Zwischenbericht für den Zeitraum: 01.04.2011 – 31.10.2011

der Forschungsstelle

BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
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 16.557 N

„Schweißeignungsuntersuchungen an hochfesten Feinkornbaustählen beim Einsatz modifizierter Sprühlichtbogenprozesse“

(Bewilligungszeitraum: 01.09.2010 – 31.08.2012)

der AiF-Forschungsvereinigung
Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS

Berlin, den 14.09.2011

Ort, Datum

i. A. Dr. C. Schwerd

Unterschrift des Projektleiters

1 Forschungsthema

„Schweißeignungsuntersuchungen an hochfesten Feinkornbaustählen beim Einsatz modifizierter Sprühlichtbogenprozesse“

2 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

Aus wirtschaftlichen Aspekten ist der moderne Fahrzeug- und Stahlbau zunehmend durch den Einsatz höherfester Feinkornbaustähle geprägt. Beispiele hierfür sind das Sony-Center am Potsdamer Platz in Berlin, bei dem Träger aus S690 zum Einsatz kamen, sowie die äußersten Elemente beim Ausleger von Autokranen, die oft aus S960 gefertigt werden. Diese Anwendungen haben einen ausgeprägten Sicherheitsaspekt und stellen daher hohe Anforderungen an die mechanisch-technologischen Nahteigenschaften und damit die zum Einsatz kommende Fügetechnik.

In Abhängigkeit der jeweils vorliegenden Blechdicken werden die Bauteile nach aktuellem Stand der Technik meist mit MAG-Puls-Prozessen bzw. mit Sprühlichtbogenprozessen geschweißt. Bei der industriellen Anwendung ergeben sich aufgrund der oft notwendigen Mehrlagenschweißungen (MAG-Puls) sowie der prozessbedingten hohen Wärmeeinbringung (Sprühlichtbogen) jedoch lange Schweißzeiten und geringe Produktivitäten, hohe Verbräuche an Zusatzwerkstoff sowie hohe schweißbedingte Bauteilverzüge.

Mittlerweile gibt es auf dem Markt verschiedene modifizierte Sprühlichtbogenprozesse mit sehr kurz einstellbarem Lichtbogen. Diese haben erheblich verbesserte Prozesseigenschaften, wie z.B. eine kathoden-/schmelzbadseitig höhere Energiedichte und ein verstärkter Plasmadruck, wodurch sich eine Reihe von Vorteilen gegenüber herkömmlichen Verfahren bieten. So kann mit deutlich geringerem Nahtöffnungswinkel gearbeitet werden, dadurch werden weniger Lagen und Zusatzwerkstoff benötigt und der Bauteilverzug verringert sich aufgrund der geringeren notwendigen Energieeinbringung des kleineren Schmelzbadvolumens. Der letzte Aspekt ist auch im Hinblick auf etwaige Richtarbeiten wichtig. Wegen der hohen Grundwerkstofffestigkeit ist ein nachträgliches Richten bei höheren Festigkeitsklassen sehr aufwändig bzw. durch die notwendigen hohen Kräfte gar nicht möglich. Im Hinblick auf die zu erwartende Gefügebeeinflussung ist auch ein Flammrichten in der Regel nicht zulässig.

Zurzeit sind die neuen Verfahren in den Normen noch nicht berücksichtigt, darüber hinaus fehlen den Anwendern meist wichtige Informationen über die erreichbare Nahtgüte, vor Allem im Vergleich mit den etablierten Verfahren. Damit ergibt sich eine Unsicherheit in der Anwendung, so dass das Potential bisher kaum genutzt werden kann. Beispielsweise werden in vielen Konstruktionsfällen die Nähte zurzeit in niedrig beanspruchte Bereiche gelegt. Eine Kenntnis der erreichbaren Nahteigenschaften würde weitere Konstruktionsmöglichkeiten zur Verfügung stellen, bei denen die Nähte beispielsweise auch in mittel beanspruchte Bereiche gelegt werden können. Mit einer solchen zusätzlichen Freiheit in der Konstruktion neuer Produkte lassen sich die positiven Eigenschaften neuer hochfester Feinkornbaustähle wesentlich besser ausnutzen als nach aktuellem Stand der Technik.

3 Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Für die Bearbeitung bzw. die Durchführung des geförderten Projekts wurde ein wissenschaftlicher Mitarbeiter nach § 16 TVöD in Vollzeit beschäftigt. Die Anschaffung von Geräten mit einem Beschaffungswert von über 2.500 € erfolgte nicht. Weiterhin sind im Rahmen des Projektes keine Leistungen Dritter genutzt worden.

4 Forschungsziel, Arbeitsdiagramm und Ergebnisse

4.1 Forschungsziel

Mit den Ergebnissen des vorliegenden Forschungsantrages sollen den Anwendern notwendige Basisinformationen über die erreichbaren mechanisch-technologischen Nahteigenschaften beim Einsatz neuer, leistungsfähiger Sprühlichtbogenprozesse beim Schweißen hochfester Feinkornbaustähle zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin wird auf die veränderte Wärmeführung, die durch die Anwendung möglich wird, und deren Einfluss auf die Gefügestruktur eingegangen. Ein weiteres Ziel ist ein Beitrag zur Weiterentwicklung und Anpassung der Normen, die die betrachteten Prozessvarianten bisher nicht einschließen. Es werden Untersuchungen an einem modifizierten Sprühlichtbogenprozess mit sehr kurz einstellbarem Lichtbogen durchgeführt, als Referenz zur Bewertung der Ergebnisse wird ein Standard-Sprühlichtbogen herangezogen.

4.2 Bisher erzielte Ergebnisse

Auf dem ersten projektbegleitenden Ausschuss ist die vorläufige Vorgehensweise für das Vorhaben abgesprochen worden. In einer ersten Versuchsreihe werden daraufhin 3 verschiedene Stromquellen verschiedener Stromquellenanbieter und ein Referenzfall (konventioneller Sprühlichtbogen) verwendet um Versuchsschweißungen am S690QL mit einer Blechdicke von 20 mm und einer DV-Nahtvorbereitung (30 ° Öffnungswinkel) zu realisieren. Im Anschluss ist auf dem zweiten projektbegleitenden Ausschuss am 13.04.2010, auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse, eine Stromquelle für den weiteren Projektverlauf festgelegt worden. Die Voruntersuchungen zeigten die Ausbildung von Mikrorissen in der Schweißnaht auf, so dass auf dem zweiten projektbegleitenden Ausschuss die Ursachenfindung dieser Problematik als Hauptaufgabe für den Zeitraum April bis Oktober 2011 festgelegt worden ist. In diesem Zusammenhang erfolgten Schweißversuche am S960QL unter Beachtung einer 2^k-Versuchsplanung. Die Versuchsplanung dient hierbei der anschließenden Klärung von Einflussfaktoren auf die sich ergebende Mikrorissanzahl.
Abbildung 1 zeigt beispielhaft einen Mikroriss im Schweißgut. Weiterführend gibt Abbildung 2 das rasterelektronenmikroskopische Bild eines Mikrorisses im Querschliff wieder. Die Charakteristik dieser Risse (Ort des Auftretens, Zusammenhang mit ehemaligen interdentritischen Bereichen, Oberflächenerscheinungsbild der Risse) lässt den Schluss zu, dass es sich um Heißrisse handelt.

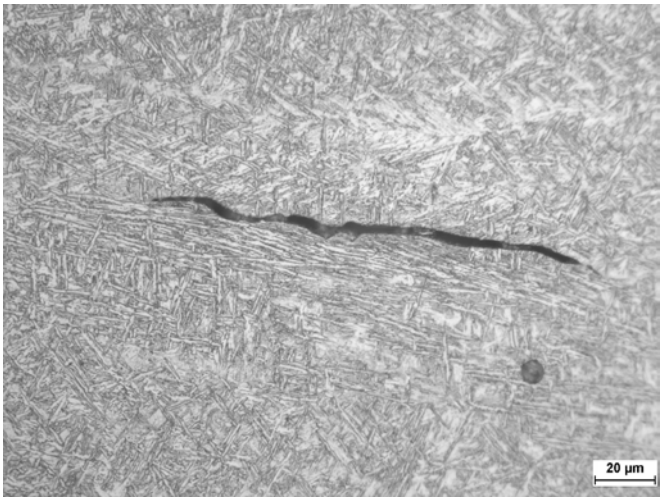

Abbildung 1: Mikroriss im Schweißgut, zweilagige DV-Naht, Blechdicke 20 mm Werkstoff: S960QL, Streckenenergie = 1,8 kJ/mm

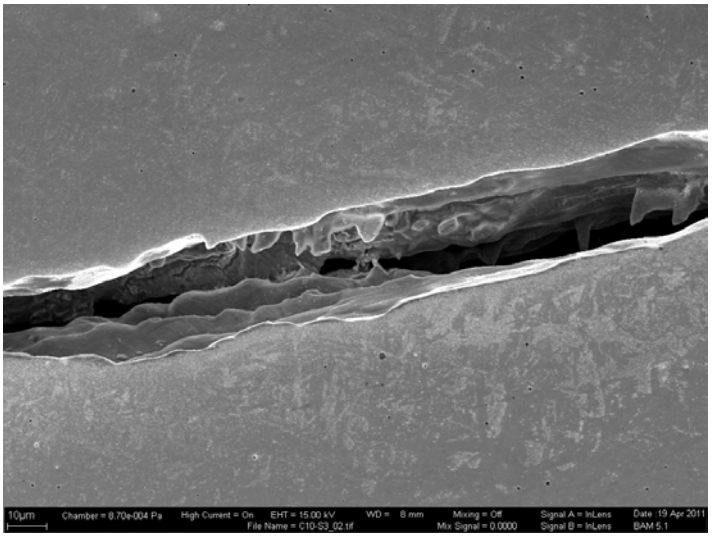

Abbildung 2: Rasterelektronenmikrokopische Aufnahme eines Mikrorisses, Querschliff, Werkstoff: S960QL

Die 2^k-Versuchsplanung ermöglicht die Darstellung der Abhängigkeiten der Mikrorissanzahl von den untersuchten Faktoren. Abbildung 3 zeigt beispielhaft günstige Schweißparameterbereiche für geringe Mikrorissbildung.

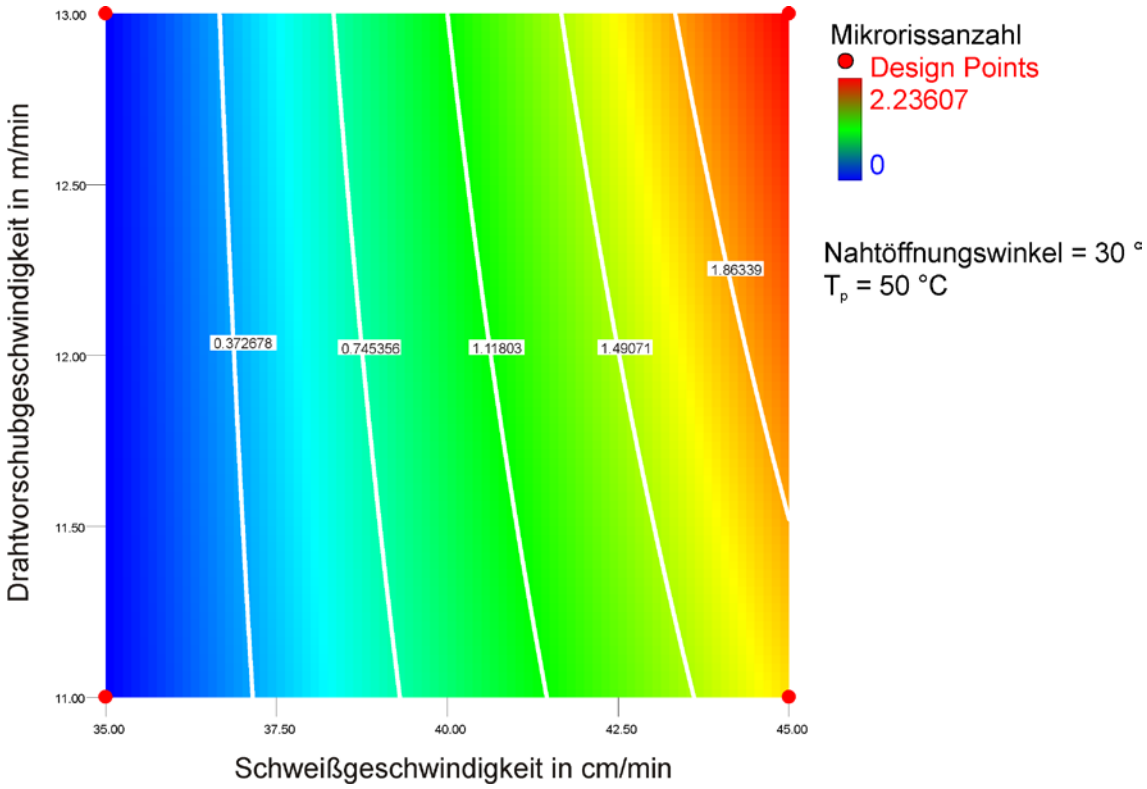

Abbildung 3: Konturdarstellung günstiger Schweißparameter unter Beachtung der Mikrorissanzahl, Isolinien mit entsprechender zu erwartender Mikrorissanzahl erkennbar, Vorwärmtemperatur 50 °C

Ein Demonstratorbauteil wird auf der dritten projektbegleitenden Ausschusssitzung im Oktober im Detail besprochen und das weitere Vorgehen abgestimmt.

5 Arbeitsplan

Einzelschritte	2010	2011				2012		
	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Schweißversuche mit modifiziertem Sprühlichtbogen	X	X	X	X	X			
Schweißversuche mit konv. Sprühlichtbogen als Referenz	X	X						
Temperaturfeldanalyse mittels Experiment und Simulation	X	X		X				
Charakterisierung der Schweißnähte		X	X	X	X	X		
Ermittlung mech.-tech. Werkstoffkennwerte		X	X	X	X	X		
Schweißversuche an bauteilähnlichem Prüfstück							X	X
Projektbegleitender Ausschuss	X		X		X			X
Veröffentlichung, Abschlussbericht				X		X		X

6 Teilnehmer der projektbezogenen Ausschusssitzungen

Firma	18.11.2010 BAM	13.04.2011 BAM	12.10.2011 BAM	Noch offen
Dinse GmbH	X	X	X	
AG der Dillinger Hüttenwerke	X		X	
Salzgitter Mannesmann Forschung	X	X		
Carl Cloos Schweißtechnik GmbH	X	X	X	
EWM HIGHTEC WELDING GmbH	X	X	X	
PPS Pipeline Systems GmbH	X			
Hermann Fliess & Co. GmbH	X			
Lorch Schweißtechnik GmbH	X		X	
N-prior energy GmbH	X			
FH Brandenburg	X			
FAUN Stahlbau GmbH		X	X	

7 Durchführende Forschungsstelle

BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Fachgruppe 9.3 „Schweißtechnische Fertigungsverfahren“
Unter den Eichen 87
12205 Berlin

Forschungsstellenleiter:	Prof. Dr. rer.nat. Manfred Hennecke
Fachgruppenleiter:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Rethmeier
Projektleiter:	Dr.-Ing. Christopher Schwenk
Projektbearbeiter:	Dipl.-Ing. Christoph Heinze
Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Christoph Heinze
	Tel.: +49-30-8104-3893
	E-Mail: christoph.heinze@bam.de