

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

Autor(en): **Ponzo, Fabio**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **138 (2012)**

Heft Dossier (~~Best~~) of Bachelor 2010/2011

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-178522>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# 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 VORAUSS**

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-Modell eines Prüfkörpers

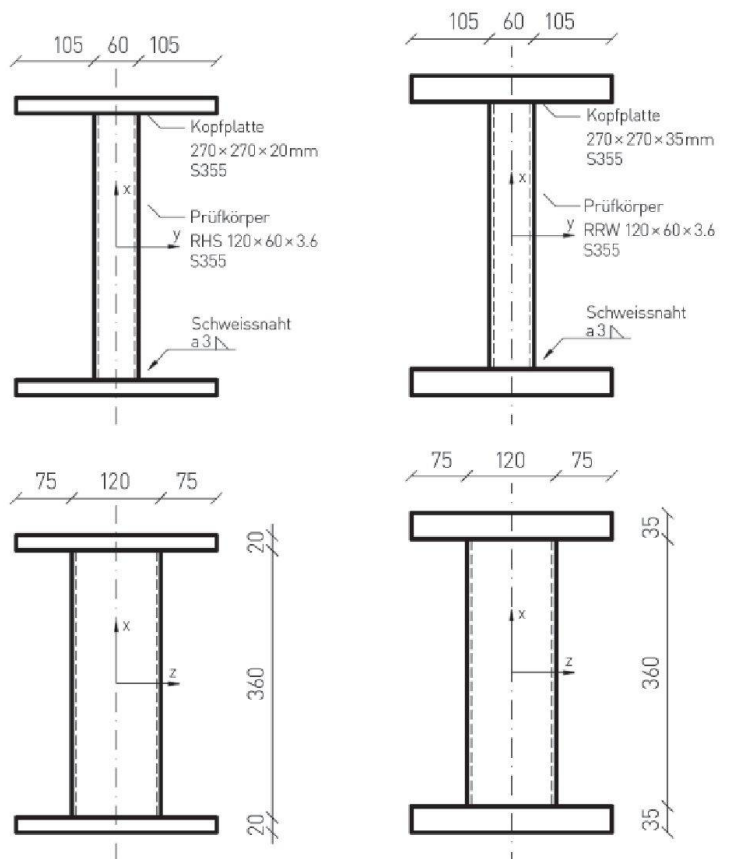
**04** Imperfektionen beeinflussen das Beulverhalten. Deshalb wurden vorausgehend die Walztoleranzen der Stahlprofile ausgemessen

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

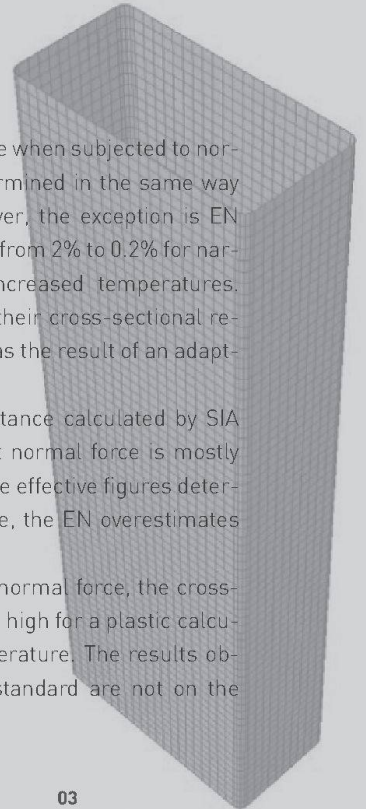
When subjected to compressive stress, the cross-sectional resistance of steel sections is limited by plastic load-bearing capacity and local stability. In case of fire, structural steel loses stiffness and strength and stress-strain behaviour becomes non-linear. Reduced stiffness, non-linear material 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.

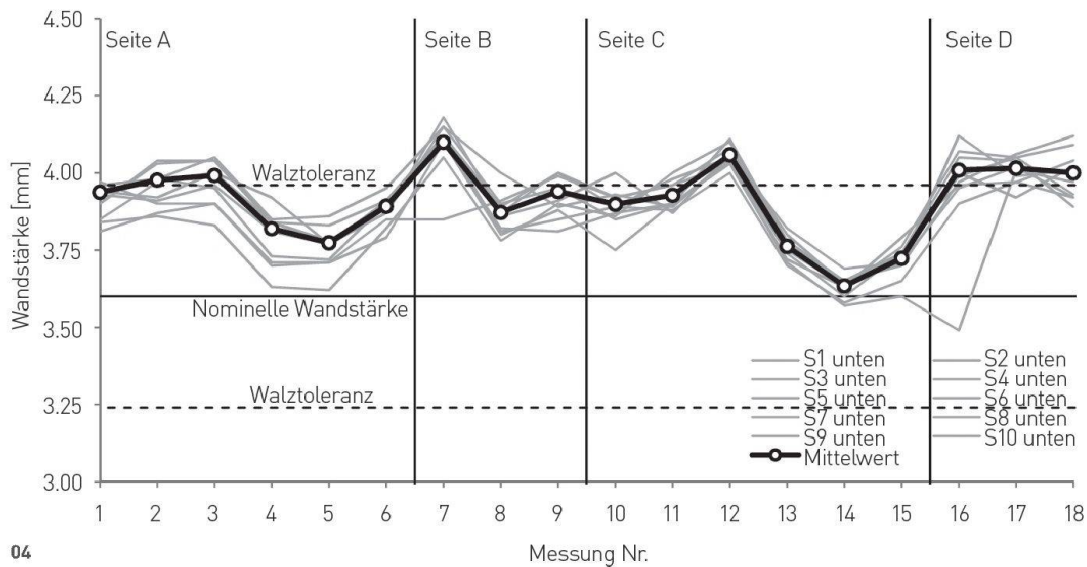
Cross-sectional resistance when subjected to normal force loading is determined in the same way in both standards. However, the exception is EN which reduces flow strain from 2% to 0.2% for narrow cross sections at increased temperatures. Narrow sections change their cross-sectional resistance according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