

# Spannbetonversuchsbrücke „Concerto“ zur Verifizierung innovativer iBMB-Messverfahren

## Prestressed trial concrete bridge “Concerto” for verification of innovative iBMB-measurement techniques

Holst, A.; Wichmann, H.-J.; Budelmann, H.

### Abstract

For long-term testing of novel sensors and non-destructive measuring methods for monitoring of prestressed steel elements and rebars in concrete structures the 18 m long prestressed trial concrete bridge “Concerto” was built. Here different field situations can be investigated.

### 1. Einleitung

Die Überwachung von Stahlzuggliedern in Bauwerken ist für die Sicherstellung der Tragwerkssicherheit und -integrität von großer Bedeutung. Wichtige Zustandsgrößen sind der Spannungszustand, die Korrosion und der Bruch der Spannglieder. Zu diesem Zweck wurden am iBMB im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 477 „Bauwerksüberwachung“, Sensoren, Verfahren und Strategien entwickelt und verifiziert. Für die Erprobung der Überwachungstechnik außerhalb des Labors wurden in der Vergangenheit bereits unterschiedliche, einfach gestaltete Ersatzbauwerke hergestellt, die typische Schwachstellen von realen Spannkonstruktiven Bauwerken enthalten und systematisch geschädigt wurden. Um nun die in Bauwerken vorhandene Situation von Spanngliedern (Spanngliedführung, Verankerung, Bündelspannglieder, Verbund-/Verpresstechnik, Schlaffbewehrung, Lasten etc.) möglichst realitätsnah abzubilden, wurde im August 2005 ein nahezu wirklichkeitstreuer, maßstabsgerechter Abschnitt einer Spann-

betonbrücke konzipiert und auf dem Gelände des iBMB hergestellt. Ein Schwerpunkt ist hier die Applikation und Langzeiterprobung neuer Sensorgenerationen, insbesondere nachträglich eingebauter Sensoren.



Bild 2: 18 m lange iBMB-Versuchsbrücke „Concerto“

### 2. Konstruktion

Bei dem in den Bildern 1 und 2 dargestellten Ersatzbauwerk „Concerto“ handelt es sich um eine zweistegige Plattenbalkenbrücke mit einer Gesamtlänge von 18 m, einer Plattenbreite von 4 m sowie einer Steghöhe von 0,8 m. Am Concerto erfolgt die Kombination der Spannkonstruktivbauweisen ohne und mit nachträglichem bzw. sofortigem Verbund sowie von externer und interner Vorspannung und Erdanker. Die Brücke ist je Steg mit zwei z.T. parabelförmig geführten, instrumentierten fünflichtigen Längsspanngliedern vorgespannt (vgl. Bild 1). Im Feldbereich wurden in Aussparungen nachträglich mehrere Einzelquerspannglieder eingebaut

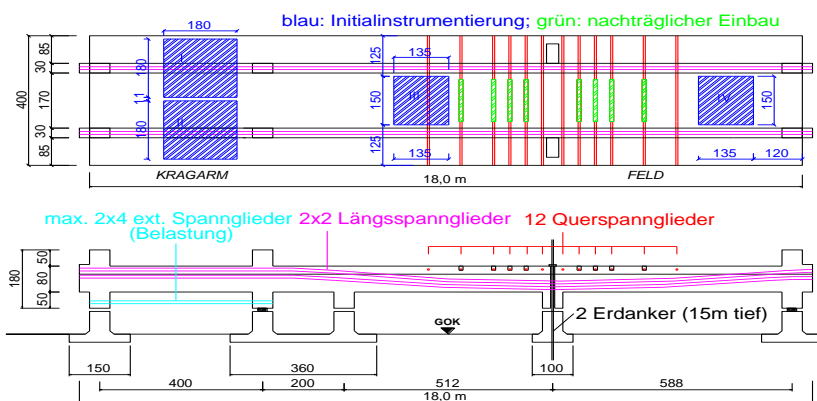


Bild 1: Draufsicht und Querschnitt „Concerto“



Bild 3: Einbau der Korrosionssensoren in die Platte

Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der Technischen Universität Braunschweig  
Materialprüfanstalt (MPA) für das Bauwesen

Beethovens  
38106 Braunschweig  
Tel.: +49 (0) 531 391 5400  
Fax: +49 (0) 531 391 5900

<http://www.ibmb.tu-braunschweig.de>  
E-Mail: [info@mpa.tu-bs.de](mailto:info@mpa.tu-bs.de)  
<http://www.mpa.tu-bs.de>

Der möglichst realitätsnahe Versuchsaufbau ist u.a. durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet:

- *definierte Schwachstellen*: Hohlstellen im Spanngliedhüllrohr, Beschädigungen des Hüllrohres und Chloridtaschen, initialer Litzenbruch u.a.m.
- *typische Baufehler*: Simulation einer Beschädigung der horizontalen Fahrbahnplattenabdichtung, unverpresstes Spannglied, einseitige Stützenabsenkung
- *mindere Betonqualität*: C20/25, 270 kg/m<sup>3</sup> CEM I, w/z = 0,58; A/B 16.

Der Überbau wurde so konstruiert, dass eine gezielte Variation der Lage der Auflager an drei Positionen erfolgen kann. Dadurch können verschiedene statische Systeme untersucht werden. Die mechanische Belastung erfolgt durch:

- 2 Erdanker Ø26 mm (St 950/1050, P<sub>0</sub> = 365 kN) im Feldbereich
- 16 Konsolen zur Führung und Verankerung von max. 2 x 8 externen Monolitzen, die abschnittsweise ober- bzw. unterhalb der Platte verlaufen
- einseitige Stützenabsenkung und
- Variation der Auflagerorte und -bedingungen.

Die Spanngliedkorrosion wird durch bereichsweise Zugabe von NaCl- sowie NH<sub>4</sub>SCN-Lösung bzw. durch Kontakt- und Fremdstrom erzeugt. Außerdem wird die Brückenplatte dabei bereichsweise intermittierend mit 3%-iger NaCl-Lösung beaufschlagt (vgl. instrumentierter Bereich im Grundriss des Bildes 1, blau schraffiert). Ein Referenzfeld wird ausschließlich natürlich bewittert.

### 3. Sensorik

Zum Einsatz kommen verschiedene Sensorarten, deren Ergebnisse mittels konventioneller Messtechnik überprüft werden. Es wurden sowohl im SFB 477 entwickelte Sensoren (ca. 90%) als auch kommerzielle Sensorik appliziert. Folgende Sensoren bzw. Messverfahren sind z.Zt. im Einsatz:

- Wegaufnehmer (horizontal, vertikal)
- Temperatur-, Feuchte-, Tau- und Regensensoren
- Bruchortung durch elektromagn. Resonanzmessung
- elektrochemische Platinensensoren
- platinenbasierte Drahtkorrosionssensorik (kabelgebunden und kabellos) sowie
- magnetoelastische Spannungssensorik.

Die Korrosionsstellvertretersensorik kann die Entstehung der Korrosionsvoraussetzungen im Bereich der Stahlüberdeckung (1. Monitoringstufe) erfassen. Werden geeignete Stellvertretersensoren direkt in der Spannstahlumgebung appliziert, was i.a. nur bei der Bauwerkserstellung möglich ist, so kann auch der Verlauf etwaiger Spannstahlkorrosion „stellvertretend“ de-

tektiert werden. Einen Überblick über die eingebauten Sensoren liefert die nachfolgende Tabelle:

Tabelle 1: Eingebaute Sensoren im „Concerto“

Sensortyp	Gesamtzahl	nachträglich
Korrosion 1.Stufe	75	>17
Permittivität (DK)	12	10
LWL-Chemo	11	~10
LWL-Dehnung	0	4
ME-Kraft	28	8
indukt. Wegaufn.	4	0
<i>Summe</i>	<i>130 Stück</i>	<i>49 Stück</i>

Als innovativer Korrosionssensor wurde im Rahmen des SFB 477 ein *Drahtkorrosionssensor* entwickelt, bei dem das Durchrosten dünner Eisenfäden online überwacht wird und somit Rückschlüsse auf den Korrosionsverlauf im Bauteil zulässt. Auch in späteren Projekten entwickelte kabelungebundene Korrosionssensoren wurden nachträglich installiert.

Bei dem *Verfahren der magnetoelastischen Spannkraftmessung* kann die Spannkraft eines mit einem Spulensensor umschlossenen Spanngliedes aufgrund des Zusammenhangs zwischen der mech. Spannung und den elektrisch gemessenen Kennwerten der magnetischen Hystereseschleife (magnetoelastischer Effekt, ME) nach einer Kalibrierung ermittelt werden. An der Versuchsbrücke „Concerto“ wurden insgesamt 36 ME-Sensoren an den zwei Erdankern sowie an den internen Längs- und den externen Belastungsspanngliedern eingebaut. Das „Concerto“ stellt ein interdisziplinäres Bauwerk dar, das auch durch andere Forschungsinstitute genutzt werden kann. So wurden z.B. von der Universität Stuttgart bereits Schallemissionsmessungen durchgeführt. Einzelheiten zum Versuchsaufbau und erste Versuchsergebnisse wurden u.a. in /1/ bis /3/ veröffentlicht.

### 4. Literaturverzeichnis

- /1/ Budelmann, H.; Hariri, K.; Holst, A.: A Real Scale PC Bridge for Testing and Validation of Monitoring Methods, In: 3<sup>rd</sup> International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, July 16-19, 2006, Porto, Portugal, pp. 867-868
- /2/ Holst, A.; Budelmann, H.; Hariri, K.; Wichmann, H.-J.: Korrosionsmonitoring und Bruchortung in Spannbetonbauwerken – Möglichkeiten und Grenzen, Beton- und Stahlbetonbau (102) 2007, H. 12, S. 835-847
- /3/ Budelmann, H.; Holst, A.; Wichmann, H.-J.: Magnetoelastische Spannkraftmessung in Bauwerken, Beton- und Stahlbetonbau (104) 2009, H. 6, S. 330-339