



## Brücke über die Salzach bei Kaprun

Günter Seidl  
Wolfgang Mariacher  
Jürgen Schmidt  
Mathias Daßler

# Brücke über die Salzach bei Kaprun

Im Zuge der Hochwasserschutzmaßnahmen entlang der Salzach wird zur Überführung der Straße von Zell am See nach Kaprun in Österreich eine neue Brücke mit größerer Stützweite notwendig. Der Ersatzneubau der Brücke über die Salzach bei Mayereinöd ist ein Trogbauwerk in Verbundbauweise, dessen Form funktional entworfen wurde. In Querrichtung werden vorgefertigte  $\pi$ -Platten mit externer Bewehrung gewählt, um eine große Schlankheit und eine schnelle Bauzeit zu ermöglichen. Die externe Bewehrung wird feuerverzinkt ausgeführt.

**Keywords** Brücke; Verbundbrücke; Trogquerschnitt; Verbunddübelleiste; feuerverzinkt; Fahrbahnplatte mit integrierter Schleppplatte; externe Bewehrung

## 1 Einleitung

Der Ersatzneubau der Brücke über die Salzach ist Teil des groß angelegten Hochwasserschutzprojekts „Zeller Becken“, bei dem der Gewässerquerschnitt durch eine Flussverbreiterung oder ergänzende Dammbaumaßnahmen vergrößert wird. Über 4 700 Anwohner und 700 Gebäude werden so zukünftig vor dem Hochwasser geschützt. Ferner werden natürliche Retentionsräume entlang der Salzach genutzt und so der Natur Raum zurückgegeben. Das Projektgebiet umfasst die österreichischen Gemeinden Kaprun, Bruck an der Glockenstraße und Zell am See. Die Verbindungsstraße von Zell am See nach Kaprun überquert die Salzach bei Mayereinöd. Aufgrund der zu geringen Stützweite genügt die vorhandene Brücke den neuen Anforderungen des Hochwasserschutzprojekts nicht mehr. Um den notwendigen Durchflussquerschnitt der Salzach zu realisieren, ist die bestehende, einspurige Brücke durch einen breiteren Neubau mit 50 m Stützweite zu ersetzen.

Der Ersatzneubau überführt neben den zwei Fahrspuren mit einer Fahrbahnbreite von insgesamt 5,25 m auch einen 2,50 m breiten Geh- und Radweg. Der Radweg, der in Zukunft die Salzach begleitet, wird am Fuße des rechtsseitigen Damms unter der neuen Brücke geführt.

## Bridge over the river Salzach nearby Kaprun

A new flood prevention project necessitates a bridge construction with a long span over the river Salzach in the course of the road link between Zell am See and Kaprun in Austria. The reconstruction of the bridge over the river Salzach nearby Mayereinöd is a trough structure in steel-concrete composite construction implementing a functionally designed shape. The structural elements in transversal direction are prefabricated double T-slabs with external reinforcement to ensure a considerable slenderness coupled with a minimized construction time. The external reinforcement is coated by hot dip galvanizing.

**Keywords** bridge; composite bridge; trough bridge; composite dowel strip; hot dip galvanized; bridge deck with integral approach slab; external reinforcement

## 2 Vorplanung

Der Bauherr legt Wert auf eine unterhaltungsarme, rasch und technologisch einfach herzustellende Brücke. Es sind die örtlichen Bodenverhältnisse, die aus diesem Projekt eine anspruchsvolle Aufgabe machen.

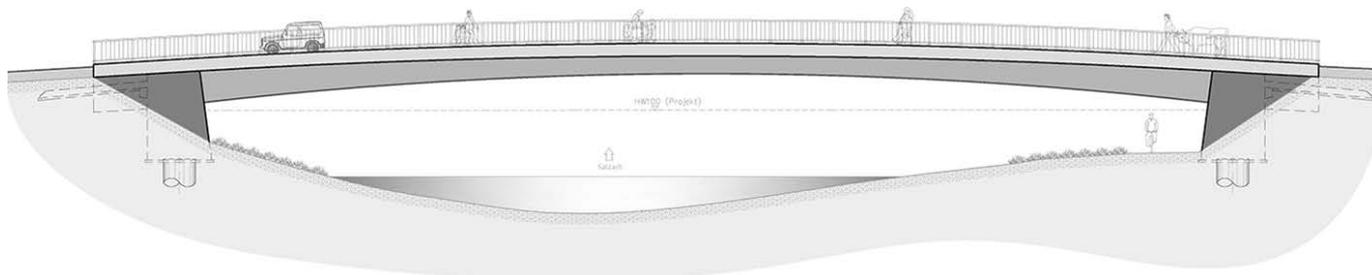
### 2.1 Baugrund

Der Projektstandort an der oberen Salzach ist geologisch dem Zeller Becken zuzuordnen, das von sehr mächtigen Seetonschichten geprägt ist. Am Standort Mayereinöd wird der anstehende Felsuntergrund von quartären Sedimenten überdeckt, deren Mächtigkeit im Brückenbereich bei maximal +480 m NHN liegt. Diese Stillwasser- sowie Verlandungssedimente verzahnen sich mit fluvialen Sand-Kiesgemischen, die rasch wechseln können. Die Aufschlüsse zeigen bis in 10 m Tiefe feinkörnige, fluviale Ablagerungen mit weicher Konsistenz. Darunter nimmt die Lagerungsdichte deutlich ab. Diese Schluff-Sandgemische (Seetone) weisen eine abnehmende Konsistenz und einen zunehmenden Feinkornanteil auf und werden vom Baugrundgutachter als gering tragfähig eingestuft.

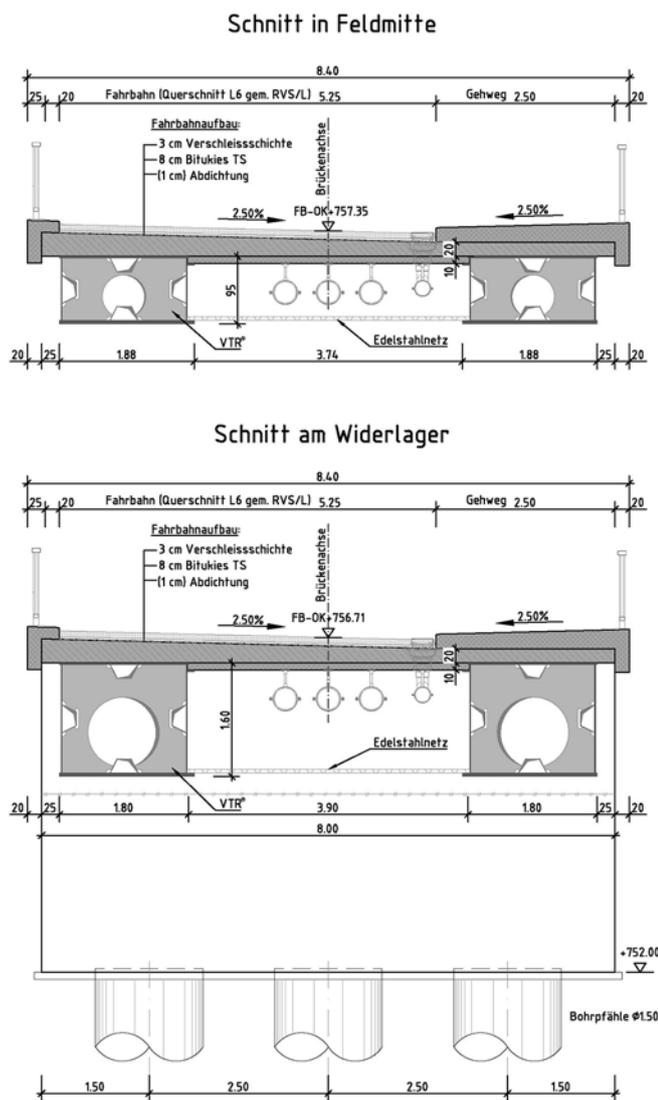
### 2.2 Referenz, Ausgangspunkt

Ausgangspunkt für die Variantenuntersuchung war ein kostengünstiges und einfach zu unterhaltendes Rahmenbauwerk, ähnlich dem Überführungsbauwerk für Fußgänger und Radfahrer, das im Zuge der Erneuerung der

\*) Corresponding author: seidl@fh-potsdam.de  
Submitted for review: 24 February 2019  
Accepted for publication: 18 March 2019



**Bild 1** Ansicht der ursprünglich geplanten Verbundbrücke als Rahmen  
View on the integral composite bridge of the preliminary design



**Bild 2** Feld- und Stützquerschnitt der ursprünglich geplanten Verbundbrücke  
Cross-section at support and midfield of the composite bridge of the preliminary design

Eisenbahnüberführung über die Salzach bei Neumarkt/St. Veit [1] ebenfalls neu gebaut wurde. Dieses Bauwerk ist ein sehr schlanker, tief gegründeter Stahlverbundrahmen in VFT-Bauweise und mit Verbunddübeln zur Schubkraftübertragung.

Ein bereits vorliegender Entwurf, als tief gegründeter Stahlbetonrahmen auf Lehrgerüst projektiert, wurde seitens des Bauherrn kritisch in Bezug auf den Abflussquerschnitt bei

Hochwasser während der Herstellung beurteilt. Im Bauwerksbereich wird eine lichte Weite von 48,50 m gefordert.

Somit sollte eine Brücke in Fertigteilbauweise entworfen werden, die ohne Einbauten in der Salzach hergestellt werden kann. Diesen Anforderungen wird ein Überbau mit zwei außen liegenden Stahlhohlkästen und innen liegenden Fertigteilplatten gerecht, um die Verlegegewichte zu reduzieren (Bilder 1, 2).

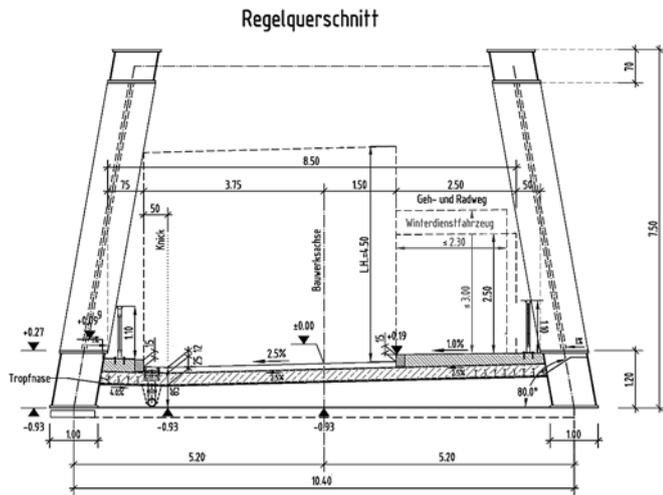
Nachdem ein erweitertes Baugrundgutachten vorlag, zeigte sich, dass mit einer Tiefgründung mit Bohrpfehlen zur Ableitung der vertikalen und vor allem der horizontalen Lasten aus der Rahmenwirkung mit großen Risiken in der Bemessung, Herstellung und Standsicherheit gerechnet werden musste. Neben der Standsicherheit, die kritisch beurteilt wurde, war auch das unterschiedliche Setzungsverhalten der tief gegründeten Brücke gegenüber den Anrampungen schwer abzuschätzen.

Als wesentlich günstiger wurde vom Bodengutachter eine hoch liegende Flachgründung eingeschätzt. Eine Einspannung des Überbaus in das Widerlager beim Rahmentragwerk war nicht möglich. Als Grundlage für weiterführende Entwurfsvarianten ergibt sich eine Brücke mit oben liegendem Tragwerk, da der Durchflussquerschnitt mit einem unten liegenden Tragwerk nicht frei gehalten werden kann.

Grundlage ist der Brückenquerschnitt L6 nach RVS [2]. Es ergeben sich 5,25 m zuzüglich des einseitigen Sicherheitsraums für den Fahrverkehr und 2,50 m für einen gemeinsamen Fuß- und Radwegverkehr auf der Kappe.

### 2.3 Variante Bogenbrücke

Die Bogenbrücke mit je sechs radial angeordneten Hängern spannt über 52 m Länge. Die Bogenebenen werden verschränkt zueinander angeordnet und mit zwei Riegeln verbunden (Bilder 3, 4). Der Bogen und der Versteifungsträger sind Stahlhohlkästen. Die Fahrbahnplatte aus Beton liegt auf Stahlquerträgern im Abstand von rund 4,50 m. Für die gegebene Stützweite liegt das System des Bogens eher an seiner unteren Einsatzgrenze. Das schlanke Bogentragwerk besticht durch seine Form. Die Vorteile seines effizienten Tragsystems rücken gegenüber der aufwendigen Montagetechnologie und den Herstellungs- und Unterhaltskosten in den Hintergrund.



**Bild 3** Querschnitt der Bogenbrücke  
Cross-section of the arch bridge

## 2.4 Variante Trogbücke

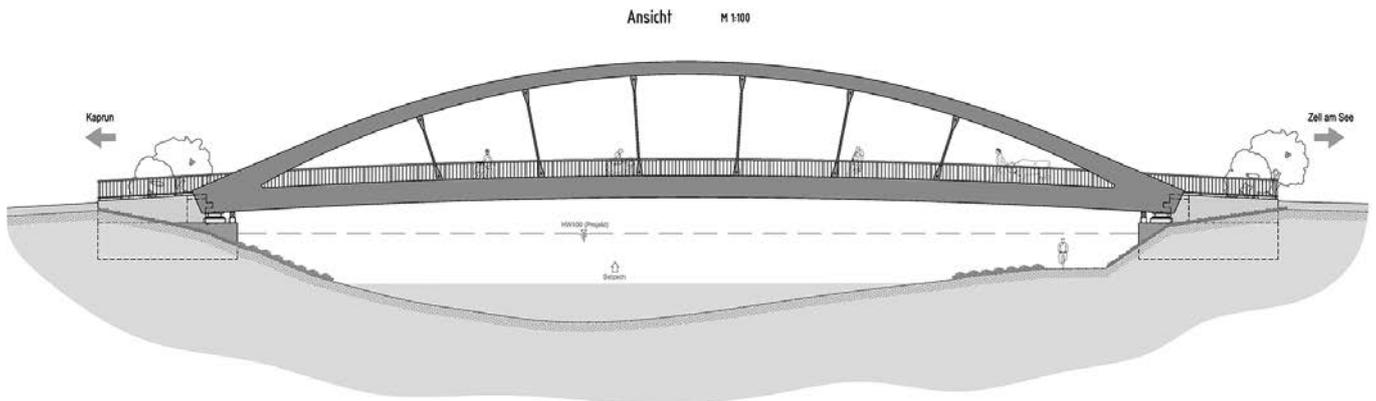
Als zweite Variante wird eine Trogbücke entworfen. Die grundlegenden Gedanken der Segmentbauweise und einer robusten Montage können hier umgesetzt werden. In der Familie der Trogbücken stellt die Konzeption die-

ses Bauwerks eine Besonderheit dar. Die Fahrbahnplatte aus Stahlbeton liegt zwischen Stahlhauptträgern. Dabei kann auf ein Schalungsgerüst durch die Verwendung von Fertigteilen (Bild 5) verzichtet werden. Um eine Begehbarkeit der Obergurte der Brücke durch Passanten auszuschießen, ist der Obergurt des Stahlträgers um 25° nach außen geneigt. Der Hauptträger wird als Hohlkasten mit gewellten Stegen geplant, um Beulsteifen zu vermeiden. Im Vergleich mit der Bogenbrücke ist die Trogbücke durch vereinfachte Ausführung deutlich kostengünstiger in der Herstellung, weil keine Hilfsjoche zur Montage notwendig werden. Darüber hinaus ordnet sich die Trogbücke dem naturnahen Umfeld der Salzach unter und entspricht damit dem Wunsch der Anrainergemeinden.

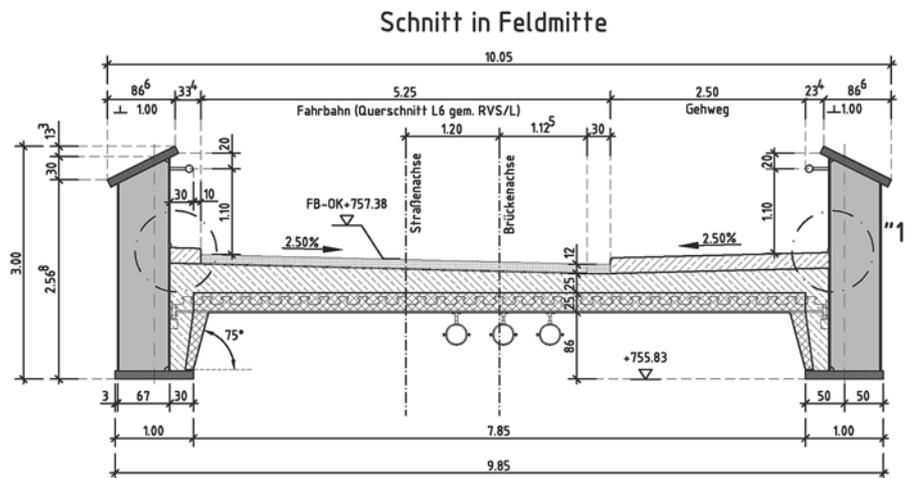
## 3 Generelles Projekt

### 3.1 Entwurfsidee

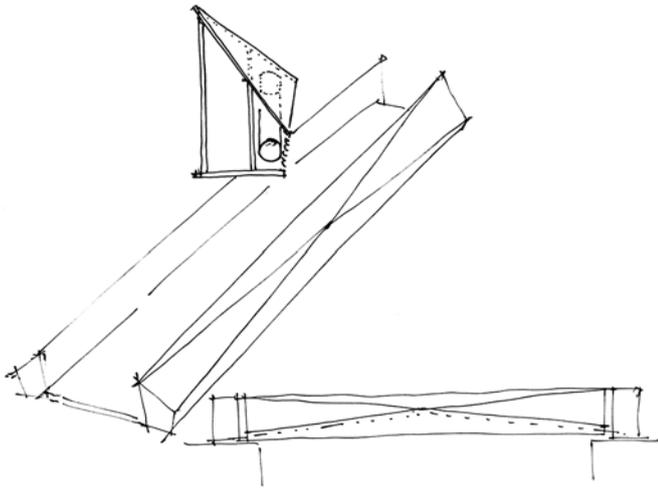
Anhand der Vorplanung wurde die Lösung in Form einer Trogbücke als Grundlage für die Entwurfsplanung gewählt. Der Trog wird in Verbundbauweise mit einer Stützweite von 50,00 m entworfen. In der Weiterentwicklung der Vorplanung regte der Bauherr, vertreten durch



**Bild 4** Längsschnitt der Bogenbrücke  
Longitudinal section of the arch bridge



**Bild 5** Querschnitt der Trogbücke  
Cross-section of the trough bridge



**Bild 6** Skizze des Brückenträgers, Entwurf *Thomas Hugger*  
Sketch of the bridge girder, design by *Thomas Hugger*

die Gemeinden Zell am See und Kaprun, an, die große Trägerhöhe, welche den Flussraum der Salzach optisch beeinträchtigt, zu optimieren.

Erschwerend kam zu diesem Zeitpunkt hinzu, dass weitere Rohrleitungen über die Brücke geführt werden mussten, die aufgrund der notwendigen Isolierung der Leitungen deutlich größere Durchmesser aufwies als zu Beginn des Projekts. Zusätzlich wurde eine einfache Zugänglichkeit der Rohrleitungen gewünscht. Eine sichtbare seitliche Führung der 450 mm und 500 mm großen Leitungen wurde aus gestalterischen Gründen ausgeschlossen.

In Zusammenarbeit mit den Architekten Lang Hugger Rampp wurde eine Lösung entwickelt, die den Träger in seiner Funktionalität und Tragwirkung voll ausnutzt und eine hohe gestalterische Qualität aufweist.

Die Idee des Architekten *Florian Hugger* war es, den Träger deutlich zu gliedern. Die Gestaltung und statische Tragwirkung wird anhand von Bild 6 erläutert. Die notwendigen Rohrleitungen werden seitlich des Trägers aufgenommen. Der Obergurt bleibt 25° geneigt, wird jedoch durch ein mit einem Winkel von 50° deutlich stärker geneigtes Blech ergänzt. Dabei verjüngt sich der Obergurt in der Draufsicht von der vollen Breite in Feldmitte zum

Auflager hin. Das ergänzende Blech verläuft genau entgegengesetzt. Die beiden oberen Bleche bilden nun den Raum, in dem die Rohrleitungen liegen. Er wird mit einem seitlichen Blech verschlossen.

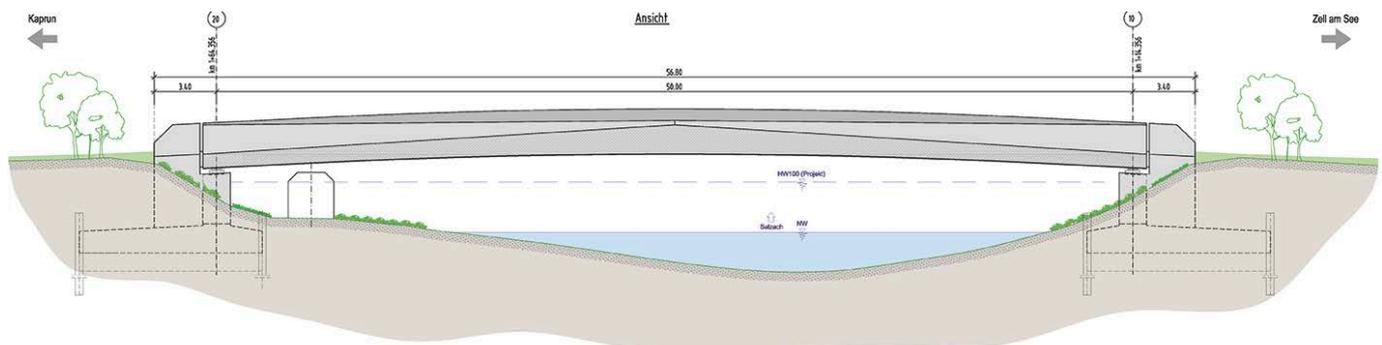
Durch diese Gestaltung gliedert sich die ursprünglich monoton anmutende Ansichtsfläche des Hauptträgers in einen klar gegliederten Körper und wirkt dadurch deutlich dynamischer. Eine Riegelwirkung im Gesamteindruck wird erheblich gemindert und der Flussraum gewinnt an Attraktivität (Bild 7).

### 3.2 Überbau des verschränkten Trogquerschnitts

Die Gradiente der Straße kann aus Sicht des Brückenbaus positiv mitgestaltet werden. Sie verläuft im Bauwerksbereich in Kuppenlage mit einem Ausrundungshalbmesser von 760 m und mit dem Hochpunkt gleich dem Tangentenschnittpunkt in Feldmitte. Der Querschnitt RVS/L – L6 gliedert sich in den 5,25 m breiten Fahrbahnbereich und die Kappenbereiche. Stromabwärts wird lediglich ein Gesims aus Beton mit integriertem Schrammbord und mit einer Breite von 40 cm bis zum inneren Stegblech vorgesehen. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich die 2,75 m breite Kappe mit vorge-setztem Granitbord, auf der ein mit 2,50 m nutzbarer Geh- und Radweg geführt wird. Das Oberflächenwasser wird mit 2,5% Gefälle nach innen, von den Stahlstegen weg zum Tiefpunkt vor dem Bord der breiten Kappe geführt. Vor den Widerlagern wird das Wasser über Brückenabläufe nach unten geführt.

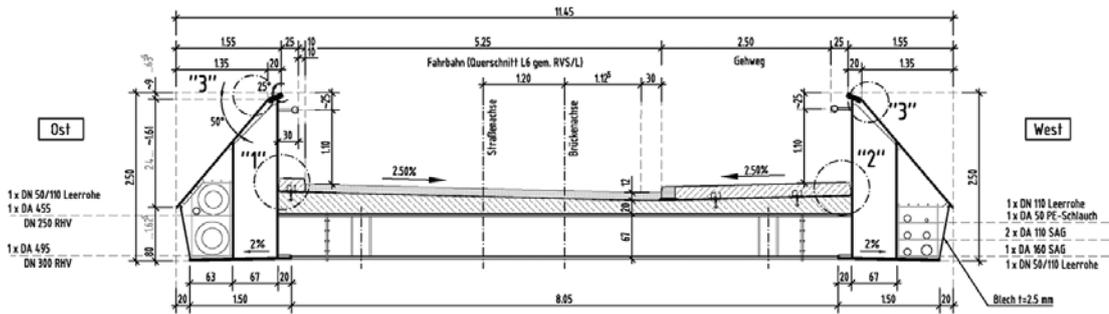
Die Breite zwischen den Geländern beträgt 7,85 m. Die Trogwangen bestehen aus 2,50 m hohen und ca. 1,50 m breiten Hohlkästen, an welche die 20–35 cm starke Verbundfahrbahnplatte schubsteif angeschlossen ist. Der Fahrbahnbelag ist 12 cm dick.

Zur einfacheren Herstellung und größeren Tragfähigkeit in Querrichtung werden  $\pi$ -Platten mit externer Bewehrung als Fertigteile verwendet, die auch als Schalung im Bauzustand dienen. Der Überbau liegt in Längsrichtung schwimmend auf vier Elastomerlagern. Ein T-förmiger Stahllendquerträger verbindet die Stahlhauptträger in der

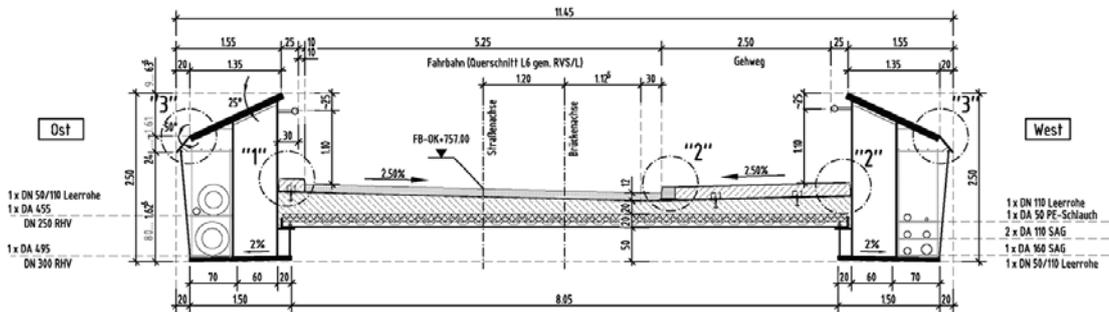


**Bild 7** Ansicht der Trogbrücke  
View on the trough bridge

**Schnitt in Stützenbereich / M. 1:50**



**Schnitt in Feldmitte / M. 1:50**



**Bild 8** Querschnitt am Widerlager und im Feld  
Cross-section at the abutment and at midfield

Lagerachse und stabilisiert die Hauptträger während des Verlegens der Querträger.

Die Fahrbahnplatte wird über den Überbau hinaus weitergeführt und geht in eine tiefliegende Schleppplatte über. So werden die Bewegungen aus Temperatur, wie bei einem integralen Bauwerk, kontinuierlich in den Dammbereich eingetragen.

**3.2.1 Stahlbau**

Die Hauptträger sind luftdicht verschweißte Stahlhohlkästen mit geneigten Flanschen. Aus gestalterischen Gründen ist der Obergurt in zwei Bleche unterteilt. Das obere, in der Draufsicht dreiecksförmig zulaufende Blech ( $t = 50\text{--}80\text{ mm}$ ) ist um  $25^\circ$  nach außen geneigt und übernimmt die Haupttragfunktion. Es hat am Widerlager eine Breite von  $0,20\text{ m}$  und nimmt stetig zur Feldmitte auf eine Breite von  $1,35\text{ m}$  zu (Bild 8). Die Blechabmessung wächst damit dem Momentenverlauf entsprechend an. An dieses Blech schließt ein um  $50^\circ$  geneigtes Blech ( $t = 20\text{ mm}$ ) an, welches den äußeren Leitungskanal abdeckt. Es hat am Widerlager eine senkrecht projizierte Breite von  $1,35\text{ m}$  und verjüngt sich gegenläufig zum oberen Blech auf  $0,20\text{ m}$  in Feldmitte. Die beiden Bleche werden geneigt ausgeführt, damit der Obergurt nicht durch Passanten beugen werden kann.

Der Untergurt ( $t = 20\text{--}40\text{ mm}$ ) ist mit  $2\%$  nach außen geneigt. Sollte Schwitzwasser an den Rohrleitungen anfal-

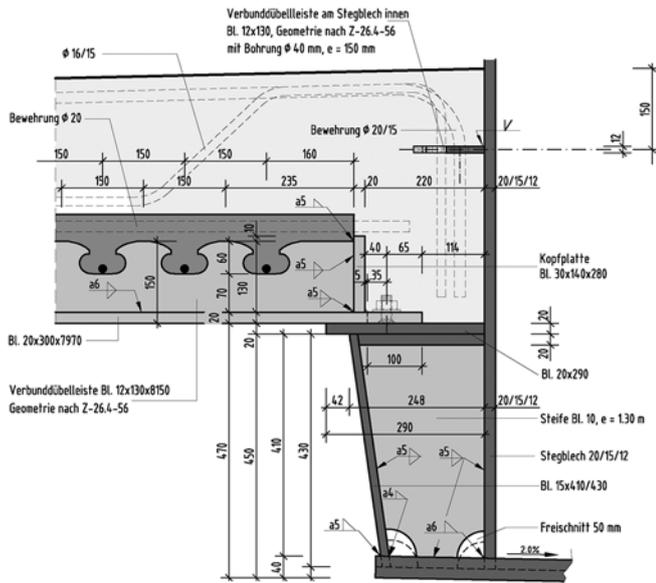
len, kann dieses nach außen abtropfen und verursacht keine Korrosionsschäden.

Der Hohlkasten wird durch vertikale Schotte im Abstand von  $5,20\text{ m}$  ausgesteift. Über die gesamte Trägerlänge können schlanke Stege mit Dicken von  $15\text{ mm}$  im Feldbereich und Dicken bis  $20\text{ mm}$  im Stützbereich verwendet werden. Sie verlaufen parallel im Abstand von  $60\text{ cm}$ .

Die Hauptträger werden mit den Rohrleitungen versehen und anschließend mit Lochblechen aus Edelstahl verkleidet.

Zur Auflagerung der  $\pi$ -Platten wird eine Konsole auf der Innenseite der Träger ausgebildet. Zwei senkrecht aufgeschweißte Gewindebolzen dienen der Befestigung der Platten unmittelbar nach dem Verlegen. Über diesen Platten, etwas oberhalb der Mittelfläche der späteren Ortbetongergänzung, ist eine horizontale Verbunddübelbleiste am inneren Hauptträgersteg angeschweißt. Neben der Übertragung der Längsschubkraft dient sie der Aufnahme kleinerer Biegemomente in Querrichtung. Dies geschieht über zusätzliche Bohrungen, durch die die obere Querbewehrung der Fahrbahnplatte gefädelt wird (Bilder 9, 16).

Die offenen Endquerträger versteifen die Hauptträger gegen Verdrehen am Brückende und nehmen die Presskräfte im Fall eines Lagerwechsels auf. Sie sind über zwei aufgeschweißte Verbunddübelbleisten mit der Ortbetonplatte verbunden. Die Verbunddübel werden mit der



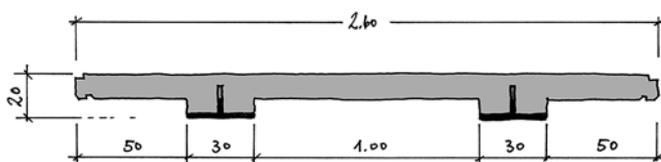
**Bild 9** Detail der Auflagerung der  $\pi$ -Platten auf dem Hauptträger  
Detail of support of the double T-slabs on the main girder

Klothoidengeometrie (CL150/60) gemäß der Zulassung [3, 4] ausgeführt (Bilder 13, 15).

### 3.2.2 Fertigteilplatten mit externer Bewehrung

In Querrichtung der Brücke werden 19 Verbundfertigteilplatten verlegt, um die Herstellung der Fahrbahnplatte über der Salzach einfach zu gestalten.

Zwischen den Hauptträgern spannen die  $\pi$ -förmigen Platten mit einer Spannweite von 8,20 m. Die Bauhöhe beträgt entsprechend den Fertigteilen 0,20 m im Bauzustand und nach Ortbetonergänzung 0,4–0,54 m im Endzustand aufgrund des Fahrbahnquergefälles. Das Fertigteil ist an der Unterseite mit einem um 180° gedrehten T-förmigen Schweißträger der Güte S355 versehen, der als externe Bewehrung wirkt und die Schlankheit von 1/40 im Bauzustand und 1/20 im Endzustand ermöglicht. Er ist über Verbunddübel CL150/60 [5, 6] mit dem Fertigteilbeton schubsteif verbunden. Der Stahlgurt ist 20 mm und der Steg 12 mm dick. Die Fertigteilplatte mit der Betongüte C50/60 ist 2,60 m breit und 10 cm dünn. Der 30 cm breite Betonsteg schließt außen bündig mit den Flanschen der Stahlträger ab (Bild 10). Im Übergang zum Stahlträger liegt eine Dreikantleiste. Die Platten haben ein Verlegegewicht von 8,5 t. Sie werden auf die Stahlkonsole aufgelegt und mit zwei Schraubbolzen je externer Bewehrung am Stahlbau gesichert. Bereits bei



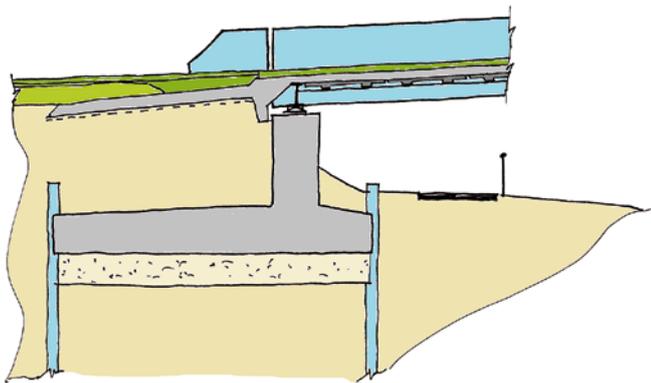
**Bild 10** Querschnitt der Fertigteilplatten als  $\pi$ -Platten  
Standard cross-section of the double T-slabs

der Verzinkung der Walzträger in den VFT-WIB-Trägern der Elsterbrücke Osendorf [7] wurden in der Fertigung und bei der Qualität der Verzinkung gute Erfahrungen gesammelt. Daher wird auch bei dieser Brücke die externe Bewehrung feuerverzinkt. Die RVS ergänzt die Verzinkung mit einem organischen Korrosionsschutz (Tab. 3).

### 3.2.3 Fahrbahnplatte mit Schleppplatte

Die Fahrbahn mit der Betongüte C35/45 ist schubsteif mit den Hauptträgern verbunden. Die horizontal liegende Verbundbelleiste besitzt im Raster der Bewehrung Löcher unterhalb der Stahldübel. Zwischen der regulären Querbewehrung  $\varnothing 20$  mm, die ähnlich einer Rahmenecke gebogen nach unten zur Stahlkonsole läuft und dabei den Dübelgrund (Betondübel) quert, werden Zulagen ( $\varnothing 16$  mm) im selben Raster eingelegt. Diese Zulagen laufen durch die Löcher und werden 40 cm abgekröpft und an der Unterseite der Fahrbahnplatte geführt. Der Sinn dieser Bewehrungsführung liegt in der Aufnahme der Zugkräfte an der Oberseite der Fahrbahnplatte in die Hauptträger. Am Hauptträgeranschnitt in der Platte entstehen durch die Torsionssteifigkeit der Hohlkastenträger Einspannmomente. Für die Dauerhaftigkeit des Übergangs der Betonplatte zum Hauptträger ist es entscheidend, dass die Fuge sich unter Biegung der Fahrbahnplatte in Querrichtung der Brücke nicht öffnet (Bilder 9, 16). Die Abdichtung der Fahrbahnplatte wird über die Betonplatte hinaus am Stahlsteg nach oben geführt. Ein Stahlwinkel L60x80 klemmt die Abdichtung und verhindert, dass Wasser vom Stahlsteg der Trogwangen eindringen kann.

Um die Unterhaltskosten gering zu halten, wurde eine schwimmende Lagerung in Längsrichtung der Brücke ohne eine Übergangskonstruktion entworfen. Die Bewegungen, die durch Temperaturänderungen entstehen, werden über eine tiefliegende Schleppplatte an beiden Enden der Brücke gleichmäßig in den Dammbereich eingetragen. Mit dieser Konstruktion wurden bereits in der Schweiz gute Erfahrungen gesammelt [8] und sie wurde 2011 in die Schweizer Richtlinien [9] übernommen. Die Konstruktion lehnt sich ebenfalls an die neu erschienene RVS „Bemessung und Ausführung von integralen Brücken“ von 2018 [10] an. Die Fahrbahnplatte läuft fugenlos über den Stahllendquerträger hinaus und taucht unter das Straßenplanum ab (Bild 11). Die fehlende, bei gelagerten Brücken übliche Kammerwand wird durch einen an die Schleppplatte angeschlossenen, nach unten gerichteten Sporn ersetzt. Sedimente oder Wasser werden so von der Lagerbank ferngehalten. Die Schleppplatte ist rund 8,00 m lang, um eine ausreichende Übertragungslänge für horizontale Verschiebungen zu ermöglichen und vertikale Setzungen auszugleichen. Die ungebundene Tragschicht des Straßenplanums wird bis zur Mitte der Schleppplatte geführt. Im bauwerksnahen Bereich wird die Tragschicht von 10–50 cm Dicke eingebaut.



**Bild 11** Schematischer Längsschnitt durch die Schleppplatte  
Schematic longitudinal section through the transition slab

### 3.2.4 Korrosionsschutz

Der Korrosionsschutz der Hauptträger und der Endquerträger wird mit den in Tab. 1 aufgeführten Systemen gemäß RVS [11] ausgeführt. Die betonberührenden Stahlflächen, mit Ausnahme der Verbunddübelleisten, werden mit dem System S4 nach RVS [11] beschichtet (Tab. 2).

Die externe Bewehrung der  $\pi$ -Platten wird feuerverzinkt und mit organischer Beschichtung vor Korrosion geschützt. Das Beschichtungssystem entspricht dem System S19 nach RVS [11] einschließlich mechanischer Beschichtung (Tab. 3).

**Tab. 1** Korrosionsschutz der Stahlbauteile  
Corrosion protection of steel elements

Ort	Arbeitsgang		Schichtdicke [ $\mu\text{m}$ ]
Korrosionsschutzwerk	Oberflächenvorbereitung	Dampf-Heißwasserstrahlung Strahlen Sa 2 <sup>1/2</sup>	
	Grundbeschichtung	2-K-EP/Eisenglimmer	80
	Zwischenbeschichtung	2-K-PUR-HS-Nus/Eisenglimmer	120
	1. Deckbeschichtung	2-K-PUR-HS-Nus/Eisenglimmer	80
Baustelle	Kantenschutz	2-K-PUR-HS-Nus/Eisenglimmer	80
	Abdichtung von Fugen und Spalten	1-K-PUR luftfeuchtigkeitshärtend	–
	2. Deckbeschichtung	2-K-PUR-HS-Nus/Eisenglimmer	80
stark belastete Bereiche:	mechanische Schutzbeschichtung	2-K-EP/Inertpigmente	500
	Gestaltungsanstrich	2-K-PUR/Microglimmer	> 60

**Tab. 2** Korrosionsschutz betonberührender Stahlflächen  
Corrosion protection of concrete contacting steel surfaces

Ort	Arbeitsgang		Schichtdicke [ $\mu\text{m}$ ]
Korrosionsschutzwerk	Oberflächenvorbereitung	Dampf-Heißwasserstrahlung Strahlen Sa 2 <sup>1/2</sup>	
	Grundbeschichtung	2-K-EP/Zinkstaub	70
	mechanische Schutzbeschichtung	2-K-EP	500

### 3.3 Gründung und Widerlager

Die Gründung ist eine Flachgründung, die auf dem ca. 10 m mächtigen Kiespolster über dem Seeton „schwimmt“. Der anstehende Baugrund wurde bis in eine Tiefe von ca. 15 m mit einer kombinierten Rüttelstopf- und Rüttel-druckverdichtung verbessert. Dadurch wird bei einer Bodenpressung von 160 kN/m<sup>2</sup> eine Setzung von 4–5 cm erwartet. Die 1,20 m dicke Bodenplatte wird in einem Spundwandkasten auf einer 1,00 m dicken Kiesausgleichsschicht betoniert. Der Spundwandkasten verbleibt und dient als Kollsicherung bei Hochwasser.

Im kastenförmigen Widerlager werden die Flügelwände als Brüstung hochgezogen. Sie dient als Absturz-sicherung in Verlängerung der Trogwangen. Auch die Neigung der Stahlträgerobergurte setzt sich in der Brüstung fort. Nachteil einer Konterschaltung bei schrägen Betonflächen ist der Einschluss von Luft an der Oberfläche des Betons. Diese Lunker verwittern schnell und Moos bildet sich an der Oberfläche. Aus diesem Grund werden Stahlbleche als Abdeckung über die Brüstung eingebaut, die den Beton vor Bewitterung schützen. Die Farbe wird passend zum Stahlüberbau gewählt. Auch die Führung der Rohrleitungen und deren Revision ist in einer Stahlabdeckung einfacher zu realisieren. Seitlich der Flügel befinden sich Revisionsschächte für die Rohrleitungen.

**Tab. 3** Korrosionsschutz der externen Bewehrung der  $\pi$ -Platten  
Corrosion protection of the external reinforcement of the double T-slabs

Ort	Arbeitsgang		Schichtdicke [ $\mu\text{m}$ ]
Verzinkerei	Oberflächenvorbereitung	Beizen (Be)	
	Überzug	Feuerverzinkung gem. [12]	
Korrosionsschutzwerk	Oberflächenvorbereitung	Dampf-Heißwasserstrahlung Sweep-Strahlung	
	Grundbeschichtung	2-K-EP/Eisenglimmer bzw. Zinkphosphat	60
	Mechanische Schutzbeschichtung	2-K-EP	500
Baustelle	1. Deckbeschichtung	2-K-PUR-HS-Nus/Eisenglimmer	80
	Abdichtung von Fugen und Spalten	1-K-PUR luftfeuchtigkeitshärtend	–
	2. Deckbeschichtung	2-K-PUR-HS-Nus/Eisenglimmer	80
	Gestaltungsanstrich	2-K-PUR/Microglimmer	> 60

Im Überbau sind vor den Widerlagern Brückenabläufe angeordnet, die senkrecht in der Widerlagerwand abgeführt werden und in die Salzach als Vorfluter entwässern.

#### 4 Bemessung des Überbaus

Die Trogbrücke wird als Einfeldträger mit einer Stützweite von 50,00 m ausgeführt, der auf Elastomerlagern ruht. Die Lagerung des Überbaus ist in Längsrichtung schwimmend, in Querrichtung wird je Widerlager eine Querverfestigung angeordnet. Die Längsträger als Hohlkästen werden als dichtgeschweißte Konstruktion der Güte S 355 J2+N ausgeführt. Ihre Konstruktionshöhe beträgt konstant 2,50 m. Der Obergurt liegt 1,35 m über der Fahrbahn. Die Schwerlinie der Betonfahrbahn liegt nahe der Schwerlinie des Stahlhohlkastenquerschnitts, sodass aus der Hauptbiegung in Längsrichtung kaum Zugkräfte in die Betonplatte eingetragen werden. Den Verbund zwischen den Hauptträgern und der Fahrbahnplatte stellen liegende Verbunddübeln her. Die beiden Längsträger sind in einem Abstand von 9,12 m angeordnet.

In Querrichtung übernehmen die  $\pi$ -Platten die Aufgabe der Schalung für die Fahrbahnplatte und beteiligen sich auch im Endzustand an der Lastabtragung. Sie sind 2,60 m breit. An der Unterseite der beiden Stege sind liegende T-Profile angeordnet, die schubsteif über Verbunddübeln verbunden sind und verzinkt ausgeführt werden. Die Fertigteilplatten werden über Schubbügel mit der Ort betonplatte verbunden.

Die Berechnung der Hauptschnittgrößen erfolgt am Ersatzsystem des Trägerrostes. Hier werden die Bemessungsschnittgrößen für Längs- und Querträger ermittelt. Für Zusatzbetrachtungen zu den Schubspannungen und zur Bewehrung der Fahrbahnplatte wurde ein Plattenmodell mit isotropem Betonverhalten abgebildet. Im Folgenden wird daher lediglich auf zwei konstruktive Details näher eingegangen, die bei diesem Überbau in der Lösung außergewöhnlich sind.

#### 4.1 Anschluss der Fahrbahnplatte an die Hauptträger

Die Fahrbahnplatte liegt nah an der Nulllinie der Hauptträger. Damit werden die Verbundspannungen von planerischer Seite gering gehalten. Ein Verschieben der Betonplatte nach oben in die Druckzone würde zwar statische Vorteile mit sich bringen, aber gleichzeitig die positive Brüstungshöhe für den Benutzer verringern und die Straßenbauarbeiten im Anschluss aufwendiger gestalten. Die Verbunddübeln eignen sich hervorragend zur Übertragung der Schubkräfte. Die Bemessung richtet sich nach der Bauartgenehmigung [2, 3]. In zahlreichen umgesetzten Brückenbauvorhaben hat sich die Wahl dieses Verbundmittels bewährt. Der Schubwiderstand kann leicht durch die Variation von Geometrie, Blechdicke oder Bewehrung erhöht werden. Eine ausreichende Duktilität und Ermüdungsfestigkeit kann nachgewiesen werden. Durch diese Geometrie wird das Bewehrungsraster eingehalten und unerwünschte Stababstände vermieden. Gegenüber Kopfbolzendübeln besticht der Vorteil der hochwertigeren, da maschinellen Schweißnaht mit besserem Ermüdungswiderstand und geringerem Personaleinsatz bei der Herstellung.

#### 4.2 $\pi$ -Platten mit feuerverzinkter, externer Bewehrung

Die geringe Konstruktionshöhe der Fertigteile bedeutet eine Verringerung des Gewichts und damit eine einfachere Montage und eine wirtschaftliche Ausführung der Hauptträger. Weiterhin gestaltet sich die geringe Plattendicke als äußerst vorteilhaft im Hinblick auf die angeschlossene Straße. Jede Änderung der Untergrundbelastung gegenüber dem ursprünglichen Zustand mündet in ein Setzungsproblem im Übergangsbereich. Der erforderliche Durchflussquerschnitt kann durch diese flachen Fertigteile ermöglicht werden, da die Forderung einer möglichen nachträglichen Montage von Rohrleitungen unter der Fahrbahn eingehalten werden kann.

Die zweistegigen Plattenbalkenquerschnitte, hier  $\pi$ -Platten genannt, werden mit den im Betonbau üblichen Mindest-

maßen entworfen. Durch die Verstärkung der Stegunterseiten mit externer Bewehrung können die Betonierlasten aufgenommen und die Betonspannungen im Endzustand gering gehalten werden. Die externe Bewehrung besteht aus einem geschweißten T-Profil, das über Verbunddübel mit dem Beton im Verbund liegt. Der Korrosionsschutz wird durch eine Feuerverzinkung sichergestellt. Für die Bemessung muss die Verzinkung beim Nachweis der Ermüdung berücksichtigt werden. Nach mehreren Forschungsvorhaben der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. [13–15] und aktuellen Untersuchungen [9] muss der Kerbfall der Verbunddübelleiste von 125–140 N/mm<sup>2</sup> unverzinkt [2, 3] auf 112 N/mm<sup>2</sup> im Fall einer Feuerverzinkung gewählt werden.

## 5 Bauausführung

Die Baumaßnahme begann im Herbst 2017. Die neue Brücke stellt eine wichtige Verbindung zum Abtransport der Erdmassen für die Verbreiterung der Salzach dar und sollte noch während der Hochwasserschutzmaßnahme fertiggestellt werden.

Die Brückenbauarbeiten wurden für 3610 €/m<sup>2</sup> einschl. Mehrwertsteuer an das Unternehmen Steiner Bau GmbH im Herbst 2017 vergeben. Baubeginn vor Ort war März 2018.

### 5.1 Stahlbau

Alle Stahlbauteile, auch die externe Bewehrung für die  $\pi$ -Platten, wurden im Werk der NCA Container- und Anlagenbau in St. Paul hergestellt und mit dem ersten Korrosionsschutz versehen. Die Schweißfolge gestaltete sich aufgrund des kleinen Hohlkastens anspruchsvoll, da nicht an allen Stellen von außen geschweißt werden konnte.



**Bild 12** Verlegen des 50 m langen Hauptträgers  
Mounting of the 50 m long main girder



**Bild 13** Innenseite des Hauptträgers vor dem Verlegen der  $\pi$ -Platten  
Main girder before mounting the double T-slabs



**Bild 14** Verlegen Fertigteilplatten  
Mounting of double T-slabs

Der Hauptträger wurde in zwei Teilen mit je 25 m Länge zur Baustelle transportiert und dort verschweißt. Aufgrund der beengten Straßenverläufe wurde von einem Transport der Träger in voller Länge abgesehen. Ein 600-t-Raupenkran verlegte die vor Ort verschweißten, 50 m langen Träger anschließend von der Seite Kaprun (Bild 12). Die breiten Untergurte der Träger erlaubten ein kippssicheres Auflegen. Vor dem Umsetzen auf die Lager wurden die Endquerträger eingebaut, verschweißt und die Fertigteile verlegt. Mit dieser Maßnahme konnten die rechnerischen Verdrehwinkel am Lager klein gehalten werden.

### 5.2 Fertigteilplatten

Die 19 Fertigteilplatten wurden auf der nahegelegenen Großbaustelle des Bauunternehmers betoniert. Jeweils fünf Platten wurden parallel hergestellt. Dabei waren die Fertigteile 2–18 in ihrer Ausführung baugleich. Die Fertigteilplatten 1 und 19 wurden mit dem Brückenablauf hergestellt. Nach dem Betonieren und Erhärten wurden sie zur Baustelle transportiert und mit einem Mobilkran ver-



**Bild 15** Verlegen Fertigteilplatten  
Mounting of double T-slabs



**Bild 16** Bewehrung der Fahrbahnplatte am Hauptträger  
Reinforcement of the deck slab at the main girder

legt (Bild 14). Das Verlegen funktionierte gut, da ein „Ein-fäden“ der Fertigteilplatten nicht erforderlich war. Das Verschrauben mit den Gewindebolzen in der Stahlträger-konsole erwies sich als vorteilhaft.

## Literatur

- [1] *Enzinger, P.; Petraschek, T.; Seidl, G.; Yu, C.; Garn, R.; Dassler, M.* (2017) Eisenbahnüberführung über die Salzach bei Schwarzach/St. Veit, Erfahrungen beim Bau eines 46 m langen VFT-Rahmens. In: *Stahlbau* 86, H. 9, S 772–777.
- [2] RVS/L (2011) Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Abschnitt 03 Straßenplanung. Wien: Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr. Ausgabe 04/2011.
- [3] Deutsches Institut für Bautechnik [Hrsg.] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-26.4-56 „Verbunddübelleisten“. Berlin, 13. Mai 2013.
- [4] Deutsches Institut für Bautechnik [Hrsg.] Allgemeine Bauartgenehmigung Z-26.4-56, Stahlverbundträger mit Verbunddübelleisten in Klothoiden- und Puzzleform. Berlin, 14. Mai 2018.
- [5] *Gündel, M.; Kopp, M.; Feldmann, M.; Gallwoszus, J.; Hegger, J.; Seidl, G.* (2014) Die Bemessung von Verbunddübelleisten nach neuer allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung. In: *Stahlbau* 83, H. 2, S. 112–121.
- [6] *Seidl, G.; Stambuk, M.; Lorenc, W.; Kolakowski, T.; Petzek, E.* (2013) Wirtschaftliche Verbundbauweisen im Brückenbau – Bauweisen mit Verbunddübelleisten. In: *Stahlbau* 82, H. 7, S. 510–521.
- [7] *Danders, A.; Gunkel, F.; Rademacher, D.; Pinger, T.; Seidl, G.* (2017) Elsterbrücke Osendorf – eine feuerverzinkte Verbundbrücke mit externer Bewehrung. In: *Stahlbau* 86, H. 2, S. 175–182.
- [8] *Kaufmann, W.* (2008) Integrale Brücken – Sachstandsbericht. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen, Greifensee.
- [9] ASTRA 12 004 Richtlinie Konstruktive Einzelheiten von Brücken, Kapitel 3, Brückeneinde. Eidgenössisches Departement UVEK, Bundesamt für Strassen. Ausgabe 2011.



**Bild 17** Schleppplatte  
Transition slab

## 5.3 Fahrbahnplatte und Schleppplatte

Die Fahrbahnplatte wurde auf den Fertigteilplatten bewehrt. Vor Ort ließ sich die abgekröpfte Bewehrung gut in die Öffnungen der Verbunddübelleiste einfädeln (Bild 16). Die Schleppplatte wurde vor der Fahrbahnplatte betoniert. Bild 17 zeigt die Fahrbahnplatte mit der angehängten Schleppplatte.

### Beteiligte

Bauherr:	Wasserverband Hochwasserschutz Zeller Becken, Bruck am Großglockner Gemeinde Kaprun, Wilhelm-Fazokas-Strasse 20a, 5710 Kaprun Stadtgemeinde Zell am See, Brucker Bundesstraße 2, 5700 Zell am See
Baudurchführung:	Amt der Salzburger Landesregierung, Salzburg
Ausführende Firma:	Steiner Bau GmbH, Heiligenreich
Stahlbau:	NCA Container- und Anlagenbau GmbH, St. Paul
Planung:	SSF Ingenieure AG, Berlin
Prüfingenieur:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. <i>Mensing</i> , München
Consulting Beschichtung:	Niehsner GmbH, Linz
Qualitätskontrolle Stahlbau:	Dipl.-Ing. <i>Stranzinger</i> , Linz
Baugrundgutachter:	Moser-Jaritz + Partner Ziviltchnik GmbH, Saalfelden

- [10] Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie [Hrsg.] (2018) Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Abschnitt 15.02.12: Bemessung und Ausführung von integralen Brücken. Wien.
- [11] Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie [Hrsg.] (2017) Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Abschnitt 15.02.11: Vorkehrungen zur Brückenprüfung und -erhaltung, Verbindlicherklärung. Wien, 1. Aug. 2017.
- [12] ÖNORM EN ISO 1461: 2009 Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen.
- [13] *Ungermann, D.; Schneider, S.; Seidl, G.; Stambuk, M.; Hoyer, O.* (2013) Stahlleichtverbund-Bauweise – Entwicklung, Optimierung und wirtschaftlicher Einsatz im Bauwesen. Forschungsbericht, FOSTA P757.
- [14] *Feldmann, M.; Gündel, M.; Kopp, M.; Hegger, J.; Gallwos-zus, J.; Heinemeyer, S.; Seidl, G.; Hoyer, O.* (2012) Neue Systeme für Stahlverbundbrücken – Verbundfertigteilträger aus hochfesten Werkstoffen und innovativen Verbundmitteln. Forschungsbericht, FOSTA P804.
- [15] *Mensingher, M.; Luo, G.; Näßl, M.; Feldmann, M.; Kopp, M.; Seidl, G.; Stambuk, M.* (2014) VFT-WIB – Externe Bewehrungselemente für Brücken in Verbundbauweise. Forschungsbericht, FOSTA P967.

#### **Autoren**

Prof. Dr. Günter Seidl  
Fachhochschule Potsdam  
Stahl- und Stahlverbundbau  
Kiepenheuerallee 5  
14469 Potsdam  
seidl@fh-potsdam.de

vormals:  
SSF Ingenieure AG, Berlin  
Schönhauser Allee 149  
10435 Berlin

Ing. Wolfgang Mariacher  
Amt der Salzburger Landesregierung  
Michael-Pacher-Straße 36  
5020 Salzburg, Österreich  
wolfgang.mariacher@salzburg.gv.at

Dipl.-Ing. Jürgen Schmidt  
SSF Ingenieure AG  
Domagkstraße 1a  
80807 München  
jschmidt@ssf-ing.de

Dipl.-Ing. Mathias Daßler  
SSF Ingenieure AG  
Schillerstraße 46  
06114 Halle  
mdassler@ssf-ing.de

SSF Ingenieure AG  
Beratende Ingenieure im Bauwesen

München  
Berlin  
Halle  
Düsseldorf

[ssf-ing.de](http://ssf-ing.de)