

# Schlussbericht

der Forschungsstelle(n)

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF)

zu dem über die



im Rahmen des Programms zur  
Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)

vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

geförderten Vorhaben **16.316 B**

***Schweißmetallurgische Untersuchungen zum wärmereduzierten MAG-  
Verbindungsschweißen heißrissempfindlicher Ni-Basislegierungen***

(Bevilligungszeitraum: 01.03.2010 - 29.02.2012)

der AiF-Forschungsvereinigung

Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.

Magdeburg, 27.06.2012

Ort, Datum

Dr.-Ing. Manuela Zinke

Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)  
an der/den Forschungsstelle(n)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Zusammenfassung

Das Ziel des Forschungsvorhabens bestand primär in der Erhöhung der Qualität von MSG-Verbindungsschweißungen an heißrissempfindlichen Ni-Basiswerkstoffen durch die Nutzung energiereduzierter MSG-Schweißprozesse auf Basis der modifizierten Kurzlichtbogentechnik. Als Versuchswerkstoffe wurden die vollaustenitischen Ni-Basislegierungen alloy 600H (2.4816), alloy 625 (2.4856), alloy 59 (2.4605) und alloy 617 (2.4663) sowie die Fe-Basislegierung alloy 800H (1.4958) im Blechdickenbereich von 5 bis 16 mm herangezogen. Als Vertreter des modifizierten KLB-Schweißens wurden der CMT-, der Puls-Mix- sowie stichprobenartig der coldArc-Prozess untersucht und dem konventionellen MSG-ILB-Schweißen gegenübergestellt.

Im Ergebnis des Forschungsvorhabens konnten unter Anwendung der modifizierten KLB-Prozesse MSG-Schweißnähte qualitätsgerecht bei verringerten Streckenenergien erzeugt werden. Die modifizierte Kurzlichtbogentechnik zeichnet sich dabei durch eine hohe Prozessstabilität in Form einer geringen Spritzerneigung und einer guten Tropfenablösung aus, wodurch die erzeugten Nahtoberflächen eine hohe Güte aufweisen und sich der Nacharbeitsaufwand verringert. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass sich der geringere Wärmeeintrag bei Einsatz der modifizierten KLB-Prozesse auf die Produktivität beim MSG-Verbindungsschweißen vorteilhaft auswirkt. Durch niedrigere erzielte Spitzentemperaturen und eine signifikant schnellere Abkühlung der Einzelraupen auf Zwischenlagentemperatur konnte die Fertigungszeit für eine Schweißnaht um bis zu 50 % gegenüber dem konventionellen MSG-ILB-Schweißen reduziert werden.

Bezüglich der Auswirkungen der verringerten Streckenenergien auf die Heißrissneigung sowie die Ausbildung weiterer innerer und äußerer Nahtunregelmäßigkeiten beim Schweißen der vollaustenitischen Ni- und Fe-Basiswerkstoffe stellte sich heraus, dass Heißrisse in Form von Mikroheißrissen in den Schweißnähten insbesondere der Ni-Basislegierungen alloy 625 (2.4856) und alloy 617 (2.4663) auch bei Anwendung der modifizierten KLB-Prozesse nicht sicher vermieden werden können. Umfangreiche Untersuchungen zum Heißrissverhalten und den schweißmetallurgischen Vorgängen in WEZ und Schweißgut haben zu weiteren Erkenntnissen zur Heißrissneigung und den Heißrissursachen der verschiedenen Versuchswerkstoffe geführt. Im Hinblick auf die Lagenüberschweißbarkeit wurde deutlich, dass eine Vermeidung von Bindefehlern in den MSG-Schweißnähten durch einen optimierten Lagenaufbau und eine genaue Brennerpositionierung erreicht werden kann.

Die mit der modifizierten Kurzlichtbogentechnik gefertigten MSG-Schweißnähte erreichen hohe mechanisch-technologische Gütwerte. Ebenso bleibt die arttypische Beständigkeit der hochlegierten Versuchswerkstoffe gegenüber interkristalliner Korrosion erhalten. Vorteile konnten im Rahmen eines Stichversuches auch bei der schweißtechnischen Verarbeitung plattierter Bleche nachgewiesen werden. Bei Anwendung der modifizierten KLB-Prozesse kann die Aufmischung aus dem Trägerwerkstoff gegenüber der konventionellen Impulslichtbogentechnologie verringert werden.

Die dargestellten Forschungsergebnisse stellen einen wichtigen Beitrag dar, das Anwendungsfeld der modifizierten Kurzlichtbogenprozesse auf das Verbindungsschweißen dickwandiger Bauteile aus vollaustenitischen Ni- und Fe-Basiswerkstoffen zu erweitern sowie weitere Fertigungsaufgaben klein- und mittelständischer Unternehmen in der geforderten Qualität und mit hoher Produktivität und Fertigungssicherheit abzuwickeln.

**Die Ziele des Vorhabens wurden erreicht.**

## Danksagung

Das IGF-Vorhaben (IGF-Nr. 16.316 B / DVS-Nr. 01.069) 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 (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Für diese Unterstützung sei gedankt.

Außerdem sei an dieser Stelle den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses (PA) für die materielle Unterstützung und die wertvollen fachlichen Hinweise gedankt.

Unser Dank gilt:

Dipl.-Ing. A. Heydenreich	MSS GmbH, Barleben
Dipl.-Ing. O. Penning	Welding Alloys Deutschland GmbH, Wachtendonk
Dipl.-Ing. B. Hoberg	Böhler Schweißtechnik Deutschland GmbH, Hamm
Dr.-Ing. M. Wolf	ThyssenKrupp VDM, Altena
Dipl.-Ing. D. Kocab	EWM Hightec Welding GmbH, Mündersbach
Herr I. Pfeiffer	Fronius Deutschland GmbH, Neuhof-Dorfborn
Dipl.-Ing. Th. Ammann	Linde Gas AG, Unterschleißheim
Herr P. Schumacher	Siemens AG, Berlin
Dr.-Ing. K. Nörenberg	Volkswagen AG, Wolfsburg
Dipl.-Ing. B. Schneider	W. Pilling Kesselfabrik GmbH & Co KG, Altena
Dipl.-Ing. R. Helmholdt	Uhlig Rohrbogen GmbH, Langelsheim
Dipl.-Ing. S. Brodrecht	MAT GmbH, Magdeburg

**Der Schlussbericht ist über die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS verfügbar!**