

Hannes Kari und Gerald Foller

Bogenbrücken in Verbundbauweise

11

DI Dr. Hannes Kari, HL-AG

DI Gerald Foller, Ingenieurbüro A. Pauser

Eine technisch unkonventionelle und ästhetische Brückenlösung über das Eisenbahnknotenbauwerk Knoten Wagram bei St. Pölten

1. Einleitung

Im Rahmen des viergleisigen Ausbaus der Westbahn entsteht östlich von St. Pölten im Bereich des „Knotens Wagram“ (Pottenbrunn und S33 Kremser Schnellstraße) ein komplexer Eisenbahnknoten. Der in Abb. 1 dargestellte Ausschnitt aus dem Lageplan zeigt den bestehenden Verlauf der Westbahn (grau), die neu zu errichtenden Gleiskörper für die Neubaustrecke Wien – St. Pölten, die Ausschwenkung der Güterzugumfahrung (rot) sowie die drei querenden Landesstraßen L 5084, L5083 und L 2200, die über das Kreuzungsbauwerk führen (blau).

Knoten Wagram

Die hier besprochenen Bogenbrücken in Verbundbauweise mit vorgespannter Fahrbahnplatte werden dzt. mit dem Baulos 2 – „Knoten Wagram“, dem größten von insgesamt sechs Baulosen für diesen Abschnitt, errichtet. Die Fertigstellung dieses Verknüpfungsbauwerkes von Westbahn, Neubaustrecke Wien – St. Pölten und Güterzugumfahrung soll Ende 2004 erfolgen: Die konstruktiv durchgestalteten Eisenbahnanlagen bestehen im Wesentlichen aus einem zweigleisigen Tunnel und einer Wanne (L = ca. 1400 m gesamt) für die abtauchende Westbahn sowie aus einem eingleisigen Tunnel (L = 940 m) für die kreuzungsfreie Einbindung der Neubaustrecke in die GZU und Westbahn.

Bauprovisorien

Neben diesen Tunnel- und Wannengebäuden, die als „Weiße Wannen“ in offener Bauweise zum Schutze des Grundwasserschongebietes auszubilden sind, werden über allen Baulosen insgesamt 17 Brückenobjekte neu errichtet. Für die Herstellung des Westbahntunnels auf der Bestandsstrecke musste die Westbahn über einen Abschnitt von ca. 4 km Länge nach Norden abgerückt werden (Westbahn-Provisorium). Für den Bau des kurzen Tunnels (L = 170 m) der Güterzugumfahrung unter der S33 und die Neuerrichtung der S33-Brücke wurde ein Umleitungsprovisorium für die Schnellstraße mit insgesamt 4 Brücken errichtet.

2. Entwurfentwicklung der Bogentragwerke

Die Optimierung der Bahnnivellette im Knotenbereich ergab ein- und zweigleisige Unterwerfungen und Bündel von Gleisanlagen mit bis zu 5 Schienensträngen nebeneinander, sodass über einen Bereich von ca. 2 km die drei oben genannten Landesstraßenquerungen grundsätzlich als Brückenlösung, d.h. als Überführungsbauwerke angedacht und geplant wurden. Die Planungen, die im Jahre 1997 begonnen worden waren, gingen dabei vorerst von mehrfeldrigen Plattentragwerken mit Stützweiten von 16 bis 23 m und Gesamtlängen von 90 bis 110 m aus.

Abb. 1: Lageplan „Knoten Wagram“

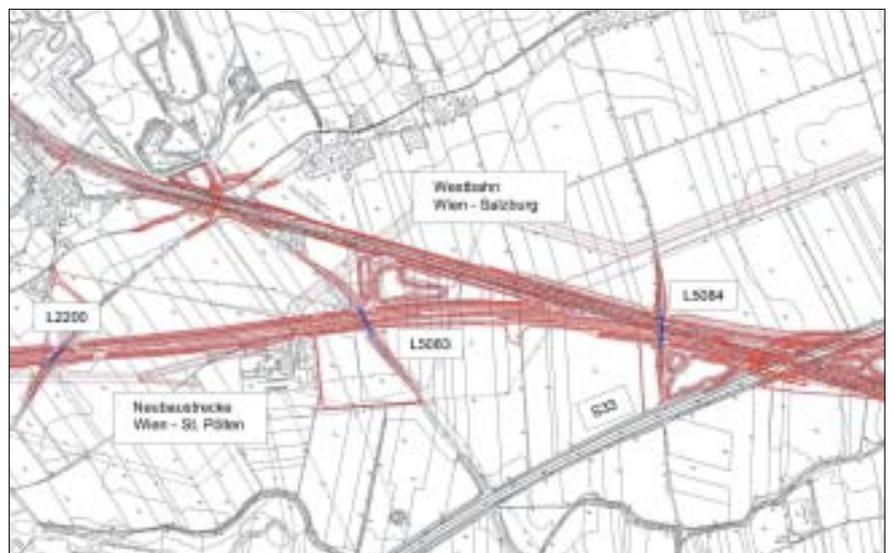




Abb. 2a, 2b: Bogenbrücken CAD – Darstellung Ingenieurbüro A. Pauser



Sicherheitsabstände

Die Eisenbahnkatastrophe von Eschede am 3. Juni 1998 brachte in die bereits aktuelle Sicherheitsdiskussion bei Bahnanlagen den Focus nicht nur auf die Kontrolle des rollenden Materials, sondern auch eine Wende bei den Planungsgrundsätzen im Hinblick auf die dzt. gültigen Sicherheitsabstände von Brückenpfeilern zur Gleisachse. Wesentlich war dabei der Aspekt der möglichen Vermeidung bzw. Risikominimierung eines Anpralls von entgleisten Zügen an Brücken und Tunnelportalen innerhalb eines wahrscheinlichen Wirkungsbereiches von Weichen in Abhängigkeit von der angestrebten Ausbaugeschwindigkeit. Die seit diesem Vorfall laufende Diskussion und deren Ergebnisse fanden bereits in den einschlägigen Normen ENV 1991-2-7 und im aktuellen UIC-Kodex 777-2 sowie in den OBB DV B 45 (Ausgabe 2002) ihren Niederschlag.

Für die gegenständlichen Brückenobjekte bedeutete die Minimierung des Risikos aus der aktuellen Sicht zum Zeitpunkt der Bescheidverfassung bzw. der Ausschreibungsplanung die Überbrückung der Gleisbündel ohne Zwischenunterstützung und einen ausreichenden Abstand (ca. 16 m) des Randpfeilers von den Gleisachsen der HL-1 Gleise ($v > 200$ km/h).

3. Bogenbrücken in Verbundbauweise Systemdarstellung

Die aus den Vorgaben der EB-Verhandlung resultierenden Brückenlösungen ergaben für alle drei Überführungen 3-feldrige Tragwerke mit Stützweiten von 20 (11) + 72,75 + 20 (11) m und wurden auf Grund einer möglichst harmonischen Einfügung in die flache Landschaft im Mittelfeld als Bogen-tragwerke mit Stahlbögen und Betonfahrbahnplatte konzipiert (Abb. 2).

Um die Leichtigkeit des Bogens zu unterstreichen und die Nivellette der Trasse nicht mehr als notwendig zu erhöhen, wurde die dünne Betonfahrbahnplatte ($d_m = 35$ cm/ B40) im Bogenbereich durch abgehängte Stahlquerträger alle 4,85 m gestützt, im Randfeldbereich durch zurückgesetzte Stahlhauptträger als Verbundquerschnitt

verstärkt und mit 12 Stück VT-CMM 150-Bändern über die gesamte Brückenlänge vorgespannt.

Der Bogenschub wird über einen 5 m langen, trapezförmigen Querträger im Kämpferbereich mittels Verbunddübeln in die vorgespannte Betonfahrbahnplatte geleitet. Dadurch konnte auf ein sichtbares Zugelement für den Bogenschub, wie z.B. beim Langerschen Balken, verzichtet werden. Mit besonderer Sorgfalt wurden der Bogenkämpfer und der darunter liegende Betonpfeiler gestaltet, da dieser Knoten die gesamte Brücke optisch dominiert.

Unterbau

Alle Unterbauten – also Widerlager und Pfeiler – wurden auf Bohrpfehlen gegründet, um die großen Auflagerlasten in die felsartigen (oncofora) Schichten, die erst ca. 3 – 6 m unter der Geländeoberfläche in Erscheinung treten, einzubringen. Zudem erschienen Vorschüttungen für die Dämme im Bereich der Widerlager für die Vorwegnahme von Setzungen und die Errichtung des kompletten Randfeldes der Bogenbrücke für die L 5084 für die Inbetriebnahme der Ausschwenkung der Westbahn als zweckmäßig.

Die Gestaltung der Stützpfeiler unter den Bogenkämpfern sollte in formaler Hinsicht mit dem Bogen korrespondieren (Abb. 4 Ansicht Betonflächen Unterbau). Sie wur-



Abb. 3: Luftbild Bogenbrücke L5084

den deshalb als schlanke pyramidenartige Blöcke geformt. Um die unterschiedlichen Bauteile und Materialien besser hervorzuheben, wurden für die Schalung „sägeraue“, horizontal verlegte Bretter in die konventionellen Schalungsrahmen eingelegt.

Bogengeometrie

Die außerhalb der Fahrbahn liegenden Bögen sind um 15° nach innen geneigt. Sie überspannen 72,75 m, besitzen ein Stichmaß von 14 m und tragen die Fahrbahnplatte

über Hängepaare (ISTOR 55, \varnothing 44 mm). Die Kastenquerschnitte der Bögen weisen eine variable Höhe von 1,80 m im Kämpferbereich bis 1,00 m im Scheitel auf. Der Bogenquerschnitt ist rautenförmig mit horizontalen Ober- und Untergurten sowie geneigten Stegblechen ausgeführt.

Am Bogenscheitel befinden sich zwei markante Querriegel, die die beiden Bögen biegesteif miteinander verbinden und dabei eine Vierendelwirkung für horizontal wirkende Kräfte wie Wind- und Erdbebenlasten entstehen lassen.

Abb. 4: Ansicht Betonflächen Unterbau



Abb. 5: Einheben des Trapezkastens





Abb. 6: Tragwerkschalung Untersicht



Abb. 7: Spannen der VT-CMM-Bänder am Widerlager

Verbundplatte

Der Plattenbereich im Mittelfeld ist durch die Verbundwirkung in Querrichtung gekennzeichnet und weist eine beträchtliche freie Auskragung auf, die eine nähere Betrachtung als Durchstanzproblem an den Endpunkten der Stahlquerträger erforderte. Die verschiedenen Querneigungen der Fahrbahnplatte werden über einen in der Höhe variablen Betonkeil zwischen Plattenunterkante und Querträger aufgenommen.

Wie für Brücken über Bahnanlagen üblich, sind sämtliche Querträger zweifach durch Erdungsbänder, die in der Fahrbahnplatte verlaufen und auf den Verbunddübeln angeheftet sind, verbunden.

Die Randfelder können als klassische Verbundtragwerke bezeichnet werden, in die noch zusätzlich eine Längsvorspannung und in teilweise flächenhafter Form der Bogenschub eingeleitet werden (Abb. 5).

Statik – bes. Konstruktionsmerkmale

Die Lagerung der Brücke erfolgt auf Topflagern bei den Pfeilern unter den Kämpfern und allseits freie Elastomerlager bei den Widerlagern. Sämtliche Horizontalkräfte (Verkehr, Wind und Erdbeben) werden somit in den Pfeilerachsen (Achse 1 und 2) in den Untergrund eingeleitet.

Die Stahlquerträger im Bogenbereich werden über Hängerpaare gehalten, die so dimensioniert sind, dass beim Tausch einer Hängerstange das Eigengewicht der Brückenkonstruktion von der verbleibenden Stange aufgenommen werden kann.

Besondere Berücksichtigung für die Nachweisführung auf das Gesamtsystem fand der Ausfall eines ganzen Hängerpaares im Falle eines LKW-Unfalles.

Ein weiterer Kernpunkt bei der Erstellung der Statik war die hier besonders kritische Modellbildung des Gesamtsystems, da infolge der teilweise extremen Steifigkeitsunterschiede in den Querschnitten (Kämpfer, Bogenstich, Platte) und durch die Kombination verschiedener Bauweisen (Verbund – Vorspannung – Stahlbeton – Stahlbau) besonders genaue Betrachtungen erforderlich wurden.

4. Bauphasen – Montage

Die Herstellung des Tragwerkes erfolgte in folgenden Schritten:

- Herstellen der Gründung (Vorschüttung – Bohrpfähle) und darauf folgend der Pfeiler und Widerlager ohne Kammerwände, um die am Schluss durchzuführende Vorspannung der Platte (Zugglied) zu erleichtern.

- Versetzen der Topf- und Elastomerlager sowie Kontrolle der wesentlichen Höhen und Sperrmaße, um eine Korrektur im Stahlbau noch zu ermöglichen.
- Zusammenbau der Stahlbauteile für die Randfelder (Kämpferteil und Trapezkasten-träger) und für die L5084 Fertigstellung aller Brückenteile (inkl. Geländer und Vorspannkabel eingelegt) für das Randfeld-Nord, um die Verkehrsfreigabe des Westbahnprovisoriums zu ermöglichen.
- Zusammenbau der Bögen aus insgesamt 2 x 4 Bogenelementen. Diese wurden zuvor bereits im Werk komplett zusammengeheftet, um Herstellungsungenauigkeiten über Keilplatten (z.B. als zusätzliche Lagerplatten bzw. Keile für den Scheitelstoß) eventuell vor Ort noch korrigieren zu können. Der Bogenschub muss vorerst durch eine temporäre externe Vorspannung aufgenommen werden. Die Befestigung dieses Zuggliedes erfolgte an den Außenseiten der Kämpferteile.
- Montage und Einrichten der Querträger sowie Einbau der Hilfsaussteifung und Schalungsträger für die Schalungsherstellung (Abb. 6). Mehrmalige Kontrolle der Schalungsüberhöhungen und Spannungsprotokolle bzw. Manometer der temporären externen Vorspannung zur Überwachung des Bauzustandes.

- Betonieren der Fahrbahnplatte von der Mitte des Tragwerkes aus. Die Arbeiten dauerten ca. 8 Stunden (Verzögerung der Aushärtungszeit ca. 5 – 6 Stunden). Nach der Aushärtung konnte die Umlagerung der Zugspannung von der temporären zur verbundlosen internen Vorspannung erfolgen (Abb. 7 und 8).

5. Beteiligte und Kennzahlen

Beteiligte Personen und Unternehmen

Bauherr:

HL-AG, Projektleitung, Wien,
Ing. Günter Novak

Streckenplanung Eisenbahn:
E&P-Mem, Wien

Verkehrsplanung Straße:
Baumeister Stoik, Wien

Brückenentwurf, Konstruktion, Planung
und CAD – Visualisierung:
Ingenieurbüro A. Pauser, Wien

Statisch-konstruktive Prüfung:
Werner Consult, Wien

Örtliche Bauaufsicht:
E&P-Mem, Stoik, Wien

Bauausführung:
Betonbau: PORR Bau AG
Stahlbau: Waagner Biró–Brückenbau AG
Stahlbau Wegscheid

Kennzahlen (je Brücke)

Stahlbau:
ca. 300 to, S355JO (16 Teile ab Werk)
Hänger je 2 x Ø 44 mm – ISTOR

Korrosionsschutz:
gem. ÖBB Anlage 27, BH 1001
Fahrbahnplatte: B40, BSt 550

Vorspannung:
12 x VT-CMM 4-150

Lager:
Topflager: allseits fest, querfest
Elastomerlager: allseits frei
Fahrbahnübergang: Fingerkonstruktion

6. Schlussbemerkung

Das Gelingen besonderer Vorhaben – ob in Größe, Innovation oder gestalterischer Besonderheit – bedeutet immer eine Herausforderung an alle beteiligten Personen. Die hier vorgestellten drei Brücken werden als Markenzeichen diesem Landschaftsbereich eine besondere Identität geben. Im Detail betrachtet ist auch die „sichtbare Qualität“ der Oberflächen von hoher Güte, sodass von den Bauwerken eine spezielle Ausstrahlung ausgeht.

Besonders erfreut sind die Autoren über die äußerst konstruktive Zusammenarbeit mit allen beteiligten Personen und deren Unternehmen, die sich durch hohe technische und fachliche Kompetenz ausgezeichnet haben. Daher sei an dieser Stelle herzlich für die gedeihliche Zusammenarbeit gedankt.

Abb. 8: Brücke vor dem Ausschalen – Vorspannung Umlagerung

