Institut für Werkstoff- und Fügetechnik /
Lehrstuhl Fügetechnik

OTTO VON GUERICKE UNIVERSITÄT MAGDEBURG
MB FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

Statusbericht zur FA 6-Sitzung am 21.03.2012 zum AiF-Forschungsprojekt:

Verbesserung der Prozessstabilität beim Laserpunktschweißen von Kupfer und Kupfer-Mischverbindungen durch den Einsatz prozessinterner, dynamischer Leistungsregelungen pulsmodulierbarer Laserstrahlquellen

AiF-Vorhaben-Nr.: 16.362 BR
DVS-Nr.: 06.070
Laufzeit: 01.02.2010- 30.04.2012
Berichtszeitraum: 01.10.2011 – 28.02.2012

1 Forschungsziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Verbesserung der Prozessstabilität beim Laserpunktschweißen von Kupfer und Cu-Mischverbindungen durch die Verwendung einer Regelung zur dynamischen Modulation des Laserpulses. Dadurch soll die Laserstrahlleistung an die lokalen Absorptionseigenschaften der Fügestelle angepasst werden, um so einen möglichst konstanten Wärmeeintrag und reproduzierbare Fügebedingungen an der Fügestelle zu erreichen.

Für das Forschungsprojekt wurde eine Laufzeitverlängerung bis zum 30.04.12 beantragt und genehmigt.

Tabelle 1: Arbeits- und Zeitplan des Forschungsprojektes

	Zeitpunkt	2010				2011				2012	
	Arbeitspaket	1	2	3	4	1	2	3	4	1	April
1	Entwicklung eines Versuchsaufbaus inklusive eines Programms zur Ermittlung, Filterung und Speicherung von Prozesssignalen	X	X	X							
2	Analyse von Einflussgrößen auf die Prozessstabilität von Cu-Schweißungen durch Ermittlung der Korrelation der Prozesssignale mit den Prozessergebnissen sowie statistische Auswertung und Entwicklung eines frei skalierbaren Regelalgorithmus zur freien Adaptierung des Prozessors an die Prozessrandbedingungen		X	X	X	X	X	X			
3	Überprüfung des Reglers (Algorithmus) anhand von Cu-Schweißungen mit variierenden Randbedingungen					X	X	X			
4	Auswertung und Deutung der Signalverläufe der erfassten YAG-Reflexion zur Ableitung des Zusammenhangszwischen Signalverlauf und Schweißpunktqualität								X	X	
5	Integrierung und Parametrisierung des Ripple-Pulses sowie Untersuchung dessen Einflusses auf die Schweißphase								X	X	
6	Dokumentation des Regelalgorithmus und Erstellung des Schlussberichtes									X	

Soll-Stand X Ist-Stand

2 Forschungsergebnisse

Weiterführende Untersuchungen zum Arbeitspunkt:
Auswertung und Deutung der Signalverläufe der erfassten Prozesssignale zur Ableitung des Zusammenhangs zwischen Signalverlauf und Schweißpunktqualität

Für die dynamische Pulsformung, d.h. die Leistung passt sich während des Schweißprozesses an die lokalen Absorptionsbedingungen an der Werkstückoberfläche an, ist es erforderlich, Prozesssignale zu erfassen und zu verarbeiten.

Ausgehend von den statistischen Untersuchungen und den vorliegenden Resultate lässt sich bislang ableiten, dass:

1. die Steigerung der Reflexion in der Schweißphase (Abbildung 1a)
2. eine verfrühte Absenkung des Signales der Plasmaintensität (Abbildung 1b)

auf eine thermische Bohrung hinweisen kann. Dabei ist zu beachten, dass die Eindringtiefe der thermischen Bohrung einen Einfluss auf die Anbindung der Fügepartner hat. Nur wenn beide erwähnten Bedingungen zutreffen, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass die Punktschweißung eine Fehlschweißung ist.

Diese Kenntnisse können zur Qualitätssicherung von Schweißpunkten herangezogen werden, da sich so nach den im Rahmen des Forschungsprojektes festgelegten Kriterien Schweißungen aus dem laufenden Produktionsprozess entfernen lassen. Dadurch ist eine Verbesserung der Erfüllbarkeit von Qualitätssicherungsstandards und eine Senkung der Ausschussrate möglich.

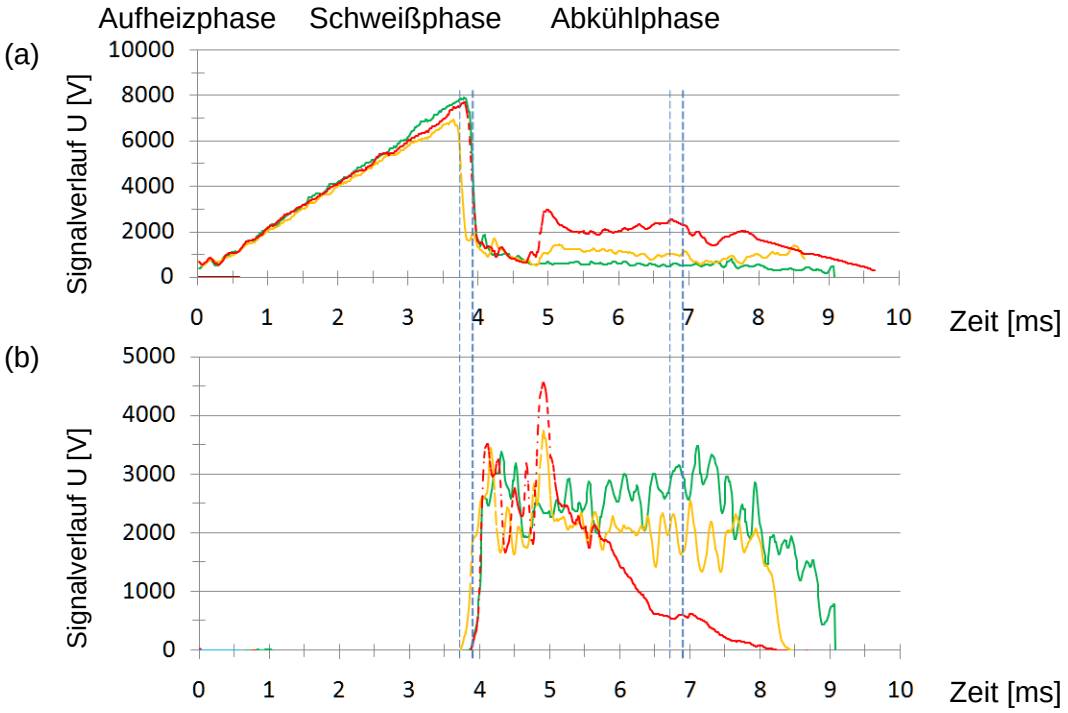


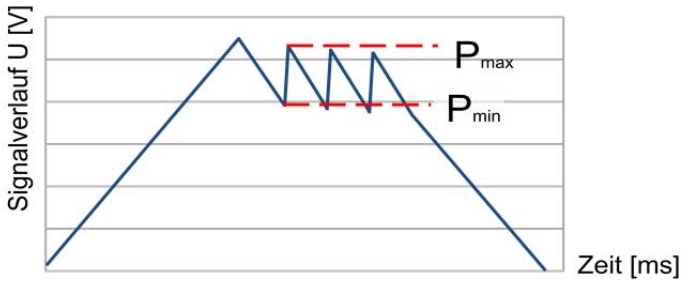
Abbildung 1: Erfasste Prozesssignale (a = Nd:YAG Reflexion, b = Dampffackelintensität)

Legende:
grün: Punktschweißung in Ordnung
orange: Punktschweißung mit Punkteinfall
rot: Vorliegen einer thermischen Bohrung

Durchführung des Arbeitspunktes:

Integrierung und Parametrisierung des Ripple-Pulses sowie Untersuchung dessen Einflusses auf die Schweißphase

Ein Ansatz zur Beruhigung des Schmelzbades für konstantere Anbindungsquerschnitte der Schweißpunkte, war der Einsatz und die Überprüfung des Einflusses eines Ripple-Pulses (Abbildung 2). Die Ripple-Puls-Funktion lässt sich durch eine minimale sowie maximale Laserspitzenleistung sowie durch die Anzahl der Ripple definieren und wurde in die Bediensoftware integriert.



Ripplepulsparameter:

P_{max} = Maximalwert
P_{min} = Minimalwert
n_{Ripple} = Anzahl der Ripple

Abbildung 2: Sollpulsform mit Ripple-Parameter

Mit der Ripple-Puls-Funktion wurden Versuchsschweißungen an Cu-Blechen mit einer Dicke von 0,5 mm im Überlappstoß ohne Schutzgas durchgeführt. Es sind mindestens 5 Punkte pro Parametersatz verschweißt worden. Die Anzahl der Ripple wurde hierbei auf 3, 6, 12 bzw. 24 bei einer Laserleistung eingestellt, die im Intervall zwischen 2,3 und 3,8 kW variierte.

Die Auswertung der Schweißungen erfolgte durch die Vermessung der Durchmesser der Schweißpunkte an der Blechoberseite und der Bruchflächen sowie die Ermittlung der Oberflächen- und Bruchflächenprofile.

Anhand statistischer Auswertungen dieser Untersuchungen und der Vergleichsschweißungen ohne Ripple-Pulse ließen sich keine Verbesserungen der Prozessstabilität durch Anwendung des Ripple-Pulses für die im Rahmen dieser Untersuchungen ausgewählten Parameter nachweisen.

3 Ausblick auf die geplanten Arbeiten

Entsprechend dem Arbeitsplan und in Abstimmung mit dem pbA wurden als nächste Schritte festgelegt:

- Dokumentation des Regelalgorithmus
- Publikationen von Teilergebnissen,
- Erstellung des Schlussberichtes.

4 Transfer und Umsetzung der Forschungsergebnisse

Die vorliegenden Ergebnisse des Forschungsprojektes wurden bislang auf den Sitzungen des Fachausschusses 6 der Forschungsvereinigung des DVS den Teilnehmern aus Industrie und Forschungseinrichtungen sowie auf den Zusammenkünften des projektbegleitenden Ausschusses den pbA-Mitgliedern vorgestellt(Tabelle 2). Das Projekt ist seit Projektbeginn in das Forschungsportal Sachsen-Anhalt eingestellt. Weitere Teilergebnisse wurden in Vorträgen auf dem 32. Assistentenseminar Füge- und Schweißtechnik in Aachen, dem 14. Sommerkurs „Werkstoffe und Fügen“ der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg sowie im Rahmen des 8. Hochschul-Kupfer-Symposiums (Universität Hannover) veröffentlicht. Weitere Publikationen in den Zeitschriften „Schweißen und Schneiden“ und „Metall“ sowie auf dem DVS Congress 2012 sind vorgesehen.

5 Sitzungen des Projektbegleitenden Ausschusses (PA)

Die bereits erfolgten und geplanten Sitzungen des PA sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Angaben zu den Sitzungen des PA

Sitzung	**Ort**	**Datum**
1. Sitzung	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg	11.03.2010
2. Sitzung	LASAG AG, Thun/Schweiz	20.10.2010
3. Sitzung	Plasmo AG, Wien/Österreich	06.04.2011
4. Sitzung	BBW Lasertechnik, Prutting	06.10.2011

6 Durchführende Forschungsstelle

Institut für Werkstoff- und Fügetechnik / Lehrstuhl Fügetechnik (IWF-FT)
Universitätsplatz 2
39106 Magdeburg
Tel.: 0391 / 67-18613
Fax: 0391 / 67-12037
E-Mail: iwf@uni-magdeburg.de

Leiter der Forschungsstelle:
Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Projektleiterin:
Dr.-Ing. Andrea Hübner

Projektbearbeiter:
Dipl.-Ing. Stephan Leis