

Schriftenreihe des Instituts für Massivbau der TUHH

Heft 9

Gregor Borkowski

**Beitrag zur rechnerischen Überprüfung
von Betonhohlkastenbrücken**

Shaker Verlag
Aachen 2014

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Hamburg-Harburg, Techn. Univ., Diss., 2014

Copyright Shaker Verlag 2014

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2904-8

ISSN 1865-8407

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Kurzfassung

Die rechnerische Überprüfung von bestehenden Brücken ist ein stetig wachsendes Aufgabengebiet der heutigen Bauingenieure, da 40 bis 60 Jahre alte Betonbrücken Defizite bezüglich der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit aufweisen können. Diese vorhandenen Defizite entstehen infolge ungenügender konstruktiver Ausbildung, im Laufe der Nutzungsdauer steigender Verkehrslasten sowie Brückenschäden bedingt durch Nutzung, Umwelteinflüsse und Materialermüdung. Diese Brücken sind nach dem Stand der Technik bezüglich ihrer Tragfähigkeit zu überprüfen und es gilt ihre Funktionalität für die nächsten Jahre zu beurteilen und sicherzustellen. Bei der rechnerischen Überprüfung bestehender Brücken mit aktuell gängigen, einfachen, statischen Modellen können diese Brücken die heute gültigen Anforderungen oft nicht erfüllen, da die anhand einfacher Modelle bestimmten Einwirkungen größer als die auf der Basis heute gültiger Normen rechnerisch bestimmten Widerstände sind.

Vor allem bestehende Betonhohlkastenbrücken weisen heute oft Defizite bezüglich ihrer Querkrafttragfähigkeit auf, da bei der Konstruktion damals einerseits geringere Lastannahmen gültig waren und andererseits das damalige Bemessungskonzept geringere Bewehrungsgrade der Querkraftbewehrung in den Stegen zuließ. Da nach den heute gültigen Vorschriften erforderliche Widerstände in Stegen und/oder Fahrbahnplatten der Querkraftbeanspruchung rechnerisch nicht widerstehen, können aufwendige und teure Verstärkungsmaßnahmen bis hin zum teilweisen oder ganzen Brückenersatz faktisch notwendig werden.

Verfeinerte und somit genauere Bestimmung der Einwirkungen und des Tragverhaltens liefern wirklichkeitsnahe Kräfte und Widerstände der Brücken. Dadurch können detaillierte und genauere Erkenntnisse hinsichtlich des Kraftflusses und des Widerstands ermittelt werden. Deshalb beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit der Bestimmung des Kraftflusses innerhalb von ein- und mehrzelligen Betonhohlkastenbrücken mit dem Ziel, die nach aktuellen Vorschriften notwendigen Anforderungen an die bestehenden Brücken zu erfüllen, damit kostenintensive Ertüchtigungsmaßnahmen vermieden werden können.

Der Fokus der Arbeit liegt auf der Bestimmung von Querkraften in den maßgebenden Nachweisschnitten: in den Stegen im Bereich der Auflager sowie in Fahrbahnplatten im

KURZFASSUNG

vi

Anschnitt zu Stegen. Erfahrungsgemäß sind bestehende Brücken bezüglich der Biegetragfähigkeit als unkritisch zu bewerten, da sie einerseits meist über ausreichend Biegebewehrung verfügen und andererseits hochgradig vorgespannt sind.

Zunächst werden mithilfe von räumlichen Finite Elemente Berechnungen mit Schalenelementen auf der Grundlage linear elastischen Werkstoffverhaltens Querkräfte infolge des Verkehrslastmodells des DIN Fachberichtes [35] bestimmt, die den Querkraften aus der Stabstatik gegenüber gestellt werden. Dabei zeigen sich wesentliche Unterschiede infolge der verschiedenen Berechnungsmethoden. Aus der Stabstatik ergeben sich für mehrzellige Querschnitte auf der unsicheren Seite liegende Ergebnisse, da die Stabstatik alle Stege gleichmäßig zum Abtrag der Querkräfte infolge von Längsbiegung ansetzt. Aus der FE-Berechnung folgt, dass durch den räumlichen Lastabtrag hauptsächlich die lastnahen Stege am Lastabtrag beteiligt sind.

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden Querkräfte unter Zugrundelegung eines nichtlinearen Werkstoffverhaltens von Stahlbeton mit räumlichen FE-Modellen bestimmt. Die so bestimmten Werte werden mit den zuvor bestimmten verglichen. Es zeigt sich, dass bei mehrfeldrigen Brücken im Bereich der Mittelstütze mittels nichtlinearen Berechnungen geringere Querkräfte im maßgebenden Nachweisschnitt der Stege bestimmt werden, als mit linear elastischen Berechnungsansätzen. Im Bereich der Endauflager ergeben sich mit nichtlinearen Rechenmethoden größerer Querkräfte in den Nachweisschnitten. Die beiden

Unterschiede lassen sich im nichtlinearen Tragverhalten einerseits auf die Beteiligung stegnaher Plattenbereiche beim Lastabtrag der Querkräfte in Längsrichtung der Brücken und zurückführen. Andererseits ändert sich innerhalb der Brücken der Lastabtrag derart, dass die Neigung der Druckfelder kleiner wird und dadurch die Beanspruchung der Stege abnimmt. In weiteren Untersuchungen zeigt sich, dass infolge einer Lastumordnung der in Längsrichtung verlaufenden Querkräfte aus den Stegen in die Platten, der Querkraftwiderstand in den Platten erreicht werden kann.

Im Rahmen der Untersuchungen werden ebenfalls die mitwirkenden Plattenbreiten in Kragplatten infolge von Einzellasten ermittelt. Es wird verdeutlicht, dass die mitwirkenden Plattenbreiten von der Anordnung der Einzellasten auf diesen Kragplatten sowie der Plattengeometrie abhängen. Im Bereich von Querscheiben der Hohlkastenquerschnitte werden geringere Plattenbreiten errechnet als in den Feldbereichen der Brücken. Aus den

KURZFASSUNG

vii

Untersuchungen werden Diagramme abgeleitet, mit denen die mitwirkenden Plattenbreiten in der Nähe der Querscheiben bestimmt werden können.