Zeitschrift: Tec21

Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

Band: 138 (2012)

Heft: Dossier (5-6): Best of Bachelor 2010/2011

Artikel: Beulende Stahlprofile im Brandfall : Querschnittswiderstand von Stahlprofilen bei erhöhten Temperaturen im Brandfall

Autor: Ponzio, Fabio

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-178522

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

BEULENDE STAHLPROFILE IM BRANDFALL

Querschnittswiderstand von Stahlprofilen bei erhöhten Temperaturen im Brandfall

DIPLOMAND Fabio Ponzio
DOZENT Anton Steurer, Prof. Dr., dipl. Ing. ETH/SIA
EXPERTE Markus Knobloch, Dr., Dipl.-Ing.
DISZIPLIN Stahlbau
PARTNER ETH Zürich, IBK-Sektion, Mario Fontana, Prof. Dr.

Der Querschnittswiderstand von Stahlprofilen ist unter Druckbeanspruchung durch die plastische Tragfähigkeit und die lokale Stabilität begrenzt. Mit experimentellen Versuchen und numerischen Berechnungen wurde der Sachverhalt im Brandfall untersucht, und die Resultate wurden mit den normierten Werten verglichen. Die Arbeit wurde im Rahmen einer Forschungsarbeit während dreier Monate im Vollzeitstudium an der ETH Zürich geschrieben.

Im Brandfall verliert Baustahl an Steifigkeit sowie Festigkeit, und das Spannungs-Dehnungs-Verhalten wird ausgeprägt nichtlinear. Die reduzierte Steifigkeit, das nicht lineare Materialverhalten und die grösseren Dehnungen beim Erreichen der effektiven Fliessspannung beeinflussen das Stabilitätsverhalten von Stahlprofilen im Brandfall entscheidend.
Berechnungsmodelle berücksichtigen das veränderte Materialverhalten meist mithilfe von Reduktionsfaktoren für Elastizitätsmoduli und effektive Fliessspannungen.

NORM VERSUS VERSUCH

Experimentelle Versuche und numerische Berechnungen zeigen, dass die für 20 °C in der Euronorm und der SIA-Norm verwendeten Interaktionsformeln zur Querschnittswiderstands-Bestimmung bei reiner Normalkraft, einachsiger und zweiachsiger Biegung eine gute Annäherung an die effektiven Werte ergeben. Die Einteilung in die verschiedenen Querschnittsklassen «kompakt» (Klassen 1 und 2), «semi-kompakt» (Klasse 3) und «schlank» (Klasse 4) bei 20 °C bewährt sich. Bei erhöhten Temperaturen dagegen wird der Querschnittswiderstand bei reiner Normalkraft nach SIA (Klassen 1 bis 4) und EN (Klassen 1 bis 3) überschätzt.

EURONORM DER SIA-NORM VORAUS

Der Querschnittswiderstand für die Klassen 1 bis 3 wird bei reiner Normalkraftbeanspruchung in beiden Normen in derselben Weise ermittelt. Während die SIA-Norm auch Profile der Klasse 4 gleich behandelt, sieht die EN für ihre Klasse 4 bei erhöhten Temperaturen eine Anpassung vor: Die

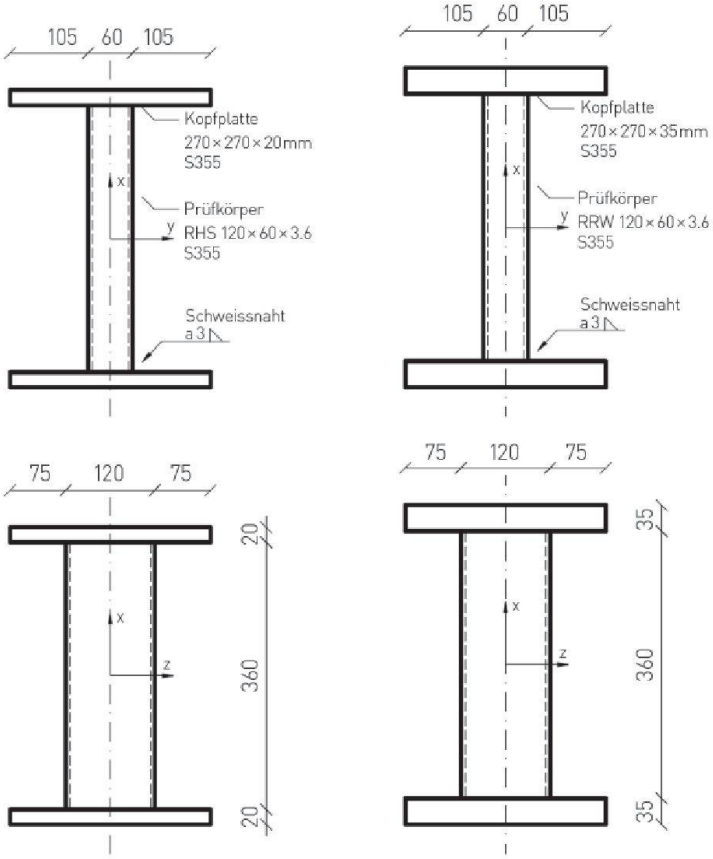
01

01 In den experimentellen Versuchen wurden Prüfkörper mit reiner Normalkraft und einachsiger Biegung mit Normalkraft unter Brandlast (normierter Temperaturverlauf) belastet. Hier ein Versuchskörper, nachdem er zentrisch bei 400 °C belastet wurde
02 Es wurden verschiedene Prüfkörper untersucht. Zwei Prüfkörper im Längs- und Querschnitt: 20 mm Kopfplatte für zentrische Versuche und Versuche mit 10 mm Exzentrizität; 35 mm Kopfplatte für Versuche mit 50 mm Exzentrizität
03 3D-Model eines Prüfkörpers
04 Imperfektionen beeinflussen das Beulverhalten. Deshalb wurden vorausgehend die Walztoleranzen der Stahlprofile ausgemessen

Fliessdehnung wird von 2 % auf 0.2 % herabgesetzt. Wenn das Profil also in die Klasse 4 eingeteilt wird, verändert sich der Querschnittswiderstand infolge der angepassten Fliessspannung.

KRITISCHE BETRACHTUNG

Der nach SIA für die einachsige Biegung mit Normalkraft berechnete Querschnittswiderstand bei erhöhten Temperaturen fällt gegenüber dem effektiven, im Versuch ermittelten meistens zu hoch aus. Die EN überschätzt den Widerstand in diesem Fall weniger. Dies hängt hauptsächlich damit zusammen, dass in der EN die maximalen b/t-Verhältnisse für die Querschnittsklassierung mit einem Faktor 0.85 abgemindert werden.
Bei zweiachsiger Biegung mit Normalkraft zeigt die numerische Berechnung eine weitere Differenz auf. Rechnet man mit elastischem Materialverhalten, liegen die Querschnittswiderstände eher auf der konservativen Seite. Kann hingegen plastisch gerechnet werden, fällt der Querschnittswiderstand mit zunehmender Temperatur wiederum zu hoch aus, das heisst, die gemäss Norm erhaltenen Resultate liegen auf der unsicheren Seite.



02

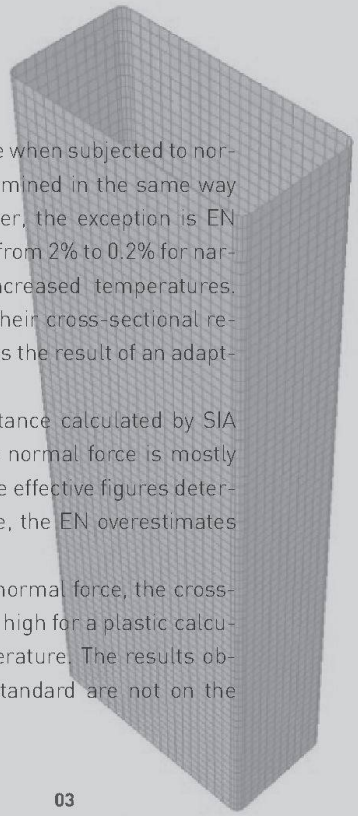
When subjected to compressive stress, the cross-sectional resistance of steel sections is limited by plastic load-bearing capacity and local stability. In case of fire, structural steel loses stiffness and strength and stress-strain behaviour becomes non-linear. Reduced stiffness, non-linear material behaviour and greater strain on reaching the effective flow stress affect the stability behaviour of steel sections in case of fire. Calculation models mostly take account of the changed material behaviour through reduction factors for the modulus of elasticity and effective flow stress.

The structural behaviour in case of fire was examined by means of tests and numerical calculations and the results were compared with the standard values according to SIA and EN. It emerged that at high temperatures (400 °C), the cross-sectional resistance at normal force load is overestimated in SIA and EN.

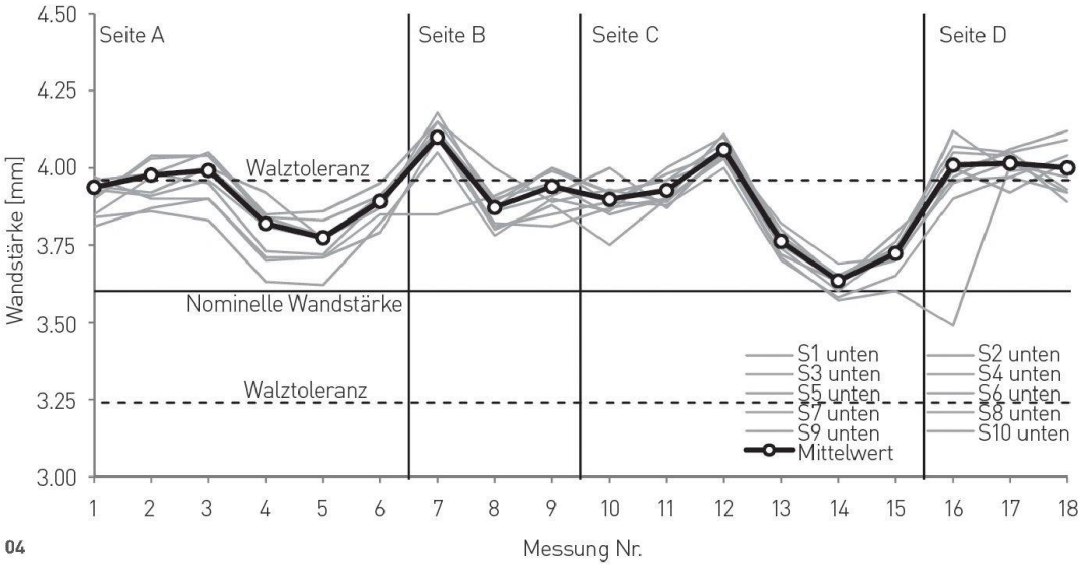
Cross-sectional resistance when subjected to normal force loading is determined in the same way in both standards. However, the exception is EN which reduces flow strain from 2% to 0.2% for narrow cross sections at increased temperatures. Narrow sections change their cross-sectional resistance according to EN as the result of an adapted flow stress.

The cross-sectional resistance calculated by SIA for single-axis bending at normal force is mostly too high compared with the effective figures determined by test. In this case, the EN overestimates much less the resistance.

With two-axis bending at normal force, the cross-sectional resistance is too high for a plastic calculation at increasing temperature. The results obtained according to the standard are not on the safe side.



03



04