Kurzbericht zum Forschungsantrag AiF-Nr. 13.770 / DVS-Nr. 1.048

Durchführende Forschungsstelle:

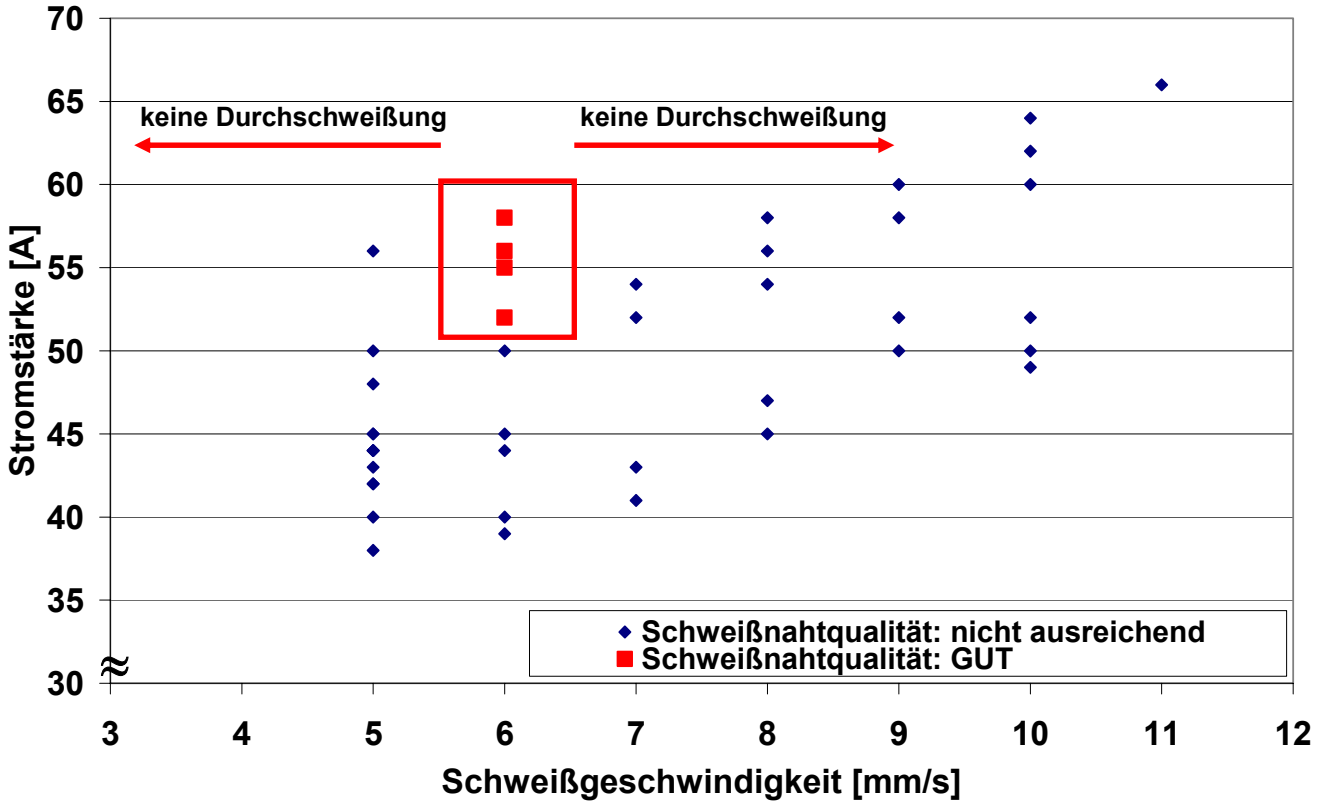
Fachgebiet Fertigungstechnik
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Johannes Wilden
Fakultät für Maschinenbau
Technische Universität Ilmenau
D – 98684 Ilmenau

Forschungsthema

Untersuchung der metallurgischen Grundlagen zum Plasma-Pulver-Verbindungsschweißen dünner Aluminiumbleche.

Stand des Forschungsprojektes

Im Rahmen der Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass das Plasma-Pulver-Verbindungsschweißen von Aluminiumblechen unterhalb 2 mm, auch wenn am Beispiel der Kombination AlMgSi1 / AlMg5 in einem engen Prozessfenster (Bild 1), sicher und reproduzierbar durchgeführt werden kann.



Für die weiterhin untrsuchten Aluminiumlegierungen ergaben sich die nachfolgenden Arbeitsbedingungen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Schweißparameter für den Grundwerkstoff AlMgSi1 und AlMg3 unter Verwendung der Zusatzwerkstoffe AlMgSi0,5, AlMg3 und AlMg5

Grundwerkstoff	AlMgSi1		AlMg3
Zusatzwerkstoff	AlMgSi0,5	AlMg5	AlMg3
Schweißstrom [A]	54	56	46
Balance	-2	-1,3	-1,5
Schweißgeschwindigkeit [mm/s]	6	6	6
Plasmagas: Ar [l/min] Schutzgas: Ar/He (50/50) [l/min]	3,0 20	4,2 20	3,5 20
Pulverkorngröße [μm]	45-125	45-125	45-125
Blechdicke [mm]	1,5	1,5	1,5

Anhand von RBS-Messungen zur Bestimmung des Oxidgehalts von Pulverchargen mit unterschiedlicher Körnung wurde belegt, dass grobkörnige Pulverzusatzwerkstoffe am Beispiel von Al99,5AS (63-400 μm) und AlMg5 (200-400 μm) der Firma Mepura Metallgesellschaft m.b.H durch die Reduzierung der spezifischen Oberfläche zu einem geringeren Oxidschichtanteil führen. Mit Ausnahme des AlSi12 Zusatzwerkstoffes konnten für die groben Pulverchargen Al99,5AS und AlMg5 im Vergleich zu den Legierungen AlMg5 (45-125 μm) und AlMgSi0,5 (45-125 μm) der Firma TLS Technik GmbH & Co. KG jedoch keine auswertbaren Schweißergebnisse erzielt werden, da aufgrund der Korngrößenverteilung eine gleichmäßige Pulverförderung prozesstechnisch nicht realisierbar war. Im Ergebnis konnten weder eine gleichmäßige Ausbildung der Decklage noch eine Durchschweißung des Grund- und Zusatzwerkstoffs erzielt werden. Im Vergleich dazu wurde mit dem Einsatz der feinkörnigen Pulverzusatzwerkstoffe im Korngrößenbereich 45-125 μm trotz des höheren Oxidanteils bei einer geringen Porenbildung eine gute Durchschweißung erzielt.

Die nachfolgende Eloxalbehandlung und der Einfärbeprozess führten am Beispiel der ausgewählten Schweißproben mit den Zusatzwerkstoffen AlMgSi0,5 AlMg5 und AlMg3 sowie den Grundwerkstoffen AlMgSi1 und AlMg3 (Blechwerkstoff, Dicke 1,5 mm) zu dem Ergebnis, dass zur Vermeidung von Farbunterschieden und der Realisierung der Farbechtheit zwischen der Schweißnaht und dem Grundwerkstoff beim Aluminiumverbindungsschweißen eine regelmäßige Schweißnahtoberfläche ohne Schuppung oder Decklagenunterwölbung erforderlich ist. Nach der Auswertung der bislang erzielten Ergebnisse ist für eine gleichmäßige Einfärbung der Schweißnahtdecklage eine Nahtüberhöhung ≤ 1,0 mm zu empfehlen. Für den Wurzeldurchhang der Schweißnaht wird bei einer gleichmäßigen Durchschweißung des Grund- und Zusatzwerkstoffs eine Höhe von 2,0-3,0 mm empfohlen. In Bild 2 sind jeweils an einem Beispiel die eloxierten bzw. eloxierten und nachfolgend eingefärbten Decklagen und Wurzelüberhänge der Werkstoffkombination AlMgSi1 / AlMgSi0,5 dargestellt.

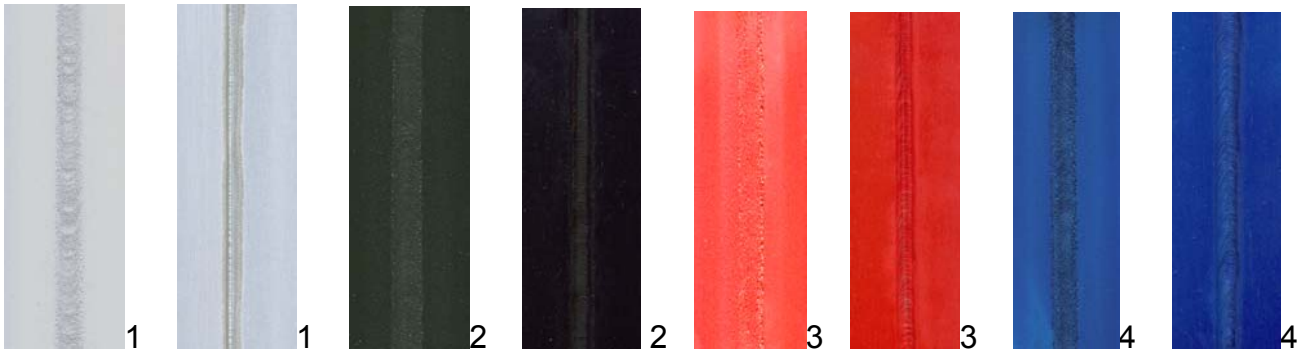


Bild 2: Schweißverbindung mit dem Grundwerkstoff AlMgSi1 und dem Zusatzwerkstoff AlMgSi0,5; 1) Decklage und Wurzel nach der Eloxalbehandlung ohne Einfärben; 2) eloxiert und schwarz gefärbt; 3) eloxiert und rot gefärbt; 4) eloxiert und blau gefärbt.