

Das LT-Brückenbauverfahren für die schnelle und materialsparende Errichtung von Brücken

<https://doi.org/10.14459/2023.1724792.mbs27.06>

Johann Kollegger, Franz Untermarzoner, Michael Rath



Prof. Dr.-Ing. Johann Kollegger

Studium Bauingenieurwesen an der University of California, Berkley (M.Eng. 1980) und der TU Graz (Diplom 1981)

1982 – 1988 Wissenschaftlicher Assistent an der TU Darmstadt und der Universität Kassel (Promotion 1988)

1988 – 1998 Ingenieurbüro Mehlhorn, Philipp Holzmann AG, VSL Vorspanntechnik (Deutschland) GmbH

seit 1998 Ordinarius für Betonbau an der TU Wien



Dipl.-Ing. Franz Untermarzoner

Studium Bauingenieurwesen an der TU Wien (Diplom 2021)

seit 2021 Wissenschaftlicher Assistent an der TU Wien



Dipl.-Ing. Michael Rath

Studium Bauingenieurwesen an der TU Wien
(Diplom 2019)

seit 2019 Wissenschaftlicher Assistent an der
TU Wien

Eine LT-Brücke besteht aus dünnwandigen Längsträgern mit hohlkastenförmigen Querschnitten, Fahrbahnplattenelementen, die auf den Längsträgern versetzt werden und einer Schicht aus Aufbeton, die auf den Fahrbahnplattenelementen und den Längsträgern aufgebracht wird. Mit der Aufbetonschicht und Anschlussbewehrung werden die Längsträger und die Fahrbahnplattenelemente monolithisch verbunden. Das LT-Brückenbauverfahren wurde für die Herstellung von mehrfeldrigen Spannbetonbrücken entwickelt. Im Rahmen eines Pilotprojekts erfolgte die Erstanwendung des LT-Brückenbauverfahrens im Auftrag der ÖBB Infrastruktur AG beim Bau der Pinkabachbrücke im August und September des Jahres 2022.

An LT-bridge consists of thin-walled longitudinal girders with a box section, deck slab elements, which are placed on top of the longitudinal girders, and a layer of in-situ concrete. The longitudinal girders and the deck slab elements are monolithically joined to each other by reinforcement and the layer of in-situ concrete. The LT-bridge construction method was developed for the erection of multi-span post-tensioned concrete bridges. In the course of a pilot project, the first application of the LT-bridge construction method was realized in the construction of the Pinkabachbrücke in the year 2022.

Einleitung

Das LT-Brückenbauverfahren wurde aufbauend auf den Erfahrungen, die beim Bau von zwei Brücken mit dem Brückenklappverfahren gewonnen wurden, entwickelt. Deshalb wird einleitend kurz über die Erstanwendung des Brückenklappverfahrens beim Bau der Brücken über den Lahnbach und die Lafnitz (siehe Abb. 1) im Südosten Österreichs berichtet.

Die Brücken über den Lahnbach und die Lafnitz wurden in den Jahren 2019 und 2020 errichtet [1]. Die beiden Brücken weisen Längen von 105 m und 116 m auf und sind sehr ähnlich. Jede Brücke weist zwei Richtungsfahrbahnen mit einer Breite von jeweils 14,5 m auf. Für jede Richtungsfahrbahn wurde ein Tragwerk mit einem zweistegigen Plattenbalkenquerschnitt hergestellt. Die Stege mit einer Regelbreite von 1,0 m und einer vergrößerten Breite von 2,0 m im Bereich der negativen Biegemomente wurden aus dünnwandigen Fertigteilträgern unter Anwendung des Brückenklappverfahrens hergestellt.



Abb.1: Letzter Klappvorgang bei der Brücke über die Lafnitz (Foto: TU Wien)

Die Wandplatten der Fertigteilträger wurden aus 70 mm dicken Elementdecken hergestellt. Die Elementdecken wurden nach dem Erhärten des Betons im Fertigteilwerk auf einer Stahlschalung aufgestellt. Nach dem Verlegen der Bewehrung wurde zwischen den Wandplatten die 120 mm dicke

Bodenplatte aus Beton C40/50 hergestellt. Für die beiden Brücken wurden insgesamt 48 trogförmige Fertigteilträger und 16 Druckstreben mit einem Kastenquerschnitt (Breite 2,0 m, Höhe 1,25 m, Dicke 110 mm) hergestellt.

Die Abb. 1 zeigt den letzten Klappvorgang bei der Brücke über die Lafnitz. Das Absenken der oberen Endpunkte der Brückenträger erfolgte mit Litzenhebern, die auf der Montageplattform an der Spitze des Hilfspfeilers installiert waren. Zur Herstellung der Brücken über den Lahnbach und die Lafnitz waren acht Klappvorgänge erforderlich. Das Absenken der beiden Brückenträger konnte innerhalb von drei bis vier Stunden bewerkstelligt werden.

Mit dem Brückenklappverfahren konnten 72 m eines Steges hergestellt werden. Die Lücken zu den Auflagern wurden mit Einhängeträgern, die auf den Enden der Kragarme aufgelegt wurden, geschlossen. Nach der Montage der Einhängeträger und der Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung mit den Brückenträgern mit Hilfe einer 20 mm dicken Vergussfuge und Vorspannung wurde in die trogförmigen Fertigteilträger ein Füllbeton eingebracht.

In Abb. 1 ist zu erkennen, dass auf der Richtungsfahrbahn zum Anschlussknoten der Autobahn A2 ein Schalwagen zur Herstellung der Fahrbahnplatte auf den beiden Stegen montiert wurde. Die Schalwagenstühle wurden auf dem erhärteten Füllbeton der Stege mit Gewindestangen befestigt. Die Herstellung der Fahrbahnplatte erfolgte ähnlich wie bei einer Stahl-Beton-Verbundbrücke.

Mit der Erstanwendung des Brückenklappverfahrens bei den Brücken über den Lahnbach und die Lafnitz konnte die Funktionsfähigkeit des Verfahrens nachgewiesen werden. Darüber hinaus konnten Kosteneinsparungen im Vergleich zu den ursprünglich geplanten Stahl-Beton-Verbundbrücken lukriert werden [1]. Ein Kostenvergleich zwischen der Variante mit dem Brückenklappverfahren und der Stahl-Beton-Verbundbrücke, der nach der detaillierten Ausarbeitung der Variante für die Überbauten durchgeführt wurde, zeigte ein Einsparungspotential von ca. 25 % für die Errichtung der Spannbetonbrücken mit den Brückenklappverfahren auf. Dieses Einsparungspotential wurde durch das Angebot des Bestbieters bestätigt. Diese Einsparungen wurden vor allem durch die Reduktion der Spannweiten bei der Spannbetonvariante erreicht. Die Druckstreben stützen die Stege und bewirken dadurch eine wesentliche Reduktion der Biegemomente in den

Brücken. Dies zeigt sich auch in einem Vergleich der Höhen der Überbauten. Die Stahl-Beton-Verbundbrücken wurden mit Querschnittshöhen von 4,2 m (Lahnbachbrücke) und 4,6 m (Lafnitzbrücke) geplant, während die Spannbetonbrücken mit einer Querschnittshöhe von nur 2,0 m gebaut werden konnten.

Mit dem Bau der Brücke über den Lahnbach und die Lafnitz konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz von dünnwandigen Fertigteilträgern und durch das Brückenklappverfahren eine schnelle Errichtung der Stege möglich ist. Dagegen war die Herstellung der Fahrbahnplatte mit einem Schalwagen und Abschnittslängen von 15 m wegen des Wochentakts ein zeitaufwändiger Prozess. Deswegen wurden, aufbauend auf den beim Bau der beiden Brücken gewonnenen Erfahrungen, weitere Überlegungen zur Entwicklung eines Bauverfahrens mit verkürzter Bauzeit angestellt, über das in den folgenden Abschnitten berichtet wird.

LT-Brückenbauverfahren

Eine LT-Brücke besteht aus dünnwandigen Längsträgern mit hohlkastenförmigen Querschnitten, Fahrbahnplattenelementen, die auf den Längsträgern versetzt werden und einer Schicht aus Aufbeton, die auf den Fahrbahnplattenelementen und den Längsträgern aufgebracht wird. Mit der Aufbetonschicht und Anschlussbewehrung werden die Längsträger und die Fahrbahnplattenelemente monolithisch verbunden. Das LT-Brückenbauverfahren wurde für die Herstellung von mehrfeldrigen Spannbetonbrücken entwickelt. Eine vereinfachte Darstellung des Bauverfahrens während der Herstellung eines Baubchnitts einer mehrfeldrigen Spannbetonbrücke ist in Abb. 2 dargestellt.

Auf den Pfeilern werden in einem ersten Arbeitsschritt Pfeilersegmente montiert. Im nächsten Arbeitsschritt werden vorgespannte Längsträger in longitudinaler (L) Richtung angeordnet. Die Fahrbahnplattenelemente werden auf den Längsträgern in transversaler (T) Richtung angeordnet. Die Abb. 2 zeigt einen Bauzustand bei dem 4 von 8 Fahrbahnplattenelementen des Baubchnitts verlegt sind.

Das Versetzen der Pfeilersegmente, der Längsträger und der Fahrbahnplattenelemente kann mit Mobilkränen oder bei längeren Brückentragwerken mit einem Versetzgerät erfolgen. Um das Hubgewicht der Längsträger zu

Das LT-Brückenbauverfahren für die schnelle und materialsparende Errichtung von Brücken

reduzieren, wurden bei dem in der Abb. 2 gezeigten Beispiel die Pfeilersegmente, die wegen der eingebauten Spanngliedverankerungen ein großes Gewicht aufweisen, von den Längsträgern abgetrennt und vorab auf den Pfeilern montiert.

In jedem Bauabschnitt sind deshalb für jeden Längsträger zwei Vergussfugen herzustellen. Die Ausführung der Vergussfugen ist mit einer Breite von 20 mm und einem Vergussmörtel, ähnlich wie bei den in der Einleitung beschriebenen Brücken über die Lafnitz und den Lahnbach, vorgesehen. Die Abdichtung der Fugen zwischen den Längsträgern und den Fahrbahnplattenelementen kann mit den in [2] beschriebenen Technologien ausgeführt werden.

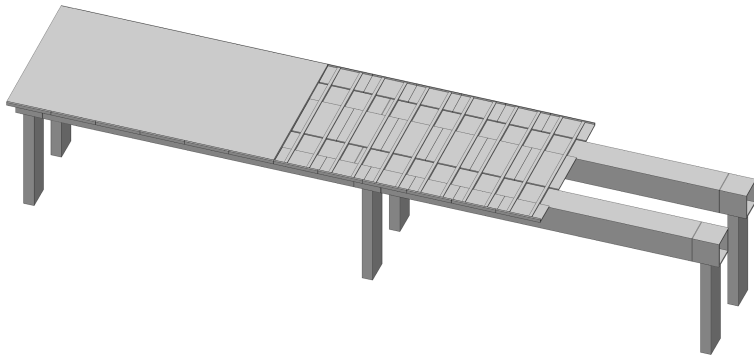


Abb. 2: Herstellung eines Bauabschnitts einer mehrfeldrigen Spannbetonbrücke mit dem LT-Brückenbauverfahren (Zeichnung: TU Wien)

Pilotprojekt Pinkabachbrücke

Im Rahmen eines Pilotprojekts erfolgte die Erstanwendung des LT-Brückenbauverfahrens im Auftrag der ÖBB Infrastruktur AG beim Bau der Pinkabachbrücke im August und September des Jahres 2022. Die einfeldrige Rahmenbrücke mit einer lichten Weite von 20,05 m zwischen den Widerlagerwänden zeigt die Abb. 3. Die Spannweite dieser Brücke ist eigentlich zu klein für das neue Bauverfahren. Die geringe lichte Höhe von nur 1,09 m im Inneren des Hohlkastens wurde vom Auftraggeber aber akzep-

tiert, um Erfahrungen mit dem Bauverfahren sammeln zu können. Im Zeitraum von einer fünfwöchigen Gleissperre wurde die bestehende eingleisige Eisenbahnbrücke abgerissen und die neue Brücke, die eine Pfahlfundierung aufweist, hergestellt.



Abb. 3: Erstanwendung des LT-Brückenbauverfahrens bei der Pinkabachbrücke (Foto: Fabian Fritz)

Das Einheben der 67 t schweren Längsträgers erfolgte mit zwei Mobilkränen. Das anschließende Versetzen der Fahrbahnplattenelemente zeigt die Abb. 4. Jedes der sechs Fahrbahnplattenelemente wies Grundrissabmessungen von 3,44 m in Längsrichtung und 6,51 m in Querrichtung der Brücke auf. In jedem Fahrbahnplattenelement waren zwei Querbalken angeordnet. Mit den Querbalken konnte das Gewicht der Kragplatten und der Aufbetonschicht aufgenommen und in den Längsträger eingeleitet werden.

Das Einheben des Längsträgers, das Versetzen der Fahrbahnplattenelemente und das Abdichten der Fugen erfolgte innerhalb von einem Arbeitstag. Am nächsten Arbeitstag wurde die Bewehrung in den Rahmenecken und die obere Längsbewehrung verlegt. Am dritten Arbeitstag wurde die Aufbetonschicht im Bereich der Rahmenecken hergestellt. In den ersten Arbeitstunden des vierten Arbeitstages wurde der restliche Teil der Aufbetonschicht eingebracht. Die Herstellung des Rahmenriegels konnte somit in dreieinhalb Tagen abgeschlossen werden. Von der ausführenden Firma konnten die Bauarbeiten und die Verlegearbeiten für das Bahngleis planmäßig innerhalb der fünfwöchigen Sperre der Bahnstrecke durchgeführt werden.

Das LT-Brückenbauverfahren für die schnelle und materialsparende Errichtung von Brücken



Abb. 4: Einheben eines Fahrbahnplattenelements bei der Pinkabachbrücke (Foto: TU Wien)

Die gute Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten (siehe Tab. 1) war entscheidend für die erfolgreiche Erstanwendung des LT-Brückenbauverfahrens. Der Erstautor ist den Vertretern der ÖBB Infrastruktur AG (Dipl.-Ing. Heinz Höller, Dipl.-Ing. Thomas Lampl und Dipl.-Ing. Alfred Hüngsberg) für ihr Interesse an dem LT-Brückenbauverfahren und die Initiierung des Pilotprojekts zu großem Dank verpflichtet.

Tab. 1: Projektbeteiligte beim Pilotprojekt Pinkabachbrücke

Auftraggeber	ÖBB-Infrastruktur AG
Entwurf, Bauphasen	TU Wien
Planung	KOB ZT Ges.m.b.H.
Ausführende Firma	LEYRER+GRAF Baugesellschaft m.b.H:
Fertigteile	Rauter Fertigteilbau GmbH

Ausblick

Aufgrund der positiven Erfahrungen bei der Erstanwendung des LT-Brückenbauverfahrens bei dem Pilotprojekt Pinkabachbrücke wurden in der Zwischenzeit die Planungsarbeiten für zwei weitere LT-Brückentragwerke in Österreich beauftragt.

Mit dem LT-Brückenbauverfahren steht für Anwendungen in Deutschland und Österreich eine Alternative zu Ortbetonbrücken zur Verfügung, die sowohl Einsparungen an Bauzeit als auch – wegen der dünnwandigen Längsträger – Einsparungen bei den Baustoffmassen ermöglicht. Für internationale Anwendungen ist das neue Bauverfahren eine Alternative zur Segmentbauweise (Precast girder erection by launching gantry [3]) und wird bei einer ähnlichen Errichtungsgeschwindigkeit einen Beitrag zu großen Masseneinsparungen leisten.

Literatur

- [1] Kollegger, J.; Suza, D.; Proksch-Weilguni, C.; Träger, W. First application of the balanced lowering method to build two bridges in Austria. *Struct. Concr.* 2022, 23, 1413–1425.
- [2] Kollegger, J.; Untermarzoner, F.; Rath, M.: Verfahren zur Herstellung einer Brücke aus Längsträgern und Fahrbahnplattenelementen; Österreichisches Patent AT 526 142; Wien; 2023.
- [3] Members of IABSE Working Group No. 6: Bridge Deck Erection Equipment. ICE Publishing, 2018.