

Ausgabe 2022/7

Zukunftsfähigkeit von kaltgeformten Stahlprofilen im Bauwesen | AiF Nr.: 19964 N

Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben AiF Nr.: 19964 N

Kaltgeformte Stahlprofile werden in einem weiten Anwendungsbereich vom industriellen Stahlbau über den Regalbau bis hin zu Spezialanwendungen wie dem Weinanbau verwendet. Die Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten bedingt eine ebenso große Anzahl an individuellen Profilformen mit verschiedenen Querschnittsversteifungen wie Sicken, Bördel oder Lippen. Je nach Anwendungsgebiet sind die Profile zusätzlich kontinuierlich perforiert.

Dem großen Vorteil der individuellen, projektspezifischen Querschnittsgestaltung stehen jedoch große Schwierigkeiten bei der Bemessung für den Einsatz im Bauwesen gegenüber. Im europäischen Raum steht zwar mit der EN 1993-1-3 eine Bemessungsnorm für dünnwandig, kaltgeformte Profile zur Verfügung. Jedoch wurde diese hauptsächlich für C- und Z-förmige Querschnitte entwickelt. Die Anwendbarkeit auf individuelle Querschnitte ist beschränkt. Bei Perforationen ist eine Bemessung nach EN 1993-1-3 meist gänzlich unmöglich. Zusätzlich ist eine Bemessung, selbst von einfachen Profiltypen, aufgrund des komplexen Stabilitätsverhaltens kompliziert, zeitaufwendig, fehleranfällig und liefert zudem konservativer Ergebnisse. Die Komplexität

dieses Bemessungsverfahrens beruht im Wesentlichen auf der Methode der wirksamen Querschnitte, die verwendet wird, um die Querschnittstragfähigkeit infolge der Stabilitätsphänomene Plattenbeulen und Forminstabilität zu bestimmen. Aus diesem Grund greifen Hersteller kaltgeformter Profile, bei denen es sich meist um kmU handelt, auf aufwändige Bauteilprüfungen zurück oder erwirken bauaufsichtliche Zulassungen bei der Entwicklung von Profilen. Die aktuelle Normung verhindert somit eine einfache und kostengünstige Weiterentwicklung und Optimierung von kaltgeformten Stahlprofilen.

An dieser Stelle setzte das Forschungsvorhaben „Zukunftsfähigkeit von kaltgeformten Stahlprofile im Bauwesen“ der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. FOSTA (P1328) an, dessen Ziel darin bestand ein neues, eurocodekonformes Bemessungsverfahren für dünnwandig, kaltgeformte Stahlprofile zu entwickeln.

Die Grundidee dieses neuen Bemessungskonzeptes bestand darin, die Direct Strength Method (DSM), ein Bemessungsverfahren, welches Bestandteil der amerikanischen Normung AISI ist, in das Konzept der EN 1993-1-3 zu überführen.

Der große Vorteil, den die DSM bietet, liegt in der Bestimmung der Querschnittstragfähigkeit am Bruttoquerschnitt. Die dazu erforderlichen kritischen Stabilitätslasten werden unter Verwendung von anwenderfreundlichen und frei verfügbaren Finite-Streifen-Programmen bestimmt. Eine Ermittlung von effektiven Querschnitten, wie sie in der EN 1993-1-3 vorgesehen ist, entfällt vollständig. Umgesetzt wurde daher ein neues, kombiniertes Bemessungsverfahren mit Transfer der nach DSM ermittelten Querschnittstragfähigkeit in das Nachweis-konzept der Gesamtstabilität der EN 1993 1-3.

Die DSM und die EN 1993-1-3 unterscheiden sich wesentlich im Bemessungsablauf und in der Berücksichtigung der Interaktion von lokalen und globalen Stabilitätsphänomenen. Durch die Berechnung effektiver Querschnitte und der daraus resultierenden Verschiebung des Schwerpunktes vom Brutto zum effektiven Querschnitt, berücksichtigt die EN 1993-1-3 den nichtlinearen Spannungsverlauf und die Verschiebung der Spannungsergebnisse infolge Plattenbeulen und Forminstabilität. Dieser Effekt findet in der DSM, deren Konzept ausschließlich auf dem Bruttoquerschnitt basiert, keine Berücksichtigung.

Um die Anwendbarkeit des neuen, kombinierten Bemessungsverfahrens überprüfen und notwendige Anpassungen vornehmen zu können, wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens Bauteilversuche an verschiedenen C-, Z- und Ω -förmigen Querschnitten zum Teil mit Perforationen unter Druck, Biegung um die starke Achse und unter kombinierter Druck- und Biegebeanspruchung durchgeführt.

Zusätzlich wurden an den Versuchen numerische Modelle der FE-Software ANSYS kalibriert, die anschließend für Parameterstudien genutzt werden konnten, sodass ein großer Datensatz an Traglasten für dünnwandige Stahlquerschnitte zur Überprüfung des kombinierten Bemessungsansatzes vorlag.

Sowohl aus den experimentellen als auch aus den numerischen Untersuchungen zeigte sich, dass Anpassungen des kombinierten Bemessungsverfahrens vorgenommen werden mussten. So wurde ein neuer Abminderungsfaktor eingeführt, der die Effekte der Verschiebung der Spannungsergebnisse infolge Plattenbeulen und Forminstabilität bei kurzen und mittellangen Bauteillängen berücksichtigt.

Im Resümee stellt das neue, kombinierte Bemessungsverfahren eine effiziente und sichere Bemessungsmethode für dünnwandig, kaltgeformte Stahlprofile dar.

Das Verfahren ist anwenderfreundlich, weniger fehleranfällig und zeitsparend. Es stellt somit eine gute Alternative zum aktuellen Konzept der EN 1993-1-3 dar. Eine Eingliederung in das europäische Normkonzept wird angestrebt.

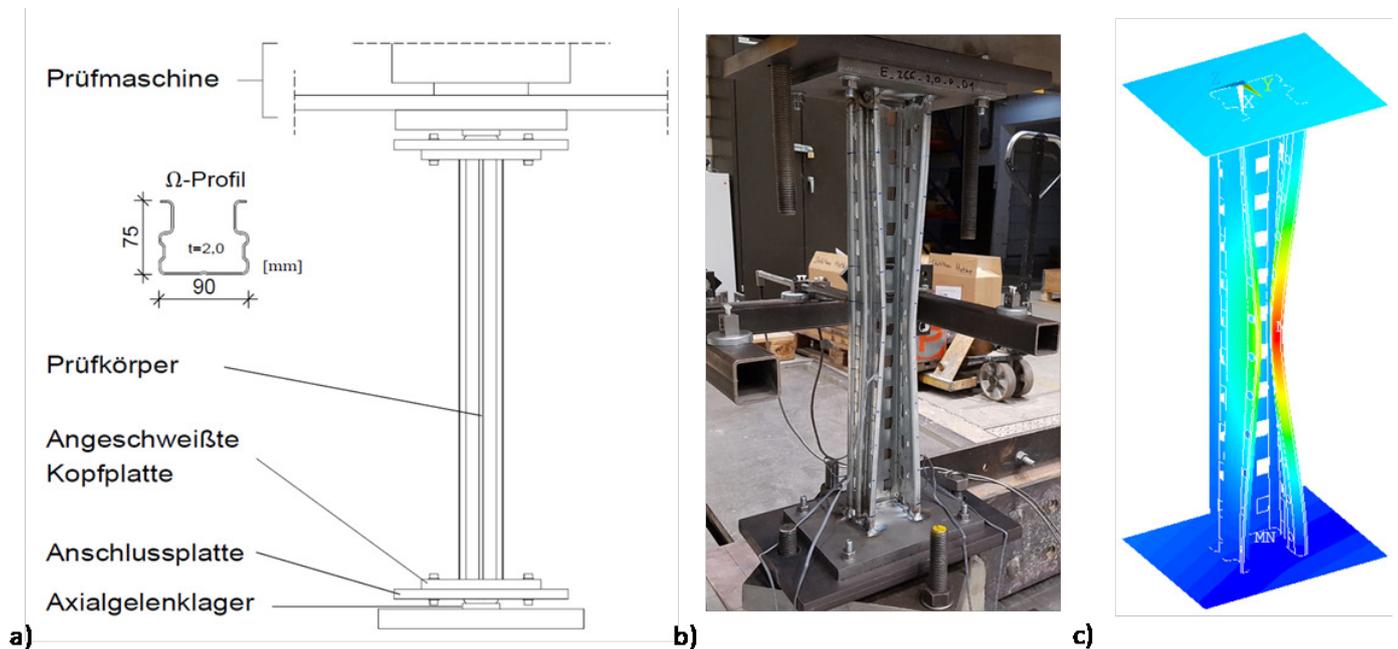


Bild 1: Untersuchung von Ω -Profilen unter Druckbeanspruchung zur Verifizierung des kombinierten Bemessungsverfahrens a) Versuchsaufbau b) Versuchskörper nach der Entlastung c) Versagensfigur der numerischen Simulation



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages