

Michael Olipitz

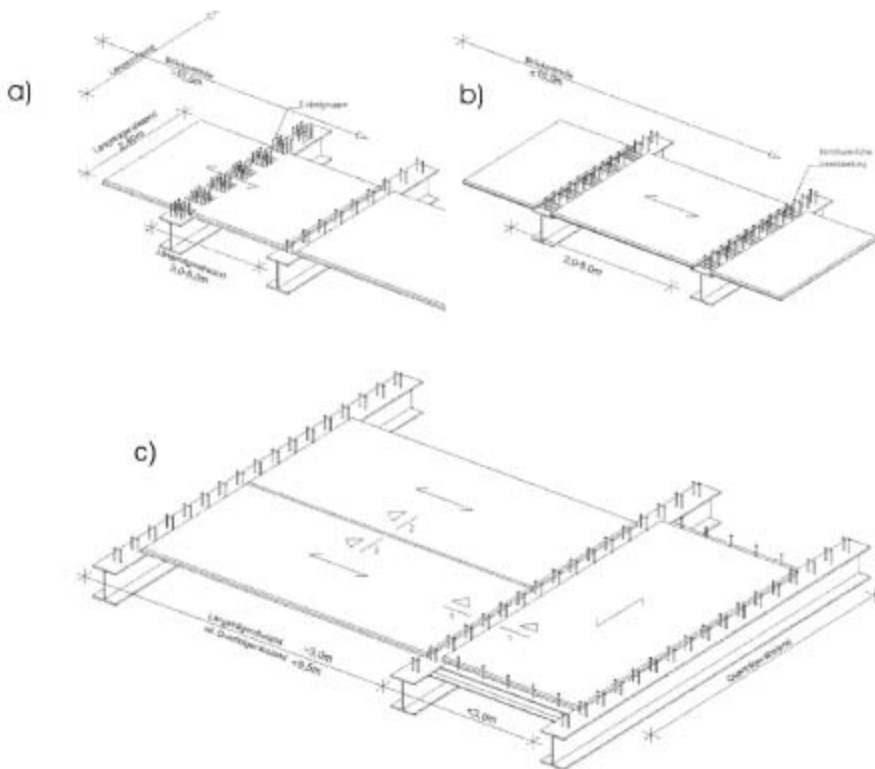
## Verbundbrücken mit Teilfertigteilen im kleineren und mittleren Spannweitenbereich

Beispiele in Kärnten

DI Dr. tech. Michael Olipitz

Technische Universität Graz

Abb. 1: Möglichkeiten der Anordnung von Teilfertigteilen im Bereich der  
a) Auskragung b) gesamten Brückenbreite c) Innenfelder  
Fotos und Grafiken: © Michael Olipitz



Der Verbundbrückenbau hat aufgrund der gegenwärtigen Stahlpreissituation keinen leichten Stand im Wettstreit um die Projektrealisierung und bedarf meist einer gewissen Präferenz seitens des Bauherrn. Verstärkt wird dieser Umstand dadurch, dass auch die ausführenden Baufirmen aufgrund der nicht in vollem Umfang abzudeckenden Leistung und der damit auftretenden Schwierigkeiten an den Schnittstellen zwischen den Gewerken des Beton- und Stahlbaues dieser Bauweise eher reserviert gegenüberstehen. Hinzu kommt noch die Tatsache, dass von Seiten der Planung z. T. aufgrund fehlender Erfahrung – aber auch bedingt durch un-

genügende Vermittlung von Fachwissen an den Universitäten – nur ein eingeschränkter Personenkreis ein ausreichendes Know-how im Entwurf mit Verbundbrücken aufweist. Diesen meist nicht rational begründeten Schwierigkeiten stehen die wirklichen Vorteile dieser Bauweise gegenüber. Die zahlreichen Beispiele aus dem Ausland (siehe [1] bis [5]) zeigen eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten, wobei zumeist eine aus dem klassischen Verbundbrückenbau adaptierte Form gewählt wird. Gerade im kleineren bis mittleren Spannweitenbereich ist die klassische Verbundbrücke nicht mehr wettbewerbsfähig und bedarf weiterer Ent-

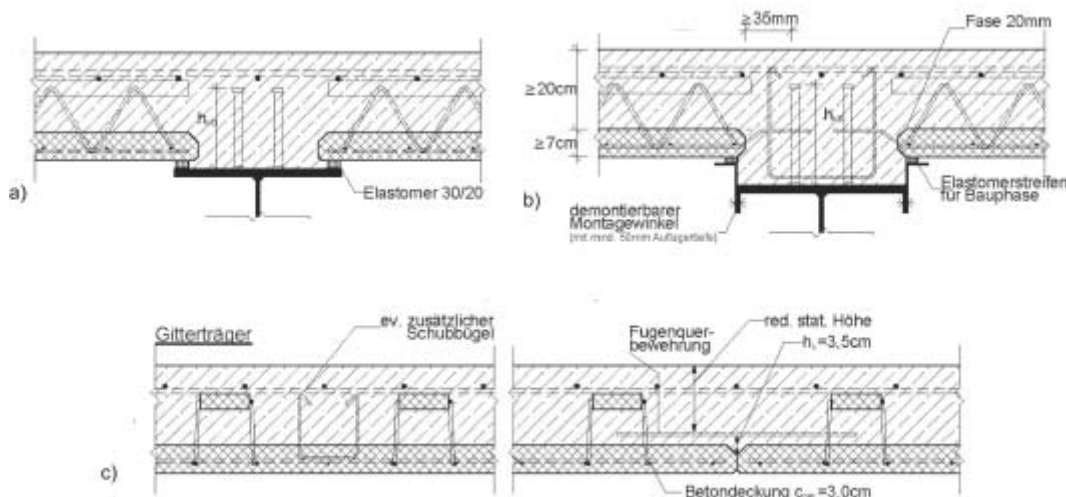
wicklungen in Richtung hybrider Bauweisen, um im Wettstreit bestehen zu können. Dabei spielt die Technik zum Bau der Fahrbahnplatte eine zentrale Rolle. Für eine optimierte Gesamtlösung sind nicht nur die Stahltonnagen, sondern auch die Kosten des Betonüberbaues von entscheidender Bedeutung.

Am wirtschaftlichsten ist der Verbundüberbau mit Teilfertigteilen und Ortbetonergänzung [4]. Die Überlegungen sind bereits so weit ausgereift, dass für vorgegebene Straßenquerschnitte bereits ausgearbeitete Typenentwürfe vorliegen [2]. Ein Umstand, der zwar dem kreativen Geist des Ingenieurs schadet, jedoch hilft, wettbewerbsfähige Alternativen zu Spannbetonüberbauten aufzuzeigen.

Weitere Entwicklungen aus Deutschland in Richtung Verbundfertigteile, die den Stahllängsträger durch eine bereits im Werk oder vor Ort aufbetonierte Betonschale in transportfähiger Breite für die Montage stabilisieren, haben Patentreife (VFT®) [3] erlangt.

Dieser aufgezeigte Weg hin zu einer hybriden Bauweise ist heute aufgrund der oben angeführten Tatsachen im viel zitierten Wettstreit am ohnehin hart umkämpften Markt umso entscheidender. Auch besteht damit die Chance, der Vielfalt an Brückenlösungen für den kleineren und mittleren Spannweitenbereich vermehrt Ausdruck zu verleihen. Immerhin trägt der Bauingenieur gerade bei

Abb. 2: Auflagerdetails und Querfugenausbildung Richtlinie ÖVBB a) Eurocodelösung b) verbesserte Auflagerung mit Montagewinkel c) Querfugenausbildung



Brücken im kleineren und mittleren Spannweitenbereich die Verantwortung, gebaute Umwelt und somit Baukultur zu schaffen. Er leistet damit einen wesentlichen Beitrag für die Gesellschaft.

Auch in Österreich wird die Basis zur Anwendung hybrider Verbundbrückenlösungen durch die im Sommer 2005 im Gründruck erscheinende Richtlinie des ÖVBB zum Thema Verbundbrücken gelegt. Der Schwerpunkt der Richtlinie liegt bei einfachen Brückentragwerken als Einfeld- oder Durchlaufsysteme mit Stützweiten bis 50 m und soll die Anwendung dieser Bauweise zu einer breiteren Akzeptanz führen.

Die bereits eingangs geforderte Anpassung der herkömmlichen Verbundbrückenbauweise an die bereits erwähnten „Adaptierungen“ in der Herstellung der Fahrbahnplatte wird in der Richtlinie einerseits durch

die Einsatzmöglichkeit von Teilfertigteilen, andererseits durch Verbundfertigteilösungen aufgezeigt – ein Umstand, der für die Wettbewerbsfähigkeit dieser Bauweise von immenser Bedeutung ist.

Die Möglichkeiten Teilfertigteile einzusetzen sind – wie dies in Abb. 1 schematisch gezeigt wird – vielfältig. Die Elementbreiten sind aufgrund der Transportfähigkeit auf eine Breite von 2,5 m beschränkt, aber bis zu einer Länge von 10 m problemlos lieferbar. Für kleinere Fahrbahnbreiten (Abb. 1b) besteht die Möglichkeit, lediglich ein Element quer zur Fahrbahnlängsrichtung anzuordnen. Die Verbindung zum Längsträger erfolgt in der Regel über Kopfbolzen in Dübelgruppenanordnung (Abb. 1a). Es ist jedoch statisch wirkungsvoller, eine kontinuierliche Verdübelung (Abb. 1b) über den Längsträgern auszubilden.

Kommen aufgrund größerer Brückenbreiten mehrere Längsträger zur Ausführung, ist die Verlegeart der Fertigteile vom Abstand der Längsträger selbst abhängig. Bei einem Längsträgerabstand unter 3 m (Regelfall) können die Elemente längs zur Fahrbahnachse gelegt werden (Abb. 1c2), um die Anzahl der Querfugen zu reduzieren. Bei größeren Längsträgerabständen wird eine Verlegung quer zur Fahrbahnachse erforderlich, deren maximale Spannweite durch die Tragfähigkeit der Teilfertigteile im Bauzustand (Abb. 1c1) begrenzt ist. Für Brücken mit Querträgeranordnung lagern die Elemente über die Querträger in Fahrbahnachse (Abb. 1c), wobei für eine unterstellungsfreie Verlegung der Querträgerabstand mit ca. 5,5 m begrenzt ist.

Die Lagerung der Fertigteile erfolgt auf Elastomerstreifen und kann bei entsprechendem

Abb. 3: Übersicht der zu diskutierenden Projektbeispiele a) Möllbrücke Obervellach b) Möllbrücke Stranach c) Gailbrücke Mauthen



# BETON ZEMENT

40



Abb. 5: Verlegen der Fertigteile auf den Stahlquerträgern

Korrosionsschutz – nach Eurocode – direkt am Obergurt (Abb. 2a) aufliegen. Besonderes Augenmerk ist dabei auf den Kanten- und Korrosionsschutz des Obergurtes zu legen, der mindestens 35 mm über die Kante zu führen ist. Eine gegenüber dem Eurocode verbesserte Lösung zeigt Abb. 2b, bei der demontierbare Montagewinkel die Problematik des Korrosionsschutzes verbessern und zudem die Möglichkeit eines

Toleranzausgleiches direkt über dem Stahlträger bieten.

Eine weitere wesentliche Forderung in der Anwendung von Teilfertigteilen und die damit einhergehende Steigerung an Effizienz solcher Konstruktionen ist durch die Verlegung der Bewehrung im Fertigteil gegeben. Damit kann die Fahrbahnplattendicke – im Normalfall ist eine 30 cm dicke Fahrbahnplatte ausreichend – äquivalent einer Ortbetonlösung

ausgeführt werden und geht somit mit keiner Eigenlaststeigerung einher, was gerade für den Verbundbau von essenzieller Bedeutung ist. Im Bereich der Querverfuge wird die Bewehrung auf die Fertigteilplatte gelegt und nur mit reduzierter statischer Höhe ausgenutzt (Abb. 2c), was in den meisten Fällen kein Problem darstellt. Die Ortbetonergänzung hat eine Mindestdicke von 20 cm aufzuweisen, wobei die Fuge zwischen Fertigteil und Ortbeton gegenüber Schubbeanspruchungen nachzuweisen ist. Gegebenenfalls ist eine Schubbewehrung in Form von Bügeln vorzusehen (Abb. 2c), da die Gitterträger für den Endzustand nicht in Rechnung zu stellen sind. Der Gitterträger mit verstärktem Obergurt ermöglicht unterstellungsfreie Spannweiten bis 5,5 m.

Inwieweit eine breitere Akzeptanz der genannten Bauweise aus der Einführung der erwähnten Richtlinie resultiert, ist von vielen Faktoren abhängig, doch sollen die im Folgenden angeführten Projekte aufzeigen, dass dieser Weg möglich ist. Es handelt sich dabei um realisierte Wahlentwürfe im Wettstreit sowohl mit Spannbeton- als auch mit herkömmlichen Verbundlösungen.

Anhand der in Abb. 3 angeführten Projekte lassen sich die Anwendungsmöglichkeiten von Teilfertigteilen im Verbundbrückenbau aufzeigen und aus der Sicht des Tragwerksplaners diskutieren.

Abb. 4: Ausführungshinweise Möllbrücke Obervellach a) Querschnitt b) Auflagerdetail Hauptträger c) Austeilung der Teilfertigteile

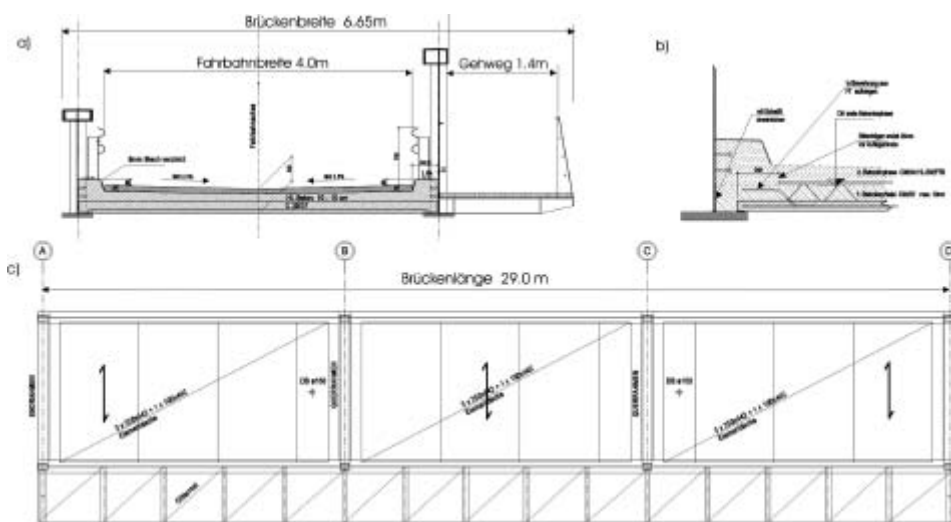


Abb. 6: Verlegeplan a) Stranach b) Mauthen

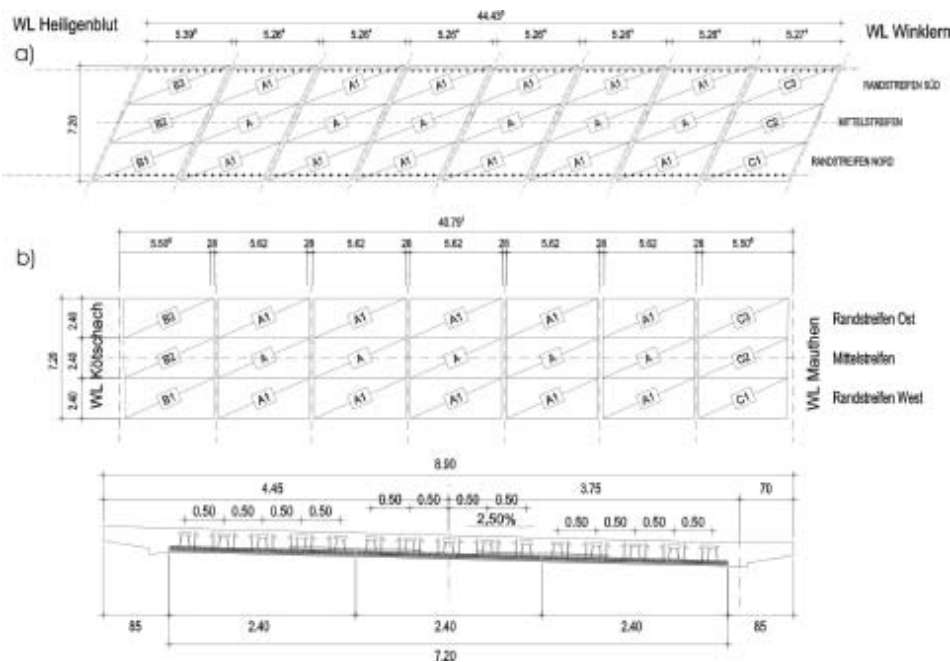
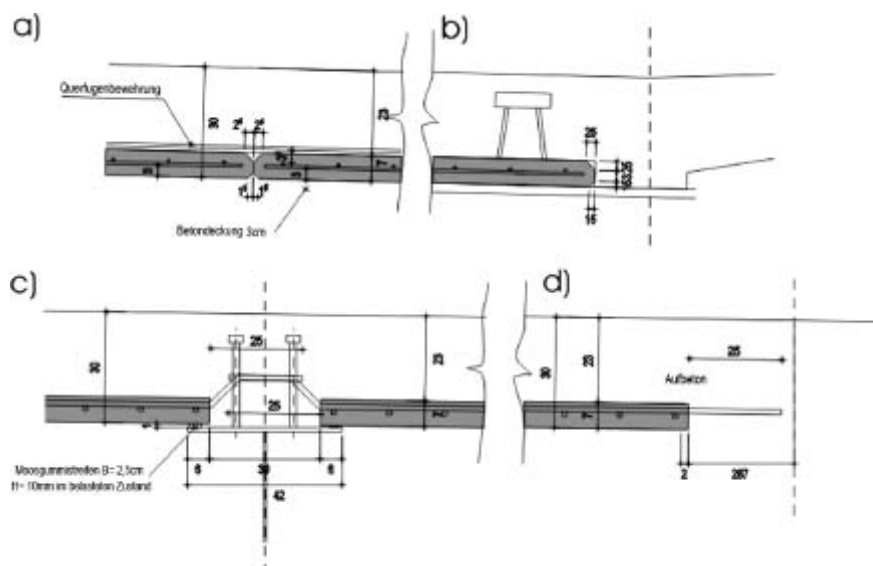


Abb. 7: Detailausbildungen a) Querfuge b) Randträgerausbildung c) Querträgerauflagerung der Fertigteile d) Einbindung Endquerträger



Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale in Bezug auf die Ausführung der Fahrbahnplatte liegen zum einen in der Tragwirkung – im Fall Obervellach handelt es sich um eine einfeldrige Trogbücke, in den beiden anderen Fällen um mehrfeldrige Durchlaufplatten – und zum anderen in der gewählten Bauweise. In allen drei Ausführungsbeispielen wurde die untere Hauptbewehrung für beide Bewehrungsrichtungen im Fertigteil verlegt und musste lediglich im Querschnittsbereich (siehe Abb. 7a) durch Zulagen ergänzt werden. Aufgrund der unterstellungsfreien Lagerung der Fertigteile mit Spannweiten zwischen 4,5 m und 5,5 m sind die Fahrbahnplatten in zwei Abschnitten betoniert worden. Als Gitterträger kam jeweils ein verstärkter Gitterträger der Fa. Katzenberger, Typ Montaquick, zur Ausführung.

Für die Brücke in Obervellach konnte aufgrund der Tragwirkung und der Nutzung als Gemeindestraßenbrücke der zweite Betonierabschnitt der Fahrbahnplatte in Hochleistungsbeton (C35/45 HL-SW/FTB) ausgeführt und auf eine Brückenabdichtung im herkömmlichen Sinn verzichtet werden. Die Fertigteile spannen sich im Bauzustand zwischen den Hauptträgern (Abb. 4c), wobei zur Stabilisierung der Hauptträger deckengleiche Querrahmen in den Drittelpunkten angeordnet sind. Aufgrund der Situierung der Fahrbahnplatte im Bereich des Untergrundes kommt es unmittelbar zur Mitwirkung der Fahrbahnplatte als Zuggurt. Da die systemimmanente Zugkraft zur Rissbildungen in der Fahrbahnplatte führt, wurde sie durch konstruktive Maßnahmen auf Ausbaulasten ( $g_2$ ), Temperaturlasten ( $T$ ) sowie Nutzlasten ( $q$ ,  $Q$ ) beschränkt. Zudem ist aufgrund des Einsatzes von Fertigteilen das Schwindmaß ( $s$ ) ebenfalls reduziert anzusetzen, sodass die gerissene Zugzone mit Rissweiten  $w \geq 0,15$  mm auf einen begrenzten Bereich beschränkt bleibt. Darüber hinaus wird dieser durch Anordnen einer bereits im Werk aufgeschweißten Schrammbordleiste aus Stahl (Abb. 4b) konstruktiv geschützt.

Die Verlegeart der Fertigteile für die Projekte Stranach und Mauthen ist in Abb. 6 ersichtlich, wobei in Stranach aufgrund herstellungsbedingter Maßnahmen (es kam Quer-

# BETON ZEMENT

42



Abb. 8: Verlegezustand der Brücken Stranch und Mauthen

verschub zur Anwendung) eine beträchtliche Brückenschiefe vorliegt. Selbst hier konnten die Teilfertigteile ohne große Probleme eingesetzt werden. Die Fertigteile sind im Gegensatz zum vorangegangenen Projekt in Fahrbahnlängsrichtung von Querträger zu Querträger verlegt (siehe Abb. 5 und 6) und erreichen Spannweiten um 5,5 m.

Um die Verformungen im Bauzustand gering zu halten, musste jedoch für das Betonieren des 2. Abschnittes (1. Betonierabschnitt ca. 10 cm Aufbeton, 2. Betonierabschnitt ca. 13 cm Aufbeton) die Durchlaufwirkung der Fahrbahnplatte aktiviert werden. In beiden Ausführungsvarianten kamen Schubdübel zur Abdeckung der Schubspannungen in den Horizontalfugen zur Anwendung und wurden bei einem Gitterträgerabstand von 50 cm zwischen diesen angeordnet.

Es ist herstellungsbedingt zu beachten, dass die Schubdübel in den Fertigteilen nicht höher als der Gitterträger selbst ausgeführt werden können. Die Fertigteile sind zur Einhaltung der normgemäß geforderten Betondeckung für die Zulagebewehrung ( $c = 3,5$  cm) im Querfugenbereich entsprechend abgefasst. Für die Fertigteile wurde hinsichtlich der Betondeckung das Bau-mindestmaß von  $c = 3,0$  cm eingehalten. Die Lagerung der Fertigteile am Obergurt erfolgte mit einer Auflagertiefe von 60 mm, wobei der Obergurt zur Gänze mit Korrosionsschutz versehen wurde. Die Verbunddübellänge wurde um das Maß der Fertigteile verlängert.

In beiden Anwendungsfällen wurde der Fahrbahnplattenrand in Brückenlängsrichtung mit einem deckengleichen Randunter-

zug in Ortbeton verstärkt (siehe Abb. 6b bzw. 7d). Somit konnten die Fertigteile seitlich eingefasst und die Belastungen aus dem Kragmoment besser aufgenommen werden. Die Kragarme an beiden Fahrbahnrändern wurden ebenfalls in Ortbeton ergänzt, wobei die Schalung mithilfe von Einlegeösen am Fertigteil sowie am Zugband des Bogens gehalten werden konnte. Die Überlegungen zum Bauablauf sind daher schon vor der Produktion der Fertigteile festzulegen, wobei es zu berücksichtigen gilt, dass der Planungsaufwand grundsätzlich mit dem Einsatz von Fertigteilen zunimmt.

Vor dem Betonieren des 2. Betonierabschnittes musste die Betonoberfläche HDW-gestrahlt (Abb. 9) werden, um eine kontrollierte Schubübertragung in der Hori-

Abb. 9: Fahrbahnplatte vor Betonieren des 2. Betonierabschnittes



zontalfuge zu garantieren. Beim 1. Betonierabschnitt wurde die Oberfläche der Fertigteile schon im Werk mit der entsprechenden Rauigkeit (Besenstrich) versehen. Der 1. Betonierabschnitt blieb auf den Bereich der Fertigteile beschränkt, sodass Kragarme und Endquerträger im 2. Betonierabschnitt ergänzt wurden.

Die Vorteile, welche eine unterstellungsfreie Lagerung der Fertigteile über einen Spannweitenbereich von ca. 5,5 m bietet, öffnen eine breite Palette von Anwendungsmöglichkeiten, die der Effizienz und damit der Wirtschaftlichkeit solcher Brückenlösungen dienen. Dies ist bei der Verwendung von Teilfertigteilen im Verbundbrückenbau grundsätzlich der Fall. Doch sollte aus der Sicht des Tragwerksplaners der wirtschaftliche Vorteil nicht ausschließlich dazu genutzt werden, noch billigere Brücken zu konzipieren, sondern die Chance ergriffen werden, sich als Ingenieur vermehrt der ästhetischen Ausformulierung zu widmen, um damit die Basis für eine breitere gesellschaftliche Akzeptanz für die vom Bauingenieur gebaute Umwelt zu legen.

### Literatur

[1] Dauner H.-G.: Techniken zum Bau der Fahrbahnplatte bei Verbundbrücken. Stahlbau 71, Heft 8/2002, S. 625-631

[2] Schmackpfeffer H.: Typenentwürfe für Brücken in Stahlverbundbauweise im mittleren Stützweitenbereich. Stahlbau 68, Heft 4/1999, S. 64-276

[3] Schmitt V.: Verbundbrücken mit kleinen Spannweiten. Bauen mit Stahl

[4] Kretz J., Muermans M.: Deckbrücken in Verbundbauweise als wirtschaftliche Alternative zu Spannbetonbrücken. Beton- und Stahlbetonbau 95, Heft 11/2000, S. 672-677

[5] Collin P., Johansson B.: Wettbewerbsfähige Brücken in Verbundbauweise. Stahlbau 68, Heft 11/1999, S. 908-918



Abb.10: Betoniervorgang beim 2. Betonierabschnitt