefe Stahlfachwerkbrücken, in den Jahren 1904 und 1914 mit obenliegender, offener Fahrbahn errichtet. Stützweiten je 60,10 m.

Abbildung 5: Salzachbrücke Unterbruck

Die Randbedingungen:

- Bauplatz durch sehr spitzwinkelige Querung der Salzach sehr eingeschränkt und schwer zugänglich
- Schlechter Baugrund, Seeton unter Bestandsfundamenten
- Wegen Gleissperren von 3. Seite kein Bauen in der Niederwasserzeit möglich, dadurch keine Hilfsjoche in der Salzach und keine Aufstellplätze für Großkräne in der Salzachböschung möglich

Die vorgesehenen Lösungen:

- Zwei rechtwinklige Stahl- Stahlbetonverbundfachwerke mit obenliegender Fahrbahn am Untergurt gelagert
- Aufwendige Baustraßen mit Eintiefungen bestehender Unterführungen und Errichtung von Steinsätzen zur Böschungssicherung für Zufahrten in zwei der vier Quadranten nötig
- Ertüchtigung der bestehenden Widerlagerfundamente durch Betonummantelungen, DSV und Tiefgründungen mit Mikropfählen sowie Neuerrichtung des Aufgehenden
- Demontage der Bestandstragwerke und Montage der neuen Tragwerke durch Längs- und Querverschub mit Gleitbahnen parallel zur Schiefe der Bestandstragwerke

Überwachung

Bei der sich derzeit in Bau befindlichen Salzachbrücke Eschenau wird ein modernes und robustes Überwachungssystem direkt in das Tragwerk integriert. Mittels mehrerer Glasfasern, welche in der Verbundfuge, im Betonquerschnitt als auch direkt am Stahlfachwerk bereits während der Bauphase integriert werden, wird es möglich sein den inneren Dehnungszustand des Tragwerkes zu messen und Änderungen über einen langen Zeitraum zu verfolgen. Abbildung 6 zeigt die Positionen der einbetonierten Fasern im Querschnitt des Tragwerkes.

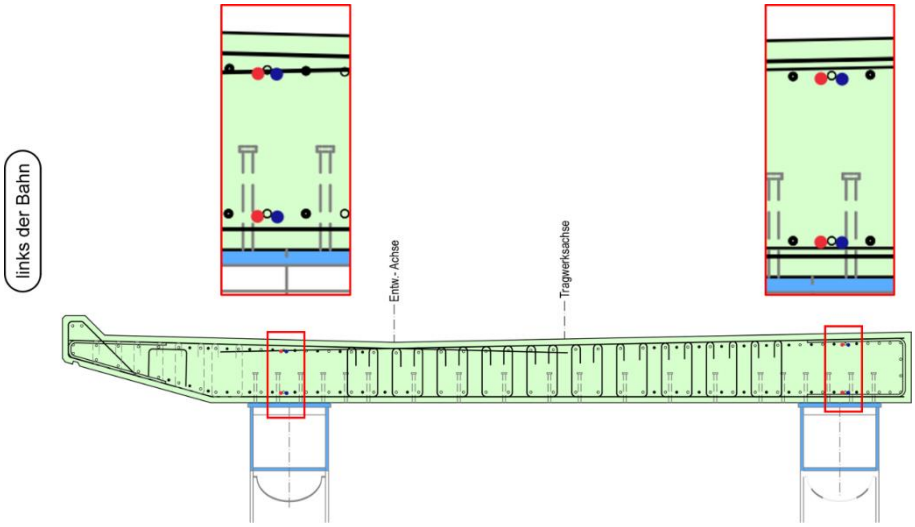

Abbildung 6: Position der im Betontragwerk integrierten Glasfasern. (a) Querschnitt und Position der Glasfasern zur Temperatur- (rot) und Dehnungsmessung (blau); (b) Position der Glasfaser zur Dehnungsmessung in den Verbundfugen [Bild: ACI-Monitoring]

Dehnungen und Temperaturen können kontinuierlich entlang der Glasfasern mit räumlichen Auflösungen unter 2,6 mm erfasst werden. Die Glasfasern sind langzeitstabil, wodurch sich Messungen über einen langen Zeitraum miteinander vergleichen lassen. Wichtig ist hier vor allem die Messungen bereits in der Bauphase zu starten um auch den “Nullzustand” des Tragwerkes als Referenz für künftige Änderungen zu dokumentieren. Durch diese Messungen, welche in regelmäßigen Zeitpunkten durchgeführt werden, können beispielsweise Rückschlüsse auf auftretende Zwänge durch die vorhandene Hangrutschung oder aufgrund von sonstigen Änderungen im Tragverhalten (z.B. Lastumlagerungen) gezogen werden. Die direkt in der Verbundfuge platzierte Glasfaser soll außerdem direkte Informationen über das Verbundverhalten zwischen Kopfbolzendübel und Beton liefern.