

Mitglied der



Ausgabe 2/2005
September 2005

- Ermüdungsverhalten von Betondübeln (AiF-Nr. 13209)
- Durchknöpfftragfähigkeit von geschraubten Verbindungen
- Bemessung von druckbeanspruchten Winkelprofilen mit Ein-Schrauben-Anschluss nach den Normen DIN 18800-2 und EC 1993-3-1 (Türme und Maste)
- Untersuchungen zur Querkrafttragfähigkeit von geschraubten Verbindungen in Konstruktionen mit Stahltrapezprofilen
- Integration von Tragwerk und Haustechnik in Büro- und Produktionsgebäuden aus Stahl für eine flexible Nutzung (Projekt 447)
- Anwendungsmöglichkeiten von Stahlfeinblechen mit neuartigen Zink-Magnesium-Legierungsüberzügen (Projekt 509)
- Tragwerksbemessung für den Brandfall bei Verbundtragwerken

Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben AiF-Nr. 13209

Ermüdungsverhalten von Betondübeln

Zur Sicherung der Verbundwirkung zwischen den Stahlelementen und den Betonbauteilen werden beim Bau von Stahlverbundträgern neben den gebräuchlichen Verbundmitteln zunehmend Betondübel eingesetzt. In verschiedenen Entwicklungsarbeiten konnte sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die mechanische Eignung der Betondübel nachgewiesen werden. Als Betondübel bezeichnet man einbetonierte Ausklinkungen in Stahltragelementen, die, mit zusätzlicher Bewehrung versehen, eine dauerhaft wirksame Verbundwirkung zwischen Stahltragelementen und Betonbauteilen sicherstellen. Diese Form der Verbundsicherung kann bei den unterschiedlichsten Formen von Verbundtragelementen eingesetzt werden. Bei Verbundträgern wird über die Verzahnung von Beton-

gurt und Stahlprofil die geforderte Verbundsicherung gewährleistet, bei Verbundstützen die Lasteinleitung sichergestellt, bei Fachwerkstrukturen eine punktuelle Einleitung von Kräften in Betongurte ermöglicht und bei Stahlelementen gestattet die hohe Tragfähigkeit der Betondübel eine konzentrierte Lasteinleitung auf engstem Raum.

Während zur Dimensionierung der Verbundwirkung von Betondübeln unter vorwiegend ruhender Beanspruchung hinreichende Angaben aus Forschungsarbeiten zur Verfügung stehen, wurden die Grundlagen zum Ermüdungsverhalten von Betondübeln erst im AiF-Forschungsvorhaben 13209 N erarbeitet. Im Rahmen des Vorhabens wurden 14 Push-Off-Tests einer zyklischen Beanspruchung ausgesetzt und

an zusätzlichen Trägerversuchen die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf Verbundträger geprüft. Aus den Push-Off-Versuchen konnte abgeleitet werden, dass Dübelformen mit geschlossener Geometrie bei schwellender Belastung bis zu einer Oberlast von 80% der statischen Tragfähigkeit eine Ermüdungsbeanspruchung von 2 Millionen Lastspielen ohne Dübelversagen überstehen und die Belastungsgrenze bei gleicher Lastspielzahl für offene Dübelformen mit 65% der statischen Tragfähigkeit liegt. Als weiteres Kriterium zur Beurteilung des Tragverhaltens von Verbundkonstruktionen unter zyklischer Beanspruchung ist die Schlupfentwicklung heranzuziehen. Die Auswertungen der Testreihen ergaben, dass aufgrund der hohen Betonpressungen, die bei der konzentrierten Lastübertragung auf die Leibungsflächen der Stahlausklinkungen entstehen, eine Zunahme der Schlupfentwicklung bei ansteigender Lastspielzahl auftritt. Ein progressives Wachstum des Schlupfs zwischen Stahlprofil und Betongurt wurde bei keinem der Push-Off-Tests beobachtet, so dass aus diesen Tests die erforderlichen Parameter für einen Bemessungsvorschlag zum Ermüdungsverhalten und der Schlupfentwicklung von Betondübeln abzuleiten wären. Überraschend war jedoch die Erkenntnis, dass die positiven Ergebnisse der Push-Off-Tests nicht uneingeschränkt auf Verbundträger zu übertragen waren, da im Gegensatz zu den Push-Off-Tests bei den auf vergleichbaren, teilweise aber auch höheren Lastniveaus durchgeführten Trägerversuchen, Ermüdungsbrüche festgestellt wurden. Die Ursache für dieses Verhalten wird in der Rauigkeit der Brennschnitte der Stahlausklinkungen vermutet. Da die Versuchsträger mit Blick auf eine zuverlässige Aussage so konzipiert waren, dass zum Test des Ermüdungsverhaltens auch bei den Versuchen im positiven Momentenbereich der Dübelfuß in der Zugzone des Trägers lag, wurde der beschriebene

Effekt sowohl bei den Versuchen mit einer Betonplatte im Zugbereich als bei einem teilweise überdrückten Betongurt beobachtet. Wenngleich das bei den Versuchsträgern gewählte, ungünstige Steifigkeitsverhältnis von Betongurt zu Stahlprofil sowie die im Versuch gefahrenen Lastamplituden bei praktisch ausgeführten Konstruktionen nur selten vorliegen werden, so ist als zusätzliches Ergebnis des Forschungsvorhabens doch festzustellen, dass bei Ermüdungsversuchen die Übertragung der Erkenntnisse aus Push-Off-Test auf Verbundträger differenziert zu bewerten ist. Augenscheinlich stellt sich in Push-Off-Tests auch bei gleicher konstruktiver Ausbildung der Verbundmittel ein günstigeres Tragverhalten als bei Verbundträgern ein. Es wird deshalb empfohlen, die guten Ergebnisse der Push-Off-Tests nur eingeschränkt auf Verbundträger zu übertragen. Besonders bei Betondübeln im Zugbereich sollte eine umfassende Bewertung des Ermüdungsverhaltens auch eine detaillierte Auseinandersetzung mit den durch Brennschnitte verursachten Kerben einschließen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das Tragverhalten von Betondübeln unter vorwiegend ruhender Beanspruchung ausreichend erforscht ist, so dass die im Forschungsbericht zum AIF-Vorhaben 13209 N angegebenen Berechnungsansätze zur praxisorientierten Beschreibung der Tragfähigkeit herangezogen werden können. Bei kongruenter Übertragung der Verhältnisse von Push-Off-Tests auf Verbundträger wären auch die Erkenntnisse zum Ermüdungsverhalten ansetzbar. Die Erfahrungen aus den Trägertests haben jedoch gezeigt, dass bei ungünstigen Steifigkeitsverhältnissen vor einer Anwendung der Ergebnisse der Push-Off-Tests eine detaillierte Bewertung der Verbundkonstruktion, orientiert an den Erkenntnissen des Forschungsberichtes erforderlich ist.

Das Forschungsvorhaben AiF-Nr. 13209 wurde an der Universität der Bundeswehr München, Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Prof. Dr.-Ing. U. Mangerig und Dipl.-Ing. S. Burger mit finanzieller Förderung durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF), Köln, aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und

Arbeit (BMW) im Auftrage des Deutschen Ausschusses für Stahlbau DASt durchgeführt. Den Förderern sei für die Unterstützung und Hilfe bei der vorliegenden Arbeit bestens gedankt.

Der Bericht ist über die Stahlbau-Verlags- und Service GmbH, Sohnstr. 65, 40237 Düsseldorf, Fax: 0211/6707821 zu beziehen.

Mitteilungen des Fraunhofer Informationszentrums Raum und Bau

Durchknöpffragfähigkeit von geschraubten Verbindungen

Gelochte Profilbleche – sogenannte Akustikprofile – haben die Eigenschaft, Schall zu absorbieren. Sie werden deswegen im Stahlbau zur Erzielung eines verbesserten Schallschutzes verwendet. Die Verbindung der gelochten Bleche mit ihrer Stahlunterkonstruktion erfolgt üblicherweise mittels gewindeformender Schrauben – Bohrschrauben und gewindefurchende Schrauben.

Die Tragfähigkeiten von geschraubten Verbindungen mit ungelochten „Kaltprofilen“ aus Stahlblech werden durch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-14.1-4 [2] geregelt. Der gängigen Zulassungspraxis entsprechend und in Anlehnung an den Normentwurf DIN 18 807, Teil 4 [3] erfolgt für diese Verbindungen die Berücksichtigung einer durch den Lastfall Wind gegebenen wiederholt auftretenden Beanspruchung, indem die aus den statischen Durchknöpffversuchen ermittelte Tragfähigkeit mit einem Abminderungsbeiwert $f_{wB} = 0,67$ multipliziert wird.

Der Abminderungsbeiwert resultiert aus Untersuchungen von Klee und Seeger [4], die ausschließlich an Verbindungen mit ungelochten Blechen durchgeführt wurden. Für geschraubte Verbindungen mit gelochten Blechen liegen keine vergleichbaren Untersuchungen vor.

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens, das an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine durchgeführt und vom Deutschen Institut für Bautechnik finanziell gefördert wurde, war die Klärung der Fragestellung, ob für geschraubte Verbindungen mit gelochten Blechen bei der Festlegung der Durchknöpffragfähigkeit die Annahme des Abminderungsbeiwertes $f_{wB} = 0,67$ zur Berücksichtigung einer wiederholt auftretende Beanspruchung durch Wind auf der sicheren Seite liegt oder aber ein Sicherheitsrisiko darstellt.

Zur Klärung dieser Fragestellung wurden statische Durchknöpffversuche sowie Durchknöpffversuche unter wiederholter Beanspruchung mit gelochten Blechen aus dem Material S320GD DIN EN 10147 durchgeführt. In den Versuchen wurden zwei unterschiedliche Lochmuster (Lochmuster Typ I und Typ II gemäß Bild 4.2 der Anlage 4) und Nennblechdicken der Lochbleche von 0,75 mm und 1,00 mm untersucht. Als Verbindungselemente wurden in den Versuchen gewindefurchende Schrauben des Typs JZ3-6,3 x L und Dichtscheiben des Durchmessers 16 mm verwendet.

Die Ergebnisse dieser Versuche verdeutlichen, dass sich die kleinere Teilung (Abstand der eingestanzten Lö-

cher) des Lochmusters vom Typ I im Vergleich zu der größeren Teilung des Lochmusters vom Typ II ungünstig auf die Durchknöpffragfähigkeit unter einer wiederholten Beanspruchung auswirkt. Weiterhin wird aus dem Vergleich der Ergebnisse für die beiden Blechdicken des Lochmusters vom Typ I deutlich, dass sich eine größere Blechdicke günstig auf die Durchknöpffragfähigkeit unter einer wiederholten Beanspruchung auswirkt.

Zusammenfassend werden folgende Schlussfolgerungen für die untersuchten Verbindungen mit gewindefurchenden Schrauben des Durchmessers 6,3 mm und Dichtscheiben des Durchmessers 16 mm gezogen:

Für das Lochmuster vom Typ II und Nennblechdicken größer oder gleich 0,75 mm liegt die Annahme eines Abminderungsbeiwertes $f_{wB}=0,67$ zur Berücksichtigung des Einflusses einer wiederholten Beanspruchung aus dem Lastfall Wind gemäß dem Sicherheitskonzept aus [3] und [4] auf der sicheren Seite.

Bemessung von druckbeanspruchten Winkelprofilen mit Ein-Schrauben-Anschluss nach den Normen DIN 18800-2 und EC 1993-3-1 (Türme und Maste)

Winkelprofile, die an einem Schenkel mit Schrauben angeschlossen werden, kommen im Stahlbau häufig zum Einsatz, sie stellen z. B. im Bereich des Mastbaus den Regelfall dar. In DIN 18800 [1] sowie auch im EC 1993-3-1 (Türme und Maste) [2] finden sich diverse Regelungen zur Bemessung dieser Anschlüsse. Für Verbindungen mit zwei Schrauben sind in beiden Regelwerken vereinfachte Stabilitätsnachweise unter Vernachlässigung der Anschlusssexzentrizitäten aufgeführt, die auch zu ähnlichen Ergebnissen führen. Für Ein-Schrauben-Anschlüsse ist das Verfahren nach DIN 18800 erheblich aufwändiger, da die Anschlusssex-

Für das Lochmuster vom Typ I und eine Nennblechdicke von 0,75 mm liegt die Annahme eines Abminderungsbeiwertes $f_{wB}=0,67$ auf der unsicheren Seite, während die Annahme eines Abminderungsbeiwertes $f_{wB}=0,54$ auf der sicheren Seite liegt. Für das Lochmuster vom Typ I und eine Nennblechdicke von 1,00 mm bestätigten zwei der drei durchgeführten Lastwechselversuche, dass die Annahme eines Abminderungsbeiwertes $f_{wB}=0,67$ auf der sicheren Seite liegt.

Das Forschungsvorhaben wurde durch Herrn Prof. Dr.-Ing. Helmut Saal, mit Herrn Dipl.-Ing. Roderich Hettmann an der Universität Karlsruhe, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Abt. Stahl- und Leichtmetallbau, durchgeführt.

Der Forschungsbericht umfasst 35 Seiten und ist zum Preis von € 14 unter der Best.-Nr. T 3062 beim Fraunhofer IRB Verlag, Nobelstr. 12, D-70569 Stuttgart, zu beziehen.

zentritäten berücksichtigt werden müssen. Dies führt auf bis zu 50 % kleinere Traglasten gegenüber den Ergebnissen aus dem Eurocode, der auch hier wieder einen vereinfachten Nachweis unter Vernachlässigung der Anschlusssexzentrizitäten bereitstellt.

In diesem Beitrag werden beide Bemessungsregelungen für verschiedene gleichschenklige und ungleichschenklige Winkelprofile verglichen. Zusätzlich werden Traglasten mit dem FE-Programm ANSYS[®] ermittelt. Zur Verifizierung der Berechnungsergebnisse wurden darüber hinaus an einem gleichschenkligen Winkel L 50x5 in Län-

gen zwischen 300 und 1500 mm Knickversuche durchgeführt. Dabei wurden zwei Anschlussarten untersucht. Zum einen wurde der Winkel über eine voll vorgespannte Schraubenverbindung an eine Stahllasche angeschlossen, zum anderen wurden die Probekörper über einen Bolzen in einer Gabel gelenkig befestigt, um Einspannungseffekte aus der Vorspannung auszuschließen.

Die Untersuchungen zeigen sehr starke Differenzen in den Ergebnissen. Die vereinfachte Nachweismethode, wie sie im EC 1993-3-1 vorgesehen ist, führt im Vergleich zu den Berechnungsergebnissen nach DIN 18800, den mit der FE-Methode erzielten Ergebnissen und auch den experimentell ermittelten Traglasten, zu einer erheblichen Überschätzung der Traglast und sollte so nicht angewandt werden.

Die Versuchsergebnisse haben jedoch auch gezeigt, dass bei Winkelprofilen, die - wie im Mastbau üblich - mit Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 unter voller Vorspannung an die Unterkonstruktion angeschlossen werden, erhebliche Traglaststeigerungen im Vergleich zu nahezu gelenkig angeschlossenen Winkelprofilen erzielt werden.

Für derartige Winkelprofile, die durch die Vorspannung gegen die Unterkonstruktion sicherlich als teilweise einge-

spannt betrachtet werden können, stellt die im EC 1993-3-1 vorgeschlagene vereinfachte Bemessungsmethode eine viel versprechende Möglichkeit dar, Winkelprofile, die an beiden Enden mit jeweils einer Schraube angeschlossen werden, schnell und wirtschaftlich zu bemessen. Allerdings bedarf es hierfür noch weitergehender Untersuchungen, in denen der Einfluss der durch die Vorspannung der Schrauben erzielten Traglaststeigerung quantitativ geklärt wird.

Bei den zusätzlich durchgeführten Untersuchungen an ungleichschenkligen Winkelprofilen zeigte sich, dass es bei der Nachweismethode nach dem EC bei Winkelprofilen, die an ihrem kurzen Schenkel an die Unterkonstruktion angeschlossen werden, zu erheblichen Überschätzungen bei den prognostizierten Tragfähigkeiten kommt.

Das Forschungsvorhaben wurde durch Herrn Prof. Dr.-Ing. Udo Peil, mit Herrn Dr.-Ing. Matthias Reininghaus und Frau Dipl.-Ing. Martina Skottke an der TU Braunschweig, Institut für Stahlbau, durchgeführt.

Der Forschungsbericht umfasst 10 Seiten und ist zum Preis von € 5,50 unter der Best.-Nr. S 10504 beim Fraunhofer IRB Verlag, Nobelstr. 12, D-70569 Stuttgart zu beziehen.

Aus der Arbeit der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. im Stahl-Zentrum

Integration von Tragwerk und Haustechnik in Büro- und Produktionsgebäuden aus Stahl für eine flexible Nutzung (Projekt 447)

In dem Forschungsvorhaben wurden Möglichkeiten zur Integration von Elementen der Haustechnik in Tragwerkssysteme erarbeitet, um aufzuzeigen, wie die oft unterschiedlichen Ansprüche an moderne Gebäude von Tragwerks-

planern und Haustechnikplanern erfüllt werden können. Es wurden Aspekte wie Nutzungs-, Bau- und Unterhaltungskosten, Klimatechnik, schnelle Anpassbarkeit an Kundenwünsche, Energieverbrauch und Brandschutz untersucht.

Im ersten Teil wird die Integration von Haustechnik in Slim Floor Flachdeckensysteme betrachtet. Diese Konstruktion ist sinnvoll, da es bei regulärer Leitungsführung zum einen aufgrund von Durchbrüchen tragender Elemente zu Behinderungen kommen kann und es zum anderen in Bürogebäuden, in denen die Etagen von unterschiedlichen Mietern genutzt werden, im Reparaturfall zu Störungen kommen kann, wenn Arbeiten an Leitungen durchgeführt werden, die in der Etage unterhalb und/oder oberhalb verlegt wurden.

Im zweiten Teil wird das in den Niederlanden entwickelte Decken-Bodenkonzept INFRA+ vorgestellt. Die stählernen Rippen der Betonplatte weisen nicht wie bisher nach unten, sondern nach oben und sind mit Durchlassöffnungen ausgestattet, so dass Leitungen und sonstige haustechnische Komponenten von oben im Tragwerk installiert werden können. Nach oben wird das System durch eine Konstruktion in Trockenbauweise abgeschlossen (Fußboden). Vorteile dieses Deckensystems sind in erster Linie die weitgehend uneingeschränkte Installationsführung innerhalb der Decke und die daraus resultierende geringe Höhe der Konstruktion. Da die

Leitungen im Fußboden, von oben erreichbar, liegen, ist bei Umbau eines Gebäudes nicht das Geschoss unter/oder oberhalb der Baustelle betroffen. Die Entwicklung des INFRA+ Deckensystems zeigt das Interesse der Industrie an der Entwicklung marktreifer Systeme. Schließlich ist die Integration der Haustechnik in das Tragwerk eine Problematik, die bei nahezu jedem Bauwerk besteht und nur bei frühzeitiger Zusammenarbeit der konstruktiven und bauphysikalischen Fachplaner befriedigend gelöst werden kann.

Das Forschungsvorhaben wurde am Lehrstuhl für Stahlbau, RWTH Aachen, PSP Technologien im Bauwesen GmbH, Aachen, Schmidt Reuter Partner, Köln, und Peiner Träger GmbH, Salzgitter, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Schutzgebühr: € 18,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-05-4. Der Forschungsbericht umfasst 122 Seiten und enthält 107 Abbildungen/Tabellen.

Anwendungsmöglichkeiten von Stahlfeinblechen mit neuartigen Zink-Magnesium-Legierungsüberzügen (Projekt 509)

Mit der Einführung verzinkter Bleche bietet die Stahlindustrie seit vielen Jahren ihren Kunden Produkte mit einer erheblich verlängerten Lebensdauer an. Doch nicht nur für den Korrosionsschutz allein sind funktionelle Beschichtungssysteme entwickelt worden, sondern viele metallische Überzüge dienen auch der Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften oder erfüllen dekorative Zwecke.

Bekannt ist die gute Korrosionsbeständigkeit von Spritzgussteilen aus Zn-Mg-Legierungen, so dass es wie-

derholt Versuche gab, entsprechende Überzüge auf Stahlfeinbleche zu applizieren. Zur Applikation derartiger Schichten auf unbeschichtetem oder verzinktem Stahlfeinblech bieten sich vor allem PVD-Vakuumbeschichtungsverfahren (Physical Vapor Deposition) an. Mit diesen Verfahren können sowohl gezielt Verteilungsgradienten im Schichtaufbau als auch gleichmäßig extrem dünne Schichten erzeugt werden. Mit speziell abgestimmten Mehrschichtsystemen ist es möglich, gleichzeitig mehreren Anwendungsprofilen gerecht zu werden.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens zur Erprobung von auf feuerverzinktem Feinblech aufgedampften Zn-Mg-Überzügen wurde beim Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP) eine neu aufgebaute Inline-Vakuum-Pilot-Beschichtungsanlage eingesetzt, mit der große Probetafeln (500 mm x 500 mm) ein- oder beidseitig bedampft werden können. Dies eröffnete die Möglichkeit, umfangreiches Probenmaterial für notwendige anwendungstechnische Untersuchungen bereitzustellen und die Grundlagen für die Anwendungstechnik der neuartig beschichteten Bleche zu schaffen. Im Hinblick auf die vielen Anwendungsbereiche für optimal beschichtete Bleche (Bauwesen, Hausgeräteindustrie, Phonindustrie, Automobilindustrie und deren Zulieferbetriebe) konnten somit wichtige Beanspruchungen wie z. B. erhöhte Korrosionsbeständigkeit, verbesserte Fügbarkeit und Lackierbarkeit sowie die Eignung zum Umformen überprüft werden.

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens haben gezeigt, dass durch Kombination der herkömmlichen Feuerverzinkung und der Vakuum-Bedampfungstechnik (PVD) hochkorrosionsbeständige Zn-Mg-Legierungsüberzüge mit viel versprechenden Eigenschaften erzeugt werden können. Das System Zn-Mg vereinigt ausgezeichnete Korrosionseigenschaften mit gutem Verarbeitungsverhalten. Dies konnte insbesondere auch in den praxisspezifischen Prüfungen an einem

Bauteil aus der Automobilindustrie (Verstärkung Wischerachse) nachgewiesen werden.

Die Versuche in der Pilotanlage zeigten insgesamt gesehen eine gute Reproduzierbarkeit sowohl bei der Herstellung der bedampften Probetafeln als auch bei deren Eigenschaftswerten sowie das Potenzial des Verfahrens für eine Aufskalierbarkeit in einem kontinuierlichen Prozess.

Ein gegebenenfalls in Betracht kommender nächster Schritt soll die Überprüfung der Aufskalierbarkeit auf industrielle Maßstäbe unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des Beschichtungsprozesses sein.

Das Forschungsvorhaben wurde von der BMW AG, Dingolfing, der DOC Dortmunder Oberflächencentrum GmbH, Dortmund, dem Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik, Dresden, der OCAS N.V., Zelzate, der Salzgitter Flachstahl GmbH, Salzgitter, dem Stahlinstitut VDEh, Düsseldorf und der voestalpine Stahl GmbH, Linz, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 224 Seiten und enthält 177 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 36,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-11-9.

Aus der Arbeit des Deutschen Instituts für Bautechnik DIBt, Berlin

Untersuchungen zur Querkrafttragfähigkeit von geschraubten Verbindungen in Konstruktionen mit Stahltrapezprofilen zur Überprüfung der Anwendbarkeit der im EC 3, Teil 1.3 angegebenen Formeln auf derartige Verbindungen

Untereinander oder mit ihrer Unterkonstruktion verschraubte Verbindungen von Stahltrapezprofilen werden in

Deutschland in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-14.1-4 geregelt. Die in dieser Zulassung angege-

benen Querkrafttragfähigkeiten resultieren aus Versuchen, die an einschnittigen Blech-auf-Blech-Verbindungen mit einem Verbindungselement durchgeführt werden.

Im EC 3, Teil 1.3 werden in der Tabelle 8.2 Formeln zur rechnerischen Ermittlung der Querkrafttragfähigkeiten für geschraubte Verbindungen von kaltgeformten, dünnwandigen Bauteilen aus Stahl angegeben, die aus Versuchen an einschnittigen Blech-auf-Blech-Verbindungen mit zwei Verbindungselementen hintereinander resultieren.

Ein Vergleich von Querkraftversuchen, die im Rahmen von Zulassungsverfahren zur Z-14.1-4 durchgeführt wurden, mit den Formeln gemäß EC 3 hat gezeigt, dass die im EC 3 angegebenen Formeln zum Teil deutlich größere Tragfähigkeiten liefern.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde der Einfluss der Versuchsanordnung auf die Querkrafttragfähigkeit untersucht, um somit die Anwendbarkeit der im EC 3 angegebenen Formeln zu beurteilen. Hierzu wurden 13 verschiedene Versuchsserien einmal mit einer Versuchsanordnung mit einem Verbindungselement und einmal mit einer Versuchsanordnung mit zwei Verbindungselementen durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen, dass die aus den beiden Versuchsanordnungen resultierenden Tragfähigkeiten in 11 von 13 untersuchten Fällen

sich nicht signifikant voneinander unterscheiden. In den zwei Fällen, in denen signifikante Unterschiede festgestellt wurden, liefert die Versuchsanordnung mit zwei Verbindungselementen im Vergleich zu der Versuchsanordnung mit einem Verbindungselement deutlich kleinere Tragfähigkeiten. Die bereits festgestellten Abweichungen zwischen den Formeln gemäß EC 3 und den Ergebnissen aus Zulassungsversuchen können somit nicht in den unterschiedlichen Versuchsanordnungen begründet sein und wurden auch durch die im Rahmen dieses Forschungsprojektes durchgeführten Auswertungen bestätigt. Es zeigte sich, dass die Formeln gemäß EC 3, Teil 1.3, Tabelle 8.2 verglichen mit den aus Versuchen resultierenden Querkrafttragfähigkeiten tendenziell für Verbindungen mit einem Blechdickenverhältnis von $t_1/t_2 \geq 2$ fast immer zu günstige Tragfähigkeiten liefern, wobei in einem der untersuchten Fälle der charakteristische Wert der Beanspruchbarkeit nur noch 66% des durch die Berechnung nach EC 3, Teil 1.3 bestimmten charakteristischen Wertes beträgt.

Das Forschungsvorhaben wurde durchgeführt an der Universität Karlsruhe (TH) durch Herrn Prof. Dr.-Ing. Saal.

Der vollständige Schlussbericht der Forschungsarbeiten kann beim Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau (IRB), Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, Telefon (0711) 9 70 26 00, Fax (0711) 9 70 25 07 bestellt werden.

Tragwerksbemessung für den Brandfall bei Verbundtragwerken

Bei der Weiterentwicklung von Eurocode 4-1-2 für die Bemessung von Stahlverbundbauteilen im Brandfall von der ENV- zur EN-Fassung haben sich Änderungen ergeben. Diese betreffen sowohl einige Bemessungstabellen, vereinfachte Berechnungsmethoden als auch die temperaturabhängigen Werk-

stoffparameter von Stahl und Beton. Es ist sicher zu stellen, dass das bestehende Sicherheitsniveau auch mit den eingegangenen Änderungen aufrechterhalten bleibt.

Bezüglich der Werkstoffparameter betrifft dies die thermischen und mechani-

schen Werkstoffkennwerte von Beton und den Wärmeübergang auf Bauteile allgemein. Die Änderung der Bemessungsverfahren betrifft die Tabellen für kammerbetonierte Verbundstützen und betongefüllte Hohlprofile und die vereinfachten Rechenverfahren für ungeschützte Stahlverbundträger und Profilverbunddecken.

Die Änderungen werden anhand der einzelnen Nachweisebenen des Eurocodes (Level 1 bis 3) gegliedert und analysiert. Abschließend werden die Änderungen in den einzelnen Nachweisebenen ganzheitlich betrachtet und das Sicherheitsniveau der EN-Version im Vergleich zur ENV-Fassung beurteilt.

Die Bemessungstabellen für kammerbetonierte Verbundstützen (Level 1) sind überarbeitet worden, da der Anwendungsbereich der alten Tabelle (ENV-Version) stark eingeschränkt war und teilweise zu unwirtschaftlichen, teilweise zu unsicheren Ergebnissen führte. Des Weiteren wurden der Lastausnutzungsgrad in den Bemessungstabellen für kammerbetonierte I-Querschnitte und betongefüllte Hohlprofile an das neue Kaltbemessungsverfahren von Eurocode 4-1-1 angepasst, welches in den meisten Fällen zu höheren Traglasten bei Raumtemperatur führt als das alte Verfahren der ENV. Die Änderungen in den Tabellenverfahren können als wissenschaftlich abgesichert und das Sicherheitsniveau im Vergleich zur ENV-Fassung als eingehalten betrachtet werden.

Für den Nachweis von Verbunddecken im Brandfall stehen in Deutschland Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik zu Verfügung. In dem vorliegenden Forschungsbericht werden für die in den Zulassungen geregelten Verbunddeckensysteme die Traglasten im Brandfall den Ergebnissen des neuen vereinfachten Bemessungsverfahrens nach Eurocode 4-1-2 (Level 2) gegen-

übergestellt. Dabei wird ein besonders Augenmerk auf die unterschiedlichen Ansätze des Sicherheitskonzeptes, der Materialdefinitionen, der Verbundsicherung und des Berechnungsverfahrens gerichtet. Eine Gegenüberstellung der Biegemomententragfähigkeiten für unterschiedliche Verbunddeckensysteme zeigt, dass das Eurocode-Verfahren für negative Momentenbeanspruchung gute Übereinstimmung mit den Zulassungen liefert. Im Bereich positiver Momente sind die Ergebnisse auf Grundlage der Eurocodes gegenüber den Zulassungen konservativ.

Eine weitere Änderung im Bereich der vereinfachten Berechnungsverfahren betrifft den Nachweis von ungeschützten Verbundträgern. Im Vergleich zur ENV-Fassung ist in der EN-Fassung für den Wärmeübergang eine erhöhte Emissivität anzusetzen und für I-Profile kann ein Abschattungseffekt berücksichtigt werden. Eine Berechnung nach EN-Fassung führt insgesamt zu geringeren Temperaturen als die Anwendung der ENV-Fassung.

Für die Anwendung von allgemeinen Berechnungsmethoden (Level 3) bietet der Eurocode 4-1-2 Angaben zu den thermischen und mechanischen Werkstoffeigenschaften von Stahl und Beton. Neben den oben angesprochenen Änderungen bezüglich der thermischen Übergangsbedingungen haben sich auch Änderungen bezüglich der thermischen und mechanischen Materialparameter von Beton ergeben. Bei den thermischen Werkstoffkennwerten von Beton sind die Verläufe der temperaturabhängigen Dichte, Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit geändert worden, wobei die Wärmeleitfähigkeit als „National Determined Parameter“ in einem vorgegebenen Bereich von jedem europäischen Mitgliedsland festgelegt werden darf. In einem voran gegangenen Forschungsprojekt wurde der Verlauf für die Wärmeleitfähigkeit von den

Verfassern innerhalb der Anwendungsgrenzen so festgelegt, dass trotz der Änderungen keine Beeinträchtigung des vorhandenen Sicherheitsniveaus der ENV-Fassung vorliegt.

Des Weiteren ist der temperaturabhängige Verlauf der Betonstauchung als wichtiger Parameter für die Definition der Spannungs-Dehnungsbeziehung von Beton geändert worden. Eine Begründung für diese Änderungen liegt nicht vor. Die Änderungen sind bislang nicht wissenschaftlich begründet und können noch nicht als endgültig betrachtet werden.

Für die Beurteilung des Einflusses der oben genannten Änderungen auf Level 3-Berechnungen werden exemplarisch Verbundbauteile mit dem instituts-eigenen numerischen Simulationsprogramm BoFire untersucht. Insgesamt führen die geänderten Werkstoffkennwerte zu geringeren Versagenszeiten. Die Ergebnisse sind somit konservativ. Die geänderte Emissivität macht sich hauptsächlich bei Verbundbauteilen mit außen liegenden Stahlteilen bemerkbar, da sich diese schneller erwärmen. Die geänderten Betonstauchungen haben einen konservativen Einfluss auf die Tragfähigkeit von stabilitätsgefährdeten Bauteilen. Auf den Nachweis von Trä-

gern haben sie keinen Einfluss. Die Auswirkungen der geänderten thermischen Materialgesetze von Beton sind vernachlässigbar gering. Da die Berechnungen nach EN-Fassung durchweg zu konservativeren Ergebnissen führen, kann festgehalten werden, dass das durch die ENV-Version definierte Sicherheitsniveau eingehalten ist.

Die Verfasser weisen jedoch darauf hin, dass die im Eurocode enthaltenen Bemessungstabellen und vereinfachten Nachweisverfahren nicht auf der Grundlage dieser neu festgelegten Werkstoffparameter stehen.

Wie in dem Forschungsbericht gezeigt wird, ist das Sicherheitsniveau insgesamt nicht verändert worden. In einzelnen Bereichen ergeben sich zum Teil geringfügig günstigere, zum Teil ungünstigere Ergebnisse. Die EN-Fassung des Eurocode 4-1-2 ist aus der Sicht der Verfasser im Hinblick auf die bauaufsichtlichen Belange akzeptabel.

Der vollständige Schlussbericht der Forschungsarbeiten kann beim Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau (IRB), Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, Telefon (0711) 9 70 26 00, Fax (0711) 9 70 25 07 bestellt werden.

NEUERSCHEINUNG

Parkhäuser und Tiefgaragen – DBV Merkblatt

in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Stahlbau Verband DSTV

In diesem Merkblatt wird neben dem Rohbau als Ortbetonbauweise auch die Fertigteilbauweise, die Stahlverbundbauweise und die Stahlbauweise behandelt.

Darüber hinaus werden die technische Gebäudeausrüstung sowie die Wartung und Instandhaltung von Parkbauten behandelt.

Hrsg: Deut. Beton- und Bautechnik Verein e. V.

Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Sohnstraße 65, D – 40237 Düsseldorf, Tel.: (0211) 6 70 78 – 01

Faxbestellung (0211) 6 70 78 – 21

Ich/Wir bestelle(n)

.....Exemplare

Merkblatt Parkhäuser und Tiefgaragen

Preis für Mitglieder € 40,00

Preis für Nichtmitglieder € 48,00

zzgl. 3,60 Versandkosten, inkl. Mehrwertsteuer

.....
Datum

.....
Unterschrift

.....
Firmenstempel