



## Brückenensemble bei Friedrichshafen

Christian Hofstetter  
Andreas Graichen



# Brückenensemble bei Friedrichshafen

Im Zuge des Neubaus der Bundesstraße 31 am nördlichen Bodenseeufer waren eine Eisenbahnbrücke und eine benachbarte Geh- und Radwegbrücke neu zu errichten. Der Beitrag verbindet die Sicht des Baudurchführenden mit der Sicht des entwerfenden Ingenieurs auf das Projekt. Im Mittelpunkt der technischen Darstellung steht der Entwurfsprozess mit Variantenuntersuchung, statisch-konstruktiver Durchbildung der Tragwerke und gestalterischen Entscheidungen. Darüber hinaus werden die organisatorischen Abläufe sowie das Zusammenwirken der Beteiligten während der Planungs- und Ausführungsphase beleuchtet.

**Stichworte** Stabbogenbrücke; Entwurfsprozess; Variantenuntersuchung; Gestaltung; Projektorganisation

## Bridge ensemble near Friedrichshafen

On the northern shore of Lake Constance, a railway bridge and a pedestrian bridge were built across the new course of a federal road. The client and the designing engineer describe the project emphasizing the design process and organisational aspects of planning and construction.

**Keywords** tied-arch bridge; design process; variant study; project organization

## 1 Allgemeines

### 1.1 Bezug zum Gesamtprojekt

Das Bundesland Baden-Württemberg trat 2014 der DEGES als Gesellschafter bei. Mit dem Beitritt übertrug das Land Baden-Württemberg die Herstellung der B 31 neu zwischen Immenstaad im Westen und Friedrichshafen/Waggershausen im Osten der DEGES als erste und zum Zeitpunkt der Beauftragung größte Infrastrukturbaumaßnahme am nördlichen Bodenseeufer.

Die Baumaßnahme umfasst den Neubau eines 7,12 km langen Abschnitts der Bundesstraße 31 mit einem vierstreifigen Ausbauquerschnitt als Ortsumfahrung Friedrichshafen (FN) zur Entlastung der Ortsteile Fischbach, Manzell, Seemoos und Windhag vom Durchgangsverkehr (Bild 1). Die Baumaßnahme schließt den Umbau bzw. die Neugestaltung der Anschlussstellen FN-Fischbach im Westen nahe Immenstaad und FN-Mitte im Osten im Ortsteil Waggershausen sowie den Neubau von zwei Anschlussstellen FN-Nordwest (Kreuzung mit L 328b) und FN-West (nahe Schnetzenhausen) ein. Im



**Bild 1** Übersichtskarte Gesamtprojekt  
Map of overall project



Zuge der Straßenbaumaßnahme mussten insgesamt 20 größere und div. kleinere Ingenieurbauwerke neu errichtet werden. Zu den großen Ingenieurbauwerken zählen ein 700 m langer, zweiröhriger Tunnel, eine 450 m lange Bachverdolung, eine Grünbrücke, drei Wirtschaftswegebrücken, eine 160 m lange Wegunterführung als Grundwasserwanne sowie drei Straßenüberführungsbauwerke. Die kleineren Ingenieurbauwerke umfassen neben Verkehrszeichenbrücken, Lärmschutzwänden, Durchlässen usw. auch ein als Fledermausüberflughilfe bezeichnetes Brückenbauwerk mit den zugehörigen Kollisionschutzmaßnahmen (Wände und Zäune).

Zu den größeren Ingenieurbauwerken zählen auch die für die Kreuzung der B 31-neu mit der DB-Strecke Stahringen–Friedrichshafen (4331) neu zu errichtende Eisenbahnüberführung (BW04) und die Überführung des die Bahnstrecke begleitenden Fuß- und Radwegs „Am Bahndamm“ (BW21).

## 1.2 Zusammenwirken der Beteiligten, Zuständigkeiten

Für die Eisenbahnüberführung (EÜ) ergab sich als Ergebnis im Vorfeld erfolgter Abstimmungen zwischen dem Regierungspräsidium Tübingen und der DB Netz AG, dass die Errichtung der EÜ in der Verantwortung des Straßenbaulastträgers erfolgen sollte. In der Regel plant und baut die DB Netz AG ihre Brückenbauwerke selbst. Somit war durch DEGES eine Bahnbrücke nach den Formalien und Regularien der DB Netz AG herzustellen. Das bezog sich sowohl auf die Anwendung des Regel- und Vorschriftenwerks der DB AG als auch auf die Koordination und Einbindung sämtlicher von der Neubaumaßnahme betroffenen Fachgewerke und -bereiche der DB AG sowie weiterer Betroffener.

Die Eisenbahnüberführung befindet sich im Regionalbereich Südwest der DB Netz AG und wird von der Produktionsdurchführung Ulm betreut, welche die Koordination der wesentlichen bahninternen Prozesse und Schnittstellen für den bahnseitig als „Baumaßnahme Dritter“ eingestufteten Brückenneubau übernahm und erster Ansprechkontakt für DEGES war.

Die Veranlassung und Koordination sämtlicher Planungs-, Genehmigungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozesse sowie der Baudurchführung erfolgte durch DEGES.

Das mit der Entwurfsplanung beauftragte Planungsbüro SSF Ingenieure AG erarbeitete für die im Rahmen der Vorplanung festgelegte Vorzugsvariante einen Gesamtentwurf, welcher hinsichtlich seiner eisenbahntechnischen Belange von der DB Netz AG geprüft und genehmigt und vonseiten des BMVI mit Gesehenvermerk im Besonderen aus wirtschaftlicher Sicht bestätigt wurde.

DEGES führte das Vergabeverfahren für die Bauleistungen durch, reservierte frühzeitig die benötigten Hilfsbrücken, beauftragte und koordinierte den vom Eisenbahn-

bundesamt (EBA) zugelassenen Prüflingenieur, den Bauvorlageberechtigten Bahn (BVB), Leistungen der bahneigenen Qualitätssicherung (Fertigungsüberwachung Stahlbau/Korrosionsschutz) und die Planungen, Prüfungen und Bauausführungen für die DB-Fachgewerke Leit- und Sicherungstechnik (LST) und Kommunikationstechnik (KT) sowie Kabel Dritter und für die GNT-Zugsteuerung.

Die Planung und Bauausführung der unmittelbar westlich neben der EÜ liegenden Fuß- und Radwegbrücke (BW21) erfolgte durch DEGES eigenverantwortlich in Vertretung des Landes Baden-Württemberg bzw. der Bundesstraßenverwaltung. Ansprechpartner für dieses Bauwerk waren die Kolleg/-innen des Referats 43 – Ingenieurbau beim Regierungspräsidium Tübingen, welches für dieses Bauwerk den Entwurf der SSF Ingenieure AG genehmigte.

Achtungspunkte für die Herstellung dieses Brückenbauwerks ergaben sich neben der besonderen Konstruktion im Wesentlichen aus der Nähe zu den benachbarten Bahnanlagen, die eine enge Abstimmung mit den bereits bekannten Stellen bei der DB Netz AG erforderten.

Für beide Bauwerke wurden die Ausführungsunterlagen auf Basis digitaler 3D-Modelle erarbeitet. Die BIM-Methodik kam dabei jedoch nicht zur Anwendung.

## 2 Entwurfsprozess

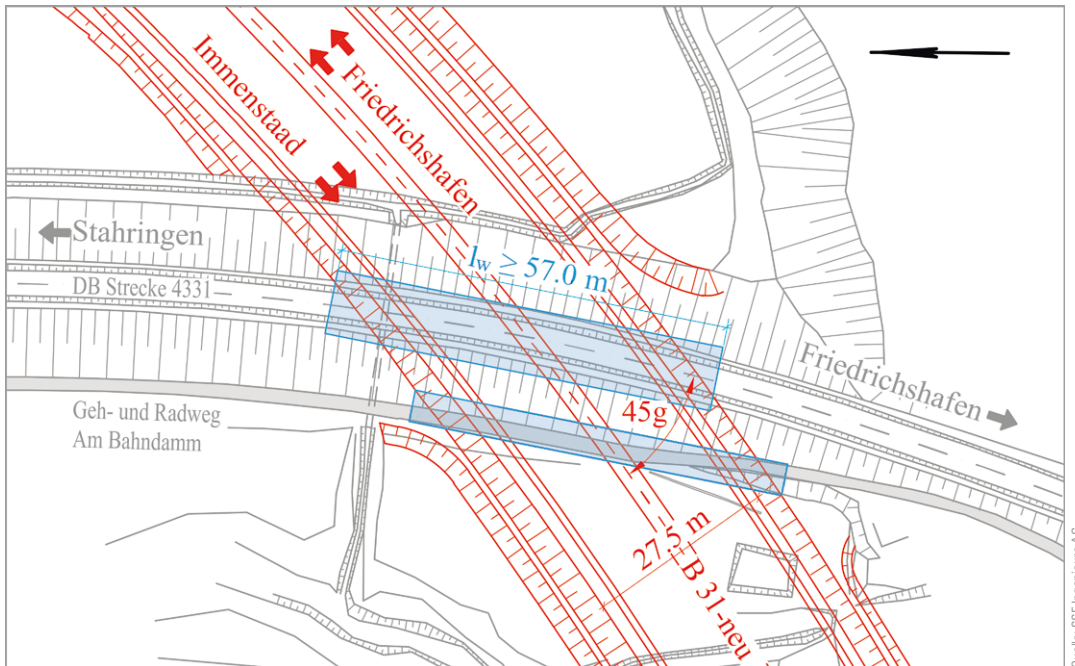
### 2.1 Randbedingungen

#### 2.1.1 Verkehrswege

Die DB-Strecke Stahringen–Friedrichshafen (Strecke 4331) ist im Planungsbereich eingleisig, nicht elektrifiziert und wird mit Güter- und Personenzugverkehr befahren (Streckenklasse D4). Die Strecke verläuft im Baubereich in Dammlage, ca. 2–7 m über Gelände. Der Kreuzungspunkt der Bahnstrecke mit der neuen Bundesstraße liegt in Bahn-km 45,893. Der Kreuzungswinkel beträgt ca. 45 gon. Das Gleis ist im Planungsbereich in einem Bogen mit Radius 400 m mit anschließendem Übergangsbogen trassiert und mit 125 mm überhöht. Die Längsneigung wechselt von  $-6,603\text{‰}$  auf  $-5,331\text{‰}$ . Der Oberbau besteht aus Schienen S 54 auf Betonschwellen. Die zulässige Geschwindigkeit im betroffenen Streckenabschnitt beträgt 120 km/h.

Der Geh- und Radweg „Am Bahndamm“ verläuft parallel zur Bahnstrecke am westlichen Bahndammfuß. Die zukünftige Fahrbahnbreite des Geh- und Radwegs soll im Umbaubereich 3,0 m und die maximale Längsneigung der Gradienten  $S \leq 8,0\%$  betragen.

Die B 31-neu erhält zwei getrennte Richtungsfahrbahnen mit Fahrbahnbreiten von jeweils 9,50 m. Neben den Banketten mit Breite 1,0 m werden Entwässerungsmulden mit Breiten von 1,50 m bzw. 2,0 m angeordnet (Bild 2). Im Bauwerksbereich haben die Fahrbahnen ein Querge-



**Bild 2** Grundrissituation der kreuzenden Verkehrswege  
Floor plan with crossing traffic routes

fälle von 6,0%. Unter den Bauwerken ist der lichte Raum gemäß den „Richtlinien für die Anlage von Autobahnen“ (RAA), Kapitel 4.2.2.2 einschließlich eines seitlichen Sicherheitsraums von 1,0 m frei zu halten.

## 2.1.2 Geologie und Hydrologie

Der Baugrund im Baubereich lässt sich als ein Vier-Schichtenmodell darstellen. Die unterhalb der Auffüllungen anstehenden weichen Deckschichten sind als nicht tragfähig zu werten. Es folgt schluffiger Geschiebemergel. Darunter liegen die Schichten der Oberen Süßwassermolasse in Form von Schluffen, die zumeist als mäßig bis gut tragfähig zu beurteilen sind. Östlich des Baubereichs unterlagert in ca. 20 m Tiefe eine massige Sandsteinbank diese Schicht. Grundwasser steht annähernd auf Geländeneiveau an.

## 2.1.3 Vorgaben und Zwangspunkte

Folgende Vorgaben und Zwangspunkte sind in die Bauwerksentwürfe eingeflossen:

- Die bestehende Trassierung der Bahnstrecke 4331 wird nicht geändert.
- Zur Gewährleistung der erforderlichen Haltesichtweiten ist der Mittelstreifen der B 31-neu im betroffenen Streckenabschnitt stützenfrei zu halten.
- Eine Nachrüstung der Bahnstrecke 4331 mit Oberleitung ist zu berücksichtigen.
- Auf der Eisenbahnüberführung (EÜ) sind Führungsschienen vorzusehen.
- Wegen der geringen Konstruktionshöhe, die für den Überbau zur Verfügung steht, ist für die EÜ eine Kon-

struktion mit oben liegendem Tragwerk und daraus resultierend rechtwinkligen Überbauabschlüssen auszuführen.

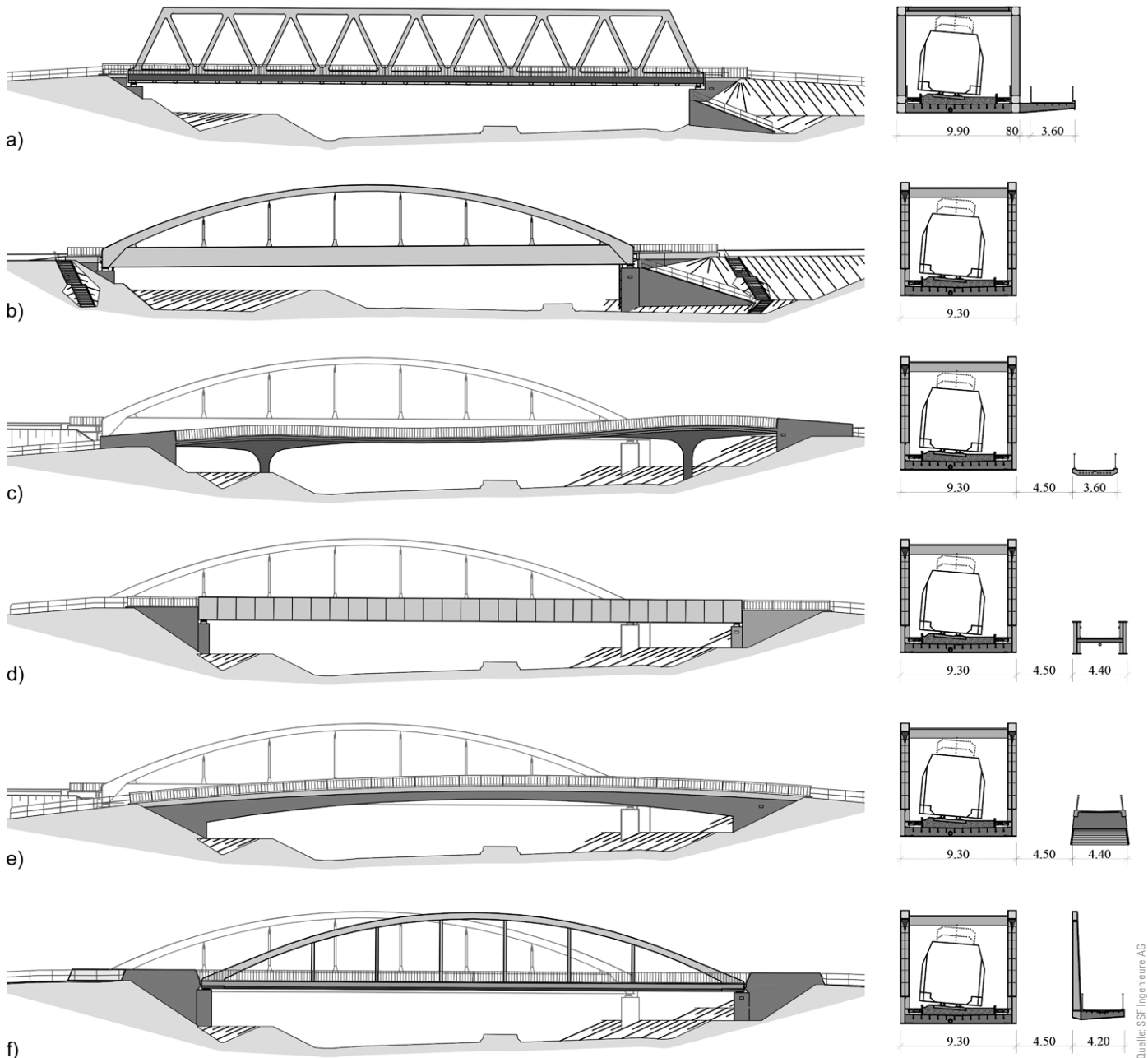
- Gemäß DIN EN 1991-1-7 beträgt der Abstand aufgehender Tragwerksteile zur Gleisachse mindestens 3,20 m (bei Gleisradius  $R < 10\,000$  m).
- Für die neue Bundesstraße ist eine lichte Höhe von 4,70 m vorzusehen.
- Die Bauwerke liegen nach DIN 4149:2005-04 und der entsprechenden regionalen Karte für Baden-Württemberg in Erdbebenzone 2.
- Die Eingriffe in den Bahnbetrieb sind zu minimieren, die beantragten Sperrungen exakt einzuhalten.
- Die Herstellungs- und Unterhaltungskosten (Life Cycle Costs) sind ebenfalls zu minimieren.

## 2.2 Variantenuntersuchung

In der Variantenuntersuchung wurden sowohl gekoppelte als auch getrennte Überführungsbauwerke für Bahn und Fußgänger/Radfahrer betrachtet. Als gekoppelte Variante wurde eine Stahlfachwerkbrücke für die Bahn mit seitlich über Konsolen angeschlossenem Brückendeck für den Geh- und Radweg vorgeschlagen (Bild 3a).

Von der DB Netz AG wurde im Zuge der Planung jedoch die klare Präferenz für getrennte Überführungsbauwerke von Bahn und Fußgänger/Radfahrer geäußert – zur Trennung von Unterhaltslast und Wartungsintervallen. Für die Eisenbahnüberführung fiel die Wahl der DB Netz AG schließlich auf die Ausführung als Stabbogenbrücke (Bild 3b).

Mit Blick auf die Ensemblewirkung erschien für BW21 ebenfalls nur ein in sich orthogonaler Grundriss mit hoch



**Bild 3** Varianten des Brückenensembles in Ansicht und Querschnitt: a) Stahlfachwerkbrücke (BW04) mit auskragendem Brückendeck (BW21), b–f) Stabbogenbrücke (BW04), c) Spannbandbrücke (BW21), d) Stahltrögbrücke (BW21), e) Spannbetonrahmen (BW21), f) Stabbogenbrücke (BW21)  
 Variants for the bridge ensemble in elevation and cross-section: a) steel truss bridge (BW04) with cantilevered deck (BW21), b–f) tied-arch bridge (BW04), c) suspension bridge (BW21), d) steel trough bridge (BW21), e) prestressed concrete frame (BW21), f) tied-arch bridge (BW21)

gesetzten Widerlagern akzeptabel. Ohne die Möglichkeit, Pfeiler im Mittelstreifen der B 31 anzuordnen, kam für BW21 als Brückenhauptform entweder ein weitgespanntes Einfeldbauwerk oder ein Dreifeldbauwerk mit Stützen an beiden Fahrbahnrandern infrage.

### 2.2.1 BW21 als Spannbandbrücke

In dieser Variante überspannt BW21 als dreifeldrige Spannbandbrücke die schräg kreuzende Bundesstraße (Bild 3c). Zwischen den Widerlagern beträgt die Überbaulänge 68,6 m, welche durch Stützen am Fahrbahnrand der B 31 in drei Felder mit Einzelstützweiten von 10,50 m – 47,60 m – 10,50 m unterteilt wird.

Für die gegebenen Stützweitenverhältnisse mit kurzen Randfeldern und einem langen Mittelfeld stellt eine zugbeanspruchte Konstruktion, wie sie die Spannbandbrücke darstellt, die überzeugendste Lösung dar. Eine Spannbandbrücke ist eine echte Hängebrücke, bei der Tragseil, Versteifungsträger und Fahrbahn in einem Bauelement, dem Spannband, zusammenkommen. Das Spannband für BW21 wurde als Betonquerschnitt mit internen Spanngliedern ohne Verbund in Längstragrichtung vorgeschlagen. Für das Brückenhauptfeld beträgt das maximale Verhältnis von Stützweite zu Konstruktionshöhe  $47,60 \text{ m} / 0,36 \text{ m} = 132$ . Die große Schlankheit des Betonquerschnitts ist für die Ausbildung des Bandtragverhaltens von entscheidender Bedeutung.

Das direkt befahrene Spannband läuft über die weit auskragenden Pfeilertische und hängt in Feldmitte mit flachem Stich durch. Die Brücke erhält Füllstabgeländer mit Kurzpfosten, welche dem wellenförmigen Verlauf der Fahrbahn folgen und die Außenansicht zusätzlich strukturieren und akzentuieren. Durch das sanfte Auf und Ab der Fahrbahn bietet das Befahren und Begehen der Brücke einen besonderen Erlebniswert.

### 2.2.2 BW21 als Stahlrogbrücke

Als weitere Variante für BW21 wurde eine einfeldrige Stahlrogbrücke ausgearbeitet (Bild 3d). Die Stützweite des schlanken Stahltragwerks beträgt 60,0 m.

Die Hauptträger der Geh- und Radwegbrücke verlaufen exakt parallel zu den dahinter liegenden Versteifungsträgern der Stabbogenbrücke. Mit der festgelegten Konstruktionshöhe der seitlichen Hauptträger von 2,60 m beträgt die Schlankheit der Konstruktion  $1/23$  der Stützweite. Die Höhe der Fahrbahntafel zwischen den Hauptträgern wurde so gewählt, dass diese eine Absturzsicherung von 1,30 m ohne zusätzliche Geländerkonstruktion gewährleisten. An der Innenseite der Hauptträger werden Handläufe und Radabweiser angebracht.

### 2.2.3 BW21 als Spannbetonrahmen

In dieser Variante überspannt BW21 als schlankes Rahmenbauwerk in Spannbetonbauweise pfeilerlos die schräg kreuzende Bundesstraße (Bild 3e). Die Stützweite der Brücke beträgt 62,20 m.

Der Überbau der Deckbrücke erhält in der Ansicht eine Ausrundung mit einer zu den Widerlagern hin kontinuierlich zunehmenden Konstruktionsstärke. In Feldmitte misst diese lediglich 1,30 m (Schlankheit  $1/48$ ), am Widerlager dann 2,60 m (Schlankheit  $1/24$ ). Trotz seiner Schlankheit ist der Überbau auch aufgrund der steifen Einspannung in die 3,0 m dicken Widerlagerwände, die in eine Reihe von drei Pfählen  $d = 1,20$  m übergehen, und die ebenfalls tief geründeten Flügelwände ausreichend steif dimensioniert.

Für den Überbau wurde ein kompakter Vollquerschnitt vorgeschlagen, mit einem leichten Anzug der Außenflächen nach unten, welcher bequem die erforderlichen Spannglieder aufnehmen kann. Die 1,30 m hohen Geländer werden ebenfalls nach innen geneigt.

### 2.2.4 BW21 als Stabbogenbrücke

Als vierte eigenständige Variante für BW21 wurde eine einfeldrige Stabbogenbrücke mit Monobogen als Stahlkonstruktion vorgeschlagen (Bild 3f). Zwischen den hochgesetzten Widerlagern beträgt die Stützweite des schlanken Stahltragwerks 60,0 m.

Das Entwurfskonzept für diese Variante von BW21 beinhaltet, die Bogengeometrie (Bogenstich, Hängereinteilung) der benachbarten Stabbogenbrücke der Bahn aufzunehmen und auf die spezifischen Charakteristika einer Geh- und Radwegbrücke anzupassen. Aufgrund der deutlich geringeren Fahrbahnbreite wurde für BW21 nur ein Bogen mit seitlich auskragender Fahrbahntafel vorgeschlagen. Die sechs Hänger sind mit dem Brückendeck biegesteif verbunden.

Der Bogen von BW21 wird östlich des Brückendecks angeordnet. Die Bogenaußenkante von BW21 verläuft im Grundriss exakt parallel zu den Bögen von BW04.

## 2.3 Konstruktive und gestalterische Entscheidungen

Die ausgearbeiteten Varianten für das Brückenensemble wurden aus unterschiedlichen Entwurfsansätzen heraus entwickelt und betonen jeweils auch unterschiedliche Gestaltungsprinzipien.

SSF Ingenieure AG und DEGES favorisierten das Brückenensemble aus Stabbogenbrücke (BW04) und Spannbandbrücke (BW21), bei dem die Einzelbauwerke hinsichtlich Brückenhauptform und Baustoff für interessante Kontraste sorgen: Druckbogen – Zugband, Stahl – Beton, hoch aufgewölbt – flach gespannt.

Die Straßenverwaltung maß der Einheitlichkeit von Material und Brückenhauptform größere Bedeutung zu und entschied sich für das Ensemble aus zwei nebeneinanderliegenden Stabbogenbrücken.

### 2.3.1 Eisenbahnüberführung (BW04)

In den Richtzeichnungen der DB-Richtlinie 804.9010 ist die konstruktive Durchbildung von stählernen Stabbogenbrücken für die Eisenbahn weitgehend festgelegt. Durch die Wahl von Bogengeometrie und Hängeranordnung hat der entwerfende Ingenieur dennoch einen entscheidenden Einfluss auf das übergeordnete Erscheinungsbild des Bauwerks.

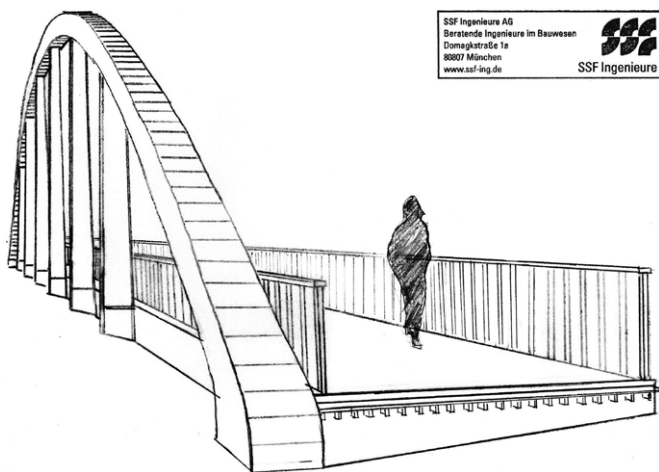
Die geometrische Form des Bogens von BW04 folgt einem Kreis. Mit dem Bogenstichmaß von ca.  $1/7$  der Stützweite wurde für die EÜ ein flacher Bogen gewählt, welcher sich zurückhaltend in die Umgebung einfügt. Der Bogenquerschnitt wurde als Hohlkasten mit einer kontinuierlich veränderlichen Bauhöhe von 700 mm im Bogenscheitel und 1000 mm am Bogenfußpunkt konstruiert, um den Kraftfluss im Bauteil wiederzugeben. Entlang der Überbaulänge wurden sechs Hänger angeordnet, was zu einer gestalterisch günstigen, ungeraden Anzahl an Feldern führt.



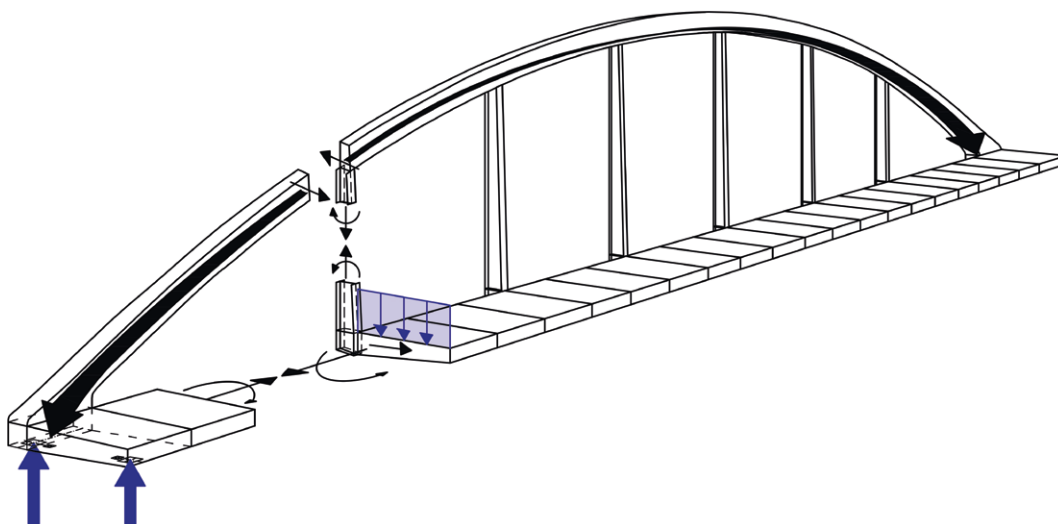
### 2.3.2 Geh- und Radwegbrücke (BW21)

Das Brückendeck von BW21 wurde in der Ansicht exakt parallel zu den dahinter liegenden Versteifungsträgern von BW04 ausgerichtet, was einen harmonischen Gesamteindruck des Brückensembles sicherstellt. Auf dem Überbau werden Füllstabgeländer mit Kurzpfeilen vorgesehen. Dies trägt zu einem ruhigen, transparenten und die Horizontale betonenden Gesamteindruck des Bauwerks bei. Auf den Widerlagern sind beidseitig der 3,0 m breiten Fahrbahn in Fortführung der Füllstabgeländer des Überbaus 30 cm breite und ca. 1,40 m hohe Brüstungswände als Absturzsicherung angeordnet. Die Betonbrüstungen bilden einen sichtbaren Abschluss des Bauwerks und stellen im Widerlagerbereich auch eine optische Trennung zum dahinter liegenden BW04 her.

Das Brückendeck schließt im Querschnitt mit der Innenkante des Bogens ab (Bild 4). Die Hänger, welche als I-Profile mit konstanten Gurtbreiten von 300 mm und veränderlicher Steghöhe ausgebildet werden, sind seitlich am Hohlkasten biegesteif angeschlossen. Ein Versatz



**Bild 4** Perspektivskizze von BW21 zur Veranschaulichung der Entwurfsidee  
 Perspective sketch of BW21 to illustrate the design idea



**Bild 5** Besonderheiten der Lastabtragung im Zusammenspiel von Brückendeck, biegesteifen Hängern und Monobogen  
 Special features of the load transfer between bridge deck, rigid hangers and monobow

zwischen Bogen und Überbauhohlkasten und somit die exzentrische Einleitung des Bogenschubs in den Überbauquerschnitt (=Versteifungsträger) ist bei einer Monobogenbrücke immer gegeben. Durch die gewählte Anordnung des Bogens neben dem Brückendeck wird dieser Zusammenhang bei BW21 konstruktiv betont. Das besondere Zusammenspiel von Brückendeck, biegesteifen Hängern und Monobogen wird nachvollziehbar (Bild 5).

Zur Unterstreichung der Ensemblewirkung wurde entschieden, Stahltragwerk und Füllstabgeländer beider Bauwerke im hellen Grauton DB 701 mit Eisenglimmer auszuführen.

## 2.4 Statisch-konstruktive Durchbildung der Tragwerke

### 2.4.1 Eisenbahnüberführung (BW04)

Die Versteifungsträger der Brücke sind als offene Querschnitte ausgebildet. Am Bogenfußpunkt geht der Steg des Versteifungsträgers in einen zweiwandigen Querschnitt über. Die Fahrbahn ist eine orthotrope Platte aus Fahrbahnblech, Querträger und Längsrippen. Die Hänger wurden – wie bei Eisenbahnbrücken üblich – aus Flachstahl ausgeführt. Für den Anschluss der Flachstahlhänger an den Bogen wurde ein spezielles Detail mit geringer Steifigkeit entwickelt, um die ermüdungswirksamen Spannungen gering zu halten. Zur Stabilisierung der Bögen im Scheitelbereich sind Portalriegel und Diagonalverbände angeordnet.

Aufgrund der Gleiskrümmung im Grundriss von  $R = 400$  m war der Überbau der Eisenbahnüberführung um das Stichmaß von 1,30 m breiter auszuführen, als dies bei einer geraden Linienführung der Fall gewesen wäre (Bild 6). Der Überbau ist auf Elastomerlagern zwängungsfrei gelagert. Auf dem Bauwerk ist der Gleiskörper mit Regelquerschnitt ausgebildet, die vorgegebenen Abstände zu aufgehenden Tragwerksteilen sind eingehalten. Zum



Schutz des Korrosionsschutzes des Stahlüberbaus wurden Unterschottermatten auf der gesamten Fahrbahnbreite verlegt und an den Schotterbegrenzungsblechen bis OK Schotterbett hochgezogen.

Die Widerlager wurden als Kastenwiderlager mit Parallelflügeln ausgeführt. Sie sind entsprechend der Gründungsempfehlung des Baugrundgutachtens auf Bohrpfählen  $\varnothing 120$  cm im anstehenden Geschiebemergel tiefgegründet. Für die Abtragung von Horizontallasten wurden die Pfähle mit 1:10 geneigt. Die Zugänglichkeit der Lager ist über Böschungstrepfen und befestigte Laufwege vor den Widerlagern von außen gewährleistet.

Ein Schienenauszug ist bei Stahlüberbauten mit Schotterfahrbahn und einer Dehnlänge zwischen dem thermischen Festpunkt und dem Überbauende von  $L_T \leq 60$  m (hier:  $L_T = 59,5$  m) nicht erforderlich. Aufgrund des gerin-

gen Gleisbogenhalbmessers von  $r = 400$  m im Bauwerksbereich wurde in Abstimmung mit der regelwerksverantwortlichen Stelle der DB AG im Zuge der Baumaßnahme ein Schienenwechsel von S54 auf E60 durchgeführt, um die Grenzwerte für die zusätzlichen Schienenspannungen nachweisen zu können. Gleichmaßen wurden zur Gewährleistung der Stabilität der Gleislage in Querrichtung im Widerlagerbereich und auf dem Überbau Sicherungskappen eingebaut.

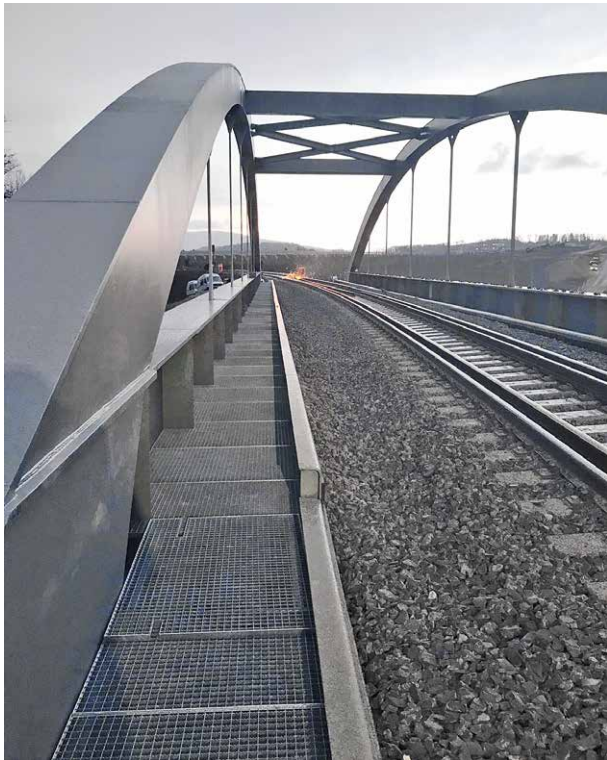
## 2.4.2 Geh- und Radwegbrücke (BW21)

Der Hohlkastenquerschnitt des Monobogens wurde über die Länge der Brücke mit konstanter Höhe von 700 mm und einer veränderlichen Breite von 700 mm am Bogenfußpunkt und 400 mm im Bogenscheitel ausgeführt. An den Fußpunkten ist der Bogen mit dem Brückendeck biegesteif verbunden. Für die Krafteinleitung zwischen Bogen und Brückendeck wird die Bogengeometrie an den Fußpunkten deutlich aufgeweitet (Bild 7).

Der Überbauquerschnitt ist als geschlossener, torsionssteifer Hohlkasten ausgebildet, was sowohl in statisch-konstruktiver Hinsicht als auch im Hinblick auf den Bauwerksunterhalt Vorteile gegenüber einem offenen Querschnitt bietet. Die nicht zugänglichen Zellen des Hohlkastens sind luftdicht verschweißt. Um Schwingungen der sehr schlanken Konstruktion zu reduzieren, wurde ein externer Schwingungsdämpfer im Brückendeck in Feldmitte eingebaut.

Die Hänger werden als I-Profile mit konstanten Gurtbreiten von 300 mm und veränderlicher Steghöhe ausgebildet. In den Anschlusspunkten an das Brückendeck beträgt die Steghöhe der Hängerquerschnitte 700 mm. In den Anschlusspunkten an den Bogen variiert die Steghöhe entsprechend der veränderlichen Bogenbreite (Bild 8).

Der schlanke Überbau ist entsprechend DIN EN 1991-1-7, 5.6.2 durch das Vorsehen einer größeren Durchfahrts Höhe als die benachbarte Eisenbahnbrücke (BW04) und die benachbarte Straßenbrücke (BW18) im gleichen Straßenzug gegen Anprall gesichert.



Quelle: ICL Ingenieur Consult GmbH

**Bild 6** Schweißen der Führungsschienen auf BW04  
Welding of the guide rails on BW04



Quelle: Bredenkapp Stahlbau GmbH

**Bild 7** Fertig montiertes Stahltragwerk von BW21 vor dem Einheben in Endlage  
Completed steel structure of BW21 before lifting in place





Quelle: DEGES GmbH

**Bild 8** Überqueren von BW 21  
Crossing BW21

### 3 Ausführungsphase

Für die Bauausführung ergaben sich die bei Bahnbaumaßnahmen üblichen zeitlichen Abhängigkeiten und Zwänge durch die bereits zwei Jahre im Voraus geplanten und im Baukapazitätsmanagement der DB Netz AG eingetakteten Sperrpausen für den Einbau von Hilfsbrücken für die Widerlagerherstellung sowie für den Einschub des Überbaus (Bild 9).

Die vorauslaufende Überbaumontage erfolgte seitlich neben der Bahnstrecke bei laufendem Eisenbahnbetrieb (Bild 10).



Quelle: Firmengruppe Max Bögl

**Bild 9** Einschub des Überbaus von BW04 in der Sperrpause der Bahnstrecke  
Moving the superstructure of BW04 in place



Quelle: ICL Ingenieur Consult GmbH

**Bild 10** Überbaumontage von BW04 neben der Bahnstrecke  
Assembly of the superstructure of BW04 beneath the railway line

Erstellen und Prüfen der Ausführungsplanungen, Bauwerksherstellung, Baustellenorganisation, Fertigungsüberwachung, Bauüberwachung, Arbeiten an LST und KT, Arbeitsschutz usw. waren auf diese beiden Termine abzustimmen und zu koordinieren.

Im Rahmen der gesamten Baumaßnahme B 31-neu wurden die Ausführungsplanungen für alle Ingenieurbauwerke mit der internetbasierten Projektplattform EPLASS in einer festgelegten Datenbankstruktur, die sich an den in einzelnen Baulosen thematisch und/oder bauzeitlich zusammengefassten Bauwerken orientierte, digital abgelegt und workflowbasiert geprüft, genehmigt und freigegeben. Die Ausführungsplanung der EÜ, welche ebenso wie die AP von BW21 durch SSF Ingenieure AG erstellt wurde, sollte hier keine Ausnahme machen. So erstellte EPLASS zusammen mit DEGES einen dem Genehmigungsprozess bei Bahnbauwerken angepassten Workflow, welcher abgestimmt mit der DB Netz AG, dem EBA, dem Prüfingenieur und dem BVB Bahn zur Anwendung kam. Alle am Planprüflauf Beteiligten erhielten EPLASS-Zugänge, der BVB Bahn ergänzend eine Signaturkarte mit Lesegerät für die zertifiziert signierte Übergabe der Pläne an das EBA. Im Verlauf der Bauwerksherstellung erfolgte die Erweiterung des Workflows um die zusätzliche Prüfung und abschließende Bestätigung der Bestandsplanungen, welche wiederum digital an IZ-Plan der DB Netz AG übergeben wurden.



Quelle: I+H Bau GmbH

**Bild 11** Einheben von BW21 in Endlage  
Lifting BW21 in place



Quelle: DEGES GmbH

**Bild 12** Fertiggestelltes Brückensembles  
Completed bridge ensemble

Die Bauüberwachung für die Eisenbahnüberführung erfolgte durch speziell für die Überwachung von Bahnbauwerken befähigte und DB-seitig präqualifizierte Mitarbeiter des hierfür beauftragten Ingenieurbüros ICL. Für Leistungen, die spezielle Kenntnisse und Befähigungen erforderten, z. B. „Bauüberwacher Bahn (BÜB) – LST“, hat DEGES Mitarbeiter nachbeauftragt. Gleichmaßen wurden ausstehende Planungsleistungen für die LST- und KT-Anlagen von DEGES während früher Ausführungsphasen beauftragt. In Zusammenarbeit mit der DB Netz AG erfolgte deren Prüfung und Freigabe sowie später die Überwachung und Abnahme der Bauleistungen durch bahneigene Fachleute.

Auch spezielle Fragestellungen wie z. B. Schienenspannungen und Lagestabilität des Gleises auf dem Brücken-

bauwerk bei einem Radius von 400 m wurden durch die Fachbereiche der DB Netz AG begutachtet und bis zur abschließenden Ausführungsentscheidung begleitet.

Die Bauausführung von BW21 war wegen ihrer unmittelbaren Nachbarschaft ebenfalls auf Bahnbelange abzustimmen. Durch die Überbaumontage am Boden auf Punktfundamenten und den nächtlichen Einhub mit zwei Autokränen während der Betriebsruhe der Bahnstrecke konnten die gegenseitigen Beeinflussungen minimiert werden (Bild 11).

So konnte das Brückenensemble fristgerecht zur Teil-Inbetriebnahme der B 31-neu im August 2020 fertiggestellt und dem Verkehr übergeben werden (Bild 12).

#### Autoren

Dipl.-Ing. (Univ.) Christian Hofstetter (Korrespondenzautor)  
chofstetter@ssf-ing.de  
SSF Ingenieure AG, Büroleiter  
Untere Bachgasse 15  
93047 Regensburg

Dipl.-Ing. Andreas Graichen  
graichen@deg.es.de  
DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH  
Zimmerstraße 54  
10117 Berlin

#### Zitieren Sie diesen Beitrag

Hofstetter, C.; Graichen, A. (2021) *Brückenensemble bei Friedrichshafen*. Stahlbau 90, H. 5, S.392-400.  
<https://doi.org/10.1002/stab.202100008>

Dieser Aufsatz wurde in einem Peer-Review-Verfahren begutachtet. Eingereicht: 8. Februar 2021; angenommen: 24. März 2021.



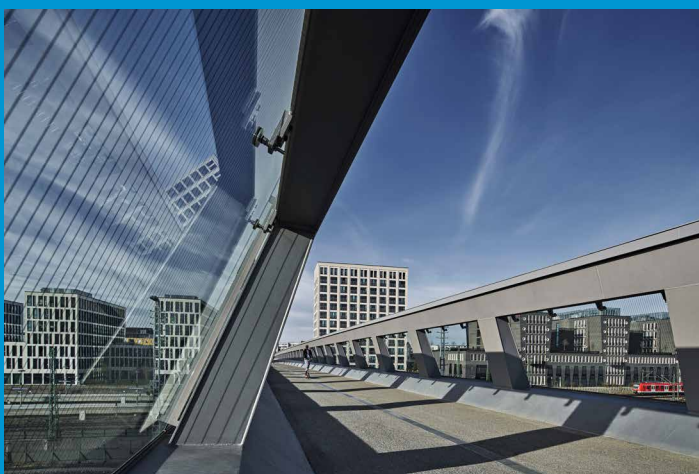
SSF Ingenieure

# SSF Ingenieure

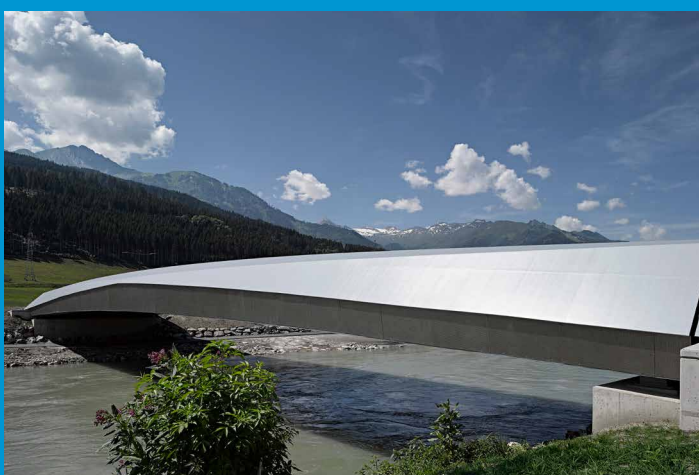
## Begeisterung für Engineering



**Monobogen / Überführung  
der St 2312 über die A3**  
Brückenlänge 108,30 m  
Stahlverbundbauweise



**Brücke Arnulfparksteg  
München**  
Brückenlänge 240,30 m  
Querung von 37 Bahngleisen  
Stählerner Vierendeelträger



**Brücke über die Salzach  
bei Kaprun / Österreich**  
Brückenlänge 56 m  
Modulare Stahlverbund-  
Trogbrücke