

DICHTSCHWEISSEN VON DRUCKGUSSTWERKSTOFFEN MIT FASERLASER

DIE AUFGABE

Aluminium-Druckguss wird im Automobilbau wegen seiner hervorragenden Gießbarkeit vielseitig eingesetzt, insbesondere jedoch für Bauteile mit dünnwandigen Querschnitten. Diese Gusskomponenten weisen häufig Schnittstellen zu Profil- oder Rohrhälften auf, die druckdicht und mit hoher, reproduzierbarer Schweißnahtqualität miteinander verbunden werden müssen. Qualitativ hochwertige Fügeverbindungen der beteiligten Komponenten sind eine wesentliche Voraussetzung für deren industrielle Anwendung. Daneben muss der eingesetzte Prozess verzugsarm ausgelegt werden, um den Toleranzen im Zusammenbau und in der Einbausituation gerecht zu werden.

Für solch anspruchsvolle Verbindungen von Druckgusskomponenten sind Strahlschweißverfahren, bei denen die Komponenten in den schmelzflüssigen Zustand überführt werden, bisher nicht geeignet. Bedingt durch das Auftreten von Lunkern oder Poren, die beim Druckgießen verfahrensbedingt auftreten und unter hohem Druck stehen, kommt es zu einem extrem instabilen Schweißprozess. Auch die Formtrennmittel aus dem Druckgussprozess behindern die homogene Schweißnahtausbildung. Infolge dessen entstehen im Schweißgut verstärkt Poren, im Schweißprozess treten stochastische Auswürfe auf. Konventionell hergestellte Druckgussbauteile gelten deshalb als nahezu nicht schweißbar.

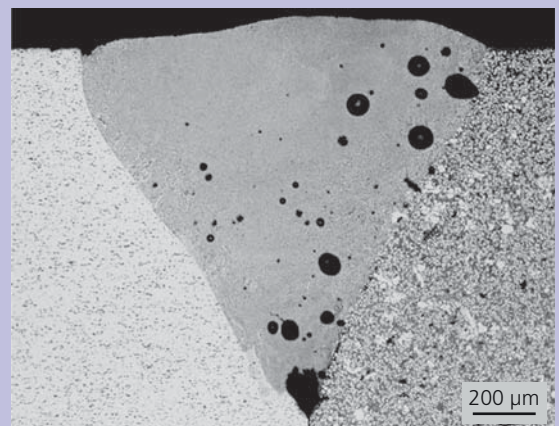
Um dennoch die Herstellung verzugsarmer, druckdicht verschweißter Druckgussbauteile zu ermöglichen, ist die Entwicklung eines neuen Schmelzschweißverfahrens unerlässlich. Es soll durch wenig Spritzer und eine deutlich reduzierte Auswurfwahrscheinlichkeit gekennzeichnet sein und eine Entgasung der Schmelze erlauben.

UNSERE LÖSUNG

Für eine stoffschlüssige Fügeverbindung zwischen einer Aluminium-Druckgusskomponente und einem Aluminiumrohr, (Abb. 1) wurde am Fraunhofer IWS Dresden ein neuartiges Schweißverfahren entwickelt. Der Schweißprozess erfolgt unter Verwendung von Strahlquellen mit höchster Strahlqualität und unter Einsatz hochfrequenter Strahloszillation.

Die gezielte Beeinflussung der geometrischen Keyhole-Ausbildung durch Scanfrequenzen im kHz-Bereich ermöglicht das Einstellen einer werkstoffangepassten Schmelzbaddynamik und erlaubt ein gezieltes Ausgasen der Schmelze. Durch die kontrollierte Führung der dünnflüssigen Schmelze während des Prozesses erstarrt das flüssige Metall homogen. Dadurch wird die Anzahl von Gaseinschlüssen im Schweißgut deutlich reduziert. Die erhöhte Prozessstabilität des Verfahrens ermöglicht zudem eine hohe Ausbringung an geschweißten Komponenten.

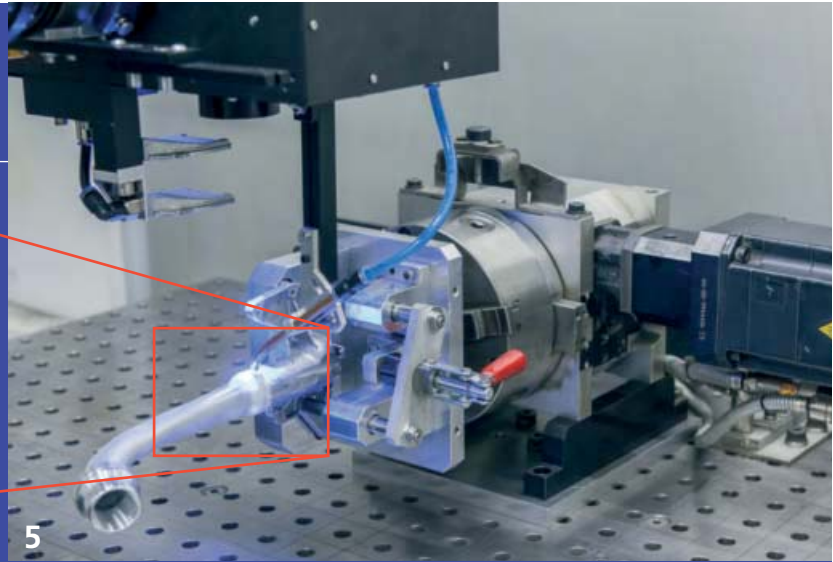
Mit hochfrequenter Strahloszillation lasergeschweißte Fügeverbindung (links: AlMg-Rohr, rechts: konventioneller AlSi-Druckguss)



2



3



5

ERGEBNISSE

Die Schweißversuche an Druckgusskomponenten im Labor haben gezeigt, dass mit Hilfe der hochfrequenten Strahloszillation eine Stabilisierung der Keyhole-Ausbildung erzielt wird. Der Prozess verläuft gleichmäßig und stabil, ohne die für Druckgussbauteile übliche massive Spritzer- oder Auswurfproblematik.

Bestätigt werden diese Beobachtungen von der metallographischen Analyse. Im Lichtmikroskop zeigt sich, dass die verbleibende Porenanzahl im Schweißgut äußerst gering ist (Abb. 2). Die im Vergleich zum Laserstrahlschweißen ohne Strahloszillation auftretenden Poren konzentrieren sich nur noch auf der Seite des Druckgussbauteils. Der durchgeführte Bauteiltest, bei dem die Schweißnaht mit 2,5 bar Innendruck beaufschlagt wird, verläuft ohne Fehleranzeigen, die Schweißnaht ist druckdicht.

Bedingt durch den geringen Energieeintrag in das Bauteil (Laserleistung < 1 kW) weist das 3D-geformte Bauteile nach dem Schweißprozess eine sehr hohe Maßhaltigkeit auf, Verzug ist kaum noch messbar. Komplexe Einbausituationen werden somit ohne zusätzlichen Richtprozess der Bauteile möglich. Darüber hinaus belegen Schweißversuche an einer großen Zahl von Prototypen die Serientauglichkeit des entwickelten Prozesses mit den gewünschten Eigenschaften.

Blick durch die im Strahlengang koaxial angeordnete Kamera zur Fügstellendetektion und Positionierung des Laserstrahls über die Scanneroptik



4

Das Angebot des Fraunhofer IWS umfasste dabei die werkstofftechnische Analyse, das Fügstellendesign, die Prozessentwicklung und die Charakterisierung der Verbindungseigenschaften.

Ausgehend von diesen Ergebnissen wurde der Schweißprozess durch das Fraunhofer IWS bei einem Automobilzulieferer in die Serienproduktion (Abb. 3/5) überführt. Dieser Schritt umfasste neben dem Technologietransfer die Integration von Hardware (Laser und Schweißoptik) und integrierte Nahterkennung in eine bestehende Schweißmaschine.

Ergänzend wurde eine dem Anwendungszweck entsprechende Software zur Steuerung der Scanneroptik und zur automatisierten Bilderkennung entwickelt (Abb. 4) und in die Schweißmaschine integriert. Mit dem speziell entwickelten Schweißprozess, der automatisierten Bilderkennung und der eigens entwickelten Software für die Scanneransteuerung steht nunmehr ein serientaugliches Verfahren für weitere Applikationen zur Verfügung.

- 1 Lasergeschweißte Druckguss-Kühlrohrkomponente
- 3 Laserstrahlschweißprozess
- 5 Technischer Aufbau beim Kunden mit IWS-Schweißkopf (oben) und aktiver Bilderkennung (rechts)

KONTAKT

Dr. Dirk Dittrich

+49 351 83391-3228

dirk.dittrich@iws.fraunhofer.de

