

Schweissen von Strenx®

Expertenempfehlungen zur Erzielung
der besten Workshop-Ergebnisse.



Schweißen von Strenx®



Die extreme Leistungsfähigkeit von hochfestem Strenx® Stahl wird mit exzellenter Schweißbarkeit kombiniert. Für das Schweißen von Strenx® an jede Art von schweißbarem Stahl kann jedes herkömmliche Schweißverfahren verwendet werden.

Diese Broschüre soll die Effizienz des Schweißvorgangs vereinfachen, verbessern und steigern. Sie bietet hilfreiche Hinweise zu Steckenenergie, Zusatzwerkstoffen, Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen, Schutzgas und vielem mehr. Sie soll es jedem Benutzer ermöglichen, die einzigartigen Eigenschaften von Strenx® voll auszuschöpfen.



Strenx® Güten in dieser Broschüre

- ✓ Bestimmte Strenx® Güten können als D-, E- oder F-Version bestellt werden. Für diese Güten beziehen sich die Empfehlungen in dieser Broschüre auf die Anforderungen an die Schlagzähigkeit für die Strenx® E Güten. Die E-Güten haben die Anforderungen an die Kerbschlagzähigkeit für das unbeeinflusste Grundmetall bei -40 °C, was die gängigste Prüftemperatur ist.

Für Schweißempfehlungen für Strenx® Güten mit einer Zähigkeit entsprechend den F-Güten, Strenx® P700 und Strenx® 700 OME, wenden Sie sich für weitere Informationen an SSAB.

In dieser Broschüre wird auf die folgenden Unterlagen verwiesen:

- ✓ Unsere TechSupport-Dokumente, in denen bestimmte Themen weiter vertieft werden. Jeder TechSupport ist auf einen bestimmten Bereich ausgerichtet, wie etwa die Vermeidung von Betriebsunterbrechungen und Beispiele für geeignete Markennamen für Zusatzwerkstoffe.
- ✓ Unsere Software WeldCalc™ ermöglicht den Benutzern die Optimierung ihrer Schweißleistung auf der Grundlage der spezifischen Bedingungen und Anforderungen ihrer geschweißten Konstruktion. welded structure.

TechSupports sind auf unserer Homepage www.ssab.com/download-center zu finden und können dort auch heruntergeladen werden. Eine Benutzerlizenz für WeldCalc™ ist durch eine Registrierung auf dieser Homepage erhältlich. Die TechSupport-Dokumente und eine Benutzerlizenz für WeldCalc™ sind kostenlos.



[Website](http://www.ssab.com) 
[besuchen](http://www.ssab.com)

Die Informationen in dieser Broschüre dienen ausschließlich einer allgemeinen Information. SSAB AB übernimmt keine Haftung für die Eignung oder Zweckmäßigkeit für bestimmte Anwendungen. Der Benutzer ist somit für alle Anpassungen und/oder Modifizierungen verantwortlich, die für die betreffende Anwendung notwendig sind.

Verfahren zur nahtvorbereitung

Bei diesen Stählen können alle konventionellen Verfahren für die Vorbereitung der Schweißnaht verwendet werden. Die üblichsten Verfahren sind Bearbeiten und thermisches Schneiden. Die Vorbereitung bei Blechdicken von bis zu etwa 10 mm kann auch durch Scherschneiden und Stanzen erfolgen.

Bei Blechdicken bis etwa 4 mm sind die Anforderungen an die Kanten bei normalem Lichtbogenschweißen nicht sehr streng. Bei Überlappnähten sind die Anforderungen bei allen Blechdicken zumeist moderat. Fräsen und thermisches Schneiden (Gas, Plasma oder Laser) sind die üblichsten Verfahren bei der Nahtvorbereitung. Die Nahtvorbereitung bei Strenx® lässt sich so leicht ausführen wie bei unlegierten Stählen.

Während des thermischen Schneidens kann sich auf der Nahtoberfläche eine dünne Oxidschicht bilden. Es wird empfohlen, diese Schicht vor dem Schweißen zu beseitigen. Wenn zur Nahtvorbereitung Plasmaschneiden eingesetzt wird, wird die Verwendung von Sauerstoff als Plasmagas empfohlen. Stickstoff kann Porosität im Schweißmetall verursachen. Falls Stickstoff verwendet wird, wird ein Abschleifen der Schnittflächen mit einem ungefähren Mindestwert von 0,2 mm vor dem Schweißen empfohlen. Bei dünnen Blechen kann ein normales Scherschneiden zur Nahtvorbereitung verwendet werden.



Wichtige parameter beim schweissen

Säubern Sie vor dem Schweißen die Naht, um Fremdkörper wie Feuchte und Ölrückstände zu beseitigen. Außer guter Schweißhygiene sind folgende Aspekte von großer Bedeutung:

- Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen, um wasserstoffinduzierte Spannungsrisse zu vermeiden
- Streckenenergie
- Zusatzwerkstoffe
- Schutzgas
- Schweißfolge und Abmessung der Naht

Streckenenergie

Schweißen mit der empfohlenen Streckenenergie führt zu guten mechanischen Eigenschaften in der Schweißnaht.

Die Streckenenergie (Q) durch das Schweißen hängt von Spannung, Stromstärke und Schweißgeschwindigkeit ab. Q beschreibt die eingetragene Energie/Länge der Naht. Der Wert beeinflusst die mechanischen Eigenschaften der geschweißten Naht. Während des Schweißens gibt es einen Energieverlust im Bogen. Die Wärmewirkung (k) ist der Anteil der Streckenenergie, die auf die Naht übertragen wird. Verschiedene Schweißverfahren haben einen unterschiedlichen Wärmewirkungsgrad. In der Tabelle unten finden Sie Näherungswerte für k.

Die meisten Schweißvorgänge werden mit Wechselstrom (AC) oder Gleichstrom (DC) durchgeführt. Die Streckenenergie für DC- oder AC-Schweißen wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$Q = \frac{k \times U \times I \times 60}{v \times 1000} \quad [\text{kJ/mm}]$$

Die Streckenenergie für Impulslichtbogenschweißen kann durch die folgenden beiden Formeln berechnet werden:

$$Q = \frac{k \times IE}{L \times 1000} \quad [\text{kJ/mm}]$$

oder

$$Q = \frac{k \times IP \times 60}{v \times 1000} \quad [\text{kJ/mm}]$$

Thermische Effektivität	k (dimensionslos)
MMA	0.8
MAG, all types	0.8
SAW	1.0
TIG	0.6

Q = Streckenenergie (kJ/mm)

k = Thermischer Wirkungsgrad (dimensionslos)

U = Spannung (V)

I = Stromstärke (A)

v = Schweißgeschwindigkeit (mm/min)

L = Länge einer Schweißblage (mm)

IE = Momentane Energie (J)

IP = Momentane Leistung (W)

Allgemeine Auswirkungen der Streckenenergie auf eine Schweißnaht

Reduced heat input

- ✓ Bessere Zähigkeit
- ✓ Höhere Festigkeit
- ✓ Reduzierte Verformung
- ✓ Niedrige Eigenspannung
- ✓ Engere WEZ

Increased heat input

- ✓ Höhere Produktivität bei konventionellen Schweißverfahren

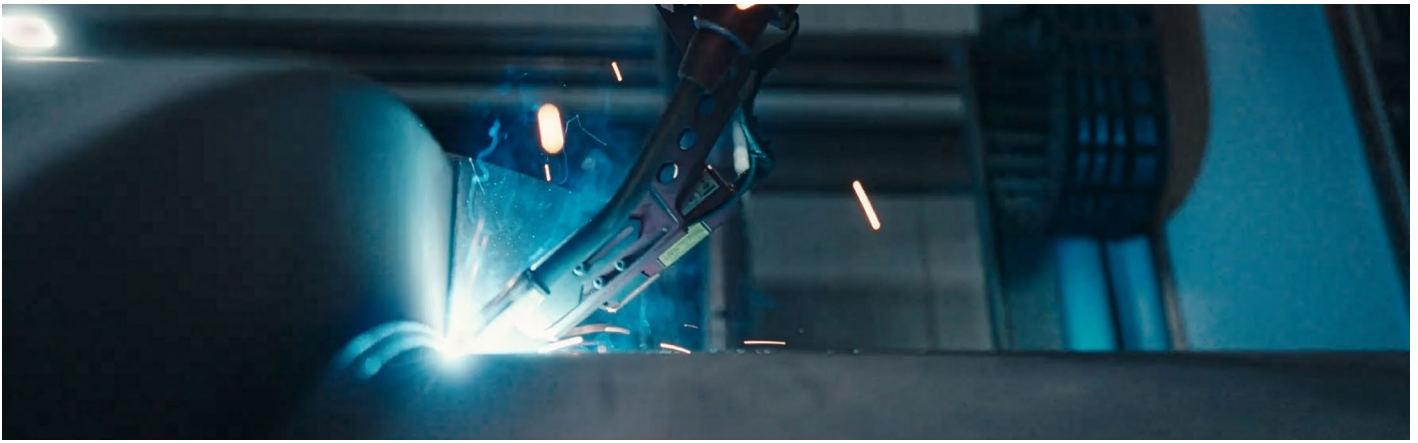
Vermeidung von wasserstoffrissen



Aufgrund der niedrigen Kohlenstoffäquivalente weist Strenx® eine hohe Beständigkeit gegen Wasserstoffrisse auf. Die Gefahr von Wasserstoffrissen kann weiter minimiert werden, wenn unsere Empfehlungen befolgt werden.

Zwei Regeln zur Vermeidung von Wasserstoffrissen:

1. Minimieren Sie den Wasserstoffgehalt in und um die vorbereitete Naht
 - Verwenden Sie die richtigen Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen
 - Verwenden Sie Zusatzwerkstoffe mit einem niedrigen Wasserstoffgehalt
 - Halten Sie Unreinheiten vom Schweißbereich fern
2. Minimieren Sie die Spannung in der Schweißnaht
 - Verwenden Sie keine Zusatzwerkstoffe mit einer höheren Festigkeit als nötig
 - Richten Sie die Schweißfolge so ein, dass die Eigenspannung minimiert wird
 - Halten Sie den Spalt in der Naht kleiner als 3 mm



Minimale vorwärm- und zwischenlagentemperaturen

Alle Strenx® Güten können ohne Gefahr einer Bildung von Wasserstoffrisen geschweißt werden, wenn unsere Empfehlungen befolgt werden. Wenn kein Vorwärmen empfohlen wird, ist das unter der Bedingung, dass die Umgebungsluft und die Nahttemperatur mindestens 5 °C betragen. Bei einer Lufttemperatur unter 5 °C wird ein Vorwärmen der Naht auf mindestens 60 °C empfohlen. Mehrfach-Schweißnähte haben dieselben Vorwärmanforderungen wie beim ersten Durchgang.

Strenx® warm- und kaltgewalzte Bandprodukte

Mindestvorwärm-/zwischenlagentemperaturen aufgrund der Stahleigenschaften sind bei keiner Dicke für warmgewalzte und kaltgewalzte Strenx® Bandprodukte erforderlich, einschließlich MC, Plus, MC Plus, CR, MH, MLH, QLH Güten und Sections.

Schweißen von Strenx® Güten mit einer Streckgrenze von mind. 700 MPa können aufgrund der Eigenschaften des verwendeten Zusatzwerkstoffes ein Vorwärmen erfordern. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter der Überschrift „Vorwärm-/ Zwischenlagentemperaturen aufgrund des Zusatzwerkstoffes“ auf Seite 9.

Strenx® Blechprodukte

Strenx® Blechprodukte sind mit größeren Blechdicken erhältlich als warmgewalzte und kaltgewalzte Strenx® Bandstahlprodukte. Deren Festigkeitsgrad kann in Verbindung mit höheren Blechdicken bedeuten, dass ein Vorwärmen

bei bestimmten Blechdicken und Stahlgüten erforderlich ist. Unsere Empfehlungen sind auf Seite 8 dargestellt. Das Schweißen von Strenx® Güten mit Streckgrenzen von 900 MPa oder höher erfolgt normalerweise mit hochfesten Zusatzwerkstoffen, die die Mindestvorwärmtemperatur bestimmen können, obwohl es aufgrund des Stahls selbst keine Anforderungen gibt.

Wie Legierungszusätze die Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen beeinflussen

Eine einzigartige Kombination der Legierungszusätze optimiert die mechanischen Eigenschaften von Strenx®. Diese Kombination bestimmt die niedrigste Vorwärmtemperatur des Stahls während des Schweißens und kann verwendet werden, um das Kohlenstoffäquivalent zu berechnen.

Das Kohlenstoffäquivalent wird normalerweise als CEV und CET ausgedrückt und gemäß den folgenden Gleichungen berechnet.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Mo+Cr+V)}{5} + \frac{(Ni+Cu)}{15} [\%]$$

$$CET = C + \frac{(Mn+Mo)}{10} + \frac{(Cr+Cu)}{20} + \frac{Ni}{40} [\%]$$

Die Legierungszusätze sind in den Prüfzertifikaten des Blechs angegeben und in diesen Formeln in Gewichtsprozent enthalten. Ein höheres Kohlenstoffäquivalent erfordert normalerweise eine höhere Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur. Typische Werte für Kohlenstoffäquivalente sind in unseren Produktdatenblättern angegeben.

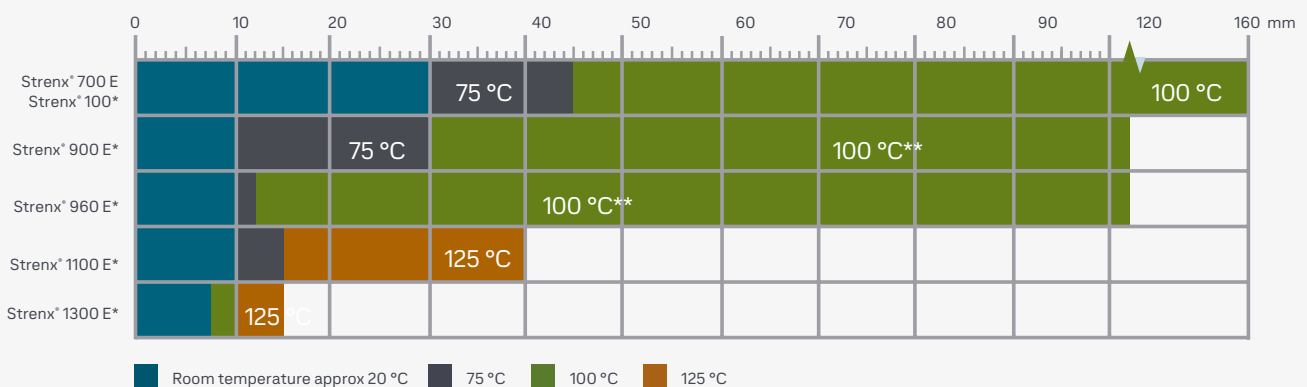
Vorwärm- und zwischenlagentemperaturen für strenx® blechprodukte

Die niedrigste Vorwärmtemperatur beim Schweißen ist in der Grafik angezeigt. Soweit nicht anders angegeben, beziehen sich diese Werte auf die Verwendung unlegierter und niedriglegierter Zusatzwerkstoffe. Für einzelne Blechdicken, die nicht auf der Grafik angegeben sind, wenden Sie sich bitte an SSAB.

Erhöhen Sie die niedrigste Vorwärmtemperatur um 25 °C in Bezug auf die Vorwärmtablette unten in den folgenden Fällen:

- Werden zwei ungleich dicke Bleche derselben Stahlgüte miteinander verschweißt, bestimmt das dickere Blech die Wahl der empfohlenen Mindestvorwärmtemperatur.
 - Werden unterschiedliche Stahltypen miteinander verschweißt, bestimmt das Blech mit der höchsten niedrigsten Vorwärmtemperatur die erforderliche niedrigstmögliche Vorwärmtemperatur.
1. Wenn die umgebende Luftfeuchtigkeit hoch ist oder die Temperatur unter 5 °C liegt
 2. Fest fixierte Nähte
 3. Für Streckenenergien im Bereich von 1,0 bis 1,6 kJ/mm

Minimale Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen (°C) für Strenx® Quartoblechprodukte

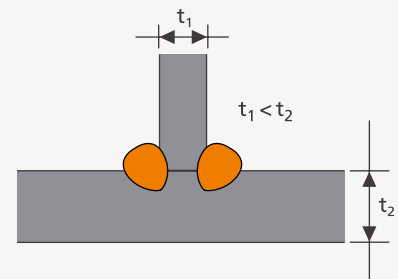
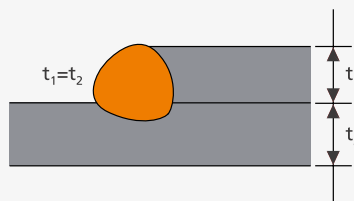
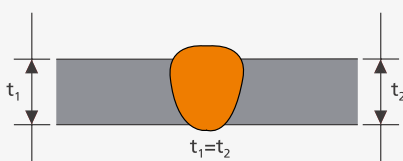


*Die Tabelle gilt für die einzelne Blechdicke beim Schweißen mit einer Streckenenergie von 1,7 kJ/mm oder mehr. Für Blechdicken, die nicht in der Grafik enthalten sind, wenden Sie sich bitte an SSAB.

** 100 °C decken die folgenden Intervalle bei der Blechdicke (Pt) ab

- Strenx® 900 E: Pt zwischen 30,1 und 120,0 mm
- Strenx® 960 E: Pt zwischen 12,1 und 120,0 mm

Einzelblechdicke (mm)



$t_1 < t_2$ (Maße in mm) In diesem Fall ist die Einzelblechdicke in der Tabelle t_1 oder t_2 , unter der Voraussetzung, dass derselbe Stahltyp verwendet wird.

$t_1 < t_2$ (Maße in mm) In diesem Fall ist die Einzelblechdicke in der Tabelle t_2 , unter der Voraussetzung, dass derselbe Stahltyp verwendet wird.

Die niedrigsten empfohlenen Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen in der Grafik auf Seite 8 werden nicht bei Streckenenergien von über 1,7 kJ/mm beeinflusst. Bei einer Streckenenergie unter 1,0 kJ/mm auf Seite 8 kann die niedrigste Vorwärmtemperatur mit WeldCalc™ berechnet werden.

Die Information basiert auf der Annahme, dass die Schweißnähte in der Luft abkühlen können. Die empfohlenen Temperaturen gelten auch für Heftschweißungen und Wurzellagen. Heftschweißungen sollten jeweils mindestens 50 mm lang sein. Für Blechdicken bis 8 mm können jedoch kürzere Heftschweißungen verwendet werden.

Maximale Vorwärmtemperaturen sollten zugelassen werden, um günstige Eigenschaften in der gesamten geschweißten Konstruktion zu erzielen. Siehe Seite 14 für weitere Informationen. Der Abstand zwischen einzelnen Heftschweißungen kann je nach Bedarf variieren. Erkundigen Sie sich bei SSAB in den folgenden Fällen, wenn:

- Mehr als einer der auf Seite 8 angegebenen Fälle 1 bis 3 gleichzeitig auftreten
- Bei Verbindungen, die aus Blechen mit einer Dicke von mehr als 8 mm bestehen, ist eine Heftschweißungslänge unter 50 mm erforderlich.

Vorwärm-/Zwischenlagentemperaturen aufgrund der Eigenschaften der Zusatzwerkstoffe

Beim Schweißen mit Zusatzwerkstoffen mit Streckgrenzen ($R_{p0,2}$) bis 700 MPa beeinflussen die Eigenschaften der Zusatzwerkstoffe in der Regel nicht die niedrigste Vorwärmtemperatur der Naht.

Der Grund hierfür ist, dass das Kohlenstoffäquivalent (CET) des Stahlmaterials in der Regel das des Schweißmaterials um mindestens 0,03 Prozenteinheiten übersteigt. Für Zusatzwerkstoffe mit Streckgrenzen von 700 MPa und höher ist der CET-Wert für den Zusatzwerkstoff gegenüber dem CET-Wert für Strenx® normalerweise so hoch, dass

die niedrigste Vorwärmtemperatur für den Stahl und den Zusatzwerkstoff berücksichtigt werden müssen.

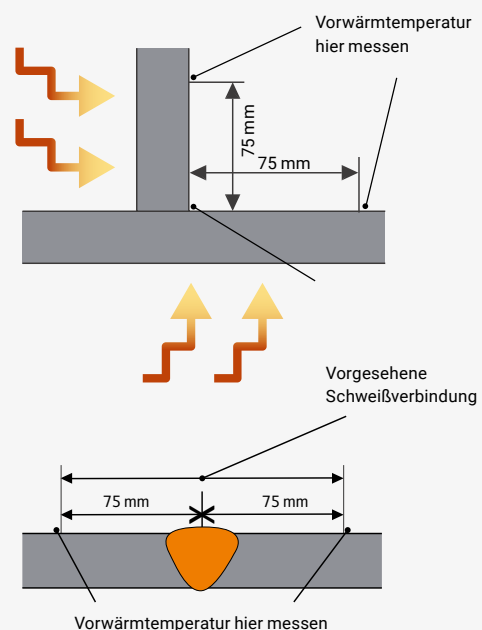
In dieser Situation sollte die höhere niedrigste Vorwärmtemperatur des Nahtblechs oder des Zusatzwerkstoffs verwendet werden. Die Software WeldCalc™ kann diese Berechnungen vereinfachen. Wie für alle Typen von niedriglegierten Zusatzwerkstoffen ist der maximale Wasserstoffgehalt auf 5 ml/100 g Schweißmetall festgelegt.

Herbeiführen und Messen der Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen

Die erforderliche Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur kann auf verschiedene Art erzielt werden. Um den Schweißverband gelegte elektrische Heizmatten sind oft die beste Methode, da sie eine gleichmäßige Erwärmung des Bereiches gewährleisten. Die Temperatur kann zum Beispiel mit einem Kontaktthermometer gemessen werden.

Einzelblechdicke

Messen Sie die Temperatur am dicksten Blech in der Schweißnaht. Eine Wartezeit von mindestens 2 Min./25 mm Dicke sollte vor dem Messen der Vorwärmtemperatur angewandt werden. Die niedrigste Vorwärmtemperatur sollte in einem Bereich von 75 x 75 mm um die vorgesehene Schweißverbindung erreicht werden.



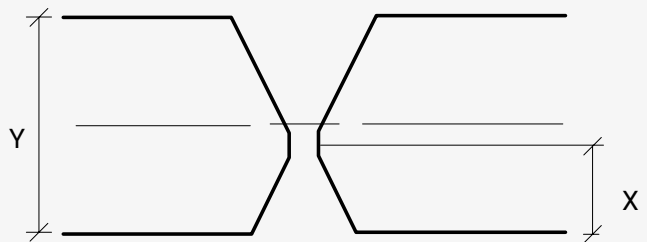
Schweissen von dickeren blechen

Beim Schweißen von Blechen mit einer Dicke über 25 mm werden asymmetrische Nähte empfohlen.

Dies gibt eine zusätzliche Beständigkeit gegen Wasserstoffrisse. Der Grund hierfür ist, dass der mittlere Teil der dickeren Bleche in gewissem Grad chemische Elemente enthalten kann, die die Bildung von Wasserstoffrisen begünstigen. Nähte mit Blechdicken bis 25 mm können entweder symmetrisch oder asymmetrisch sein.

Nähte mit Blechdicken über 25 mm

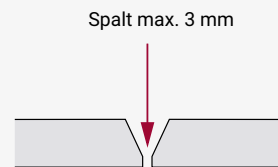
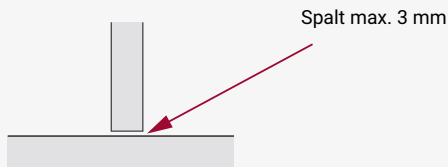
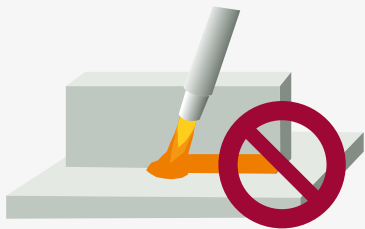
Asymmetrische Nähte: Der Mittelpunkt der Naht wird am besten etwa 5 mm vom Mittelpunkt der Blechdicke aus angesetzt



Y: Blechdicke

X: $(\text{Blechdicke}/2) - 5 \text{ mm}$

Schweißfolge und Spaltgröße

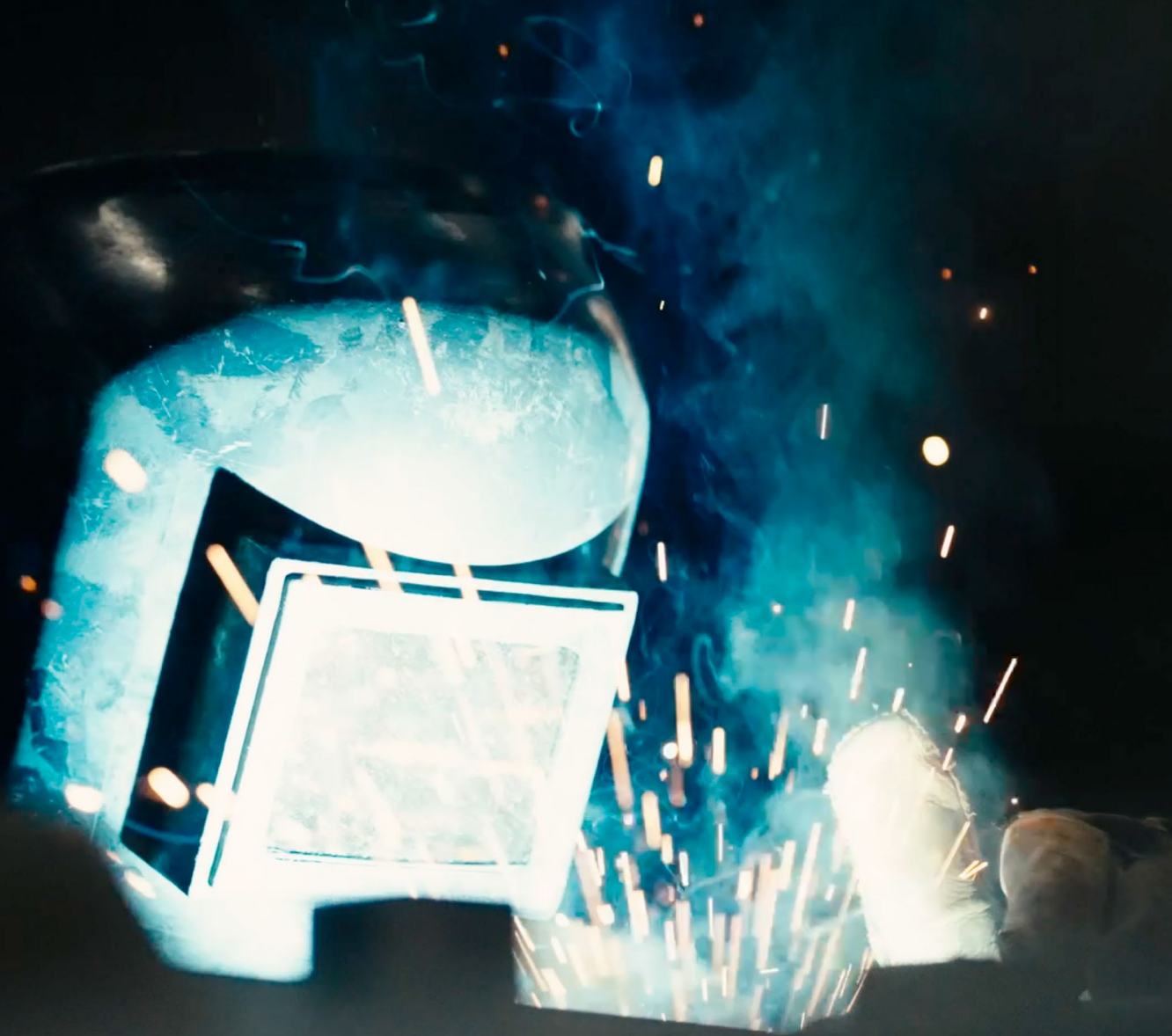


Um Wasserstoffrisse in der Naht zu vermeiden

- Die Start- und Endsequenz sollten sich nicht in einer Ecke befinden. Wenn möglich sollten das Starten und Stoppen mindestens 50 bis 100 mm von einer Ecke entfernt erfolgen
- Der Spalt in der Schweißnaht sollte höchstens 3 mm betragen.



Mechanische eigenschaften in schweissnähten



Kaltgewalzte Produkte aus Strenx® Stahl

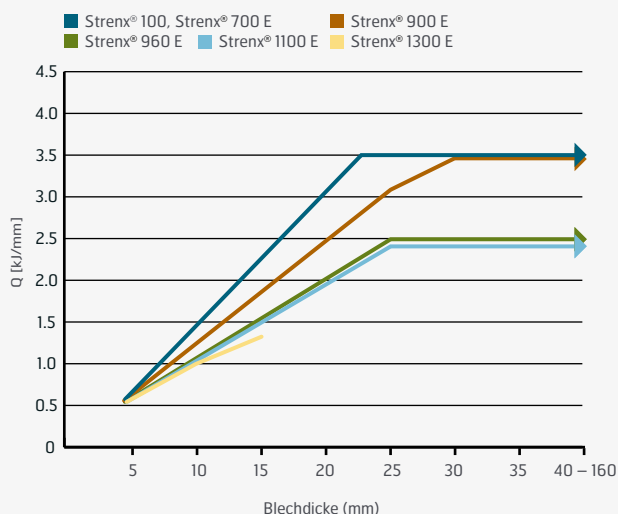
Die Streckenenergie muss ausreichend niedrig eingestellt werden, um ein Durchbrennen des Materials zu vermeiden und um Schweißverzug auf einem niedrigen Niveau zu halten. Mit geeigneten Einstellungen führt die Streckenenergie zu guten mechanischen Eigenschaften in der Schweißnaht.

Jede Schweißsituation ist mehr oder weniger einmalig. Aus diesem Grund gibt SSAB keine Anforderungen für eine maximale Streckenenergie an. Die Festigkeit der Naht wird bis zu einem gewissen Grad geringer sein als die des nicht-betroffenen Stahlmaterials. Im Allgemeinen fördert eine geringere Streckenenergie eine hohe Festigkeit in der Naht. Genauere Werte finden Sie in TechSupport 60.

Strenx® Blech- und Warmbandprodukte

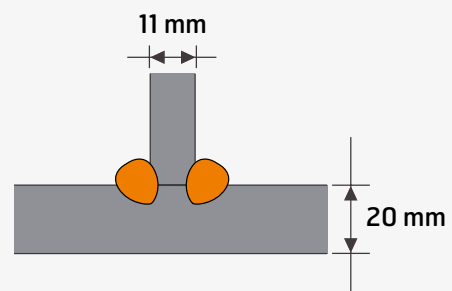
Unsere Empfehlungen für hochfesten Strenx® Stahl basieren auf den typischen Werten für Zähigkeit in der WEZ, die bei mindestens 27 J bei -40 °C liegen. Zusätzlich fördert eine niedrige Streckenenergie eine hohe statische Festigkeit in der Naht. Für einzelne Blechdicken, die nicht auf der Grafik angegeben sind, wenden Sie sich bitte an SSAB.

Die empfohlene höchste Streckenenergie für Strenx® Blechprodukte basiert auf der niedrigsten verwendeten Vorwärmtemperatur



Dicke von Grob- und Feinblech

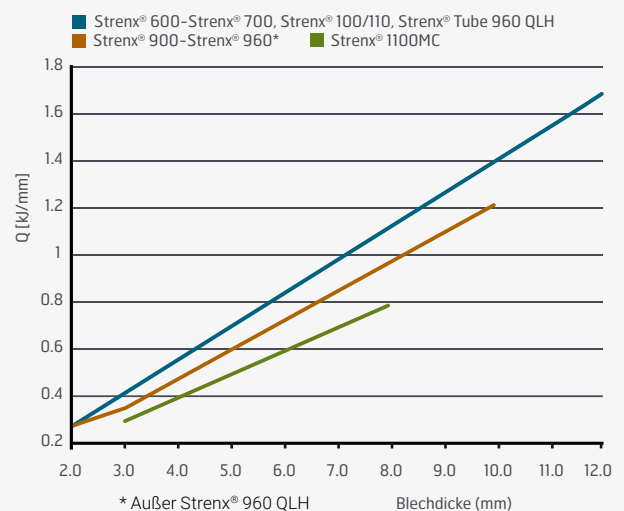
Wenn eine Naht mit verschiedenen Fein- und Quartoblechdicken geschweißt wird, basiert die empfohlene Streckenenergie auf dem dünneren Blech in der Naht.



In diesem Fall basiert die zulässige Streckenenergie auf der Blechdicke von 11 mm.

Die empfohlene höchste Streckenenergie für warmgewalzte Strenx® Bandstahlprodukte basiert auf der niedrigsten verwendeten Vorwärmtemperatur

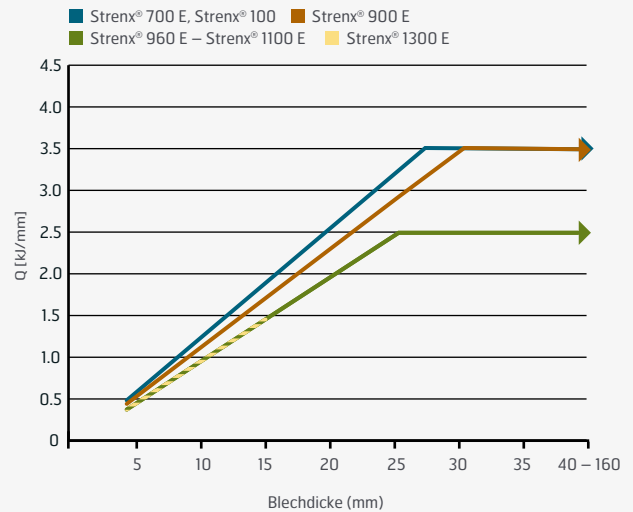
MC, PLUS, MC Plus, Section, Tube MH, Tube MLH, Tube QLH, XF grades



Schweißen bei erhöhten Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen

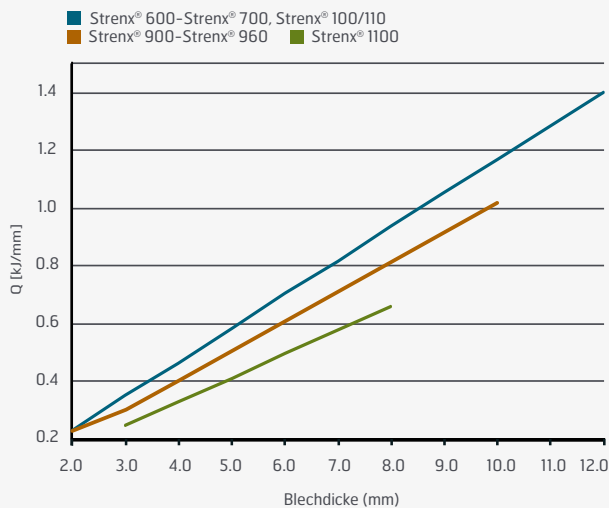
Erhöhte Temperaturen, die zum Beispiel bei Mehrfach-Schweißnähten auftreten können. Beeinflussen die empfohlene Streckenenergie. Die Zahlen unten zeigen die empfohlene Streckenenergie für Nahttemperaturen von 100 °C und 175 °C.

Empfohlene maximale Streckenenergie für die Nahttemperatur der Blechprodukte von 100 °C

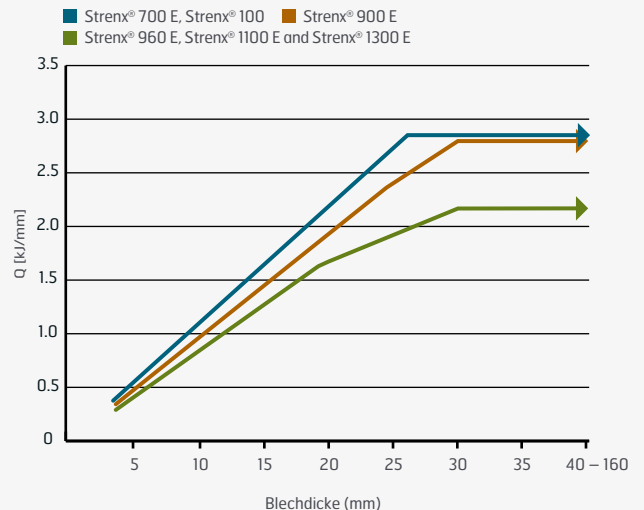


Empfohlene maximale Streckenenergie für Nahttemperatur von 100 °C

MC, PLUS, MC Plus, Tube MH, Tube MLH, Tube QLH, Section und XF Güten



Empfohlene maximale Streckenenergie für die Nahttemperatur der Blechprodukte von 175 °C*

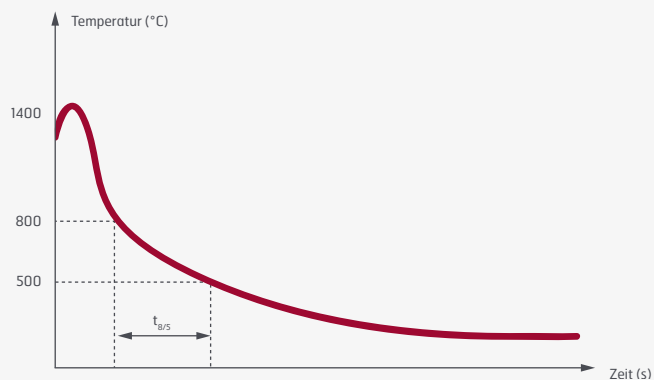


Andere Strenx® Güten werden aufgrund ihrer dünneren Blechdicke nicht erwähnt. Diese Situationen erreichen in der Regel nicht so hohe Zwischenlagentemperaturen wie 175 °C.

Der $t_{8/5}$ -Wert

Der thermische Zyklus beim Schweißen kann durch die Abkühlzeit in der WEZ zwischen 800 °C und 500 °C definiert werden. Dieser Parameter wird als $t_{8/5}$ -Wert bezeichnet und ist in der Abbildung unten dargestellt. Er ist in den verschiedenen Teilen einer Naht ungefähr konstant, solange die Spitzentemperatur bei einem Schweißvorgang mehr als 900 °C erreicht.

Die $t_{8/5}$ -Definition



Es ist nicht nötig, den $t_{8/5}$ -Wert zu berechnen, doch er bietet ein gutes Verständnis des Schweißvorgangs. Jede Strenx® Güte hat einen spezifischen empfohlenen $t_{8/5}$ -Intervall. Berechnungen des $t_{8/5}$ -Werts können mit WeldCalc™ vorgenommen werden. Wo dies angemessen ist, werden zulässige Intervalle für alle Stahlgüten angegeben.

$t_{8/5}$ -Werte, min 27 J bei -40 °C

Strenx® 960 E, Strenx® 1100 E, Strenx® 1300 E 5-15 s

Strenx® 1100MC 1-10 s

Strenx® 900MC, Strenx® 900 Plus, Strenx® Section 900MC, Strenx® Tube 900MH, Strenx® 960MC, Strenx® Tube 960MH Strenx® 960 Plus 1-15 s

Strenx® 100, Strenx® 700 E, Strenx® 900 E, Strenx® Tube 960QLH 5-20 s

Strenx® 100 XF, Strenx® 110 XF Strenx® 650MC, Strenx® Section 650MC, Strenx® 600MC Strenx® 700MC, Strenx® 700MC Plus, Strenx® Section 700MC, Strenx® Tube 700MH, Strenx® Tube 700MLH 1-20 s

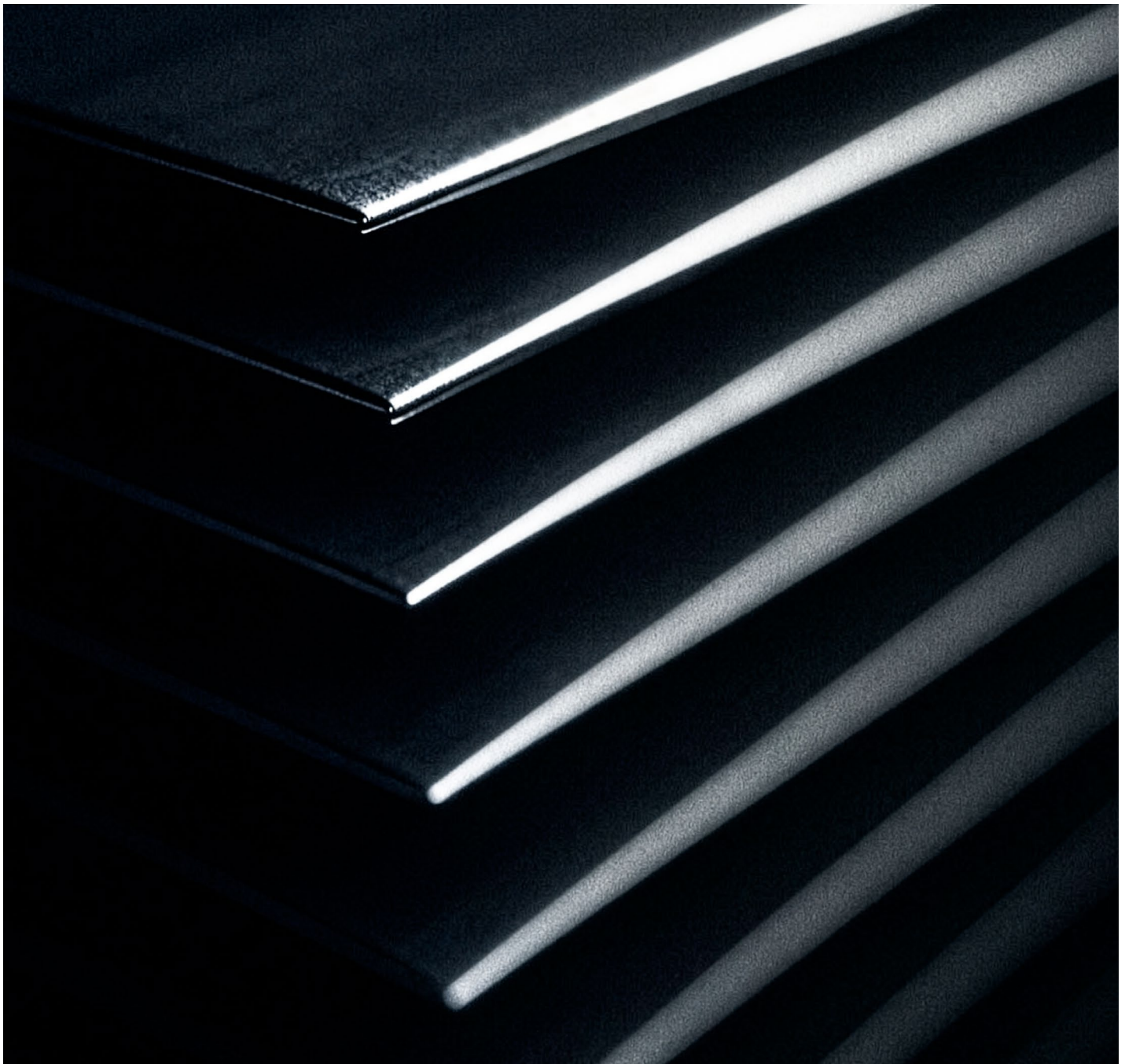
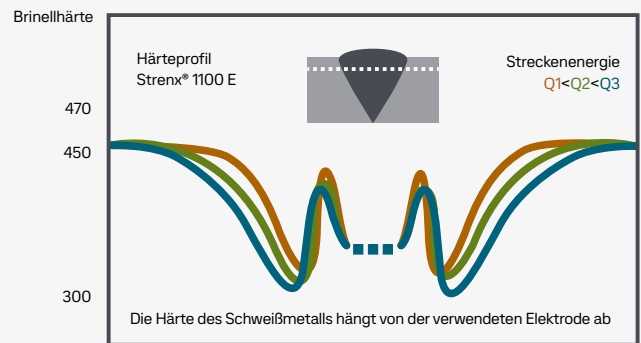
Strenx® Tube 700 QLH 5-25 s

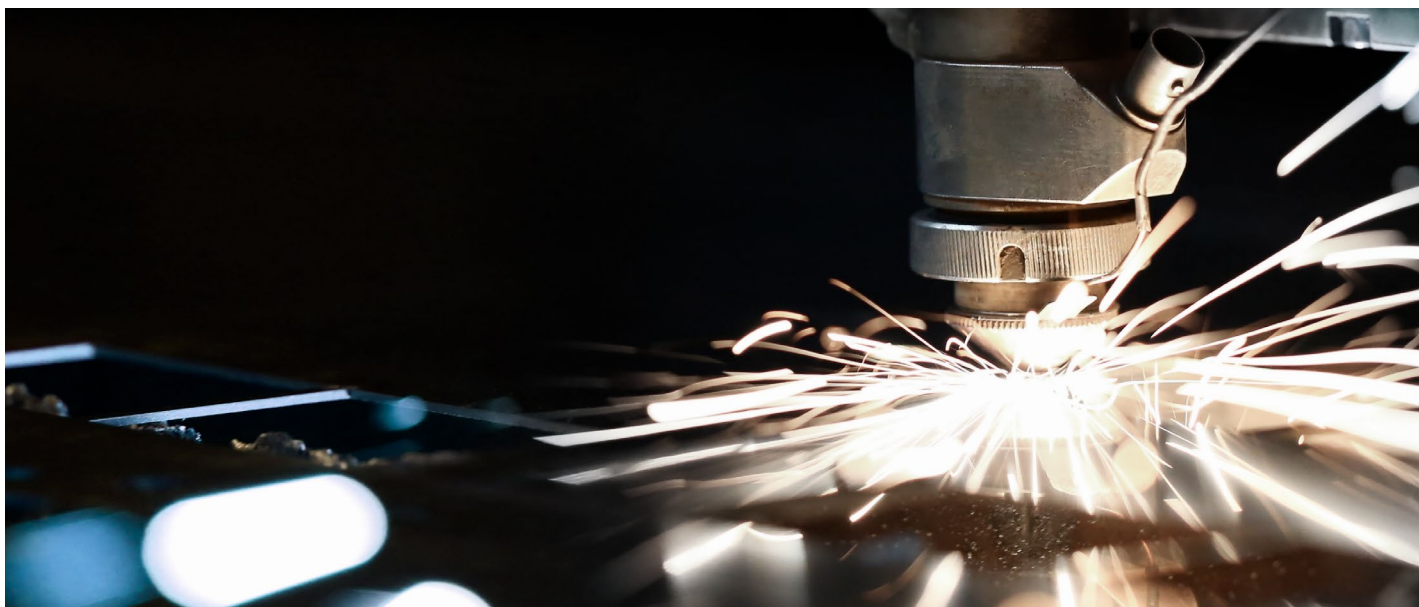


Härteverteilung in der naht

Die Härteverteilung in der WEZ hängt von der Stahlgüte, der Dicke der Bleche und der beim Schweißen verwendeten Streckenergie ab. Die Härte in der Naht wird durch ihre Festigkeit bestimmt. Je höher die Festigkeit in der Naht, desto höher die Härtewerte.

Streckenenergie gegenüber Erweichung in der WEZ





Die maximale empfohlene vorwärm-/ zwischenlagentemperatur beim schweissen und thermischen schneiden

Die maximalen Vorwärm-/Zwischenlagentemperaturen sind angegeben, um eine Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften in der vollständigen geschweißten Konstruktion zu vermeiden. Die angegebenen maximalen

Vorwärmtemperaturen gelten für das Schweißen mit Vorwärmen. Da Strenx® Cr-Güten nur mit einem Durchgang geschweißt werden, sind keine maximalen Vorwärmtemperaturen angegeben.

Stahlname	Max. Vorwärm-/Zwischenlagentemperaturen (°C)
Strenx® 100	300
Strenx® 100 XF	100
Strenx® 110 XF	100
Strenx® 600MC	100
Strenx® 650MC	100
Strenx® 650 Section	100
Strenx® 700 E*	300
Strenx® 700MC	100
Strenx® 700MC Plus	100
Strenx® Section 700MC	100
Strenx® Tube 700MH	100
Strenx® Tube 700MLH	100
Strenx® Tube 700QLH	300

Stahlname	Max. Vorwärm-/Zwischenlagentemperaturen (°C)
Strenx® 900 E*	300
Strenx® 900 Plus	100
Strenx® 900MC	100
Strenx® Section 900MC	100
Strenx® Tube 900MH	100
Strenx® 960 E*	100
Strenx® 960 Plus	300
Strenx® 960MC	100
Strenx® Tube 960MH	100
Strenx® Tube 960QLH	100
Strenx® 1100 E*	100
Strenx® 1100MC	100
Strenx® 1300 E*	300

* Zwischenlagentemperaturen bis 400 °C können in bestimmten Situationen angewandt werden.



Zusatzwerkstoffe

Unlegierte, niedriglegierte und Edelstahl-Zusatzwerkstoffe sind die häufigsten Varianten beim Schweißen von Strenx®.

Festigkeit von unlegierten und niedriglegierten Zusatzwerkstoffen

Die Festigkeit der Zusatzwerkstoffe sollte auf der Basis der Ziffern auf der nächsten Seite ausgewählt werden. Die Verwendung von Zusatzwerkstoffen mit einer geringen Festigkeit kann mehrere Vorteile bieten, darunter:

- Höhere Zähigkeit des Schweißmetalls
- Höhere Beständigkeit gegen Wasserstoffrisse
- Niedriger Eigenspannung in der Naht

Für Mehrfach-Schweißnähte in Strenx® Güten, die Vorwärmen erfordern, ist es von Vorteil, mit Zusatzwerkstoffen mit verschiedenen Festigkeiten zu schweißen. Heftschweißungen und erste Durchgänge werden mit Zusatzwerkstoffen mit geringer Festigkeit geschweißt. Dann werden für die übrigen Durchgänge hochfeste Zusatzwerkstoffe verwendet. Dieses Verfahren kann die Zähigkeit und die Beständigkeit gegen Wasserstoffrisse in der Naht erhöhen.

Wasserstoffgehalt von unlegierten und niedriglegierten Zusatzwerkstoffen

Der Wasserstoffgehalt sollte weniger oder gleich 5 ml Wasserstoff je 100 g Schweißgut betragen. Feste Drähte wie beim MAG- und TIG-Schweißen können zu diesen niedrigen Wasserstoffgehalten im Schweißgut führen. Informationen zum Wasserstoffgehalt bei anderen Zusatzwerkstoffen erhalten Sie vom Hersteller.

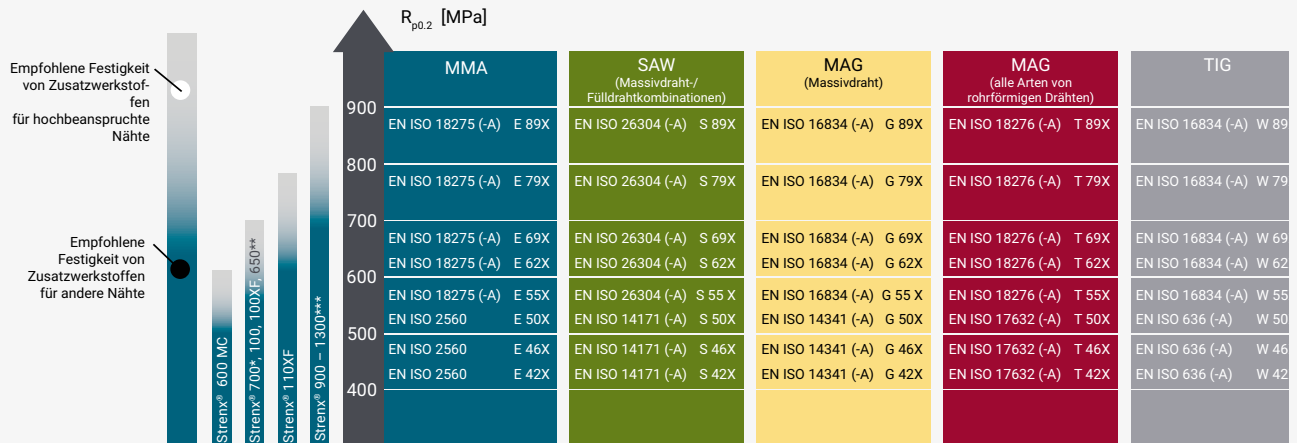
Beispiele für Zusatzwerkstoffe sind auf www.ssab.com in der Publikation TechSupport 60 zu finden. Die Lagerung der Zusatzwerkstoffe gemäß den Empfehlungen des Herstellers hält den Wasserstoffgehalt auf dem oben angegebenen Niveau. Dies gilt vor allem für beschichtete Zusatzwerkstoffe und Flussmittel.

Zusatzwerkstoffe



- Zusatzwerkstoffe mit höherer Festigkeit
- Zusatzwerkstoffe mit geringerer Festigkeit

Zusatzwerkstoffe, EN-Klasse

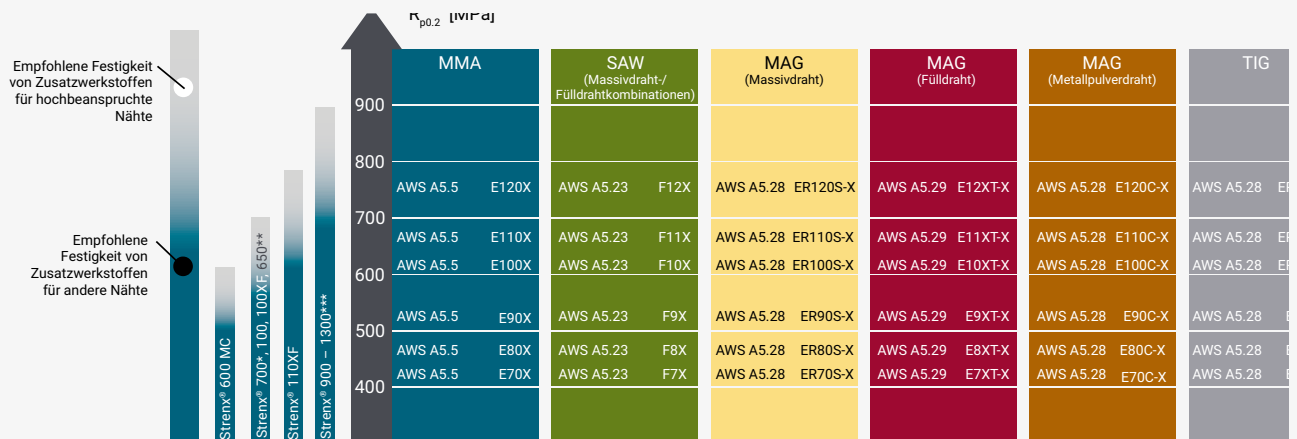


* einschließlich MC, Plus, MC Plus, E, CR, MH, Tube und Section Güten

** einschließlich Section und MC Güten

*** einschließlich MC, Plus, CR, Tube und Section Güten

Zusatzwerkstoffe, AWS-Klasse



* einschließlich MC, Plus, MC Plus, E, CR, MH, Tube und Section Güten

** einschließlich Section und MC Güten

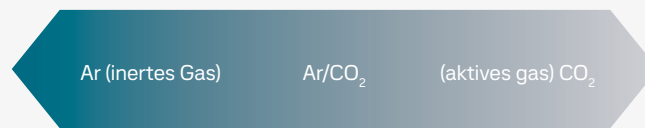
*** einschließlich MC, Plus, CR, Tube und Section Güten

Schutzgas

Die Wahl und Mischung der Schutzgase hängt von der Schweißsituation ab. Mischungen aus Ar und CO₂ sind die üblichsten

Auswirkungen von verschiedenen Schutzgasmischungen

- Erleichtert das Auftreffen des Lichtbogens
- Reduziert Spritzer
- Geringere Menge an Oxiden



- Stabiler Lichtbogen
- Geringe Porosität
- Mehr Schweißspritzer/Verstopfen der Schweißdüse
- Höhere Penetration des Schweißmetalls

Beispiele für Schutzgasmischungen

Schweißverfahren	Lichtbogentyp	Position	Schutzgas
MAG, Massivdraht	Kurzlichtbogen	Alle Positionen	18-25% CO ₂ rest. Ar
MAG, Fülldraht	Kurzlichtbogen	Alle Positionen	18-25% CO ₂ rest. Ar
MAG, Massivdraht	Sprühlichtbogen	Horizontal (PA, PB, PC)	15-20% CO ₂ rest. Ar
MAG, Fülldraht	Sprühlichtbogen	Alle Positionen	15-20% CO ₂ rest. Ar
MAG, Metallpulverdraht	Sprühlichtbogen	Horizontal (PA, PB, PC)	15-20% CO ₂ rest. Ar
Automatisches und Roboter MAG	Sprühlichtbogen	Horizontal (PA, PB, PC)	8-18% CO ₂ rest. Ar
TIG	Sprühlichtbogen	Alle Positionen	100 % Reines Ar

Bei Schweißverfahren auf Schutzgasbasis hängt der Schutzgasstrom von der jeweiligen Schweißsituation ab. Nach einer allgemeinen Richtlinie ist der Schutzgasstrom, gemessen in l/min, gleich groß wie der Innendurchmesser der Gasdüse in mm anzusetzen.



Zusätzliche empfehlungen für das schweissen von Strenx®

Widerstand gegen Terrassenbruch und Wärmerisse

Die Strenx Güten® werden mit sehr geringen Niveaus bei Kontaminanten wie Schwefel und Phosphor hergestellt. Diese Tatsache trägt zu den günstigen mechanischen Eigenschaften in der WEZ und im nicht-betroffenen Stahlmaterial bei. Zudem kann dies zu einer höheren Beständigkeit zu Unregelmäßigkeiten wie Wärmerisse und Terrassenbruch führen.

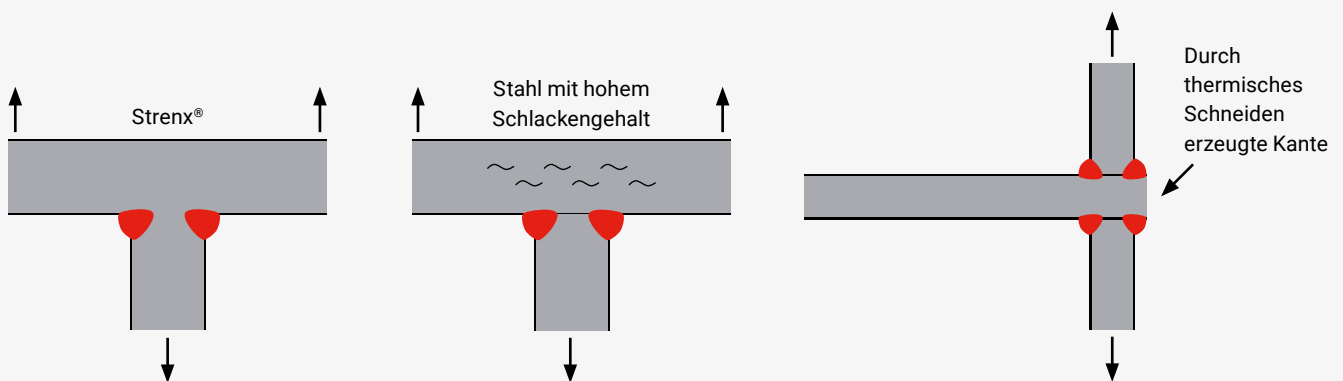
Terrassenbruch ist ein Resultat von Einschlüssen, die sich parallel zur Blechoberfläche befinden, wo eine Zugbelastungsrichtung senkrecht zur Blechoberfläche vorhanden

ist. Vermeiden Sie umlaufende Defekte für Nähte, die senkrecht zur Richtung der Blechoberfläche belastet sind, indem Sie die Nähte von der Blechkante entfernt ansetzen. Für Nähte in dünneren Blechen erzeugt thermisches Schneiden eine Kante mit einer höheren Oberflächenqualität als beim Scherschneiden und Stanzen.

Wärmerisse

- Halten Sie die Naht vor dem Schweißen frei von Kontaminanten wie Öl und Fett. Entfernen Sie diese Substanzen mit geeigneten Verfahren.

Widerstand gegen Terrassenbruch und Wärmerisse



Terrassenbruch. Unterschied zwischen einem Stahl mit hohen Schlackeneinschlüssen und Strenx® Stählen

Empfohlen wird die Verwendung von thermischen Schnittkanten in t-Nähten mit Schweißnähten in der Nähe der Schnittkante

Wie beim Schweißen von allen Typen von Stahl sind normale Vorkehrungen zur Vermeidung von Unregelmäßigkeiten zu treffen. Für weitere Informationen über diese Fragen laden Sie TechSupport 47 auf www.ssab.com herunter.

Schweißen auf Strenx® mit Grundierung

Strenx® Güten können mit einer Grundierung bestellt werden. Dann kann aufgrund des geringen Zinkgehaltes direkt auf der Grundierung geschweißt werden. Die Grundierung lässt sich im Schweißnahtbereich einfach abbürsten oder -schleifen. Eine Beseitigung der Grundierung vor dem Schweißen kann die Porosität des Schweißguts verringern und erleichtert das Schweißen, wenn in anderen Lagen als horizontal gearbeitet wird. Wenn die Grundierung bei der Nahtvorbereitung beibehalten wird, erhöht sich die Porosität des Schweißmetalls leicht. Die geringste Porosität bietet das MAG-Schweißen mit Fülldraht und das MMA-Schweißen. Wie immer beim Schweißen muss für eine gute Lüftung gesorgt werden, um negative Auswirkungen auf den Schweißer und dessen Umgebung zu verhindern. Für weitere Informationen laden Sie TechSupport 25 auf www.ssab.com/downloads-center herunter.

Schweißen von kaltgewalzten Strenx® Produkten, die mit einem Ölfilm bestellt wurden

Um Korrosionsschäden zu vermeiden, werden die Stahlbleche in der Regel mit einem dünnen Ölfilm beschichtet. Dieser Ölfilm ist so dünn, dass er keine Porositätsprobleme erzeugt. Das Öl wird in Gas verwandelt und verflüchtigt sich schnell beim Schweißen.

Werkstoffgruppen gemäß der Norm ISO/TR 15608

Beim Ausführen der Verfahrensprüfung nach der Europäischen Norm werden die Stahlgruppen wie folgt eingerichtet:

Stahl	Dicke (mm)	Werkstoffgruppen gemäß ISO/TR 15608
Strenx® 700 E	≤ 53.0	3.2
Strenx® 700 E	> 53.0	3.1
Strenx® 100 E	Alle Blechdicken	3.1
Strenx® 900 E, 960 E, 1100 E, 1300 E	Alle Blechdicken	3.2
Strenx® 100 XF, 110 XF, 700MC Plus, Strenx® Güten, die mit MC, Tube MH, Tube MLH und allen Section Güten enden	Alle Blechdicken	2.2
Strenx® 900 Plus, 960 Plus, Tube 960 QLH	Alle Blechdicken	3.2



Für ein optimales Ergebnis kann die Grundierung beseitigt werden.

Wärmebehandlung nach dem Schweißen

Strenx® Produkte mit Ausnahme von Strenx® 1100 E, Strenx® 1300 E und Strenx® 1100MC können durch Wärmebehandlung nach dem Schweißen spannungsarmgeglüht werden, obwohl dies selten erforderlich ist. Eine Wärmenachbehandlung jeder der drei zuletzt genannten Stahlgüten wird nicht empfohlen, da diese Maßnahme die mechanischen Eigenschaften der gesamten Konstruktion beeinträchtigen kann. Bitten Sie SSAB um weitere Informationen über geeignete Temperaturen und Haltezeiten.

Lagerung

Wenn Strenx® in einem Bereich gelagert wird, in dem sich auf der Oberfläche des Bleches Schmutz ansammeln kann, müssen bestimmte Vorkehrungen getroffen werden. Um Schweißfehler zu vermeiden, muss das Blech vor dem Schweißen gesäubert werden.

SSAB ist ein in Nordeuropa und den USA ansässiges Stahlunternehmen. SSAB bietet Produkte und Dienstleistungen mit Mehrwert an, die in enger Zusammenarbeit mit seinen Kunden entwickelt wurden – damit die Welt stärker, leichter und nachhaltiger wird. SSAB beschäftigt Mitarbeiter in über 50 Ländern. SSAB verfügt über Produktionsstätten in Schweden, Finnland und in den USA. SSAB ist an der Nasdaq Stockholm notiert und an der Nasdaq Helsinki zweitnotiert.

SSAB

Postfach 70
SE-101 21 Stockholm
SCHWEDEN

Besuchsadresse:
Klarabergsviadukten 70

Telefon: +46 8 45 45 700
E-Mail: contact@ssab.com

strenx.com

STRENX®
PERFORMANCE STEEL