

6. Untersuchung der Haupt- und Quertragwirkung einer Trogbrücke mit SCSC-Fahrbahnplatte

Dipl.-Ing. Martin Schuster | Technische Universität Wien

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde die Quertragwirkung einer SCSC-Platte als Teil einer Trogbrücke unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Haupttragwirkung untersucht. Dabei wurde die aktuelle Ausführungsvariante des Übergangs der SCSC-Platte zum Hauptträgersteg vorgestellt, mit der die Vorteile früherer Ausführungsvarianten kombiniert werden sollen, ohne dabei deren Nachteile zu haben. Ein großer Teil dieser Diplomarbeit widmet sich der Dokumentation des aktuellen Wissensstandes zur SCSC-Platte. Dazu gehört die endgültige begriffliche Definition und konzeptionelle Abtrennung der einzelnen Tragwirkungen in: Haupttragwirkung, Tragwirkung parallel zu den Dübelleisten und Tragwirkung quer zu den Dübelleisten. Mit diesen Definitionen konnten die Einflüsse auf die Hauptbewehrung beschrieben und qualitativ den einzelnen Tragwirkungen zugeordnet werden. Das Konzept, die Einflüsse auf die Hauptbewehrung auf die einzelnen Tragwirkungen aufzuteilen, sollte sich im Laufe der Untersuchungen zur Ermittlung ermüdungswirksamer Spannungsschwingbreiten noch als sehr hilfreich herausstellen. Bevor allerdings mit Spannungsberechnungen begonnen werden kann, muss zunächst ein Finite-Elemente-Modell erstellt werden. Im Zuge der Erstellung des FE-Modells, in dieser Arbeit als Quermodell bezeichnet, wird der aktuelle Wissensstand bezüglich Materialeigenschaften, Geometrie, Randbedingungen, Belastung und Belastungsgeschichte dokumentiert. Wichtig ist hier zu erwähnen, dass das Quermodell ein 2,0 m Ausschnitt in Tragwerksmitte der gesamten Trogbrücke ist. Es ist daher notwendig, geometrische und dynamische Randbedingungen an den Schnittpunkten des Quermodells zu definieren. Diese Randbedingungen wurden in dieser Diplomarbeit zum ersten Mal aus einem Modell entnommen, das ein Viertel der Trogbrücke im FE-Programm Abaqus abbildet (als Viertelbrückenmodell bezeichnet). Es hat sich gezeigt, dass das Viertelbrückenmodell sehr gut mit dem Quermodell approximiert werden kann. Da der Fokus dieser Arbeit auf der Untersuchung der Quertragwirkung unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Haupttragwirkung liegt, wurde der Definition des Betonmodells, und dabei vor allem den Eigenschaf-

ten des Betons unter Zugspannungen, bei der Erstellung des Quermodells besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Im Zuge der Definition der Belastungsgeschichte wurde ein neues Lastniveau entwickelt. Die Idee dabei ist, einen realen Steifigkeitszustand zu simulieren, auf Grundlage dessen über Multiplikationsfaktoren ermüdungswirksame Spannungsschwingbreiten ermittelt werden können. Das Lastniveau realer Steifigkeitszustand ist notwendig, da normativ für die unterschiedlichen Querschnittsteile (und dementsprechend auch Tragwirkungen) unterschiedliche Laststeigerungsfaktoren für das Lastniveau FLS festgelegt sind. Eine Vereinheitlichung ist daher im Lastniveau FLS nicht möglich.



Im nächsten Abschnitt dieser Diplomarbeit wurde eine neue ingenieurmäßige Modellbildung zur Beschreibung der Tragwirkung parallel zu den Dübelleisten (Quertragwirkung) vorgestellt. Das komplexe Tragverhalten wurde dabei über eine Handvoll einfacher Tragmechanismen im ingenieurmäßigen Sinne ausreichend genau beschrieben. Auf Grundlage dieser Modellbildung sollen Berechnungen in praxisnäheren FE-Programmen, wie zum Beispiel RFEM, möglich gemacht werden.

Das Quermodell wurde im letzten Abschnitt einer Parameterstudie unterzogen. Nachfolgend sind die wichtigsten daraus gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst:

- Hauptbewehrungsstäbe mit einem Durchmesser von 30 mm sind auf Grund der vorteilhafteren Ergebnisse bezüglich maximaler Spannung und Spannungsschwingbreiten im Vergleich zu Hauptbewehrungsstäben mit kleineren Durchmessern zu bevorzugen.
- Die Einflüsse auf die Hauptbewehrung zufolge der Tragwirkung parallel zu den Dübelleisten haben im Bereich der oben angeschweißten Dübelleisten eine zugkrafteerhöhende Wirkung auf die Bewehrungsstäbe. Im Gegensatz dazu haben sie im Bereich der

unten angeschweißten Dübelleisten eine zugkraftreduzierende Wirkung. Hauptverantwortlich für diese Zugkraftherhöhung bzw. -reduktion ist die so genannte Kammverdringung (Zugkräfte in den Bewehrungsstäben zur Aufrechterhaltung des Momentengleichgewichts in den Betonkammern).

- Die „Vorspannwirkung“ in Querrichtung zufolge behinderter Querstauchung des Baustahls (aus der Haupttragwirkung) hat einen positiven Einfluss auf die Dübelkräfte und die Durchbiegungen. Das ist bei der Herleitung von einfachen Ingenieurmodellen zu beachten.
- Die Modellierung der Hauptbewehrungsstäbe als ein-dimensionale beam-Elemente führt zu Ergebnissen, die im Vergleich zu Modellen mit dreidimensionalen solid-Elementen auf der unsicheren Seite liegen. Für weitere Forschungsarbeiten wird die Modellierung als solid-Elemente empfohlen.
- Das Vorhandensein von Hauptbewehrungsstäben führt im Vergleich zu Modellen ohne Hauptbewehrungsstäben zu einer deutlichen Reduktion der Rissbreiten im Betonkern.
- Durch die Aufteilung der Beanspruchung der Hauptbewehrungsstäbe auf die Haupttragwirkung und die Tragwirkung parallel zu den Dübelleisten, ergeben sich für die ermüdungswirksamen Spannungs-

schwingbreiten Ausnutzungsgrade von 137 % während der Erstbelastung und 46 % während der Zweitbelastung. Würden die Spannungsschwingbreiten mit einem vereinfachenden Laststeigerungsfaktor auf der sicheren Seite bestimmt werden, würden sich deutlich ungünstigere Ausnutzungsgrade ergeben.

- Die kleineren ermüdungswirksamen Spannungsschwingbreiten in den Hauptbewehrungsstäben während der Zweitbelastungsphase sind auf bleibende Betonschädigungen während der Erstbelastungsphase zurückzuführen. Durch die Betonschädigungen ergeben sich während der Zweitbelastung im Unterlastniveau deutlich größere Beanspruchungen auf die Bewehrung als bei der Erstbelastung. Bei gleichbleibender Beanspruchung im Oberlastniveau führt das zu kleineren Spannungsschwingbreiten.
- Hauptverantwortlich für die Reduktion der Spannungsschwingbreiten während der Zweitbelastungsphase ist die Biegemomentenbeanspruchung. Da die Biegemomente in der Hauptbewehrung vor allem aus der Tragwirkung parallel zu den Dübelleisten folgen, kann diese Tragwirkung als hauptverantwortliche Tragwirkung für die Spannungsschwingbreitenreduktion zwischen Erst- und Zweitbelastung identifiziert werden.