FFG-Programm: VIF2014

Instrument: Forschungs- und Entwicklungsdienstleistung

ZWISCHENBERICHT ZUM WERKVERTRAG

FFG Projektnummer	845688	**eCall Antragsnummer**	4514839
Kurztitel	Tragsysteme	**Bieter**	TU Wien, FCP-Fritsch, Chiari & Partner ZT GmbH
Bericht Nr.	1	**Berichtszeitraum**	08/14-07/15
Bericht erstellt von	Sara Reichenbach		

Richtwert für den Umfang: 10-20 Seiten

1. Ziele und Ergebnisse

- Dieser Zwischen- bzw. Endbericht versteht sich als Tätigkeitsbericht bzw. Kursfassung der Ergebnisse. Die ausführliche Ergebnisbeschreibung ist in einem eigenen Ergebnisbericht (je nach vereinbartem Werk) darzustellen.

- Wurden die dem Werkvertrag zugrunde liegenden Ziele erreicht? Sind diese Ziele noch aktuell bzw. realistisch? (Achtung: Änderungen von Zielen erfordern eine Genehmigung durch die FFG)

Aufgrund der Umstrukturierung der Arbeitspakete, ergab sich eine Veränderung der Fertigstellungstermine innerhalb des Forschungszeitraumes. Einige Pakete wurden vorgezogen, andere wiederrum in das zweite Forschungsjahr verschoben. Es wurde entschieden, Arbeitspaket 3 gemeinsam mit Arbeitspaket 7 und 8 zu bearbeiten. Aus diesem Grund wurde die Bearbeitung von Arbeitspaket 3 noch nicht abgeschlossen, es wurden jedoch bereits Teile von Arbeitspaket 7 und 8 abgearbeitet, welche erst für das zweite Forschungsjahr angesetzt worden sind. Aufgrund der Komplexität von Arbeitspaket 5 wurde der Forschungszeitraum von jenem Arbeitspaket verlängert. Das Arbeitspaket wurde zur Gänze in das erste Forschungsjahr gezogen. Eine Auswirkung auf die definierten Ziele ergibt sich dadurch jedoch nicht.

Die bisher dem Werkvertrag zugrunde liegenden Meilensteine wurden ansonsten zur Gänze erreicht. Die gesetzten Ziele sind zum jetzigen Zeitpunkt noch aktuell und realistisch. Eine Zusammenfassung der durchgeführten Arbeiten ist in Abschnitt 2.2 angeführt.

- Vergleichen Sie die Ziele mit den erreichten Ergebnissen.

Es wurde eine umfangreiche Literaturstudie durchgeführt, in der wesentliche Literatur zum Thema Erfahrungen über die Dauerhaftigkeit von Fertigteilbrücken mit einer detaillierten

Darstellung der Schäden von Fertigteilbrücken in Österreich und im Ausland zusammengestellt wurde. Im Zuge dessen, wurde eine direkte Befragung nach Erfahrungen in Österreich (Länder, ASFINAG, ÖBB) und im Ausland (PIARC) durchgeführt, die anschließend ausgewertet wurde. Die Ziele der Arbeitspakete 1 und 2 wurden erfüllt.
Im Zuge der Entwicklung von Tragsystemen für integrale Fertigteilbrücken wurde entschieden, dass es sinnvoll wäre, bereits bestehende Tragwerke zu analysieren und neue Tragsysteme für Fertigteilbrücken daraus zu entwickeln. Somit wurde das Arbeitspaket zusammen mit Arbeitspaket 7 und 8, bearbeitet was dazu führte, dass Arbeitspaket 3 noch nicht abgeschlossen wurde, die Arbeitspaket 7 und 8 wurden jedoch bereits begonnen.
Erste Ansätze für die Weiterentwicklung von Fugenausbildungen wurden entwickelt. Es werden Fugenausbildungen mit sehr hoher Dauerhaftigkeit angestrebt. Entscheidend ist das Tragsystem und die Entscheidung ob vorgespannte Systeme oder schlaff bewehrte Systeme betrachtet werden. Somit ist das Arbeitspaket ebenfalls von den Arbeitspaketen 3, 7 und 8 abhängig und wurde deswegen in das zweite Forschungsjahr verschoben.
Die Dauerschwingversuche in das erste Forschungsjahr vorgezogen und bereits im Sommer 2014 durchgeführt. Es konnte keine klare Aussage über die Verwendbarkeit von Halbfertigelementen mit geschweißter Flächenbewehrung im Brückenbau getroffen werden. Es wurden 8 Versuche durchgeführt mit nicht klar interpretierbaren Ergebnissen.
Wie bereits erwähnt, wurde mit der Entwicklung von Tragsystemen, dem Planen einer integralen Brücke und der Erstellung von Empfehlungen für die Ausführung von integralen Brücken aus Betonfertigteilen bereits begonnen. Durch die Betrachtung und Berechnung weiterer Brücken werden zusätzliche Erkenntnisse gewonnen.

- Beschreiben Sie „Highlights" und aufgetretene Probleme bei der Zielerreichung.

Zum jetzigen Zeitpunkt stellen die erhaltenen Fragebögen das „Highlight" dieses Forschungsvorhabens dar. Die hohe Rücksendequote der Fragebögen und die ausführlichen Beantwortungen der Fragen erstellten eine solide Basis für die Bearbeitung der Arbeitspakete 1 und 2.
Die Dauerschwingversuche hingegen verursachten die ersten größeren Probleme bei diesem Forschungsvorhaben. Die Versuchskörper verhielten sich nicht gemäß unseren Vorstellungen, was dazu führte, dass kleine klare Aussage über die Verwendbarkeit von schlaff bewehrten Halbfertigteilen mit geschweißter Flächenbewehrung im Brückenbau getroffen werden kann.

2. Arbeitspakete und Meilensteine

2.1 Übersichtstabellen

Tabelle 1: Arbeitspakete

AP Nr.	Arbeitspaket Bezeichnung	Fertigstellungsgrad	Basistermin		Aktuell		Erreichte Ergebnisse / Abweichungen
			Anf.	Ende	Anf.	Ende	
1	Erfahrungen über Fertigteilbrücken in Österreich	100%	06/14	02/15	09/14	05/15	Auswertung der österreichischen Erfahrungen über die Dauerhaftigkeit von Fertigteilbrücken. Umfangreiche Literaturstudie; Detaillierte Darstellung über Schäden an Fertigteilbrücken in Österreich; Direkte Befragung nach Erfahrungen bei den Ländern, ASFINAG, ÖBB; Auswertung der Fragebögen.
2	Erfahrungen über Fertigteilbrücken im Ausland	100%	08/14	04/15	09/14	05/15	Auswertung der internationalen Erfahrungen über die Dauerhaftigkeit von Fertigteilbrücken. Umfangreiche Literaturstudie; Detaillierte Darstellung über Schäden an Fertigteilbrücken im Ausland; Direkte Befragung nach Erfahrungen bei PIARC; Auswertung der Fragebögen.
3	Tragsysteme für integrale Fertigteilbrücken	50%	06/14	05/15	10/14	07/16	Verzögerung der Bearbeitung aufgrund von der Entscheidung das AP 3 mit den AP 7 und 8 zu verbinden, um auf Basis von bestehenden Brücken realistische Tragsysteme zu entwickeln. Die Bearbeitung der AP 3, 7 und 8 verlängert die Bearbeitungszeit.
4	Weiterentwicklung von Fugenausbildungen	30%	06/15	07/15	10/15	12/15	Es werden Fugenausbildungen mit sehr hoher Dauerhaftigkeit angestrebt. Entscheidend ist das Tragsystem und die Entscheidung ob vorgespannte Systeme oder schlaff bewehrte Systeme betrachtet werden. Erste Varianten für die Fugenausbildung wurden entwickelt.
5	Experimentelle Überprüfung der Fugenausbildung	0%	06/15	11/15	10/15	02/16	Die Experimentelle Überprüfung der Fugenausbildung wurde zeitlich nach hinten verlagert da nicht die gleichen Prüfkörper wie für die

							Dauerschwingversuche verwendet werden konnten.
6	Dauerschwing- und Traglastuntersuchungen an Fertigteilelementen mit geschweißter und nicht geschweißter Elementbewehrung	80%	06/15	11/15	09/14	11/14	Es konnte keine klare Aussage über die Verwendbarkeit von Halbfertigelementen mit geschweißter Flächenbewehrung im Brückenbau getroffen werden. Es wurden 8 Versuche durchgeführt mit nicht klar interpretierbaren Ergebnissen.
7	Planen einer integralen Betonbrücke unter Verwendung von dünnwandigen Betonhalbfertigteilen	50%	08/15	03/16	10/14	07/16	Der Nachweis über die Eignung der integralen Bauweise mit Halbfertigteilelementen für die Baupraxis wurde geführt. Eine bestehende zwei-feldrige Autobahnüberführung wurde mit den Halbfertigteilen neu geplant. Es wurden drei Varianten betrachtet: schlaff bewehrt mit gelenkiger Lagerung, schlaff bewehrt mit Einspannungen, und eine vorgespannte Variante. Ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit wurde für jede nachgerechte Brücke angeführt. Weitere Brücken werden noch untersucht.
8	Empfehlungen für die Ausführung von integralen Fertigteilbrücken	30%	02/16	05/16	01/15	09/16	Erste Empfehlungen für die Planung und Herstellung von integralen Brücken (zwei-feldrig) mit dünnwandigen Betonhalbfertigteilen.

Tabelle 2: Meilensteine

Meilen-stein Nr.	Meilenstein Bezeichnung	Basis-termin	Akt. Planung	Meilenstein erreicht am	Anmerkungen zu Abweichungen
1	Erfahrungsbericht Fertigteilbrücken	04/15	-	04/15	-
2	Experimentelle Überprüfung	11/15	02/16	-	Verzögerung aufgrund von Umänderung der Versuchsparameter bei AP5
3	Planung und Herstellung von integralen Fertigteilbrücken	05/16	05/16	-	-

2.2 Beschreibung der im Berichtszeitraum durchgeführten Arbeiten

- Beschreiben Sie kurz die im Berichtszeitraum durchgeführten Arbeiten, strukturiert nach den

Arbeitspaketen.

- Konnten die Arbeitsschritte und –pakete gemäß Plan erarbeitet werden? Gab es wesentliche Abweichungen?

Arbeitspaketbeschreibung AP 1

Titel: Erfahrungsbericht über Fertigteilbrücken in Österreich

Ziele: Detaillierte Darstellung des Wissenstandes über Schäden an Fertigteilbrücken in Österreich

Ein geringer Anteil der Betonbrücken in Österreich ist aus Fertigteilen. Unter diesen Umständen war eine Literaturrecherche der Schäden an Fertigteilbrücken in Österreich nicht sehr ausgiebig. Einerseits kann über die Untersuchungen einer Segmentbrücke der Süd-Ost-Tangente in Wien [1,2], andererseits über eine Fallstudie, die von Herrn DI Dr. Helmut Hartl bereitgestellt wurde, berichtet werden. Die aufgetretenen Schäden und Dauerhaftigkeitsprobleme an Betonbrücken aus Fertigteilen sind sowohl auf Fehler bei der Planung und der Ausführung, als auch auf ungenügende Instandsetzungsmaßnahmen zurückzuführen.

In Tabelle 3 sind die Ansprechpartner, die die Fragebögen ausgefüllt haben aufgelistet. Die Auswertung der Fragebögen wird gemeinsam mit denen aus dem Ausland nach der Beschreibung des Arbeitspaketes 2 angeführt.

Tabelle 3: Befragte Institutionen und deren Ansprechpartner in Österreich

Nr	Abkürzung	Institution	Verantwortlicher
1	K	Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 9 – Straßen und Brücken	DI Paul Jobst
2	V	Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Straßenbau (VIIb)	Ing. Michael Ludescher
3	W	Magistrat Wien, MA 29 – Brückenbau und Grundbau	OStBR DI, MSc. Johannes Petz
4	OÖ	Amt der Oberösterreichischen Landesregierung	DI Reiter Hubert
5	B	Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abteilung Brückenbau	DI Dr. Helmut Hartl
6	S	Land Salzburg, Referat 6/22 Brückenbau	DI Werner Roth
7	ÖBB1	ÖBB Infra SEA Ost 1	DI Manfred Fischer
8	ÖBB3	ÖBB Infra SEA Ost 3	DI Thomas Lampl
9	A1	ASFINAG ASG (Tirol)	DI Thomas Gabl
10	A2	ASFINAG Service GmbH	DI Michael Anthofer

[1] E.M Eichinger, R. Joksch, T. Kirchweger, B. Köberl, J. Kollegger, *Durchführung und Auswertung von Belastungsversuchen und Baustoffuntersuchungen an einer vorgespannten Segmentbrücke,* Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie – Straßenforschung, Heft 535, Wien, 2003

[2] E.M. Eichinger, J. Kollegger, B. Köberl, M. Vill, *Zerstörenden Belastungsversuche an einer vorgespannten Segmentbrücke*, Beton- und Sthalbetonbau 100, Heft 12, 2005.

Arbeitspaketbeschreibung AP 2

Titel: Erfahrungsbericht über Fertigteilbrücken im Ausland

Ziele: Detaillierte Darstellung des Wissenstandes über Schäden an Fertigteilbrücken im Ausland

Im Zuge der Literaturrecherchen zur Dauerhaftigkeit von ausländischen Brücken konnten Erfahrungsberichte aus Deutschland [3,4,5], aus der Schweiz [6], aus Nordamerika [7,8,9], aus Großbritannien [6,9], aus Polen [10,11] und aus der Slowakei [12,13] zusammengefasst werden. Die aufgetretenen Schäden und Dauerhaftigkeitsprobleme an Betonbrücken aus Fertigteilen sind sowohl auf Fehler bei der Planung und der Ausführung, als auch auf ungenügende Instandsetzungsmaßnahmen zurückzuführen.

In Tabelle 4 sind die Ansprechpartner, die die Fragebögen ausgefüllt haben aufgelistet. Die Auswertung der Fragebögen wurde gemeinsam mit denen aus Österreich anschließend angeführt.

Tabelle 4: Befragte Institutionen und deren Ansprechpartner im Ausland

Nr	Abkürzung	Institution	Verantwortlicher
11	CAN	Direction des structures, Ministère des transports du Québec (Kanada)	Eng. Louis-Marie Bélanger
12	JAP	Honshu Shikoku Bridge Expressway Company Ltd. (Japan), Maintenance Planning Division	Kiyohiro Imai
13	BE	Public Service of Walonia (Belgien)	Pierre Gilles
14	ROU	Romanian National Company of Highways and National Roads, Regional Administration for Roads and Bridges Bucharest (Rumänien)	Marian Mina
15	ARG	National Highways Directorate (Argentinien)	Eduardo Castelli
16	CHN	CCC Highway Consultant CO. LTD, Xicheng District (China)	Xu Hang
17	USA	Bureau of Structures and State Bridge Engineer, Wisconsin Department of Transportation (USA)	Scot Baker
18	DK	Road Directorate (Dänemark)	Henrik O. Nielsen
19	SA	South African National Roads Agency (Südafrica)	Elma Lourens

[3] R. Krumbach, H. Meichsner, L. Schubert, Untersuchung zur Dauerbeständigkeit von vorgefertigten Spannbeton-Brückenträgern, Beton- und Stahlbetonbau, 1997

[4] R. Ruhrberg, H. Schuman, Schäden an Brücken und andere Ingenieurbauwerken, Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund, 1982

[5] J. Calavera et al., fib Bulletin no. 29 Precast concrete bridges, International Federation for Structural Concrete (fib), Lausanne, 2004

[6] F. Hunkeler, P. Matt, U. von Matt, R. Werner, Spannglieder, Schrägseile und Anker – Beschreibung der Systeme und Erkenntnisse aus Korrosionsschäden, Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation / Bundesamt für Strassen, Wildegg, 2005

[7] L. Figg, W. Denney Pate, Precast Concrete Segmental Bridges – Americas Beautiful and Affordable Icons, PCI Journal, September-Oktober 2004

[8] C.L. Freyermuth, Durability of Segmental Box Girder Bridges – a Rewiew of Experience in North America (published in Externe Vorspannung und Segmentbauweise), Ernst & Sohn, Berlin, 1998

[9] R.W. Poston, J.P. Wouters, Durability of precast segmental bridges, NCHRP Web Document 15, 1998

[10] J. Biliszczuk.,C. Machelski,P. Maliszkiewicz, M. Mistewicz, Typowe uszkodzenia betonowych mostów prefabrykowanych, Drogownictwo, 1994.

[11] T. Siwowski, Improving the Durability of Precast Concrete Bridges, IABSE reports 73/1/73/2, 1995

[12] L. Nad, Assessment of concrete bridge made of precast beams, Proceedings from the International Symposium Durability and Maintenance of concrete structures, Dubrovnik, Croatia, 2004

[13] M. Brodnan, P. Kotes, P. Kotula, Analysis of short span Bridges from prestressed concrete, Proceedings from the 4th fib Congress/Symposium in Mumbai, 2014

Arbeitspaketbeschreibung AP1 und AP2

Auswertung Fragebogen: Die Fragebögen aus Österreich wurden gemeinsam mit den Fragebögen aus den anderen Ländern ausgewertet. Die ausgewerteten Antworten werden unten angeführt.

Frage 1/2/3: Anzahl und Flächen der Brücken/Betonbrücken/ Fertigteilbrücken im Zuständigkeitsbereich.

Der Anteil an Betonbrücken an der Gesamtanzahl der Brücken wie auch der Anteil der Fertigteilbrücken an der Anzahl der Betonbrücken wird in der Abbildung 1 gezeigt.

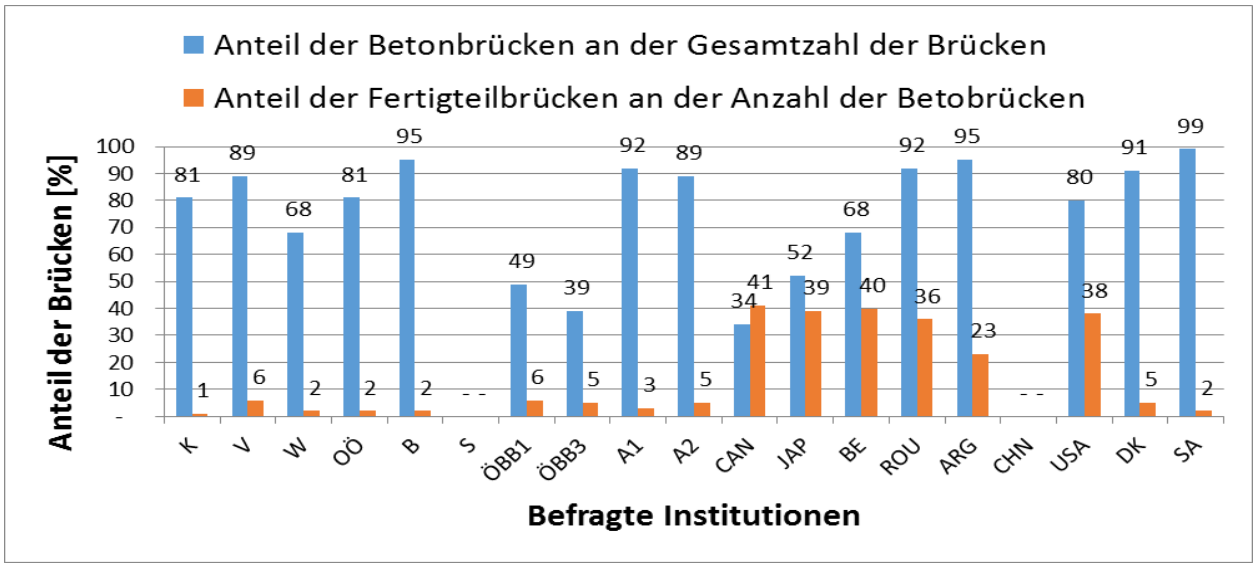


Abbildung 1: Auswertung der Fragen 1-3: Anteil an Fertigteilbrücken

Frage 4: Welche Arten von Fertigteilbrücken wurden gebaut?

Die Arten und die Anzahl der Fertigteilbrücken in den jeweiligen Zuständigkeitsgebieten werden in Tabelle 5 dargestellt. In Österreich sind alle in der Befragung angeführten Brücken

vorhanden.

Tabelle 5: Auswertung der Frage 4: Anzahl und Arten der Fertigteilbrücken

Befrage Person		Nebeneinander verlegte Fertigteilträger mit Ortbetonplatte	Nebeneinander verlegte Fertigteilträger mit Halbfertigteilen in der Fahrbahnplatte	Nebeneinander verlegte Spannbetonträger mit Ortbetonplatte	Nebeneinander verlegte Spannbetonträger mit Halbfertigteilen in der Fahrbahnplatte	Halbfertigteile in der Fahrbahnplatte	Segmentbrücken	Andere Bausysteme	
		Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Art	Anzahl
1	K	~3	0	~3	0	0	0	Nebeneinander verlegte Fertigteilplatten als Tragwerk	~4
2	V	4	11	1	5	1	0	Fertigteilplatten ohne Aufbeton	5
								Rahmenkonstruktion aus Fertigteilen zusammengesetzt	3
3	W	9	0	0	1	0	0	-	0
4	OÖ	35	2	1	0	0	0	Rahmenfertigteile	2
5	B	*	*	*	*	*	0	-	0
6	S	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	-	k.A.
7	ÖBB1	24	0	0	0	0	0	-	0
8	ÖBB3	4	3	0	0	0	1	Andere Fertigteile (3) und Fertigteilrahmen bei Personendurchgängen	13
9	A1	0	4	8	0	2	0	3-zelliger Spannbetonhohlkasten mit äußeren Druckdiagonalen	2
10	A2	0	6	33	0	0	0	A2.81 Spannbeton-Ortbetontragwerk	1
								S309/W92 Spannbeton-Ortbetontragwerk	1
11	CAN	0	0	744	0	0	1	Partial depth and full depth slab	6
12	JAP	80	0	0	0	0	0	-	0
13	BE	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	**	-	0
14	ROU	0	0	91	87	0	0	-	0
15	ARG	28	35	450	216	~5	0	-	0
16	CHN	***	**	****	**	**	*****	-	0
17	USA	80	20	1400	20	0	5	3 sided culverts/bridges (precast and prestressed	50
18	DK	0	0	0	0	0	0	Upturned T-Girders (precast) with in-situ casted concrete on top	105
19	SA	0	0	40	20	0	0	Incrementally launched	12

Frage 5: Gibt es einen merkbaren ungünstigen Einfluss bei Fertigteilbrücken im Vergleich zu Ortbetonbrücken auf die Schadensentwicklung bei folgenden Verschleißteilen?

Die meisten Befragten konnten keinen zusätzlich schädlichen Einfluss auf die Verschleißteile feststellen. Die restlichen Fragebögen haben auf einige Probleme hingewiesen die in Tabelle 6 angeführt sind.

Tabelle 6: Auswertung der Frage 5: Einflüsse auf Verschleißteile

Befrage Person		Verschleißteil	Ja	Nein	NQ*	Wenn ja, welche?
1	K	Fahrbahnbelag	x			Risse und Ausbrüche

		Lager	x			mehr Schäden
		Fahrbahnünergang	x			mehr Verformungsschäden
2	V	Fahrbahnbelag			x	möglich bei Stoßfugen von FT Platten ohne Aufbeton bzw. FT Rahmen ohne Aufbeton oder Aufschüttung
		Lager			x	wegen sehr schlanker FT-Träger oft zu geringe und mangelhafte Aufstandsfläche der Lager (Lagersockel), kommt allerdings auch bei Ortbetonbauwerken vor
		Fahrbahnünergang			x	wenn eine fachgerechte Verankerung gewährleistet ist, wohl keine Nachteile; ein Vergleich ist schwierig, da bei Fertigteilkonstruktionen als auch bei Ortbetonkonstruktionen häufig Probleme im Bereich der Fahrbahnübergänge bestehen (zB fehlende bzw unvollständige Abdichtungsanschlüsse - Umläufigkeiten, Schäden an Verankerung, Anfahrschäden)
4	OÖ	Fahrbahnbelag	x			Bei Systemen mit durchgehenden Längs- und/oder Querfugen
10	A2	Fahrbahnbelag	x			Bei nebeneinander verlegten Fertigteilträgern treten Belagsrisse im Auflagerbereich der Träger auf
12	JAP	Fahrbahnbelag	x			Water from pavement penetrates between precast girders and cast-in-situ concrete.
		Fahrbahnünergang	x			Water, which goes through expansion joints, had an effect on the end of PC girders. Water penetrates into the duct from the anchor of tendons.
*Nicht quantifizierbar						

Frage 6: Gibt es einen höheren Anteil an Schäden am Tragwerk bei Fertigteilbrücken im Vergleich mit Ortbetonbrücken?
Diese Antwort wurde von 21% mit Ja beantwortet, 47% mit Nein und 31% mit entweder keine Angabe oder als nicht feststellbar angegeben.

Frage 7: Welche Schäden treten bei Fertigteilbrücken auf, die nicht auch bei Ortbetonbrücken auftreten?
42% der Befragten identifizierten Schäden und meinten, dass dies zurückzuführen wäre auf die hohe Anzahl an Fugen.

Frage 8: Erlauben Sie den Einbau von Fertigteilen baum Neubau von Betonbrücken?
Diese Frage wurde von 95% der Befragten positiv beantwortet wobei fast immer gewisse Voraussetzungen gesetzt wurden.

Arbeitspaketbeschreibung AP 3

Titel: Tragsysteme für integrale Fertigteilbrücken

Ziele: Entwicklung von Tragsystemen für integrale Betonbrücken mit kleinen und mittleren Spannweiten, die durch die Verwendung von vorgefertigten Brückenträgern eine rasche

Bauausführung ermöglichen.

Im Zuge der Entwicklung von Tragsystemen für integrale Fertigteilbrücken wurde entschieden, dass es sinnvoll wäre bereits bestehende Tragwerke zu analysieren und neue Tragsysteme für Fertigteilbrücken daraus zu entwickeln. Somit wurde das Arbeitspaket zusammen mit Arbeitspaket 7 und 8 bearbeitet was dazu führte, dass Arbeitspaket 3 noch nicht abgeschlossen wurde, Arbeitspaket 7 und 8 jedoch bereits begonnen wurden.
Der jetzige Stand des Arbeitspaketes 3 ist die Erarbeitung von 4 Tragsystemen für Brücken mit einer oder zwei Spannweiten von bis zu 60 m wobei der Einsatz von Fertigteilträgern bei allen Varianten auf Fertigteilspannweiten von 30 m beschränkt wurde. Weitere Tragsysteme werden während der Bearbeitung von Arbeitspaket 7 und 8 erarbeitet.

Arbeitspaketbeschreibung AP 4

Titel: Weiterentwicklung von Fugenausbildungen
Ziele: Entwicklung von Ausführungsdetails für die aus dünnwandigen Betonfertigteilen hergestellten Integralbrücken, die eine sehr hohe Dauerhaftigkeit aufweisen

Die Hauptentwicklungsarbeit an den Fugenausbildungen ist in das zweite Forschungsjahr verschoben. Die bisher bearbeiten Fugenvarianten sind Weiterentwicklungen der bisher verwendeten Ausführungsformen (siehe Abbildung 2).

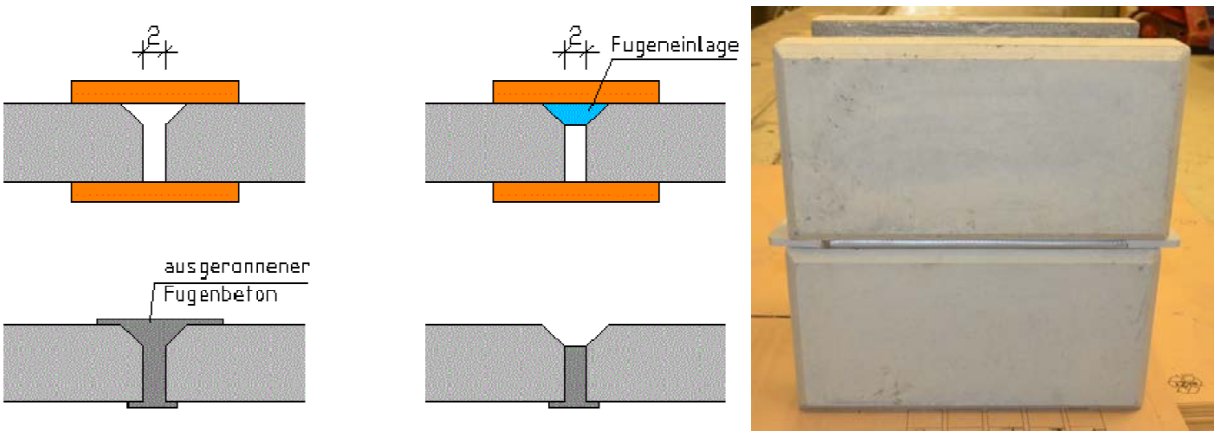


Abbildung 2: Wissenstand der Fugenausbildung und deren Weiterentwicklung

Arbeitspaketbeschreibung AP 6

Titel: Dauerschwing- und Traglastversuche an Fertigteilelementen mit geschweißter und nicht geschweißter Elementbewehrung
Ziele: Nachweis durch experimentelle Untersuchungen, dass die in den Berechnungen der Halbfertigteile in vorgespannten Integralbrücken auftretenden Dauerschwingbeanspruchungen

auch von durch Heftschweißungen verbundenen Bewehrungsstäben aufgenommen werden können

Bei den Dauerschwingversuchen wurden insgesamt sechs Prüfkörper 8 Dauerschwingprüfungen unterzogen. Es wurden fünf Stück Typ 1 (siehe Abbildung 3) und drei Stück Typ 2, wobei Typ 2 doppelt so viel Längsbewehrung wie Typ 1 aufwies, getestet. Zusätzlich zu den Dauerschwingversuchen wurden zwei Traglastversuche durchgeführt und der Schalen- wie auch der Füllbeton auf ihre Druckfestigkeit geprüft.

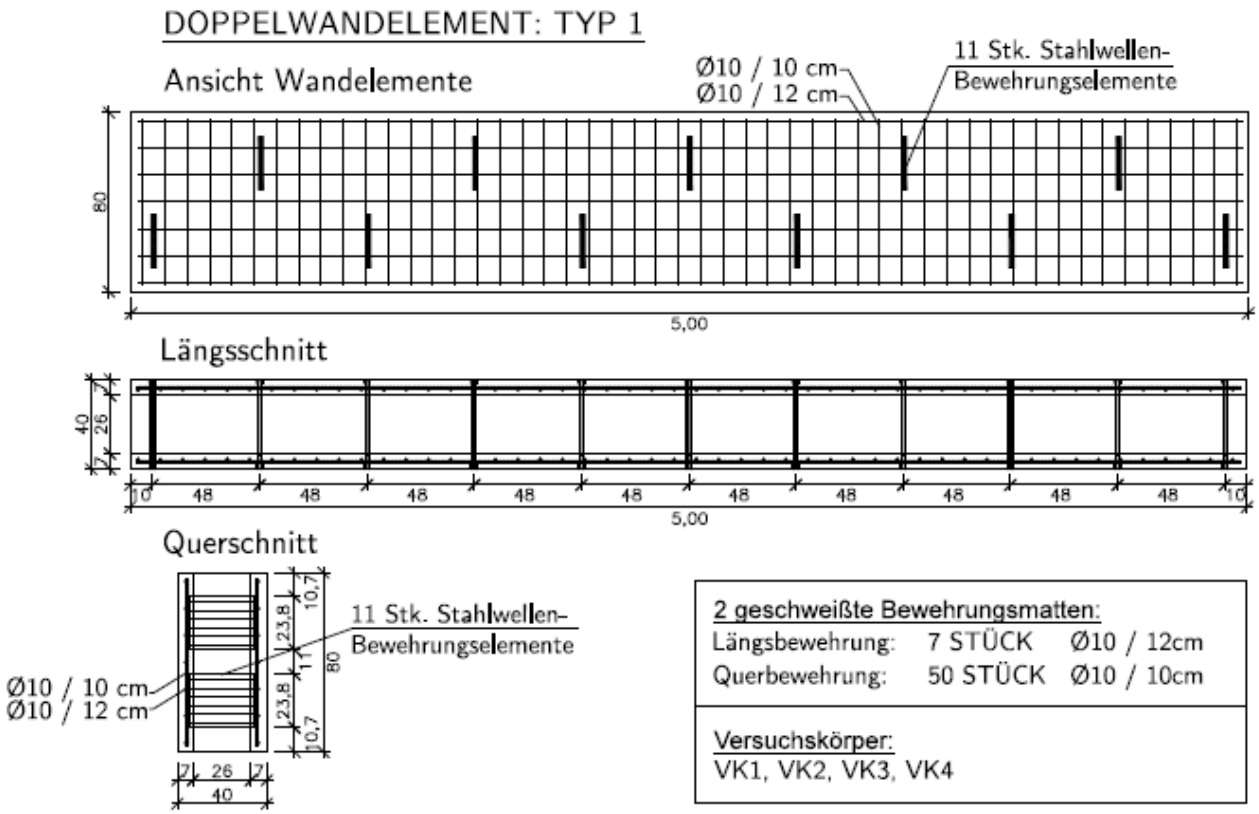


Abbildung 3: Prüfkörper Typ 1

In Abbildung 4 ist der Versuchsaufbau dargestellt. Der Unwuchterreger wurde in der Mitte des Trägers montiert und mit eine Frequenz von ca. 20 Hz betrieben. Die Schwingbreite und die Spannungen im Stahl wurden rechnerisch ermittelt und bei Frequenzabfall aufgrund von Rissbildung neu kalibriert.

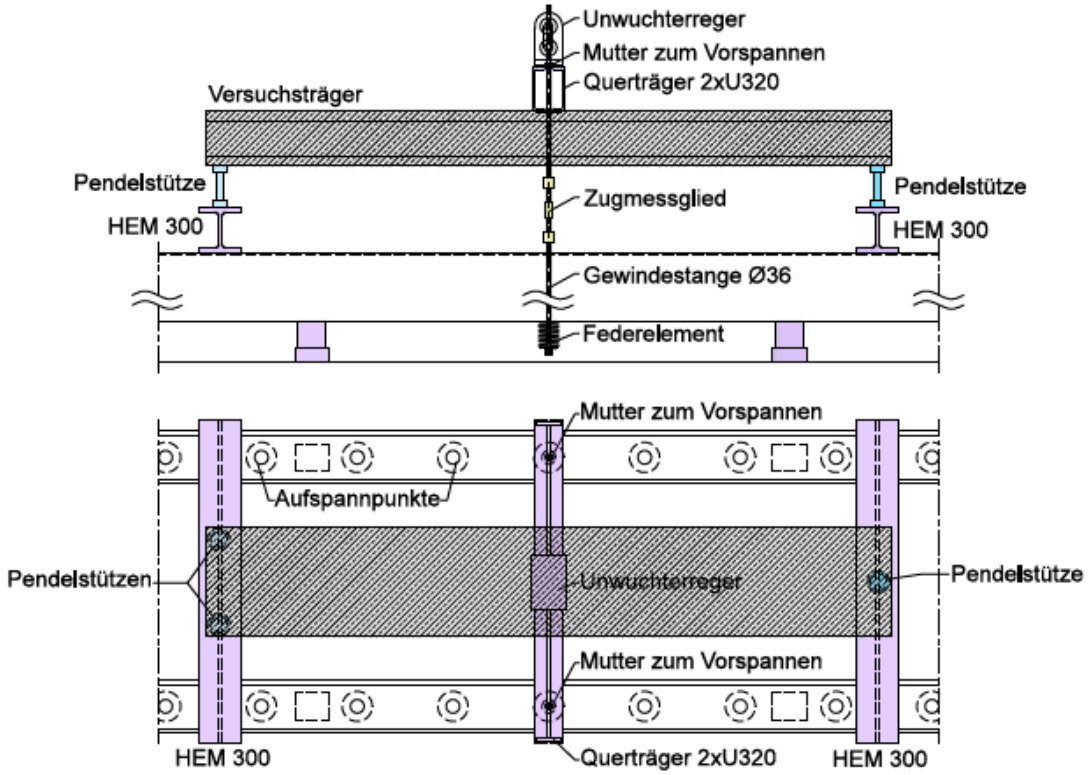


Abbildung 4: Versuchsaufbau Dauerschwingversuche

Die Schwingbreiten in Abhängigkeit der erreichten Lastwechsel werden in Abbildung 5 dargestellt. Nur zwei der acht Versuche konnten einen Lastwechsel von 2 000 000 erreichen. Die unklaren Ergebnisse sind auf die Ablösung der Füllbetons von dem Schalenbeton zurück zu führen.

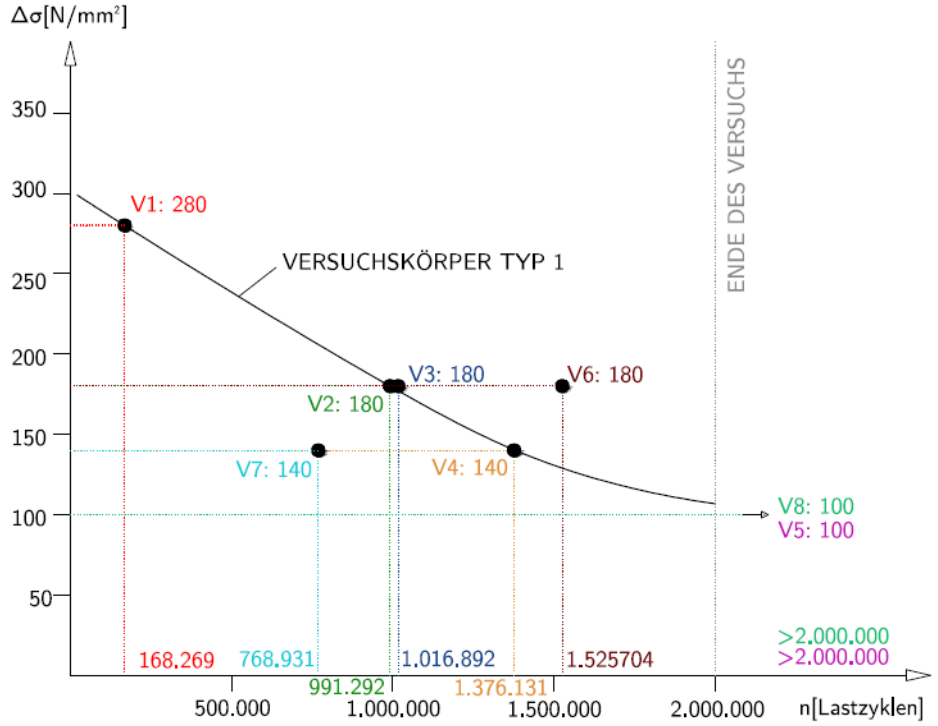


Abbildung 5: Schwingbreiten in Abhängigkeit der erreichten Lastwechsel

Nach dem Aufstemmen der Versuchskörper konnten Ermüdungsbrücke an den Heftschweißungen beobachtet werden (Abbildung 5).

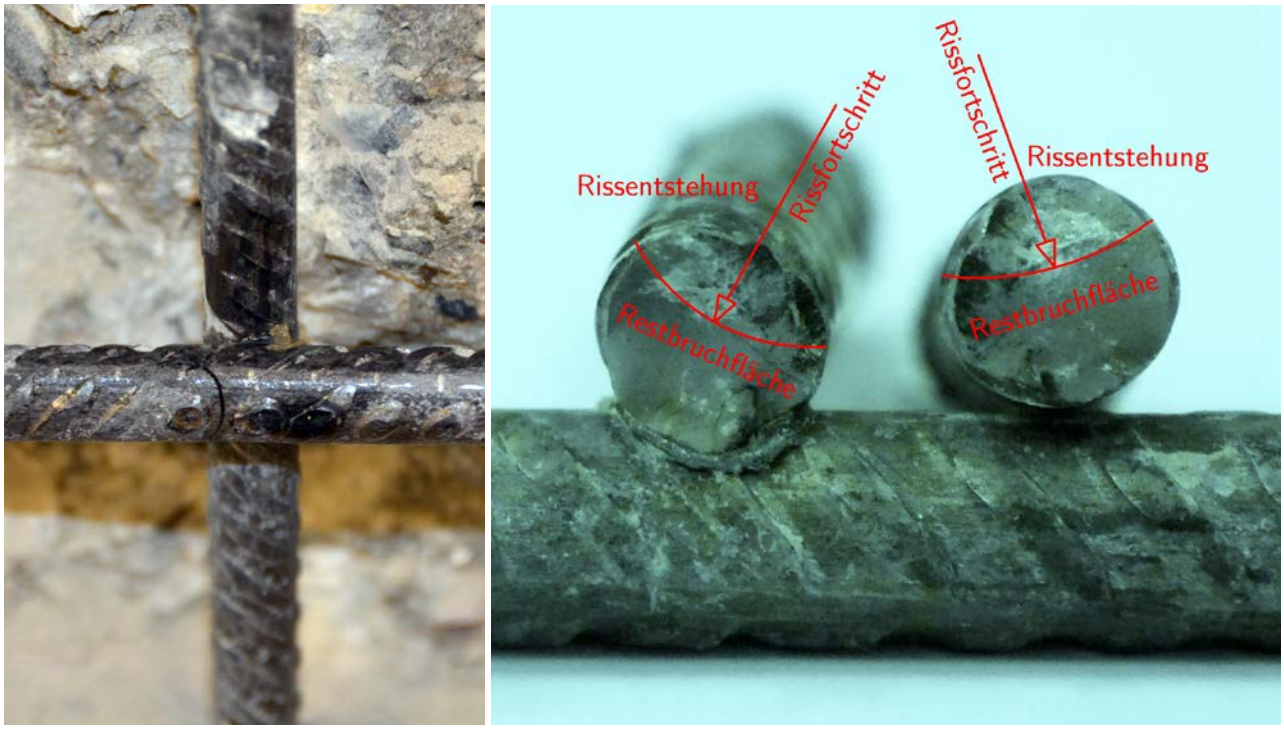


Abbildung 5: Ermüdungsbruch

Bei den Traglastuntersuchungen wurden 2 Träger nach den Dauerschwingversuchen statisch belastet. Um die Verschiebungen und Schubspannungen in den Verbundfugen zu messen, wurden bei Versuch 1 induktive Wegaufnehmer, bei Versuch 2 das System Aramis eingesetzt. Beide Varianten zeigten, dass es zu keinen Verschiebungen in der Verbundfuge während der Versuche kam. Visuell konnten vergrößerte Rissweiten mit $w_{k;max;Fuge}$= 2,0 mm in den Verbundfugen in Trägermitte festgestellt werden (siehe Abbildung 6)

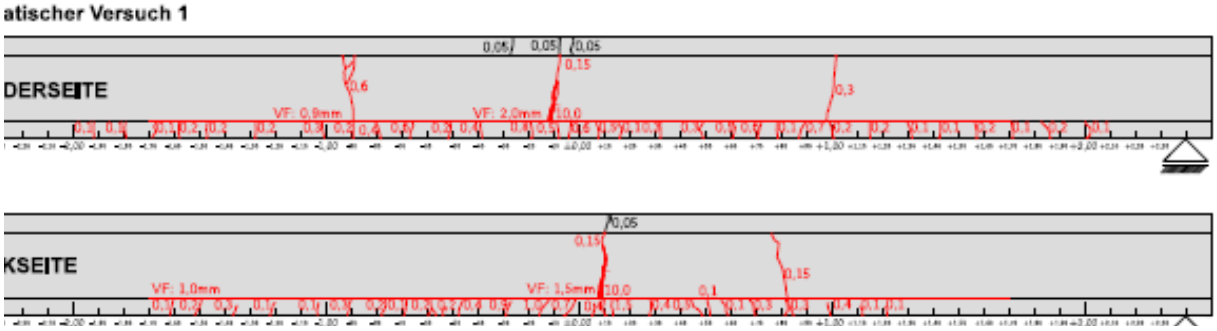


Abbildung 6: Rissbild vom ersten statischen Versuch

Arbeitspaketbeschreibung AP 7

Titel: Planen einer integralen Betonbrücke unter Verwendung von dünnwandigen Betonhalbfertigteilen

Ziele: Überprüfung an einem konkreten Praxisbeispiel, z.B. als Alternative zu einer ausgeführten Stahl-Beton-Verbundbrücke, dass die im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Tragsysteme für integrale Betonbrücken (AP3) und die entwickelten Ausführungsdetails (AP4) für die Baupraxis geeignet sind und darüber hinaus die erwarteten Vorteile in der Wirtschaftlichkeit und der Dauerhaftigkeit lukrierbar sind.

Für die Überprüfung an einem konkreten Praxisbeispiel wurde eine bestehende Autobahnüberführung mit zwei Spannweiten à 30 m gewählt (siehe Abbildung 7)

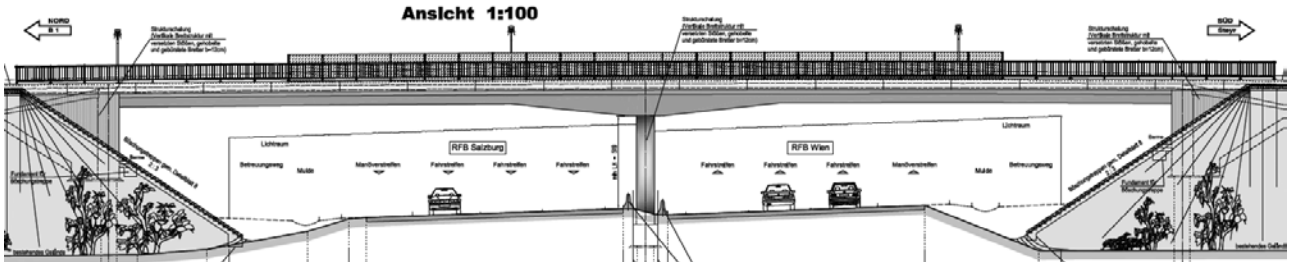


Abbildung 7: Objekt L21 A1 Westautobahn Anschlussstelle Enns-West

Es wurden drei Varianten für die Herstellung mit Betonfertigteilträgern begutachtet. Einerseits eine schlaff bewehrte gelenkig gelagerte Variante (Variante 1), eine schlaff bewehrte eingespannte Variante (Variante 2) und eine vorgespannte gelenkig gelagerte Variante (Variante 3), wobei für alle drei Varianten mit dem gleichen Querschnitt gerechnet wurde. Im Gegensatz zu dem Originalentwurf wurde bei dem Entwurf mit Fertigteilträgern der Träger nicht in der Höhe gevoutet sondern im Bereich der Stütze einfach nur verbreitert. Der gewählte Querschnitt über dem Stützenbereich kann Abbildung 8 entnommen werden und der gewählte Querschnitt im Feldbereich kann Abbildung 9 entnommen werden.

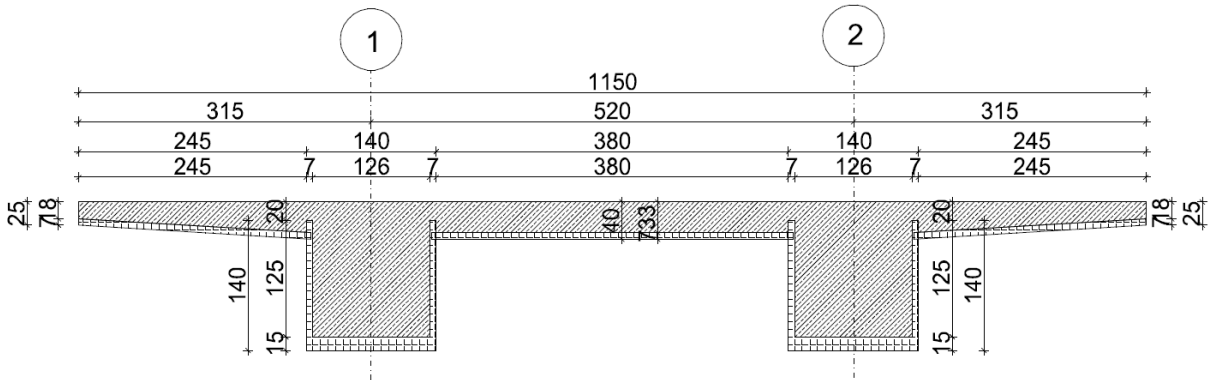


Abbildung 8: Querschnitt im Stützenbereich

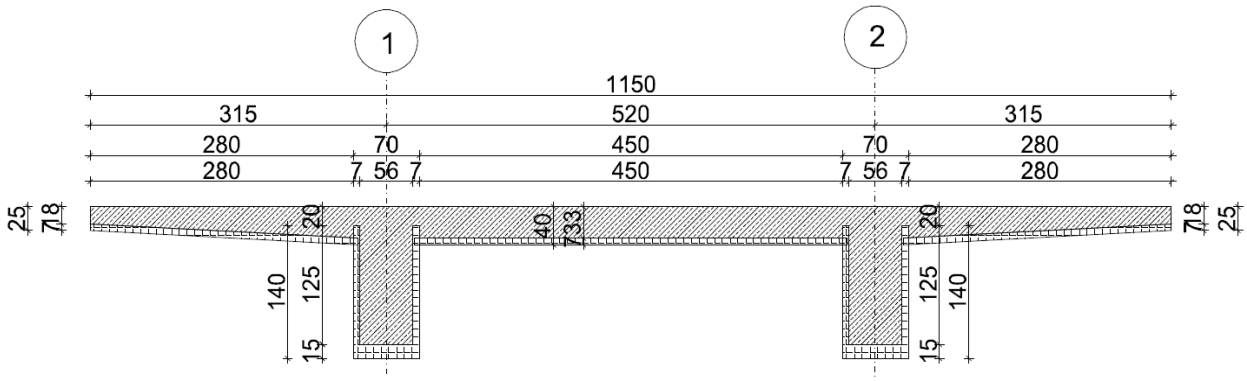


Abbildung 9: Querschnitt im Feldbereich

Die Träger der schlaff bewehrten Varianten (1 und 2) wären nicht im Stande, im Gegenteil zu der vorgespannten Variante, ohne einer Unterstützung die Lasten des Ausbetonierens zu widerstehen und müssten während der Errichtung unterstellt werden (siehe Abbildung 10)

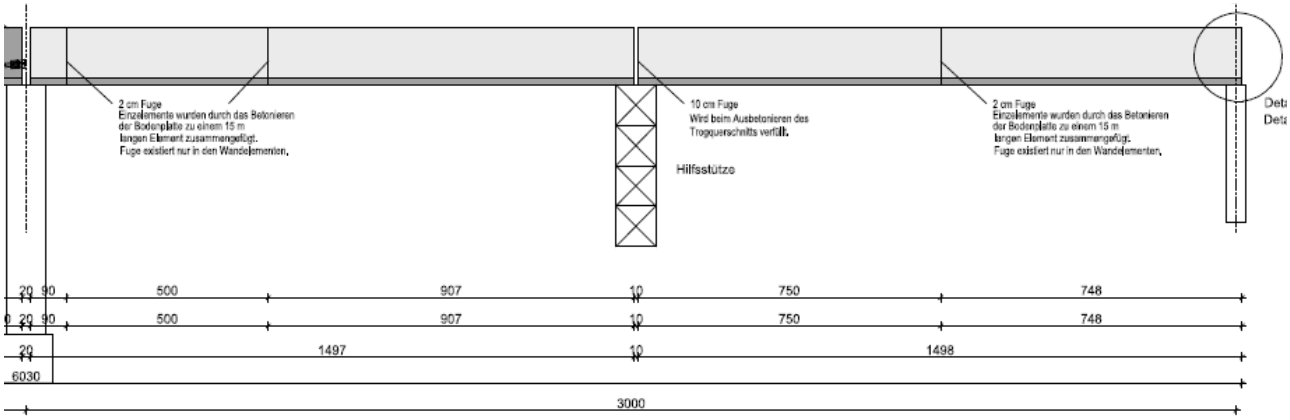


Abbildung 10: Variante 1 und 2 während der Errichtung mit Hilfsstütze

Ein wichtiges Entwurfskriterium für Brücken aus dünnwandigen Betonhalbfertigteilen sind die Beanspruchungen in den Bauphasen. Die Bauphasen wurden wie folgt eingeteilt: Transport, Einheben der Fertigteile, Ausbetonieren der Träger (2 Schritte), Montage der Schalung bzw. Konstruktion für die Fahrbahnplatte, Betonieren der Fahrbahnplatte und Ausbau der Fahrbahn. Es wurden auch alle Lastfälle für den Bauendzustand betrachtet.

Bei der eingespannten Variante kann im Feld- und im Stützbereich eine Reduktion der Längsbewehrung um etwa 15 % gegenüber der gelenkig gelagerten Variante erzielt werden. Auch bei der Bügelbewehrung lassen sich etwa 15 % einsparen.

Bei der vorgespannten Variante mussten verschiedene Arten von Spanngliedern eingebaut werden, die auch zu unterschiedlichen Zeitpunkten vorgespannt werden. Die unterschiedlichen Vorspannzeitpunkte wurden ebenfalls in der Berechnung berücksichtigt. Es wurden Transportspannglieder, Spannglieder für das Einheben, Ausbetonieren der Träger, Betonieren der Fahrbahnplatte und den Endzustand berechnet. Die Spanngliedführung kann den Abbildungen 11 bis 14 entnommen werden

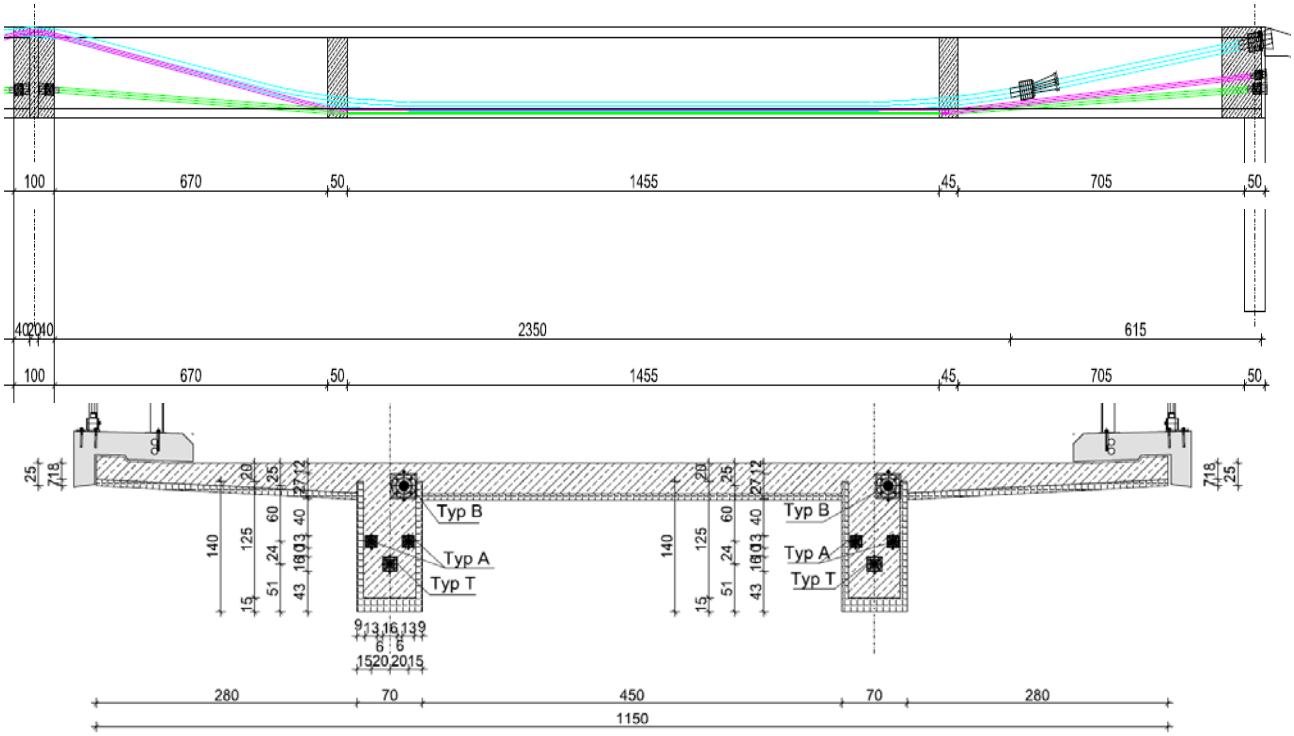


Abbildung 12: Spanngliedführung Querschnitt Auflagerbereich

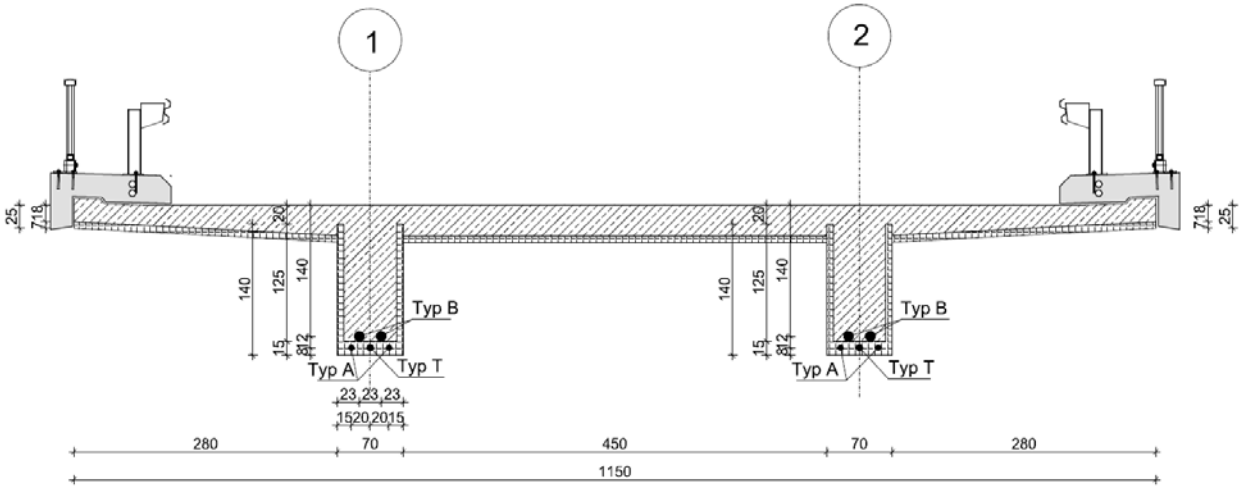


Abbildung 12: Spanngliedführung Querschnitt Feldbereich

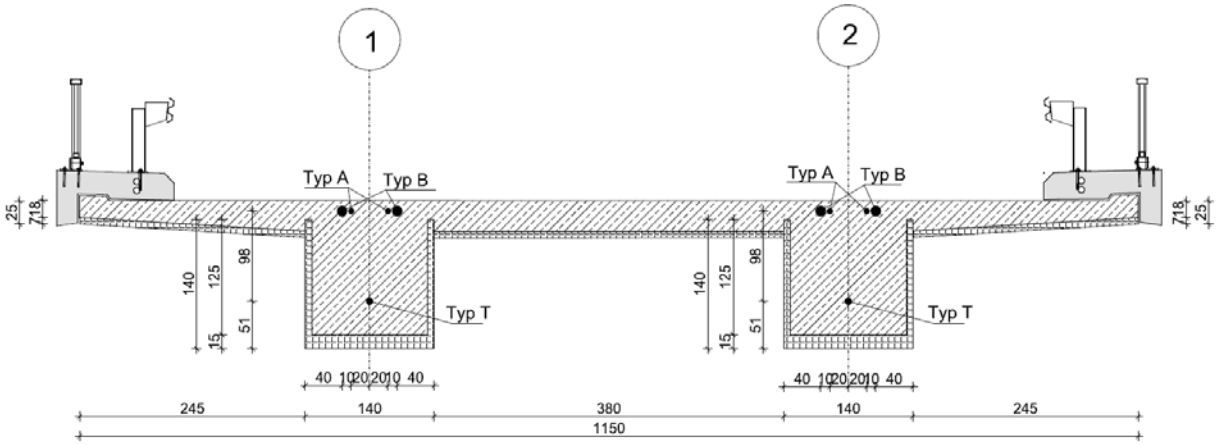


Abbildung 12: Spanngliedführung Querschnitt Stützenbereich - Mittelstütze

Um eine Aussage darüber treffen zu können, ob der Einsatz von dünnwandigen Betonfertigteilen gegenüber der Ortbetonvariante von Vorteil ist, werden in den nächsten Unterpunkten die Kubaturen und die zu erwartenden Bauzeiten miteinander verglichen.

Bauzeiten: Durch die Verwendung von Fertigteilen bei der Erstellung der Brückenträger kann die Bauzeit im Vergleich zum Bestandsobjekt, wo eine komplette Schalung erstellt werden musste, wesentlich verringert werden. Der Vorfertigungsgrad konnte wesentlich erhöht werden. Durch die Herstellung der Fertigteile im Werk ist die Produktion wetterunabhängig. Nur die Vervollständigung des Brückentragwerks muss unter Einfluss der Umweltbedingungen geschehen.

Hilfsunterstützungen: Bei der vorgespannten Entwurfsvariante konnte vollständig auf eine Unterstellung durch Hilfsstützen verzichtet werden, wodurch eine Herstellung bei unzugänglichem Untergrund möglich wird. Alle anderen Varianten mussten unterstellt werden.

Kubaturen: Die Betonkubaturen des Bestandes betragen rund 820 m³. Bei der Ausführung mit dünnwandigen Fertigteilen wird mit 495 m³ eine um etwa 40 % geringere Kubatur erreicht. Die Wirtschaftlichkeit kann aufgrund der geringeren Betonkubaturen wesentlich erhöht werden.

Kosten: Durch die Einsparungen bei Bauzeit und Kubaturen kann mit einer Kostenersparnis gerechnet werden.

Berechnungen: Der Bemessungsaufwand bei Brücken mit dünnwandigen Betonfertigteilen ist höher einzuschätzen als bei konventionellen Ortbetonbrücken. Aufgrund der Dünnwandigkeit der Fertigteile müssen auch die Bauphasen genau betrachtet werden.

Arbeitspaketbeschreibung AP 8

Titel: Empfehlungen für die Ausführung von integralen Fertigteilbrücken

Ziele: Ausarbeitung von Empfehlungen für die wirtschaftliche, dauerhafte und erhaltungsfreundliche Planung und Herstellung von integralen Brücken mit dünnwandigen Betonhalbfertigteilen

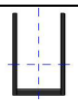
Basierend auf den Berechnungen im Arbeitspaket 7 wurden erste Empfehlungen für die Ausführung von integralen Fertigteilbrücken ausgearbeitet.

Schlaff bewehrte Träger:

Schlaff bewehrt und ohne Hilfsstützen ist die Länge der Brückenträger durch die Lasten der ersten Bauphasen beschränkt. In Tabelle 7 wurden die auftretenden Spannungen für Brückenträger mit einer Länge von 15 bis 22 m ermittelt. Der Querschnitt des Brückenträgers wurde mit einer Höhe von 1,40 m, einer Breite von 0,70 m, einer Bodenplattenstärke von 150 mm und einer Seitenwanddicke von 70 mm gewählt. Erkennbar ist, dass ab einer Spannweite

von 19 m eine Druckbewehrung erforderlich wäre. Folglich kann gesagt werden, dass Längen bis etwa 17 m Spannweite in der schlaff bewehrten Ausführung möglich sind. Jedoch sollte bei Wahl anderer Querschnittsabmessungen diese Aussage überprüft werden und in jedem Fall der Gebrauchstauglichkeitsnachweis geführt werden.

Tabelle 7: Entstehende Spannungen und Durchbiegungen bei unterschiedlichen Spannweiten für schlaff bewehrte Träger

	Querschnitt									
	A	[m²]	0,280							
	h	[m]	1,400							
	b	[m]	0,700							
	Brückenträgerlänge	[m]	15,000	16,000	17,000	18,000	19,000	20,000	21,000	22,000
	M Bauphase 1	[kNm]	196,68	224	252,88	283,5	316,88	350	385,88	423,5
	M Bauphase 2A	[kNm]	196,68	224	252,88	283,5	316,88	350	385,88	423,5
	M Bauphase 2B	[kNm]	295,31	336	379,31	425,25	473,81	525	578,81	635,25
	$\sum M_k$	[kNm]	688,67	784	885,07	992,25	1107,57	1225	1350,57	1482,25
	$\sum M_{ed}$	[kNm]	929,7045	1058,4	1194,8445	1339,5375	1495,2195	1653,75	1823,2695	2001,0375
BA 1	$f_{fert,o}$	[N/mm²]	-4,28	-4,88	-5,51	-6,17	-6,90	-7,62	-8,40	-9,22
BA 1	$f_{fert,u}$	[N/mm²]	20,82	23,71	26,77	30,01	33,55	37,05	40,85	44,83
BA 2A	$f_{fert,o}$	[N/mm²]	-4,28	-4,88	-5,51	-6,17	-6,90	-7,62	-8,40	-9,22
BA 2A	$f_{fert,u}$	[N/mm²]	2,48	2,82	3,18	3,57	3,99	4,41	4,86	5,33
BA 2B	$f_{fert,o}$	[N/mm²]	-6,43	-7,32	-8,26	-9,26	-10,32	-11,43	-12,60	-13,83
BA 2B	$f_{fert,u}$	[N/mm²]	3,72	4,23	4,78	5,35	5,97	6,61	7,29	8,00
	$\sum f_{fert,o}$	[N/mm²]	-14,99	-17,07	-19,27	-21,60	-24,11	-26,67	-29,40	-32,27
	$\sum f_{fert,u}$	[N/mm²]	27,02	30,77	34,73	38,94	43,50	48,07	53,00	58,17
	Durchbiegung	[cm]	3,36	4,01	4,69	5,6	6,05	6,91	7,88	8,89
		[Verhältnis]	L/446	L/399	L/363	L/335	L/314	L/289	L/266	L/247

Vorgespannte Träger:

Bei der Ausführung einer vorgespannten Variante sind bei größeren Längen der Brückenträger große Vorspannkräfte erforderlich, um die Fugen zu überdrücken. Die großen Vorspannkräfte treten an der Oberkante des Brückenträgers als Druckkräfte auf. Die Überprüfung der zulässigen Betondruckspannungen muss daher durchgeführt werden.

Im Zuge des Entwurfes konnte gezeigt werden, dass bei 30 m Spannweite dieses Problem durch die richtige Wahl der Spannglieder vermieden werden kann. Aus den Berechnungen des Entwurfes kann jedoch davon ausgegangen werden, dass 40 m Spannweite möglich sind.

2.3 Änderungen im weiteren Projektverlauf

- Gibt es Veränderungen? Welche Auswirkungen haben diese? Wie muss die Planung adaptiert werden?

In den nachstehenden Tabellen ist der adaptierte Zeitplan dargestellt. Aufgrund der zeitlichen Verzögerungen bei der Vertragsunterzeichnung und der Umstellung der Bearbeitung von den

Arbeitspaketen ergibt sich folgender adaptierter Zeitplan. Die Verzögerungen haben jedoch keine Auswirkung auf die gesteckten Ziele der einzelnen Arbeitspakete.

Zeitplan für das 1. Forschungsjahr

AP Nr.	Jun. 2014	Jul. 2014	Aug. 2014	Sep. 2014	Okt. 2014	Nov. 2014	Dez. 2014	Jän. 2015	Feb. 2015	Mär. 2015	Apr. 2015	Mai 2015
AP 1												
AP 2												
AP 3												
AP 4												
AP 5												
AP 6												
AP 7												
AP 8												

Zeitplan für das 2. Forschungsjahr

AP Nr.	Jun. 15	Jul. 15	Aug 15	Sep 15	Okt. 15	Nov 15	Dez 15	Jän. 16	Feb 16	Mär 16	Apr 16	Mai 16	Jun 16	Jul 16	Aug 16
AP 1															
AP 2															
AP 3															
AP 4															
AP 5															
AP 6															
AP 7															
AP 8															

3. Projektteam und Kooperation

- Bei Arbeitsgemeinschaften: Gibt es wesentliche Veränderungen im Projektteam (interne Schlüsselmitarbeiter oder Drittleister)?
- Bei Arbeitsgemeinschaften: Beschreiben Sie die Zusammenarbeit in der Arbeitsgemeinschaft.

Das Projektteam arbeitet eng mit einander zusammen und verfolgt dieselben Ziele. Die Aufgaben sind klar und strukturiert und abgegrenzt und können dadurch effizient durchgeführt werden.

4. Erläuterungen zu Kosten & Finanzierung

- Die Rechnungsauflistung ist als eigene Datei im Excel-Format hochzuladen. Die Verwendung der im eCall zur Verfügung gestellten Vorlage ist verpflichtend.

Es ergeben sich keine Erläuterungen zu den Kosten. Die bisherigen Zahlungsanforderungen sind im Kostenplan mit den Rechnungsnummern übersichtlich dargestellt. Eine Änderung des Kostenplans gegenüber der Ausschreibung erfolgt nicht.

5. Projektspezifische Auflagen

- Gehen Sie auf projektspezifische Auflagen (laut §2.2 des Werkvertrages) ein, sofern diese im Werkvertrag vereinbart wurden.

In den Arbeitspaketen 4 und 5 ist kostenneutral auf die geforderte Weiterentwicklung einer robusten, dauerhaften Fuge mit schlaffer Bewehrung einzugehen. Details sind mit der ASFINAG abzustimmen.
Die Bearbeitung der Arbeitspakete 4 und 5 ist noch nicht abgeschlossen es wird auf die projektspezifische Auflagen eingegangen. Derzeit sind experimentelle statische Untersuchungen an druckbeanspruchten Fugen geplant. Der Einfluss einer schlaffen Bewehrung in zugbeanspruchten Fugen wird durch Literaturauswertung erfasst.
In Absprache mit Vertretern der ASFINAG werden schlaff bewehrte Tragsysteme in den Arbeitspaketen 3, 7 und 8 zusätzlich zu vorgespannten Tragsystemen untersucht.
Anzumerken ist auch, dass anstatt der vier Dauerschwingversuche (AP 6) an vier Prüfkörpern acht Dauerschwingversuche an sechs Prüfkörpern durchgeführt wurden.

6. Meldungspflichtige Ereignisse

Gibt es besondere Ereignisse rund um das geförderte Projekt, die der FFG mitzuteilen sind, z.B.

- Änderungen der rechtlichen und wirtschaftlichen Einflussmöglichkeiten beim Finanzierungsnehmer
- Insolvenzverfahren
- Ereignisse, die die Durchführung der finanzierten Leistung verzögern oder unmöglich machen
- Weitere Finanzierungen für dieses Projekt

Auf Grund der verspäteten Vertragsunterzeichnung am Anfang des Projektes ergab sich ein Verzug von circa 3 Monaten. Die Antragssteller bitten um eine Verlängerung des Projektes um diesen Zeitraum. Die Fertigstellung des Projektes ist mit 31.08.2016 geplant.