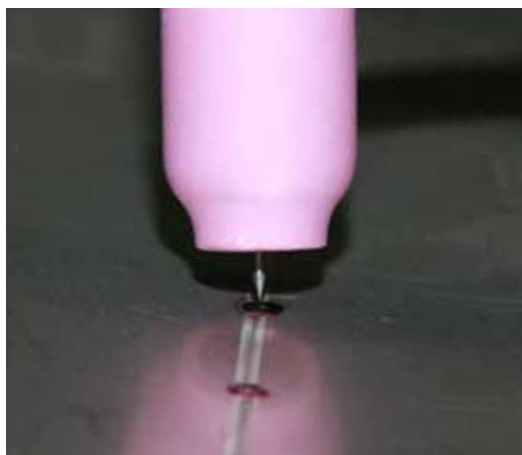


FIXIERUNG UND HEFTSCHWEISSUNG VON AUSTENITISCHEN EDELSTAHLROHREN



Damstahl[®]
stainless steel solutions

MICATRONIC
WELDING VALUE

VORWORT

Diese Broschüre ist durch eine Zusammenarbeit zwischen Damstahl und Migatronic entstanden, zwei dänischen Unternehmen im Bereich der Edelstahl-Bearbeitung. Damstahl ist Lieferant von Edelstahl-Materialien wie Rohre, Fittings, Bleche und Ventile. Migatronic stellt hochwertige Schweißmaschinen für den industriellen Einsatz her.

Die Broschüre beschreibt die Methoden und Ergebnisse bei der Heftschweißung/ Fixierung, mit/ohne Formiergas, und praktischen Empfehlungen für die Fixierung von Rohren vor der kompletten Schweißung, u.a. in der Nahrungsmittel- und Pharmaindustrie. Sie dient als Anleitung für die Fixierung, ohne Formiergas und Zusatzwerkstoffe, von Rohren und Fittings in austenitischem Edelstahl, mittels des halbautomatischen TIG-A-Tack-Verfahrens. Die in der Broschüre beschriebenen Materialien und Anforderungen sind dabei zu berücksichtigen.

Die Broschüre ist keine abschließende Darlegung der Verfahren und Materialien, sondern ein dynamisches Werk, das laufend aktualisiert wird. Wir hoffen, dass die Broschüre Sie zum Neudenken inspirieren bzw. als Augenöffner für die Optimierungsmöglichkeiten für die Fixierung von Qualitätsrohren und -fittings vor der Fertigstellung der Schweißnaht dienen wird. Bedingung für hervorragende Schweißergebnisse ist natürlich wie stets eine hohe Sorgfalt im Schweißprozess und eine gute handwerkliche Ausführung!

| | |
|---|----------|
| HEFTSCHWEISSEN BZW. TIG-A TACK-FIXIERUNG | 3 |
| EIGENKONTROLLE DES SCHWEISSERS - TIG-A TACK-PROZESSVORTEILE | 4 |
| REFERENZATLAS UND TIG-A TACK-BEISPIELE | 5 |
| EINSTELLUNGEN UND RICHTLINIEN | 6 |
| HERKÖMMLICHES HEFTSCHWEISSEN FÜR ANDERE AUFGABEN IN AUSTENITISCHEM EDELSTAHL | 7 |



HEFTSCHWEISSEN BZW. TIG-A TACK-FIXIERUNG VON MOLKEREIROHREN BEI AUFBAUARBEITEN



Heftschweißen mit dem halbautomatischen TIG-A Tack-Verfahren – wegen der ultra-kleinen Schweißpunkte (Migatronik Pi-Schweißgerät) Fixierung genannt – kann ohne Formiergas vorgenommen werden. Voraussetzung ist eine korrekt eingestellte Fixierungszeit und -stromstärke und Sorgfalt für die gute handwerkliche Ausführung. Z.B. gilt für Molkereirohre (Abb. 6.1), dass die Fixierungszeit von 0,02 bis max. 0,1 Sekunde, je nach Blechdicke, und die Fixierungsstromstärke auf das 2-3-fache der Stromstärke, mit welcher das Werkstück normalerweise fertiggeschweißt wird, einzustellen sind.



HINWEISE FÜR DIE TIG-A TACK-FIXIERUNG VON MOLKEREIROHREN ODER ÄHNLICHEN WERKSTÜCKEN AUS AUSTENITISCHEM EDELSTAHL:

- Alle Werkstücke müssen gereinigt, ohne Grat und scharfe Kanten, und in der ganzen Auflagefläche rechtwinklig sein.
- Der Abstand zwischen den Rohren sollte möglichst klein und immer $< 0,2$ mm sein. (Bei größeren Spalten kommt herkömmliches Heftschweißen, ein ähnliches Verfahren mit Zusatzwerkstoff und Formiergas zum Einsatz).
- Kantenversatz darf nicht vorkommen, weil dadurch die tatsächliche Blechdicke bei der Fixierung reduziert wird. Z.B. wird ein Kantenversatz um 0,4 mm zwischen 2 Stück $\varnothing 3''$ Molkereirohren eine Reduzierung der tatsächlichen Blechdicke von 1,6 mm auf 1,2 mm mit sich führen. Wenn ein Kantenversatz unvermeidlich ist, muss die Energiemenge (Zeit und Strom) wesentlich reduziert werden zur Vermeidung unnötiger Verfärbung (Abb. 5.3).
- Fixierungszeit: 0,02-0,1 Sekunde, je nach Blechdicke.
- Fixierungsstromstärke: das 2-3-fache der Stromstärke, mit welcher das Werkstück normalerweise fertiggeschweißt wird.
- TIG-A Tack wurde nur für austenitische Edelstahltypen, z B. EN1.4307, 1,4404, AISI 304L, 316L und andere unmagnetische, kubisch-flächenzentrierte Edelmetalle konzipiert.
- Die auf einem Werkstück geprüften Höchstwerte (Zeit und Strom) sind einzuhalten.

ANFORDERUNGEN AN DIE VISUELLE PRÜFUNG NACH HEFTSCHWEISSUNG BZW. TIG-A TACK-FIXIERUNG

Hinweise für die visuelle Prüfung der Außen- und Innenseite eines Rohres, zur Sicherstellung der Einhaltung aller Anforderungen:

- Die Außenseite der Heftschweißung bzw. Fixierung muss blank sein und die Anforderungen an maximalen Schweißnahtüberhang usw. einhalten.
- Die zulässige Verfärbung im Rohrinne muss $< \varnothing 3$ mm sein.
- Oxidierung und Blaufärbung im Rohrinne darf nicht vorkommen.
- Die Heftschweißung/Fixierung muss mitten in der Naht liegen.
- Nach Fertigschweißung des Rohres darf keine Verfärbung herrührend von der Heftschweißung/Fixierung vorkommen.
- Der Schweißer ist für die Einhaltung aller Anforderungen verantwortlich.
- Der Schweißer ist für die Prüfung aller Heftschweißungen/Fixierungen gemäß der gewählten Ebene vor der Vollschweißung verantwortlich.

Heftschweißen versus Fixierung!

Unterschiede: Eine Heftschweißung wird manuell ausgeführt und ist größer als eine Fixierung. Eine Heftschweißung erhöht die Wärmeeinbringung wegen der längeren Schweißzeit, den Durchbrand in das Grundmaterial sowie das Risiko von Deformation. Typischerweise wird der Einsatz von Zusatzwerkstoffen und in jedem Falle Formiergas gefordert (vgl. DS/EN 1011-1,3). Eine TIG-A Tack-Fixierung wird immer mit voll- oder halbautomatischer

Schweißausrüstung ausgeführt. Ergebnis: kleine Schweißpunkte, niedrige Wärmeeinbringung und geringe Deformation. Wenn korrekt ausgeführt, ist Formiergas nicht notwendig.

Ähnlichkeit: Beide Methoden kommen bei der Fixierung von Werkstücken vor und während der Vollschweißung zum Einsatz und müssen in einer freigegebenen Schweißanweisung enthalten sein.



EIGENKONTROLLE DES SCHWEISSERS VON FIXIERUNGEN AUF SCHWEISS- UND WURZELSEITE

BITTE BEACHTEN!

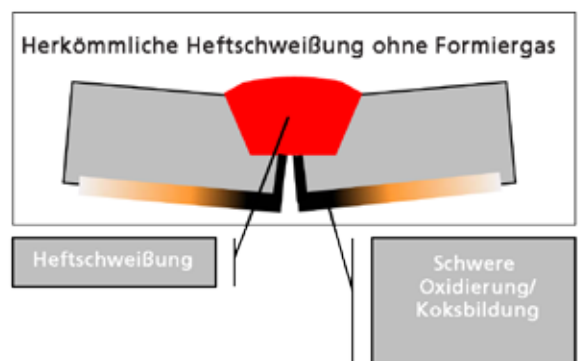
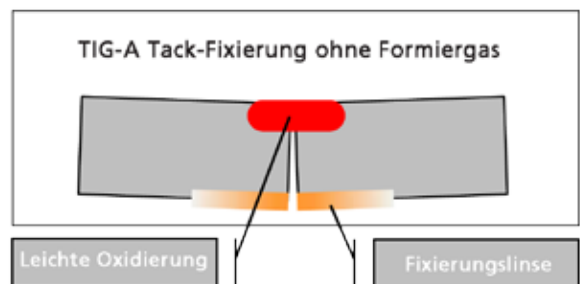
Prüfwerte und -ergebnisse beruhen auf praktischen Versuchen und sind deshalb richtungsgebend. Entscheidend für die Ergebnisse und die Prüfung ist der Umfang der Verfärbung auf der Wurzelseite. Wichtig ist es deshalb laufend sicherzustellen, dass das Ergebnis der Heftschweißung bzw. Fixierung alle Anforderungen einhält.

PRÜFUNG EINER HEFTSCHWEISSUNG BZW. FIXIERUNG:

- Alle zu verschweißenden Werkstücke müssen hinsichtlich der Rohrgröße, Qualität und Blechdicke vor Ort geprüft werden. Diese Prüfstücke müssen von den Projektleitern des Käufers und des Verkäufers angenommen und als Referenz im Zweifelsfall aufbewahrt werden.
- Auf den Prüfstücken müssen mindestens der Name des Schweißers, die Heftschweiß-/Fixierungszeit und -stromstärke sowie das Prüfdatum angegeben werden.
- Die Prüfung der Werkstücke muss von dem einzelnen Schweißer ausgeführt werden. Er kann somit auf seinem Schweißgerät die Zeit und Stromstärke für die Heftschweißung/Fixierung jeder einzelner Rohrdimension/Blechdicke einstellen.
- Der Schweißer muss mindestens Zugang zu einem Spiegel und einer Lampe zur Kontrolle der Wurzelseite der Heftschweißungen/Fixierungen haben.

VORTEILE EINER KORREKT AUSGEFÜHRTEN TIG-A TACK-FIXIERUNG:

- Reduzierte Oxidierung der Wurzel- und Schweißnaht
- Reduzierte Wärmeeinbringung
- Geringe Deformation des Materials
- Reduzierter Zeit- und Gasverbrauch (kurze Vorbereitungszeit, keine Formierung)
- Einfach für den Schweißer
- Keine erkennbaren Heftpunkte/Fixierungen nach Vollschweißung
- Gut geeignet vor Vollschweißung (manuell, Orbital-, Roboter/Automatenschweißen)
- Wirtschaftlich



REFERENZATLAS UND TIG-A TACK-BEISPIELE

BITTE BEACHTEN!

Die Verfärbungen sind mit Referenzatlas¹⁾ Chart 1 und 2 Ebene C (≈ 100 ppm. für Formiergas und ≈ 32 ppm. für Argon) als Höchstwerte vergleichbar. Das Qualitätsniveau ist individuell je nach der Aufgabe festzulegen.

¹⁾ FORCE Technology "Referenceatlas", auf Anfrage bei FORCE Technology, DK-2605 Brøndby erhältlich.

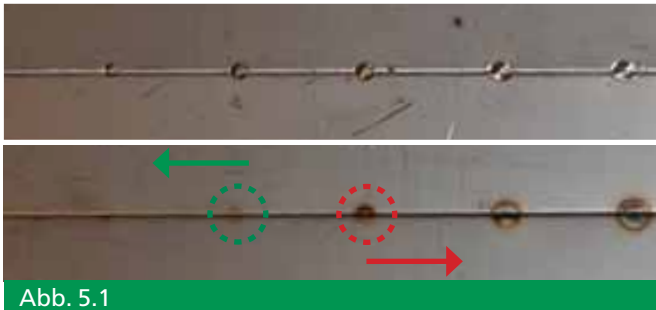


Abb. 5.1

Abb. 5.1: Schweiß- und Wurzelseite in 1,5 mm Blech, fixiert ohne Formiergas gemäß Werten in Abb. 6.1 (max. 175 A/0,06 Sekunde – grüner Kreis). Verfärbung der Wurzelseite wie im grünen Kreis ist normalerweise annehmbar¹⁾. Die Fixierungslinse der Schweißseite muss immer blank sein.

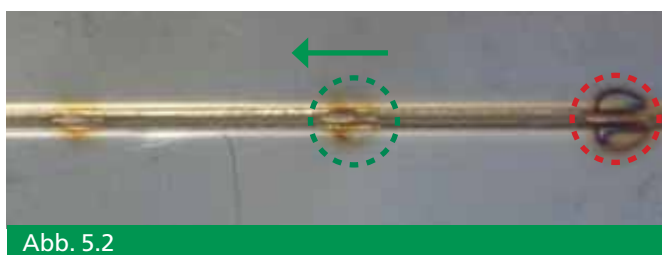


Abb. 5.2

Abb. 5.2: 2 mm Blech geöffnet 90 Grad von der Wurzelseite. Die Schweißnaht unter der Fixierungslinse ist in dem grünen Kreis beinahe ohne Verfärbung. Das annehmbare Ergebnis ist u.a. auf anodische Ablösung (keine Verwirbelung/Zufuhr von neuem Oxygen wegen kurzer Erwärmungszeit) zurückzuführen. Der sichtbare Rest der Verfärbung wird bei der Vollschweißung mit Formiergas eliminiert.

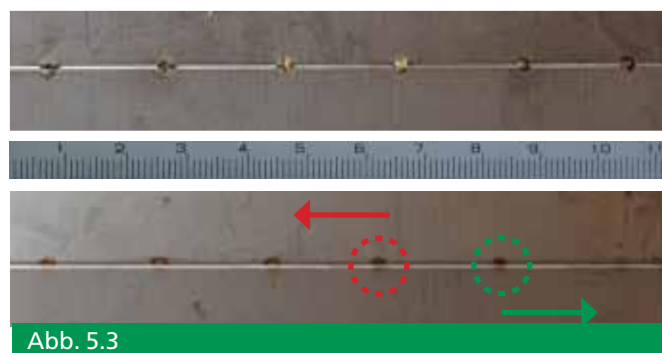


Abb. 5.3

Abb. 5.3: Schweiß- und Wurzelseite in 1,5 mm Blech, fixiert mit 1-0 mm Kantenversatz in der Längsrichtung des Blechs. Die Verfärbung des einen Blechs ist auf die in der Praxis "kleinere" Blechdicke wegen der Kantenversetzung zurückzuführen. Werte gemäß Abb. 6.1 sollten auf die "neue" Blechdicke reduziert werden. (Alle Fixierungen in der Abbildung sind mit demselben "hohen" Wert ausgeführt).

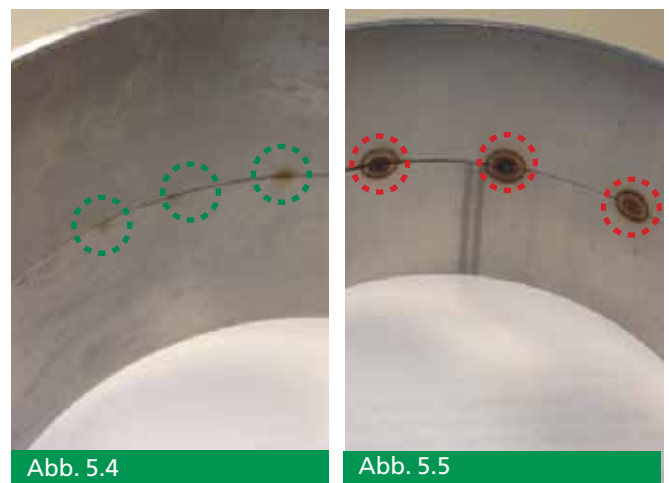


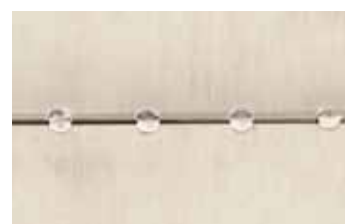
Abb. 5.4

Abb. 5.5

Abb. 5.4: Wurzelseite in 3" Rohr ausgeführt mit TIG-A Tack ohne Formiergas.

Abb. 5.5 Wurzelseite in 3" Rohr ausgeführt mit herkömmlicher Heftschweißung ohne Formiergas. Ergebnis: eine zerstörte und völlig unannehmbare Wurzelseite.

TIG-A Tack-Fixierungsprobe



Material: Edelstahl 1.4404, AISI 316, 1,0 mm
Schweißgas: Ar/H₂ 98/2 % ohne Formiergas –
Daten gemäß Abb. 6.1



EINSTELLUNG UND RICHTLINIEN

Abb. 6 zeigt die Einstellungswerte²⁾ der Schweißmaschine (Fixierungsstrom und -zeit) im Verhältnis zur Blechdicke in I-Nähten. Zur Sicherstellung ausreichender Fixierung zwischen Rohren, Fittings oder Blechen mit minimaler Verfärbung der Wurzel-seite als Hauptergebnis, muss die

Schweißmaschine so eingestellt werden, dass der gelbe Grenzbereich zwischen dem grünen und dem roten Feld in den Kurven nie überschritten wird. Der gelbe Grenzbereich gibt Höchstwerte an, weshalb die Einstellung der Schweißmaschine in Richtung Mitte des grünen Felds empfohlen wird.

BITTE BEACHTEN!

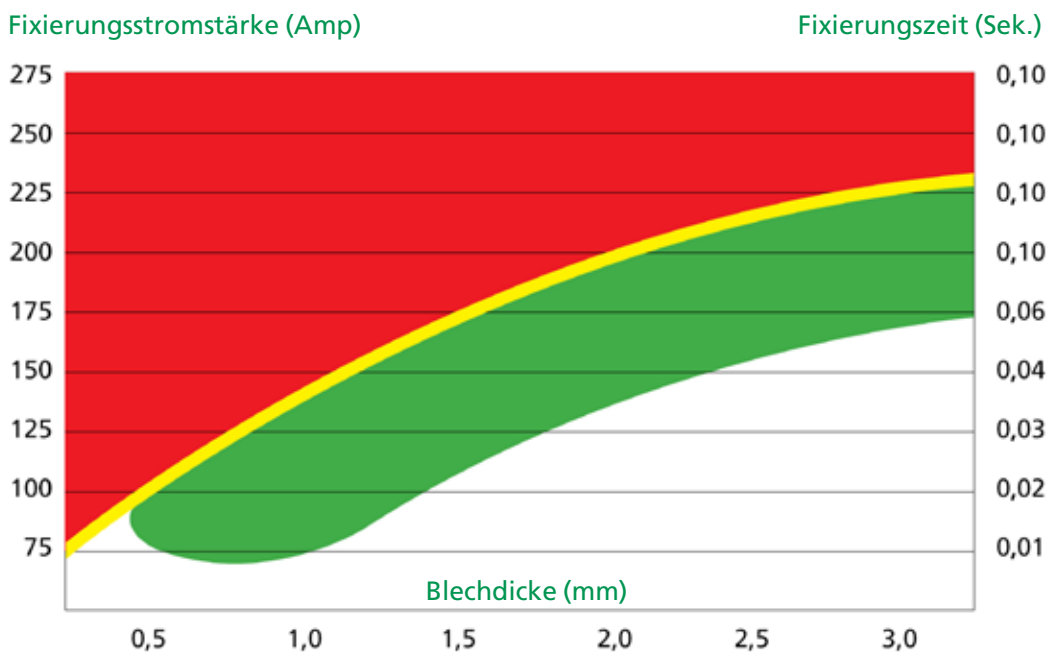
TIG-A Tack-Einstellung

Alle Werte im grünen Feld (Abb. 6.1) werden normalerweise annehmbare Ergebnisse bringen (siehe Seite 5). Alle Werte sind richtungsgebend und müssen je nach Materialdicke eingestellt werden.

PRAKTISCHE HINWEISE:

- Zur optimalen Fokussierung der Entladeenergie den WIG-Schweißbrenner rechtwinklig in allen Richtungen +/- 5 Grad in 1-2 mm Entfernung zur I-Schweißfuge halten.
- Die Wolframelektrode in die Längsrichtung mit einer Spitzenlänge von ca. 2,5-mal des Durchmesser schleifen. Die Anweisungen des Herstellers für Höchststrombelastung befolgen.
- Schutzgas = Argon oder Argon/2-3% Hydrogen.

Abb. 6.1



²⁾ Alle Prüfungen und Einstellungen wurden mit einer Migatronic Pi WIG-Schweißmaschine mit TIG-A Tack™-Funktion ausgeführt. Bei Anwendung anderer Schweißmaschinenfabrikate mit dieser Funktion müssen ggf. Justierungen der Fixierungszeit/stromstärke vorgenommen werden. Vor endgültiger Fixierung eines Werkstücks müssen Prüfungen des gleichen Materials ausgeführt und bestätigt werden. Die Prüfungen müssen aufbewahrt werden.

HERKÖMMLICHES HEFTSCHWEISSEN FÜR ANDERE AUFGABEN IN AUSTENITISCHEM EDELSTAHL

Bei einigen herkömmlichen Heftschweißaufgaben sollten TIG-A Tack-Fixierungen nicht vorgenommen werden. Z. B. wegen dicken Blechdicken mit V-Nähten, Kantenversatz, Spalt oder anderen Edelstahl-Materialgruppen als austenitischen Edelstählen, die Zusatzwerkstoffe fordern. Schweißmaschinen ohne Möglichkeit für voll- oder halbautomatische Einstellung der Zeit und Stromstärke können in der Nahrungsmittel- und Pharmaindustrie nicht zur Heftschweißung/Fixierung ohne Formiergas in Rohren eingesetzt werden.

Erfahrungsgemäß wählen mehrere Schweißer leider den Weg des kleinsten Widerstandes und heftschweißen ohne Formiergas, "wo es nicht zu sehen ist", typisch in Rohren! Abbildungen 7.1 und 7.2 zeigen typische Beispiele von Spiegelkontrollen von Rohren, die manuell ohne Formiergas heftgeschweißt und danach vollgeschweißt wurden. Der Effekt sind Fehler, Verfärbung und Poren in der fertigen Schweißung bei der Heftschweißung. Hier besteht Korrosionsrisiko! Leider führen schlechte Schweißungen oft zu Bakterien, deren Ursache und Brutstätte schwer zu finden sein kann. Fehlersuche und Neuaufbau kompletter Rohr-/Prozesssysteme sind ab und zu notwendig. Weder der Kunde, der das Endprodukt gekauft hat, noch der Schweißer, der die Schweißung ausgeführt hat, kennen das latente Risiko nach mehreren Monaten/Jahren in Betrieb; da die Anlagen bei der Lieferung typischerweise einwandfrei funktionieren. Eventuelle Folgeschwierigkeiten, die durch mangelhafte Einweisung oder fehlende Kenntnisse über die Schwierigkeiten beim Schweißen von Edelstahl und/oder fehlender Eigenkontrolle verursacht sind, haben hohe Kosten zur Folge.

- Heftschweißungen dürfen nur von zertifizierten Schweißern ausgeführt werden und müssen vertragsgemäß auf freigegebenen Schweißanweisungen basieren.
- Fehler, die die Annahmekriterien überschreiten (Start-/Stop-Risse und andere Mängel) dürfen nicht vorkommen. Alle Fehler müssen vor Vollschweißung ausgebessert bzw. geschliffen werden.
- Freigegebene Zusatzwerkstoffe, die zum Einsatz kommen, müssen rein und trocken und von derselben oder einer höheren Legierung sein um das unvermeidliche Verbrennen von Legierungselementen im Schweißbad zu kompensieren. Hiermit wird die Korrosionsbeständigkeit über die ganze Lebensdauer der Konstruktion gewährleistet.
- Wegen des hohen Erweiterungskoeffizienten und niedriger Wärmeleitfähigkeit sind eine hohe Wärmeeinbringung und große Fugen zur Vorbeugung von Deformation und schädlichen Strukturänderungen in der Wärmeeinflusszone zu vermeiden.

Weitere Informationen über Ausführung von und Risiken beim Heftschweißen und Schweißen in Edelstahl sind dem EN 1011-1,3-Standard zu entnehmen (auf Anfrage bei verschiedenen Anbietern erhältlich).



Abb. 7.1

Abb. 7.1: Spiegelkontrolle einer herkömmlichen manuellen Heftschweißung (nicht TIG-A Tack), ausgeführt ohne Formiergas. Ergebnis: eine unannehmbare Wurzelseite.



Abb. 7.2

Abb. 7.2: Das Ergebnis der Spiegelkontrolle in Abb. 7.1. Die Heftschweißung hat Poren und Verfärbung in der fertigen Schweißung verursacht.

DAMSTAHL - MIGATRONIC

Edelstahl ist als eines der wichtigsten Metalle der Zukunft auf dem Vormarsch. Das stellt hohe Anforderungen an die Mentalität und das Wissen des professionellen Schweißers über die praktische Ausführung guter Schweißungen. Ebenso sollten die Bauherren von Anlagen die Herausforderungen Ihrer Anwendungen genauestens kennen. Darüber hinaus sind auf allen Seiten aktualisierte Kenntnisse von geltenden Normen und Richtlinien wichtig.

Damstahl und Migatronik kennen die Herausforderungen, welche im Zusammenspiel hochwertiger rostfreier Materialien und Schweißmaschinen bestehen. Und wir erfüllen die Anforderungen, die unseren Kunden die Herstellung hygienischer und langlebiger Lösungen ermöglichen.

Für weitere Auskünfte stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



Der Gipfel der Faulheit ist es, erstmal das Richtige zu tun.

Quelle: unbekannt

Weder Damstahl noch Migatronik haften gegenüber Dritten für eventuelle Fehler, die infolge unsachgemäßer Anwendung von den in dieser Broschüre erwähnten Materialien oder Geräten entstehen.

- A man who works with his hands is a Laborer
- A man who works with his hands and his brain is a Craftsman
- A man who works with his hands and his brain and his heart is an Artist

Kilde : Louis Nizer

 **Damstahl**[®]
stainless steel solutions

Damstahl GmbH
Raiffeisenstr. 6-8
40764 Langenfeld
Telefon 0 21 73 / 7 97 0
Telefax 0 21 73 / 7 97 270
www.damstahl.de

MIGATRONIC
WELDING VALUE

MIGATRONIC Schweißmaschinen GmbH
Sandusweg 12, D-35435 Wettenberg
Telefon: (+49) 0641/98284-0
Fax: (+49) 0641/98284-50
www.migatronik.de
info@migatronik.de