

DI-MC – ERSTE WAHL FÜR SCHWEISSER

Hervorragende Schweißbeignung

Der entscheidende Vorteil von DI-MC Stählen gegenüber herkömmlichen Baustählen ist die hervorragende Schweißbeignung. Diese resultiert aus den niedrigen Gehalten an Kohlenstoff und anderen Legierungs- und Begleitelementen, welche zu sehr geringen Werten für die Kohlenstoffäquivalente führen. Je nach Verwendungszweck haben sich verschiedene Formeln zur Berechnung dieses Äquivalents bewährt und können zur Beurteilung der Schweißbeignung eines Stahls herangezogen werden.

Blechdicke t [mm]	DI-MC 355 B/T typische CET [%]	DI-MC 355 B/T typische CEV [%]	DI-MC 355 B/T max. CEV [%]	Vergleiche EN 10025-4 max. CEV [%]
$8 \leq t \leq 16$	0,24	0,34	0,36	0,39
$16 < t \leq 40$	0,24	0,35	0,37	0,39
$40 < t \leq 63$	0,21	0,33	0,34	0,40
$63 < t < 80$	0,21	0,33	0,35	0,45
$80 \leq t \leq 120$	0,22	0,33	0,35	0,45
$120 < t \leq 150$	0,23	0,38	0,40	0,45
Blechdicke t [mm]	DI-MC 460 B/T typische CET [%]	DI-MC 460 B/T typische CEV [%]	DI-MC 460 B/T max. CEV [%]	Vergleiche EN 10025-4 max. CEV [%]
$t \leq 16$	0,27	0,38	0,40	0,45
$16 < t \leq 40$	0,27	0,38	0,40	0,46
$40 < t \leq 63$	0,25	0,37	0,39	0,47
$63 < t \leq 80$	0,25	0,37	0,39	0,48
$80 < t \leq 100$	0,25	0,38	0,41	0,48
$100 < t \leq 120$	0,25	0,40	0,42	0,48
$120 < t \leq 150$	0,26	0,41	0,43	0,48

Typische und maximale Kohlenstoffäquivalente von DI-MC Stählen

Die ausgezeichnete Schweißbeignung von DI-MC Stählen zeigt sich im Wesentlichen in drei Aspekten:

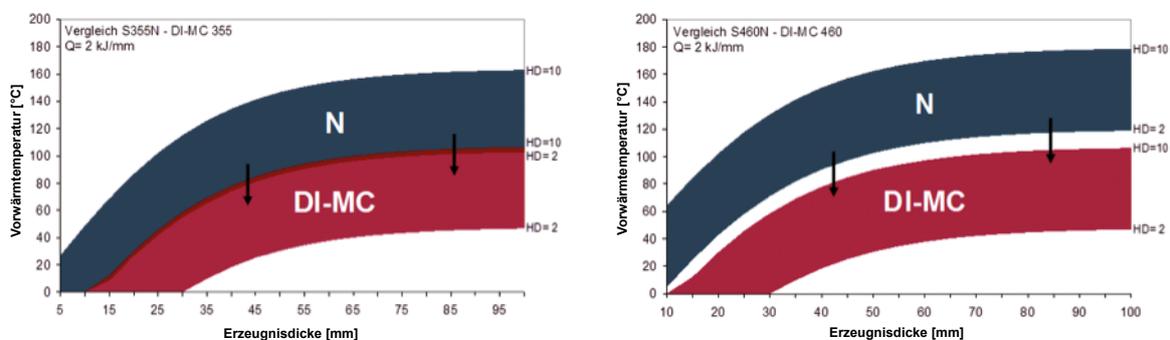
1. Das Vorwärmen kann wesentlich reduziert werden oder sogar ganz entfallen, was erhebliche Einsparungen bei Fertigungszeiten und -kosten erlaubt;
2. Nach dem Schweißen weist DI-MC eine sehr gute Zähigkeit und niedrigere Härtewerte in der Wärmeeinflusszone auf, was die Fertigungssicherheit und Produktstabilität erhöht;

3. Aufgrund dieser besonderen Eigenschaften toleriert DI-MC eine weitaus größere Variation an Schweißbedingungen als herkömmliche Baustähle, wodurch die Gefahr der Werkstoffschädigung bei Abweichungen von den Verarbeitungsvorgaben wesentlich verringert wird.

Reduzierte Vorwärmtemperatur

Je nach Regelwerk und Stand der Technik im Verarbeitungsbetrieb werden Stahlbleche der normalisierten Güten S355N/NL oder S355J2+N wegen der Gefahr der Kaltrissbildung vorgewärmt, sobald die Blechdicke von 20 bis 30 mm überschritten wird. Beim Schweißen von DI-MC Stählen dagegen kann dieser zeit- und kostenaufwendige Arbeitsgang in der Regel vereinfacht oder vollständig eingespart werden. Folgende Bilder zeigen anschaulich die Reduzierung der Vorwärmtemperatur, durch den Einsatz von DI-MC Stählen. Besonders bei der Verwendung von Zusatzwerkstoffen mit niedrigem Wasserstoffgehalt (HD) kann die Grenze für die Notwendigkeit von Vorwärmen bis zur maximal lieferbaren Blechdicke hinausgeschoben werden. Voraussetzung hierfür sind in jedem Fall qualitätssichernde Maßnahmen wie die richtige Auswahl, Lagerung und Handhabung der Schweißzusatzwerkstoffe.

Umfangreiche Empfehlungen zum Schweißen, z.B. zur Wahl der nötigen Mindestvorwärmtemperatur, sind in der Norm EN 1011-2 Methode B oder im Stahleisenwerkstoffblatt SEW 088 angeführt. Laut diesen Empfehlungen kann zur Berechnung der Mindestvorwärmtemperatur das Kohlenstoffäquivalent CET, als Kenngröße für die Wasserstoffrisanfälligkeit, herangezogen werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass das Kohlenstoffäquivalent CET des Schweißgutes um mindestens 0,03% unter dem des Grundwerkstoffes liegt. Andernfalls richtet sich die Vorwärmtemperatur für kaltrissicheres Schweißen nach dem CET des Schweißgutes zuzüglich eines Sicherheitszuschlags von 0,03%.



Vergleich der nach EN 1011-2 Methode B berechneten Vorwärmtemperaturen für typische Analysen von S355N/S460N und DI-MC 355/DI-MC 460 abhängig von der Blechdicke und vom Wasserstoffgehalt HD des Schweißzusatzes

Weitere Informationen zum erfolgreichen Schweißen ohne Vorwärmen, speziell für die Stahlgüte DI-MC 355, können der Kundeninformation „Sicheres rissfreies Schweißen ohne Vorwärmen mit Dillinger DI-MC 355T/S355ML“ entnommen werden. (<https://www.dillinger.de/d/downloads/download/15671>)

Online Tools: Schweißtechnische Hilfsprogramme

Dillinger bietet ihren Kunden im E-Service Bereich ein schweißtechnisches Hilfsprogramm, das eine einfache und übersichtliche Berechnung der schweißrelevanten Kenngrößen und Schweißparameter ermöglicht. Über Angabe der chemischen Zusammensetzung lassen sich in einem ersten Schritt die verschiedenen Kohlenstoffäquivalente errechnen. Im zweiten Schritt kann mit Hilfe dieser Werte unter Angabe weiterer Schweißparameter die vorgeschlagene Mindestvorwärmtemperatur, blechdickenabhängig bestimmt werden.

Schweißtechnische Hilfsprogramme

Kohlenstoffäquivalent Vorwärmtemperatur Abkühlzeit Härte

CET: 0,25 Blechdicke (mm): 50,0 Wasserstoffgehalt (ml/100g): 3,0 Metall-Schutzgasschweißen MIG/MAI

Nahtfaktor 2D/3D: 0,9 0,9 Fülllagen von Stumpfnäh min/max Abkühlzeit: 5,0 40,0 DI-MC 460 - 5/40

▼ Berechnen

Schweißparameter Box

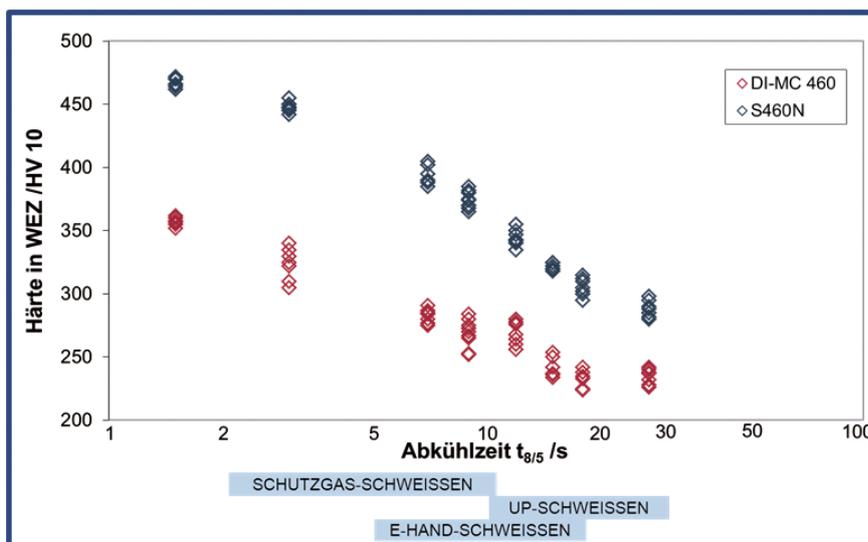
Streckenenergie (kJ/mm): 3,50 Therm. Wirkungsgrad: 1,0 Freie Eingabe

Wärmeeinbringg. (kJ/mm): 3,5 Vorwärmtemperatur (°C): 14,3

Schweißtechnisches Hilfsprogramm im E-Service von Dillinger

Geringe Aufhärtung

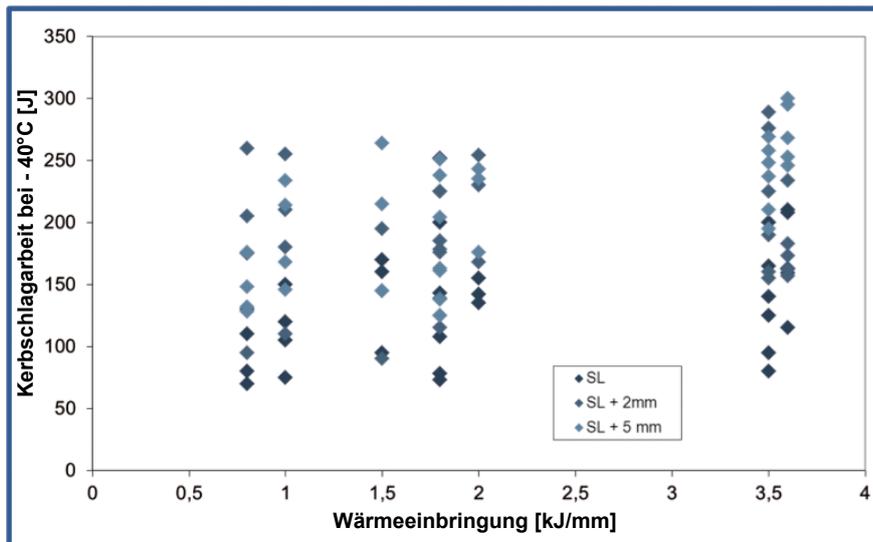
DI-MC hat nur eine sehr geringe Neigung zur Aufhärtung in der Wärmeeinflusszone (WEZ). Hier gibt insbesondere das Kohlenstoffäquivalent CEV Auskunft, welches häufig auch in Werkstoffnormen gefordert und bei DI-MC Stählen aufgrund ihres moderaten Legierungskonzeptes deutlich vermindert ist. In der Regel liegen daher für gängige Abkühlzeiten die Härtewerte bei DI-MC Stählen unter 270 HV10. Beim Laserschweißen können aufgrund der niedrigeren Wärmeeinbringung und der schnelleren Abkühlgeschwindigkeit geringfügig höhere Werte auftreten.



Vergleich der Härtewerte in den Wärmeeinflusszonen der Decklagen von Schweißverbindungen an DI-MC 460 und konventionellen Baustahl S460N. In den Fülllagen sind die Härtewerte aufgrund der Anlasswirkung der nachfolgenden Schweißraupen für gewöhnlich niedriger.

Spröbruchsicherheit

Die sehr hohe Ausgangszähigkeit der DI-MC Stähle wirkt sich positiv auf die Spröbruchsicherheit der Wärmeeinflusszone aus. So werden auch nach dem Schweißen mit großem Wärmeeinbringen hohe Anforderungen an die Zähigkeit in der WEZ erfüllt. Folgendes Diagramm zeigt, dass die Kerbschlagarbeit in der Wärmeeinflusszone eines DI-MC 460 nahezu unabhängig von der eingebrachten Streckenenergie sehr günstige Werte erreicht, so dass von einer sehr hohen Bauteilsicherheit auch bei Verwendung hoher Streckenenergien bis 3,5 kJ/mm ausgegangen werden kann. Die guten Zähigkeiten nach dem Schweißen erlauben gleichzeitig eine ökonomische und schnelle Fertigung, ohne dass Schwierigkeiten für die Qualität der Schweißverbindung zu erwarten sind.



Beispiel der Kerbschlagarbeit (Mittelwerte, gemessen bei - 40 °C) in der WEZ eines DI-MC 460 in Abhängigkeit von der Wärmeeinbringung beim Schweißen (SL = Schmelzlinie)

Heißrissunempfindlichkeit

Heißrisse, d.h. Risse bei hohen Temperaturen aufgrund niedrigschmelzender Phasen (z.B. Schwefelverbindungen) stellen bei diesen Güten aufgrund des sehr hohen Reinheitsgrades (sehr geringe Gehalte an Begleitelementen Schwefel, Phosphor, Bor, etc.) in der Regel kein Problem dar.

Schweißnahtvorbereitung

Die Nahtvorbereitung kann durch spanende Bearbeitung oder thermisches Schneiden (Brennschneiden, Laser, Plasma) erfolgen. Bei Schweißbeginn muss der Nahtbereich metallisch blank, trocken und frei von Brennschlacke, Rost, Zunder, Farbe oder sonstigen Verunreinigungen sein. Mit einer individuellen Schweißnahtvorbereitung durch Fräsen bietet Dillinger dem Kunden einen zusätzlichen Service, der eine hohe Wirtschaftlichkeit in der schweißtechnischen Fertigung ermöglicht. Unsere Mitarbeiter stehen Ihnen hierzu gerne beratend zur Seite.

Schweißzusatzwerkstoffe

Aufgrund ihrer hervorragenden Schweißbeignung sind DI-MC Stähle mit einer Vielzahl geeigneter Schweißzusatzwerkstoffe schweißbar. Eine Zusammenstellung möglicher Schweißzusatzwerkstoffe zeigt folgende Tabelle:

DI-MC	E-Handschiessen	UP-Schiessen	Schutzgasschiessen (MAG)
355	EN 499 E42 6 B 42 H5	EN 756 S 42	EN 758 T42 BC3 H5 EN 440 G42
460	EN 499 E 46 6 1Ni B 42 H5	EN 756 S 46	EN 758 T 46 1Ni B C3 H5 EN 440 G46

Beispielhafte Schweißzusatzwerkstoffe zum Schweißen von DI-MC Stählen

Selbstverständlich kann an dieser Stelle nicht auf alle Einzelheiten des Schweißverhaltens von DI-MC eingegangen werden. Für spezielle Anwendungsfälle bietet Dillinger daher eine intensive technische Kundenberatung vor der Stahlbestellung an.

Allgemeiner Hinweis (Haftung):

Angaben über die Beschaffenheit oder Verwendbarkeit von Materialien bzw. Erzeugnissen sind lediglich Beschreibungen. Zusicherungen bezüglich des Vorhandenseins von Eigenschaften oder der Eignung für einen bestimmten Verwendungszweck bedürfen stets besonderer schriftlicher Vereinbarungen.

Kontakt

AG der Dillinger Hüttenwerke
Postfach 1580
66748 Dillingen / Saar
Deutschland

Tel.: +49 6831 47 3456
Fax: +49 6831 47 992146
E-Mail: info@dillinger.biz

Ihren Ansprechpartner finden Sie unter www.dillinger.de