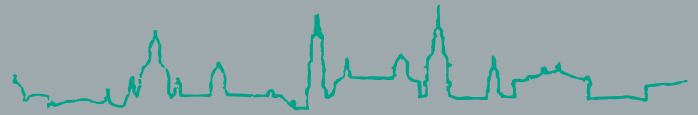




Fraunhofer

IWS



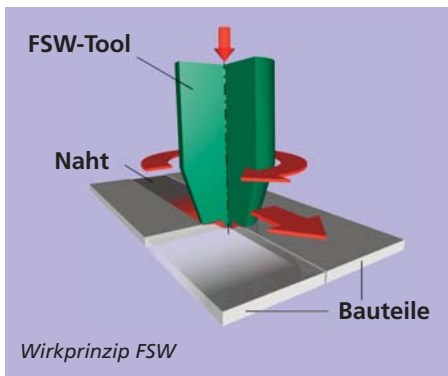
Dresden

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS



RÜHRREIBSCHWEISSEN AN 3D-STRUKTUREN

Kosten- und energieeffizientes Fügen komplexer Bauteile aus Aluminium-Werkstoffen



Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Winterbergstraße 28, 01277 Dresden

Fax +49 351 83391-3210

www.iws.fraunhofer.de

Ansprechpartner:

Dr. Jens Standfuß

Telefon +49 351 83391-3212

jens.standfuss@iws.fraunhofer.de

Aufgabenstellung

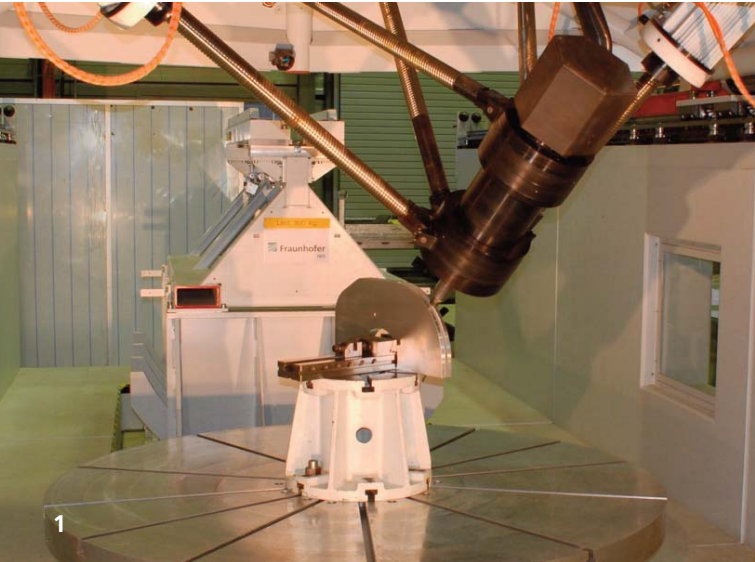
Rührreibschweißen (FSW – friction stir welding) stellt eine kostengünstige und energieeffiziente Alternative zu konventionellen Fügeverfahren dar. Aufgrund der hohen Prozesskräfte und der resultierenden massiven und kostenintensiven Konstruktion von kartesisch ausgeführten FSW-Maschinen sind Serienanwendungen bisher jedoch im Wesentlichen auf ebene Blechteile, Profile bzw. rotationssymmetrische Bauteile beschränkt. Untersuchungen an kostengünstigeren Roboteranlagen haben gezeigt, dass diese zwar die Bearbeitung komplexer Bauteilgeometrien ermöglichen, jedoch signifikanten Einschränkungen hinsichtlich der erreichbaren Prozesskräfte (und damit der maximalen Schweißnahttiefe) sowie der Bahngenauigkeit und des Arbeitsraumes unterliegen.

Lösung

Das Fraunhofer IWS betreibt die Weiterentwicklung des FSW-Prozesses an komplexen, dreidimensionalen Strukturen sowie biegeschlaffen Bauteilen. Grundlage hierfür ist der Einsatz eines neuartigen, voll 3D-fähigen parallelkinematischen Maschinenkonzeptes.

Wirkprinzip FSW

FSW ist ein mechanisches Fügeverfahren, welches die Fügepartner in der festen Phase verbindet. Das FSW-Tool besteht aus einem Pin und einer Schulter. Letztere übt Druck auf die Materialoberfläche aus und plastifiziert den Werkstoff. Der in das Material eingetauchte Pin reguliert den Werkstofffluss. So entsteht ein feinkörniges, thermomechanisch verfestigtes Nahtgefüge.



3D-Bewegungsmaschine

Der Prozess wurde auf einem 3D-fähigen Fräsbearbeitungszentrum umgesetzt, welches auf dem Konzept der Parallelkinematik basiert - einem sogenannten Pentapod (Abb. 1). In Zusammenarbeit mit dem Anlagenhersteller Metrom GmbH wurden die erforderlichen Prozessregelstrategien umgesetzt. Das Maschinenkonzept ermöglicht sowohl das dreidimensionale Rührreißschweißen komplexer Bauteile als auch eine vorgelagerte mechanische Bearbeitung der Fügekanten in einer Aufspannung. Durch einfaches Einwechseln einer am IWS entwickelten Laserstrahlablenkoptik (SAO-Baureihe) als Werkzeug ist erstmalig auch ein gekoppelter Laserheft- und Rührreißschweißprozess möglich (Abb. 2a, 2b).

Vorteile IWS-Lösungsansatz

Beibehaltung der FSW-typischen Vorteile:

- Fügen von Werkstoffen, die mit Schmelzschweißverfahren schwer schweißbar sind, etwa Al-Gusswerkstoffe

- geringer Bauteilverzug
- kein Schweißzusatzwerkstoff nötig
- Herstellung von Mischverbindungen ist ohne Bildung intermetallischer Phasen möglich (Bsp. Al-Cu)
- hohe Festigkeit

Vorteile durch das neue Anlagenkonzept:

- vereinfachter und kostengünstigerer Anlagenaufbau
- großer Arbeitsraum
- hohe Steifigkeit und Positionsgenauigkeit
- schnelle und flexible Prozessregelung

Ergebnisse

Mit den vorgestellten Anlagen- und Regelungskonzepten werden an ebenen wie auch komplexen Bauteilen reproduzierbar qualitativ hochwertige Schweißergebnisse erzielt.

Mögliche Materialdicke von Al-Blechteilen:

- max. 5,0 mm (FSW einseitig)
- max. 10,0 mm (FSW beidseitig)

Anwendungsmöglichkeiten

Bauteile mit komplexer Geometrie aus den Bereichen:

Fahrzeugbau

- PKW-Karosserieteile und tailored blanks aus Al-Blechen
- Getriebegehäuse aus Al-Gusswerkstoffen
- Profil- und Blechverbindungen

Schienenfahrzeugbau

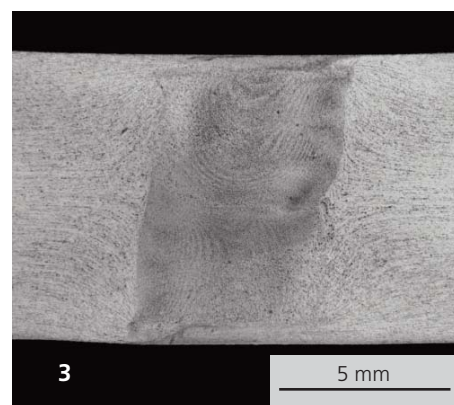
- Karosserieteile aus Al-Blechen

Schiffbau

- Al-Blechaufbauten
- Al-Rumpfstrukturen

Luft- und Raumfahrt

- Flugzeugrumpfstrukturen
- Al-Profil-Verbünde (Bodenstrukturen, Versteifungen)



Kenndaten der Werkzeugmaschine

System:	voll 3D-fähige 5-Achs-Parallelkinematik
Regelprinzip:	Kraft-, Moment-, Positionsregelung
Regelfrequenz:	max. 500 Hz
Arbeitsraum:	6,5 x 2,0 x 1,5 m ³ (L x B x H)
Arbeitskraft:	1,0 bis 12,0 kN

- 1 FSW-Prozess am 3D-Fräsbearbeitungszentrum – Pentapod
- 2 Fräsbearbeitung (a) und anschließendes Laserheften (b)
- 3 Schliffbild, 8 mm Blech (FSW beidseitig)