**Forschungsvorhaben:** **DVS-Nr.: 03.081 / IGF-Nr.: 15.635 N**

**Forschungsthema:** Steigerung der Prozesssicherheit bei gleichzeitiger Verringerung der Produktionskosten durch den Einsatz gasförmiger Flussmittel beim Lichtbogenlöten

**Laufzeit:** 01.08.2008 - 31.12.2010

## 1 Forschungsziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, durch den Einsatz von gasförmigen Flussmitteln beim Löten mit geregelter Lichtbogentechnik eine prozesssichere Technologie zum Fügen von Stahlwerkstoffen, Aluminiumwerkstoffen und Mischverbindungen Stahl/Aluminium zu entwickeln. Es wird angestrebt im Kurzlichtbogen das gasförmige Flussmittel zu aktivieren und so die Benetzung durch das Lot auch in den Bereichen, die nicht aktiv vom Lichtbogen beeinflusst werden zu verbessern.
Auf Grund des niedrigen Wärmeeintrages in das Bauteil und der daraus entstehenden niedrigen Temperaturen ist die Benetzung im Lötspalt gering. Die Benetzbarkeit kann jedoch durch den Einsatz von Flussmitteln gesteigert und somit das Aussehen und das mechanisch-technologische Eigenschaftsprofil der Verbindung verbessert werden.
Das Bewerten der Nahtgüte (Aussehen, Benetzung, Porenfreiheit), der Gefügeentwicklung sowie der lokalen mechanisch-technologischen Eigenschaften des Verbundes in Abhängigkeit von den Prozessparametern. Dieses Ziel wird mit der Verwendung von verschiedenen, unter anderem borhaltigen Flussmittel und Flussmittel-Zugabe-Geräte verfolgt. Bei den für das Löten von Aluminiumwerkstoffen eingesetzten Flussmitteln handelt es sich um Hilfsmittel, die auf der Basis von Alkali- und Schwermetallchloriden und –fluoriden bestehen.

## 2 Aktuelle Ergebnisse

Die gasförmigen Flussmittel Boropur und NocolokZnFlux wurden durch die Schutzgasdüse in den Brenner eingebracht. Verschiedene Untersuchungen ergaben, dass die Bildung von Poren insbesondere bei einer Durchflussmenge oberhalb von 2,2 l/min signifikant zunimmt. Daher wurden maximale Flussraten von 1,4 l/min verwendet. Das Fügen von Stumpfstössen mit CuSi und Boropur100 führt zu einem signifikant gesteigerten Benetzungsverhalten.
Es ist jedoch grundsätzlich die Interaktion zwischen Lichtbogen und Flussmittel beim Löten zu beachten. Festzuhalten ist, dass die Zufuhr von gasförmigen Flussmitteln direkt in den Brenner zum einen das Lichtbogenverhalten selbst und zum anderen das Fliess-/Benetzungsverhalten der Lote verändert d.h. beispielsweise Benetzung auf der lichtbogenabgewandten Seite im I-Stoß oder Veränderung der Oberflächentopographie der Lötnaht.
Es sind daher definierte Randbedingungen beim Fügen einzuhalten, um positive Effekte zu erzielen. Diese Bedingungen (u.a. Spaltmaße, Werkstückaufnahme bzw. –unterlage) werden zurzeit detailliert untersucht und die Ergebnisse dokumentiert.
Beim MIG-Löten von Mischverbindungen mit dem Zusatzwerkstoff AlSi12 entstehen unregelmäßige Nähte, insbesondere beim Bördelstoß. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass der Lichtbogen vor allem auf der Stahlseite anstatt mittig im Spalt (in der Mitte zwischen den Blechen) brennt.

Die unter verschiedenen Randbedingungen mit unterschiedlichen Flussmitteln hergestellten Fügeverbindungen wurden neben der metallographischen Charakterisierung auch mittels Mikrozugversuchen quer und längs zur Fügerichtung bewertet (Abb. 1).

Abb. 1: Entnahmestellen für die Mikrozugprüfung und Zugprobe, welche quer zur Fügerichtung aus den gefügten Blechen herausgeschnitten wurde

Auf Anregung aus dem pbA wurde der Versuchplan um Versuche mit CuSi-Loten auf unverzinktem Stahl erweitert. Darüber hinaus werden zukünftig Mischschutzgas (z.B. Arcal12: Ar+2%$CO_2$) sowie weitere Flussmittel (Cäsiumfluoroaluminat, Ammoniumchlorid) zum Einsatz kommen und auch BzAl8 (für Alu/Stahl-Mischverbindungen) verwendet werden.

## 3 PbA-Sitzungen

1. pbA Sitzung am 05.12.2008
2. pbA Sitzung am 26.02.2009
3. pbA Sitzung am 21.06.2010