[1] Hauser, M.: Fahrgastzählung, Der Knotenpunkt, Oktober 2013, Graz

[2] http://bahnbilder.warumdenn.net/8050.htm; 29.1.2016

[3] verkehrplus GmbH: Masterplan – Europäische Modellregion für nachhaltige Mobilität im ländlichen Raum, Ergebnis des interregionalen Leaderprojektes: „Die Zukunft der Murtalbahn zwischen Biospähre und Energiemodellregion", im Auftrag der Holzwelt und dem Regionalverband Lungau, 2014, Graz

Dipl.-Ing. Johannes Neuhold
johannes.neuhold@tugraz.at

Versuche zum Querkrafttragverhalten von Stahlbetonträgern mit und ohne Schubbewehrung

1 Einleitung

Dipl.-Ing. Tobias Huber

Der massive Anstieg des Transit- und Güterverkehrs in Kombination mit der stetigen Weiterentwicklung der Bemessungsnormen hat dazu geführt, dass die Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Brückentragwerke ein immer bedeutenderer Bestandteil der täglichen Bauingenieurarbeit wird. Die Beurteilung der Querkrafttragfähigkeit von dünnwandigen Stegen (siehe Bild 3) spielt dabei eine zentrale Rolle, da gerade in ihrem Fall die derzeit gültigen Normen für gewisse Brückentypen deutlich konservativere Ansätze beinhalten als in der Vergangenheit. Dies führt dazu, dass zahlreiche Brücken aufgrund fehlender rechnerischer Querkrafttragfähigkeit saniert oder ertüchtigt werden müssen, was wiederum mit hohen Kosten verbunden und darüber hinaus bautechnisch äußerst schwierig ist.

Zur Behebung dieser ungünstigen Situation wurde im Rahmen der Forschungsinitiative VIF 2012 der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) ein neuartiger Ansatz zur realitätsnahen Ermittlung der Querkrafttragfähigkeit an der TU Wien entwickelt. Im Zuge dieses Forschungsprojektes wurde am Institut für Tragkonstruktionen eine Versuchsreihe zum besseren Verständnis der Querkrafttragfähigkeit durchgeführt, deren Ergebnisse in der vorliegenden Diplomarbeit beschrieben werden.

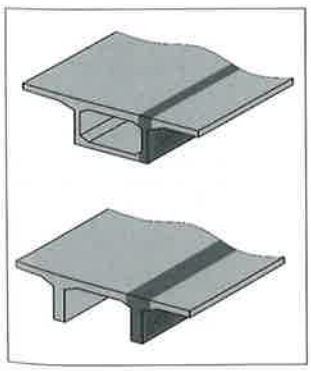


Bild 3: Querkraftbeanspruchte Stege bei Brückentragwerken

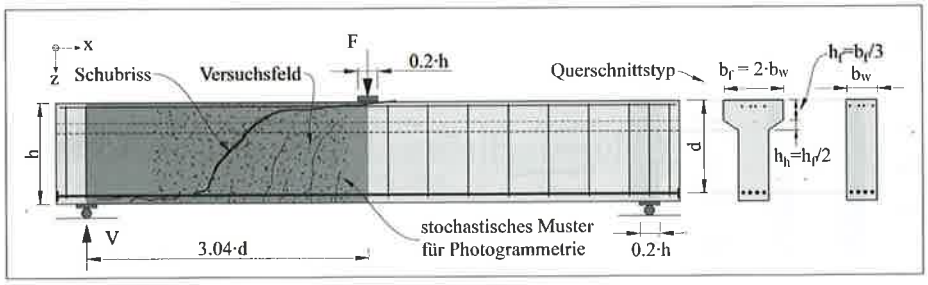


Bild 4: Versuchskörper und Versuchskonzept

2 Versuchsprogramm

Insgesamt wurden zwölf Versuchsträger als Einfeldträger mit mittiger Lasteinleitung getestet (Bild 4). Dabei wurden folgende Versuchsparameter variiert: Querschnittstyp (Pb: Plattenbalken; Re:rechteckiger Querschnitt), Höhe des Versuchsträgers (h = 250; 500; 1000 mm), Gehalt der Schubbewehrung (o: ohne Bügel; m: Mindestbewehrungsgehalt).

Sämtliche Abmessungen sowie das Bewehrungskonzept wurden entsprechend den unterschiedlichen Höhen skaliert. Bei allen Testkörpern wurde selbstverdichtender Beton (SCC) mit einer Zielfestigkeit von 60 MPa verwendet. Die örtliche Eingrenzung des Versagens durch einen geringeren Bewehrungsgehalt im Versuchsfeld ermöglichte einen effizienten Einsatz der Messtechnik.

3 Photogrammetrische Messung

Die Bewegungen der Rissflanken des diagonal verlaufenden Schubrisses wurden erstmals durch ein photogrammetrisches Messsystem aufgezeichnet (Bild 5 oben). Im Gegensatz zur konventionellen Messtechnik erlaubt das System eine berührungslose, vollflächige Messung des Versuchsfelds von der Rissentstehung bis zum Bruch. Dabei konnte sowohl die Rissöffnung (w), als auch die Verschiebung der Rissufer zueinander (Gleitung s) gemessen werden (Bild 5 unten). Auf Basis dieser Messdaten konnten die Traganteile von verschiedenen Querkrafttragmechanismen (Verzahnung der Rissflanken, Bügel, Dübelwirkung der Längsbewehrung) anhand von Modellen aus der Literatur abgeschätzt werden. Diese Analyse soll Aufschlüsse darüber geben, welche Mechanismen unmittelbar vor Bruch wirken und somit maßgebend für die Querkraftbemessung sind. Aufgrund der Limitierung der Messfeldgröße aus Gründen der Genauigkeit konnte bei vier Trägern nicht der gesamte Schubriss aufgezeichnet werden. Jene Träger wurden nicht für die Analyse der Traganteile herangezogen.

4 Ergebnisse

In den Diagrammen werden die ermittelten Traganteile der relevanten Mechanismen zur Querkraftabtragung den Lasten zum Zeitpunkt unmittelbar vor Bruch gegenübergestellt und finden dabei exzellente Übereinstimmung. Bei Stahlbetonträgern ohne Querkraftbewehrung ist die Verzahnung der Rissflanken maßgeblich für die Übertragung der Querkräfte verantwortlich (siehe Abbildung 4 li.). Durch die typische Schubrotation kommt es zu großen Gleitungen und es können große Kräfte aufgrund der Verzahnung des Einzelkorns aktiviert werden. Die stützende Dü-

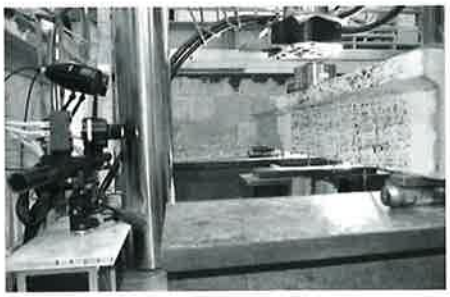
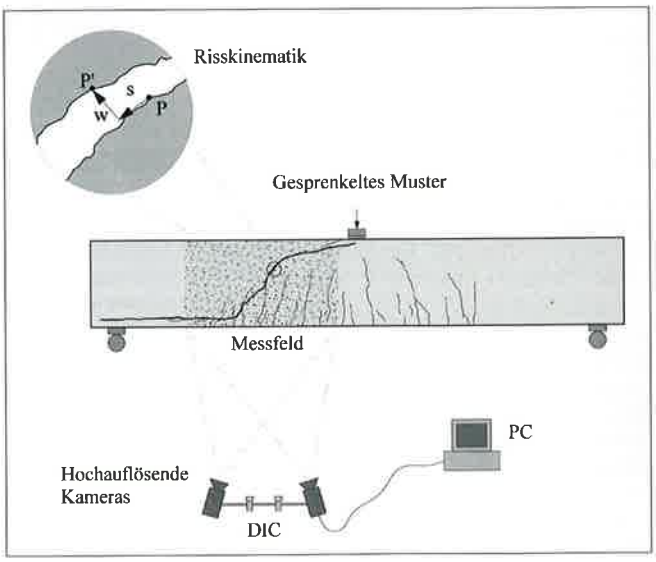


Bild 5: Versuchskörper mit photogrammetrischen Messsystem



Prinzip der Photogrammetrie

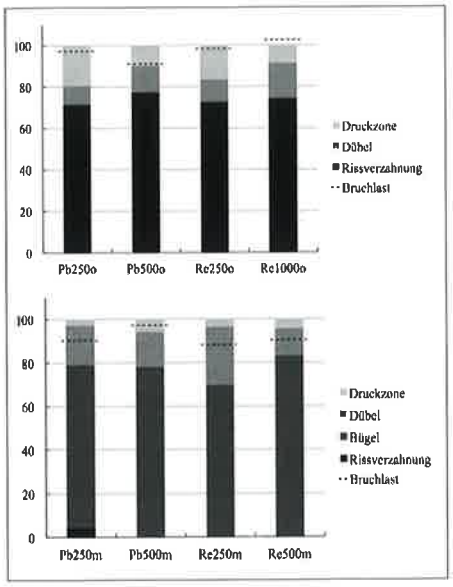


Bild 6: Traganteile für Versuchskörper ohne Querkraftbewehrung; mit Querkraftbewehrung

belwirkung der Längsbewehrung und die Übertragung von Querkräften über die ungerissene Druckzone spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Das Vorhandensein einer minimalen Querkraftbewehrung ändert das Tragverhalten der Versuchskörper bereits signifikant und die Bügel bilden den maßgebenden Mechanismus (Bild 6). Dabei kommt es vor dem Versagen zu großen Rissöffnungen und damit wird der Rissverzahnungsmechanismus wirkungslos, da eine Verhakung nicht mehr möglich ist. Die anderen Mechanismen übernehmen hier wiederum nur einen geringen Teil der Querkraftabtragung.

Im Zuge dieser Diplomarbeit konnte gezeigt werden, dass die Photogrammetrie als berührungslose Messtechnik zur Aufzeichnung von Rissen bestens geeignet ist, und sie ermöglicht die nachträgliche Analyse des maßgebenden Schubrisses mit hoher Genauigkeit. Die Erkenntnisse aus dieser Arbeit können direkt auf Einfeldbrücken aus Stahlbeton umgelegt werden, während Spannbetonträger und Mehrfeldsysteme gesondert untersucht werden müssen. Diesem Gebiet widmet sich auch in Zukunft das Institut für Tragkonstruktionen an der TU Wien.

5 Danksagung

Für die finanzielle Unterstützung dieses Forschungsprojektes gebührt folgenden Projektpartnern ein herzlicher Dank: ASFINAG, BMVIT, FFG und ÖBB – Infrastruktur GmbH.

Dipl.-Ing. Tobias Huber
tobi.huber@tuwien.ac.at

Veranstaltungen und Seminare

FSV-Seminar
Standardisierte Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur 4 in Leoben
5.–6.4.2016
Falkensteiner Hotel & Asia Spa Leoben
A-8700 Leoben

FSV-Info-Nachmittag
Straßenplanung
7.4.2016 FSV,
1040 Wien, Karlsgasse 5

FSV-Seminar
LB-VI Version 4 Modul Wasserwirtschaft in Innsbruck
11.4.2016
Hotel Grauer Bär
A-6020 Innsbruck

Nähere Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen und eine Online-Anmeldemöglichkeit finden Sie auf unserer Homepage www.fsv.at.

Aktuelles zu Veranstaltungen

FSV-Preis 2016 – Reichen Sie jetzt ein!

Die Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV) schreibt den FSV-Preis zur Prämierung und Präsentation von Master-/Diplomarbeiten und Dissertationen im Fachbereich Verkehrswesen aus. Das Thema ist in seiner gesamten Breite auszulegen und beinhaltet Straßenbau, Eisenbahnbau, öffentlichen Verkehr, Verkehrsplanung, Verkehrstelematik, Verkehrswirtschaft, Verkehrssicherheit usw. Auch heuer werden wieder sechs Arbeiten ausgewählt, die mit dem FSV-Preis beziehungsweise mit dem Anerkennungspreis, am 10. November 2016 in Wien, ausgezeichnet werden.

Kurzfassungen der präsentierten Arbeiten werden in „FSV-aktuell" in den Fachzeitschriften „Straßenverkehrstechnik" sowie „Straße und Autobahn" veröffentlicht. Den prämierten Verfassern wird eine Mitgliedschaft in der Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV) angeboten.

Einreichschluss ist der 1. Juli 2016. Die für die Präsentation vorgesehenen Arbeiten werden in thematisch gegliederten Vortragsblöcken vor der eingeladenen Fachöffentlichkeit des österreichischen Verkehrswesens präsentiert. Im Rahmen der Präsentationsveranstaltung besteht die Möglichkeit der Diskussion und der Kontaktaufnahme mit Experten des Verkehrswesens. Weitere Informationen zum FSV-Preis entnehmen Sie bitte unserer Homepage www.fsv.at.

Die FSV ist ein gemeinnütziger Verein, der seine Hauptaufgabe darin sieht, Erkenntnisse aus dem gesamten Verkehrs- und Straßenwesen im Zusammenwirken von Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung weiterzuentwickeln, zu dokumentieren und zu kommunizieren. Die Hauptarbeit der FSV geschieht in fachlich orientierten Gremien, den Arbeitsausschüssen, in denen derzeit ca. 1.400 Fachleute des Straßen-, Eisenbahn- und Verkehrswesens ehrenamtlich tätig sind.

Weitere Informationen zum FSV-Preis 2016 erhalten Sie online unter www.fsv.at oder persönlich unter office@fsv.at.

In der nächsten Ausgabe

... finden Sie weitere Berichte zu neuen Regelwerken.

FSV-aktuell Straße:
„Österreich-Teil" und offizielles Organ des Bereichs Straße der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV)

FSV-Geschäftsstelle:
A-1040 Wien, Karlsgasse 5
Tel.: +43 1 5855567
Fax: +43 1 5855567 - 99
E-Mail: office@fsv.at
http://www.fsv.at

Schriftleitung:
Ildikó B. Póser-Piroska
(Kommentare, Anregungen, Beitragsideen usw. erwünscht!)

Weitere Informationen und Bestellmöglichkeit der Publikationen der FSV auf www.fsv.at.

Bei Bestellungen im EU-Raum bitte Ihre UID bekannt geben (in Deutschland = DE + 9 Ziffern), da Sie so die MwSt. sparen können.

Abonnementpreis
der Zeitschriften
Straßenverkehrstechnik sowie
Straße und Autobahn
für FSV–Mitglieder ermäßigt!