



SSF Ingenieure

einstieg

SCHNELLERES BAUEN
ADAPTIVE MODULBAUWEISEN
IM BRÜCKENBAU

VMP®

VSM®

VTR®

VTT®



»» Der Senat der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) hat im März 2018 die Einrichtung des Schwerpunktprogramms „Adaptive Modulbauweisen mit Fließfertigungsmethoden – Präzisions-schnellbau der Zukunft“ (SPP 2187) beschlossen.«

»» Schnelligkeit und Zuverlässigkeit von Bauausführungen rücken in den Fokus von Planungen. Gleichzeitig steigt der Wunsch nach Einmaligkeit, Ästhetik und Langlebigkeit von Strukturen. Langlebige Baustrukturen sollten zudem veränderbar sein, also anpassbar an sich ändernde Nutzungs- und Beanspruchungsbedingungen.«

Quellen: DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft – Schwerpunktprogramm „Adaptive Modulbauweisen mit Fließfertigungsmethoden“ (7.4.2019)

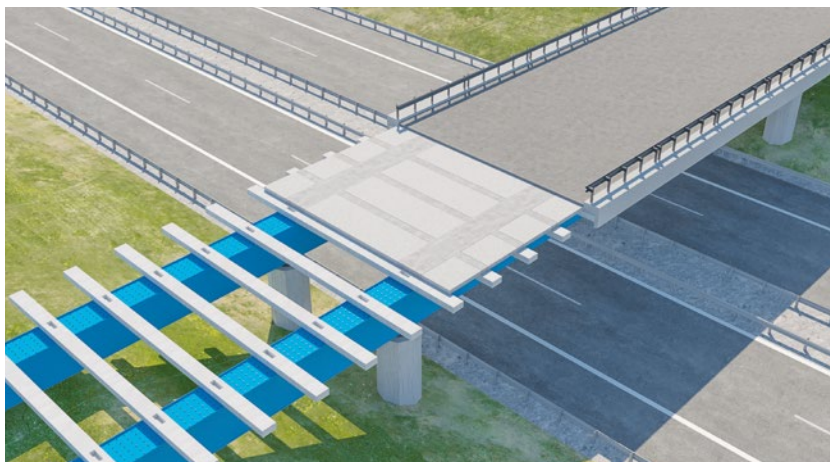
»» Verfahren und bemerkenswerte Qualitätsstandards der industriellen Fließfertigung sollen nun auf das Bauwesen ausgeweitet werden. Ehrgeiziges Ziel ist es, durch diese neue Art der Präzisionsvorfertigung Bauzeiten von Wochen beziehungsweise Tagen zu erreichen.«

VOM BAUEN IN JAHREN ZUM BAUEN IN TAGEN.



»Kurze Bauzeiten, geringe Beeinträchtigungen der Verkehrsteilnehmer und die Reduzierung der CO₂-Emissionen bei gleichbleibend hohem Qualitätsstandard der Bauwerke und nachhaltiger Wirtschaftlichkeit bei der Erneuerung von Brückenbauwerken müssen unser ingenieurtechnischer und gesellschaftlicher Anspruch sein.«

Helmut Wolf,
Vorstand SSF Ingenieure



ADAPTIVE MODULBAUWEISEN IM BRÜCKENBAU

Einige Tausend bestehende Brücken müssen alleine in Deutschland in den nächsten Jahren unter laufendem Verkehr verstärkt oder größtenteils ersetzt werden. Weitergehende und zukunftsweisende Entwicklungen im Brückenbau sind hierfür notwendig.

SERIELLE VORFERTIGUNG VON MODULEN ALS LÖSUNG

Der Schlüssel für eine effiziente und fortschrittliche Entwicklung im Brückenbau ist die modulare Bauweise. Diese ermöglicht die Aufteilung eines Ganzen in skalierbare Teilmodule, eine präzise industrielle Fließfertigung der Module mit bautechnischem in situ-Toleranzausgleich sowie ein Zusammenbau vor Ort nach geeigneten und dauerhaften Fügeprinzipien in Verbindung mit durchgehend digitalisierten Planung-, Produktions- und Montageprozessen.



BISHER VIER VERSCHIEDENE MODULBAUWEISEN

SSF Ingenieure ist Ideengeber für eine Reihe von Modulbauweisen. Durchdachte Module als serielle Vorfertigung stellen dabei den Ausgangspunkt für den Entwurf dar. Diese setzen neue Akzente bei der Fertigung und bieten erhebliche Vorzüge gegenüber herkömmlichen Bauweisen. Sie sind ein Einstieg in die industrielle Fertigung und werden stetig weiterentwickelt.

Bereits in der Vorplanung übernehmen wir dabei die Einholung von erforderlichen bautechnischen Genehmigungen und Zulassungen, damit der Bauherr sicher sein kann, dass das gewählte Bauverfahren ausgeschrieben und ohne Verzug realisiert werden kann.

SCHNELLE ORTSNAHE FERTIGUNG

Für Fertigung und Lieferung der Module sind in Deutschland flächendeckend qualifizierte Stahlbaubetriebe und Betonfertigteilwerke am Markt, deren Module im Werk vor der Auslieferung vom ausführenden Bauunternehmer und Bauherren abgenommen werden.



**VORTEILE MODULARES
BAUEN VON BRÜCKEN:**



Effiziente, kurze Bauzeiten durch hohen Vorfertigungsgrad mit Verlagerung von Herstellprozessen ins Werk



Weniger Stauzeiten, geringere CO₂-Emissionen



Qualitäts- und Effizienzsteigerung durch definierte, gleichbleibende Umfeld-Bedingungen im Werk



Einsatz hoher Betonqualitäten für Module in der industriellen Fertigung ermöglichen sehr dichtes und rissefreies Betongefüge



Logistische Entspannung durch Verlagerung der Vorproduktion weg von der Baustelle



Weniger Störungen im laufendem Baustellenbetrieb



SSF-Modulbauweisen als eingetragene Marken als Qualitätszusage



Minimierung von Witterungseinflüssen, die die Qualität beeinflussen



Prozessstrukturierte Qualitätssicherung der Module im Werk



Präzise industrielle Serienfertigung mit definiertem in situ-Toleranzausgleich der Module



Hohe Adaptivität der Module, abgestellt auf die spezifischen Anforderungen des Projektes



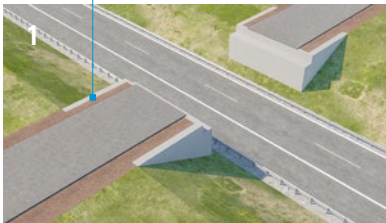
Durchgängiger digitaler Planungsprozess von der Vorplanung über die Ausführungsplanung bis zur detaillierten Montageplanung

VMP®- BAUWEISE

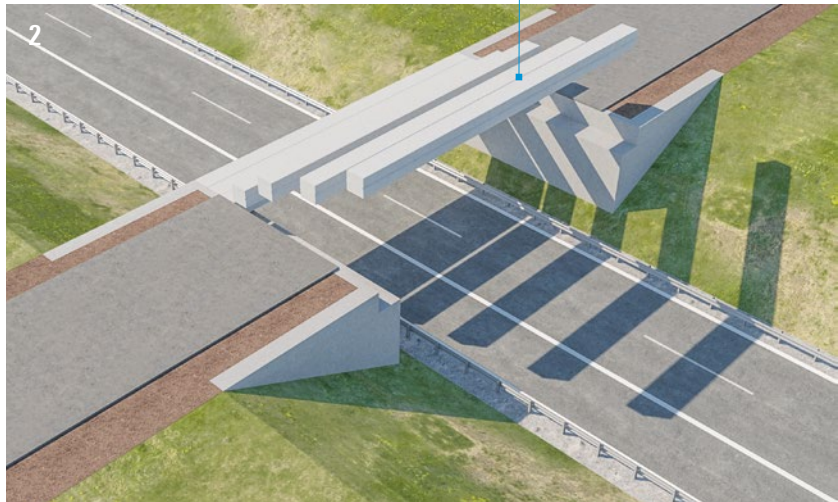
ERSATZNEUBAUTEN VON A- UND
Ü-BAUWERKEN MIT STÜTZWEITEN
BIS ZU 20 METER

VMP® ist das geschützte Markenzeichen der SSF Ingenieure AG für die vorgespannte Modul-Plattenbauweise. Brückenlange Spannbetonmodule werden im Werk serienell vorgefertigt und vor Ort zu einer Platte zusammengefügt.

Widerlager in Ortbetonbauweise,
ggf. partiell vorgefertigt

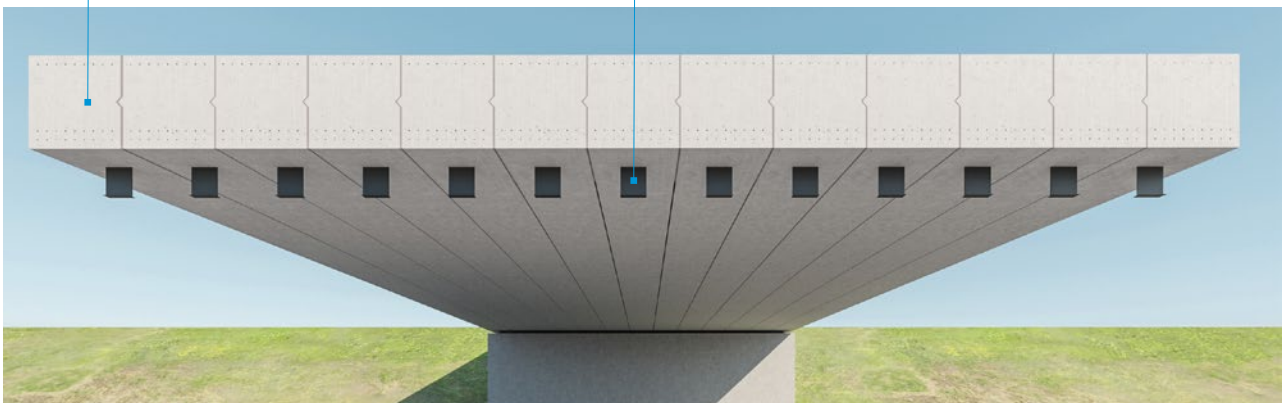


Spannbeton-Fertigteilträger als
Längsträger-Module



Spannbeton-FT-Längsträger-Modul

Längsträger-Modul mit vorgefertigtem
Stahllamellen-Lager



Wählbare Regelmodule	Stützweiten	max. Gewicht
Modul 200/40 cm	> 8 m	17 t
Modul 100/60 cm	> 12 m	20 t
Modul 100/80 cm	> 16 m	35 t
Modul 100/100 cm	> 20 m	55 t



ANSICHT FERTIGES BAUWERK

BEDARF UND ANWENDUNG

Diese Bauweise eignet sich für eine kurzfristige Realisierung von Einfeldbrücken bis zu einer Stützweite von ca. 20 m. Zentrisch vorgespannte Stahlbetonträger werden in einer präzisen Stahlschalung oder im Match – Cast Verfahren hergestellt, auf der Baustelle montiert und mit externen Spanngliedern in Querrichtung der Brücke zu einer Platte zusammengespannt. Sie benötigen keine Ortbetonergänzung und sind nach dem Aufbringen der Quervorspannung, einer Spritzabdichtung und des Belages direkt befahrbar.

Die Module aus hochfestem Beton haben Breiten bis 3 m und werden im Spannbett vorgespannt. Die Spannlitzen sind im sofortigen Verbund und weisen eine Betondeckung von mindestens 10 cm auf. Die Vorspannung unterbindet Zugspannungen in den Segmenten auch unter Verkehrslasten.

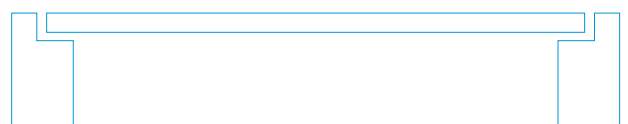
In Brückenquerrichtung sind die Module durch Betonquerkraftdübel über die gesamte Länge miteinander gekoppelt. Die Dübel stellen die Ebenföchigkeit der Fahrbahnsegmente untereinander sicher. Sie wirken als Gelenk und werden durch die zentrische Quervorspannung für alle Lastfälle überdrückt.

Jedes FT-Längsträger-Modul wird mit vormontierten und langlebigen feuerverzinkten Stahllamellen-Lager ausgestattet, die in Auflagerbankaussparungen einbinden und später mit hochfestem Mörtel vergossen werden.

+ VMP®-BAUWEISE

- hoher Vorfertigungsgrad
- kurze Überbau-Bauzeiten
- minimale Beeinträchtigung des unterführten Verkehrs
- robuste, einfache Bauweise
- einfache und sichere Herstellung der planmäßigen Gradienten
- in situ-Herstellung nahezu witterungsunabhängig
- zentrisch vorgespannte Spannbeton-Längsträger aus hochfestem Beton mit sehr dichtem Betongefüge
- Einfeldträger-Bauwerke bis 20 m

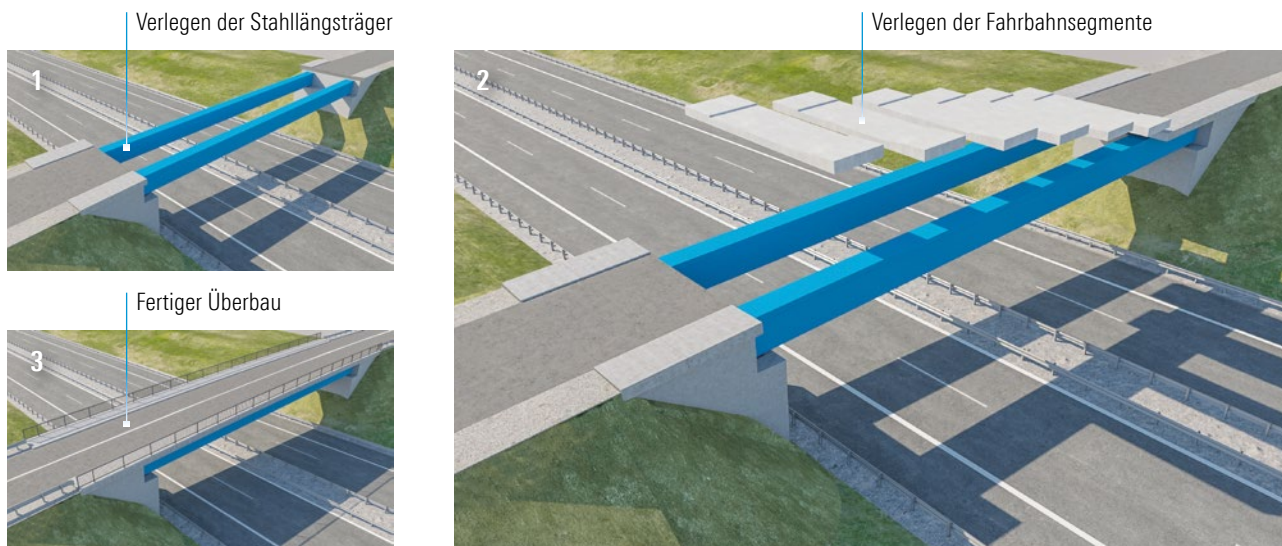
bis 20 m Länge | 3–20 m Breite | 0,3–1 m Höhe



VSM[®]- BAUWEISE

SEHR SCHNELLE REALISIERUNG
VON ÜBERBAUTEN VON EIN- UND
ZWEIFELDBRÜCKEN MIT EINZEL-
STÜTZWEITEN VON 30 BIS 80 M.

VSM[®] ist das geschützte Markenzeichen der SSF Ingenieure AG für die Verbund-Segment-Modul-Bauweise. Der Überbau einer Stahlverbundbrücke wird aufgeteilt in Längsträger aus Stahl und präzise Fahrbahnsegmente aus Spannbeton. Beide werden industriell vorgefertigt, montiert und über eine Vergussfuge verbunden.



VISUALISIERUNG BAUPHASEN

DICHTE FAHRBAHNPLATTEN

Diese Bauweise eignet sich für Ersatzüberbauten über besonders frequentierte Verkehrswege von Ein- und Zweifeldbauwerken bis zu 80 m Gesamtstützweite. Auf der Baustelle wird nicht geschalt und bewehrt. Es werden Fahrbahnplatten-Segmente aus Hochleistungsbeton auf Stahllängsträger verlegt, zusammengespannt und mit den Längsträgern monolithisch verbunden. Die Fahrbahnplatte ist so dicht, dass sie bei Bedarf auch ohne Dichtung und Belag befahren werden kann.

STAHLHOHLKÄSTEN ALS LÄNGSTRÄGER

Je nach Breite des Überbauquerschnittes werden ein oder zwei einzellige werkgefertigte Stahlhohlkästen, die als dicht

geschweißte Kleinhohlkästen oder als innen begehbare Hohlkästen gestaltet sind, als Längsträger vorgesehen. Darauf werden Fahrbahn-Vollsegmente in voller Brückenbreite aufgereiht verlegt und über Kontaktfugen zusammengespannt. Der Verbund erfolgt über Verguss der Horizontal-fugen mit selbstverdichtendem Beton zwischen dem Obergurt der Längsträger, den darauf angeordneten Verbunddübeln und der Bügelbewehrung der Fahrbahnsegmente.

MONTAGE DER LÄNGSTRÄGER

Die Montage der Längsträger erfolgt mittels Kraneinhub oder nach Vormontage auf einem Montageplatz hinter einem Widerlager über Längseinschub. Vor dem Verlegen der Fahrbahnplatten-Segmente werden die Auflagerpunkte für die



ANSICHT FERTIGES BAUWERK

Segmente auf den Stahlhohlkästen präzise einjustiert, so dass sich nach dem Verlegen der Fahrbahnsegmente die planmäßige Gradiente ergibt.

FAHRBAHNSEGMENTE

Die Fahrbahnsegmente werden präzise mit gefügedichtem Hochleistungsbeton im Spannbett mit sofortigem Verbund gefertigt. Die Spannritzen liegen dabei in zwei Ebenen in einem Mindestabstand untereinander von 40 mm.

MONTAGE DER FAHRBAHNSEGMENTE

Nach genauer Festlegung aller Auflagerpunkte werden vom niedrigeren Widerlager ausgehend die Segmente aufgelegt und über verbundlose Spannglieder miteinander zusammengespannt. Das Verlegen der Segmente erfolgt am einfachsten über Kranmontage, können aber auch eingeschoben werden. Nach Montage aller Segmente wird die Längsvorspannung aufgebracht.

STÜTZBEREICHE MEHRFELDRIGER BAUWERKE

Die Fahrbahnplatte wird über alle Segmente von beiden Widerlagern aus mit Spanngliedern ohne Verbund vorgespannt. Erst nach dem Aufbringen dieser Vorspannung erfolgt der Verbund zwischen den Fahrbahnplatten-Segmenten und den Längsträgern durch den Verguss der Verbundfuge. Mit dieser späten Verbundwirkung wird die Fahrbahnplatte vorgedrückt ohne dass die Vorspannung in die Hauptträger abfließt.

+ VSM®-BAUWEISE

- hoher Vorfertigungsgrad
- serielle Fertigung der Fahrbahnplatten-Segmente ermöglicht robotische Verlegung der Bewehrung
- kurze Überbau-Bauzeiten
- minimale Beeinträchtigung des unterführten Verkehrs
- in situ-Herstellung nahezu witterungsunabhängig
- niedrige Transport- und Montagegewichte der Längsträger
- einfache und sichere Herstellung der planmäßigen Gradienten
- Längsspannglieder unter Verkehr austauschbar
- Fahrbahnplatte aus hochfestem Beton mit sehr dichtem Betongefüge
- rissefrei durch Vorspannung im Spannbett



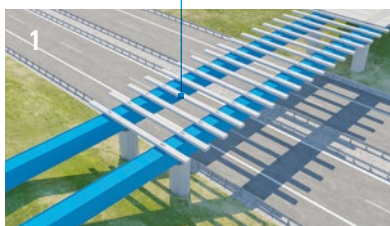
bis 80 m Länge | 20–30 m Breite |
1,5–4 m Bauhöhe Überbau

VTR[®]- BAUWEISE

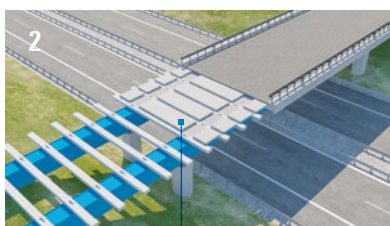
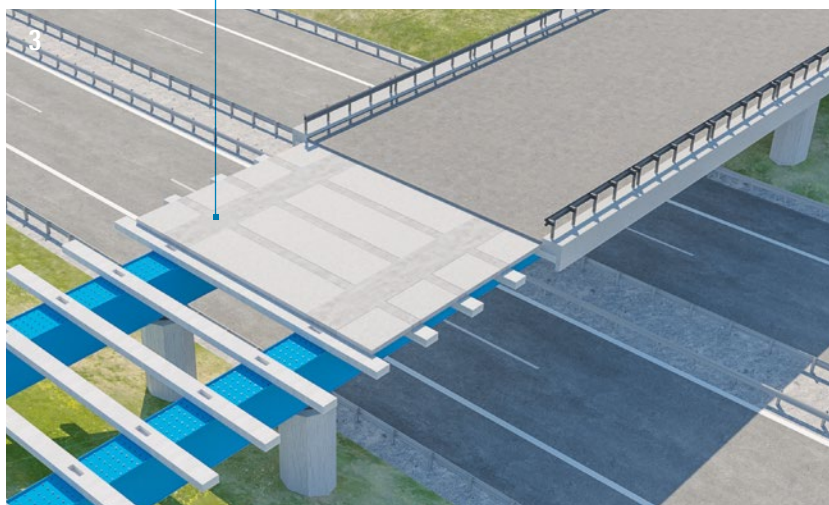
EIN- UND MEHRFELDRIGE,
ZWEISTEGIGE PLATTENBALKEN-
ÜBERBAUTEN, STÜTZWEITEN
BIS 100 M

VTR[®] ist das geschützte Markenzeichen der SSF Ingenieure AG für die Verbund-Träger-Rost-Bauweise. Der Überbau besteht aus Stahllängsträger, auf die seriell vorgefertigte Spannbetonquerträger aufgelegt und mit den Längsträgern zu einem Rost verbunden werden. Modular hergestellte Vollplatten-Segmente ergänzen den Rost zu einer durchgehenden Fahrbahnplatte.

1 Vorgefertigter Spannbetonquerträger wird auf Stahllängsträger verlegt.



3 Verlegen der Fahrbahnplattensegmente und Verguss der Fugen mit Ortbeton.



2 Verbinden Längsträger und Querträger durch Ortbeton zum Trägerrost, Fahrbahnplattensegmente verlegt.





ANSICHT FERTIGES BAUWERK

KONSTRUKTIVE AUSBILDUNG

Der Überbauquerschnitt wird in der Regel als zweistegiger Plattenbalken ausgeführt. Die Stahllängsträger werden im Werk in Form luftdicht verschweißter oder begehbare Kästen seriell gefertigt. Die Länge der Schüsse der Längsträger wird so ausgelegt werden, dass die Schweißarbeiten auf der Baustelle minimiert werden.

Die Fahrbahnplatte ist modular aufgebaut und besteht aus vorgefertigten Stahlbetonquerträgern und darauf aufliegenden Plattensegmenten aus hochfestem Stahlbeton. Die 60 cm breiten Querträger haben eine Mindeststärke von 20 cm und erstrecken sich über die Gesamtbreite des Überbaus. Sie werden in einem Raster von 2,4 m auf die Längsträger verlegt und dienen als Auflager für die 20 cm starken Fahrbahnplattensegmente. Alle Stahlbetonmodule werden mit Litzen teilvorgespannt.

MONTAGE

Die Stahllängsträger werden in der Regel am wirtschaftlichsten mit einem Kran montiert, sie können auch eingeschoben oder im Freivorbau zusammengefügt werden. Nach der Montage der Längsträger über die gesamte Brückenlänge werden zur Einhaltung der Gradienten zunächst die Auflagerpunkte für die Querträger einjustiert, die Querträger verlegt und anschließend durch Ortbeton mit den Längsträgern zu einem

Trägerost verbunden. Nach Abbinden können die Plattensegmente aufgelegt werden. In den Stützenbereichen der Brücke werden die Segmente als Halbfertigteile mit einer Stärke von 10 cm ausgeführt, damit eine Stützbewehrung in der ergänzten Ortbetonschicht eingelegt werden kann.

+ VTR®-BAUWEISE

- hoher Vorfertigungsgrad
- robuste, einfache Bauweise
- kurze Überbau-Bauzeiten
- minimale Beeinträchtigung des unterführten Verkehrs
- niedrige Transport- und Montagegewichte der Längsträger
- einfache und sichere Herstellung der planmäßigen Gradienten
- Betonmodule aus hochfestem Beton mit sehr dichtem Betongefüge und rissefrei durch Vorspannung im Spannbett
- Mehrfeldbauwerke, overfly-Bauwerke, Talbrücken

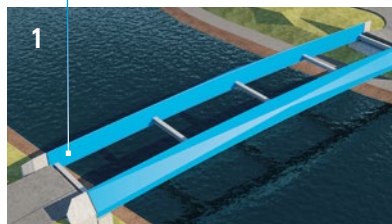
VTT[®] BAUWEISE



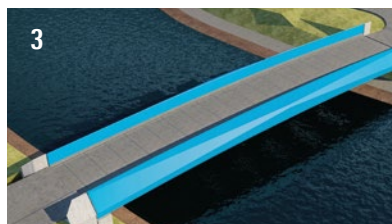
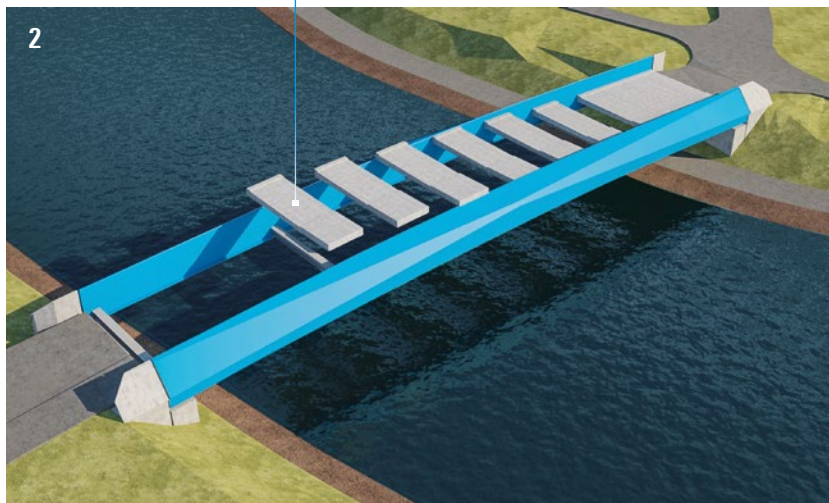
EINFELDTRÄGER ÜBER GEWÄSSER UND
QUERUNGEN VON VERKEHRSWEGEN BEI EIN-
GESCHRÄNKTER BAUHÖHE, STÜTZWEITEN
BIS 80 M / 0,5 M MASSGEBLICHE BAUHÖHE

VTT[®] ist das geschützte Markenzeichen der SSF Ingenieure AG für die Verbund-Träger-Trog-Bauweise. Vorgefertigte Fahrbahnplatten-Module werden zwischen Stahltrög-Längsträgern in der Ebene der Untergurte angeordnet.

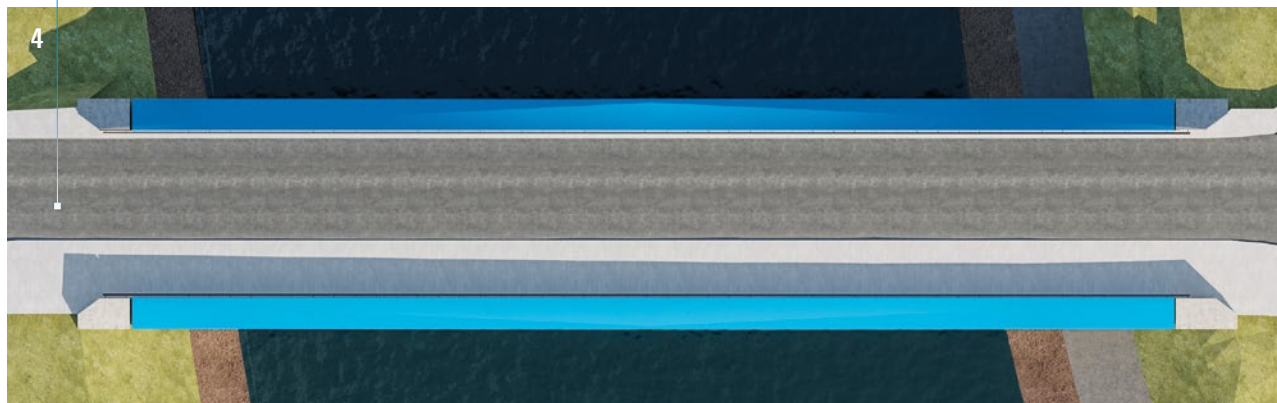
Verlegen der vorgefertigten
stählernen Troglängsträger

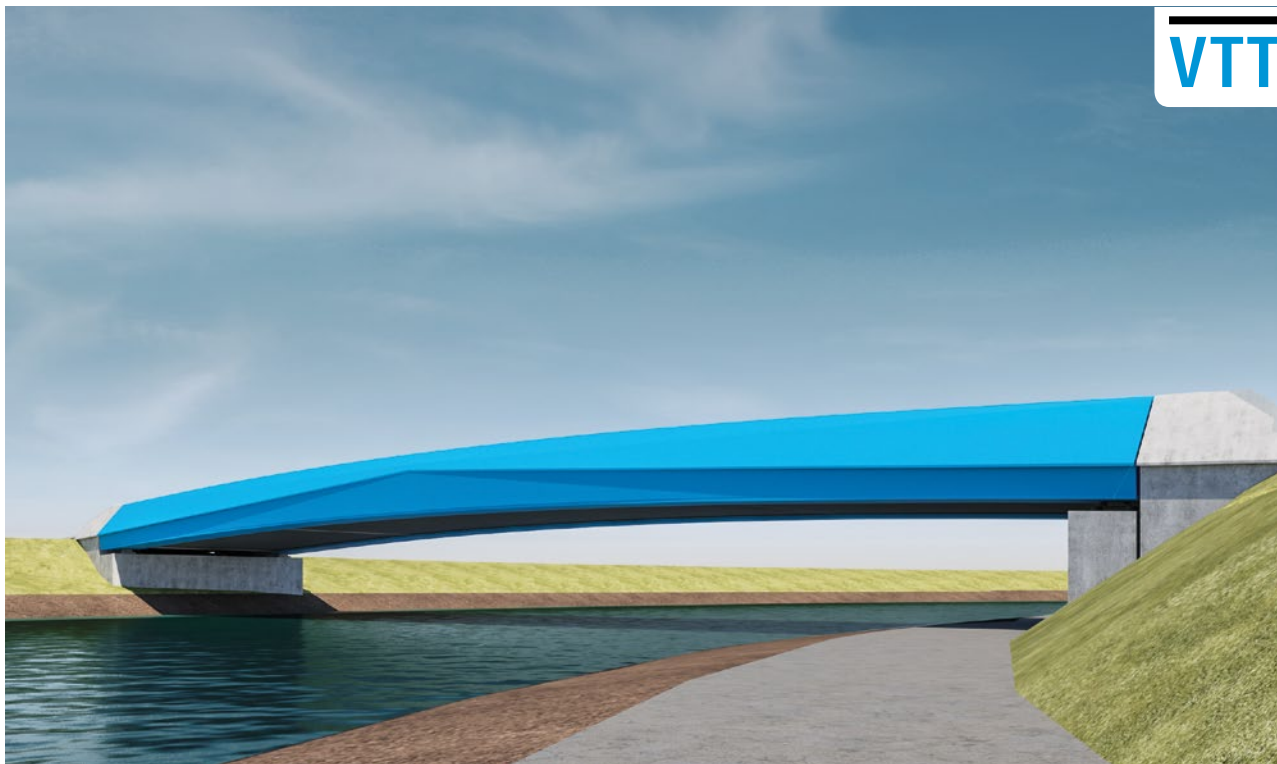


Verlegen der modular hergestellten Fahrbahnplattensegmente;
Zusammenspannen in Längsrichtung und Verguss der
Segmentplatten



Fertig hergestellter Trogüberbau in kurzer Zeit. Auf der Fahrbahnplatte wird die Spritzabdichtung und die Asphaltdecke aufgebracht.





ANSICHT FERTIGES BAUWERK

BEDARF UND EINSATZORTE

Trogbrücken zeichnen sich durch eine sehr geringe maßgebende Bauhöhe aus, die durch die Dicke der Fahrbahnplatte und des Belags bestimmt wird. Die VTT-Bauweise mit kurzen Bauzeiten und hohem Vorfertigungsgrad bei geringer maßgebender Bauhöhe eignet sich ideal für Querungen von Gewässern und stark frequentierten Verkehrswegen, die in ihrer lichten Höhe und damit der Bauhöhe beschränkt sind. Zudem eignet sich die Bauweise zur Höhenminimierung von erforderlichen Anrampungen, die gerade im Stadtbereich aufgrund ihrer Zerschneidungswirkung oftmals als störend empfunden werden.

KONSTRUKTIVE AUSBILDUNG

Die Hauptträger werden in der Regel in Stahl vorgesehen und können in Form von Kästen, offenen Profilen oder Rohrfachwerken ausgeführt werden. Die Tragstruktur in Querrichtung der Brücke bilden Fahrbahnvollsegmente aus hochfestem und gefügedichtem Stahlbeton, die aneinandergereiht verlegt und über Kontaktfugen zusammengespannt werden. Der Verbund zwischen Stahltrog-Längsträger und Fahrbahnplatten erfolgt über Betonvergußfugen.



BAUZEIT

Der Trogüberbau einer Einfeldbrücke mit einer Stützweite bis etwa 60 m kann innerhalb von 10 Werktagen soweit fertiggestellt werden, dass anschließend nur noch die Spritzabdichtung und der Belag aufgebracht werden müssen.

+ VTT®-BAUWEISE

- hoher Vorfertigungsgrad
- robuste, einfache Bauweise
- kurze Überbau-Bauzeiten
- minimale Beeinträchtigung des unterführten Verkehrs
- geeignet für beschränkte Bauhöhen
- einfache und sichere Herstellung der planmäßigen Gradienten
- Fahrbahnplatte aus hochfestem Beton mit sehr dichtem Betongefüge
- Einfeldbauwerke bis 60 m



Wir sind Ideengeber und entwickeln Modulbauweisen im Brückenbau mit den vorgenannten Standards und Zielen.

70 Werktage für **20.850 m²** Überbau



20 Werktage für Herstellung Trogüberbau



Die Bauweisen sind durch eingetragene Marken geschützt, die die zugesicherte Qualität garantieren. Die Marken bedingen keine Mehrkosten für den Bauherrn.

+ IN ZUKUNFT WERDEN DIE MODULE NOCH WIRTSCHAFTLICHER HERGESTELLT DURCH:

- eine Computer gesteuerte Herstellung der Stahlbetonmodule
- eine robotische Verlegung der Bewehrung der Module

ANSPRECHPARTNER

Forschung und Entwicklung
SSF Ingenieure AG



Dr.-Ing. **ANDREAS BAUMHAUER**

T: +49 89 36040 274
E: abaumhauer@ssf-ing.de



Dr.-Ing. **THOMAS LECHNER**

T: +49 89 36040 416
E: tlechner@ssf-ing.de

Modulbauweisen im Brückenbau

Herausgeber

SSF Ingenieure AG, München

Redaktion

Raffaele Rossiello-Bianco, rrossiello-bianco@ssf-ing.de

Gestaltung

ediundsepp Gestaltungsgesellschaft, München
www.ediundsepp.de

Texte

SSF Ingenieure AG

Redaktionsanschrift

SSF Ingenieure AG
Domagkstraße 1a
80807 München
T +49 (0)89/3 60 40 – 0
F +49 (0)89/3 60 40 – 100

Druck

omb2 Print GmbH, München

Verantwortlich für den redaktionellen Inhalt

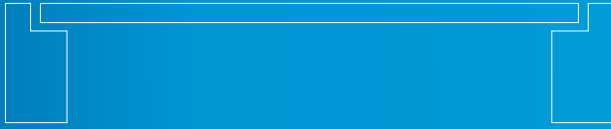
Helmut Wolf, SSF Ingenieure

Bildnachweise

Seite 1, 14: Florian Schreiber Fotografie
Seite 3: Magdalena Joos
Seite 4, 14, 15 : S.C.SSF - RO s.r.l.
Seite 5: Amt der Salzburger Landesregierung
Seite 15: SSF Ingenieure AG
Visualisierungen: Kiril Damyanov

© für alle Beiträge SSF Ingenieure AG München. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Aufnahme in Online-Dienste und Internet, Vervielfältigung auf Datenträgern nur mit ausdrücklicher Nennung der Quelle.

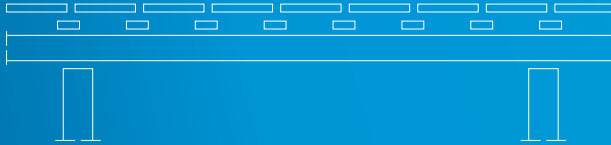




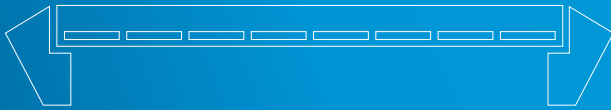
VMP[®]



VSM[®]



VTR[®]



VTT[®]