

Diploma Thesis

**Method for Placing Prefabricated Slab Elements on
Bridge Decks with Additional Cast-in-Place Concrete
– Comparative Analysis with Conventional Methods
Regarding Construction Time and Cost Efficiency**

submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

Diplomarbeit

**Herstellung der Brückenfahrbahnplatte mit
Fertigteilplatten und Aufbetonschichten –
Vergleichende baubetriebliche Analyse zu
konventionellen Verfahren**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Christoph Vorlen, BSc

Matr.Nr.: 01225755

unter der Anleitung von

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Gerald Goger**

Univ.Ass. Dipl.-Ing. **Tobias Bisenberger, BSc**

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/234-1, 1040 Wien, Österreich

Wien, im Februar 2019

Kurzfassung

Schlagwörter: Projektanalyse, Fahrbahnplatte, Halffertigteile, Versetzwagen, Verbundschalwagen, ortsfeste Kragarmschalung

Das Bauwesen entwickelt sich seit Jahren in eine Richtung: Es wird erwartet schneller, günstiger und mit höherer Qualität zu bauen. Im Bezug auf diese Diplomarbeit zeigt sich dieser Umstand bei Stahl-Beton-Verbundbrücken. Bei der Herstellung von Stahl-Beton-Verbundbrücken wird versucht, mit der Herstellung der Fahrbahnplatte (Sekundärtragelement) an die kurze Bauzeit der Längskonstruktion (Haupttragelement) aus Stahl anzuschließen. Allerdings scheiterte eine weitere Reduzierung der Bauzeit bei der Herstellung der Fahrbahnplatte durch die einzuhaltenen Ausschallfristen. Durch den Einsatz von Fertigteilen kann die Aushärtungszeit des Betons teilweise in das Fertigteilwerk verlagert werden. Zudem entstehen qualitative, wirtschaftliche und bauzeitliche Vorteile gegenüber Fahrbahnplatten aus reinem Ortbeton. Entscheidend ist eine genaue Planung und ein qualitativ hochwertiges Zusammenfügen von Fertigteilen und Ortbeton auf der Baustelle.

Die Grundlagen als Übersicht der Verfahren zur Herstellung der Fahrbahnplatte zeigen, dass die Fahrbahnplatte auf sehr viele verschiedene Varianten hergestellt werden kann: Ortbeton alleine oder eine Kombination aus Fertigteilen und Ortbetonergänzungen in unterschiedlichsten projektspezifischen Ausführungsvarianten. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt bei zwei Schalungssystemen aus Ortbeton, der ortsfesten Kragarmschalung und dem Verbundschalwagen.

Um bei Stahl-Beton-Verbundbrücken an die schnelle Herstellung der Längskonstruktion heranzukommen, wurde vom INSTITUT FÜR TRAGKONSTRUKTIONEN – FORSCHUNGSBEREICH FÜR STAHLBETON- UND MASSIVBAU ein neues, innovatives Verfahren zur Herstellung der Fahrbahnplatte mit einem Versetzwagen entwickelt. Bei diesem Verfahren wird die Fahrbahnplatte aus Halffertigteileplatten mit Ortbetonergänzungen in zwei Schritten gebildet. Dabei werden die Vorteile des fahrenden Schalwagens sowie die von Fertigteilen miteinander verbunden. Der wesentliche Unterschied im Vergleich zum bekannten Verfahren mit dem Verbundschalwagen ist, dass zwei Betonierabschnitte pro Woche hergestellt werden können. Dieser Umstand führt fast zu einer Halbierung der normalerweise benötigten Bauzeit für die Fahrbahnplatte.

Ausgehend vom aktuellen Wissensstand des Versetzwagens und gut durchdachten Annahmen für die Berechnung, werden drei Bauverfahren (ortsfeste Kragarmschalung, Verbundschalwagen, Versetzwagen) zur Herstellung der Fahrbahnplatte wirtschaftlich miteinander verglichen. Das Hauptaugenmerk richtet sich hierbei auf die Bauzeit, die Kosten und die Baustelleneinrichtung. Im Rahmen von zwei ausgewählten Beispielprojekten wird in dieser Diplomarbeit analysiert, ab welcher Länge der Versetzwagen hinsichtlich der gewählten Parameter wirtschaftlich einsetzbar ist. Im Konkreten wird beschrieben, ob die Herstellung der Fahrbahnplatte mit dem Versetzwagen eine sinnvolle Alternative zu den aktuell bekannten Herstellungsverfahren ist und ob dieses Verfahren eine innovative Ausführungsmöglichkeit für Bauunternehmen darstellt. Ergänzend dazu wird auf die Baustelleneinrichtung eingegangen, um verfahrensbedingte Unterschiede bei der Ausführung zu erläutern.

Abstract

Keywords: Comparative Analysis, Bridge Decks, Prefabricated Elements, Installation Carriage, Formwork Carriage, Stationary Cantilever Formwork

For years, the construction industry has been evolving in one direction: Structures are expected to be constructed much faster, more cheaply and at higher quality. Thus, the aim of this thesis is to show the development of composite bridge structures. The main objective with regard to composite bridges is to reduce the construction time of bridge decks (secondary supporting structure) to approach the short construction time of the main steel superstructure. So far, the construction time of concrete-bridge decks could not be reduced, because the stripping time of the structure had to be ensured. With the use of prefabricated slab elements, the curing time can be outsourced to precast concrete plants. In contrast to the bridge deck with cast-in-place concrete, the use of prefabricated elements creates advantages such as higher quality, faster construction time and economic efficiency. It is extremely important that the assembly of precast elements with additional cast-in-place concrete on the construction site is planned cautiously. The overview of construction methods for bridge decks shows that the bridge deck can be constructed in many different ways: cast-in-place concrete alone or a combination of prefabricated elements with additional cast-in-place concrete in variations of project-specific designs. The main focus of this paper lies on two formwork systems that use cast-in-place concrete: the stationary cantilever formwork and formwork carriage.

In order to approach the fast construction time of the main steel superstructure of a composite bridge, the INSTITUTE OF STRUCTURAL ENGINEERING has developed a new, innovative construction method for bridge decks with an installation carriage. Using this construction method, the bridge deck is constructed out of prefabricated elements with additional cast-in-place concrete in two layers. This new method combines the advantage of the formwork carriage with the benefit of precast elements. In contrast to the conventional method with the formwork carriage, two concreting sections can be completed in one week by using the installation carriage, which means that the construction time of the bridge deck can be nearly halved.

Based on the current state of research and reasoned assumptions for the calculations, three construction methods for bridge decks (stationary cantilever formwork, composite formwork carriage and installation carriage) are compared with regard to efficiency. In detail, the study closely investigates construction time, expenses and construction site equipment. Within the scope of this thesis, two exemplary projects are analyzed with the objective to determine at which length the installation carriage with the given assumptions is efficiently applicable. In particular, this paper describes whether the construction of bridge decks with the installation carriage is a reasonable alternative to the conventional methods and if this construction method can be an interesting and innovative option for construction companies. In addition, the arising changes in construction site equipment for the different methods are analyzed.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Motivation	10
1.2	Forschungsfragen	10
1.3	Forschungsmethodik	11
2	Verfahrensübersicht zur Herstellung der Fahrbahnplatte bei Brücken	13
2.1	Fahrbahnplatte aus Ortbeton	14
2.1.1	Ortsfeste Schalung / Kragarmschalung	14
2.1.2	Verbundschalwagen	17
2.2	Fahrbahnplatte mit Fertigteilen	20
2.2.1	Vollfertigteile als Fahrbahnplatte	21
2.2.2	Halbfertigteile mit Aufbetonschicht als Fahrbahnplatte	25
2.2.3	Neues Verfahren mit dem Versetzwagen	31
3	Herstellung der Brückenfahrbahnplatte mit Versetzwagen	33
3.1	Beschreibung des Verfahrens	34
3.2	Einsatzmöglichkeiten und Einsatzbereich	35
3.3	Abmessungen der Fahrbahnplatten	36
3.4	Fugenausbildungen	37
3.5	Besonderheiten und Innovationen des Bauverfahrens	39
4	Beschreibung der Beispielprojekte	43
4.1	Murbrücke Mixnitz	43
4.2	Lafnitz-Brücke	47
5	Vergleichende baubetriebliche Analyse der Beispielprojekte	51
5.1	Murbrücke Mixnitz	56
5.1.1	Darstellung und Beschreibung des bereits gebauten Projektes mittels Verbundschalwagen	56
5.1.2	Einsatz des ursprünglich geplanten ParaTop-Systems – ortsfeste Kragarmschalung	62
5.1.3	Einsatz des Versetzwagens	67
5.2	Lafnitz-Brücke	72
5.2.1	Darstellung und Beschreibung der geplanten Ausführung mittels Verbundschalwagen	72
5.2.2	Einsatz des Versetzwagens	81
6	Fazit der analytischen baubetrieblichen Untersuchungen	87
6.1	Zusammenfassung	87
6.2	Beantwortung der Forschungsfragen	91
6.3	Ausblick	94

A	Berechnungstabellen	101
A.1	Murbrücke Mixnitz	101
A.2	Lafnitz-Brücke	110
B	Einverständnis zur Verwendung von Bildern	117
B.1	Springer Nature	117
B.2	G. Mehlhorn und M. Curbach	123
B.3	Ingenieurbüro Hauf GmbH & Co. KG	125
B.4	Wiley	127
B.5	SSF Ingenieure	129