

www.tatasteel.com

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen wurden auf ihre Exaktheit hin geprüft. Tata Steel Europe Limited und ihre Tochtergesellschaften übernehmen jedoch keine Verantwortung bzw. Haftung für Fehler oder Informationen, die sich als irreführend herausstellen.

Copyright 2011
Tata Steel Europe Limited

Tata Steel
PO Box 101
Weldon Road
Corby
Northants
NN17 5UA
Großbritannien
T: +44 (0)1536 404561
F: +44 (0)1536 404111
marketing@tatasteel.com

Tata Steel International
Am Trippelsberg 48
40589 Düsseldorf
Deutschland
T: +49 (0) 211 4926 148
F: +49 (0) 211 4926 144
dusseldorf@tatasteel.com

Tata Steel Nederland Tubes BV
Souvereinstraat 35
4903RH Oosterhout
Niederlande
T: +31 (0)162 482 000
F: +31 (0)162 435 393
info-tubes@tatasteel.com

Deutsch TSXXX:500:DE:10/2011

TATA STEEL



Celsius® 355: Die beste Wahl

Warmgefertigte Stahlbau-Hohlprofile



CELSIUS® 355

Die Qualität der Stahlbau-Hohlprofile ist entscheidend für das Verhalten eines Tragwerks. Nicht alle Hohlprofile weisen die gleichen Eigenschaften auf. Mit der Auswahl der richtigen Hohlprofile, kann das Verhalten und die Tragfähigkeit einer Konstruktion deutlich verbessert werden.

Celsius® 355 hat als warmgefertigtes Stahlbau-Hohlprofil die höchste Qualität und beste Eigenschaften. Entwickelt für schwierige und anspruchsvolle Bedingungen ist es das Produkt der Wahl für alle Einsatzbereiche, bei denen Versagen überhaupt nicht in Frage kommt.

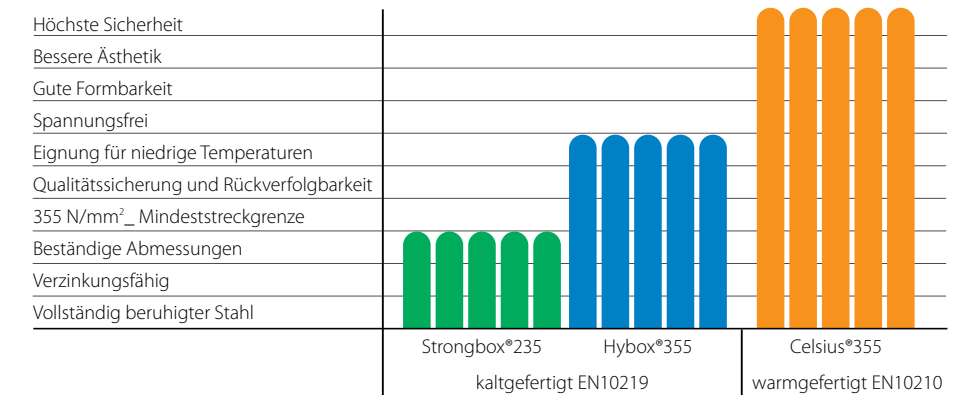
Warum sollte man Celsius® 355 wählen?

Hauptunterschiede zwischen **Celsius® 355** und kaltgefertigten Hohlprofilen bestehen hinsichtlich:

- Homogenität
- Duktilität
- Spröbruchfestigkeit
- Eigenspannungen
- Querschnittswerten
- Knicksteifigkeit
- Formbeständigkeit
- Feuerbeständigkeit

Qualitätssteigerung

Materialverhalten



Legende

- Strongbox*235
- Hybox*355
- Celsius*355

Inhalt

- 03 Einleitung
- 04 Informationen über **Celsius® 355**
- 06 Kriterien für die Produktauswahl
- 12 Vorteile von **Celsius® 355**
- 13 Zusammenfassung
- 14 Vergleich verschiedener Stahlbau-Hohlprofil-Arten

INFORMATIONEN ÜBER CELSIUS® 355

EN10210 – Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau ASTM A501 – Hot-formed welded carbon steel structural tubing

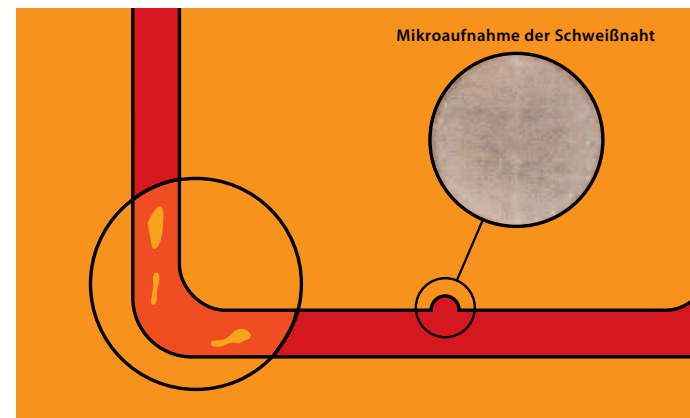
Celsius® 355 ist ein warmgefertigtes, längsnahtgeschweißtes Stahlbau-Hohlprofil. Es entspricht beiden Normen, sowohl der Europäischen Norm EN 10210 als auch der Amerikanischen ASTM A501. Es übertrifft deutlich die minimalen Anforderungen mit garantierter Mindeststreckgrenze von 355 N/mm². **Celsius® 355** erfüllt und übertrifft die Klassifizierung EN10210 S355 J2H. Es kann auch optional so produziert werden, dass es den Anforderungen für den Werkstoff EN10210 S355 NH entspricht.

Die meisten warmgefertigten Stahlbau-Hohlprofile **Celsius® 355** werden im Hochfrequenz-Induktionsschweißverfahren (HFI) gefertigt (Abmessungen bis zu 400 mm x 400 mm quadratisch, 500 mm x 300 mm rechteckig sowie 508 mm kreisförmig). Größere Abmessungen werden im Unterpulverschweißverfahren (SAW) hergestellt (Abmessungen bis zu 800 mm x 800 mm quadratisch, 750 mm x 500 mm rechteckig und 2134 mm kreisförmig).

Bei sämtlichen warmgefertigten Celsius®355 Hohlprofilen:

- erfolgt die Fertigung unter hohen normalisierenden Temperaturen und bei vollem austenitischem Gefüge,
- besteht ein einheitliches Gefüge und dieselbe Härte im gesamten Profil,
- sind die beständigen mechanischen Eigenschaften im ganzen Profil gleichmäßig verteilt.

Abbildung 1:

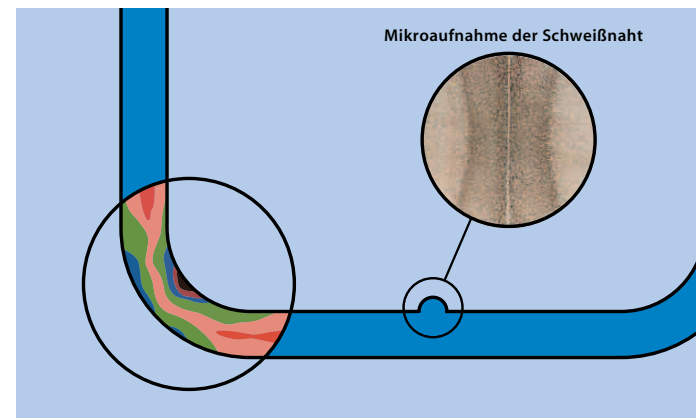


Celsius®355 Hohlprofile haben ein gleichmäßiges Gefüge.

Die warmgefertigten **Celsius® 355** Hohlprofile werden nicht einfach spannungsfrei gegläht, sondern unter hohen Temperaturen, in der Regel bei weit über 840° C im glühenden Zustand umgeformt. Beim Abkühlen des Werkstoffs findet eine Phasenumwandlung statt, die ein feinkörniges, gleichmäßiges ferritisches Gefüge mit den gewünschten einheitlichen Eigenschaften hinterlässt. Das Glühen kaltgeformter Produkte bei niedrigeren Temperaturen dagegen, das nach EN 10210 zulässig ist und es ermöglichen kann, die Mindestanforderungen zu erfüllen, führt nicht zur Phasenumwandlung und hinterlässt ein ungleichmäßiges Gefüge im Profil. Es verbleiben inhomogene Bereiche, was bedeutet, dass die mechanischen Eigenschaften im Profil entsprechend variieren. Die gewünschten Eigenschaften weichen normalerweise an den gleichen Stellen wie bei kaltgefertigten Hohlprofilen ab.

Die warmgefertigten **Celsius® 355** Hohlprofile unterliegen einem anderen Fertigungsverfahren als kaltgefertigte Hohlprofile (die nach EN 10219 oder ASTM A500 hergestellt werden). Die Formgebung kaltgefertigter Profile erfolgt bei Umgebungstemperatur und ohne jede weitere Wärmebehandlung mit dem Ergebnis eines ungleichmäßigen Gefüges. Die mechanischen Eigenschaften im Schweißnahtbereich sowie in den Ecken von quadratischen und rechteckigen Profilen stehen denen im übrigen Profil an Qualität nach. Diese Unterschiede werden in den nachstehenden schematischen Darstellungen veranschaulicht, die Mikroaufnahmen der Schweißstellen und die Vickers Härtewerte in den Eckbereichen zeigen. **Celsius® 355** Hohlprofile weisen eine geringe, gleichmäßige Härte in den Ecken auf, während typische kaltgefertigte Profile im Eckbereich Härtewerte von 180 in der Mitte der Wandstärke aufweisen und auf der Außen- und Innenseite Werte von 200 und 250 überschreiten.

Abbildung 2:



Kaltgefertigte Hohlprofile weisen ein ungleichmäßiges Gefüge mit Härtespitzen auf.

Zum Nachweis der Herkunft, Qualität und Eignung des Werkstoffs für tragende Bauteile werden alle **Celsius®355** Profile nach EN10210 und ASTM A501 geprüft und zertifiziert. Es wird grundsätzlich ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204 ausgestellt.

Abbildung 3:

TATA A04 **Tata Steel UK Limited** A01
Corby Works PO Box 101 Corby Northants UK NN17 5UA
Telephone: +44 (0)1536 402121 Fax: +44 (0)1536 404111

Customer: **A.N.OTHER** A06
ANYTOWN ANYWHERE AB12 3CD

CE 0038 0840080 4004615

INSPECTION CERTIFICATE A02
EN 10204 Type 3.1

Date: 01/09/10 Z02
Cert No. 120/1035/0397C A03
Del. Note EWC /0029

Page No. 1 of 1

Tata Steel Ref.No. Sales: **GXA 300667** Works: **30 3976** A08
Customer Order No. **P/O: 40113677** OF 17/JUN/10 A07
Product Description: **CELSIUS HOT FINISHED WELDED STEEL RECTANGULAR HOLLOW SECTIONS TO EN 10210 : 2006 GRADE S355J2H.** B01-B04

EC CERTIFICATE (FPC) NUMBER 0038/CPD/20070003/A
DURABILITY: NO PERFORMANCE DETERMINED - SUBJECT TO FINAL COATING

Item No.	Number of Pieces	Product Dimensions (mm)	Cast/Heat No.	Tensile Test			Impact/Hardness Tests			Steel Making Process																																						
				Yield Strength (N/mm ²)	Tensile Strength (N/mm ²)	Elongation (%)	Charpy V	Hardness Vickers (10kg Load)	Hardness Rockwell B																																							
2	12	120.00 x 120.00 x 8.00 x 12.200M = 146.40M	7T28703	376.0	515.0	32	B L	5.0	-20102 98 92	97	WELD SEAM 100% EDDY CURRENT TESTED TO EN 10246-3 FLATTENING TEST FOR SEAM WELD QUALITY CONTROL, SATISFACTORY																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>C71-C99</th> <th>Analysis %</th> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>P</th> <th>S</th> <th>Cr</th> <th>Mo</th> <th>Ni</th> <th>Al</th> <th>B</th> <th>Cu</th> <th>N</th> <th>Nb</th> <th>Sn</th> <th>Ti</th> <th>V</th> <th>CEV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7T28703</td> <td>LADLE</td> <td>0.15</td> <td>0.221</td> <td>0.400</td> <td>0.0160</td> <td>0.00340</td> <td>0.150</td> <td>0.0010</td> <td>0.015</td> <td>0.0290</td> <td>0.0002</td> <td>0.015</td> <td>0.004</td> <td>0.033</td> <td>0.003</td> <td>0.003</td> <td>0.001</td> <td>0.39</td> </tr> </tbody> </table>											C71-C99	Analysis %	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	B	Cu	N	Nb	Sn	Ti	V	CEV	7T28703	LADLE	0.15	0.221	0.400	0.0160	0.00340	0.150	0.0010	0.015	0.0290	0.0002	0.015	0.004	0.033	0.003	0.003	0.001	0.39
C71-C99	Analysis %	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	B	Cu	N	Nb	Sn	Ti	V	CEV																														
7T28703	LADLE	0.15	0.221	0.400	0.0160	0.00340	0.150	0.0010	0.015	0.0290	0.0002	0.015	0.004	0.033	0.003	0.003	0.001	0.39																														

Code Numbers in accordance with EN 10168 (see overleaf).
The products covered by this inspection document are certified by Tata Steel UK Limited and comply with the requirements of the Product Description.
Corby Works Quality System complies with Pressure Equipment Directive (PED) 97/23/EC Annex I Para. 4.3.

J.M.Dawson
Test House Manager
Z02
A05

This document has been prepared by a computer system and is valid without signature.

Ein typisches Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204

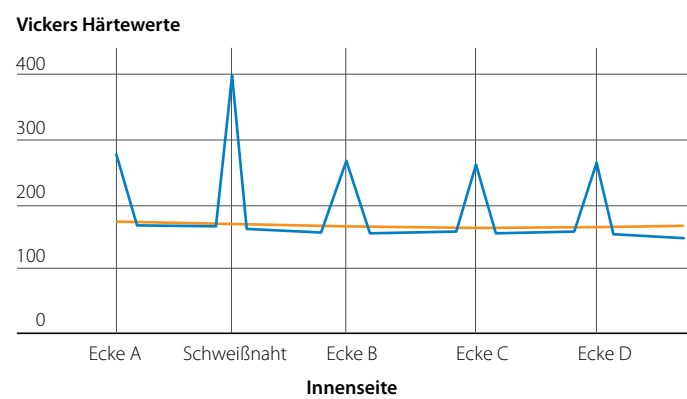
KRITERIEN FÜR DIE PRODUKTAUSWAHL

Zwischen Celsius® 355, kaltgefertigten sowie kaltgefertigten wärmebehandelten Hohlprofilen bestehen einige Unterschiede. Aufgrund des Herstellungsprozesses weisen Celsius® 355 Profile andere Eigenschaften bei einer Reihe von technischen Daten auf. Die Hauptunterschiede bestehen bei den folgenden Punkten:

Homogenität

Celsius® 355 Hohlprofile haben ein homogenes, gleichmäßiges Gefüge im gesamten Querschnitt des Profils. Die Vickers Härtewerte sind in allen Bereichen gleich, sowohl an der flachen Seite, in den Eckrundungen als auch an der Schweißnaht (**Abbildung 4**). Kaltgefertigte Hohlprofile weisen dagegen Härtespitzen in den Eck- und Schweißnahtbereichen auf, ein Hinweis auf erhöhte Sprödigkeit im Vergleich zu den übrigen Bereichen des Profils.

Abbildung 4:



Legende

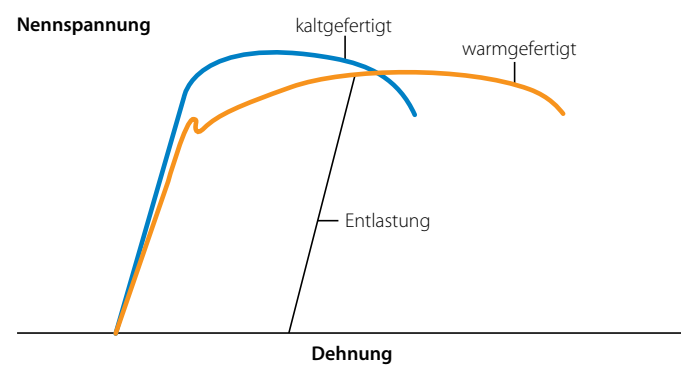
Warmgefertigt Kaltgefertigt

Typischer Verlauf der Härtewerte auf der Innenseite quadratischer Stahlbau-Hohlprofile.

Duktilität

Celsius® 355 Hohlprofile weisen überall und in sämtliche Richtungen eine hohe Zähigkeit und Duktilität auf, so dass selbst bei einem Überschreiten der Streckgrenze, z.B. an Anschlussstellen, eine gewisse Reserve an Plastizität bleibt. Diese Duktilität wird im Zugversuch gemessen. Hierfür werden die Proben in Längsrichtung entnommen, und zwar bei eckigen Hohlprofilen aus der Mitte der flachen Seite und bei runden Hohlprofilen in einem gewissen Abstand von der Schweißnaht. Bei kaltgefertigten Profilen ist jedoch die Duktilität insbesondere in den Eck- und Schweißnahtbereichen beträchtlich reduziert und aus den Standard-Zugversuchen kann man darauf leider keinen Hinweis finden. Generell sollten die Profile in der Lage sein, mehrachsigen Spannungen standzuhalten, dies kann jedoch bei kaltgefertigten Profilen nicht garantiert werden.

Abbildung 5:



Legende

Warmgefertigt Kaltgefertigt

Spannungs-Dehnungskurven von Proben, die den Ecken warmgefertigter Celsius® 355 und kaltgefertigter Stahlbau-Hohlprofile entnommen wurden, zeigen die unterschiedliche Duktilität.



Abbildung 6:



Fotos der verschiedenen Stufen beim Zugversuch zeigen die Duktilität und Dehnbarkeit, die bei Proben von warmgefertigten Celsius®355 Profilen erreicht wurde.



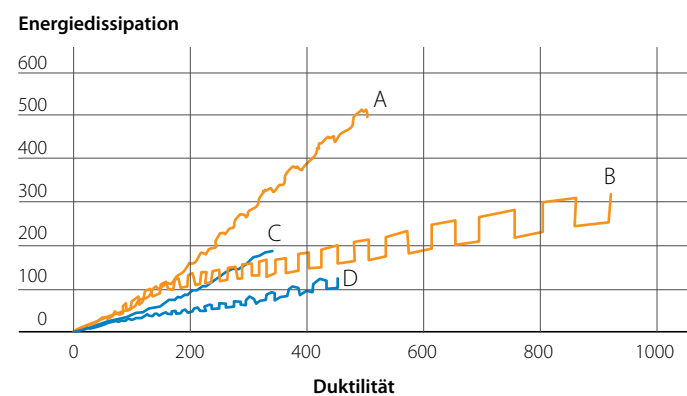
Bruchfestigkeit

Celsius® 355 Hohlprofile weisen sowohl ein niedriges Streckgrenze-Zugfestigkeit-Verhältnis als auch eine gute Energieabsorptionsfähigkeit und eine hohe Bruchfestigkeit auf. Diese Eigenschaften gewährleisten eine wesentlich bessere Dauerfestigkeit, insbesondere bei zyklischer oder dynamischer Stoßbelastung. Beim standardmäßigen Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy werden gleichmäßig hohe Kerbschlagzähigkeitswerte bei niedrigen Temperaturen erreicht.

Die Proben für den Kerbschlagversuch werden bei eckigen Hohlprofilen aus der Mitte der flachen Seite oder bei runden Hohlprofilen mit gewissem Abstand von der Schweißnaht in Längsrichtung entnommen. Das bedeutet, dass die beträchtlich reduzierte Bruchzähigkeit in den Ecken oder im Schweißnahtbereich bei kaltgefertigten Profilen daraus nicht ersichtlich wird (siehe Abbildungen 7 und 8). Bei der Werkstoffspezifikation ist es deshalb wichtig zu berücksichtigen, dass kaltgefertigte Profile in den Ecken und im Schweißnahtbereich Schwachstellen hinsichtlich der Bruchzähigkeit aufweisen. Dagegen wird die in EN 10210 und ASTM A501 geforderte Mindestkerbschlagzähigkeit bei unseren **Celsius® 355** Hohlprofilen sogar beträchtlich übertroffen. Das Streckgrenzeverhältnis beträgt bei den größeren Abmessungen von **Celsius® 355** etwa 0,74 (dies ist in den Normen nicht spezifiziert).

A & C = 150x150mm/100x100mm Vogelmund-Knoten
 B = 150x150mm/120x120mm gerader Anschluß
 D = 150x150mm/120x120mm Vogelmund-Knoten

Abbildung 7:



Legende

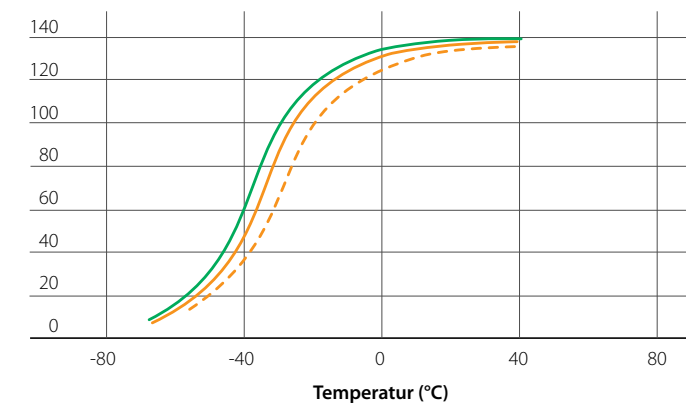
Warmgefertigt Kaltgefertigt

Energiedissipation / Duktilität für X-Knoten bei Wechselbeanspruchung. Dies weist auf bessere Eigenschaften der warmgefertigten Profile hin (siehe Fußnote 1).

Mit freundlicher Genehmigung der University of Nottingham

Abbildung 8:

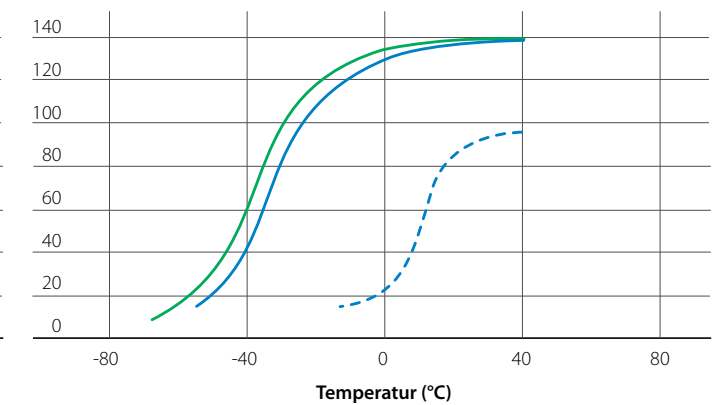
Warmgefertigt, absorbierte Energie (J)



Legende

Warmgefertigt, flache Seite Warmgefertigt, Ecke Bandstahl

Kaltgefertigt, absorbierte Energie (J)



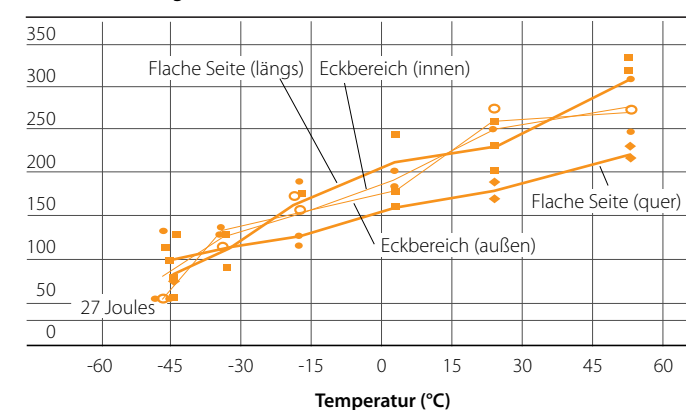
Legende

Kaltgefertigt, flache Seite Kaltgefertigt, Ecke Bandstahl

Typische Kerbschlagzähigkeits-Temperatur-Kurve von Stahlbau-Hohlprofil-Proben.

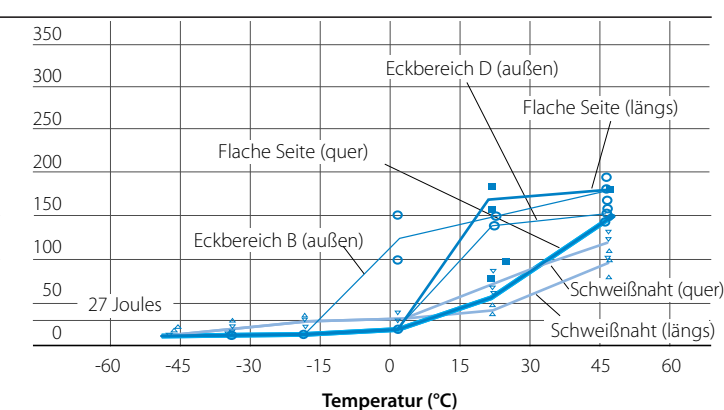
Abbildung 9:

Absorbierte Energie (J)



Legende

Warmgefertigt Kaltgefertigt



Kerbschlagzähigkeit nach Charpy in Abhängigkeit von der Temperatur bei Proben, die den flachen Seiten in Längs- und Querrichtung sowie Schweißnähten und Ecken entnommen wurden. (siehe Fußnote 2)

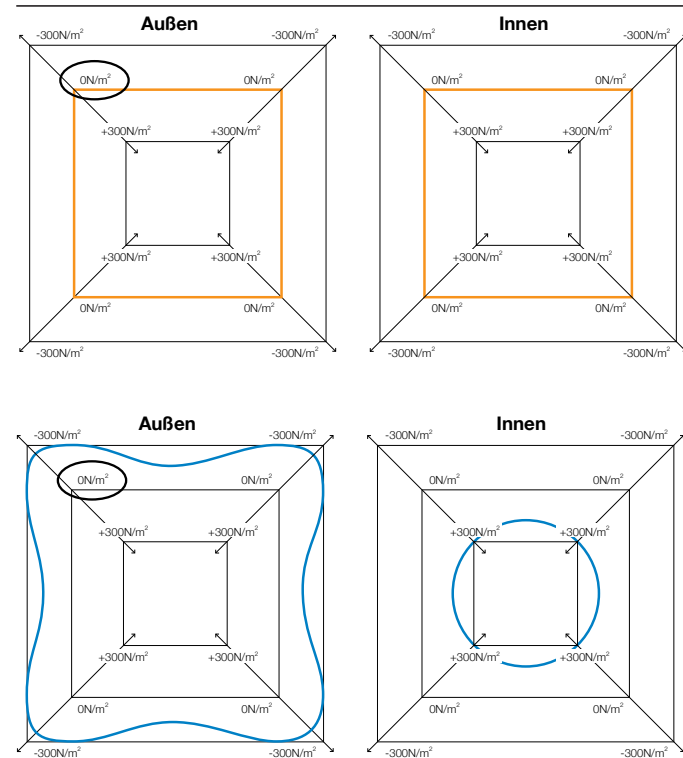
Fußnoten:

- Hall, S. and Owen, J. The behaviour of hollow section connections under seismic loading. The Structural Engineer vol. 82/4 February 2004
- Koteski, N., Packer, J.A. und Puthli R.S. 2003. Notch toughness of cold-formed hollow sections Cidect Report 1B-2/03

Eigenspannungen

Celsius® 355 Hohlprofile sind nach der Fertigung praktisch frei von Eigenspannungen in sämtlichen Richtungen. Eigenspannungen können, insbesondere in Kombination mit durch Schweißen verursachten Schrumpfspannungen, zu einem früheren Bruch führen und erhöhen die Gefahr von durch Flüssigmetall unterstützter Rissbildung beim Galvanisieren.

Abbildung 10:



Legende

Warmgefertigt Kaltgefertigt

Verläufe typischer Eigenspannungen auf den Innen- und Außenseiten der Hohlprofile

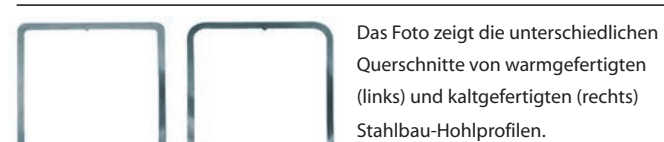
Querschnittswerte

Celsius® 355 Hohlprofile fast aller Abmessungen haben Eckrundungen mit einem Radius von weniger als 2 x ihrer Wanddicke (2T), eine beträchtliche Verbesserung gegenüber den maximal zulässigen Eckradien nach EN 10210. Eckrundungen mit kleinem Radius bieten bessere statische Eigenschaften, reduzierte Schweißkosten und eine attraktivere Optik. Zusätzlich lassen sich auch die Werkstoffeigenschaften voll nutzen. Die plastische Bemessung wird nicht durch einen Mangel an Duktilität beschränkt, wie dies bei Verwendung von kaltgefertigten Profilen der Fall ist.

Abbildung 11:



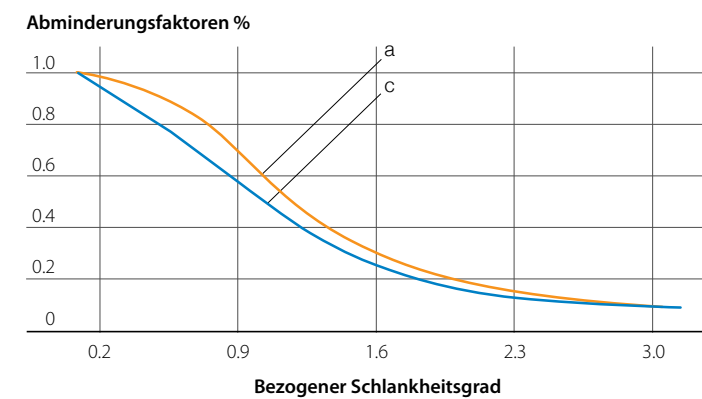
Abbildung 12:



Knickfestigkeit

Celsius® 355 Hohlprofile bieten eine bessere Sicherheit gegen Knicken im Vergleich zu kaltgefertigten Profilen. Die Knickfestigkeit ist um bis zu 35 % höher als bei kaltgefertigten Profilen derselben Abmessung. Bei Konstruktionen mit kaltgefertigten Profilen muss bei der Berechnung der Festigkeit eine niedrigere Knickkurve gewählt werden. Dies berücksichtigt die Eigenspannungen und die geringere plastische Verformbarkeit des Werkstoffes.

Abbildung 13:



Legende

Warmgefertigt Kaltgefertigt

Knickspannungslinien nach EC3 Teil 1.1. Kurvenverlauf 'a' gilt für warmgefertigte Hohlprofile und 'c' für kaltgefertigte.

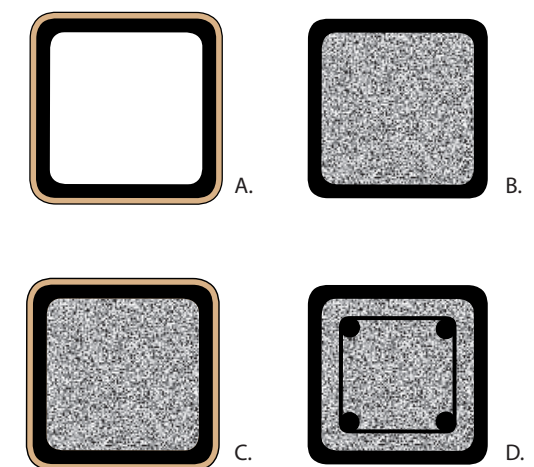
Formbeständigkeit

Celsius® 355 Hohlprofile sind formbeständig und neigen beim Schneiden, Schweißen und sonstigen Bearbeiten nicht zu Verformungen. Beim Strahlen, Galvanisieren oder Schweißen in der Nähe der Ecken brauchen keine besonderen Vorkehrungen getroffen zu werden. Dagegen neigen kaltgefertigte Profile mit ihren hohen Eigenspannungen viel eher dazu, sich beim Bearbeiten und Fertigen zu verziehen.

Feuerbeständigkeit

Celsius® 355 Hohlprofile haben im Brandfall gleichbleibende und zuverlässige Eigenschaften. Im Gegensatz zu kaltgefertigten Profilen verliert das Produkt bei Erwärmung nicht plötzlich und schlagartig an Festigkeit. Durch Füllen des Hohlprofils mit Beton (mit oder ohne Bewehrung) und/oder durch Ummantelung von außen lässt sich nahezu jede Feuerwiderstandsklasse erzielen.

Abbildung 14:



Feuerbeständigkeit von Celsius®355 Hohlprofilen lässt sich beispielsweise erreichen durch A. intumeszierende Beschichtung als Dämmschichtbildner, B. Betonfüllung von innen, C. einer Füllung plus intumeszierender Beschichtung oder D. einer Betonfüllung mit Bewehrung.

VORTEILE BEIM EINSATZ VON CELSIUS® 355

Tragwerke, bei denen Celsius® 355 Hohlprofile eingesetzt werden, bieten folgende Vorteile:

Wirtschaftlichkeit

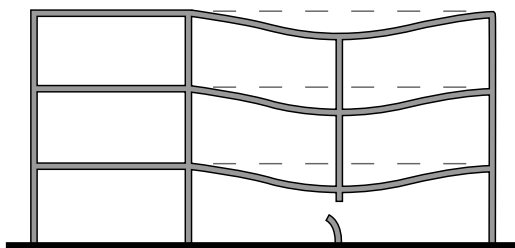
Mit Celsius® 355 Hohlprofilen kann man sowohl Zeit als auch Geld sparen wegen ihres Feuerwiderstands, ihrer konstruktiven Vorteile und ihrer effizienten Form. Zum Beispiel:

- Auch schwer belastete Stützen können schlank genug sein, um in Zwischenwänden untergebracht zu werden. Dies reduziert den Platzbedarf sowie die nötigen Brandschutzmaßnahmen.
- Größere Stützen können als Fertigelemente beispielsweise mit bereits integriertem Brandschutz angeliefert werden, so dass auf der Baustelle nur noch die Anschlussverbindungen vorzunehmen sind.

Duktiles Verhalten

Celsius® 355 Hohlprofile weisen eine hohe Duktilität auf. Bei sachgemäßer Konstruktion entsteht ein Rahmen mit gutem plastischem Tragverhalten, der auch nach beträchtlicher Verformung noch genügend Festigkeit aufweist, wie z.B. in einem Fall, wenn bei extrem hoher Belastung unerwartet ein Stützelement ausfällt, oder aber während der Erwärmungs- oder Abkühlungsphase im Verlauf eines Brandes (Abbildung 15).

Abbildung 15:

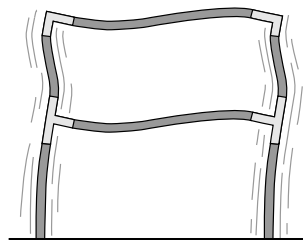


Rahmen können so konstruiert werden, dass sie ein duktiler Bruchverhalten aufweisen und auch beispielsweise bei einem unerwarteten Ausfall einer Stütze noch alternative Lastabtragung möglich ist.

Widerstand gegen Stoßbelastung

Celsius® 355 Hohlprofile sind in der Lage, große Energiemengen aufzunehmen, sowohl als reine Stahlprofile als auch als betongefüllte Verbundelemente. So weisen z.B. Knotenpunktverbindungen in einem Dreiecksrahmen unter axialer Belastung gute Duktilität und Energieabsorption unter Wechselbeanspruchung auf (Abbildung 16). In einem biegesteifen Rahmen mit sachgerecht konstruierten Knotenverbindungen verleihen die duktilen Elemente dem ganzen Rahmen energieabsorbierende Eigenschaften. Celsius® 355 Hohlprofile haben selbst bei niedrigen Temperaturen eine hohe Bruchzähigkeit und ein niedriges Streckgrenzenverhältnis.

Abbildung 16:



Biegesteife Rahmen können so konstruiert werden, dass sie unter extremen Belastungsverhältnissen duktile und energieabsorbierende Eigenschaften aufweisen.

Verhalten bei unterschiedlichen Temperaturen

Celsius® 355 Hohlprofile weisen gute Eigenschaften am oberen und unteren Ende der Temperaturskala auf. Bei niedrigen Temperaturen werden Streckgrenze, Elastizität und Bruchzähigkeit aufrecht erhalten. Bei hohen Temperaturen nehmen diese Eigenschaften nur langsam und auf voraussagbare Weise ab. Im Brandfall gewähren das duktile Verhalten und der langsamere Verlust der Materialeigenschaften in der Erwärm- und Abkühlphase erhöhte Sicherheit, da kein schlagartiges Versagen auftritt.

ZUSAMMENFASSUNG

Warmgefertigte Hohlprofile Celsius® 355 bieten viele technische Vorteile, deshalb dürfen ausgeschriebene warmgefertigte Hohlprofile nicht von kaltgefertigten Hohlprofilen derselben Abmessung ersetzt werden. In diesem Fall müssen Tragwerksplanung und Bemessung komplett überarbeitet werden. Dagegen ist umgekehrt ein Einsatz von Celsius® 355 anstelle von kaltgefertigten Profilen ohne weiteren Aufwand problemlos möglich.

- Celsius® 355 Hohlprofile haben eine höhere Tragfähigkeit und bessere Eigenschaften bei hohen und niedrigen Temperaturen als kaltgefertigte Hohlprofile gleicher Abmessungen.

- In Rahmenkonstruktionen sachgerecht eingesetzte Celsius® 355 Hohlprofile sind unter extremen Belastungen, wie z.B. Bränden, Kollisionen, Stoßbelastungen, Explosionen oder Erdbeben wesentlich robuster und stabiler.

- Die Verarbeitung von Celsius® 355 Hohlprofilen ist mit weniger Risiken verbunden, da sie im Vergleich zu kaltgefertigten Profilen weniger rissanfällig sind, bei der Weiterbearbeitung nicht zu Verformungen neigen und sich im Einsatz zuverlässiger verhalten.



VERGLEICH VERSCHIEDENER STAHLBAU-HOHLPROFIL-ARTEN

	Celsius®355	Kaltgefertigt	Kaltgefertigt und wärmebehandelt
Fertigung	Formgebung bei Normalisierungstemperatur mit Temperaturen über 840°C.	Formgebung bei Umgebungstemperaturen ohne zusätzliche Wärmebehandlung.	Formgebung bei Umgebungstemperaturen mit anschließender Wärmebehandlung (unterhalb der Normalisierungstemperatur).
Mikrostruktur	Gleichmäßiges feinkörniges Gefüge über den gesamten Profilquerschnitt.	Ungleichmäßige Korngröße und ungleichmäßiges Gefüge in den verschiedenen Querschnittsbereichen	Ungleichmäßige Korngröße und ungleichmäßiges Gefüge in den verschiedenen Querschnittsbereichen
Homogenität	Härte- und Festigkeitseigenschaften sind über den gesamten Profilquerschnitt gleichmäßig verteilt.	Härte- und Festigkeitseigenschaften sind im Profilquerschnitt nicht gleichmäßig verteilt.	Härte- und Festigkeitseigenschaften sind im Profilquerschnitt nicht gleichmäßig verteilt.
Duktilität	Hervorragende Duktilität, so dass beträchtliche Reserven an Plastizität nach Überschreiten der Fließgrenze vorhanden sind.	Nach Überschreiten der Fließgrenze sind nur geringe Reserven an Plastizität vorhanden.	Bessere Duktilität als bei kaltgefertigten Profilen, den warmgefertigten Profilen jedoch unterlegen.
Bruchfestigkeit	Im gesamten Profilquerschnitt weist die Schlagfestigkeit einheitliche Werte auf.	Die Schlagfestigkeit ist im Schweißnahtbereich und im übrigen Querschnitt ungleichmäßig (dasselbe gilt bei quadratischen und rechteckigen Profilen für die Eckbereiche).	Verbesserte Schlageigenschaften im Vergleich zu kaltgefertigten Profilen, den warmgefertigten Profilen jedoch nicht gleichwertig.
Eigenspannung	Keine Eigenspannungen.	Bereiche hoher Spannungen im Querschnitt.	Geringfügige Eigenspannungen.
Statische Eigenschaften	Eckrundungen mit kleinen Radien und damit optimale statische Eigenschaften. Leichter zu schweißen und attraktive Optik.	Eckrundungen mit größeren Radien als bei warmgefertigten Profilen zur Vermeidung von Sprödigkeit und damit schlechtere statische Eigenschaften.	Eckrundungen mit größeren Radien als bei warmgefertigten Profilen zur Vermeidung von Sprödigkeit und damit schlechtere statische Eigenschaften.
Knickfestigkeit	Verwendung der Knickspannungslinie A des Eurocodes sowie die optimalen statischen Eigenschaften ergeben die höchste Drucktragfähigkeit.	Entsprechend der Knickspannungslinie C des Eurocodes ausgelegt mit reduzierten Querschnittswerten und damit reduzierter Drucktragfähigkeit	Kann entsprechend der Knickspannungslinie A des Eurocodes ausgelegt werden, jedoch mit schlechteren Querschnittswerten.
Formbeständigkeit	Neigen beim Erwärmen oder mechanischen Bearbeiten nicht zum Verdrehen oder Verformen.	Können aufgrund der noch vorhandenen Eigenspannungen bei der Weiterverarbeitung zu Verformung neigen.	Zeigen bei der Weiterverarbeitung eine angemessene Beständigkeit gegen Verformung.
Brandverhalten	Die Festigkeit nimmt im Brandfall langsam und gleichmäßig ab.	Der Festigkeitsverlust kann wegen der Kaltbearbeitung und den vorhandenen Eigenspannungen unvorhersehbar sein.	Im Brandfall nimmt die Festigkeit langsam, allerdings ungleichmäßig ab.
Werkstoffprüfung	Die Ergebnisse von Werkstoffprüfungen und Probenahmen sind repräsentativ für die Eigenschaften des gesamten Profils.	Die Ergebnisse von Werkstoffprüfungen und Probenahmen sind NICHT repräsentativ für die Eigenschaften des gesamten Profils.	Die Ergebnisse von Werkstoffprüfungen und Probenahmen sind NICHT repräsentativ für die Eigenschaften des gesamten Profils.
Toleranzen und Oberflächengüte	Hohe Anforderungen an die Oberflächengüte bei der Herstellung sowie hervorragende Einhaltung der Wanddicken- und Formgenauigkeit. Anderen typischen warmgefertigten nahtlosen Hohlprofilen überlegen.	Hohe Anforderungen an die Oberflächengüte bei der Herstellung sowie hervorragende Einhaltung der Wanddicken- und Formgenauigkeit.	Hohe Anforderungen an die Oberflächengüte bei der Herstellung sowie hervorragende Einhaltung der Wanddicken- und Formgenauigkeit.
Typischer Querschnitt	