



Kurzbeschreibung Projekte Bahninfrastrukturforschung

P-1126 Spannungsamplitude gebogener Rahmeneckbewehrungen – Mechanisch konsistente Modellierung und experimentelle Validierung

Schwerpunkte	Verbesserung beim Substanzerhalt der Bahninfrastruktur, Effizienter Mitteleinsatz	Geplante Projektdauer	06.2024 - 12.2025
Wirkungsziele	Kostenoptimierung (Betrieb, Unterhalt oder Ausbau der Bahninfrastruktur)		
Projekträger/ Projektleitung	ETH Zürich - IBK Dr. Karel Thoma thoma@ibk.baug.ethz.ch	Budget total / Anteil BAV	320'000 CHF 128'000 CHF

Zusammenfassung

Es werden grossmasstäbliche Rahmeneckversuche durchgeführt, in denen der Dehnungs- und Spannungsverlauf entlang der abgebogenen Rahmeneckbewehrung mit kontinuierlichen faseroptischen Dehnungsmessungen verfolgt wird. Damit werden heutige Unsicherheiten im Nachweis des Tragwiderstands und insbesondere der Ermüdungsfestigkeit beseitigt, so dass die Verstärkung bestehender Brücken zukünftig gezielter vorgenommen werden kann und mutmasslich in vielen Fällen unnötig wird.

Problemstellung

Die Lage des massgebenden Nachweisschnitts zur Ermittlung der Spannungsamplitude in abgebogenen Rahmeneckbewehrungen ist in der Fachwelt umstritten und normativ nicht eindeutig geregelt. Bei vielen Bauwerken ist die Ermüdungssicherheit der Rahmeneckbewehrung jedoch – je nach Annahme des Nachweisschnitts – problemlos erfüllt, oder aber klar ungenügend. Mit konservativen Annahmen resultieren somit mutmasslich unnötige, kostspielige Verstärkungsmassnahmen im Bestand resp. sehr hohe Bewehrungsgehalte bei Neubauten. Andererseits ist denkbar, dass unzulässige Risiken hinsichtlich der Ermüdungssicherheit eingegangen werden. Diese Wissenslücke wird mit dem Projekt beseitigt.

Ziele

Im Rahmen des Projekts werden (i) der Spannungsverlauf entlang der Rahmeneckbewehrung experimentell bestimmt, (ii) die wissenschaftliche Grundlage des Abminderungsfaktors gemäss SIA 262 Ziffer 4.3.8.2.2 hinterfragt und (iii) ein mechanisch und experimentell abgestütztes Bemessungs- und Überprüfungskonzept für den Tragwiderstand (GZ Typ 2) und die Ermüdungsfestigkeit (GZ Typ 4) erarbeitet.

Vorgehen / Module

Hauptursache für die in Abschnitt 2.1 beschriebene Unsicherheit bezüglich der Ermüdungsfestigkeit der Bewehrung im Rahmeneckbereich (insbesondere abgebogene Biegebewehrung, aber auch Schubbewehrung) ist die Tatsache, dass es bis vor kurzem nicht möglich war, die Stahlspannungen entlang der gebogenen Rahmeneckbewehrung zu messen, ohne den Verbund signifikant zu stören. Daher besteht bezüglich des Stahlspannungsverlaufs eine erhebliche Wissenslücke, obschon der Tragwiderstand von Rahmenecken experimentell gut erforscht ist.

Mit kontinuierlichen faseroptischen Messungen ist es jedoch heute möglich, die Dehnungen der Bewehrung minimalinvasiv zu messen und daraus – mit Hilfe der Spannungs-Dehnungs-Beziehung der Bewehrung – den Spannungsverlauf entlang der Rahmeneckbewehrung zu ermitteln. Auf Basis der gemessenen Spannungen kann sodann einerseits überprüft werden, ob der Abminderungsfaktor der Ermüdungsfestigkeit für gebogene Stäbe (SIA 262 Ziffer 4.3.8.2.2) überhaupt massgebend wird. Andererseits kann die Lage des Nachweisschnittes mit den zugehörigen Auswirkungen (Moment, Normalkraft, Querkraft) bestimmt werden, und diese können den mit mechanisch konsistenten Modellvorstellungen ermittelten Werten gegenübergestellt werden.

Zu diesem Zweck werden im Rahmen des Projekts (i) 4 Probekörper mit 8 Rahmenecken unterschiedlicher Geometrie und unterschiedlichem Bewehrungslayout im Large Universal Shell Element Tester (LUSSET) an der ETH Zürich zyklisch geprüft ($N < 10^6$) und damit eine



Kurzbeschreibung Projekte Bahninfrastrukturforschung

experimentelle Datenbasis für den Spannungsverlauf in der abgebogenen Rahmeneckenbewehrung geschaffen, indem die Dehnungen der Bewehrung faseroptisch gemessen werden, (ii) die wissenschaftlichen Grundlagen der Norm SIA 262, Ziffer 4.3.8.2.2 aufgearbeitet und neu interpretiert und (iii) ein aktualisiertes Nachweiskonzept für die Bemessung und die Überprüfung von Rahmeneckenbewehrungen in den Grenzzuständen des Tragwiderstands (GZ Typ 2) und Ermüdungsfestigkeit (GZ Typ 4) erarbeitet. Ergänzend wird die Übertragbarkeit der Erkenntnisgewinne z.B. für aufgebogenen Längsbewehrungen in Bestandsbauten diskutiert.

Erwartete Resultate

- a) Experimentelle Basis für den Spannungsverlauf in abgebogenen Rahmeneckenbewehrungen
- b) Vorschlag für ein aktualisiertes Bemessung- und Überprüfungskonzept für ermüdungsbeanspruchte, abgebogene Rahmeneckenbewehrungen
- c) Publikation der Resultate in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift
- d) Schlussbericht zu Händen BAV und TU