

MASTERARBEIT

Machbarkeitsstudie zur Ausführung einer biegesteifen Rahmenecke bei integralen Brückenbauwerken aus Spannbetonfertigteilen

Problemstellung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Rahmenecke einer integralen, fugen- und lagerlosen Spannbetonbrücke mit Fertigteilträgern. Da sich die Längenänderungen (infolge Temperaturschwankungen, Kriechen und Schwinden sowie Vorspannung) aufgrund des in die Widerlager eingespannten Überbaus nicht frei einstellen können, treten im Überbau hohe Zwänge auf, die über die biegesteife Ecke übertragen werden müssen.

Ziel ist es zu prüfen, ob das stark beanspruchte Rahmeneck sowohl aus statischer als auch aus konstruktiver und bauablauftechnischer Sicht ausführbar ist.

Grundlage für die Bearbeitung der Aufgabe bildet das Projekt des Ersatzneubaus „Neuer Heckenweg“ über die Bundesautobahn A3. Es handelt sich um eine 3-stegige, einfeldrige Spannbeton-Fertigteilbrücke mit einer Stützweite von circa 37 Metern, welche für die Untersuchung auf eine integrale Rahmenbrücke ausgeweitet wird.

Vorgehensweise

Zunächst wird der Überbau des konventionellen Referenzbauwerks mittels eines räumlichen FE-Modells abgebildet und für die anschließend durchzuführende Modifikation hin zum integralen Bauwerk verifiziert.

Für die Rahmenbrücke werden drei Ausführungsvarianten, die sich primär hinsichtlich des Bauablaufs und der angepassten Führung der Spannglieder unterscheiden, entwickelt.

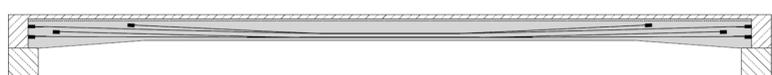


Bild 1: Endvorspannung vor Herstellung der Rahmenwirkung (Variante 1)

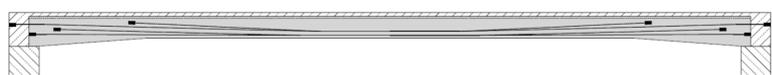


Bild 2: Endvorspannung nach Herstellung der Rahmenwirkung (Variante 2)

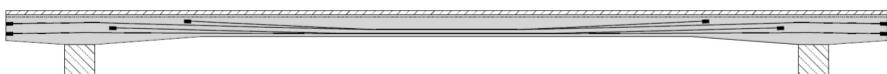


Bild 3: Verlängerung der FT-Träger als Kragarme (Variante 3)

Es folgt eine linear-elastische Berechnung der globalen FE-Modelle sowie die Bemessung für die Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit mit unterer und oberer Grenzwertbetrachtung.

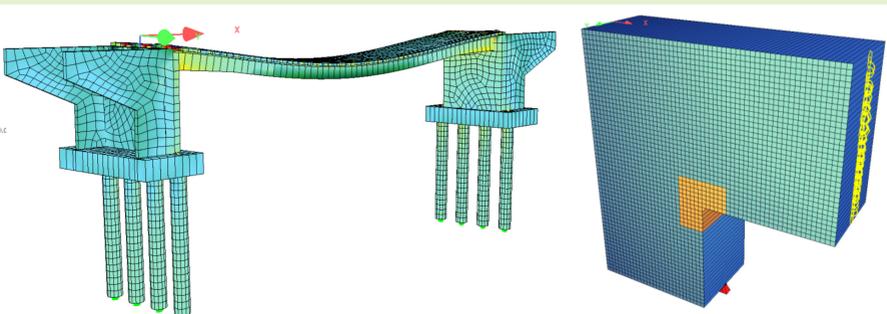


Bild 4: FE-Modell, Rahmenbrücke

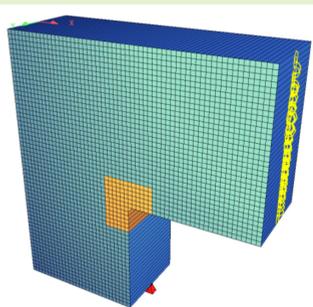


Bild 5: Lokales Eckmodell

Zur lokalen Untersuchung der Rahmenecke wird diese einer nichtlinearen Berechnung in Zustand II mit Aufbringung der globalen Schnittgrößen im Einspannbereich unterzogen. Durch die Implementierung der tatsächlichen Arbeitslinie des Betons wird das nichtlineare Werkstoffverhalten sowie die mögliche Bildung von Rissen und ein resultierender Steifigkeitsabfall berücksichtigt.

Anschließend folgt die Berechnung der Wirksamkeit der Einspannung für die drei Varianten anhand des Vergleichs der sich maximal einstellenden Verdrehung eines gelenkigen Stabes und der tatsächlich zu erwartenden Verdrehung. Die Auswertung der Ergebnisse liefert Aussagen über den Einfluss der Ausführungsart und der Menge der vorhandenen Rahmeneckbewehrung.

Zuletzt werden mögliche Lösungsansätze für die konstruktive Durchbildung (Bewehrungs- und Spanngliederführung) und den Bauablauf vorgestellt und somit die Machbarkeitsuntersuchung abgeschlossen.

Ergebnisse

Globale Berechnung:

- Erhöhung der relativen Tragfähigkeit in Feldmitte um bis zu 15 % im Vergleich zum Referenzbauwerk
- Endvorspannvorgang vor Ortbetonergänzung (Var. 1):
 - erhöhte Gefahr von Rissbildung, da Oberseite des Einspannbereichs bedingt durch die Bauabfolge keine Druckspannung erfährt
- Endvorspannvorgang nach Betonage der Rahmenecke (Var. 2+3):
 - bei zu steifer Gründung wird nicht gesamte Vorspannkraft im Überbau wirksam, da Teile direkt in den Untergrund abfließen
 - ggf. Erhöhung der Vorspannung erforderlich

Lokale Berechnung:

- Gleichgewichtsbedingungen bei der nichtlinearen Berechnung können bei allen drei Varianten mit einbaubarer Bewehrung (bis maximal 3-lagig) erfüllt werden

Wirksamkeit der Einspannung:

- Führen eines Spanngliedes bis zur Außenkante der Rahmenecke (Var. 2+3) erzielt deutlich höhere Einspannwirkung als Var. 1
 - Vorspannung überdrückt Rahmenecke und der Rissbildung werden Grenzen gesetzt
- Durch Ausbildung eines Kragarms (Var. 3) wird der Anschluss an das Widerlager überdrückt (höchster Einspanngrad)
 - geringere gegenseitige Verdrehung von Riegel und Stiel
- Erhöhung der Wirksamkeit um bis zu 35 % bei Erweiterung der Bewehrungsanordnung von 2 auf 3 Lagen

Konstruktive Durchbildung:

- Fahrbahnplatte aus Ortbeton muss auf ≥ 25 cm erhöht werden
- Ausbildung eines Rucksackes zur räumlichen Entkopplung der Eckbewehrung von der Spanngliederführung und zur gleichmäßigen Kräfteinleitung sinnvoll (für Var. 2)
- Es empfiehlt sich die Verwendung von Positionsmuffen zum reibungslosen Bauablauf (Einheben der FT-Träger)

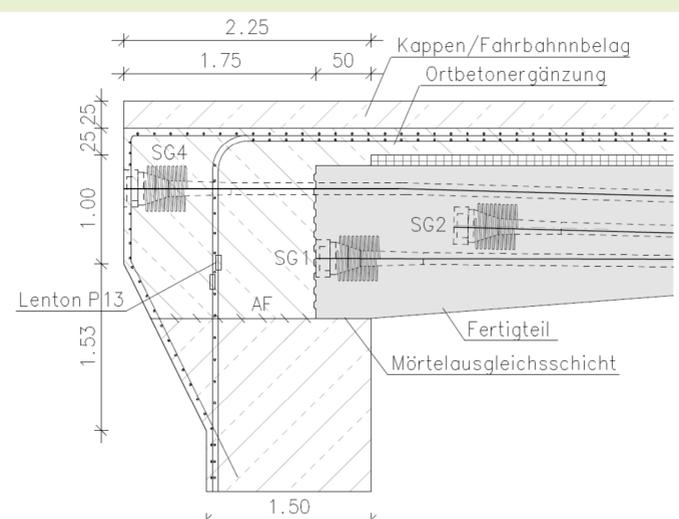


Bild 6: Konstruktive Durchbildung, Variante 2