

Ausgabe 2009

- **Duktilitätskriterien für typisierte Stirnplattenverbindungen AiF-Nr. 14627**
- **Effiziente Nachweisführung von biegeknickgefährdeten, dünnwandigen Stahlquerschnitten AiF-Nr. 15025**
- **Entwicklung eines Bemessungsmodells für geschraubte, momententragfähige Kopfplattenverbindungen mit 4 Schrauben in einer Schraubenreihe auf der Grundlage der prEN 1993-1-8: 2003, AiF-Nr. 15059**

Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben AiF-Nr. 14627**Duktilitätskriterien für typisierte Stirnplattenverbindungen**

Das Forschungsvorhaben befasst sich mit der Erarbeitung von Duktilitätskriterien für geschraubte Stirnplattenanschlüsse, die die Anwendbarkeit typisierter Anschlüsse für eine vollplastische Bemessung in Stahlrahmensysteme ermöglichen soll.

Die bisher im DSTV-Ringbuch „Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau“ geregelten geschraubten Stirnplattenverbindungen eignen sich, wegen fehlender Duktilität und damit verbundenen fehlenden Umlagerungsmöglichkeiten nur für die Anwendung des Berechnungsverfahrens Elastisch-Plastisch. Für die Anwendung solcher Anschlüsse im Geschosshochbau bedeutet dies, dass üblicherweise eine gelenkige Anschlusskonstruktion angenommen wird, da das Riegelprofil keine wirtschaftliche Ausnutzung durch Momentenumlagerung erfährt.

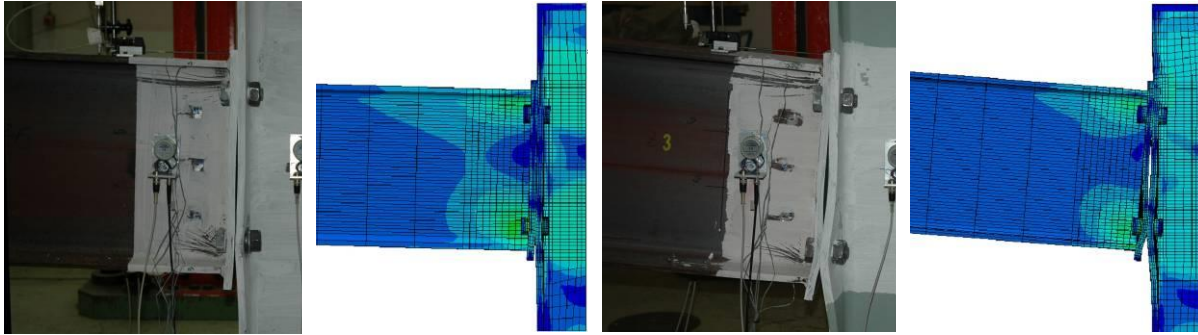
Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden erste Konstruktionskriterien zur Verbesserung der Duktilität von typisierten Stirnplattenverbindungen erarbeitet und vorgeschlagen und mit einer statis-

tischen Betrachtung im Hinblick auf Sicherheit und Zuverlässigkeit untersucht.

Auf der Widerstandsseite wurden ausgewählte, duktile Anschlusskonfigurationen mit experimentellen und numerischen Methoden auf die maximal möglichen, vorhandenen Rotationsfähigkeiten hin untersucht. Auf der Einwirkungsseite galt es die erforderliche Rotationsfähigkeit in Abhängigkeit des gewählten, nachgiebigen Anschlusses und des Systems zu bestimmen.

Für die Widerstandsseite wurde dabei der Einfluss der Verteilungsfunktion des Materials (Überfestigkeiten) berücksichtigt. Auf der Einwirkungsseite wurde sowohl der Einfluss des Materials als auch die Verteilungsfunktion für mögliche Verkehrslasten betrachtet.

Die experimentell und numerisch untersuchten „modifizierten“ Anschlusstypen wiesen alle den Versagensmodus 2 (Plastizieren der Stirnplatte, verbunden mit Verformung und anschließendem Schraubenversagen) auf und konnten durchweg die für die vollplastische Bemessung erforderlichen Anschlussverdrehungen realisieren.



Durch eine Sicherheitsbetrachtung wurde der Einfluss der streuenden Größen, Material und Belastung, auf die vorhandene und erforderliche Rotationskapazität untersucht. Es erfolgte anschließend, für ausgewählte Anschlüsse und Systeme, eine Abschätzung der operativen Versagenswahrscheinlichkeit gegen charakteristische Werte.

Damit konnten die vorgeschlagenen Konstruktionskriterien zur Verbesserung der Duktilität des Anschlusses, qualitativ auf ihre Zuverlässigkeit und Effektivität hin untersucht werden.

Als Ergebnis der Arbeit wurden erste indirekte Kriterien, die geometrische Abhängigkeiten regeln und damit für ausreichend Rotationskapazität sorgen, ausgearbeitet. Damit ist eine deutliche Optimierung der „Typisierten Verbindungen“ möglich, verbunden mit gleichzeitiger Steigerung der Wirtschaftlichkeit.

Das Forschungsvorhaben mit der AiF-Nr. 14627 wurde an der Universität Stuttgart, Prof. Kuhlmann durchgeführt, durch die Arbeitsgemeinschaft „Otto von Guericke“ e.V. (AiF), Köln, aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) Berlin, finanziert und 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.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben AiF-Nr. 15025

Effiziente Nachweisführung von biegeknickgefährdeten, dünnwandigen Stahlquerschnitten

Im Stahlbau bieten moderne Entwicklungen wie der Einsatz von einfach herzustellenden, leichten Kantprofilen, zunehmend aus hochfesten Stählen, die Möglichkeit zur äußerst wirtschaftlichen Nutzung des Baustoffes im Stahlhochbau, Stahlbrückenbau und auch im Be-

reich des „Bauens im Bestand“. Dünnwandige Stahlprofile, die von ihren Schlankheiten sowohl lokal beulgefährdet, als auch global biegeknickgefährdet sind, bieten den Architekten und Ingenieuren die Möglichkeit leichte, filigrane und ästhetisch ansprechende Tragwerke zu entwerfen.

Für dünnwandige Bauteile spielt vor allem die gegenseitige Interaktion des lokalen Beulversagens und des globalen Biegeknickversagens eine entscheidende Rolle. Es hat sich gezeigt, dass der derzeitige Stand der europäischen Normung im Eurocode 3, dieses Problem nicht zufriedenstellend behandelt. Diese Arbeit leistet auf dem Gebiet der Interaktion von lokalem und globalem Stabilitätsversagen einen Beitrag zur Entwicklung eines effizienten Nachweisformates, dass sowohl sichere als auch wirtschaftliche Ergebnisse für bie-

geknickgefährdete, dünnwandige Bauteile liefert. Dazu wurden neben umfangreichen experimentellen Untersuchungen an C-Profilträgern und Hohlprofilstützen auch entsprechende numerische Analysen mit der Methode der Finiten Elemente durchgeführt.

In Anlehnung an vorherige umfangreiche Forschungsarbeiten konnte der Effekt der gegenseitigen Teileinspannung der einzelnen Querschnittsteile beim lokalen Beulen auf dem Niveau der Verzweigungslasten hergeleitet und in Formeln und Diagrammen aufbereitet werden.

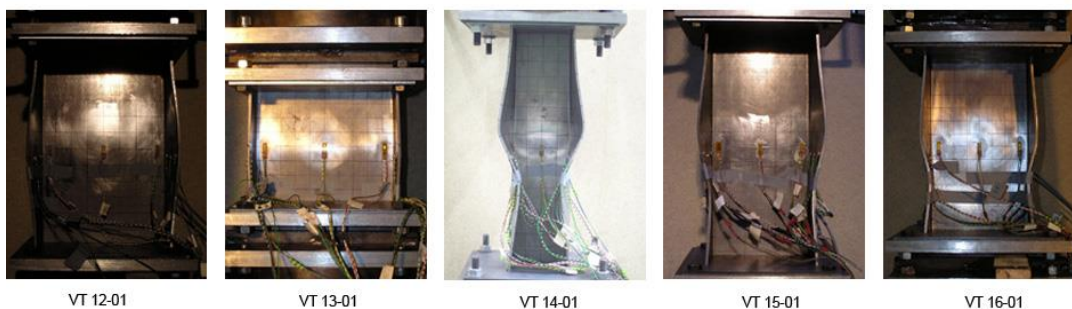


Abb.1: Lokales Beulen bei rein druckbeanspruchten C-Profilen

Darauf aufbauend wurde ein Bemessungsverfahren auf Basis von Forschungsergebnissen von Brune entwickelt, das die Kombination der Teileinspannung der einzelnen Querschnittsteile, des Konzeptes der wirksamen Breiten und Dicken nach Eurocode 3 Teil 1-3 Annex D und einer von Brune entwickelten Interaktionsbeziehung für lokal und global stabilitätsgefährdete Bauteile beinhaltet.

$$\beta_{1,ci} = \frac{I_{eff,ci}}{I_{brutto}} = \beta_{1,b} - (\beta_{1,b} - \beta_{1,c}) \frac{1}{0,96 + \lambda_{brutto}^2} \quad (1)$$

Es konnte anhand von umfangreichen Vergleichsrechnungen gezeigt werden,

dass dieses Nachweisformat unabhängig von der Querschnittsgeometrie sichere und wirtschaftliche Ergebnisse liefert. Zusätzlich konnte das Nachweisformat von Detzel et. al. für lokal und global stabilitätsgefährdete Hohlprofilstützen bestätigt werden.

Abschließend kann festgehalten werden, dass ein effizientes Nachweisverfahren für offene und geschlossene Beul- und Biegeknickgefährdete Stahlquerschnitte gefunden werden konnte, das effizientere und sicherere Ergebnisse liefert als das derzeitige Vorgehen des Eurocode 3.



Abb.2: Gesamtstabilitätsversagen einer Hohlkastenstütze

Das Forschungsvorhaben mit der AiF-Nr. 15025 wurde an den Forschungsstellen Universität Stuttgart, Prof. Dr.-Ing. U. Kuhlmann, sowie TU Dortmund, Prof. Dr.-Ing. D. Ungermann, durchgeführt, durch die Arbeitsgemeinschaft „Otto von Guericke“ e.V. (AiF), Köln, aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) Berlin, finanziert und 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.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben AiF-Nr. 15059

Entwicklung eines Bemessungsmodells für geschraubte, momententragfähige Kopfplattenverbindungen mit 4 Schrauben in einer Schraubenreihe auf der Grundlage der prEN 1993-1-8: 2003

Entwicklung eines Bemessungsmodells für geschraubte, momententragfähige Kopfplattenverbindungen mit 4 Schrauben in einer Schraubenreihe auf der Grundlage der prEN 1993-1-8: 2003. Geschraubte momententragfähige Stirnplattenverbindungen werden bei der Konstruktion von fast jedem Stahlhochbau eingesetzt, sei es um momententragfähige Anschlüsse zwischen Trägern und Stützen oder Stöße biegebeanspruchter Träger auszuführen. Dabei wird in der Regel auf typisierte Verbindungen wie z.B. die „Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau – Band 2“ vom Deutschen Stahlbauverband zurückgegriffen, die durch CAD – CAM – Koppelungen eine sehr effektive Fertigung erlauben und durch den Wegfall der Detailnachweise auch den planerischen Aufwand minimieren, im Gegenzug dafür aber relativ kräftige Stirnplatten und stützenseitige Steifen bei Träger – Stützen – Verbindungen erfordern.

Mit der Komponentenmethode, die Eingang in die europäische Stahlbaunorm DIN EN 1993-1-8 gefunden hat, lässt sich das Trag- und Verformungsverhalten von 2-reihigen momententragfähigen Stirnplattenverbindungen detailliert berechnen, was eine Optimierung von

Anschlüssen im Hinblick auf die Material- und Fertigungskosten ermöglicht. Auf 4-reihige Anschlusskonfigurationen, wie die in Deutschland gebräuchlichen und auch typisierten IH2 und IH4 – Anschlüsse, kann die Komponentenmethode nicht direkt übertragen werden. Eine erste Erweiterung der Komponentenmethode von Sedlacek und Weynand, die Basis für die „Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau – Band 2“ ist, liefert konservative Grenztragfähigkeiten für 4-reihige Anschlüsse und führt somit zu wirtschaftlich nicht optimalen Konstruktionen. Hieraus ist das Ziel des Forschungsvorhabens – die Erweiterung der Komponentenmethode auf Anschlüsse mit vier Schrauben in einer Reihe – abgeleitet worden.

Um das Forschungsziel zu erreichen, sind im Rahmen des Forschungsvorhabens Bauteil- und Komponentenversuche durchgeführt worden. Auf Basis der Versuchsergebnisse ist das T – Stummelmodell, mit dem in der Komponentenmethode biegebeanspruchte Bauteile wie Stirnplatten oder Stützenflanschen erfasst werden, auf vier Schrauben erweitert worden. Das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Bemessungsmodell stellt ein allgemeingültiges, auf den Grundprinzipien der Komponentenmethode basierendes

Bemessungsmodell dar, mit dem das Trag- und Verformungsverhalten von 4-reihigen Anschlusskonfigurationen realitätsnah erfasst werden kann und so zu einer wirtschaftlicheren Anwendung von 4-reihigen, momententragfähigen Stirnplattenverbindungen beiträgt. Das Ziel des Vorhabens wurde somit erreicht.

Das Forschungsvorhaben 15059 der Forschungsvereinigung DASt wurde an Universitäten Köln, RWTH Aachen und TU Dortmund durch die Herrn Professoren Ungermann, Feldmann und Oberegge durchgeführt. Das Forschungsvorhaben wurde im Programm zur „Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung“ (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) über die AiF finanziert und im Auftrage des Deutschen Ausschusses für Stahlbau DASt durchgeführt. Den Förderern sei für die Unterstützung und Hilfe bestens gedankt.

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

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages