



FSV-aktuell STRASSE Februar 2013

Mitteilungen der Österreichischen
Forschungsgesellschaft
Straße • Schiene • Verkehr

Editorial

Sehr geehrte Leserin,
sehr geehrte Leser!

Die FSV bemüht sich, Kooperationen auf internationaler und nationaler Ebene zu pflegen. Im nationalen Bereich veranstalten wir gemeinsam mit dem Verkehrsministerium, aber auch mit anderen Verkehrsorganisationen, Tagungen und Veranstaltungen.

Unsere nächste Großveranstaltung findet gemeinsam mit der Österreichischen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft am 7. März 2013 in Wien zum Thema „Nachhaltige Verkehrslösungen für Länder und Gemeinden“ statt. Im Rahmen dieser Tagung wird die Verantwortung der Länder und Gemeinden für innovative Verkehrslösungen aufgezeigt, die verkehrsplanerischen Rahmenbedingungen beleuchtet und die Themen Verkehrssteuerung und Verkehrsinformation angesprochen werden.

Hochrangige Vertreter der Länder und Kommunen konnten für Referate und Moderation gewonnen werden. Mit dieser Veranstaltungsserie, die jährlich abgehalten wird, kön-

nen die Synergien, die sich aus dem Wirken der beiden Verbände FSV und ÖVG ergeben, zum Wohle der Verkehrsfachleute genutzt werden. Wir freuen uns, wenn Sie die Möglichkeit nutzen und die Tagung in Ihre Terminplanung mit einbeziehen.

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

Veranstungsbericht FSV-Preis 2012

Am 07. November 2012 fand die jährliche Verleihung des FSV-Preises in Wien statt. In dieser und den nächsten Ausgaben des FSV-aktuell Straße finden Sie die prämierten Arbeiten zum FSV-Preis.

Herleitung von Rechenmodellen zur Spannungsberechnung für ein Hängeranschluss-Detail einer Stabbogenbrücke auf Basis von Parameterstudien



Dipl.- Ing. Birgit Hauer

Ein wesentlicher Arbeitsschritt bei der Planung und Berechnung von Stahltragwerken ist die Entwicklung von Details wie beispielsweise Trägeranschlüssen, Rahmenecken sowie Auflager- oder Krafteinlei-

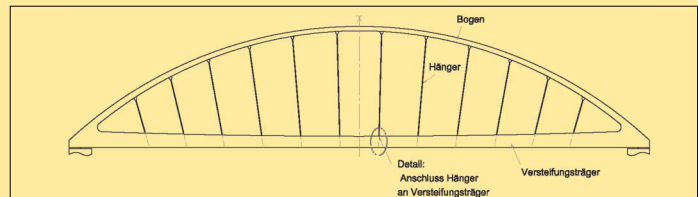


Abb. 1: Längsschnitt der Stabbogenbrücke

tungspunkten. Für die Dimensionierung von Verbindungsmitteln und Anschlussbauteilen ist die Kenntnis über den Kraftverlauf durch das Detail und die daraus resultierenden Spannungen unabdingbar. Bei häufig wiederkehrenden Details, also Standardknoten und -anschlüssen, ist es für den Ingenieur von Vorteil, wenn „Rechenmodelle“ vorhanden sind, mit deren Hilfe die Spannungsverläufe beispielsweise in den Schweißnähten abgeschätzt werden können. Als „Rechenmodell“ wird hier die Aufstellung und Anwendung von Näherungslösungen für die Spannungsberechnung in einem ausgewählten Schnitt eines Details verstanden. Ziel dieser Rechenmodelle ist, dass für die Spannungsberechnung lediglich die äußeren Lasten und Faktoren, die sich über charakteristische Detailabmessungen aus Diagrammen oder über Gleichungen bestimmen lassen, erforderlich sind.

Für eine neue Stabbogenbrücke über den Rhein im Zuge des Umbaus der Eisenbahnstrecke zwischen St. Margrethen (Schweiz) und Lustenau (Österreich) wurde für den Anschluss der Hänger an den Verstei-

fungsträger ein Detail entwickelt.

Bei dem Knotenpunkt handelt es sich um eine Verbindung, die aufgrund des Tragsystems auf Zug belastet ist. Die konstruktive Lösung des Knotens zeichnet sich durch die geschmiedete, schaufelartige Verbreiterung des Hängers aus, die mit einem Anschlussblech an den Obergurt des Versteifungsträgers geschweißt ist. In der Ebene des Anschlussblechs befindet sich eine Querscheibe zwischen den Stegen des Versteifungsträgers. Der beschriebene Anschluss kommt ohne Schraubverbindungen aus und ist ausschließlich geschweißt.

Das Detail wird im Projekt mehrmals verwendet, wobei die Abmessungen der einzelnen „Detailbauteile“ variieren. Die konstruktive Lösung der Befestigung des Hängers am Versteifungsträger kann durchaus auch für zukünftige Stahltragwerke interessant und nützlich sein.

In der Diplomarbeit ist das oben in aller Kürze beschrie-

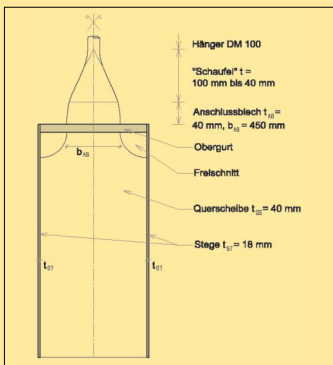


Abb. 2: Detail für die Parameterstudie, Querschnitt

bene Detail in einer Parameterstudie bearbeitet. Für die Parameterstudie wurde das konkrete Detail idealisiert und vereinfacht (siehe Abb. 2). Als Parameter werden drei charakteristische Bauteilabmessungen gewählt (siehe Abb. 3).

1. Querscheibenbreite: $1000 \text{ mm} \geq b_{QS} \geq 500 \text{ mm}$; bzw. Freischnittradius: $275 \text{ mm} \geq r_{FS} \geq 25 \text{ mm}$
 2. Obergurtdicke: $35 \text{ mm} \leq t_{OG} \leq 105 \text{ mm}$
 3. Querscheibenhöhe: $3000 \text{ mm} \geq h_{QS} \geq 1500 \text{ mm}$.
- Für die Durchführung der Parameterstudie werden Grenzen für die Parameter festgelegt. Diese sind entsprechend gewählt, dass die Rechenmodelle für einen eingegrenzten Anwendungsbereich gültig sind, dieser aber über die konkre-

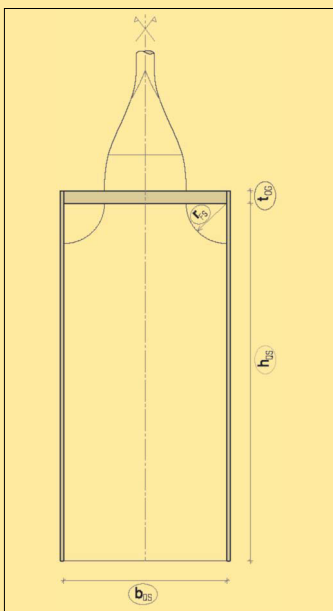


Abb. 3: Parameter

ten Angaben des Projekts hinausgeht.

Mithilfe eines Finite-Elemente Programms werden zahlreiche Detailmodelle untersucht. Gegenstand der Untersuchung sind die Schnitte „Anschlussblech an Obergurt (ABh)“, „Querscheibe an Obergurt (QSh)“, „Obergurt an Steg (OGh)“ und „Querscheibe an Steg (QSV)“ (siehe Abb. 4). Die Ergebnisse in den ausgewählten Schnitten (die gesuchten Spannungen im entsprechenden Schnitt sind in Abb. 4 ersichtlich) werden grafisch und tabellarisch miteinander verglichen und einfache Gesetzmäßigkeiten in den Spannungsmaxima, den Spannungsverteilungen und den übertragenen Kräften erkannt. Diese Größen werden in Abhängigkeit von den Parametern und konstant angenommenen Abmessungen in einzelnen Diagrammen dargestellt. Für die entstandenen Kurven in den Diagrammen lassen sich Näherungsgeraden finden. Damit ist die Basis für die Rechenmodelle geschaffen.

Es zeigt sich, dass die Schweißnähte für die Anschlüsse „Anschlussblech an Obergurt“, „Querscheibe an Obergurt“ sowie „Obergurt an Steg“ vom Parameter „Querscheibenhöhe“ in vernachlässigbarer Größe abhängen. Für die Abschätzung der Schubspannungen im Anschluss „Querscheibe an Stege“ sind alle drei untersuchten Parameter wesentlich. Der Anschluss „Anschlussblech an Obergurt“ weist bei dünnen Obergurtblechen deutliche Spannungsspitzen an den Anschlussblechrändern auf (bis zu einem Faktor 1,8 gegenüber der mittleren Spannung).

Die Rechenmodelle werden

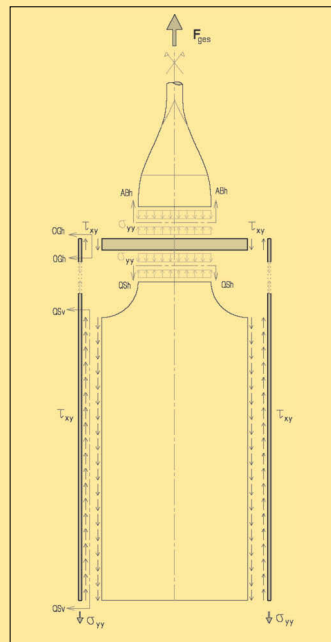


Abb. 4: untersuchte Schnitte

für alle Modelle aus den Parameterstudien für einen konkreten Lastfall („Hängervollast“) angewandt und mit den Ergebnissen aus der Finiten Elemente Analyse verglichen. Durch den Auftrag der Ergebnisse in Diagrammen kann so die Anwendbarkeit und die Güte der Rechenmodelle gezeigt werden.

Die mithilfe von den beschriebenen Rechenmodelle abgeschätzten Spannungen in den untersuchten Schnitten des Details sind Resultate der Kraftübertragung zwischen Hänger und Versteifungsträger. Bei der konkreten Schweißnahtdimensionierung sind zusätzliche Spannungen aus anderen allfälligen Beanspruchungen auf jeden Fall zu berücksichtigen.

Dipl.-Ing. Birgit Hauer
birgit_flower@hotmail.com

Laufend finden bei der FSV Veranstaltungen zum Thema Brücken und Brückeninstandhaltung statt. Weitere Informationen finden Sie unter www.fsv.at

Berichte zu aktuellen Straßenforschungsheften

Heft 599 Vorgespannte Betonbrücken ohne Abdichtung und Fahrbahnbelag

Idee

Die Idee besteht im weitestgehenden Verzicht auf schlaffe Bewehrung und Aufnahme der auftretenden Zugkräfte durch vorgespannten Bewehrungsstahl, der in Hüllrohren aus Kunststoff geführt wird. Durch die Vorspannung können Risse im Gebrauchszustand verhindert werden und die Hüllrohre aus Kunststoff schützen vor allfällig eindringenden, Korrosion auslösenden Medien. Dort, wo eine zusätzliche schlaffe Bewehrung benötigt wird (lokale Lasteinleitungen wie z. B. Spannstellen), ist diese nicht korrosionsgefährdet, z. B. aus nichtrostendem Edelstahl, herzustellen. Auf eine Abdichtung und Randbalken als eigene Bauteile kann somit verzichtet werden. Zur Gewährleistung der erforderlichen Ebenflächigkeit, Lagegenauigkeit und Griffigkeit der Fahrbahn und zum Ausgleich der elastischen Verformungen aus dem Eigengewicht wird nach dem Ausschalen des Betontragwerks ein integrierter Fahrbahnbelag aus Beton hergestellt, der statisch im Verbund mit dem Restquerschnitt wirkt.

Verbund und Oberflächeneigenschaften

Einen wesentlichen Punkt für das Funktionieren der beschriebenen Konstruktion stellen die Verbundeigenschaften dar.

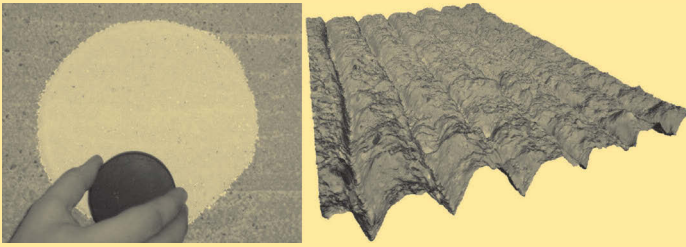


Abb. 5: Bestimmung der Rautiefe mit dem Sandflächenverfahren nach Kaufmann sowie dreidimensionales Oberflächenmodell einer strukturierten Oberfläche (Quelle: VÖZFI)

genschaften zwischen dem Tragwerksbeton und dem etwa 5 cm starken Fahrbahnbelag aus Straßenoberbeton dar. Ein Ziel der betontechnologischen Untersuchungen war, einen dauerhaften Verbund zwischen Tragwerk und dünnem Fahrbahnbelag zu gewährleisten. Dazu sollte ein Zusammenhang zwischen der Oberflächenausbildung des Tragwerksbetons und den Verbundeigenschaften mit dem Straßenoberbeton hergestellt werden.

Zu diesem Zweck erfolgte die Herstellung von Versuchskörpern mit unterschiedlicher Oberflächen-ausbildung, wobei die Maßnahmen zur Erzeugung einer teilweise besseren Verzahnung (hohe Makrorauheit) in der Praxis möglichst einfach und kostengünstig herstellbar sein sollten.

Im ersten Schritt erfolgte die Prüfung der Oberflächenstruktur (Makrorauheit) mit dem geläufigen Sandflächenverfahren nach Kaufmann (Bestimmung der Flächengröße bei Füllung der Oberflächenuntiefen mit einer definierten Normsandmenge). Bei den Versuchen zeigte sich, dass die Bestimmung dieses Parameters für stark strukturierte und uneinheitliche Oberflächen eine hohe Streuung und damit keine zuverlässigen Aussagen liefert. Daher erfolgte im zweiten

Schritt die Ermittlung der Oberflächentextur mit einem neu entwickelten, stereoskopischen Verfahren. Abbildung 5 zeigt die Bestimmung der Rautiefe mit dem Sandflächenverfahren nach Kaufmann sowie ein dreidimensionales Oberflächenmodell einer strukturierten Betonoberfläche.

Durch dieses Abbildungsverfahren können die genauen räumlichen Orte aller Oberflächenpunkte bestimmt und somit die Oberflächeneigenschaften eines Körpers mittels Profil-, Flächen- oder Volumenanalyse exakt erfasst werden. Auf Basis des erstellten dreidimensionalen Oberflächenmodells für jede Oberflächenprofilierung war es möglich, für je-

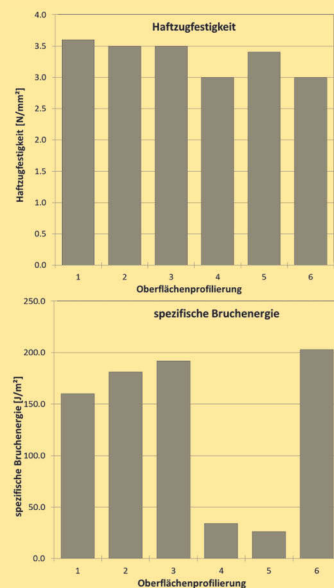


Abb. 6: Ergebnisse der Bestimmung der Haftzugfestigkeit sowie der spezifischen Bruchenergie (Quelle: VÖZFI)

de Oberflächenausbildung unterschiedlichste Oberflächenparameter auszuwerten.

Im nächsten Schritt erfolgte die Beurteilung der Verbundeigenschaften durch Prüfung der Haftzugfestigkeiten sowie durch Bestimmung der bruchmechanischen Kennwerte gemäß ÖNORM B 3592. Dadurch konnten im Gegensatz zur Ermittlung der Haftzugfestigkeiten deutliche Unterschiede in der Verbundwirkung der unterschiedlichen Oberflächenprofilierungsmaßnahmen festgestellt werden.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten bei entsprechender Oberflächenprofilierung sehr gute Verbundeigenschaften zwischen dem Tragwerk und dem dünnen Beton-Fahrbahnbelag. Darüber hinaus konnte im Rahmen von weiteren Versuchen dargestellt werden, dass bei entsprechender Ausführung der Verbundfuge (Rautiefe > 1 mm und durch Hochdruckwasserstrahlen freigelegtes Korngerüst) auch selbst nach dynamischer bzw. Frostbeanspruchung gute Verbundeigenschaften beider Schichten gewährleistet werden können. Sollten nach einer entsprechenden Liegedauer und der damit verbundenen Abnutzung die Oberflächeneigenschaften der Betondecke nicht mehr den Anforderungen entsprechen, kann diese durch Abfräsen und Neuerstellung (System „White Topping“) jederzeit wieder ertüchtigt werden.

Statische Großversuche

Um Aussagen über die Gebrauchstauglichkeit, Duktilität

und Tragfähigkeit dieses Tragsystems zu gewinnen, wurden zwei identische vorgespannte Versuchskörper (15 x 0,63 x 0,5 m) in Anlehnung an den Entwurf für die Egg-Graben-Brücke hergestellt. Hierbei wurde nur im Verankerungsbereich eine schlaife Bewehrung zur Aufnahme der Spaltzugkräfte angeordnet und ein statisch unbestimmter Versuchsaufbau gewählt, um auch den Einfluss von Zwangsschnittgrößen zu berücksichtigen. Im Zuge der Großversuche wurden die Träger bis zum Versagen belastet. Folgende Untersuchungen wurden mithilfe der statischen Versuche durchgeführt:

Verhalten im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit:

- Elastische Last-Verformungs-Beziehung
- Dekompressionsmoment

Verhalten im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

- Verhalten der Tragstruktur im Zustand II
- Rissentwicklung
- Verbundfugenverhalten
- Schnittgrößenumlagerung
- Versagensankündigung
- Versagensform

Zwangsmoment:

- Veränderung eines Zwangsmoments durch Kriechen
- Einfluss eines Zwangsmoments auf die Tragfähigkeit

Die Erfüllung der Anforderungen aus der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit konnte experimentell nachgewiesen werden. Es hat sich auch gezeigt, dass bei Einsatz von Vorspannung oh-

ne weitere schlaffe Bewehrung ein ausreichend duktilen Nachbruchverhalten erreicht wird. Die Ankündigung des Versagens durch Verformungen, große Rissbreiten und schließlich durch das Abplatzen des Betons in der Druckzone, die bei der Bemessung von Stahlbetontragwerken implizit gefordert wird, konnte durch die Versuche in ausreichendem Maße nachgewiesen werden. Weiters wiesen die im Versuch erreichten Traglasten eine gute Korrelation mit den Werten der statischen Berechnung auf.

Dynamische Großversuche – Ermüdung

Für die Bemessung von Bauwerken mit einer hohen Lebensdauer spielt das zeitabhängige Materialverhalten der verwendeten Werkstoffe eine große Rolle. Aus diesem Grund wurden Ermüdungsversuche, welche die dynamische Beanspruchung aus Verkehrslasten simulieren, an vorgespannten Betonträgern – bestehend aus zwei Betonschichten (5 cm Oberbeton als integrierter Fahrbahnbelag und 50 cm Tragwerksbeton) – mit einer unbewehrten und unverdübelten Betonschubfuge durchgeführt. Es wurden weitere vier Versuchsträger hergestellt, die sich durch folgende Parameter unterscheiden:

- Oberflächenrauigkeit der Verbundfuge (rüttelrau oder rechenrau mit Hochdruckwasserstrahlen)
- Beanspruchung des Aufbetons (Biegedruck oder Biegezug)

Diese wurden einer Ermüdungsbelastung von 4 Mio. Lastwechseln ausgesetzt

und danach durch Aufbringen einer statischen Last bis zum Erreichen der Traglast beansprucht.

Das System weist bei sorgfältiger Ausführung der Verbundfuge sehr gute Eigenschaften hinsichtlich Ermüdung, Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit (Rissbreite und Rissabstände) auf. Weder bei der Dauerbelastung noch bei dem statischen Versuch kam es zu einer messtechnisch erfassbaren Schädigung der Verbundfuge. Die Schubkräfte konnten durch Haftverbund und Reibung komplikationslos übertragen werden. Die unterschiedliche Oberflächenbehandlung der Verbundfuge hatte keinen Einfluss auf das Verhalten der Probekörper in den Laborversuchen. Bei einer Beanspruchung des Aufbetons auf Biegezug wurde durch den vorgespannten Tragwerksbeton eine günstige risseverteilende Wirkung, mit Rissöffnungen im Aufbeton < 0,05 mm unter Gebrauchslast, erzielt.

*Dipl.-Ing. Dr. Martin Peyerl
peyerl@voezfi.at*

Die Straßenforschungshefte können Sie im Shop der FSV unter www.fsv.at bestellen.

FSV-Newsletter

Die FSV publiziert für alle am Verkehrsgeschehen Interessierten den FSV-Newsletter, geschaffen um ein elektronisches Medium zu betreiben, welches allen registrierten Interessenten kostenlos zur Verfügung steht. Im Gegensatz zum FSV-aktuell Straße stehen im kostenlosen FSV-Newsletter aktuelle Informationen in kompakt aufbereiteter Form zu neuen RVS, zu vergangenen und zu

kommenden Veranstaltungen der FSV sowie Neuigkeiten aus der Geschäftsstelle zur Verfügung. Aktuell werden über 550 Abonnenten des Newsletters mittels einer monatlich zugesendeten E-Mail mit aktuellen Details zu neuen Publikationen und Veranstaltungen der FSV informiert. Über dieses elektronische Medium werden Sie gleichzeitig und damit tagesaktuell über das Erscheinen der Richtlinien der FSV benachrichtigt. Falls Sie Interesse am FSV-Newsletter haben, einfach ein kurzes E-Mail an office@fsv.at senden. Der FSV-Newsletter ist jederzeit wieder abbestellbar.

Veranstaltungen und Seminare

FSV-Infonachmittag in Wien

Warum brauchen wir die Verkehrspsychologie bei der Infrastrukturplanung? Der Beitrag der Verkehrspsychologie zur RVS

25.2.2013
FSV, Karlsgasse 5,
1040 Wien

FSV-Infonachmittag in Linz

Visuelle Störwirkungen – RVS 05.06.11 Visuelle Störwirkungen

27.2.2013
Hotel Ibis Linz,
Kärntner Str. 18–20

FSV/ÖVG-Seminar in Wien

Nachhaltige Verkehrslösungen für Länder & Gemeinden

5.3.2013
Ramada Encore ViennaCity Center,
Grieshofgasse 11,
1120 Wien

FSV – Seminar in Linz
Leistungsbild Verkehrs - infrastruktur (LB-VI) Version 2

14.3.2013
Hotel Ibis Linz,
Kärntner Str. 18–20

FSV – Seminar in Wien
Gewässerschutzanlagen Ursache-Funktion-Wirkung

2.4.2013
FSV, Karlsgasse 5,
1040 Wien

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

In der nächsten Ausgabe ...

...finden Sie weitere Berichte zum FSV-Preis 2012.

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. Pirooska
(Kommentare, Anregungen, Beitragsideen etc. 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!