MIT DEM SCHWEISSVERBUND VON GUSSEISEN MIT KUGELGRAFIT UND STAHL ZU LEICHTBAUKONZEPTEN

AUTOR:
Dr. Wolfgang Knothe, Franken Guss GmbH & Co. KG

1. ÜBERSICHT

Zur Realisierung von Leichtbaukonzepten wurde bei Frankenguss intensiv an der Anwendung von Konstruktions-Schweißverfahren gearbeitet.

Dieser Schweißverbund hat die Zielstellung eine komplexe Gusskonstruktion mit leichten Strukturelementen wie Tragrohre oder Profile aus Stahl zu einem System zu verbinden.

Für diese Verbundkonzepte haben sich sowohl die Schmelz- als auch die Pressschweißtechniken bewährt.

In **Bild 1** sind diese zwei Verfahrenstechniken zusammengestellt; sie unterscheiden sich signifikant durch das Erfordernis eines Zusatzwerkstoffes beim Schmelzschweißen.

Bild1: Konstruktionsschweißen Gusseisen mit Kugelgrafit und Stahl

2. BEISPIELE DER VERFAHRENSTECHNIKEN

2.1 MAGNETARC SCHWEISSTECHNIK

Die MagnetArc- Schweißtechnik ist ein Press-Schweißverfahren das zur Erwärmung des Schweißbereiches mit einem rotierenden Lichtbogen arbeitet. Mit Erreichen der Schweißtemperatur werden die beiden Teile schlagartig auf einander gepresst; je nach Größe der Teile kann die spezifische Pressspannung bis 150 MPa betragen. Dadurch entsteht ein Werkstoffverbund bis in den atomaren Strukturbereich

Geometrisch muss der Schweißbereich hier der Auf-

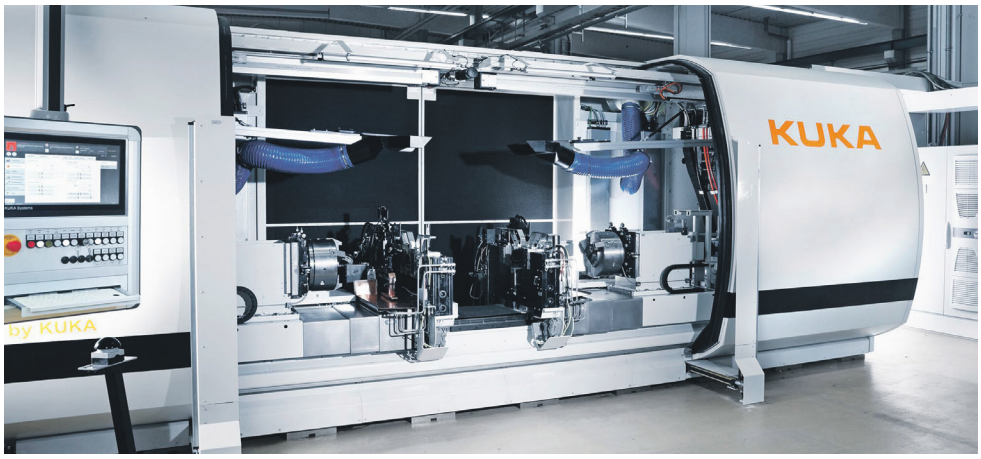

Bild 2: KUKA MagnetArc – Schweißanlage (Quelle: KUKA Augsburg)

nahme der entstehenden Schubspannungen angepasst werden.

Von KUKA in Augsburg wurden verschiedene Pressschweißverfahren entwickelt [1]

Hier wird das sehr moderne MagnetArc-Schweißverfahren vorgestellt, da es sich exzellent im Fahrwerk wie auch in der Fahrerhauslagerung von Nutzfahrzeugen bewährt hat.

Die Vorteile bestehen in

- Direkter Teileverbund ohne Zusatzwerkstoff
- Sehr hohe Maßgenauigkeit mit niedriger Serientoleranz
- Geringe Schweißwulst (frei von Nachbearbeitung)
- Tragfähigkeit des Schweißverbundes oberhalb der Werkstofffestigkeit
- Integrierter Schutzgasstrom
- Integrierte Wärmebehandlung zum unmittelbaren Spannungsabbau
- Automatisierter Prozess
- Kurze Taktzeiten mit hoher Taktfolge
- Erhebliche Kosteneinsparung durch Wegfall der Einzelteil-Elemente

Bild 2 zeigt eine KUKA MagnetArc-Schweißanlage einschließlich der Eingabe- und Steuereinheiten und **Bild 3** beschreibt die Arbeitstakte des Schweißprozesses.

Der nach diesem Verfahren hergestellte Rohrquerträger ist die Zusammenfassung von ehemals 18 Einzelteilen in einem komplexen Verbund und multifunktionalen Eigenschaften; **Bild 4.**

2.2 SCHMELZSCHWEISSTECHNIK MIT ZUSATZWERKSTOFF

Mit den Untersuchungen zum Mechanismus der Kugelgrafitbildung wurde das inerte Verhalten der Grafitkugel in der Schmelz-Schweiße entdeckt [2] und damit die Kalt-Schweißbarkeit des Werkstoffes Gusseisen mit Kugelgrafit nachgewiesen, **Bild 5:** Die Grafitkugel bleibt auch im Schmelzbereich der Schweißverbindung erhalten.

Als Zusatzwerkstoff hat sich der Massivdraht UTP A 8051 Ti der Firma Böhler Schweißtechnik Deutschland GmbH bewährt.

Grundlage der Anwendung der klassischen Schweißverfahren wie die MIG / MAG Verfahren, aber auch des Laser-Schweißens, ist das Auffinden der Parameter-Einstellung zur Minimierung der zugeführten Wärme.

Dort hat sich besonders die vom LZH Hannover für die Raumfahrt-Technik entwickelte Laser -Schweißtechnik bewährt [3].

Die hohe Energiedichte und präzise Lenkung des Laserstrahles garantieren eine blitzartige Erwärmung des Schweißbereiches mit minimaler Wärmeeinflusszone.

Bild 6 zeigt den Versuchsaufbau im LZH Hannover für das Festkörperschweißen eines GJS – Differentialgehäuses mit einem Stahl- Tellerrad.

Hier wird die Hybrid – Schweißtechnik angewendet.

Hybrid bedeutet dass auch der Schweißzusatz-Draht

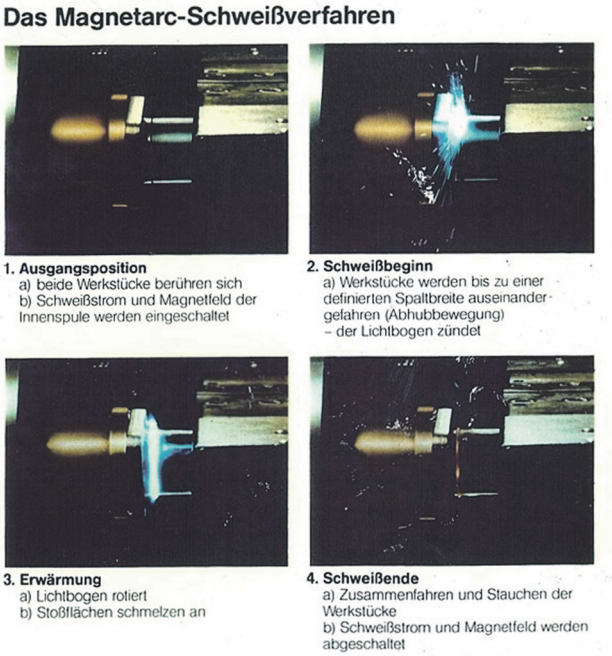

Bild 3: Das MagnetArc – Schweißverfahren (Quelle: KUKA Augsburg)

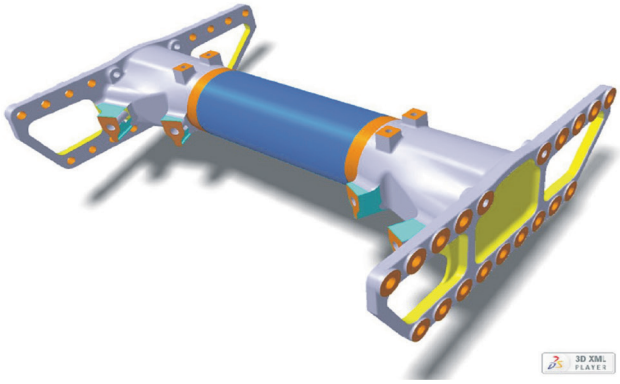

Bild 4: Rohrquerträger MagnetArc geschweißt

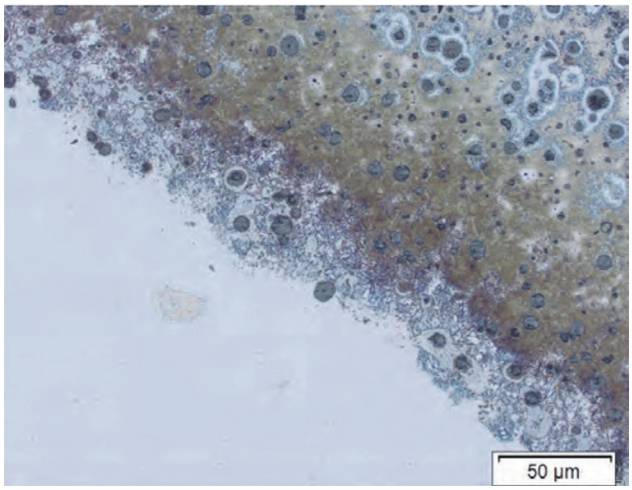

Bild 5: Inerter Bestand des Kugelgrafit im Schweißgut

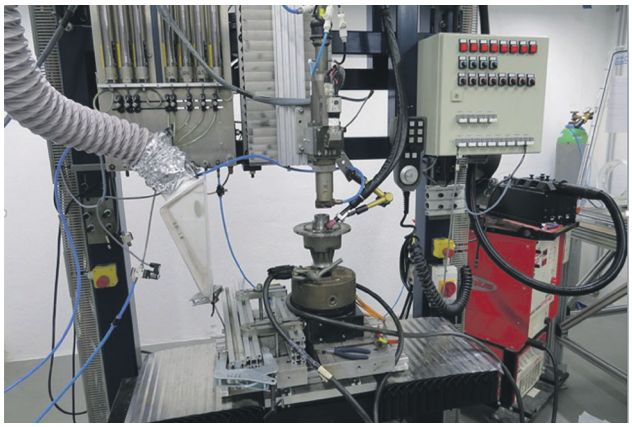

Bild 6: Laser Schweißanlage mit beheiztem Schweißdraht

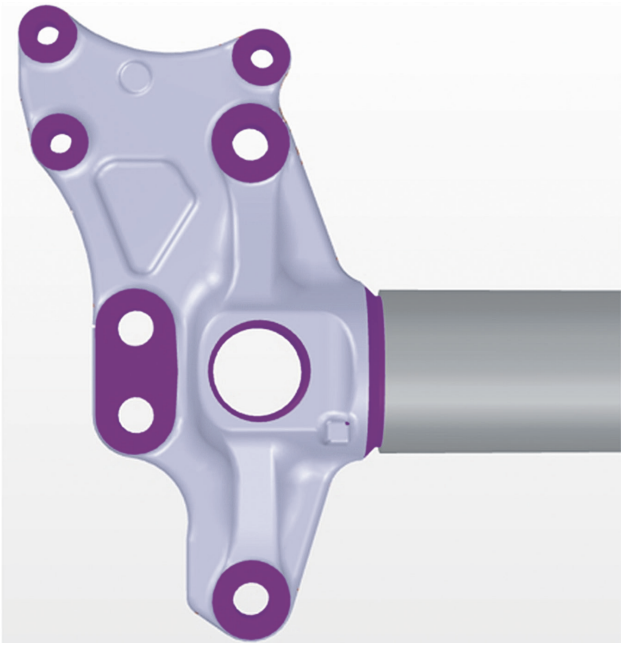

Bild 7: GJS – Flansch mit gestecktem Tragrohr

definiert induktiv erwärmt wird.

So wird m Prozess der Kaltschweiß-Technik der inerte Zustand der Grafitkugel erhalten und das Entstehen karbidischer Gefüge vermieden [4].

Ein weiteres Verbundkonzept zeigen die **Bilder 7 und 8**.

Eine multifunktionelle Gusskonstruktion wird mit einem leichten Stahl-Tragrohr über eine Schweiß-Steckverbindung verbunden.

Eine sichere Tragfähigkeit, aber vor allem die Vermeidung des Kerbeinflusses aus der Schweißnaht, hat sich hier das thermische Aufschrumpfen mit einer Stecklänge von 0,2 x Durchmesser bewährt.

Die optimale Nahtausführung ist hier die I / V- Naht, **Bild 9**.

2.3 PUNKT-SCHWEISSVERFAHREN FÜR DEN GUSS / BLECH VERBUND

Für den Schweißverbund von Blech mit Tragkonstruktionen hat das Punktschweißen Tradition und breite Anwendung gefunden.

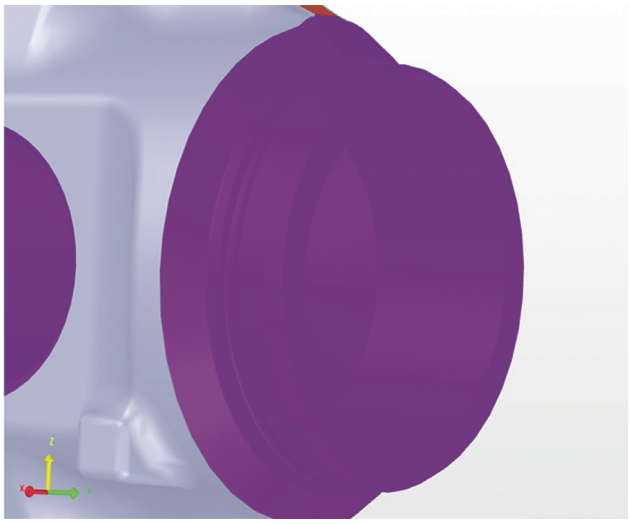

Bild 8: Profil für die Schweißnaht

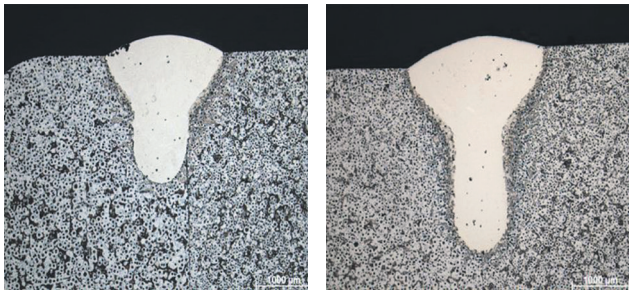

Bild 9 Kombinierte I / V - Naht

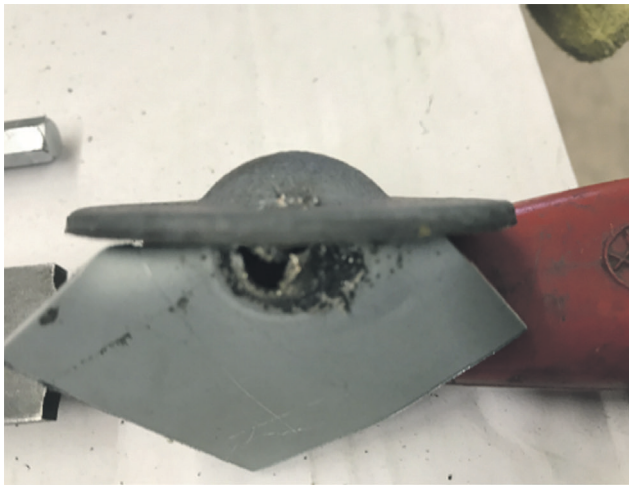

Bild 10: Reißprobe der Punktschweißung (Zange)

Vom Prinzip ist Punktschweißen ein Presschweiß-Vorgang ohne Zusatzwerkstoff und klassisch in der Anwendung mit einer Zange.

In **Bild 10** wird das Beispiel einer Zangen-Schweißung für den Verbund eines 1,8 mm dicken Karosserie-Blech mit einem Adapter aus dem Werkstoff Gusseisen mit Kugelgrafit gezeigt. Der nachträglich erfolgte Reiß – Test

beweist die Tragfähigkeit des Schweißpunktes: gerissen ist die Verbindung im Grundwerkstoff. Zusätzlich wurde noch die Erkenntnis gewonnen, dass die Zinkschicht des Bleches durch die Schweißwärme ohne Störungen oder Bildung von Einschlüssen verdampft.

Zur Optimierung der Anwendung der Schweißzange müssen die Parameter: elektrische Leistung, Zangendruck, Haltezeit, Blechdicke ermittelt und für diesen Anwendungsfall festgeschrieben werden.

Weiterführende Untersuchungen erfolgten mit dem Laser-Schweißprozess im LZH Hannover mit dem in **Bild 11** dargestellten Gussknoten aus dem Werkstoff Gusseisen mit Kugelgrafit.

Auch hier wurde eine tragfähige Verbindung unter Anwendung der Laser-Punkt-Schweißung erreicht. Verglichen wurden zwei Arten der Laser-Impulsgebung: Rechteck-Impuls sowie Rampen-Impuls.

Im Ergebnis aller Einzelversuche hat sich der Rampen-Impuls, ausgeführt mit einer sogenannten Strich-Raupe, als optimale Technologie ergeben.

Bild 12 zeigt den typischen Befund der Gefügeausbildung im Schweißpunkt .

Bild 11: Versuchsteil Gussknoten im Werkstoff GJS 500

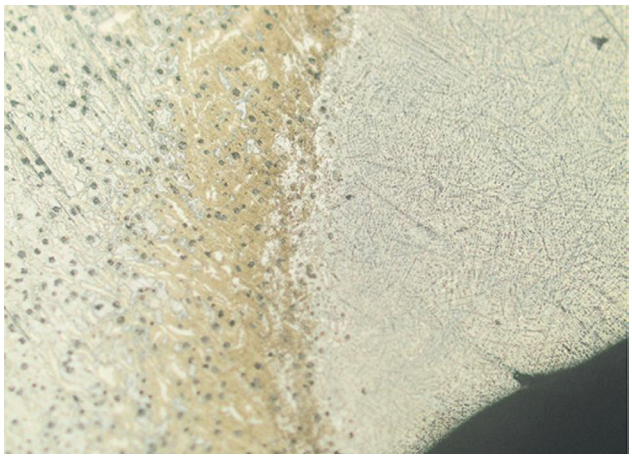

Bild 12: Gefügeausbildung des Laser Schweißverbundes

3. FAZIT

- Das Konstruktionsschweißen vereint für den Leichtbau die Massivumformung mit dem Gießen
- Gusseisen mit Kugelgraphit ist ein schweißtechnisch geeigneter Werkstoff, der in dem breiten Feld der Schweißverfahren für das Konstruktionsschweißen eingesetzt werden kann
- Die Formgebung durch Gießen ermöglicht die maximale Gestaltungsfreiheit; so können Neukonstruktionen direkt dem Lastfall angepasst werden

LITERATUR

1 Herrich, J. : Pressschweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen unter Schutzgas, KUKA Augsburg (2022)

2 Knothe, W. : Giesserei Rundschau 02/ 2020 JHG 67

3 Nothdurft, S. wu.M. Henkel: Laser Zentrum Hannover e.V. (2019)

4 Knothe, W. : Giesserei Rundschau 01/ 2020 JHG 67

SCHALTEN SIE IHRE ONLINE-BANNERWERBUNG AUF DER STARTSEITE VON PROGUSS-AUSTRIA FÜR EIN MONAT

Wir bieten Ihnen auf der Startseite proguss-austria.at die Möglichkeit einer Online-Bannerwerbung im Format 300 x 600 Pixel

Anfragen unter: angerer@proguss-austria.at

austria proguss