

**Borsig GmbH**

Dr.-Ing. Jürgen Blum  
Egellsstraße 21  
13507 Berlin  
Tel.: 030 4301-01  
Fax: 030 4301-2236  
E-Mail: jblum@borsig.de  
www.borsig.de

**Branche:**

Apparatebau

**Projektschwerpunkte:**

Endanwender-Anforderungsdefinition, Prozessentwicklung, Evaluierung

**ec-works GmbH**

Dipl.-Ing. Uwe Carstensen  
Cellerstraße 51  
29308 Winsen  
Tel.: 05143 6673-10  
Fax: 05143 6673-20  
E-Mail: carstensen@ecworks.de  
www.ecworks.de

**Branche:**

Messtechnik

**Projektschwerpunkte:**

Systemlieferant, Entwicklung eines automatisierten Qualitätssicherungsverfahrens und -systems

**IPG Laser GmbH**

Dipl.-Phys. Berthold Kessler  
Siemensstraße 7  
57299 Burbach  
Tel.: 02736 4420-343  
Fax: 02736 4420-160  
E-Mail: bkessler@ipgphotonics.com  
www.ipgphotonics.com

**Branche:**

Lasertechnik

**Projektschwerpunkte:**

Systemlieferant, Laserintegration, Prozessentwicklung

**Maus Italia F. Agostino & C. s.a.s.**

Dott. Maria Luisa Gasparini  
Tel.: +39 373 2370-50  
Fax: +39 373 2370-39  
E-Mail: mluisa.gasparini@mausitalia.it  
Arno Fähmann (Maus Deutschland GmbH)  
Tel.: 06484 8919-36  
Fax: 06484 8919-37

E-Mail: a.fahrmann@maus-deutschland.de  
SS Pauledse KM 30  
26010 Bagnolo Cremasco (CR)  
Italien  
www.mausitalia.it

**Branche:**

Apparatebau

**Projektschwerpunkte:**

Systemlieferant, Endanwender, Anlagen- und Prozessentwicklung

**Scansonic GmbH**

Dipl.-Ing. Andreas Bauer  
Rudolf-Baschant-Straße 2  
13086 Berlin  
Tel.: 030 912074-12  
Fax: 030 912074-29  
E-Mail: andreas.bauer@scansonic.de  
www.scansonic.de

**Branche:**

Lasertechnik

**Projektschwerpunkte:**

Systemlieferant, Entwicklung Laserorbitaloptik

**Wilhelm Deller GmbH & Co. KG**

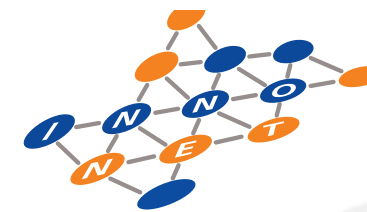
Dipl.-Ing. Hartmut Plätz  
Langenauerstraße 2  
57078 Siegen  
Tel.: 0271 806-240  
Fax: 0271 806-215  
E-Mail: h.plaetz@wilhelm-deller.de  
www.wilhelm-deller.de

**Branche:**

Apparatebau

**Projektschwerpunkte:**

Endanwender, Anforderungsdefinition, Prozessentwicklung, Evaluierung



## Entwicklung und Qualifizierung eines Laserorbital-schweißsystems für das Schweißen von Rohr-Rohr-bodenverbindungen (OrbiLas)

### Das Projekt

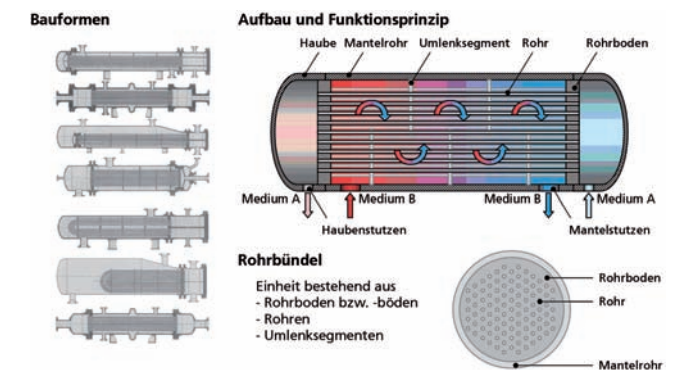
Trotz großer Variantenvielfalt ist der Rohrbündelwärmetauscher im Prinzip ein thermischer Apparat zur Übertragung von Wärmeenergie von einem Medium auf ein zweites. Im Wesentlichen besteht er aus den zwei elementaren Baugruppen Behälter und Rohrbündel (siehe Bild Rohrbündelwärmetauscher). Der Aufbau erzeugt zwei getrennte Strömungsräume, durch die flüssige und gasförmige Medien geleitet werden können. Die für den Wärmeübertrag relevante Oberfläche wird durch die Rohrwandungen gebildet.

Rohrbündelwärmetauscher werden in unterschiedlichsten Wärmeübertragungsprozessen eingesetzt, da Design und Werkstoffe für fast beliebige Medien, Leistungsklassen, Betriebstemperaturen und -drücke ausgelegt werden können. Entsprechend vielfältig sind die Anwendungsbereiche der Rohrbündelwärmetauscher. Ihr Einsatz erstreckt sich von Anwendungen in der Energietechnik, der chemischen, pharmazeutischen und Lebensmittelindustrie bis hin zu zahlreichen weiteren Applikationen in der Maschinen-, Prozess- und Haustechnik. Die größten Wärmetauscher dieser Art verfügen bei einer Größe von  $\varnothing 9 \text{ m} \times 16 \text{ m}$  über 30.000 Rohre und finden als Kondensatoren in Kraftwerken ihren Einsatz.

Einer vergleichenden Marktanalyse zufolge werden im gesamten Wärmetauschermarkt die höchsten Umsätze mit Rohrbündelwärmetauschern erwirtschaftet. Für Europa werden die jährlichen Umsätze mit 1 Milliarde Euro und für Nordamerika mit 400 Millionen Euro beziffert. Obgleich Deutschland im europäischen Vergleich mit über 30 % die höchsten Umsätze erzielt, ist die Marktposition stark gefährdet. Grund hierfür sind die niedrigen Lohnkosten in osteuropäischen und asiatischen Ländern. Diesem immer stärkeren Wettbewerbsdruck können deutsche Unternehmen nur durch Produktinnovationen oder signifikante Einsparungen bei den Herstellungskosten begegnen.

Hohe Lohnkosten sind für die Rohrbündelwärmetauscherfertigung kennzeichnend, da die Fertigung im Vergleich zu anderen Wärmeübertragungssystemen wenig automa-

tisiert und zeitaufwändig ist. Hierzu zählt besonders das Einschweißen der Rohre in die Rohrbodenplatte mit dem Wolfram-Inert-Gas- (WIG) Schweißverfahren. Sowohl das manuelle als auch das halbautomatische Schweißen mittels Orbital-schweißgeräten erfordert die Anwesenheit von Schweißfachkräften. In beiden Fällen werden typische Schweißgeschwindigkeiten von 0,1 m/min erzielt. Bei Mehrlagenschweißungen sind überdies mehrere Überläufe erforderlich. Ferner fallen zur Positionierung des Schweißautomaten, zur Wartung des Schweißequipments und zur Prüfung der Schweißnähte Nebenzeiten an, die den gesamten Schweißprozess beträchtlich verlängern.

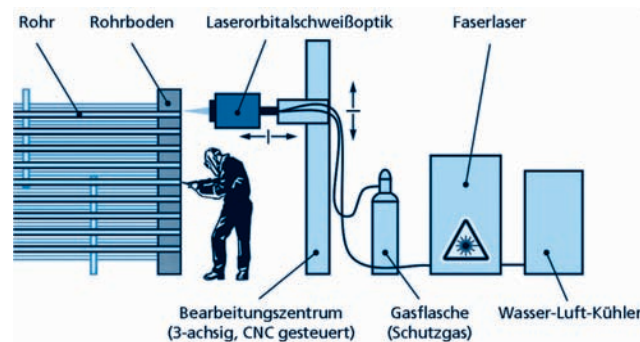


Rohrbündelwärmetauscher: Bauformen, Aufbau und Bezeichnung der Komponenten

Das Projektconsortium des Verbundvorhabens OrbiLas hat sich daher zum Ziel gesetzt, die Kosten für diesen Fertigungsprozess erheblich zu reduzieren. Das Laserschweißen bietet sich hierzu in idealer Weise an, da es sich im Vergleich zu den konventionell eingesetzten Schweißverfahren durch höchste Geschwindigkeiten (mind. 1 m/min  $\rightarrow$  mind. Faktor 10 schneller) und minimale Wärmeenergieeinbringung auszeichnet. Hinzu kommt, dass durch den Tief-schweißeffekt beim Laserstrahlschweißen der Fügestoß gleich im ersten Durchgang verschweißt werden kann. Mehrlagenschweißungen gehören damit der Vergangenheit an. Hieraus resultiert ein Einsparpotenzial bei der Schweißprozesszeit von mindestens 90 %! Minimale Schweißprozesszeiten erlauben es ferner, die Fertigungsprozesskette der Rohrbündelfertigung vollkommen neu zu gestalten. Eine erste Schätzung ergab, dass eine Fertigung des Rohrbündels in nur 30 % der sonst üblichen Zeit möglich ist, so dass kürzere Durchlauf- und Lieferzeiten möglich werden.

Zur Minimierung der Nebenzeiten sowie zur Gewährleistung einer hohen Schweißnahtqualität und Reproduzierbarkeit ist eine Automatisierung des Schweißprozesses unerlässlich. Neben der Entwicklung einer neuartigen Laserorbital-schweißoptik ist daher die Adaption an ein CNC-Bearbeitungszentrum (Computerised Numerical Control)

inklusive geeigneter Sensorik zur automatisierten Positionierung der Optik vorgesehen. Ferner wird untersucht, ob sich das zerstörungsfreie Wirbelstromprüfverfahren zur automatisierten Qualitätsprüfung der Laserschweißnähte eignet. Als Strahlquelle kommt ein neuartiger Hochleistungsfaserlaser mit hoher Strahlqualität und bestem Wirkungsgrad zum Einsatz. Das Laserorbitalschweißsystem OrbiLas wird im Hinblick auf die Fertigung von Rohrbündeln neue Maßstäbe setzen.



Prinzipische Zeichnung des Laserorbitalschweißsystems OrbiLas

## Die Kooperation

Die Idee zum Projekt entstand im Rahmen einer umfangreichen Recherche des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT. Im Dialog mit Unternehmen des Apparatebaus stellte sich heraus, dass in dieser Branche das Laserschweißen nur in Einzelfällen Einzug gehalten hat. Verschiedene Faktoren sind hierfür von Bedeutung. Bedingt durch den in der Branche vorherrschenden Wettbewerbsdruck sind die zeitlichen und finanziellen Ressourcen für Forschung und Entwicklung auf ein Minimum reduziert. Die entsprechend knappen Kapazitäten wenden sich daher primär verfahrenstechnischen Aufgabenstellungen zu. Der Fertigungsprozessoptimierung wird eine vergleichsweise geringe Bedeutung beigemessen, zumal die gegenwärtig eingesetzten Schweißtechnologien qualitativ hochwertige Ergebnisse liefern und gut beherrscht werden.

Ein weiterer limitierender Faktor sind die engen Regelwerke und Richtlinien im Apparatebau. Abweichungen hiervon werden nicht toleriert. Neue Schweißtechnologien erfordern unter Umständen eine Überarbeitung der Regelwerke, wobei vorausgesetzt wird, dass die Technologie den technischen Anforderungen genügen kann. Gelingt es, die Technologie zu qualifizieren, müssen neue Schweißverfahren und -anlagen zudem durch öffentlich anerkannte Prüfstellen zertifiziert werden. Als Fazit ist festzuhalten, dass die personellen und finanziellen Aufwände zur Entwicklung und Etablierung einer Innovation, wie sie im Verbundprojekt angestrebt wird, für einzelne Unternehmen eine schwer zu überwindende Hürde darstellen. In der Folge bleiben Innovationen aus, obgleich sie großes Potenzial besitzen.

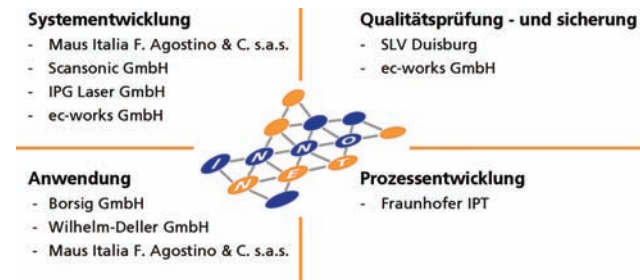
Das auffallend große wirtschaftlich-technische Potenzial der Laserschweißtechnik zur Herstellung der Rohr-Rohrbodenverbindungen wurde im Erfahrungsaustausch schnell erkannt und gab den Anlass zur Projektidee. Zur Detaillierung der Arbeitsinhalte und Zusammenführung eines Pro-

jektkonsortiums wurde eine Vielzahl weiterer Unternehmen kontaktiert. Das große Interesse an diesem Vorhaben führte zu einer ausgezeichneten Partnerkonstellation. Folglich deckt das Projektkonsortium, bestehend aus zwei Forschungseinrichtungen und sechs Industrieunternehmen, alle erforderlichen Kompetenzen ab, die für die Entwicklung und Qualifizierung des Laserorbitalschweißsystems OrbiLas erforderlich sind.

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT koordiniert das Verbundvorhaben und ist in enger Kooperation mit den Projektpartnern mit der prozess- und anlagentechnischen Entwicklung des Laserorbitalschweißverfahrens betraut. Die Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Duisburg beteiligt sich am Vorhaben als zweite Forschungseinrichtung und ist für die Qualitätsprüfung und -sicherung verantwortlich. Im Rahmen des Projektes wird die SLV Duisburg relevante Regelwerke und Richtlinien prüfen, bei Bedarf überarbeiten und den entsprechenden Gremien zur Prüfung und Genehmigung vorlegen. Zukünftige Technologieanwender können dann darauf verweisen, wodurch eine schnelle Umsetzung und Verwertung der Projektergebnisse möglich wird. Als Systementwickler und zukünftige Systemlieferanten beteiligen sich die Scansonic GmbH (Entwicklung der Laserorbitalschweißoptik), die IPG Laser GmbH (anlagentechnische Integration eines Hochleistungsfaserlasers), die ec-works GmbH (Entwicklung eines automatischen Qualitätssicherungssystems) und die Maus Italia F. Agostino & C. s.a.s. (Entwicklung des Gesamtsystems; Integration der Anlagenkomponenten in ein CNC-Bearbeitungszentrum).

Die Beteiligung des italienischen Unternehmens Maus Italia wurde aus folgenden Gründen favorisiert. Maus Italia ist ein weltweit operierendes Unternehmen und Europas größter Hersteller und Anbieter von Werkzeugen und Maschinen zur Produktion, Wartung und Instandhaltung von Rohrbündelwärmetauschern. Im Gegensatz zu anderen deutschen Technologieanbietern verfügt Maus Italia über das gesamte, zur Rohrbündelfertigung erforderliche Technologie-Portfolio und bietet als weltweit einziges Unternehmen Bearbeitungszentren für die teil- und vollautomatisierte Fertigung an. Als Technologieexperte genießt das Unternehmen bei den Produzenten ein hohes Ansehen, da das technische Equipment inklusive des Fachpersonals für projektspezifische Kundendienstleistungsaufträge angeboten wird. Nicht zuletzt sind die Kundenkontakte der Maus Italia, darunter viele deutsche Klein- und mittelständische Unternehmen, und das weltweite Vertriebsnetz von großer Bedeutung für die Verwertung der Projektergebnisse.

Auch die beiden Wärmetauscherhersteller Borsig GmbH und Wilhelm-Deller GmbH beteiligen sich am Vorhaben. Beide Unternehmen haben großes Interesse, das OrbiLas-Schweißsystem baldmöglichst in den Fertigungsprozess zu integrieren.



Kompetenznetzwerk OrbiLas – Arbeitsschwerpunkte der Verbundpartner im Projekt

## Die Perspektive

Das Laserorbitalschweißsystem OrbiLas wird sich durch kürzeste Schweißzeiten und einen hohen Automatisierungsgrad auszeichnen und bei der Rohrbündelfertigung seinen Einsatz finden. Die elementaren Komponenten des Systems sind das CNC-Bearbeitungszentrum (Maus Italia), die Laserorbitalschweißoptik (Scansonic), der Hochleistungsfaserlaser (IPG Laser) und ein Qualitätssicherungssystem (ec-works).

Mit der Verwertung / Vermarktung der entwickelten Anlagen- und Prozesstechnologie wird unmittelbar nach Projektabschluss begonnen. Dabei wird noch während der Projektlaufzeit das prototypische OrbiLas-System zur Evaluierung im industriellen Umfeld der Projektpartner Borsig, Wilhelm-Deller und Maus Italia eingesetzt. Motiviert durch das hohe Kosteneinsparpotenzial ist anzunehmen, dass die Endanwender des Projektes auch die ersten kommerziell verfügbaren Systeme einsetzen werden. Die Beteiligung am Vorhaben zahlt sich folglich in Form eines Technologievorsprungs aus, da die partnerspezifischen Anforderungen an System und Prozess bereits während des Projektes mit berücksichtigt werden.

Die Vermarktung und der Vertrieb des Systems werden primär über das weltweite Vertriebsnetzwerk der Maus Italia erfolgen. Die Unternehmen Scansonic, IPG Laser und ec-works profitieren in besonderem Maße von diesem Vermarktungskonzept, da Aufwände für die Akquise von Neukunden entfallen, zumal die meisten von ihnen, die Branche betreffend, Neuland betreten. Die stark heterogene Kompetenzstruktur des Konsortiums verhindert jegliches Konkurrenzdenken und ist Garant für das Fortbestehen des OrbiLas-Kompetenznetzwerks. Im Hinblick auf eine erfolgreiche Vermarktung ist eine langfristige Partnerschaft zur Deckung des zukünftigen Weiterentwicklungsbedarfs für nicht partizipierende Unternehmen von großer Bedeutung.

## Das Projekt im Überblick

Entwicklung und Qualifizierung eines Laserorbitalschweißsystems für das Schweißen von Rohr-Rohrbodenverbindungen (OrbiLas)

### Technologiefeld / Branche:

Lasertechnologie, Schweißtechnologie / Apparate- und Anlagenbau

### Laufzeit:

01.01.2007 bis 31.12.2009

### Projektkosten:

833.852 Euro

### Förderungssumme:

583.698 Euro

## Projektpartner Forschung

### Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

(Koordinator)

Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke, Dipl.-Ing. Axel Demmer

Tel.: 0241 8904-105

Fax: 0241 8904-198

Dipl.-Ing. Andrés Castell-Codesal (Prozesstechnologie)

Tel.: 0241 8904-128

Fax: 0241 8904-6128

E-Mail: andres.castell-codesal@ipt.fraunhofer.de

Steinbachstraße 17

52074 Aachen

www.ipt.fraunhofer.de

### Projektschwerpunkte:

Projektkoordination, Prozess- und Anlagenentwicklung

### Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt

#### SLV Duisburg, Niederlassung der GSI mbH

Dr.-Ing. Steffen Keitel

Tel.: 0203 3781-119

E-Mail: sekretariat-gf@slv-duisburg.de

Dipl.-Ing. Joachim Kimmeskamp

Tel.: 0203 3781-427

E-Mail: kimmeskamp@slv-duisburg.de

Dipl.-Ing. Steffen Diener

Tel.: 0203 3781-160

E-Mail: diener@slv-duisburg.de

Bismarckstraße 85

47057 Duisburg

Fax: 0203 3781-228

www.slv-duisburg.de

### Projektschwerpunkte:

Qualitätsprüfung und -sicherung