



ÖSTERREICHISCHE
FORSCHUNGSGESELLSCHAFT
STRASSE • SCHIENE • VERKEHR



FSV-aktuell STRASSE Dezember 2016

Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft
Straße • Schiene • Verkehr

Editorial

Sehr geehrte Leserin,
sehr geehrter Leser!

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf, Vorstandsvorsitzender der FSV überreichte am 10. November 2016, gemeinsam mit Abteilungsleiterin Frau Dipl.-Ing. Dr. Eva Maria Eichinger-Vill (BM-VIT), den FSV-Preis bzw. den Anerkennungspreis an sechs Preisträger/innen. In Kooperation mit dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie werden jedes Jahr die Abschlussarbeiten junger Akademiker/innen aufgrund deren hervorragenden Inhaltes ausgezeichnet.

Diese Veranstaltung muss besonders hervorgehoben werden: Das Hauptaugenmerk liegt sicherlich auf den Preisträgerinnen und -trägern, deren hervorragende Arbeit ausgezeichnet wird. Gleichzeitig erhält die Fachwelt einen sehr guten Einblick in die Aktivitäten der tertiären Bildungseinrichtungen, den Universitäten und Fachhochschulen. Die FSV selbst wiederum hofft, dass die Ausgezeichneten animiert sind, sich einer der Arbeitsgruppen der FSV anzuschließen, aktiv ihr Wissen einbringen und damit auch zu einer Verjüngung der Expertengruppe der FSV beitragen. Zusätzlich sollte diese Veranstaltung, über die in den Medien berichtet wird, Studierende in ihrer Studien und Berufswahl bestätigen, dass



Bild 1: Preisträger/innen 2016, v. l. Martin Fellendorf, Alessandra Angelini, Christof Bitschnau, Pia Mandahus, Ferdinand Pospischil, Michael Fellinger, Eva Maria Eichinger-Vill, Patrick Huber

das Verkehrswesen sowohl in der Forschung als auch in der Praxis ein vielseitiges Betätigungsfeld darstellt.

Viele Aufgaben warten auf den Nachwuchs der Verkehrsexperten/innen. Die Herausforderungen und Anforderungen eines gemeinsamen Europas, wachsender Städte, einer nachhaltigen Verkehrswirtschaft sind Themen, die gerade die kommende Generation an Verkehrsfachleuten fordern wird. Die prämierten Arbeiten zeigen, dass wir uns auf die Zukunft freuen dürfen. Wir wünschen allen Preisträger/innen eine erfolgreiche Zukunft!

*Dipl.-Ing. Martin Car
Generalsekretär der FSV*

Berichte zum

FSV-Preis 2016

Wir finden neue Wege, die Jugend geht mit!

In dieser und den nächsten Ausgaben des FSV-aktuell Straße finden Sie die prämierten Arbeiten zum FSV-Preis.

Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Qualitätsbeurteilung der Asphaltmastix

Einleitung

Im Laufe der letzten Jahre wurden vermehrt

Korn- und Schollenausbrüche auf Asphaltstraßen, welche keinen großen verkehrlichen oder klimatischen Belastungen ausgesetzt waren, festgestellt. Die Ursache wird in einer unzureichenden Mastixqualität vermutet. Um der Ursache auf den Grund zu gehen, wird für Mastix (Bitumen mit Füller) ein geeignetes Prüfkriterium gesucht. Daher war das Ziel dieser Diplomarbeit, eine geeignete Prüfung für die Qualität von Mastix in Asphalt zu finden.

Mastix

Asphaltmastix besteht aus Bitumen und Gesteinsfüller mit einem Korndurchmesser von maximal 0,125 mm. Bitumen ist zu 4–7 M.-% im Asphalt vorhanden, und dient hier als Bindemittel zwischen den Gesteinskörnern. Es ist ein thermoplastischer Werkstoff, weshalb es bei heißen Temperaturen (flüssig) verarbeitet wird,

und bei niedrigen Temperaturen (hart und elastisch) belastet werden kann. Durch sein Relaxationsvermögen kann sich Bitumen mithilfe von viskosen Verformungen Spannungen entziehen. So können die einwirkenden Kräfte aufgrund von jahreszeitlichen Temperaturschwankungen im Asphalt abgebaut werden.

Zusammen mit dem Füller bildet das Bitumen einen widerstandsfähigen Film, welcher die größeren Gesteinskörner bedeckt und miteinander verbindet.

Probenauswahl und -vorbereitung

Für alle Versuche wurde zur besseren Vergleichbarkeit nur ein einziges Bitumen verwendet. Es handelt sich dabei um ein 70/100 (PG 58-28), welches als Straßenbaubitumen besonders in Deckschichten sehr oft in Gebrauch ist. Es wurden fünf verschiedene Füller eingesetzt, welche jeweils Kalkstein- oder Quarzmehl zuordenbar sind. Parallel zu den Ermüdungsversuchen wurden auch die Korngröße, die Mineralogie und die Größe der Oberfläche der Füllerpartikel ermittelt.

Da das Bitumen erst bei höherer Temperatur flüssig wird, wurde für den Mischvorgang sowohl das Bindemittel als auch das Gestein auf 180 °C erhitzt. Anschließend wurden die genau abgewogenen Bestandteile der Mastix mithilfe eines Glasstabes so lange umgerührt, bis keine zusammenhaftenden Feinteile mehr zu erkennen waren. Das Mischverhältnis wurde nach einigen Vorversuchen mit Bitumen:Füller = 1:1,5 angenommen. Mit diesem Mischverhältnis wurde mit jedem Füller eine Mastix hergestellt.



Dipl.-Ing. Pia Mandahus

Jeder Versuch wurde sechsmal durchgeführt, einerseits, um die Vergleichbarkeit zu eruieren, andererseits, um etwaige Ausreißer zu erkennen und aus der statistischen Auswertung zu eliminieren.

Prüfablauf

Als Prüfgerät wurde das dynamische Scherrheometer ausgewählt. Bei diesem wird ein Probekörper zwischen zwei Metallplatten eingebracht

und anschließend durch Oszillation der oberen Platte beansprucht. Es werden der komplexe Schubmodul IG^*I (Widerstand gegen Verformung) und der Phasenverschiebungswinkel δ (Maß für die Viskosität) gemessen.

Anders als bei den standardisierten Versuchen mit dem Scherrheometer wurde bei den Mastixprüfungen eine drei Millimeter hohe Probe mit einer Einschnürung in der Mitte beansprucht. Diese Einschnürung soll verhindern, dass sich der Probekörper an der oberen oder unteren Metallplatte ablöst, wodurch nur der Verbund zwischen Metall und Mastix gemessen werden könnte, und nicht wie gewünscht die Kohäsion innerhalb des Probekörpers. Durch diese Einschnürung verjüngt sich der Durchmesser von 8 auf 6 mm. Dies bewirkt eine Spannungskonzentration, der Probekörper versagt aufgrund von Ermüdung genau an dieser Stelle.

Damit der Probekörper kraftschlüssig zwischen den beiden Platten eingebaut werden kann, wird die Mastix heiß und flüssig eingebracht. Die Einschnürung in der Mitte wurde mithilfe einer eigens dafür entwickelten Silikonform erzeugt.

Um das optimale Belastungsniveau für die Ermüdungsversuche zu definieren, mussten Versuche gemacht werden, welche die Grenze des linear viskoelastischen (LVE) Bereichs aufzeigten. Nur innerhalb dieses Bereichs sind die viskoelastischen Parameter wie der komplexe Schubmodul und der Phasenverschiebungswinkel definiert. Um diese Grenze zu ermitteln, wurden am DSR Amplitudensweeps durchgeführt.

Durch Kenntnis der LVE-Grenze konnten mit genau dieser Belastung, der 1-1/2-fachen und der doppelten Belastung, die Ermüdungsversuche ausgeführt werden. Ermüdungsversuche sind dadurch charakterisiert, dass eine Belastung so lange und wiederholt aufgebracht wird, bis ein Versagen bzw. Bruch des Probekörpers auftritt. Alle Versuche wurden bei 30 Hz und 10 °C durchgeführt.

Ergebnisse und Interpretationen

Da sämtliche Ermüdungsversuche pro Füller und Laststufe sechsmal durchgeführt wurden, konnte eine sehr gute Wiederholbarkeit festgestellt werden. Die Standardabweichungen liegen bei jeder Laststufe zwischen 5 und 19 %. Aufgrund der geringen Streuung der Ergebnisse kann auch von einem geeigneten Versuchsaufbau gesprochen werden, welcher für diese Mastixprüfungen entwickelt wurde.

Außerdem kann man einen Zusammenhang zwischen den Lastzyklen bis zur Ermüdung und der aufgebrachten Schubspannung erkennen. Alle fünf Mastixproben weisen hier einen exponentiellen Trend auf.

Des Weiteren ist ein linearer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Lastwechsel bis zur Ermüdung und der Anfangssteifigkeit $IG^*I_n=1$ erkennbar. Je höher der komplexe Schubmo-

dul zu Beginn des Ermüdungsversuchs ist, desto länger dauert es auch, bis der Probekörper bricht.

Obwohl einige interessante Aspekte herausgefunden werden konnten, konnte leider kein unterschiedliches Ermüdungsverhalten von Kalkstein- oder Quarzmehl festgestellt werden. Sowohl die Anfangssteifigkeit $IG^*I_n = 1$ als auch die Dauer bis zum Bruch sind so ähnlich, dass aufgrund dieser Parameter nicht festgestellt werden kann, ob es sich um einen qualitativ guten oder schlechten Füller handelt.

Zusammenfassung und Ausblick

Der Versuchsaufbau mit den eigens entwickelten Probekörperformen hat sich als äußerst sinnvoll erwiesen. Durch die Einschnürung in der Mitte konnte sichergestellt werden, dass sich der Probekörper nicht von der oberen oder der unteren Platte löst, sondern immer ein Ermüdungsbruch der Mastixprobe stattfindet.

Leider konnte kein unterschiedliches Ermüdungsverhalten von Kalkstein- und Quarzmehl festgestellt werden. Eine mögliche Erklärung waren unterschiedliche Korngrößen der verschiedenen Füller. Diese Annahme konnte aber durch Nasssiebungen und Sedigraphie ausgeschlossen werden.

Um diesen Versuchsaufbau als funktionieren des Prüfungskriterium für Mastixversuche zu verwenden, sind noch weiterführende Versuche notwendig.

*Dipl.-Ing. Pia Mandahus
pia.mandahus@tuwien.ac.at*

Reaktives Retourenmanagement

Vergleich von bestehenden Retournierungsmöglichkeiten online bestellter Ware im Rahmen eines effektiven Retourenmanagements aus Sicht der Verbraucher und Paketdienstleister

Retouren von online bestellter Ware im Business-to-Consumer-Paketsegment sind integraler Bestandteil des Online-Handels und stellen, bedingt durch den Boom des Online-Handels und der daraus resultierenden zunehmenden



Dipl.-Ing.
Alessandra Angelini

Anzahl an Retouren, im Hinblick auf ihre Abwicklung alle involvierten Akteure – spricht Online-Händler, Paketdienstleister und Verbraucher – vor neue Problemstellen bzw. große Herausforderungen (z. B. Kosten für eine Retoure sowie rasche Retournierung zum Online-Händler, um die Ware wieder

zeitnah in den vorwärts gerichteten Warenfluss einzuspeisen).

Folglich ist ein effektives Retourenmanagement, das sich in das präventive und reaktive Retourenmanagement gliedert, ein wesentlicher Erfolgsfaktor im modernen Online-Handel. Auf diese Weise wird der organisatorische bzw. strategische Rahmen für die Handhabung und effektive Abwicklung von Retouren festgelegt.

Anhand der Forschungsfrage „Welchen Nutzen generieren bestehende Retournierungsmöglichkeiten im Rahmen eines effektiven Retourenmanagements bei der Abwicklung von räumlich und zeitlich auftretenden Retouren online bestellter Ware aus der Sicht von Verbrauchern und Paketdienstleistern?“ werden in einem ersten Schritt mittels einer Sekundärdatenerhebung grundlegende Begriffe und Strategien des effektiven Retourenmanagements (präventives Retourenmanagement im Versandprozess und reaktives Retourenmanagement bei der Retourenabwicklung) erarbeitet. Der Fokus der Diplomarbeit liegt in der Erkenntnisauflbereitung und Bearbeitung von Retournierungsmöglichkeiten im Rahmen des reaktiven Retourenmanagements. In Form einer Literatur- und Fallbeispielrecherche werden bestehende Retournierungsmöglichkeiten auf nationaler und internationaler Ebene aufgezeigt und im Zuge einer qualitativen Expertenbefragung nach unterschiedlichen Evaluierungskriterien bewertet. Durch die Anwendung einer Nutzwertanalyse können jene Retournierungsmöglichkeiten identifiziert werden, die einerseits für Paketdienstleister Kostenersparnisse bringen und andererseits einen Mehrwert für Verbraucher (z. B. Zeitersparnis) schaffen. Abschließend werden Handlungsfelder für eine effektive Retourenabwicklung aufgezeigt.

Präventives Retourenmanagement

Ein zielgerichteter Umgang in der Handhabung von Retouren beginnt im Rahmen des präventiven Retourenmanagements bereits vor der Bestellung bzw. des Online-Kaufs seitens des Verbrauchers. Beim präventiven Retourenmanagement legen Online-Händler (und in weiterer Folge Paketdienstleister) ihren Fokus auf die Vermeidung von Retouren noch vor dem Paketempfang durch den Verbraucher. Überwiegend informationslastige Instrumente mit organisatorischem Charakter setzen an dem breiten Spektrum der Gründe von Retouren in den unterschiedlichen Prozessschritten, nämlich der Auftragsannahme, der Versandabwicklung und der Auslieferung, an. Sie zielen darauf ab, Retouren durch maßgeschneiderte Lösungsansätze zu reduzieren bzw. zu vermeiden (z. B. optimale Produktinformation und -präsentation, schnelle Lieferzeiten, finanzielle Anreize).

Maßnahmen bzw. Lösungsvorschläge des präventiven Retourenmanagements bilden dabei die Basis für die Reduzierung bzw. Vermeidung von Retouren. Eine transparente Informations-

übermittlung (z. B. Produktinformationen) an den Verbraucher während des Bestellvorgangs sowie die Echtzeit-Verarbeitung von Informationen in Form eines technologiegestützten Warenwirtschaftssystems (z. B. Prüfung der Warenverfügbarkeit, um eine rasche Auslieferung zu gewährleisten) sind wesentliche Erfolgsfaktoren im präventiven Umgang von Retouren.

Reaktives Retourenmanagement

Im Rahmen des reaktiven Retourenmanagements kommen räumlich determinierte Retournierungsmöglichkeiten zum Einsatz, um räumlich und zeitlich auftretende Retouren effektiv abzuwickeln. Solche Retournierungsmöglichkeiten finden Anwendung im öffentlichen sowie privaten Raum und können in zwei Hauptkategorien geclustert werden. Zum einen gibt es zeitgebundene mit Personal ausgestattete Übergabestellen der Retouren (z. B. persönliche Abholung durch den Paketdienstleister am Wohn- bzw. Arbeitsort oder öffentliche Geschäftsstellen, KEP-Paketshops, Shops der Einzelhändler), zum anderen können zeitungebundene automatisierte Boxensysteme der Retouren (z. B. Paketkästen oder Schließfachanlagen am Wohn- und/oder Arbeitsort sowie öffentliche Packstationen) genannt werden.

Auf Basis der in der Diplomarbeit zugrunde liegenden Zielsetzung sollen die identifizierten, vorhandenen Retournierungsmöglichkeiten aus der Sicht der Verbraucher und Paketdienstleister im Hinblick auf ihre jeweilige Nutzengenerierung näher beleuchtet und bewertet werden. Um dies zu bewerkstelligen, werden verbraucher- und paketdienstleisterspezifische Evaluierungskriterien (1) räumlich-verkehrlicher, (2) infrastrukturbezogener, (3) logistischer und (4) organisatorischer Art herangezogen.

Übergabestellen weisen neben der guten räumlichen Erreichbarkeit unter der Prämisse sicherheitstechnischer Aspekte eine geringe Störanfälligkeit bei gleichzeitig guter Informationsbereitstellung bzw. Kontaktmöglichkeit auf. Als nachteilig wird die – bedingt durch längere Wartezeiten – höhere Umschlagsdauer sowie zeitliche Zugänglichkeit angesehen. Boxensysteme punkten hingegen durch die geringe Umschlagsdauer (z. B. Wegfall möglicher Suchkosten der Paketdienstleister) und Umschlagskomplexität sowie der 24-Stunden-Zugänglichkeit. Weiters sind solche Boxensysteme gut skalierbar (z. B. große und kleine Boxen) sowie räumlich und organisatorisch vielfältig einsetzbar (z. B. im Indoor- und Outdoor-Bereich, Mehranbietersysteme) und ermöglichen damit eine Retourenabwicklung seitens des Paketdienstleisters entkoppelt von der Anwesenheit der Verbraucher (und vice versa). Bei mobilitäts- und sinneseingeschränkten sowie älteren Personen können hier allerdings Probleme im Hinblick auf die Bedienbarkeit auftreten. Weiters besteht – bedingt durch Witterungseinflüsse und technische Gebrechen – eine höhere Stör-

anfälligkeit und eine geringere Sicherheit (z. B. Vandalismus).

Ein für die Paketdienstleister ausschlaggebendes Kriterium neben der Befriedigung von Verbraucherbedürfnissen im Sinne der Kostenreduzierung ist die Bündelung von zeitlichen, infrastrukturellen (Betriebsmittel z. B. Fahrzeug) und personellen (Transport-)Ressourcen, weswegen zentral gelegene bzw. gut erreichbare Retournierungsmöglichkeiten präferiert werden. Dabei kann die Drop-Anzahl gesteigert und die Stop-Zahl reduziert werden. Auf diese Weise können Logistikkosten eingespart, paarige Verkehre generiert und im Zuge dessen die Auslastung der Lieferfahrzeuge erhöht werden, was auch ökologisch sinnvoll ist.

Verbraucher sind daran interessiert, das Paket mit dem geringst möglichen Zeit- und Wegaufwand zu retournieren und versuchen, die Rückgabe im Rahmen ihrer regulären Wege bzw. in ihren üblichen Tagesablauf zu integrieren.

Fazit

Für die Bereitstellung von Retournierungsmöglichkeiten sollten neben den betriebswirtschaftlichen Interessen im Sinne einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung auch öffentliche Zielsetzungen (z. B. Barrierefreiheit, Inklusion

aller Personengruppen) berücksichtigt werden. Eine gesellschaftspolitische Zielsetzung wäre u. a. eine möglichst gleichwertige Versorgung aller Einwohner eines Gebiets mit zentralen Waren bzw. Dienstleistungen, um möglichst ausgewogene Versorgungsbedingungen im besiedelten Raum zu gewährleisten.

Bewährt hat sich eine Mischung aus den unterschiedlichen Angeboten (v. a. KEP-Geschäftsstelle, KEP-Paketshops, Boxenanlagen). Die etwas aufwendigeren und leistungsfähigen öffentlichen Boxensysteme sind derzeit aufgrund ökonomischer und/oder technischer Aspekte nur an ausgewählten Standorten eines Gebiets (z. B. an zentralen Knotenpunkten oder Verkehrsadern) vorhanden und sind für unterschiedliche Einzugsbereiche konzipiert. Bei den KEP-Geschäftsstellen bzw. KEP-Paketshops wird hingegen ein möglichst flächendeckendes Angebot angestrebt. In städtischen Gebieten sollen bedingt durch die zugrunde liegende Bevölkerungsdichte Übergabestellen in zehnminütiger fußläufiger Entfernung für Verbraucher eingerichtet sein, während in ländlichen Regionen die Erreichbarkeit auf zehn Minuten mit dem privaten Pkw festgelegt wird.

*Dipl.-Ing. Alessandra Angelini
alessandra.angelini@outlook.com*

Beurteilung der Querkrafttragfähigkeit von bestehenden Stahlbeton- und Spannbetonbrücken

Einleitung

Bei der Planung der Erhaltungsmaßnahmen des bestehenden Brückennetzes stellt die rechnerische Überprüfung der Tragfähigkeit ein wesentliches Kernthema dar. Bei statischen Nachrechnungen konnte bei bestimmten Brückenobjekten in den letzten Jahren die Tragfähigkeit nach dem aktuellen Normenstand (Eurocode 2) nicht mehr nachgewiesen werden. Die Querkrafttragfähigkeit von Hauptträgern bei Spannbetonbrücken sowie von Plattenbrücken ohne Querkraftbewehrung (Haupttragwerke und auch Fahrbahnplatten) sind von dieser Problematik besonders betroffen. Die Ursachen dafür liegen vorrangig in der geänderten Querkraftbemessung, welche in einigen Fällen deutlich konservativer wurde. Darüber hinaus kommt erschwerend hinzu, dass das in den letzten Jahrzehnten gestiegene Verkehrsaufkommen zu einer merklichen Anhebung der vertikalen Verkehrslasten der normativen Lastmodelle geführt hat. Der rechnerisch fehlende Querkraftwiderstand wird derzeit vielfach durch teure und bautechnisch aufwendige Verstärkungsmaßnahmen (z. B. Schubnadeln, externe Vorspannung, nachträglich eingemörtelte Bewehrungsstäbe usw.) kompensiert. Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher das Ziel verfolgt, das Querkrafttrag-

verhalten von schubkritischen Stahlbeton- und Spannbetonbrücken einerseits experimentell und andererseits theoretisch zu untersuchen.

Experimentelle Untersuchung

Durch den gezielten Einsatz der Nahbereichsphotogrammetrie konnte das Rissöffnungs- und Rissgleitungsverhalten des kritischen Schubrisses kontinuierlich an einer umfangreichen Versuchsreihe an Stahlbeton- und Spannbetonträgern ohne und mit Querkraftbewehrung untersucht werden (Bild 2). Auf Basis anerkannter konstitutiver Gesetze, der Rissverläufe sowie der gemessenen Risskinematik konnten wichtige Rückschlüsse auf die verschiedenen Querkrafttragmechanismen im Bruchzustand gezogen werden. Dabei zeigte sich, dass die Schubübertragung der sich gegenseitig verschiebenden Rissflanken (Rissverzahnung) eine



Bild 2: Versuchsaufbau mit photogrammetrischem Messsystem

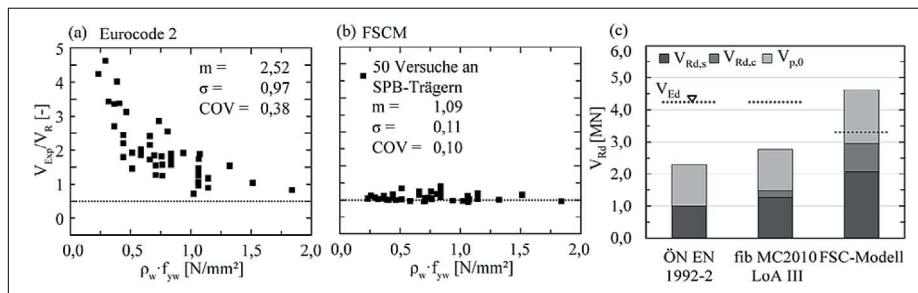


Bild 3: Vergleich mit Versuchsergebnissen und Anwendung des vorgeschlagenen Nachweiskonzepts: (a) Eurocode 2 (b) FSC-Modell (c) Vergleich verschiedener Modelle bei einer Nachrechnung einer bestehenden Spannbetonbrücke

maßgebende Rolle bei Bauteilen ohne Schubbewehrung spielt.

Des Weiteren konnte mithilfe dieser Auswertungsmethodik verdeutlicht werden, dass der Tragmechanismus der Rissverzahnung beim Vorhandensein einer geringen Querkraftbewehrung komplett verschwindet. Darüber hinaus wurden die experimentellen Untersuchungen für eine Validierung normativer Bemessungsansätze herangezogen. Dabei ergab sich, dass die Tragfähigkeit von Spannbetonbauteilen mit geringer Schubbewehrung bei Anwendung des Querkraftmodells nach Eurocode 2 deutlich unterschätzt wird (Bild 3 (a)).

Nachweiskonzept

Da bestehende Spannbetonbrücken mit geringer Schubbewehrung sehr häufig ein rechnerisches Defizit in der nach aktuellem Normenstand berechneten Querkrafttragfähigkeit aufweisen, lag das Hauptaugenmerk dieser Arbeit auf der Erstellung eines analytischen Berechnungsansatzes, welcher das Schubtragverhalten von vorgespannten Tragwerken realistischer wiedergeben kann. Dabei wurde ein Konzept verfolgt, welches die Nachweisführung in Abhängigkeit von der auftretenden Rissbildung in verschiedene Bereiche einteilt. Da sich das Querkrafttragverhalten in den einzelnen Zonen grundlegend voneinander unterscheidet, kommt in den maßgebenden Bereichen ein dem jeweiligen Tragverhalten entsprechendes Berechnungsmodell zum Einsatz.

Im unter Biegung gerissenen Bereich wird ein Ansatz (FSC-Modell) vorgeschlagen, welcher der Druckzone – neben den Traganteilen der Querkraftbewehrung und der Vertikalkomponente in-

folge der Spannkraft – einen wesentlichen Tragmechanismus zuspricht. Die Druckzone ist dabei solange imstande, Querkraft zu übertragen, bis ein kritischer biaxialer Spannungszustand erreicht ist. Ein Vergleich dieses Modells mit insgesamt 50 Versuchsergebnissen konnte hierbei zeigen, dass der entwi-

ckelte Ansatz die erzielten Querkraftwiderstände sehr gut abbilden kann (Bild 3 (b)).

Im Bereich, welcher keine Biegerisse aufweist, kann im ersten Schritt ein Hauptzugspannungsnachweis im Zustand I geführt werden. Bei Überschreitung der zulässigen Grenzspannung muss von einer Schrägrissbildung im Stegbereich ausgegangen werden. Dieser überdrückte Bereich ist jedoch dadurch gekennzeichnet, dass sich auch bei schlanken Bauteilen unter gleichmäßiger Belastung ein Druckbogen bzw. bei punktueller Belastung ein Sprengwerk ausbilden kann. Aus dem vertikalen Anteil dieses geeigneten Druckgurts ergibt sich eine erhebliche Querkrafttragkomponente. Es wird daher ein Ansatz präsentiert, welcher diesem Tragmechanismus ein Querkrafttragvermögen zutraut (ST-Modell).

Praxisbeispiel

In der Zwischenzeit wurde das in dieser Arbeit entwickelte Nachweiskonzept bereits erfolgreich in der Praxis angewendet. Die statische Nachrechnung einer schubkritischen Spannbetonbrücke mit geringem Schubbewehrungsgrad konnte das große Potenzial des hergeleiteten Ansatzes aufzeigen. Während eine Beurteilung der Querkrafttragfähigkeit nach dem aktuellen Normenstand (Eurocode 2) eine teure und aufwendige Querkraftverstärkung des Stegs ergeben hätte, konnte die Schubtragfähigkeit auf Basis der im Zuge dieser Arbeit vorgestellten Berechnungsmodelle in den maßgebenden Bereichen nachgewiesen werden (Bild 3(c)).

Danksagung

Dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit), der ASFINAG Bau Management GmbH sowie der ÖBB-Infrastruktur AG wird für die finanzielle Unterstützung und produktive Zusammenarbeit im Rahmen des FFG-Forschungsvorhabens „Ingenieurmodell“ gedankt.

Dipl.-Ing. Dr. Patrick Huber
patrick.huber@tuwien.ac.at

Die Sammlung der Unterlagen zur Veranstaltung „FSV-Preis“, erhalten Sie auf Anfrage unter office@fsv.at.

Veranstaltungen und Seminare

FSV-Seminar

Kommunale Straßen – Block A

- Rechtliche Grundlagen, Unfallverhütung
 - Nichtmotorisierter Verkehr
 - Projektierung kommunaler Straßen
 - Straßenbetrieb, Absicherung von Baustellen
- 16.–19.1.2017
FSV, 1040 Wien, Karlsgasse 5

FSV-Tagung

FSV-Verkehrstag 2017 & Fachausstellung

8.6.2017
Austria Trend Parkhotel Schönbrunn
1130 Wien, Hietzinger Hauptstraße 10–14

FSV-Seminar

Rad- und Fußgängerverkehr

6.4.2017
FSV, 1040 Wien, Karlsgasse 5

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

In der nächsten Ausgabe

... erwarten Sie Berichte zum Thema „Evolution versus Revolution der Erhebung und Anwendung von Mobilitätsdaten“.

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:

Dipl.-Ing. David Morgenbesser
(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!



Dipl.-Ing. Dr.
Patrick Huber