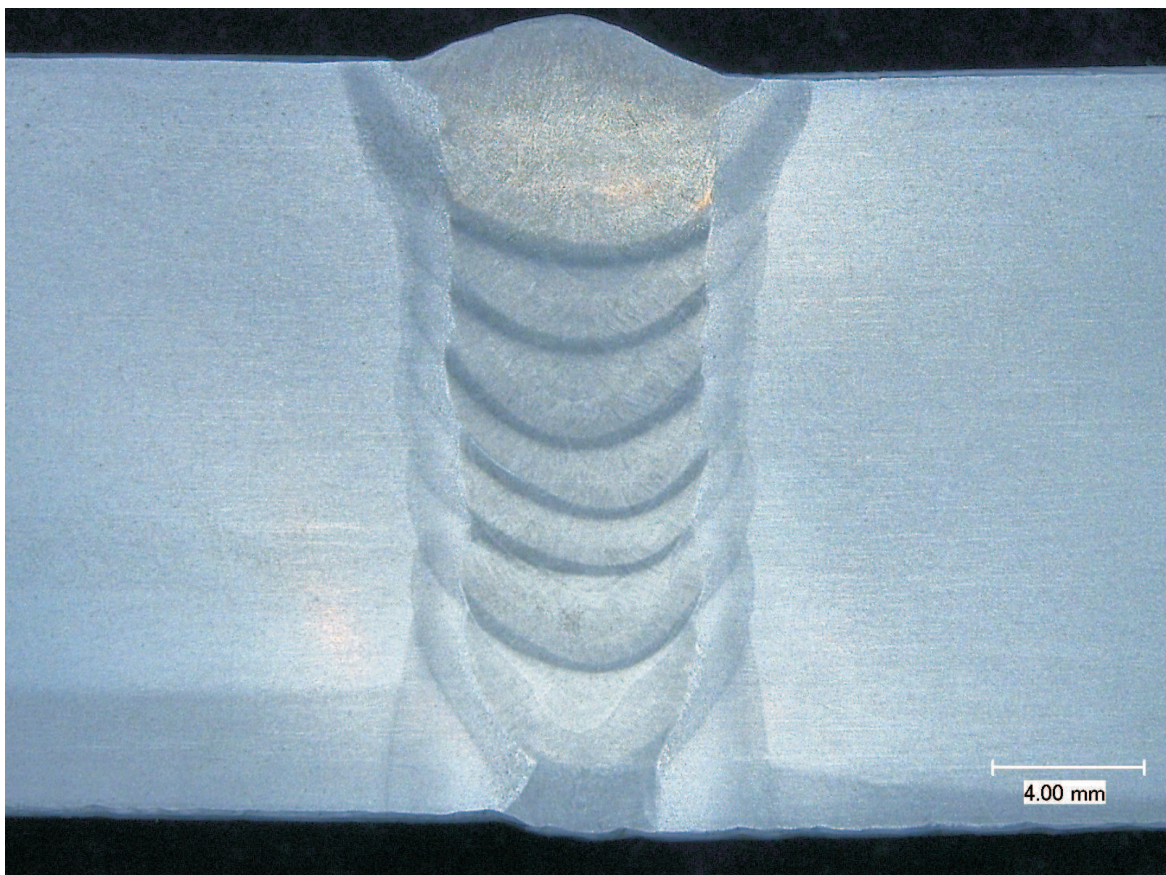


Aktuelle Informationen aus dem  
Institut für  
Schweißtechnik und Fügetechnik  
der RWTH Aachen

# 43



Makroschliff einer MSG geschweißten Orbitalsteiflankennaht

## Themen:

- Fügen von X100 Pipeline Stahl unter Variation klimatischer Randbedingungen
- Konduktives Rührreibschweißen
- News

Dipl.-Ing. K. Willms, Dipl.-Ing. G. Buchholz

Für das Fügen von hochfesten TMCP-Pipelinestählen unter unterschiedlichen klimatischen Randbedingungen wurde ein wirtschaftliches und robustes MSG-Orbitalschweißkonzept entwickelt. Hierzu wurde eine Versuchsumgebung realisiert, in der Grund- und Zusatzwerkstoffe unter extremen klimatischen Bedingungen schweißtechnisch untersucht und qualifiziert werden können.

2003 wurden weltweit rund 20000 km Pipeline erstellt, von diesen dienten 60% dem Erdgas-transport, 2004 waren es bereits 40000 km. Dies wird im Besonderen durch die Produktionszahlen deutscher Rohrstuhl- und Rohrhersteller verdeutlicht. Großrohrleitungen aus hochfesten TM-Stählen bieten bei diesen Anwendungen den besten Kompromiss bzgl. notwendiger Tonnage und den geforderten mechanisch-technologischen Eigenschaften. Insbesondere werden in diesem Kontext Rohrleitungen aus Stählen der Qualität X100 nach API 5L in Zukunft eine wichtige Rolle einnehmen.

Ziel des durchgeführten Forschungsvorhabens war vor diesem Hintergrund die Bereitstellung einer werkstofflich orientierten Verarbeitungsanleitung für das Fügen von Rohrsegmenten aus hoch- und höchstfesten TM-Pipelinestählen unter Berücksichtigung technisch-wirtschaftlicher Aspekte und unter Variation der klimatischen Bedingungen zur Darstellung unterschiedlicher Baustellenbedingungen. Der genutzte Versuchsaufbau ermöglichte es hierbei Temperaturen im Bereich von -20 bis 40 °C und Luftfeuchten bis zur maximalen Sättigung zu erreichen, Bild 2.

Zunächst wurde im Rahmen der Arbeiten eine belastbare, halborbitale Schweißtechnologie zur wirtschaftlichen Fertigung der Baustellenrundnaht entwickelt. Dies erfolgte an typischen Rohrwanddicken von 20 mm unter Nutzung einer wirtschaftlichen Steiflankennahtgeometrie, Bild 1, Titelbild.

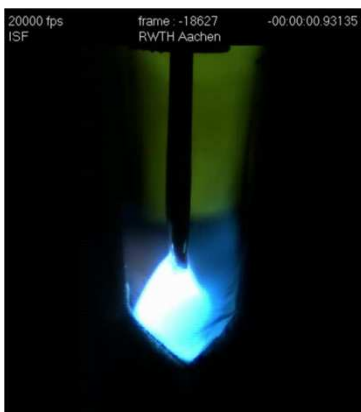


Bild 1: Schweißprozess, Steiflankennaht  
Fig. 1: welding process, narrow gap

For the joining of high-strength thermo-mechanical control produced X100 pipeline steel an economic welding concept was developed. For this an orbital GMAW welding technology was realized, which exhibits robust characteristics concerning varying climatic process boundary conditions.

Auf Basis dieser Schweißtechnologie wurde das Verhalten des Grund- und des verwendeten Zusatzwerkstoffes unter unterschiedlichen klimatischen Prozessrandbedingungen und unter Variation des Temperaturregimes erforscht. Bei den Untersuchungen wurde deutlich, dass sich das Zeit-Temperatur-Verhalten des verwendeten Zusatzwerkstoffes kritischer darstellt als das des Rohrwerkstoffes. Typische Streckenergien im Bereich von 1kJ/mm in Kombination mit einem geeigneten Temperaturregime und einer positions- und lagenabhängigen Pendelstrategie erbrachten hier reproduzierbar die geforderten mechanisch-technologischen Gütewerte.

Die im Rahmen dieses Projektes entstandene Versuchstechnik gibt Stahlherstellern und der Zusatzwerkstoffindustrie dauerhaft die Möglichkeit Grund- und Zusatzwerkstoffe für den Einsatz unter extremen Klimabedingungen im ISF zu qualifizieren.



Bild 2: Schweißversuch in Klimakammer  
Fig. 2: welding experiment in climate chamber

Das IGF-Vorhaben Nr. 15.915N der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Für diese Unterstützung sei gedankt.

Dipl.-Ing. A. Harms

Das Anwendungsfeld des Rührreibschweißens wird zur Zeit durch zwei wesentliche Faktoren begrenzt, die vergleichsweise hohen Prozesskräfte und die damit verbundene aufwendige Schweißmaschinenausführung. Daneben wird die notwendige Prozesswärme überwiegend durch die Werkzeugschulter im Bereich der Fügeoberfläche generiert. Das konduktive Rührreibschweißen löst diese Grenzen auf.

Das konduktiv unterstützte Rührreibschweißen kann die Nachteile des konventionellen Rührreibschweißens minimieren. Dazu wird ein Strom im kA-Bereich über das Werkzeug in das Bauteil zur Schweißunterlage geleitet, um das Bauteil im unmittelbaren Fügebereich zu erwärmen.

Durch eine initiale Widerstandserwärmung in der Eintauchphase des Werkzeugs kann sowohl die Eintauchzeit als auch die wirkende Prozesskraft reduziert werden. Durch die Widerstandserwärmung erreichen sowohl das Werkzeug als auch der Fügebereich schnell betriebserleichternde Temperaturen, so dass reproduzierbare Prozessbedingungen gewährleistet sind und Inhomogenitäten am Nahtanfang vermieden werden. Durch geschickte Werkstoffwahl der Schweißunterlage können die Übergangswiderstandsverhältnisse zwischen Bauteil und Unterlage eingestellt werden, so dass das Bauteil im Wurzelbereich stärker erwärmt wird und eine Durchschweißung im Wurzelbereich sichergestellt ist. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass mit Hilfe der konduktiven Erwärmung der nutzbare Schweißbereich deutlich erweitert werden kann, d.h. es ist möglich bei gleicher Drehzahl höhere Schweißgeschwindigkeiten zu erreichen, ohne dass zwingend die Prozesskräfte steigen.

Mit dem Forschungsvorhaben konnte gezeigt werden, dass die Schweißgeschwindigkeit für die verschiedenen Drehzahlen mehr als verdoppelt werden konnte bei sonst auf gleichem Niveau liegenden oder auch geringfügig höheren Zugkräften.

Gezeigt werden die Vorteile des konduktiv unterstützten Rührreibschweißens exemplarisch an den beiden abgebildeten Proben. Bild 1 zeigt eine mangelhafte Schweißung bei einem Vorschub von 2 m/min. Die Wärmeeinbringung ist unzureichend, die Probe ist nicht durchgeschweißt und weist eine zerklüftete, raue Oberfläche auf. Mit konduktiver Unterstützung konnte bei sonst gleichem Parameterfeld die Schweißgeschwindigkeit auf 3 m/min gesteigert werden, vgl. Bild 2. Die Durchschweißung des Stumpfstoßes wurde bei deutlich besserer Oberflächenqualität erreicht.

*The friction stir weldings field of application is limited by two major criteria. On the one hand the high process forces result in a complex welding machine construction and clamping technique. On the other hand the heat input is mainly realized by the tools collar in the range of the joining parts surface which leads to slow welding speeds with thick sheets or to a double-sided welding process.*



Bild 1: Ohne Strom, 2000 U/min, 2000 mm/min, nicht durchgeschweißt, Werkstoff: AW-5754, Blechdicke: 1,5 mm, Pin-Ø: 3 mm, Schulter-Ø: 8 mm  
Figure 1: without current, 2000 Rpm, 2000 mm/min, weld imperfection, material: AW-5754, plate thickness: 1,5 mm, pin-Ø: 3 mm, shoulder-Ø: 8 mm



Bild 2:  $I_{eff}$ : 4,7 kA, 2000 U/min, 3000 mm/min, durchgeschweißt, Werkstoff: AW-5754, Blechdicke: 1,5 mm, Pin-Ø: 3 mm, Schulter-Ø: 8 mm  
Figure 2:  $I_{eff}$ : 4,7 kA, 2000 Rpm, 3000 mm/min, root fusion, material: AW-5754, plate thickness: 1,5 mm, pin-Ø: 3 mm, shoulder-Ø: 8 mm

Diese Vorteile machen die Verfahrensvariante besonders attraktiv für Anwendungen, bei denen die bestehende Anlagentechnik bereits an ihre Grenzen stößt. Bei vergleichsweise geringen Kosten lässt sich die Widerstandsschweißtechnik nachrüsten und damit das Anwendungsfeld der Rührreibschweißanlage erweitern.

Die Ergebnisse nutzen Anwendern, die im Bereich Schiff- Waggon- Fahrzeugbau tätig sind, also in Anwendungsbereichen bei denen lange Schweißnähte an Paneelen hergestellt werden. So kann die Schweißzeit bei gleichbleibend hoher Schweißnahtqualität mittels konduktiver Unterstützung halbiert werden. Zurzeit wird die entwickelte Technologie zusammen mit der Fa. Harms + Wende in eine Anlagentechnik überführt.

Das IGF-Vorhaben Nr. 15.687N der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert. Für diese Unterstützung sei gedankt.

## ISF Intern

Seit dem 15.3.11 unterstützen zwei neue wissenschaftliche Angestellte die Strahlabteilung und die Gruppe Arbeits- und Umweltschutz. Dipl.-Ing. Christoph Turners Arbeitsschwerpunkt wird das Laserstrahl-MSG Hybridschweißen in Zwangslagen sein. Dipl.-Ing. Klaus Lenz wird insbesondere Forschungsarbeiten zum Thema des Arbeitsschutzes durch Untersuchungen von Schweißrauch in Kooperation mit dem Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin des Universitätsklinikums Aachen betreuen.

Bereits zum 30.9.2010 verließ Thomas Dorf Müller das Institut zur Firma Rodriguez nach Eschweiler, wo er sich mit der Entwicklung von Präzisionslagern beschäftigt. Stefan Longerich hat das Institut zum 31.3.2011 zur Firma Rolls Royce nach Oberursel verlassen, wo er im Bereich des Elektronenstrahlschweißens aktiv sein wird. Zum gleichen Zeitpunkt hat auch Marius Steiners eine neue Herausforderung angenommen. Neuer Arbeitgeber ist die Firma Oerlikon in Eisenberg. Weiterhin hat auch Essam Ahmed das Institut zum 30.4.2011 verlassen.

## Promotionen

Am 14.3.2011 konnte Marius Steiners das Promotionsverfahren mit einem Promotionsvortrag und anschließender Promotionsprüfung erfolgreich bestehen. Titel seiner Promotionsarbeit ist „Lichtbogenfügen von beschichteten Stahlblechen an Aluminiumlegierungen“.

Ebenso absolvierte am 28.3.2011 Essam Ahmed die Promotionsprüfung nach einem Vortrag über „Nanotechnology“ erfolgreich. Seine Promotionsarbeit trägt den Titel „Laser Welding of Advanced High Strength Steels“.

## Babyboom

Das ISF kann erneut glücklichen Eltern zum Nachwuchs gratulieren. Bereits am 3.1.2011 erblickte Mira das Licht der Welt. Wir gratulieren den Eltern Andre Schmidt und Kathrin Ronzheimer. Ebenfalls Grund zu feiern hatten Alexander Schiebahn und Anne Metzke. Ihr Sohn Aljosha wurde am 26.2.2011 geboren.



Bild 1: links: Yara; rechts: Mira; unten: Alojsa  
Figure 1: left: Yara; right: Mira; bottom: Alojsa

Dirk und Antje Kampfmeyer wurden am 12.2.2011 zum ersten Mal Eltern. Ihre Tochter Yara ist ebenso gesund wie Aljosha und Mira, Bild 1.

## ZMB Erweiterung

Mit einem symbolischen Spatenstich im Rahmen der Beiratssitzung des zmb e.V. starten am 02. Mai 2011 die Bauarbeiten für die Erweiterung der Versuchshalle des Zentrums für Metallische Bauweisen (zmb), Bild 2.



Bild 2: Erweiterungsbau zmb  
Figure 2: Extension of zmb

Eine Besonderheit des zmb stellt das Prüffeld dar. Mit einer nutzbaren Fläche von 26x3 m<sup>2</sup> ist der Prüfstand für Großbauteile wie z.B. Brücken, Pipelines und Schienenfahrzeuge geeignet. Durch statische und dynamische Belastung der Prüfkörper, können verschiedenste Lastfälle bis hin zu einer Kraft von 2,5 MN simuliert werden. Der bestehende Maschinenpark wird durch Umformmaschinen, Füge- und Beschichtungsanlagen, sowie Prüfstände für gesamte Strukturen wie Fahrzeugkarosserien, erweitert. Gleichzeitig werden insgesamt 10-15 Mitarbeiter der Institute dauerhaft ihre Arbeitsplätze am zmb einrichten. Das ISF konzentriert seine EB-Anlagen an diesem Standort

Die mit 1,25 Mio. € Baukosten veranschlagte Verdoppelung der Versuchshalle soll im Herbst 2011 abgeschlossen sein. Die Finanzierung wird zu 2/3 von den Instituten geleistet und zu 1/3 aus zentralen Mitteln der RWTH unterstützt.

## DVS Expo

Parallel zum DVS Congress in Hamburg (27.-29. September) findet dieses Jahr erneut eine DVS Expo statt in dem Unternehmen aus dem Bereich der Schweißtechnik und verwandten Verfahren ihre Produkte und Dienstleistungen präsentieren können. Das ISF wird auf einem Gemeinschaftsstand mit der Zentralabteilung Technologie des Forschungszentrum Jülich präsent sein. Wir hoffen möglichst viele interessierte Besucher am Stand begrüßen zu können.

Herausgeber:	Freundeskreis des Instituts für Schweißtechnik e.V. Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik, ISF Institutsleiter Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Reisgen Anschrift: Pontstr.49, 52062 Aachen fon: +49(0)241/8093870/71 fax: +49(0)241/8092170 email: office@isf.rwth-aachen.de internet: www.wir-fügen-alles.de Redaktion: Dipl.-Ing. S.Scheik
--------------	--