



## Entwicklung der Laserstrahl- löttechnologie zum Fügen korrosionsbeständiger Bauteilkomponenten aus Titanwerkstoffen mit minimaler Werkstoffbeeinflussung (LasTiLot)

### Das Projekt

Das Leichtmetall Titan zeichnet sich durch eine Vielzahl hervorragender Werkstoffeigenschaften aus wie die gute Warmfestigkeit, die besonders gute Korrosionsbeständigkeit sowie die geringe Dichte. Mit dem Einsatz des Werkstoffs Titan können somit Anforderungen an Bauteile und Produkte erfüllt werden, die besonders extremen Belastungen und Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind. Die Anwendungsbereiche für Titan sind vielfältig und erstrecken sich von der Luft- und Raumfahrt über die Automobilindustrie, den Anlagenbau und den Off-Shore-Einsatz bis hin zur Medizintechnik und Freizeitindustrie.

Von zentraler Bedeutung für die Verwendung von Titan ist die Verfügbarkeit von Fertigungstechnologien, die ein stoffschlüssiges Fügen von Bauteilen unter Berücksichtigung der erforderlichen Festigkeitsanforderungen ermöglichen. Diese können zumeist nur von stoffschlüssigen Fügeverfahren, und hier insbesondere den thermischen Verfahren zum stoffschlüssigen Fügen, geleistet werden. Aufgrund der irreversiblen Phasenumwandlung bei hohen Temperaturen - was sich negativ auf die Festigkeitseigenschaften der Fügeverbindung auswirkt - sind die etablierten Verfahren wie WIG-, Elektronenstrahl- oder Diffusionsschweißen nur bedingt einsetzbar. Zudem sind diese Verfahren sowohl technisch als auch wirtschaftlich mit einem hohen Aufwand verbunden.

Das Laserstrahlschweißen besitzt aufgrund seines lokal eng begrenzten Wärmeeintrags vergleichbare Vorteile wie das Elektronenstrahlschweißen. Das Laserstrahllöten kombiniert die Vorteile des Laserstrahlschweißens mit denen des Lötens und erlaubt es so, die Arbeitstemperaturen deutlich zu



**Wärmetauscher der WTT – Wilchwitzer Thermo Technik GmbH; die Verwendung von Titan ermöglicht den Einsatz von chemisch hochgradig aggressiven Kühlmedien mit exzellenten Wärmeübertragungseigenschaften**

senken, da nur der Lotwerkstoff und nicht der Grundwerkstoff auf Schmelztemperatur erhitzt wird. Folglich ist eine nur minimale Schädigung des Grundwerkstoffs zu erwarten. Nicht nur die hohen Vorschubgeschwindigkeiten sondern auch die minimalen Vorarbeiten führen zu einer kurzen Bearbeitungszeit und damit im Vergleich zu den konventionellen Verfahren geringeren Fertigungskosten.

Das Laserstrahllöten von Titanwerkstoffen wurde bislang nicht untersucht, so dass im Rahmen des Vorhabens „LasTiLot“ das Potenzial dieser Technologie ausführlich erforscht und hinsichtlich der Werkstoffcharakteristika des Titans optimiert wird. Neben der Prozessentwicklung und der Lotwerkstoffauswahl wird dabei zudem die Prozessüberwachung und Qualitätssicherung berücksichtigt, da Titanbauteile zumeist überdurchschnittliche Anforderungen hinsichtlich Festigkeit und Sicherheit erfüllen müssen.

## Die Kooperation

Das Projektconsortium besteht aus Spezialisten unterschiedlicher Fachrichtungen und bildet in seiner Gesamtheit die ideale Grundlage zum Erreichen des Projektziels. Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT (Verbundkoordinator) bündelt hier seine Kompetenzen in der Messtechnik, der Qualitätssicherung und der Prozesstechnologie und wird durch das Lehr- und Forschungsgebiet Werkstoffwissenschaften der RWTH Aachen hinsichtlich der werkstofftechnischen Prüfung und Beratung der Fügeverbindungen unterstützt.

Die Industriepartner des Konsortiums beteiligen sich an der Entwicklung der messtechnischen Lösungen (Sensorentwicklung und Bilddatenverarbeitung) zur Prozessüberwachung und Qualitätssicherung. Darüber hinaus werden seitens der Industrie die technischen Qualitätsmerkmale und industriellen Randbedingungen zur Technologieimplementierung definiert, die das Fundament für eine erfolgreiche Umsetzung der Vorhabensergebnisse bilden. Zudem beteiligen sich die Industriepartner zum Ende des Vorhabens an der Qualifizierung und Evaluierung der neuen Technologie unter Berücksichtigung der produkt- und industriespezifischen Ansprüche.

Die Kooperationsbereitschaft der Industriepartner, die der Gruppierung zukünftige Technologieanwender zugeordnet werden können, resultiert vornehmlich aus dem unmittelbaren Bedarf gegenwärtig eingesetzte Fügeverfahren (technisch und ökonomisch) zu verbessern bzw. die Grundlage für die Fertigung neuer Produkte zu schaffen.

Der Verbundpartner Deutsche Titan GmbH erfüllt innerhalb des Vorhabens eine beratende Funktion in werkstoff- und fertigungstechnischen Fragen. Zudem gewährleistet er durch seine zentrale Marktposition rund um den Werkstoff Titan, dass die Projektergebnisse über die Grenzen des Konsortiums hinaus verwertet werden können.

## Die Perspektiven

Der Werkstoff Titan wird bereits in fast allen bedeutenden Industriezweigen eingesetzt, jedoch nur vereinzelt und zu meist in Anwendungen mit überdurchschnittlich hohen Anforderungen. Aufgrund mangelnder Erfahrung und fehlender Möglichkeiten bei der fertigungstechnologischen Verarbeitung werden häufig technisch höchst aufwändige bzw. wartungsintensive Alternativen vorgezogen.

Mit der Bereitstellung sowohl technisch als auch wirtschaftlich geeigneter Fertigungsverfahren wie dem Laserstrahllöten kann Titan verstärkt und in einer größeren Vielfalt von Applikationen zum Einsatz kommen. Typische Zielvorstellungen zur Optimierung der Produkte durch Verwendung des Werkstoffs Titan sind die Steigerung der Produktlebensdauer, der chemischen Resistenz und der gewichtsspezifischen (Warm-)Festigkeitseigenschaften.

Eine erste Umsetzung der Projektergebnisse wird durch die Projektpartner im Produktfeld Titan-Wärmetauscher erfolgen. Die fortlaufende Recherche und Identifikation neuer Produkte und Marktsegmente sowie der Transfer der Projektergebnisse gewährleisten, dass weitere Absatzmärkte erschlossen und die Ergebnisse zügig im Interesse aller Konsortialpartner verwertet werden können.

## Das Projekt im Überblick:

Entwicklung der Laserstrahl-Technologie zum Fügen korrosionsbeständiger Bauteilkomponenten aus Titanwerkstoffen mit minimaler Werkstoffbeeinflussung (LasTiLot)

### **Technologiefeld / Branche:**

Laserstrahl-fügen, Laser(hart)löten, Titanwerkstoffe

**Laufzeit:** 01. 04. 2004 bis 31. 03. 2007

**Projekt-daten:** 719.698 Euro

**Förder-summe:** 411.881 Euro

## Projektpartner **Forschung:**

### **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT**

(Koordinator)

Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke, Dr.-Ing. Thomas Bergs

Tel.: 0241 8904-105

Fax: 0241 8904-198

E-Mail: thomas.bergs@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Dmitri Donst (Prozesstechnologie)

Tel.: 0241 8904-120

Fax: 0241 8904-6120

E-Mail: dmitri.donst@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Dirk Dörner (Mess- und Qualitätstechnik)

Tel.: 0241 8904-249

Fax: 0241 8904-6249

E-Mail: dirk.doerner@ipt.fraunhofer.de

Steinbachstraße 17

52074 Aachen

www.ipt.fraunhofer.de

**Projektschwerpunkte:** Prozessentwicklung, Messtechnik, Projektkoordination

## **Lehr- und Forschungsgebiet Werkstoffwissenschaften der RWTH Aachen**

Prof. Dr. techn. E. Lugscheider

Tel.: 0241 16602-0

Fax: 0241 16602-17

E-Mail: lugscheider@msiww.rwth-aachen.de

Frau Eng. Yelena Rojas

Tel.: 0241 16602-31

Fax: 0241 16602-17

E-Mail: rojas@msiww.rwth-aachen.de

Jülicherstr. 344a

52070 Aachen

www.rwth-aachen.de/ww/

**Projektschwerpunkt:** Werkstofftechnische Prüfung

## Projektpartner **Industrie:**

### **Ingenieurbüro Cymontkowski**

Dipl.-Ing. Marc Cymontkowski

Hauptstraße 143

24797 Breiholz

Tel.: 04332 9914-25

Fax: 04332 9914-26

E-Mail: info@montivision.com

www.montivision.com

**Projektschwerpunkte:** Messtechnik, Digitale Bildaufbereitung und -verarbeitung

**Branche:** Softwareentwicklung, Messtechnik

### **Deutsche Titan GmbH**

Dr.-Ing. Heinz Sibum

Westendstr. 15

45143 Essen

Tel.: 0201 1882-516

Fax: 0201 1882-511

E-Mail: sibum@dtg.thyssenkrupp.com

www.deutschetitan.de

**Projektschwerpunkt:** Werkstofftechnik

**Branche:** Metallindustrie, Titanhalbzeugfertigung

### **Falldorf Sensor GmbH**

Dr.-Ing. Heiko Falldorf

Fahrenheitstr. 11

28359 Bremen

Tel.: 0421 37687-30

Fax: 0421 37687-40

E-Mail: heiko@falldorfsensor.de

www.falldorfsensor.de

**Projektschwerpunkte:** Sensorentwicklung, Messtechnik

**Branche:** Sensortechnologie

### **Heinrich Betz oHG**

Herr Ullrich Betz

Mühlgasse 18-20

63683 Ortenburg

Tel.: 06046 9605-34

Fax: 06046 9605-13

E-Mail: u.betz@hch-betz.de

www.hch-betz.de

**Projektschwerpunkt:** Technologieanwendung

**Branche:** Metall- /Titanverarbeitung

### **Masterflex AG Brennstoffzellentechnik**

Frau Bärbel Jäger

Konrad-Adenauer-Str. 9-13

45699 Herten

Tel.: 02366 305-194

Fax: 02366 305-195

E-Mail: jaeger@masterflex-bz.de

www.masterflex-bz.de

**Projektschwerpunkt:** Technologieanwendung

**Branche:** Brennstoffzellentechnik

### **Thermowave Gesellschaft für Wärmetechnik mbH**

Dipl.-Ing. Friedrich Schenker

Eichenweg 4

06536 Berga

Tel.: 034651 418-24

Fax: 034651 418-13

E-Mail: gf@thermowave.de

www.thermowave.de

**Projektschwerpunkt:** Technologieanwendung

**Branche:** Apparatebau, Wärmetauscherbau

### **WTT – Wilchwitzer Thermo-Technik GmbH**

Dipl.-Ing. Peter Rehberg

Remsaer Str. 2a

04603 Nobitz-Wichwitz

Tel.: 0344 5539-0

Fax: 0344 5539-30

E-Mail: peter.rehberg@wttglobal.de

www.wttglobal.de

**Projektschwerpunkt:** Technologieanwendung

**Branche:** Apparatebau, Wärmetauscherbau