



Taminaschlucht, Schweiz

Atemberaubender Betonbogen über Schlucht

Die größte Bogenbrücke der Schweiz befindet sich über der Taminaschlucht – einem Naturparadies im Kanton St. Gallen. Die spektakuläre Konstruktion der Taminabrücke forderte Planer wie auch Ausführende heraus, das Endprodukt sorgt weltweit für Aufsehen.

TEXT: GERALD GREUNZ

FOTOS: WERNER FETZER/TIEFBAUAMT KANTON ST. GALLEN, STRASSEN- UND KUNSTBAUTEN

SKIZZE: LEONHARDT, ANDRÄ UND PARTNER

Über das ebenso wildromantische wie teilweise rutschgefährdete Taminatal bei Bad Ragaz, St. Gallen, wird in gut 200 Metern Höhe eine imposante 417 Meter lange und elf Meter breite Brücke geschlagen. Mit diesem eleganten neuen Brückenschlag zwischen Valens und Pfäfers wurde die baufällige Valenserstraße an der westlichen Talflanke ersetzt und erschließt das Dorf und die Klinik Valens auf eine neue und sichere Art. Mit 260 Metern Bogenspannweite ist die durch das Tiefbauamt St. Gallen beauftragte Taminabrücke eine der größten Bogenbrücken Europas. Dieser Entwurf ging als Siegerprojekt eines europaweiten Architekturwettbewerbes aus 24 Vorschlägen hervor. Das Ingenieurbüro Leonhardt, Andrä und Partner aus Stuttgart hat die Brücke behutsam ins Gelände eingepasst. Sowohl der gewählte asymmetrische Bogen als auch die radial angeordneten Ständer am Bogen, die mit dem Überbau monolithisch mittels Betongelenken verbunden sind, und die dem Talflankenverlauf entsprechend geneigten Kämpferstützen waren entscheidende Zuschlagskriterien.

Die Arge Taminabrücke, Strabag AG (AT), J. Erni AG (CH) und Meisterbau AG (FL), zeichnete für die Ausführung zur Herstellung der Taminabrücke verantwortlich. Das Bauwerk setzt sich aus einem Bogentragwerk und einem monolithisch verbundenen Überbau zusammen. Dabei sind die mittleren Ständer gelenkig angeschlossen und die beiden Äußeren biegesteif. Die Lagerung des Systems erfolgt an den Kämpfern mittels Einspannung in den Baugrund. In den Widerlagerachsen wird die Brücke jeweils auf einem in Längsrichtung beweglichen und einem frei beweglichen Topflager gelagert. Aufgrund der gekrümmten Trassierung im Grundriss treten dort abhebende Lagerkräfte auf. Ein Abheben der Lager wird durch vorgespannte Zugseile an den Außenseiten der Lager verhindert. Kernelemente für die Herstellung der Brücke sind zum einen der seilverspannte Bogenfreivorbau und zum anderen die Herstellung des Überbaus über dem Bogen.

Alternativer Bogenfreivorbau

Für die Erstellung des Bogens hielt die Arge Taminabrücke grundsätzlich am seilverspannten Freivorbau fest. Jedoch entschied die Arge, die Stahlpylone direkt über den Kämpferfundamenten anzuordnen. Dies führte zu wesentlich höheren Pylonen (Pfäfers: 107 Meter, Valens: 78 Meter), erlaubt aber die Anordnung mehrerer Kabelgruppen. Im gleichen Zug verringert sich die Exzentrizität zwischen Bogenelement und Pylon. Durch die steileren Haltekabel verringert sich deren Haltekabelkraft. Des Weiteren wurde jedes zweite Bogenelement abgespannt. Dieser gewählte Bauablauf führt zu weniger auskragenden Bogensegmenten in Relation zum vordersten bereits gespannten Haltekabel. Daraus ergeben sich weniger Biegemomente im vordersten Bereich des Bogens, und das führt auch zu geringeren Haltekabelkräften. Beide Maßnahmen führten zu einer Reduktion der Kabeltonnage von 250 Tonnen auf 190 Tonnen. Die kleineren Kabeleinheiten ermöglichten außerdem eine kostengünstigere Verankerung in den Stegen des Bogens mit einbetonierten unzugänglichen Festankern.

Durch die Anordnung der Pylone direkt über den Kämpferfundamenten entfallen auch die horizontalen Druckstempel. Infolge der geneigten Kämpferstiele hätte die Belastung der Stahlpylone zu Ablenkkraften, die von den Druckstempeln aufgenommen werden müssten, geführt.

Durch die Entflechtung der Pylone von den Vorlandtragwerken konnte nun der seilverspannte Bogenfreivorbau bereits nach dem Herstellen der Kämpferstützen respektive der Montage der ersten Pylonschüsse begonnen werden. Der Startblock, dessen Freivorbauerüst am Kämpfer montiert war, entsprechend früher. Nach der Herstellung des 1. Abschnittes musste die Freivorbaurüstung von der Kämpferverankerung in Aufhängungen des 1. Abschnittes umgebaut werden und befand sich dann im Regeltakt.

Flexibles Schalungssystem

Grundsätzlich wurde der seilverspannte Bogenfreivorbau im Wochentakt erstellt. Dabei waren auf der Seite Pfäfers

32 Bogenelemente und auf der Seite Valens 23 Bogenelemente mit je ca. fünf Meter Länge herzustellen. Da sich der Bogen, der größtenteils als Hohlkastenquerschnitt ausgeführt wurde, geometrisch von den Kämpfern weg sowohl in der Breite, beginnend mit neun bzw. sieben Metern, als auch in der Höhe von vier bzw. 3,5 Metern zum Scheitel hin auf eine Breite von fünf Metern und einer Höhe von zwei Metern verjüngte, musste eine ebenso flexible Freivorbauereinheit (Freivorbaurüstung/Schalungssystem) eingesetzt werden.

Da die Bogenverformung sich durch die einzelnen Betonierabschnitte ständig ändert und daher die endgültige Lage des Überbaus beeinflusst, waren umfangreiche Berechnungen notwendig.

Zum Einsatz kam ein an der Bogenunterkante laufendes Freivorbauerüst, welches im Wesentlichen aus drei Fachwerkbindern bestand. Dabei war die Bodenschalung auf den äußeren Bindern montiert. Zuerst wurde das Freivorbauerüst in den nächsten Abschnitt vorgefahren, dem folgte das Einrichten der Schalung. Während des Schalens und Bewehrns des nächsten Elementabschnittes wurden die Halte- und Rückhalteklavel im vorangegangenen Element eingehängt und gemäß Spannprogramm an den Querträgern am Pylon gleichzeitig gespannt. Beim Spannen war im Besonderen darauf zu achten, dass die zulässigen Pylonverformungen und Differenzhorizontalkräfte je Querträgerebene eingehalten, die entsprechenden Kabelkräfte erreicht werden und sich die berechnete Bogensolllage einstellt. Die Kabel bestanden aus sieben bis 24 weißen PE ummantelten Einzellitzen mit je einer Querschnittsfläche von 150 Quadratmillimetern und einer Zugfestigkeit von 1860 N/mm². Die maximale Kabelkraft betrug 225 Tonnen. Nach dem Spannen konnte das nächstfolgende Element betoniert werden. Nach dem Erreichen der Betondruckfestigkeit von 25 N/mm² wurde das Freivorbauerüst wieder in den nächsten Abschnitt vorgefahren.





Nach dem Bogenschluss wurden die Hilfsabspannungen sowie die Hilfspylone abgebaut. Die Halte- und Rückhalte-kabel je Seilebene wurden grundsätzlich gleichzeitig entspannt, sodass, wie bei der Herstellung, die maximal zulässige horizontale Differenzkraft je Querträgererebene nicht überschritten wurde. Generell mussten an beiden Pylonen gleichzeitig die Halte- und Rückhalte-kabel je Querträgererebene, beginnend von der obersten, abgebaut werden.

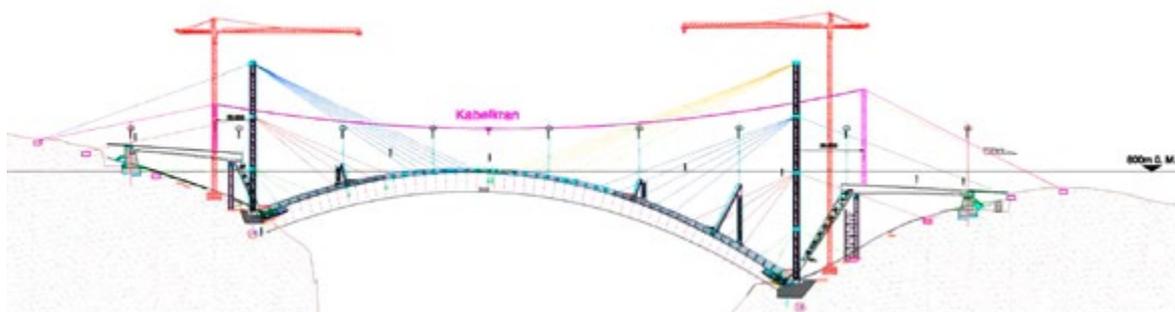
In fünf Schritten

100 Prozent der Rückhalte-kabelkraft werden mittels Gründungsanker in den Baugrund abgeleitet. Die Übertragung der Halte-kabel zu den Gründungsankern erfolgt über Jochträger auf den Rückhalte-fundationen. Die Gründungsanker wurden durch die Jochträger geführt und gespannt. Die Rückhalte-fundationen haben entsprechende Aussparungen für die Ankerköpfe der Rückhalte-kabel. Der Überbau im Bogenbereich wurde mit einem am Bogen abgestützten Lehrgerüst hergestellt. Das Betonieren erfolgte in fünf Abschnitten, symmetrisch vom Bogenscheitel weg in Richtung der Koppelfugen der Vorlandtragwerke. Bei jedem Abschnitt wurde zuerst die Bodenplatte samt Steg betoniert, dann die Fahrbahnplatte je Abschnitt. Nach dem Vorspannen des gerade fertiggestellten Teilabschnittes erfolgte das Schalen des direkt anschließenden. Da die Bogenverformung sich durch die einzelnen Betonierabschnitte ständig ändert und daher die endgültige Lage des Überbaus beeinflusst, waren umfangreiche Berechnungen notwendig. Für das Herstellen

der Vorlandtragwerke, das Auf- und Abbauen der Pylone, die Montage der Freivorbaugerüste und die Versorgung der Bogenherstellung wurden im Bereich der Kämpfer zwei Turmdrehkräne installiert. Nach der Fertigstellung der Vorlandtragwerke übernahm ein Kabelkran den Bogenfreivorbau und die Herstellung des Überbaus außerhalb der Schwenkbereiche der Turmdrehkräne. Dabei wurde in der Phase des Bogenfreivorbaus das Tragseil mittig durch die Pylone geführt. Nach dem Abbau der Pylone konnte für die Herstellung des Überbaus die Schwenkeinrichtung des Seilkranes eingebaut werden.

Der Ausschreibungsbauzeitplan sah den Beginn des Bogenfreivorbauers erst 2015 und ein daraus folgendes Bauende 2017 vor, da für den ursprünglich vorgesehenen Pylonstandort des Bogenfreivorbauers bereits fertiggestellte Vorlandtragwerke Voraussetzung waren. Durch den von der Arge gewählten Pylonstandort am Kämpfer bestand dieser Zusammenhang nicht mehr. Da außerdem die Halte- und Rückhalte-kabel über drei bzw. vier Querträgererebenen gespannt wurden, konnte der Pylonaufbau dem Bogenbaufortschritt entsprechend erfolgen. So konnte durch die gewählte Ausführungsvariante die Bauzeit um ein Jahr verkürzt werden. Die unternehmensseitig vorgeschlagene Variante des Bauverfahrens Bogenfreivorbau und die gewählte Bau-methode für die Erstellung des Überbaus im Bogenbereich mit Lehrgerüst führten zu geringeren Kosten und zu einem für den Auftraggeber günstigeren Angebot.

SCHNITT



PROJEKTDATEN

Standort: Taminaschlucht
Gesamtlänge: 475 m
Brückenüberbau: 417 m
Bogenspannweite: 260 m
Ortbeton: 14.000 m³
Schalung: 27.500 m³
Bewehrung: 3.000 t

Vorspannung: 245 t
Halte-kabel: 190 t
Brückenabdichtung: 4.700 m²
Gussasphalt: 1.250 m²
Werkleitungen: 5.000 m
Aushub: 28.000 m³
Bauzeit: 2013 – 2016

Bauherr: St. Gallen, Tiefbauamt
Projektverfasser: Leonhardt, Andrä und Partner, Stuttgart (D)
Subplaner: dsp Ingenieure & Planer AG, Greifensee (CH)
Geotechnik: Smoltczyk & Partner GmbH, Stuttgart (D)

Bauausführung: Arge Taminabrücke (Strabag AG, J. Erni AG, Meisterbau AG)
Planung Bauhilfsmaßnahmen: Höltschi & Schurter, Zürich (CH)
Planung Lehrgerüste: LGB – Lehrgerüstbau GmbH, Meinigen (AT)