

Mitglied der



**Ausgabe 1/2005**  
**März 2005**

- **Entwicklung und Anwendung von Planungssoftware zur brandschutztechnischen Optimierung von Stahlgeschossbauten (AiF-Nr. 13011)**
- **Entwicklung von Abreißverbindungen von Stahlkonstruktionen an Brandwänden (AiF-Nr. 13289)**
- **Mittragende Betongurtbreite niedriger Verbundträger (AiF-Nr. 13460)**
- **Bemessung stabilitätsgefährdeter, gevouteter Kragträger mit T-förmigem Querschnitt (AiF-Nr. 13637)**
- **Zähigkeitsanforderungen bei geschweißten Stabanschlüssen mit geschlitzten Knotenblechen**
- **Bestimmung der thermischen Materialkennwerte von Normalbeton für die brandschutztechnische Bemessung von Verbundbauteilen nach EC 4 Teil 1-2**
- **Korrosionsschutz an Schnittflächen von bandverzinkten Stahlblechen**
- **Schnittflächenbeschichtung mittels Laser bei verzinkten/ beschichteten Blechen**
- **Lasteinleitung bei ausbetonierten Hohlprofilverbundstützen mit normal- und hochfesten Betonen**
- **Der Werkstoff Stahl im Vergleich zu Konkurrenzwerkstoffen - Entwicklungen bei Automobilbauteilen, Leitungsrohren im öffentlichen Bereich und im Fassadenbau**
- **Einsatzmöglichkeiten der Trockenzerspannung und Minimalmengenkühlschmierung bei der Bearbeitung von hochlegierten, korrosionsbeständigen Stahlwerkstoffen**
- **Beulgefährdete Querschnitte mit Längssteifen**
- **Deckengleiche Verbundträger**
- **Verschiebliche Verbundrahmen mit teiltragfähigen Knoten**
- **Untersuchungen zum Einfluss der Torsionseffekte auf die plastische Querschnittstragfähigkeit**
- **Legierungskonzept für nahtlose Mannesmann Stahlbau-Hohlprofile (MSH-Profile)**
- **Stahlsortenauswahl für geschweißte Knotenverbindungen**
- **Bemessung von Haupttragstrukturen im Lastfall Wind**
- **5. Stahl-Symposium**

## Zusammenfassung zum Forschungsprojekt AiF-Nr. 13011

### Entwicklung und Anwendung von Planungssoftware zur brand-schutztechnischen Optimierung von Stahlgeschossbauten

In Deutschland liegen die Marktanteile für tragende Konstruktionen aus Stahl im Geschossbau unter denen des Beton- und Mauerwerkbaus. Im europäischen Ausland wird Stahl sehr viel häufiger im Geschossbau eingesetzt als in Deutschland. Eine wesentliche Ursache dafür sind die brandschutztechnischen Anforderungen an die tragende Konstruktion. Für Geschossbauten mit mehr als einem Geschoss fordert die Bauaufsicht i. d. R. die Feuerwiderstandsklasse F 60 für die tragenden Bauteile, wobei die Kosten zur Realisierung erheblich sind und bisweilen die reinen Materialkosten der Stahlkonstruktion überschreiten. Selbst geringere Anforderungen, die möglicherweise mit einem Dämmschichtbildner erfüllt werden können, bringen keinen wesentlichen Preisvorteil.

Für den Stahlbau verursachen diese Auflagen hinsichtlich der Feuerwiderstandsfähigkeit gleich doppelt Wettbewerbsnachteile. Zum einen kann der Wunsch vieler Architekten nach sichtbaren, stählernen Tragkonstruktionen wegen nachträglich anzuordnender Brandschutzbekleidungen nicht erfüllt werden. Zum anderen führen Brandschutzmaßnahmen für die Stahlkonstruktion zu einer erheblichen Verteuerung, die den Wettbewerb mit dem Massivbau erschweren. Entscheidend ist daher die Frage, ob und unter welchen Bedingungen auf zusätzliche Brandschutzmaßnahmen der Stahlkonstruktion verzichtet werden kann. Dieser Problemstellung widmet sich dieses Forschungsprojekt, in dem zielorientiert Planungshilfen in

Form von Software entwickelt und bereitgestellt werden.

Es wurde ein Wärmebilanz-Modell auf Excel-Basis geschaffen, das ausgehend von den Design-Fire-Ansätzen unter Vorgabe der individuellen Randbedingungen des Raumes selbsttätig den zeitlichen Verlauf zur Freisetzung der Energie in Unterscheidung zwischen Verbrennungs- und Pyrolyserate sowie die sich einstellenden Heißgastemperaturen iterativ ermittelt. Das Excel-Programm trägt den Namen „*TOP-Modell*“. Für die Bauteilbemessung im Brandfall wurden verschiedene auf dem Programm Microsoft Excel<sup>®</sup> basierende, zum Teil in Microsoft Visual Basic<sup>®</sup> programmierte Berechnungsprogramme entwickelt. Zur Weiterverarbeitung der mit *TOP-Modell* erzeugten Brandgas-Temperatur-Zeit-Kurven, wie auch anderer beliebiger Brandkurven, steht das Programm *Stahltemperaturen* zur Verfügung, das die Temperatur-Zeitverläufe von Stahlbauteilen berechnet. Somit ist es möglich, die Temperaturen eines brandbeanspruchten Stahlbauteils zu beliebigen Zeitpunkten zu ermitteln. Dies ist eine notwendige Grundlage für die Heißbemessung von Stahltragwerken nach Eurocode 3.

Vier weitere Programme zur brandschutztechnischen Auslegung von Verbundbauteilen wurden erstellt. Die Einzelnen Bauteile sind *Verbunddecken*, kammerbetonierte *Verbundträger*, *Verbundträger* sowie *Verbundstützen*. Die genannten Programme sind mit einer Profildatenbank verbunden. Dies bietet den Vorteil, dass häufig verwendete

Daten automatisch in den Programmen zur Verfügung.

Mit den entwickelten Programmen und den zugehörigen Benutzeranleitungen werden dem praktisch tätigen Planer eine Reihe von nützlichen Werkzeugen für eine sichere und wirtschaftliche Brandschutzbemessung von Büro- und Verwaltungsgebäuden in Stahl- und Stahlverbundbauweise über das Internet zur Verfügung gestellt.

Das Forschungsvorhaben wurde finanziell gefördert von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. AiF. Durch den zweimaligen Wechsel von Projektleitern und Bearbeitern der Forschungsstelle 1 von der heute in dieser Form nicht mehr existenten Materialforschungs- und Prüfanstalt Leipzig e.V. über die Ingenieurgesellschaft Brandschutz Consult in Leipzig GmbH bis hin zur Deutschen Montan Technologie GmbH, Standort Leipzig wurde die Projektbearbeitung verzögert. Erfreulicherweise konnte das Forschungsvorhaben durch das persönli-

che Engagement der beteiligten Forscher dennoch erfolgreich abgeschlossen werden.

Die Autoren des vorliegenden Berichtes bedanken sich für das mit den Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) über die AiF geförderte Projekt und beim Deutschen Ausschuss für Stahlbau als Mitglied der AiF für die sehr gute Zusammenarbeit. Ferner sei dem Niedersächsischen Landesamt für Statistik in Hannover für die Bereitstellung der Baufertigstellungsdaten von Büro- und Verwaltungsgebäuden in Niedersachsen gedankt. Besonderer Dank gilt dem konstruktiven Betreuerkreis: Dr.-Ing. Adam, Prof. Dr.-Ing. Bossenmayer, Dipl.-Ing. Frerichs, Prof. Dipl.-Ing. Furche, Dipl.-Ing. Hauser, Prof. Dr.-Ing. Hoppe, BA Dipl.-Ing. Kempe, Dipl.-Ing. Kuhnke und MR Dipl.-Ing. Schulte.

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

## **Zusammenfassung zum Forschungsprojekt AiF-Nr. 13289**

### **Entwicklung von Abreißverbindungen von Stahlkonstruktionen an Brandwänden**

Um die Übertragung eines Brandes auf ein angrenzendes Gebäude oder einen anderen Nutzungsbereich zu verhindern, werden Brandabschnitte geschaffen, die durch Brandwände von einander getrennt werden. Im Industriebau besteht unter bestimmten Randbedingungen die Möglichkeit, die Tragstruktur innerhalb eines Brandabschnittes ohne Anforderungen an den Brandschutz zu erstellen. Auf dieser Grundlage werden häufig Brandbekämpfungsabschnitte als ungeschützte Stahlkonstruktion ausgeführt. Im Brandfall darf ein Versagen der ungeschützten Stahlkonstruktion die Brandwand nicht beschädigen. Dies hat zur Folge, dass die Brandwand derzeit

nicht in das Tragwerkskonzept der Stahlkonstruktion integriert werden kann, da eine Beschädigung der Brandwand beim Versagen der Stahlkonstruktion durch ein angeschlossenes Stahlbauteil nicht ausgeschlossen werden kann. Die Brandwand kann damit nicht für den horizontalen und vertikalen Lastabtrag genutzt werden. Durch so genannte Abreißverbindungen können Brandwände in das statische Konzept integriert werden. Im Hinblick auf diesen wirtschaftlichen Vorteil war das Ziel dieses Forschungsprojektes die Eingliederung der Brandwand in das Tragwerkskonzept mit Hilfe von „Abreißverbindungen“.

Diese Abreißverbindungen können als Sollbruchstellen konzipiert werden, die nur vernachlässigbare Kräfte im Versagensfall übertragen, oder aber als Sollbruchstellen mit definierten Maximaltragfähigkeiten bzw. Maximallasten für die die Brandwand bemessen wird.

Die Bestimmung der Maximaltragfähigkeiten erfolgt auf der Grundlage von Bemessungswerten „maximaler Schraubentragfähigkeiten“. Die Reaktionskräfte der Schraubentragfähigkeiten werden als Aktionskräfte auf die Brandwand aufgebracht. Das aufgestellte Bemessungskonzept beinhaltet die Teilsicherheitsbeiwerte zur Bestimmung des Bemessungswertes der maximalen Schraubentragfähigkeit, Kombinationsbeiwerte zur Berücksichtigung weiterer Lasten und Widerstandsgrößen für den außergewöhnlichen Lastfall eines Brandes.

Grundlage der Bestimmung der Bemessungswerte der maximalen Schraubentragfähigkeit sind die statistischen Kennwerte der Schraubenzug- und Abscherfestigkeit. Es wurde hierzu eine Datenbank erstellt und ausgewertet, in die Versuchsdaten eingetragen wurden, die im Zusammenhang mit einer umfangreichen Literaturstudie erhoben wurden, sowie Versuchswerte, die Schraubenproduzenten im Rahmen ihrer Qualitätssicherung ermittelt haben. Auf experimenteller Basis wurde eine Verbindung entwickelt, die Anschlüsse an Brandwände erlaubt, die beim Versagen der Brandwand lediglich geringe Kräfte in die Brandwand weiterleitet. Diese Verbindung wird Kammverbindung genannt. Dieser neue Verbindungstyp erfordert die Bestimmung verschiedener Eigenschaften. Zum einen musste die Lochleibungstragfähigkeit der offenen Langlöcher festgestellt werden und zum anderen die Drehfeder-

steifigkeit des Anschlusses. Letzteres ist erforderlich zum Nachweis der Biegedrillknicktragfähigkeit angeschlossener Stahlbauteile. Für beide Problemstellungen wurden Versuche und numerische Untersuchungen durchgeführt. Das Ergebnis sind analytische Gleichungen zur Bestimmung der Drehfedersteifigkeit und des Bemessungswertes der Lochleibungstragfähigkeit von offenen Langlöchern, mit denen dieser Verbindungstyp nachgewiesen werden kann.

Zur Optimierung der geometrischen Abmessung der Kammverbindung wurde ein vereinfachtes Berechnungsverfahren aufgestellt mit dem die maximale horizontale Verschiebung eines Trägers im Brandfall unter Berücksichtigung der Durchbiegung ermittelt werden kann. Durch Kombination der unterschiedlichen Bemessungsansätze kann die Brandwand in das statische Konzept der Gesamtkonstruktion wirtschaftlich integriert werden.

Das Forschungsvorhaben AiF-Nr. 13289 wurde an der Universität Hannover, Institut für Stahlbau, Herrn Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann und Herrn Dipl.-Ing. Alexander Heise mit finanzieller Förderung durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF), Köln, aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) 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.

## Zusammenfassung zum Forschungsprojekt AiF-Nr. 13460

### Mittragende Betongurtbreite niedriger Verbundträger

Verbundträger niedriger Bauhöhe werden in jüngster Zeit aufgrund ihrer wirtschaftlichen und architektonischen Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Stahlbetonkonstruktionen vermehrt eingesetzt. Durch den hohen Grad der Vorfertigung in der Werkstatt, die einfache Anschlusskonstruktionen und den wirtschaftlichen Einsatz von Halbfertigteilen vereinfacht und verkürzt sich die Montage auf der Baustelle. Die hohe Tragfähigkeit zusammen mit einer niedrigen Bauhöhe führen zu einer schlanken und wirtschaftlichen Bauweise.

Aufgrund der größeren Schlankheit wird bei niedrigen Verbundträgern in vielen Fällen der Nachweis der Verformungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für die Dimensionierung maßgebend. Die Verformungsberechnung wird in der Bemessungspraxis dabei im Allgemeinen mit den bekannten Verfahren hoher Verbundträger vorgenommen, obwohl deren Voraussetzungen bei niedrigen Verbundträgern nicht zutreffen und auf unrealistische und unwirtschaftliche Ergebnisse führen. Insbesondere die Regeln zur mittragenden Breite basieren auf Annahmen, die bei niedrigen Verbundträgern nicht zutreffen, und eher konservativ sind.

Aufgrund der im Vergleich zur Gesamthöhe großen Dicke des Betongurts weisen Verbundträger niedriger Bauhöhe ein anderes Trag- und Verformungsverhalten als herkömmliche, hohe Verbundträger auf. Im Gegensatz zu diesen kommt es bei Verbundträgern niedriger Bauhöhe bereits unter Gebrauchslasten zu Rissen im Betongurt auch im Bereich positiver Momente. Außerdem ist die

Biegesteifigkeit des Betongurts so groß, dass sie nicht vernachlässigt werden kann, wie dies bei normal hohen Verbundträgern im Allgemeinen gemacht wird.

Gegenstand des Forschungsvorhabens ist die Untersuchung der mittragenden Breite niedriger Verbundträger. Durch Entwicklung eines realistischen Berechnungsansatzes für die mittragende Breite wird eine wirklichkeitsnahe, dem tatsächlichen Trag- und Verformungsverhalten entsprechende Berechnung von Verformungen niedriger Verbundträger angestrebt.

Ausgehend von analytischen Untersuchungen wurde ein numerisches Bemessungsmodell für eine wirklichkeitsnahe Simulation dieser Träger entwickelt, das das nichtlineare Tragverhalten der betrachteten Träger ausreichend genau beschreiben kann. Im Rahmen der experimentellen Untersuchungen wurden sechs Verbundträger niedriger Bauhöhe mit breiten Gurten unter praxisüblichen Randbedingungen im Versuch geprüft. Die Versuchsergebnisse dienen zur Verifikation des numerischen Modells, anhand dessen die verschiedenen Einflussparameter auf die mittragende Breite untersucht werden. Neben der Stützweite und Breite der Verbundträger stellten sich dabei vor allem die Rissbildung im Betongurt und dessen Dicke als wesentliche Faktoren heraus.

Auf Basis des entwickelten Berechnungsmodells wurde eine umfangreiche Parameterstudie in den Grenzen des Anwendungsbereichs des Hochbaus

durchgeführt und ein realistischer Berechnungsansatz für die mittragende Breite niedriger Verbundträger entwickelt, mit dessen Hilfe wirklichkeitsnahe Verformungen dieser Träger berechnet werden können.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit ermöglichen eine im Vergleich zur heutigen Bemessungspraxis realistische und wirtschaftliche Bemessung niedriger Verbundträger. Dies, so hoffen die Verfasser, führt zu einer weiteren Verbreitung dieser Bauweise und Erhöhung der Marktchancen von kleinen und mittleren Unternehmen im Stahlbau.

Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde erreicht.

Das Forschungsvorhaben AiF-Nr. 13460 wurde an der Forschungsstelle Institut für Konstruktion und Entwurf der Universität Stuttgart, Frau Prof. Kuhlmann mit finanzieller Förderung durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF), Köln, aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) 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.

## Zusammenfassung zum Forschungsprojekt AiF-Nr. 13637

### **Bemessung stabilitätsgefährdeter, gevouteter Kragträger mit T-förmigem Querschnitt und Stegausschnitten aus ferritischem Stahl und gevouteten Kragträgern mit T-förmigem Querschnitt aus austenitischen nichtrostenden Stählen (Edelstahl Rostfrei)**

Gevoutete Kragträger aus Stahl mit T-förmigem Querschnitt kommen beim Bau moderner Gebäude vermehrt zum Einsatz. Dabei wird, zumeist aus architektonischen Überlegungen, die Anordnung von kreisrunden Stegausschnitten, wie auch die Ausführung in austenitischem rostfreiem Edelstahl zur dekorativen Akzentuierung, immer öfter gefordert.

Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens ist die Schaffung von Grundlagen für den Tragsicherheitsnachweis von

- Kragträgern mit T-förmigem Querschnitt und Stegausschnitt aus normallegiertem, ferritischem Baustahl und
- Kragträgern mit T-förmigem Querschnitt aus austenitischem Stahl.

Maßgebend ist dabei der Gesamtstabilitätsnachweis unter Berücksichtigung des lokalen (Beulen) und globalen (Biegedrillknicken) Versagens.

Die im Rahmen dieses Forschungsprojektes erarbeiteten Bemessungshilfen ermöglichen den Planungsbüros und ausführenden Firmen den Nachweis und die Dimensionierung derartiger Träger, denn mit Abschluss des Forschungsvorhabens liegen die Voraussetzungen für eine gesicherte Dimensionierung von Kragträgern mit T-förmigem Querschnitt und Stegausschnitt und Kragträgern mit T-förmigem Querschnitt aus austenitischem Stahl vor.

Die ideale Verzweigungslast von Kragträgern mit Stegausschnitten kann durch Modifizierung der Gesamtstabilitätswerte  $k_{ges}$ , welche für Kragträger mit T-förmigem Querschnitt aus normale-

giertem Baustahl durch das Vorgängerprojekt AiF-Nr. 11449 N/1 bereitgestellt wurden, sicher abgeschätzt werden. Außerdem werden sowohl Kriterien, die eine Vernachlässigung des Stegausschnittes bei der Bestimmung der idealen Verzweigungslast erlauben, als auch eine untere Grenze für den Abstand des Stegausschnittes vom Auflagertrand in Abhängigkeit von der Ausschnittgröße angegeben.

Bei der Anwendung von austenitischem, nichtrostendem Stahl wird die kritische Belastung ebenfalls mit Hilfe der bekannten  $k_{ges}$ -Werte berechnet, wobei ein auf das edlere Material angepasster rechnerischer Elastizitätsmodul verwendet wird. Mit Kenntnis der kritischen Belastung kann dann, wie bei jedem Stabilitätsnachweis, die bezogene Schlankheit berechnet werden. Mit Hilfe einer schlankheitsbezogenen Abminderungskurve, welche im Rahmen des Forschungsvorhabens aufgrund der Auswertung von Versuchsergebnissen

und numerischen Traglastberechnungen vorgeschlagen wird, folgt ein Abminderungsbeiwert  $K$ , mit dem die Querschnittstragfähigkeit abgemindert und die Traglast des Bauteils berechnet werden kann.

Das Forschungsvorhaben AiF-Nr. 13637 wurde am Lehrstuhl für Stahlbau der Universität Dortmund, Herrn Prof. Ungermann mit finanzieller Förderung durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF), Köln, aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) 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

### Zähigkeitsanforderungen bei geschweißten Stabanschlüssen mit geschlitzten Knotenblechen

Geschlitzte Knotenbleche mit eingesteckten Profilen erweisen sich hinsichtlich des Ausgleiches von Toleranzen bei geschweißten Stabanschlüssen im Stahlbau als sehr vorteilhaft und kommen immer häufiger zum Einsatz. Bei diesem Anschlusstyp treten jedoch sehr hohe Spannungskonzentrationen aus Last und Eigenspannungen auf. Zudem erfährt der Werkstoff durch den Schweißvorgang eine Gefügeänderung in der Wärmeeinflusszone, die sich in der dabei möglicherweise entstehenden Härtezone negativ auf seine Zähigkeit auswirkt. Dies kann in Verbindung mit entsprechenden Beanspruchungstemperaturen zu einem spröden Werkstoff-

versagen führen. Die derzeitigen baurechtlichen Regelungen zum Vermeiden eines spröden Versagens decken diesen Anschlusstyp nicht ab.

In Abhängigkeit von der Ausführungsform, Stahlsorte, Temperatur, Blechdicke und des eingesteckten Profils wurden deshalb erforderliche Zähigkeiten für das Knotenblech bestimmt, die ein vorzeitiges Versagen dieser Anschlüsse durch einen Spröbruch verhindern. Zur Bestimmung dieser erforderlichen Zähigkeiten wurden 39 Versuche mit unterschiedlichen Abmessungen der Knotenbleche und eingesteckten Stäbe sowie bei unterschiedlichen Temperatu-

ren durchgeführt. Für die Versagenszustände dieser Versuche wurde mit Finite Element Modellen der Spannungs- und Dehnungszustand an den maßgebenden Stellen ermittelt. Aus diesem Spannungs- und Dehnungszustand wurde mit den in den Versuchen aufgetretenen Versagensarten eine Bemessungsvorschrift hergeleitet, die ein sprödes Versagen ausschließt. Mit dieser Vorschrift

kann für die Stahlsorten S235, S275 und S355 in Abhängigkeit von ihrer Dicke und der Umgebungstemperatur die zur Vermeidung von Sprödbrüchen erforderliche Stahlgüte bestimmt werden. Der Bericht ist zum Preis von € 39,50 inkl. MwSt über den Fraunhofer IRB Verlag, Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart, zu beziehen.

## **„Bestimmung der thermischen Materialkennwerte von Normalbeton für die brandschutztechnische Bemessung von Verbundbauteilen nach EC 4 Teil 1-2“**

Bei der Überführung des Eurocodes 4 Teil 1-2 für die brandschutztechnische Bemessung von Stahlverbundbauteilen von der ENV- in die EN-Version sind die thermischen Materialkennwerte von Normalbeton neu definiert worden. Die temperaturabhängige Wärmeleitfähigkeit ist dabei so festgelegt worden, dass innerhalb eines vorgegebenen Bereiches in den einzelnen Mitgliedsländern im Rahmen der Nationalen Anhänge dem nationalen Sicherheitsniveau entsprechende Festlegungen zu treffen sind. Diese national festzulegenden Parameter sind für den Bereich Stahlbetonbau und Stahlverbundbau einheitlich zu formulieren. Dabei muss sichergestellt werden, dass das derzeitige Bemessungsniveau allgemein und die bestehenden Bemessungstabellen und vereinfachten Berechnungsverfahren speziell im Bemessungsergebnis nicht spürbar verändert werden.

Die thermischen Materialkennwerte der Werkstoffe Baustahl, Betonstahl und Beton sind eine fundamentale Festlegung in den Eurocodes zur brandschutztechnischen Bemessung. Sie dienen insbesondere zur Harmonisierung der in numerischen Simulationsverfahren zugrunde gelegten Materialparameter und damit der auf numerischem Wege erzielten Beurteilungen zum Feuerwiderstand der Bauteile. Diese Berechnungsgrundlagen sind somit

auch Basis für die Entwicklung zukünftiger vereinfachter Nachweismethoden und den Nachweis für neuartige Querschnittstypen.

Ziel dieses Forschungsvorhabens war die Erarbeitung eines Regelvorschlages für die temperaturabhängige Wärmeleitfähigkeit von Normalbeton. Dabei sollte insbesondere erreicht werden, dass das bisherige Sicherheitsniveau der brandschutztechnischen Nachweise im Stahlverbundbau nach dem Eurocode aufrechterhalten wird.

Dazu wurde zunächst das Problem der instationären Wärmeleitung betrachtet und anschließend einen Ansatz über die Temperaturleitfähigkeit erarbeitet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Berechnungsergebnisse und das bisherige Sicherheitsniveau annähernd gleich bleiben, wenn sich die Temperaturleitfähigkeit nach ENV- und prEN-Fassung nicht verändert. Auf dieser Grundlage wurde ein Verlauf für die temperaturabhängige Wärmeleitfähigkeit erarbeitet, welcher etwas oberhalb der oberen Grenze nach prEN-Fassung liegt. Da der Regelvorschlag zwischen der oberen und unteren Grenze verlaufen muss, wurde die obere Grenze gewählt. Dieser Verlauf wurde mit Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. D. Hosser abgestimmt, der die thermischen Materialkennwerte von Normalbeton für den Stahlbetonbau



am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig untersucht. Anschließend wurden die „neuen“ Materialparameter von Normalbeton anhand eines quadratischen Betonquerschnittes mit den bisherigen Materialparametern verglichen sowie gemessenen Temperaturverläufen aus einem aktuellen Brandversuch an einem Tübbing gegenübergestellt.

Im Stahlverbundbau existieren verschiedene Ausführungsvarianten hinsichtlich der Querschnittsgestaltung. Die ungleichen Querschnittstypen weisen ein unterschiedliches Erwärmungsverhalten auf und werden deshalb auch unterschiedlich von den Annahmen bezüglich der temperaturabhängigen Wärmeleitfähigkeit beeinflusst. Im Rahmen dieser Arbeit wurden eine kammerbetonierte Verbundstütze, ein Verbundstütze mit vollständig einbetoniertem Stahlprofil, eine Verbundstütze aus einem ausbetoniertem Hohlprofil und ein kammerbetonierter Verbundträger untersucht. Dazu wurden Gegenüberstellungen berechneter Erwärmungsverläufe auf Basis der bisherigen Regelungen (ENV) und der zukünftigen Regelungen durchgeführt und zusätzlich mit gemessenen Temperaturen aus Brandversuchen verglichen.

Aus allen vergleichenden Berechnungen ist zu erkennen, dass an Messstellen, an denen die Materialkennwerte des Betons die Temperaturen maßgeblich beeinflussen, nach prEN-Fassung etwas geringere Temperaturen als nach ENV-Fassung ermittelt werden. Im Gegensatz dazu werden an Messstellen, die im Wesentlichen von den Stahleigenschaften abhängig sind, die Temperaturen nach prEN-Fassung etwas höher ermittelt. Ein Vergleich der Feuerwiderstandszeiten zeigt, dass Bauteile mit außen liegenden Stahlteilen bei der Be-

rechnung nach prEN-Fassung konservativere Ergebnisse liefern, als bei der Berechnung mit den bisherigen Materialkennwerten.

Dagegen werden für vollständig einbetonierte Stahlquerschnitte höhere Versagenszeiten ermittelt. Bei zunehmender Betonfeuchtigkeit erhöhen sich auch die berechneten Feuerwiderstandszeiten. Die im Versuch ermittelten Versagenszeiten liegen gegenüber den berechneten Versagenszeiten bei allen drei Stützenquerschnitten auf der sicheren Seite. Beim Trägerquerschnitt stimmen sie bei der Annahme von 0 % Betonfeuchtigkeit mit den berechneten Werten überein.

Das durch die Regelungen der ENV-Fassung definierte Sicherheitsniveau wurde auch mit den „neuen“ Materialparametern eingehalten.

Mit der oberen Grenze nach prEN-Fassung des Eurocodes 4-1-2 vom Oktober 2003 ist eine akzeptable Lösung für die temperaturabhängige Wärmeleitfähigkeit von Normalbeton definiert worden. Für diese Werte wurde durch die vergleichenden Berechnungen bestätigt, dass das bisherige Sicherheitsniveau nach ENV eingehalten wird.

Das Forschungsvorhaben wurde durch Prof. Peter Schaumann, mit Herrn Dipl.-Ing. Florian Kettner sowie Frau Stefanie Ostheer an der Universität Hannover, Institut für Stahlbau, durchgeführt.

Der Forschungsbericht umfasst 58 Seiten, zahlreiche Abbildungen, 6 Tabellen und ist zum Preis von 19 € unter der ISBN-Nr. 3-8167-6669-2, unter der (Best.-Nr. T 3060) zu beziehen

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

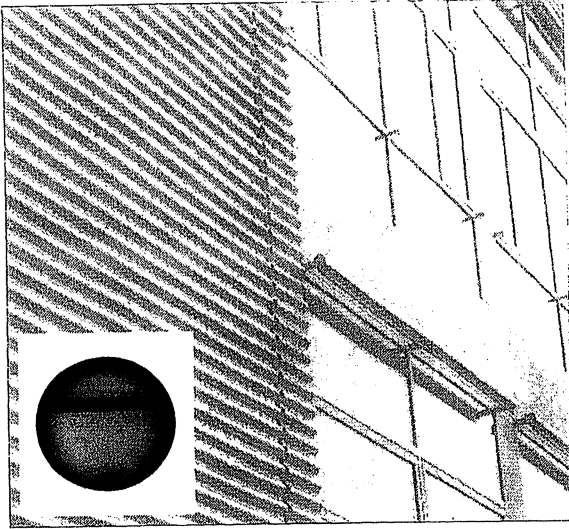
### Korrosionsschutz an Schnittflächen von bandverzinkten Stahlblechen (Projekt 405)

Stahlbleche mit metallischem Überzug sowie zusätzlicher organischer Beschichtung sind Baustoffe mit hoher Korrosionsbeständigkeit. Beim Schneiden von vor- und endbeschichteten Blechen, die nachträglich nicht mehr lackiert werden, wird das werkseitig aufgebraute Korrosionsschutzsystem verfahrenstechnisch beschädigt. An den Schnittflächen wird der Grundwerkstoff Stahl der freien Bewitterung ausgesetzt. Dadurch kann es zu unerwünschten Korrosionserscheinungen und Unterwanderungen der Beschichtung an den Schnittflächen kommen. Ziel des Forschungsvorhabens war die Vermeidung dieser Erscheinungen durch Nutzung des vorhandenen Oberflächenschutzes bei geeigneter Verarbeitung.

In einem breit angelegten Versuchsprogramm wurde das Korrosionsverhalten an den Schnittflächen von 14 unterschiedlichen Blechwerkstoffen untersucht, die sich nach mechanischen Eigenschaften des Grundwerkstoffes, der Art der Verzinkung und der Ausführung der organischen Beschichtung unterscheiden. Beim Schneidwerkzeug wurden Schneidstempel, Matrizenradius und Schneidspalt gezielt variiert und bei den Verfahren Rundschnitt und Konterchnitt in ihrer Wirkung untersucht. Die Schnittflächenqualität wurde auf der Basis von Korrosionsschutzwerten in Abhängigkeit von der Art des Schichtwerkstoffes, von der Art der Verzinkung, der Dicke der Zinkschicht, der Art des Grundwerkstoffes, der Blechdicke und der Beölung der Bleche bewertet. Mit Hilfe der Belastungstests Kondenswasserwechselklima, Kodenswasserkonstantklima und Freibewitterung wurde

das Verhalten der organischen Beschichtung an den Schnittkanten entsprechend VDA-Prüfblatt 621-415 über 10 Wochen beobachtet.

In den Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass ein verbesserter Schnittflächenschutz durch eine Optimierung der Werkzeug-Aktivteilgeometrien zu erreichen ist. Sehr hohe, durch den Schneidvorgang entstehende Überdeckungsgrade mit metallischem Korrosionsschutz aus der Stahlblechoberfläche bedingen vielfach eine leicht verminderte Kantenausbildung. Bei Werkstoffen mit organischer Beschichtung wurde im Vergleich zu rein metallischen Überzügen im Mittel eine geringere Korrosionsschutzwirkung gegen Rotrost festgestellt. Überzugsdicke und Blechdicke beeinflussen die Ausbreitung und Dicke des Überzugs auf der Schnittfläche. Bei geschlossenem Schnitt war gegenüber offenem Schnitt durch Optimierung der Schnitttechnik eine höhere Korrosionsschutzwirkung zu erzielen. Durch die Lage des Schnittgrates lässt sich eine von der Schnittkante ausgehende Unterwanderung der organischen Beschichtung begrenzen. Die Versuchsergebnisse sollen insbesondere stahlverarbeitenden Betrieben im Bereich Dach, Wand und Fassade neue Möglichkeiten zur qualitativen Verbesserung ihrer Produkte bieten.



Das Forschungsvorhaben wurde vom Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Chemnitz, gemeinsam mit dem Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 230 Seiten und enthält 241 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 25,50 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-77-7.

### **Schnittflächenbeschichtung mittels Laser bei verzinkten/ beschichteten Blechen (Projekt 443)**

Das Ziel dieses Vorhabens war die Erarbeitung verfahrenstechnischer Grundlagen für den Schnittflächenschutz durch den Auftrag von Zink bzw. Kunststoff mittels Laser.

Die Forschungsarbeiten richteten sich auf die Entwicklung einer einstufigen Prozessführung zur Beschichtung der Schnittflächen. Dabei wirken Laserstrahl und pulverförmiger Beschichtungswerkstoff gleichzeitig auf die Schnittfläche ein. Beim Verzinken wird das Zinkpulver durch die Laserstrahlung und die davon erhitzte Schnittfläche aufgeschmolzen. Beim Beschichten mit Kunststoffen erfolgt die Erwärmung des Pulvers lediglich indirekt über die erhitzte Schnittfläche. Die Verfahrensparameter werden so gewählt, dass ein Verbrennen des Pulvers minimiert wird. Die Haftfestigkeit und das Korrosionsverhalten der Laserstrahl beschichteten Schnittflächen wurden untersucht.

Sowohl für den Auftrag von Zink wie auch für den von Thermoplast Polyamid 11 (RILSAN) konnten Verfahrensparameter entwickelt werden, die einen wirksamen Korrosionsschutz darstellen. Sowohl Nd:YAG- als auch Diodenlaser sind als Strahlquellen geeignet. Mit Zink

wurden Schichtdicken zwischen 5 und 50  $\mu\text{m}$ , mit RILSAN Schichtdicken zwischen 20 bis 100  $\mu\text{m}$  erreicht. Beide Beschichtungen zeigten gute Hafteigenschaften im 180°-Biegeversuch und sehr gute Korrosionsbeständigkeit im Salzsprühnebel- und im Klimakonstanttest (1008 h). In ersten Versuchen mit Zweistrahltechnik wurden für das Beschichten mit RILSAN Prozessgeschwindigkeiten von 18 m/min erreicht.

Das neue lasergestützte Verfahren zum Beschichten von Schnittflächen mit Zink allein oder zusätzlich mit Kunststoff als Duplex-Verfahren besitzt ein hohes Anwendungspotential. Die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens wurde mit den in Zweistrahltechnik erreichten hohen Prozessgeschwindigkeiten nachgewiesen. Anwendungsbereiche werden vor allem bei Dacheindeckungen und Fassadenverkleidungen mit Stahl aber auch im Automobil- und Anlagenbau gesehen.

Das Forschungsvorhaben wurde vom Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Aachen, und dem Ingenieurbüro Müller, Hilchenbach, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 94 Seiten und enthält 66 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 25,50

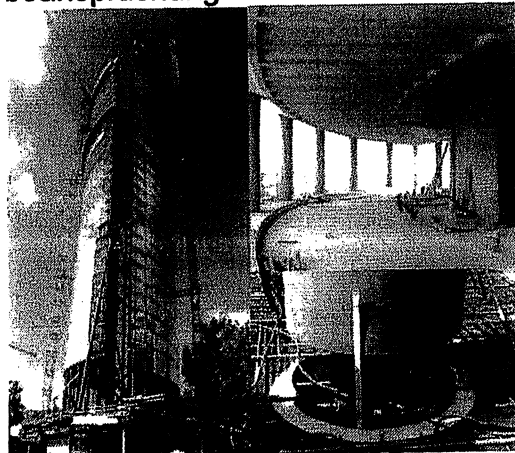
inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-65-3.

## Lasteinleitung bei ausbetonierten Hohlprofilverbundstützen mit normal- und hochfesten Betonen (Projekt 487)

In den letzten Jahren wurden in Geschossbauten und Hochhäusern in Massiv- und Verbundbauweise verstärkt Verbundstützen aus ausbetonierten Hohlprofilen eingesetzt. Durch diesen Stütztyp werden die Vorteile der Werkstoffe Stahl und Beton in druckbeanspruchten Bauteilen in ausgezeichneter Weise vereinigt und hohe Tragfähigkeiten bei geringen Querschnittsabmessungen erreicht. Dem Anspruch nach immer schlankeren Bauteilen wird dieser Konstruktionstyp durch zusätzliche Einstellprofile gerecht, wobei neben Walzprofilen runde und quadratische Vollkernprofile verwendet werden. Während die Bemessung derartiger Verbundstützen auf nationaler bzw. europäischer Ebene in DIN 18806-1 und EDIN 18800-5 bzw. in DIN EN 1994-1-1 ausreichend geregelt ist, fehlen detaillierte Regelungen zur Lasteinleitung. Dies gilt insbesondere für die Frage der Teilflächenpressung. Hieraus resultieren häufig sehr aufwendige Lasteinleitungskonstruktionen, die einen Wettbewerbsnachteil dieser Bauweise darstellen.

Vor diesem Hintergrund war das Ziel dieser Arbeit, anhand von geeigneten experimentellen Untersuchungen Bemessungsvorschläge für wirtschaftliche Lasteinleitungskonstruktionen zu entwickeln. Dies geschah auf der Grundlage von 45 Stützen- sowie weiteren 18 Plattenversuchen. In 33 Stützenversuchen wurde systematisch das Trag- und Verformungsverhalten zentrisch belasteter gedrungener (bewehrter und unbewehrter) Hohlprofil-Verbundstützen untersucht, in denen u. a. die Art der Last-

aufbringung variiert wurde. Weitere 12 Versuche dienten der Bestimmung des Abtrags von Kräften aus Kernprofilen über Distanzbleche. Die Deckenbereiche zwischen zwei Verbundstützen wurden in den Plattenversuchen unter dem Aspekt der Teilflächenbeanspruchung infolge unmittelbarer Einleitung von Kräften aus dem Hohlprofil und einer gleichzeitig aufgetragenen Plattenbeanspruchung untersucht.



Als wesentliches Ergebnis der Arbeit ist für die Beanspruchbarkeit der Einleitungsbereiche von Hohlprofil-Verbundstützen ein neues Bemessungskonzept für die Kaltbemessung entwickelt worden, das die Umschnüpfungswirkung des Stahlrohres wesentlich stärker als bisher berücksichtigt. Dieses ist unabhängig von der Art der untersuchten Lasteinleitung und liefert einen konsistenten Übergang zur Bemessung gedrungener Stützen. Es zeigt sich, dass die neuen Bemessungsvorschläge auch für die Teilflächenbeanspruchung von Beton unter Distanzblechen von Kernprofilen gültig sind. Für den Traganteil der Bewehrung wurde darüber hinaus ein Bemessungsansatz

entwickelt, der es erlaubt, Bewehrung in Rechnung zu stellen, wenn diese nur mittelbar angeschlossen und der Stützenquerschnitt gleichzeitig nur über eine Teilfläche belastet wird. Bei Spaltmaßen kleiner als 30 mm und vollflächiger Auflast kann diese in runden ausbetonierten Hohlprofil-Verbundstützen mit Abmessungsverhältnissen des Stahlrohres von  $d/t \leq 60$  wie bei einem unmittelbaren Anschluss mit ihrer vollen Tragfähigkeit angerechnet werden.

Die neuen Bemessungsmethoden haben bereits teilweise Eingang in den Eurocode 4 (prEN 1994-1-1) gefunden. Der Vergleich mit den bislang geltenden Nachweiskonzepten zeigt, dass eine deutlich wirtschaftlichere konstruktive Ausbildung der Krafterleitungsbereiche von Hohlprofil-Verbundstützen ermög-

licht und damit die Wettbewerbsfähigkeit dieses Stützentyps weiter verbessert wird.

Das Forschungsvorhaben (AiF-Nr. 12259 N) wurde an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal, Fachbereich Bauingenieurwesen, mit finanzieller Förderung durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF), Köln, aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA), Berlin, durchgeführt.

Der Forschungsbericht umfasst 248 Seiten und enthält 381 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 25,50 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-06-2.

## **Der Werkstoff Stahl im Vergleich zu Konkurrenzwerkstoffen - Entwicklungen bei Automobilbauteilen, Leitungsrohren im öffentlichen Bereich und im Fassadenbau (Projekt 558)**

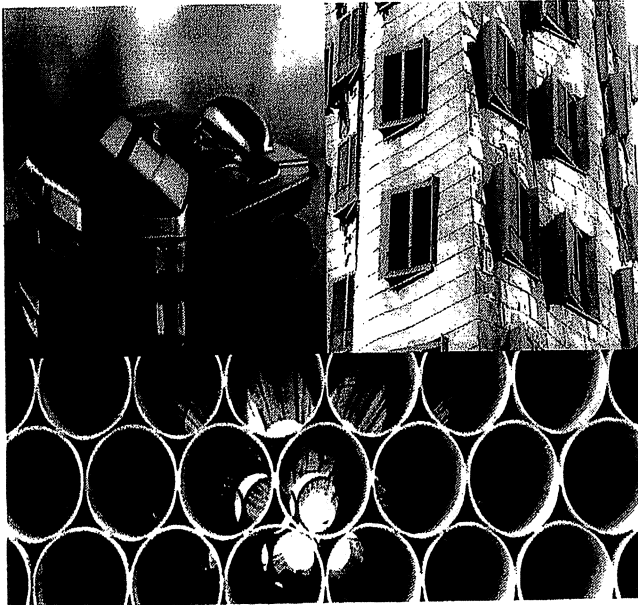
Rückgänge des Stahleinsatzes in traditionellen Absatzmärkten und das Erkennen damit verbundener Image-Defizite gegenüber anderen Werkstoffen führten im Auftrag der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. zur Initiierung einer Studie zur Gegenüberstellung der grundlegenden Eigenschaften des Werkstoffs Stahl im Vergleich zu seinen Konkurrenzwerkstoffen. Im Rahmen des Forschungsvorhabens P 472 der Forschungsvereinigung waren daher Stähle und Konkurrenzwerkstoffe einander gegenübergestellt und bezüglich deren bauteilneutraler Eigenschaften, Eigenschaften bei der Weiterverarbeitung und Eigenschaften von Bauteilen analysiert worden.

Ziel des hier behandelten Forschungsvorhabens war es, das Gebiet der spezifischen Werkstoff- und Bauteileigenschaften zu verlassen und konkret aktuelle Entwicklungen und Werkstoff-trends für ausgewählte Bauteile bzw.

Bauteilgruppen zu erfassen und deren Ursachen zu erforschen. Es wurden drei für die Flachstahl-Industrie relevante Anwendungsgebiete definiert: Automobilbauteile, Leitungsrohre für Trink- und Abwassersysteme sowie Außenfassaden.

Als Entscheidungsgrundlage für die Auswahl der Automobilbauteile diente der Teilebaum des in der Automobilstudie ULSAB-AVC (Ultra Light Steel Auto Body – Advanced Vehicle Concepts) vorgestellten C-Class-Fahrzeuges. Es wurden bewusst solche Teile zur Analyse ausgewählt, die zurzeit zum Großteil nicht bzw. nicht mehr aus Stahl hergestellt werden. Bei den Rohren und Fassaden waren ganz ähnliche Gründe ausschlaggebend, da auch in diesen klassischen Absatzgebieten der Flachstahlindustrie seit längerem der massive Einsatz von Konkurrenzwerkstoffen zu beobachten ist.

Bei den Automobilbauteilen sind stark variierende Tendenzen zu erkennen. Während bei manchen Bauteilen der Werkstoff Stahl nahezu vollständig von Alternativwerkstoffen verdrängt wurde, stellt er in anderen Bereichen (z.B. Blattfeder) eindeutig die beste und kostengünstigste Lösung dar. Konkurrenz ist hier nicht durch andere Werkstoffklassen sondern vielmehr durch die Einführung von neuen Bauteilsystemen (Luftfederung) zu erwarten. Bei Karosserieanbauteilen (Kotflügel) zeigt sich, dass für große Stückzahlen Stahl nach wie vor die kostengünstigste und in der Fertigung am besten handhabbare Alternative darstellt, jedoch in diesem Bereich großer Druck durch Leichtbau- und Designanforderungen herrscht und somit Aluminium und diverse Kunststoffe speziell in Premiumfahrzeugklassen akzeptiert und auch gefordert werden. Regionsspezifisch lassen sich ebenfalls markante Unterschiede beobachten. So ist beispielsweise in Japan der Kraftstoffbehälter für PKW in Stahlausführung als Standard zu sehen, während in Europa noch fast ausschließlich Polyethylen hoher Dichte eingesetzt wird. Es bleibt vorerst noch abzuwarten, welchen Einfluss die 2004 in Kraft tretenden LEV II-Abgasvorschriften (und in weiterer Folge auch EU IV) auf den Materialeinsatz beim Tank haben werden.



In der öffentlichen und industriellen Wasserversorgung sowie Abwasserbeseitigung zeigt sich gegenwärtig insbesondere bei den Rohrleitungssystemen eine zunehmende Bedeutung von Kunststoffen, die seit Mitte der 30er Jahre zugenommen hat. Ein für Stahlrohre interessanter Einsatzbereich konnte im Siedlungswasserbau in der Trinkwasserversorgung für Druckwasserleitungen mittelgroßen Durchmessers ausgemacht werden.

Die Ansprüche an Außenfassaden beschränken sich heutzutage nicht mehr ausschließlich auf die Erfüllung der technischen Anforderungen, vielmehr steht die ästhetische Anmutung der Gebäude im Vordergrund. Künstlerische Gestaltungsmöglichkeiten sollen genutzt werden, um dem Aussehen des Bauwerks eine besondere Note zu verleihen und somit sein Umfeld zu prägen. In Abhängigkeit vom Gebäudetyp dominieren somit unterschiedliche Werkstoffe das Geschehen. Während Stahl bei Fabrik- und Werkstattgebäuden am häufigsten für die Fassade eingesetzt wird, wurden bei höherwertigen Gebäuden diesbezüglich Image-Defizite festgestellt. Da gezeigt werden konnte, dass sich Stahl in seinen unterschiedlichen Varianten hervorragend als Fassadenwerkstoff eignet, erscheint es notwendig, in diesem Bereich aktiv Aufklärungsarbeit vorzunehmen. Darüber hinaus gilt es zu berücksichtigen, dass Modeerscheinungen nicht zu vernachlässigende unbekannte Größen beim Fassadenbau darstellen, die jedoch nachhaltigen Einfluss auf die Werkstoffwahl ausüben und alle Werkstoffgruppen betreffen.

Das Forschungsvorhaben wurde an dem Materials Center Leoben GmbH (MCL), Leoben, dem Betriebsforschungsinstitut VDEh - Institut für angewandte Forschung GmbH (BFI), Düsseldorf, dem Laboratorium für Werkstoff- und Fügechnik (LWF), Universi-

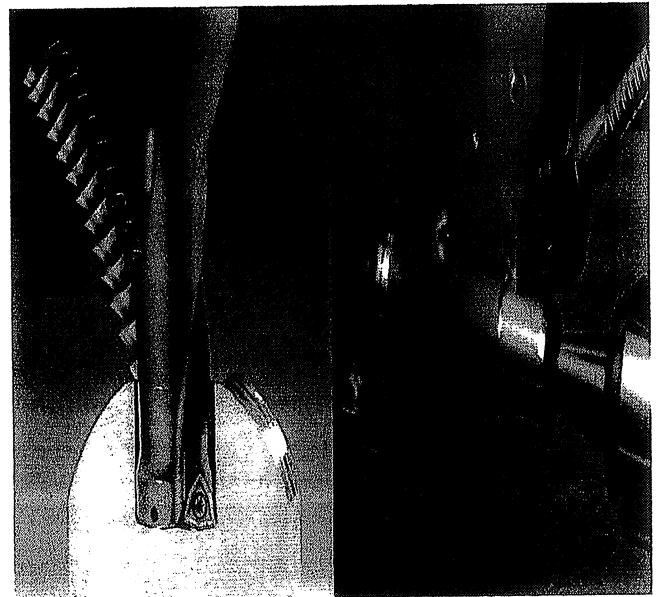
tät Paderborn, und an der IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Dresden, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 95 Seiten und enthält 46 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 18,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-03-8.

## **Einsatzmöglichkeiten der Trockenzerspannung und Minimalmengen-kühlschmierung bei der Bearbeitung von hochlegierten, korrosionsbeständigen Stahlwerkstoffen (Projekt 568)**

Bei der Zerspanung von Stahlwerkstoffen wird der Einsatz konventioneller Kühlschmierstoffe zunehmend durch die Technologien der Trockenbearbeitung und Minimalmengenkühlschmierung ersetzt. Während für zahlreiche, leicht zerspanbare Werkstoffe durchgängige Lösungen existieren, stellt die spanende Bearbeitung hochlegierter, korrosionsbeständiger Stähle höchste Anforderungen an die Gestaltung der Fertigungsprozesse.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden experimentelle Untersuchungen zum Drehen und Bohren hochlegierter, korrosionsbeständiger Stähle mit unterschiedlichen Kühlschmierstoff-Konzepten durchgeführt. Ziel des Vorhabens war es, die Einsatzmöglichkeiten der Trockenbearbeitung und Minimalmengenkühlschmierung herauszustellen und neue Lösungsansätze zu erarbeiten. Die in den Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse erlauben eine einfache Übertragbarkeit auf weitere Werkstoffe und angelehnte Fertigungsverfahren.



Die Ergebnisse zeigen, dass die Trockenbearbeitung korrosionsbeständiger Stähle in vielen Fällen technologisch durchführbar und wirtschaftlich sinnvoll ist. Dabei kann die Leistungsfähigkeit der Nassbearbeitung bei genauer Analyse der Prozesse sowie Anpassung von Schnittparametern und Werkzeugen deutlich übertroffen werden. Lediglich bei der Zerspannung warmfester Werkstoffe, die gleichzeitig über hohe Zähigkeiten verfügen, bereitet die Kühlschmierstoffreduzierung größere Probleme. Beispiele hierfür sind hochlegierte austenitisch-ferritische oder stickstofflegierte austenitische Stähle.

Um eine Übertragbarkeit der erarbeiteten Ergebnisse in die industrielle Praxis zu gewährleisten, wurde die Herstellung einer Sechskant-Passschraube verifi-

ziert. Dabei wurde deutlich, dass der Prozessgestaltung, insbesondere unter den Randbedingungen der Trockenbearbeitung, eine hohe Bedeutung zukommt. Werden die notwendigen Prozessanpassungen vorgenommen, ist eine wirtschaftliche Bearbeitung unter Einhaltung der geforderten Qualitätsmerkmale problemlos möglich.

Das Forschungsvorhaben wurde am Institut für Spanende Fertigung, Universität Dortmund, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 110 Seiten und enthält 76 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 25,50

inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-97-1.

Das Forschungsvorhaben AiF-Nr. 12674 wurde an der Forschungsstelle Lehrstuhl für Stahlbau der RWTH Aachen, Institut für Statik, Prof. Sedlacek, mit finanzieller Förderung durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF), Köln, aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft 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 zum Preis von € 48,- zzgl. MwSt über die Stahlbau-Verlags- und Service GmbH, Sohnstr. 65, 40237 Düsseldorf, Fax: 0211/6707821 zu beziehen.

### **Effiziente Nachweisführung beulgefährdeter Querschnitte mit Längssteifen (Projekt 552)**

Geschweißte Querschnitte des modernen Stahl- und Verbundbrückenbaus sind in der heutigen Zeit hinsichtlich einer effizienten Fertigung optimiert. Kann man nicht ganz auf Steifen verzichten, so wird zumindest versucht – beispielsweise durch die Verwendung geschlossener Längssteifenquerschnitte – die Zahl der Steifen zu minimieren. Die aktuellen Regelungen zur Bemessung längsversteifter beulgefährdeter Konstruktionen, sowohl in DIN 18800, Teil 3 als auch in ENV 1993-1-5, basieren jedoch überwiegend auf Versuchen mit einer Vielzahl offener Längssteifenquerschnitte mit geringer Torsionssteifigkeit. Aufgrund dessen können die durch Verwendung geschlossener Längssteifenquerschnitte möglichen Traglasterhöhungen nicht genutzt werden.

Um diese wirtschaftlichen Vorteile für längsversteifte Blechträger nutzen zu können, wurden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens experimentelle und theoretische Untersuchungen zur

Weiterentwicklung der bestehenden Bemessungsregeln zur quergerichteten Krafteinleitung und Querkrafttragfähigkeit durchgeführt. Im Unterschied zu bekannten Untersuchungen lag der Schwerpunkt der Arbeiten auf Querschnitten mit wenigen Längssteifen, wobei entsprechend der gängigen Konstruktionspraxis geschlossene Steifenquerschnitte verwendet wurden.

Zur Ermittlung der Traglasten der quergerichteten Lasteinleitung wurden sieben Versuche an großmaßstäbigen Trägern durchgeführt, um damit den Einfluss der Längssteifenanordnung, der Zahl der Längssteifen und einer gleichzeitig wirkenden Momenten- und Querkraftbeanspruchung untersuchen zu können. Wie mit den Versuchen gezeigt werden konnte, ermöglicht die Verwendung geschlossener Längssteifenquerschnitte eine deutliche Steigerung der Beanspruchbarkeiten der quergerichteten Lasteinleitung. Die Versuchsnachrechnung mittels der Metho-



de der finiten Elemente ergab eine sehr gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der experimentellen Untersuchungen, so dass diese experimentellen Untersuchungen eine Grundlage für weiterführende numerische Untersuchungen bilden. Auf der Basis umfangreicher numerischer Untersuchungen wurde eine Modifikation der bestehenden Regelungen zur Berücksichtigung des knickstabähnlichen Verhaltens vorgeschlagen, um damit eine zutreffende Ermittlung der Beanspruchbarkeiten der quergerichteten Lasteinleitung zu ermöglichen.

Im Rahmen der Untersuchungen zur Querkrafttragfähigkeit längsversteifter Träger wurden vier Versuche an großmaßstäbigen Trägern durchgeführt und für unterschiedliche Längssteifenanordnungen die Abmessungen der geschlossenen Längssteifenquerschnitte variiert. In einer ergänzenden Parameterstudie zum Einfluss der Querschnittsabmessungen der Längssteifen konnte gezeigt werden, dass die bei der Ermittlung der Querkrafttragfähigkeiten nach ENV 1993-1-5 geforderte Redukti-

on der Steifentragheitsmomente für die hier untersuchten geschlossenen Längssteifenquerschnitte nicht erforderlich ist.

Fazit des Forschungsvorhabens ist, dass durch die Verwendung geschlossener Längssteifenquerschnitte für längsversteifte Blechträger eine signifikante Steigerung der Beanspruchbarkeiten ermöglicht wird, die durch eine konsequente Weiterentwicklung der bestehenden Bemessungsregelungen der Bemessungspraxis zugänglich gemacht werden kann.

Das Forschungsvorhaben wurde am Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 214 Seiten und enthält 198 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 25,50 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-14-3.

## **Optimierung der Bemessung von deckengleichen Verbundträgern in Hutform (Projekt 389)**

Flachdecken in Verbundbauweise besitzen viele wirtschaftliche und architektonische Vorteile. Durch die Integration des Stahlprofils in die Stahlbetondecke wird die Gesamtbauhöhe reduziert. Eine glatte Deckenunterkante kann als Raumabschluss belassen werden und ermöglicht eine freie architektonische Gestaltung. Wirtschaftlichkeit wird durch höhere Tragfähigkeit, d. h. größere Spannweiten und höhere Lasten als bei konventionellen Stahlbeton-Flachdecken erzielt. Durch den hohen Grad der Stahlbauvorfertigung und den Einsatz von Betonfertigteilen bzw. Verbundprofilblechen lässt sich die Bauzeit beträchtlich reduzieren.

Flachdecken in Verbundbauweise besitzen allerdings gegenüber Verbundträgern mit hohen Baustahlgurten insbesondere durch das Aufreißen des Stahlbetons ein anderes Tragverhalten. Deckengleiche Verbundträger verhalten sich eher wie reine Stahlbetonträger als wie Verbundträger mit überdrücktem Betongurt. Bei dieser neuen Bauart ist die im Verbundbau übliche Vernachlässigung des Eigentragheitsmomentes und des Momentenbeitrags des Stahlbetons unwirtschaftlich und nicht mehr zutreffend.

Gegenstand der Untersuchungen ist die Ermittlung des Tragverhaltens und die Optimierung der Bemessung von de-

ckengleichen Verbundträgern in Hutform. Den Hauptschwerpunkt bildet die realistische Erfassung der Verformung unter Berücksichtigung der Teilverbundwirkung.

Zur Überprüfung der auf rechnerischem Wege hergeleiteten Ergebnisse sind experimentelle Untersuchungen mit insgesamt neun Versuchsträgern durchgeführt worden. Sechs Versuchsträger sind als Einfeldträger ausgebildet worden. Im negativen Momentenbereich sind drei Versuchsträger geprüft worden.

Auf der Basis eines Rechenmodells, das die Nachgiebigkeit in der Verbundfuge und die materielle Nichtlinearität des Stahlbetongurtes iterativ erfasst, ist ein Vorschlag zur Ermittlung der Verformungen von Flachdecken mit Hutprofilen hergeleitet worden. Mit den neuen modifizierten Trägheitsmomenten für den Zeitpunkt  $t = 0$  bzw.  $t = \infty$  werden im Vergleich zu den für diese Bauart sehr konservativen Regelungen der Norm realistischere Verformungen ermittelt. Im üblichen Anwendungsbereich von Flachdecken mit Hutprofilen ergeben sich Reduktionen der rechnerischen Verformungen von bis zu 250 %. Durch Erfassung der Bewehrung bei der Ermittlung der positiven Momententragfähigkeit der Flachdecke mit Hutprofil sind im üblichen

sind im üblichen Anwendungsbereich Tragfähigkeitssteigerungen von bis zu 35 % möglich. Für den negativen Momentenbereich ist zur Zeit nach Norm nur eine Ausbildung der Verbundfuge mit Vollverdübelung zugelassen. Erste Untersuchungen zeigen den Einfluss der Teilverbundwirkung bei Flachdecken mit Hutprofilen unter negativer Momentenbeanspruchung. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit ermöglichen eine wirtschaftlichere Anwendung dieses neuartigen Verbundbau-Deckensystems. Tragwerksplanern werden praktische Hilfsmittel und Entscheidungskriterien zur Hand gegeben, die zu einer breiteren Akzeptanz von Verbund-Flachdecken im Hochbau führen können.

Das Forschungsvorhaben (AiF-Nr. 12017N) wurde am Institut für Konstruktion und Entwurf der Universität Stuttgart, mit finanzieller Förderung durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF), Köln, aus den Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) durchgeführt. Der Forschungsbericht umfasst 170 Seiten und enthält 131 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 25,50 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-09-7.

### **Innovative verschiebliche Verbundrahmen mit teiltragfähigen Verbundknoten (Projekt 505)**

Durch den Verzicht auf zusätzliche Steifen in der Stütze sind teiltragfähige Verbundknoten effizient und einfach herzustellen. Gleichzeitig kann der Bewehrungsgrad in der Betonplatte auf die Mindestbewehrung reduziert werden. Die Momententragfähigkeit des Knotens liegt bei 15 bis 60 % der Riegeltragfähigkeit und reicht aus, um eine Aussteifung über Rahmenwirkung sicherzustellen, so dass zusätzliche Aussteifungs-

verbände überflüssig sind. Die so entstehenden innovativen verschieblichen Verbundrahmen erlauben eine größtmögliche flexible Nutzung von Industrie-, Büro- und Geschäftsgebäuden und Parkhäusern und werden so den zukünftigen Anforderungen gerecht. Um die Momententragreserve der teiltragfähigen Knoten rechnerisch berücksichtigen zu können, muss sichergestellt werden, dass bei der auftretenden

Momentenumlagerung die hiermit verbundene Verdrehung des Knotens möglich ist. Es ist sicherzustellen, dass die vorhandene Knotenrotation des Knotens größer ist als die Rotationsanforderung, die aus dem System und der Belastung resultiert. Nur so können innovative verschiebliche Verbundrahmen-tragwerke mit einfachen teiltragfähigen Verbundknoten realisiert werden.

Die erforderlichen Knotenrotationen von verschieblichen Verbundrahmen werden analytisch und mittels eines Computerprogramms ermittelt. In einer Parameterstudie werden die verschiedenen Einflüsse auf die erforderliche Rotationskapazität untersucht. Durch die Effekte aus Theorie 2. Ordnung vergrößert sich die Rotation. Zusätzlich beeinflusst der Bauablauf die Knotenrotationen: Durch Verzicht auf eine Hilfsunterstützung erhöht sich die Rotation im Stahlknoten. Die Knotenrotation wird am stärksten durch den Plastizierungsgrad des Verbundträgers im Feldbereich bestimmt. Bei hohen Plastizierungsgraden unterschätzt die Berechnung nach Fließgelenktheorie die erforderliche Knotenrotation, so dass eine Berechnung nach Fließzonentheorie durchzuführen ist oder das Feldmoment begrenzt werden muss.

In dem Forschungsvorhaben wurden besondere duktile Verbundknoten entwickelt, die den Rotationsanforderungen der untersuchten verschieblichen Verbundrahmen genügen. Neun Versuche wurden an Verbundknoten durchgeführt. Durch eine spezielle Anordnung der Kopfbolzendübel auf dem Obergurt des Verbundträgers konnte der plastische Bereich der auf Zug beanspruchten Stahlbetonplatte vergrößert und damit auch die vorhandene Rotationskapazität des Verbundknotens erhöht werden. Durch die Plastizierung der Bewehrung ergeben sich wesentlich größere mitwirkende Breiten als nach Eurocode 4-1-1 (1994). Ein Versuch mit

einer verminderten Anzahl an Kopfbolzendübeln zeigte, dass Teilverbund zu geringen vorhandenen Rotationskapazitäten führt. Zur Komponente „Bewehrung auf Zug“ wurden drei zusätzliche Komponentenversuche (Stahlbetondehnkörper) durchgeführt. Aus diesen und bereits vorhandenen Versuchsergebnissen geht hervor, dass der Verfestigungsfaktor  $f_u/f_y$  des Bewehrungsstabes mit der Duktilität dieser Komponente korreliert. Fünf Stahlknotenversuche wurden durchgeführt, um die Komponente „Stirnplatte auf Biegung“ bezüglich der Duktilität zu optimieren. Die Knotengeometrie wurde variiert, um ein sprödes Schraubenversagen zu verhindern, somit konnte die vorhandene Rotationskapazität des Knotens erheblich gesteigert werden.

Basierend auf diesen Untersuchungen und auf Eurocode 4-1-1 (1994) sowie ECCS Doc. No. 109 (1999) wurden Bemessungsregeln für verschiebliche Verbundrahmen mit teiltragfähigen Verbundknoten aufgestellt.

Unter anderem wird im vorliegenden Bericht die so genannte „beamline-method“ vorgestellt, die idealerweise gleichzeitig den Tragfähigkeitsnachweis und den Rotationsnachweis beinhaltet. Diese Methode lässt eine Bandbreite von verschiedenen Knotenlösungen zu. Der Hersteller kann entsprechend den Gegebenheiten daraus die optimale Lösung wählen.

Das Projekt hat gezeigt, wie effiziente innovative verschiebliche Verbundrahmen mit einfach herzustellenden teiltragfähigen Verbundknoten realisiert werden können, bei denen sowohl eine ausreichende Systemtragfähigkeit als auch eine ausreichende Duktilität der Knoten vorhanden sind.

Das Forschungsvorhaben wurde am Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart, durchgeführt. Eine

finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 332 Seiten und enthält 268 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 36,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-96-3.

## **Untersuchungen zum Einfluss der Torsionseffekte auf die plastische Querschnittstragfähigkeit und die Bauteiltragfähigkeit von Stahlprofilen (Projekt 554)**

Das Forschungsvorhaben befasst sich mit dem Einfluss von Torsionseffekten auf die Querschnitts- und Bauteiltragfähigkeit von Stahlprofilen. Hierzu wurde durch systematische Untersuchungen die Grenztragfähigkeit von gedungenen und stabilitätsgefährdeten Profilen ermittelt.

Der experimentelle Teil des Vorhabens umfasste Versuche zur Querschnittstragfähigkeit biege- und torsionsbeanspruchter Walzprofile, sowie Bauteilver-suche mit biegetorsionsbeanspruchten Trägern mit und ohne axiale Druckkraft. Weiterhin wurden Stützen mittlerer bis hoher Schlankheitsgrade unter exzentrischer Belastung getestet. Dabei wurden häufig verwendete Profiltypen der Reihen IPE, UPE und HEB eingesetzt.

Der theoretische Teil des Vorhabens bestätigte mittels numerischer Nachrechnungen die Plausibilität der Messergebnisse. Hierbei konnte insbesondere der tragfähigkeitsmindernde Einfluss von Bauteilimperfectionen und Eigen-spannungen gezeigt werden. Die Auswirkungen von Schnittgrößenumlagerungen in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit mit und ohne Stabilitäts-versagen konnten untersucht werden. Ausgehend von den mit den Versuchen kalibrierten, numerischen Modellen wurden Simulationen für andere Belastungsarten, Schlankheitsgrade und wei-

tere Parameter durchgeführt, die nicht von dem Versuchsprogramm abgedeckt waren.

Abschließend wurden Ingenieurmodelle entwickelt, deren Verwendbarkeit mit Hilfe der experimentellen und numerischen Datenbasis bestätigt werden konnten. Zum Nachweis der Querschnittstragfähigkeit für mit elastischer Berechnung ermittelte Schnittgrößen (Verfahren Elastisch Plastisch, Eurocode 3) konnte die Anwendbarkeit des so genannten Teilschnittgrößenverfahren (TSV) gezeigt werden. Zum Nachweis der Bauteiltragfähigkeit wurden zwei alternative Ingenieurformeln entwickelt, mit denen die bisherigen Nachweismöglichkeiten im Eurocode 3 auch unter Berücksichtigung der Torsion ergänzt werden könnten.

Das Forschungsvorhaben wurde am Lehrstuhl für Stahlbau der RWTH Aachen, dem Fachgebiet Stahlbau der TU Berlin und dem Lehrstuhl für Stahl- und Verbundbau, Ruhr Universität Bochum, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 578 Seiten und enthält 597 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 36,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-937567-20-8.

## **Legierungskonzept für nahtlose Mannesmann Stahlbau-Hohlprofile (MSH-Profile) mit gesteigerter Feuerbeständigkeit zur Einsparung von Brandschutzmaßnahmen (Projekt 517)**

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden zwei Legierungskonzepte für die Herstellung nahtloser Hohlprofile aus feuerresistentem Stahl entwickelt. Das Legierungskonzept „Feinkornbaustahl“ basiert auf einem gängigen Feinkornbaustahl mit 690 MPa Mindeststreckgrenze, das Legierungskonzept „Leitungsrohrstahl“ basiert auf einem typischen gut schweißgeeigneten Kohlenstoff-Mangan-Leitungsrohrstahl. Durch Zulegierung von Molybdän, Wolfram und Niob in bestimmten Abstufungen sollte die Warmfestigkeit und damit die Feuerbeständigkeit erhöht werden.

Die Stahlsorten beider Konzepte weisen bei Umgebungstemperatur Festigkeitseigenschaften auf, die die Anforderungen an einen herkömmlichen unlegierten Baustahl mit 355 MPa Mindeststreckgrenze übertreffen. Die Anforderungen an die Zähigkeit (mindestens 27 J bei -20°C) werden für Stähle beider Konzepte im normalgeglühten bzw. vergüteten Zustand erfüllt. Im Walzzustand werden die 27 J Kerbschlagarbeit bei Raumtemperatur dagegen nur von den Varianten auf Basis des Leitungsrohrstahls erreicht.

Im für feuerresistente Stähle relevanten Temperaturbereich von 600 bis 750°C haben die neu entwickelten Stähle eine um bis zu 100 MPa höhere Warmstreckgrenze als der Baustahl S355. Um die Einflüsse durch Kriechen während des Brandes zu berücksichtigen, wurden im Rahmen dieses Vorhabens

„Warmkriechversuche“ entwickelt, bei denen belastete Proben aufgeheizt wurden. Proben, die mit bis zu 100 MPa belastet wurden, hielten im Warmkriechversuch länger als 30 min und erreichten damit eine Dauer, die für die Feuerwiderstandsklasse F30 relevant ist, ohne daß die kritische Kriechgeschwindigkeit überschritten wurde. Durch die Versuche konnte gezeigt werden, daß die Warmstreckgrenze ein konservativeres Kriterium für die Beanspruchbarkeit von Stählen bei hohen Temperaturen ist als die kritische Kriechgeschwindigkeit.

Brandversuche an industriell gefertigten Profilen, wie ursprünglich beantragt, wurden zurückgestellt, da entsprechende Bauteile aus einer Betriebsschmelze mit optimierten Wärmebehandlungen bzw. Walzparametern nicht zur Verfügung standen.

Das Forschungsvorhaben wurde von der V&M Deutschland GmbH, Düsseldorf, in Zusammenarbeit mit der Salzgitte Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg, durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 58 Seiten und enthält 32 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: € 18,00 inkl. MWSt. zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-94-7.

## Sonstiges

### Stahlsortenauswahl für geschweißte Knotenverbindungen

Mit dem Teil 1-10 der EN 1993 und dem Neuentwurf der DAST-Richtlinie 009 liegen standardisierte Regeln zur Stahlsortenauswahl vor, mit denen ein einfacher Zähigkeitsnachweis zur Vermeidung von Sprödbruch ermöglicht wird. Diesen Regeln liegt ein bruchmechanisches Nachweiskonzept zugrunde, das bislang für ermüdungsbeanspruchte Konstruktionen, für die Oberflächenfehler aus der Fertigung oder Nutzung unterstellt werden müssen, nachgewiesen ist. Das Ziel eines von der DFG geförderten Fortsetzungsprojektes war die Erweiterung der Methoden für die Stahl-sortenauswahl, nämlich auf Konstruktionsdetails mit vorwiegend ruhender Belastung, die im Hochbau auftreten und häufig eine komplexe Geometrie aufweisen. Versuche und Berechnungen wurden an typischen Hochbaudetails

durchgeführt, wobei als kritische Detailausbildung geschweißte Anschlusskonstruktionen mit ausgeschnittenen Knotenblechen gewählt wurden. Die experimentellen Untersuchungen erfolgten anhand bauteilähnlicher Großproben mit Rissen an den Stellen hoher Spannkonzentrationen. Für die bruchmechanischen Nachrechnungen auf

Basis des K-Konzeptes wurde die numerische BE (Boundary Element) –Methode angewendet.

Das von der DGF geförderte Fortsetzungsprojekt wurde durchgeführt vom Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK) und vom Lehrstuhl für Stahlbau, RWTH Aachen von Frau Susanne Höhler und den Herren Winfried Dahl, Jörg Buchholz, Gerhard Sedlacek, Bertram Kühn.

# NEUERSCHEINUNG

## DAST Richtlinie 009

### „Stahlsortenauswahl für geschweißte Stahlbauten“

Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Sohnstr. 65, D- 40237 Düsseldorf, Tel.: (0211) 67078-01

**Faxbestellung: (0211) 67078-21**

Ich/Wir bestelle(n):

..... Exemplare

zzgl. Versandkosten, inkl. Mehrwertsteuer

**DAST – Richtlinie 009**

**€ 15,-**

.....  
Datum

.....  
Unterschrift

.....  
Firmenstempel

# DAST finanziertes Projekt

## Bemessung von Haupttragstrukturen im Lastfall Wind

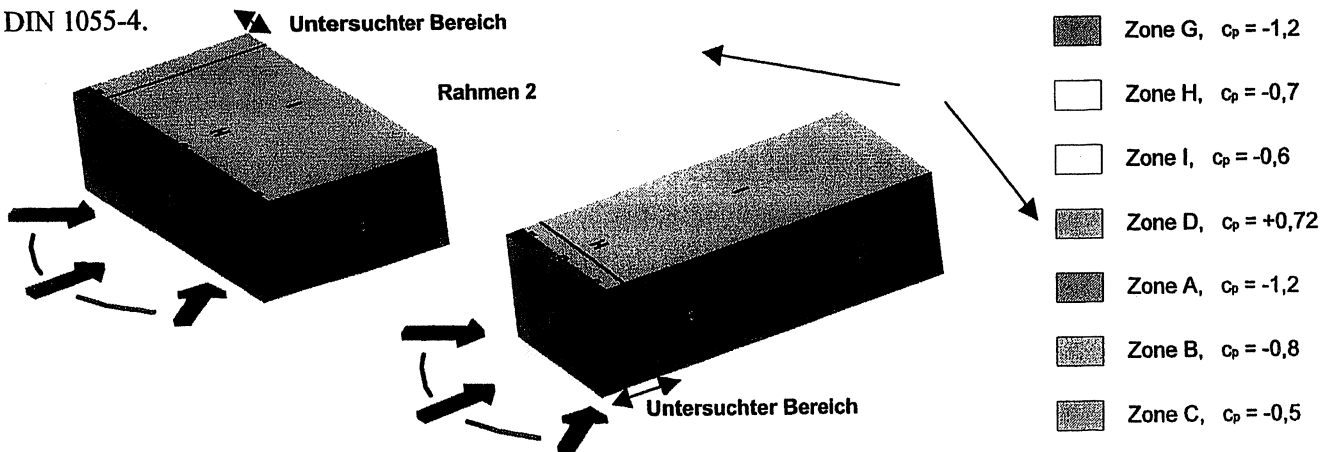
Die Windbelastung eines Gebäudes stellt einen instationären und dreidimensionalen Lastzustand dar. Dabei ist die Korrelation der Druckverteilung für die Lastgröße von entscheidender Bedeutung. Die kurz vor der Einführung befindliche neue DIN 1055-4 unterstellt ein korrelationsbedingtes Abklingen der Windlasten für Flächenbereiche von 1 bis 10m<sup>2</sup>. Für größere Lasteingzugsflächen, wie beispielsweise bei Haupttragstrukturen oder Fundamenten, sieht die neue Norm keine weitere Abminderung vor.

In einer im Auftrag des DAST durchgeführten Pilotstudie konnte gezeigt werden, dass die Druckbeiwerte  $c_{p,A}$  auch für Einzugsflächen über 10m<sup>2</sup> weiter abnehmen. Eine FE-Simulation mit im Windkanal ermittelten Lastreihen führte ebenfalls zu einem deutlichen Einsparpotential bei der Tragwerksbetrachtung gegenüber der neuen DIN 1055-4. Nachfolgend wird zusammengefasst der Weg zur Beschreibung von möglichen neuen Lastmodellen auf der Basis der bisherigen Ergebnisse vorgestellt.

M. Hortmanns, F. Kemper

### Ansatz der Windlast nach neuer DIN 1055-4

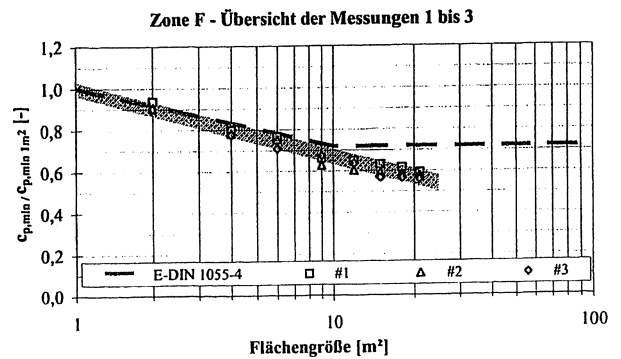
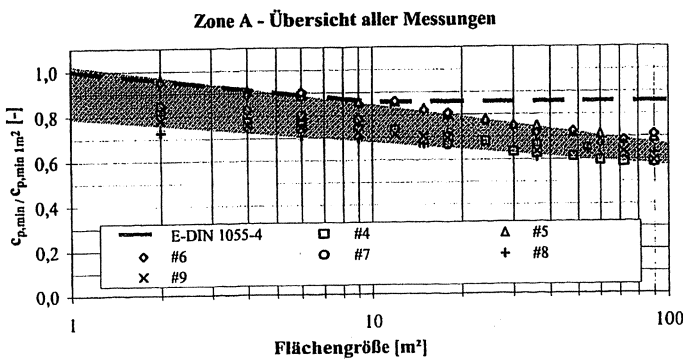
Die nachfolgende Darstellung zeigt die Gebäudezonierung und den jeweils anzusetzenden Druckbeiwert  $c_{p,10}$  für die Tragwerksbemessung nach neuer DIN 1055-4.



Windlastzonen und  $c_{p,10}$ -Werte nach neuer DIN 1055-4 und untersuchter Bereich durch FE-Simulation

### Messungen zur Flächenabhängigkeit der Druckbeiwerte

Im Zuge des Forschungsvorhabens wurden 5 Modellkörper mit unterschiedlichen Abmessungsverhältnissen hinsichtlich der Flächenabhängigkeit der Druckbeiwerte untersucht. Die Messdaten wurden zunächst für die Gebäudezonierung nach E-DIN 1055-4 ausgewertet.



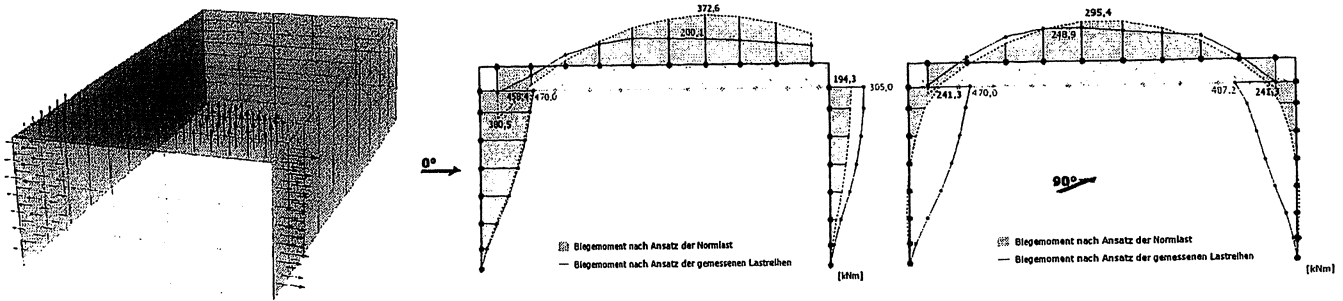
Ergebnisse aus Messungen an unterschiedlichen Gebäudegeometrien für die Zonen A und F

Der Vergleich der ermittelten Druckbeiwerte mit der Vorgabe nach neuer DIN 1055-4 macht deutlich, dass besonders in den luvseitigen Zonen mit den hohen Sogbeiwerten (A,F,G und B) auch über 10m<sup>2</sup> hinaus aufgrund der Flächenkorrelation die Werte weiter abnehmen. Diese Erkenntnis wirkt sich besonders auf die Tragstrukturen mit den zugehörigen großen Lasteinzugsflächen aus.

grund der Flächenkorrelation die Werte weiter abnehmen. Diese Erkenntnis wirkt sich besonders auf die Tragstrukturen mit den zugehörigen großen Lasteinzugsflächen aus.

### Zeitschrittrechnungen mit Lasten aus Windkanal

Die diskreten Lastzeitreihen wurden durch eine Vielzahl von Messstellen im Grenzschichtwindkanal für 30 Sturmereignisse bei Simulation der Anströmung der Geländekategorie II aufgezeichnet. Die strukturmechanische und statistische Auswertung führt zu den charakteristischen 50-Jahres Werten der Tragwerksreaktionen.



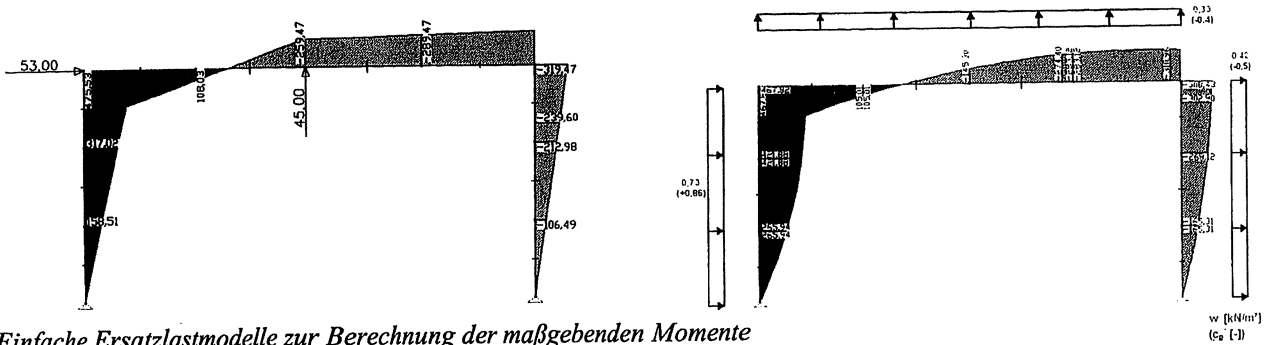
Ansatz der gemessenen Lastzeitreihen und (statistische) maßgebliche Biegemomente am Rahmen 2 für 0° und 90°

Die resultierenden maßgebenden Schnittgrößen liegen besonders für das Moment im Riegel der untersuchten Konstruktion deutlich (ca. 1/3) unter dem Wert bei Be-

rechnung nach neuer DIN 1055-4. In den Stielen ergeben sich die Werte resultierend aus dem Lastansatz nach neuer Norm in guter Übereinstimmung.

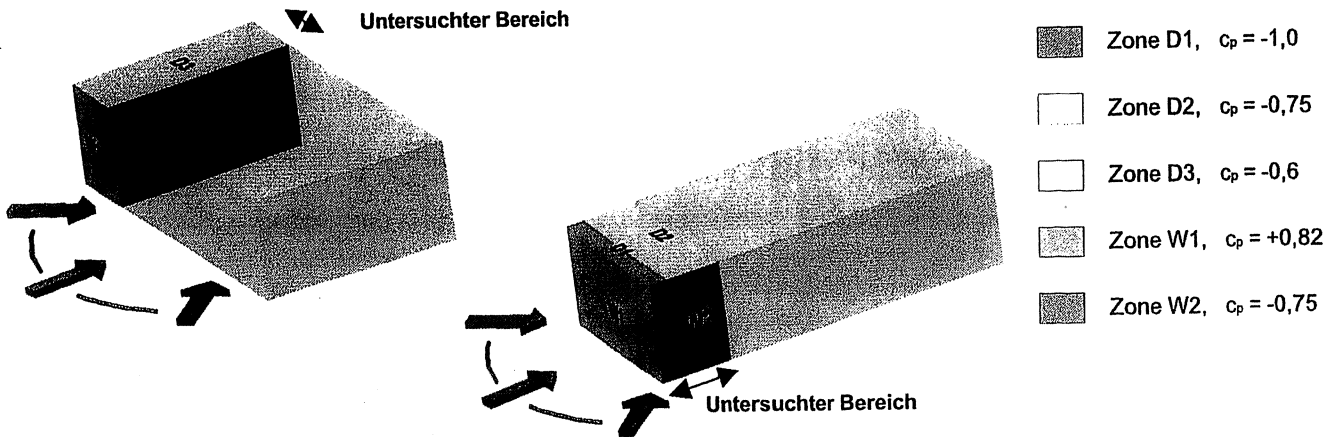
### Erste Formulierung von Lastansätzen

Spezielle Formulierungen (ausgehend von der Einhüllenden des Biegemoments):



Einfache Ersatzlastmodelle zur Berechnung der maßgebenden Momente

Universelle Formulierungen (ausgehend von den gemessenen  $c_p$ -Werten):



Erster Vorschlag für ein vereinfachtes Lastmodell auf Basis der durchgeführten Untersuchungen



Zielstellung bei der Formulierung neuer Lastansätze ist die Vereinfachung des Bemessungskonzepts und die Nutzung des vorhandenen Einsparpotentials. Die allgemeingültigen Lastansätze sollten durch weitere Untersuchungen präzisiert, abgesichert und auf ande-

re Geometrien erweitert werden. Zudem wären Untersuchungen an anderen Dachformen (bisher nur Flachdach) eine sinnvolle Ergänzung des bisherigen Erkenntnisstandes.

## 5. Stahl-Symposium

### Stahl- und Stahlverbundbau - Ergebnisse aus Forschung und Anwendung

13. April 2005, 10.00 Uhr, Stahl-Zentrum Düsseldorf

(Anmeldeformulare unter [www.stahlforschung.de](http://www.stahlforschung.de))

#### Programm

10.00

Begrüßung und Moderation

Dr.-Ing. Dr. E.h. Volker Schwich, Salzgitter AG Stahl und Technologie, Salzgitter

10.10

Effiziente Nachweisführung beulgefährdeter Querschnitte mit Längssteifen im Brückenbau (*FOSTA - Forschungsvorhaben*)

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktion und Entwurf

10.35

Untersuchungen zum verstärkten Einsatz von Stahlverbundkonstruktionen bei Brücken kleiner und mittlerer Stützweiten (*FOSTA - Forschungsvorhaben*)

Dipl.-Ing. Victor Schmitt, Schmidt Stumpf Frühauf Ingenieurgesellschaft im Bauwesen mbH, München

11.00

Wirtschaftliches Bauen von Straßen- und Eisenbahnbrücken aus Stahlhohlprofilen (*FOSTA - Forschungsvorhaben*)

Dr.-Ing. Stefan Herion, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Universität Karlsruhe

11.25 Kaffeepause

11.45

Einsatzgebiete von DAVEX Trägern im Bauwesen - Markt, Vertrieb und Produktstrategien

Dipl.-Ing. Mario Schmidt, ThyssenKrupp DAVEX GmbH, Gelsenkirchen

12.05

Stahleinsatz im Bauwesen

PD Dr.-Ing. Matthias Niemeyer, Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Salzgitter

12.25

Verwendung von Trägern im Stahlgeschossbau unter Berücksichtigung der Brandschutzanforderungen

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Marc Blum, ARCELOR SECTIONS COMMERCIAL Deutschland GmbH, Köln

12.45 Mittagspause

13.30

Zum Einfluss der Torsionseffekte auf die Tragfähigkeit von Stahlprofilen

(*FOSTA - Forschungsvorhaben*)

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Gerhard Sedlacek, RWTH Aachen, Lehrstuhl für Stahlbau

13.55

Stahltragwerke im Wohnungsbau – Bauphysikalische Lösungen und weiterführende Gedanken hinsichtlich Exportmöglichkeiten

Dipl.-Ing. Hans-Ulrich Batzke, Rudolstädter Stahlbau GmbH, Rudolstadt

14.20 Bemessungshilfen für die Anwendung des Eurocode 3  
Prof. Dr.-Ing. Dieter Ungermann, Universität Dortmund, Lehrstuhl für Stahlbau

14.45 Kaffeepause

15.05

Salle de Concert, Luxembourg Schwingungsgedämpfte Stahlstützen und neuartige Fassade  
Dipl.-Ing. Gernot Wolperding, Spannverbund - Gesellschaft für Verbundträger mbH, Waldems  
Betriebswirt Ingo Miletic, Claus Queck GmbH, Düren

15.30

Lasteinleitung bei ausbetonierten Hohlprofilverbundstützen mit normal- und hochfesten  
Betonen (FOSTA - Forschungsvorhaben)  
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hanswille, Universität Wuppertal, Institut für Stahlbau und Verbundkonstruktionen

15.55 Ende der Veranstaltung

Die Veranstaltung wird von der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. und dem Werkstoffausschuss des Stahlinstituts VDEh organisiert. Es wird um Anmeldung bis zum 01. April 2005 gebeten. Anmeldeformulare finden Sie im Internet unter [www.stahlforschung.de](http://www.stahlforschung.de)

## NEU!!! Stahlbau-Kalender 2005 NEU!!!

Dieser Jahrgang enthält neben DIN 18800-1 und -2 einen Kommentar zur neu eingeführten Verbundbaunorm DIN 18800 Teil 5. Die aktualisierte Synopse von DIN 18800 und EC 3 enthält Hinweise auf die wichtigsten Änderungen, die sich zukünftig für den Geltungsbereich von DIN 18800 ergeben. Neben den allgemein bekannten "Geschraubten Verbindungen" (Ausgabe 2002) und dem "Schweißen" (Ausgabe 2004) gibt es weitere, innovative Verbindungsarten im Stahl- und Verbundbau für Anschlüsse und Befestigungen in modernen Konstruktionen des Hoch- und Brückenbaus. Praxishinweise zu deren Anwendung und Berechnung gibt das vorliegende Werk.

Zusammen mit einem aktuellen Beitrag über Erdbebenschutz im Hoch- und Brückenbau komplettiert damit der neue Jahrgang die Stahlbau-Handbuchsammlung für jedes Ingenieurbüro. Das aktuelle Rechtsthema: Steigende Materialpreise - betriebswirtschaftliche und juristische Aspekte.

Die Stahlbauweise mit dem Stahlverbundbau ist aus dem modernen Hochbau nicht mehr wegzudenken. Sie ist prädestiniert, große Spannweiten und Höhen gleichzeitig wirtschaftlich und architektonisch ansprechend für Bauherren und Investoren zu realisieren.

**NEU:** Sparen Sie 20,- € bei Fortsetzungsbezug: Sie erhalten jährlich *direkt* nach Erscheinen die neue Ausgabe des Kalenders zum günstigsten Fortsetzungspreis!

Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Sohnstr. 65, D- 40237 Düsseldorf, Tel.: (0211) 67078-01

**Faxbestellung: (0211) 67078-21**

Ich/Wir bestelle(n):

..... Exemplare

**Stahlbau Kalender 2005**  
zum **Fortsetzungspreis von ca. 109,- €**

..... Exemplare

**Stahlbau Kalender 2005**  
zum **Einzelpreis von ca. 129,- €**

zzgl. Versandkosten, inkl. Mehrwertsteuer

.....  
Datum

.....  
Unterschrift

.....  
Firmenstempel