Universität Stuttgart
Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Tragverhalten einer semi-integralen Balkenbrücke - Entwurf, Analyse und Bewertung

Lorik Dibrani

Motivation und Zielsetzung

Konventionelle Brücken mit Lagern und Fahrbahnübergängen sind besonders wartungsintensiv, da diese Verschleißteile häufig zu Schäden und aufwendigen Wartungsarbeiten führen. Deshalb gewinnen alternative Bauweisen an Bedeutung. Die semi-integrale Bauweise kombiniert konventionelle und integrale Systeme.

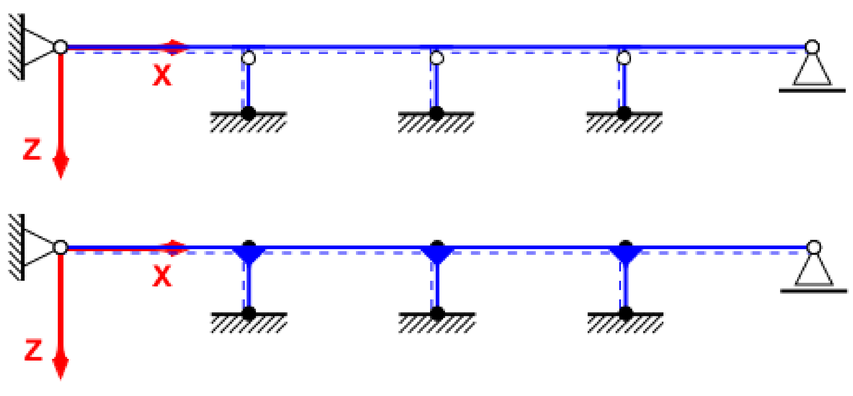
Ziel der Arbeit ist es, das Tragverhalten einer semi-integralen Balkenbrücke im Vergleich zur konventionellen Bauweise systematisch zu untersuchen. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie ein biegesteifer Anschluss zwischen Überbau und Stütze die Schnittgrößen, Lagerreaktionen und Zwangsbeanspruchungen beeinflusst.

Bauweisen im Brückenbau

Die konventionelle Bauweise ist durch eine konstruktive Trennung von Über- und Unterbau sowie durch Lager und Dehnfugen gekennzeichnet. Die integrale Bauweise bildet dagegen ein vollständig monolithisches Tragwerk ohne Lager und Dehnfugen. Die semi-integrale Bauweise stellt eine Zwischenform dar, bei der der Überbau in mindestens zwei Achsen monolithisch mit dem Unterbau verbunden ist, während andere Bereiche weiterhin gelagert ausgeführt werden können.

Grundlagen der Modellierung

Für die Untersuchung wird das reale Brückentragwerk in ein vereinfachtes zweidimensionales Balkenmodell überführt. Dieses Modell besteht aus zwei Feldern mit jeweils 20 m Spannweite und einer Stütze mit 7 m Höhe. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden untersuchten Varianten liegt in der Ausbildung des Stützenanschlusses: Bei der konventionellen Bauweise wird dieser gelenkig, bei der semi-integralen Bauweise biegesteif modelliert. Anschließend wird das Modell für eine weitere Untersuchung um zwei Stützen und zwei Felder erweitert. Die Auswertung der Schnittkraftverläufe des erweiterten Systems erfolgt mit dem Stabwerksrechner Star². Ziel ist es, die bisherigen Erkenntnisse am erweiterten System zu überprüfen und auszuwerten. Die geometrischen und materiellen Randbedingungen sowie die Querschnittswerte wurden konstant gehalten, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Untersucht wurden eine vollflächige und eine asymmetrische Streckenlast sowie Zwangseinwirkungen infolge von Temperaturdehnung, Temperaturkrümmung und Stützensenkung.



Betreuung:

Tamara Prokosch, M.Sc.

Wiebke Hartmann, M.Sc. (extern)

Ergebnisse

Vergleich semi-integrale und konventionelle Bauweise:

Bei vollflächiger Streckenlast ähneln sich beide Bauweisen im Überbau zunächst deutlich. Die semi-integrale Bauweise bindet die Stützen stärker in den Lastabtrag ein, wodurch die Feldmomente reduziert und die Stützmomente erhöht werden. Bei asymmetrischer Streckenlast treten diese Unterschiede noch deutlicher hervor, da es durch den biegesteifen Anschluss zu einer stärkeren Umlagerung der Schnittgrößen kommt. Die Stützen werden dabei nicht nur vertikal belastet, sondern zusätzlich durch Momente und Querkräfte beansprucht.

Temperatureinwirkungen wirken sich bei der semi-integralen Bauweise besonders stark aus. Durch die behinderte Verformung des Überbaus entstehen höhere Zwangsbeanspruchungen als bei der konventionellen Bauweise. Auch bei Temperaturkrümmung und Stützensenkung zeigt sich eine veränderte Verteilung der Schnittgrößen, bei der einzelne Bereiche entlastet und andere stärker beansprucht werden. Insgesamt wird deutlich, dass die semi-integrale Bauweise das Tragwerk stärker als Gesamtsystem aktiviert.

Einfluss verschiedener Eigenschaften

Die Parametervariationen zeigen, dass vor allem die Biegesteifigkeit der Stützen und die Lagerbedingungen das Tragverhalten beeinflussen. Eine geringere Biegesteifigkeit der Stützen führt zu einer geringeren Zwangsbeanspruchung infolge Temperaturdehnung. Auch eine schwimmende Lagerausbildung wirkt sich günstig aus, da sie Zwangskräfte deutlich verringert.

Fazit

Während die konventionelle Brücke wie ein Durchlaufträger wirkt, aktiviert die semi-integrale Bauweise eine Rahmenwirkung, die das gesamte System einbezieht. Insgesamt lässt sich bestätigen, dass die semi-integrale Bauweise eine robuste Alternative darstellt, sofern Zwangseinwirkungen im Entwurf berücksichtigt und durch eine geeignete Steifigkeitsanalyse optimiert werden.

Literatur

Mehlhorn, G. (Hrsg.) (2014): Handbuch Brücken. Entwerfen, Konstruieren, Berechnen, Bauen und Erhalten. 3. Aufl., Wiesbaden: Springer Vieweg.

KREBS+KIEFER

Baustatik und Baudynamik