

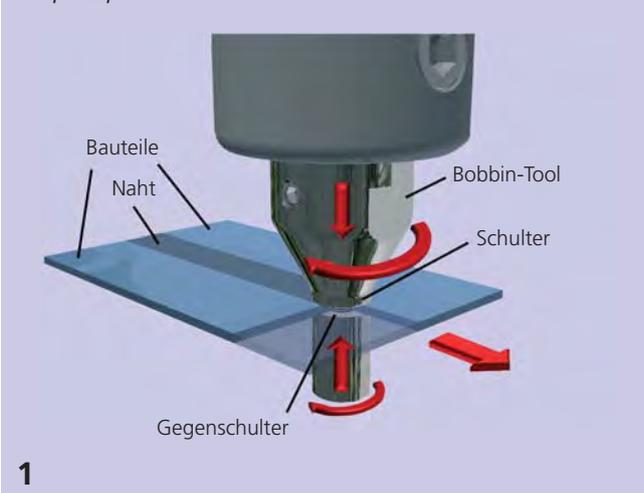


# NEUE FÜGETECHNOLOGIEN FÜR METALLISCHE RUMPFSTRUKTUREN

## DIE AUFGABE

In der Montage von metallischen Flugzeugrumpfstrukturen wird seit vielen Jahrzehnten das bewährte mehrreihige Nieten angewendet. Trotz des weitestgehend automatisierten Verfahrens ist der Prozess infolge hoher Prozesszeiten entsprechend kostenintensiv. Hinzu kommt der Überlappbereich an der Fügestelle, der sich negativ auf Materialkosten und Gewicht auswirkt. Im Hinblick auf die fortwährende Gewichts- und Kostenoptimierung in der Flugzeugherstellung besteht hier ein enormes Einsparpotenzial, welches allerdings die Entwicklung und Verwendung eines alternativen Fügeprozesses und angepasster, intelligenter Anlagen- und Spanntechnik bedingt. Sowohl die Prozessführung als auch das Spannen und die Positionierung biegeschlaffer 3D-Bauteile großer Dimensionen innerhalb des gegebenen Toleranzfeldes und unter Berücksichtigung der eingeschränkten Zugänglichkeit stellen dabei besondere Herausforderungen dar.

Wirkprinzip des Bobbin-Tools



## UNSERE LÖSUNG

Das Fraunhofer IWS Dresden erforscht seit vielen Jahren neue Fügekonzepte für die Luftfahrtindustrie. Neben dem Laserstrahlschweißen gewinnt das Rührreibschweißen zunehmend an Bedeutung in der Fertigung von Flugzeugkomponenten. Im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms IV entwickelt das IWS intelligente Maschinenkonzepte, die sowohl das Fixieren und Positionieren großformatiger, biegeschlaffer 3D-Bauteile als auch das qualitätsgerechte Fügen dieser mittels Rührreibschweißen ermöglichen.

Die im Rührreibschweißprozess standardmäßig auftretenden erheblichen Prozesskräfte werden im Allgemeinen durch eine aufwendige Stützvorrichtung unterhalb der Fügestelle abgeleitet. Im Luftfahrtbereich hätte das infolge der Bauteilabmessungen und verschiedener Bauteilgeometrien kostenintensive Einzellösungen zur Folge. Daher setzen die Projektpartner auf den Einsatz des Rührreibschweißverfahrens ohne Widerlager und mit flexibler Spanntechnik. Verwendung finden das sogenannte Bobbin-Tool bzw. das DeltaN-Tool (Markenname der Airbus Group Innovation). Durch ihre Doppelschulter-Bauweise (siehe Abb. 1) benötigen diese keine zusätzliche Stützstruktur unterhalb der Fügestelle. Dennoch können sie den Kräfteintrag sowohl in das Bauteil als auch in die Schweißanlage deutlich reduzieren.

Die Umsetzung des evaluierten Maschinenkonzeptes erfolgt zunächst an einer Pilotanlage für dreidimensional gekrümmte Demonstratoren von bis zu 2,5 m Länge.

## ERGEBNISSE

Das Rührreibschweißen ermöglicht es, die in der Luftfahrtindustrie verstärkt zum Einsatz kommenden, bisher aber nicht schweißbaren Aluminiumlegierungen unter Vermeidung der schmelzflüssigen Phase in einem Festphasen-Fügeprozess zu verbinden. Durch das Aufbringen hoher Prozesskräfte und Vermeidung der schmelzflüssigen Phase entsteht ein feinkörniges, thermomechanisch verfestigtes Schweißnahtgefüge. Umfangreiche metallographische Untersuchungen der Projektpartner zur Überprüfung der Schweißnahtqualität belegen die herausragenden Eigenschaften der Fügezone.

Der am Fraunhofer IWS Dresden entwickelte Schweißroboter bewegt sich auf einem dreidimensionalen Schienensystem mittels eines internen Antriebes autark fort. Das intelligente Spannkonzentrat ermöglicht über die Fixierung und Ausrichtung der gekrümmten Bauteile hinaus auch deren Positionierung für die spanende Bearbeitung der Fügekanten und den anschließenden Fügeprozess. Der für die Bearbeitung geforderte Toleranzbereich wird sicher eingehalten.

Die ersten Versuchsträger eines Flugzeugrumpfes wurden bereits erfolgreich mit diesem neuen Verfahren geschweißt (siehe Abb. 3). Durch die Anwendung eines Doppelschulter-Werkzeuges und die damit einhergehenden prozesstechnischen Vorteile kann auf eine Regelung des Schweißprozesses vollständig verzichtet werden.

Die Arbeiten erfolgten im Teilprojekt »Neue Füge-technologien für zukünftige metallische Rumpfstrukturen« innerhalb des Verbundprojektes ECO – »Wirtschaftlicher Metallrumpf Generation Best-Eco-Mix«, gefördert durch das Bundesministerium BMWi (FKZ: 20W111C).

In der Weiterführung des Projektes innerhalb des Luftfahrtforschungsprogramms V, Teilprojekt FUTURE II (FKZ: 20W1302C), sind umfangreiche Weiterentwicklungen und Optimierungen des Anlagenkonzeptes vorgesehen, unter anderem eine Erweiterung der Anlage auf Bauteilabmessungen bis zu 5,0 m Länge und ein Re-Design der bisherigen Antriebsstrategie. Durch die Annäherung an reale Flugzeugrumpfgeometrien und -dimensionen soll die Basis für eine aussagefähigere Technologiebewertung hinsichtlich der Einsetzbarkeit des Systems im Rahmen der zukünftigen Großkomponentenmontage von Flugzeug-Rumpfstrukturen geschaffen werden.

- 2 *Passagierflugzeug in Metallrumpfbauweise*
- 3 *Rührreibgeschweißter Versuchsträger mit 3D-Schweißnähten, Werkstoff: Al 6xxx*

## KONTAKT

Dipl.-Ing. Andreas Grimm  
 Telefon: +49 351 83391-3378  
[andreas.grimm@iws.fraunhofer.de](mailto:andreas.grimm@iws.fraunhofer.de)

