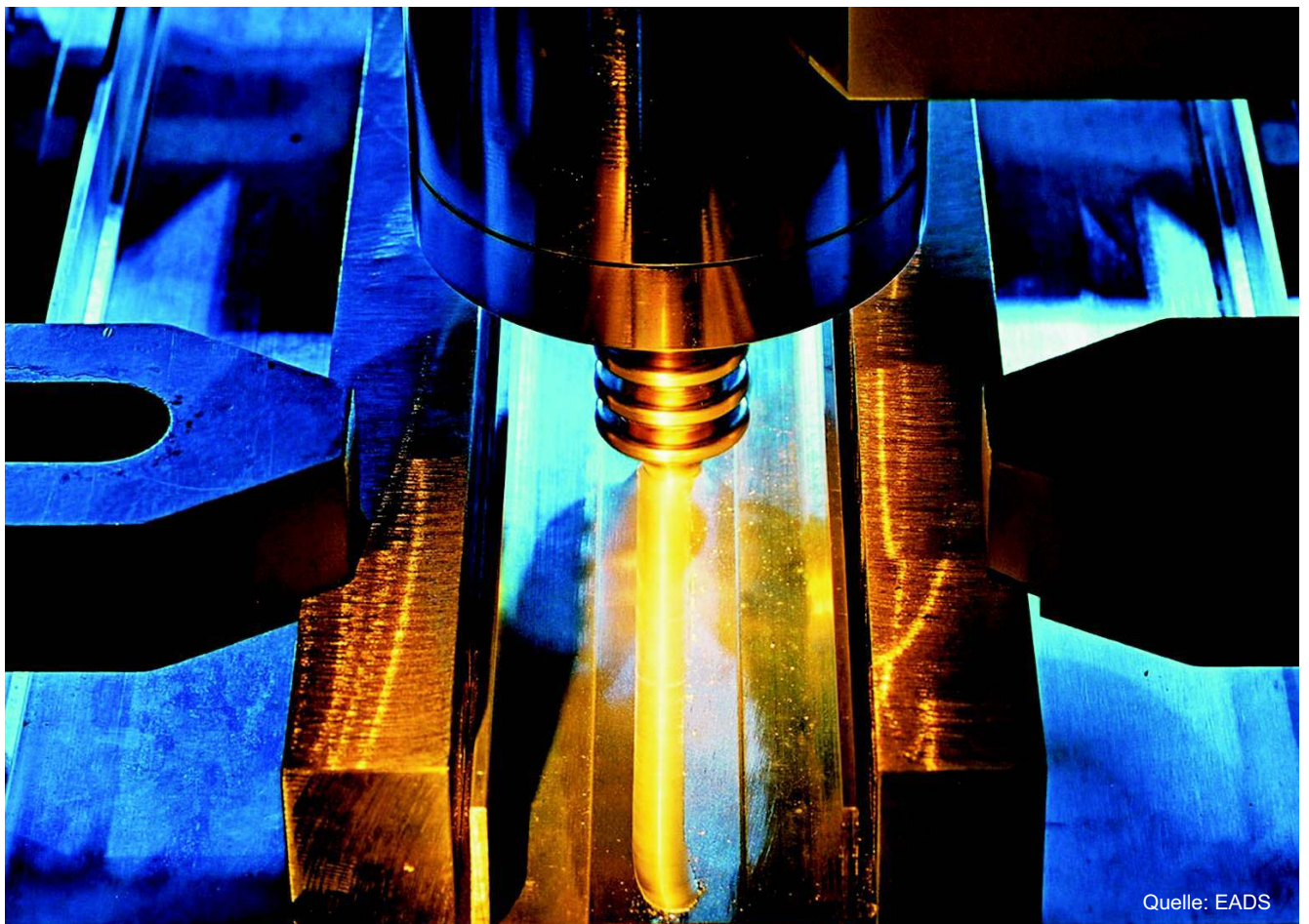


Direkt

ISF - Welding and Joining Institute
RWTH - Aachen University
Germany



Quelle: EADS

Rührreibschweißen
Friction Stir Welding

Themen:

- Laser-MIG-Hybridschweißen von Aluminiumlegierungen
Laser-MIG-Hybrid Welding of Aluminium Alloys
- Einsatz eines 6-Achsen-Knickarmroboters zum Rührreibschweißen
Application of a 6-Axis Robot for Friction Stir Welding
- News

Dipl.-Ing. F. Reich

Umfangreiche Untersuchungen zum Laser-MIG-Hybridschweißen von Stahlwerkstoffen haben aufgrund des großen Potentials dieses Verfahrens zur zügigen Einführung in die industrielle Fertigung geführt. Voruntersuchungen mit CO₂-Lasern haben die prinzipielle Eignung auch für die Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen nachgewiesen. Die gleichzeitig erfolgte Entwicklung neuer, leistungsfähigerer Festkörperlaser hat dem Verfahren ein breites Anwendungsspektrum im Bereich der Leichtmetallbearbeitung eröffnet. Das ISF untersucht aus diesem Grund das Hybridschweißen von Aluminiumlegierungen unter den Gesichtspunkten Festigkeit, Online-Prozesssteuerung und Qualitätssicherung.

Extensive tests with laser-MIG-hybrid welding of steel materials have, due to the large potential of the method, led to the brisk introduction of this process into industrial manufacturing. In preliminary tests carried out with CO₂ lasers the general applicability has also been demonstrated for the processing of aluminium materials. The concurrent development of new and more effective solid-state lasers has also opened a broad application spectrum in the field of light metal processing. For this reason the ISF - Welding and Joining Institute is testing hybrid welding of aluminium alloys under the aspects of strength, online process control and quality assurance.

Die Einsetzbarkeit transmissiver Optiken an YAG-Lasern ermöglicht neben dem Einsatz von Lichtleitfasern den flexiblen Aufbau von Schweißköpfen. Teildurchlässige Spiegel ermöglichen die Einbindung koaxial beobachtender Sensoren mit und ohne Strahlumlenkung. Mit einem auf dem Umlenkspiegel des Laborschweißkopfes, **Bild 1**, montierten Precitec Laser Welding Monitor wurde die Verwendbarkeit insbesondere für die Überwachung des Laseranteils nachgewiesen.

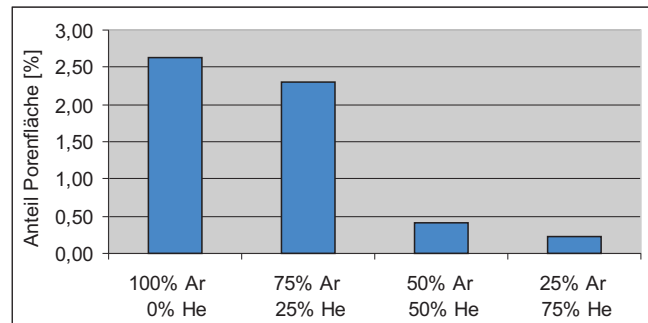


Bild 2: Einfluss der Schutzgaszusammensetzung auf die Nahtporosität

Fig. 2: Influence of the Shielding Gas Composition on the Weld Porosity



Bild 1: Labor-Hybridschweißkopf mit Sensor zur Prozesssteuerung

Fig. 1: Laboratory Hybrid Welding Head with Sensor for Process Control Purposes

An der I-Naht am Überlappstoß kann mit dem Hybridprozess Einfluss auf die Schmelzbadmetallurgie genommen werden, was insbesondere bei risskritischen Blechwerkstoffen und randnahen Nähten von Vorteil ist. Darüberhinaus kann eine Nahtunterfüllung bei auftretenden Luftspalten zwischen den Fügepartnern verhindert werden. Eine Vergrößerung der Einschweißtiefe und des Anbindequerschnittes kann durch den MIG-Anteil nicht realisiert werden, **Bild 3**. Dieser ist weiterhin durch Laserleistung und Fokussdurchmesser bestimmt.

Die rückreflektierte Laserstrahlung lässt wie beim reinen Laserstrahlschweißen Rückschlüsse auf Einschweißtiefe bzw. Durchschweißung und auf Instabilitäten der Dampfkapillare zu. Durch Beobachtung der Plasmastrahlung lassen sich das Springen sowie deutliche Fluktuationen des Lichtbogens detektieren. Dies kann zur Ergänzung einer Lichtbogensensorik genutzt werden.

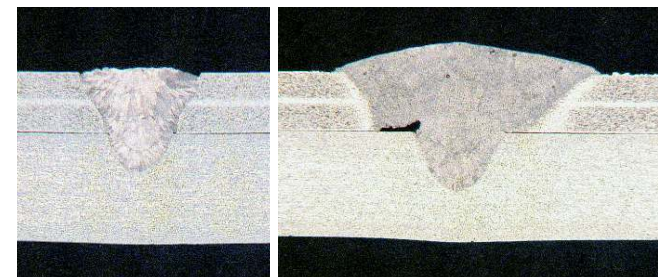


Bild 3: I-Naht am Überlappstoß, Laser und Laser-MIG-Hybrid
Fig. 3: Square But Weld on Lap Joint, Laser and Laser-MIG-Hybrid

Wenngleich beim Schweißen mit einem Festkörperlaser aufgrund der kürzeren Wellenlänge im Gegensatz zum CO₂-Laser kein Helium als Plasmaschutz erforderlich ist, sondern das unter Kosten- und Dichtegesichtspunkten günstigere Argon zum Einsatz kommen kann, wurde in umfangreichen Untersuchungen nachgewiesen, dass auch beim Hybridschweißen mit einem YAG-Laser durch die Beimischung von 50% Helium eine signifikante Reduktion der Porosität in der Naht erreicht werden kann, **Bild 2**.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden im Rahmen des DFG-Projektes LEICHTER erarbeitet. Die Arbeiten werden im AIF-Projekt "Qualifizierung und Nutzung der Hybrid-Synergieeffekte zum Hochleistungsschweißen von Leichtmetallwerkstoffen" am ISF fortgesetzt und auf die Hybridverfahren Laser-Plasma und Plasma-MIG sowie die Werkstoffgruppe der Magnesiumlegierungen ausgedehnt.

Dipl.-Ing. U. Henneböhle, Dipl.-Ing. J. Silvanus, Dipl.-Ing. F. Palm

Das Rührreibschweißen ermöglicht das Fügen bisher mittels konventioneller Schmelzschweißverfahren nicht bzw. nur schwer schweißbarer Werkstoffe, insbesondere Aluminiumlegierungen sowie Mischverbindungen, bei gleichzeitig hoher Nahtgüte. Die derzeit industriell eingesetzten Anlagen weisen entsprechend der auftretenden Prozesskräfte hohe Steifigkeiten auf. Der mangelnden Flexibilität, verbunden mit hohen Investitionskosten und begrenzter 3D-Tauglichkeit, soll durch den Einsatz eines 6-Achsen-Knickarmroboters entgegengewirkt werden. Im Rahmen der Spezifikation des Roboters wurden im EADS Corporate Research Center in Ottobrunn die Auswirkungen der geringeren Steifigkeit auf das Prozessverhalten untersucht, um daraus die prinzipielle Eignung, Empfehlungen zum Arbeitsbereich sowie Optimierungspotentiale abzuleiten.

Friction Stir Welding allows the joining of materials which are not weldable or difficult to weld with conventional fusion-weld methods, especially aluminium alloys and dissimilar joints. The ability to weld these alloys with excellent joint qualities requires relatively high process forces. For this reason, current industrial devices require a very high inherent stiffness which significantly decreases the machines flexibility. Using a 6-axis robot may counter this inflexibility while at the same time decreasing machine cost and improving the potential to include complex welds in three dimensions. The EADS Corporate Research Centre at Ottobrunn, Germany investigated the impact of such a robots inherently low stiffness on the process behaviour in order to assess the suitability of such a system for Friction Stir Welding and to derive recommendations regarding its improvement.

Die systemimmanente geringere Steifigkeit in Kombination mit schlechten Dämpfungseigenschaften des 6-Achsen-Knickarmroboters erhöhen die Anfälligkeit für Prozessschwingungen. Die Identifizierung der Haupteinflussgrößen auf das Schwingungsverhalten während des Schweißprozesses erfolgt anhand der Amplitude der Zustellkraft F_z . Diese wird durch eine im Schweißkopf integrierte Kraftregelung vorgegeben und über die gesamte Versuchsreihe konstant gehalten, **Bild 1**.

effekte zu vermeiden.

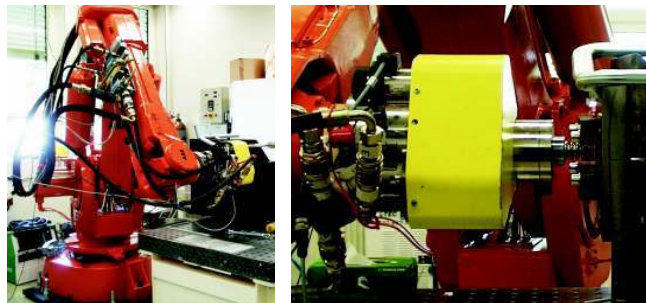


Bild 1: 6-Achsen-Knickarmroboter(links)undSchweißkopf(rechts)
Fig. 1: 6-Axis-Robot(left)andWeldingHead(right)

Als potentielle Einflussgrößen werden Pingeometrie, Durchmesser der Werkzeugschulter, Vorschub, Spindeldrehzahl, Schweißposition, Entfernung Roboterbasis/Roboterhand sowie Schweißrichtung variiert.

Durch Anwendung der statistischen Versuchsplanung reduziert sich die Anzahl der Versuche bei einem Lösungstyp mit 6 bis 8 Variablen von 128 bei vollfaktoriellem Versuchsplan auf 16.

Bild 2 zeigt exemplarisch einen resultierenden Kraftverlauf. Während der Eintauchphase (1) steigt die Zustellkraft solange an, bis das Werkzeug seine vorgegebene Position erreicht hat und dort für eine definierte Haltezeit (2) verweilt. Mit einsetzendem Vorschub wird die Kraftregelung aktiv (Schweißphase (3)) bis die Endposition der Schweißnaht erreicht ist und das Werkzeug herausfährt (4). Zur Auswertung wird der mittlere Bereich der Schweißphase herangezogen, um Verfälschungen durch Beschleunigungs- und Abbrems-

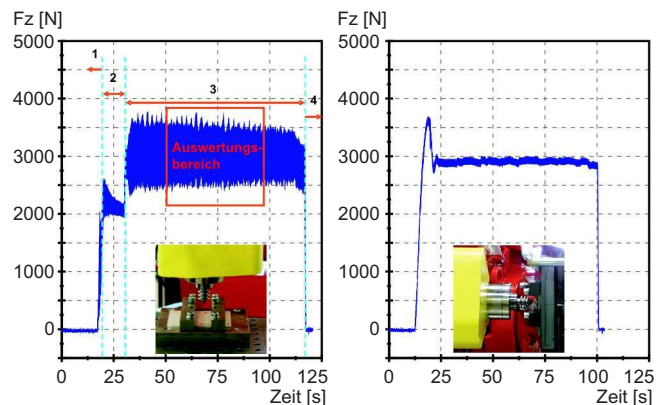


Bild 2: Kraftverlauf für verschiedene Schweißpositionen
Fig. 2: Force Progression for different Welding Positions

Zur mathematisch-analytischen Beschreibung wird der auszuwertende Kraftverlauf mittels Fast-Fourier-Transformation in Amplituden-Frequenz-Diagramme umgewandelt. **Bild 3** zeigt die Zusammenfassung der Haupteffekte. Das Vorzeichen der Amplituden gibt die Änderungsrichtung an. Signifikanteste Haupteffekte sind die Drehzahl (x_4) und die Schweißposition (x_5), die somit bei der Prozessauslegung zu berücksichtigen sind.

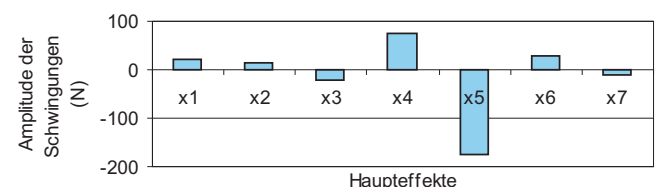


Bild 3: Signifikanz der Haupteffekte
Fig. 3: Significance of the main effects

Durch den Einsatz neuer Robotergenerationen lässt sich das Anwendungsspektrum zukünftig erweitern. Die identifizierten Optimierungspotentiale werden derzeit innerhalb des Kooperationsverbundes „RoboFSW“ bestehend aus Fa. Kuka, der BMW AG, dem iwv der TU München sowie dem EADS CRC-G an einem Schwerlastroboter umgesetzt.

ISF Intern

Im März diesen Jahres feierte unser Kollege Rudi Hommelsheim sein 40jähriges Dienstjubiläum am ISF. Wir gratulieren herzlich.



Bild 1: 40jähriges ISF-Dienstjubiläum von Rudi Hommelsheim. Prof. Dilthey überreicht die goldene ISF-Ehrennadel, die Kollegen einen "Doktorhut".

Fig. 1: Rudi Hommelsheim celebrates his 40year jubilee. Prof. Dilthey presents him with the golden ISF badge of honour, the colleagues award him a "doctoral cap".

Seit der letzten Ausgabe des ISF-Direkt ist das Institut im wissenschaftlichen Bereich durch zwei neue Mitarbeiter verstärkt worden. Herr Dipl.-Ing. Jens Holk arbeitet seit November 2004 in der Abteilung Elektronenstrahlschweißen und Herr Dipl.-Ing. Nikolaus Wagner ist seit Januar diesen Jahres in der Abteilung Laserstrahlschweißen beschäftigt.

Nach erfolgreicher Forschungstätigkeit hat das Institut promotionsbedingt jedoch auch die Abgänge einiger Mitarbeiter zu verzeichnen. Dr.-Ing. Haitem Hichri, Dipl.-Ing. Guido Wilms, Dipl.-Ing. Jan Flemming Reich, Dr.-Ing. Thomas Gräß, Dr.-Ing. Igor Dikshev und Dipl.-Ing. Gregor Smolka haben das Institut verlassen. Wir wünschen für die weitere berufliche Zukunft viel Erfolg.

Seit Anfang des Jahres feierte das ISF vier Promotionen mit folgenden Themen: Herr Dr.-Ing. Thomas Gräß promovierte zum Thema "Optimierung des Mehrlagenschweißens mit der UP-Dünndraht-Tandemtechnik", Vortrag: "Damaszener Stahl - Mythos und Metallurgie", Herr Dr.-Ing. Haitem Hichri zum Thema "Überwachung und Optimierung des MSG-Schweißprozesses mit Hilfe von KI-Methoden und Spracherkennungsalgorithmen", Vortrag: "Solartechnik - Chancen regenerativer Energien", Herr Dipl.-Ing. Klaus Woeste zum Thema "Elektronenstrahlschweißen metallischer Werkstoffkombinationen", Vortrag: "Einsatz künstlicher Gelenke im menschlichen Körper" sowie Herr Dipl.-Ing. Guido Wilms zum Thema "Lichtbogensensorik zur Schweißkopfoptimierung beim MIG-Schweißen von Aluminiumlegierungen", Vortrag "Fügen im Kfz-Reparaturbereich".

ISF Kooperationen

Am 1. April diesen Jahres hat Frau Prof. Bobzin die Nachfolge von Herrn Prof. Lugscheider am Institut für Oberflächentechnik IOT angetreten (vormals: Werkstoffwissenschaften WW). Das ISF und das IOT werden zukünftig unter dem Dach des geplanten Laboratoriums für Fügetechnik und Oberflächentechnik LFO eng zusammenarbeiten.

Veranstaltungen

Am 14. und 15. Dezember 2004 wurde in Aachen unter der Leitung von Prof. Dilthey das VDI Wissensforum "Schweißen von Leichtmetallen" durchgeführt.

Das ISF-Kolloquium zum Thema "Alternative Fügeverfahren" fand am 20. Januar unter gewohnt reger Beteiligung aus Industrie und Forschung statt.

Am 22. Februar fand beim DVS Bezirksverband Aachen ein Seminar mit dem Thema "Schweißbrauche" unter der Leitung von Herrn Karl Holzinger statt.

In Kooperation mit Sonderforschungsbereichen (SFB) aus Karlsruhe, Braunschweig und Hannover hat das ISF als Sprecher des SFB 440 "Montage hybrider Mikrosysteme" am 2. und 3. März ein Kolloquium durchgeführt, bei dem neueste Forschungsergebnisse aus dem Bereich Mikroproduktion vorgestellt wurden.

Im Hinblick auf eine Intensivierung der Zusammenarbeit und gemeinsame Nutzung vorhandener Ressourcen fand am 9. März ein Kolloquium mit der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt SLV Duisburg statt.

Am 11. März lud das Institut zur Beiratssitzung und Mitgliederversammlung des ISF Freundeskreises ein. Die Veranstaltung wurde durch Fachvorträge abgerundet.

Das diesjährige vom ISF veranstaltete Assistentenseminar fand in der Abtei Rolduc, einem mittelalterlichen Klosterkomplex aus dem 12. Jahrhundert in der niederländischen Stadt Kerkrade, statt. Neben dem Kolloquium zum fachlichen Austausch des wissenschaftlichen Nachwuchses aus 5 Universitäten (IFST Magdeburg, IPT Dresden, IFS Chemnitz, ifs Braunschweig, ISF Aachen) wurde ein interessantes Rahmenprogramm geboten. U.a. wurde die Stadt Maastricht und eine Mergelsteingrotte besichtigt. Highlight war der Besuch eines Schäfers, der demonstrierte, mit welchem Geschick und Können seine Schäferhunde eine Schafherde zusammenhalten.



Bild 2: Assistentenseminar 2005 in der Abtei Rolduc/ Kerkrade
Fig. 2: Scientific Staff Seminar 2005 in Rolduc/ Kerkrade

Herausgeber: Freundeskreis des Instituts für Schweißtechnik e.V.
Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik, ISF
Institutsdirektor Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Dilthey
Anschrieff: Pontstrasse 49, D-52062 Aachen
fon: +49(0)241 / 80 938 71
fax: +49(0)241 / 80 92 170
email: office@isf.rwth-aachen.de
internet: www.isf.rwth-aachen.de
Redaktion: Dipl.-Ing. M. Schleser