

**Geschäftsbericht 2012**

## **Innovationen für die Wirtschaft Forschung in der Fügetechnik**

Die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS ist Mitglied in der



**Arbeitsgemeinschaft  
industrieller Forschungsvereinigungen  
„Otto von Guericke“ e. V.**

# Editorial

Die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS hat im Jahr 2012 ihre zentrale Position in der Forschungslandschaft auf den Gebieten des Fügens, Trennens und Beschichtens weiter ausgebaut. Sie hat damit nicht nur eine hervorragende Position in der deutschen Industrie, sondern ist auch ein verlässlicher Partner für ihre Mitglieder und Projektpartner bei allen Forschungsthemen, die gegenwärtig und zukünftig auf der Forschungsagenda stehen. Beispielhaft genannt seien hier die Weiterentwicklung der additiven Fertigungsverfahren, die Forcierung des strukturellen Leichtbaus, die Anwendung moderner Hybridwerkstoffe in der Konstruktion und die Entwicklung fügetechnischer Strategien für die Produktion von morgen.

Damit bildet die Forschungsvereinigung bereits heute sehr erfolgreich Inhalte ab, die in der Hightech-Strategie 2020 der Bundesregierung entwickelt wurden, um die zentralen gesellschaftlichen Bedarfsfelder Klima/Energie, Gesundheit/Ernährung, Kommunikation, Mobilität und Sicherheit zu adressieren. Die Ziele der Bundesregierung, z. B. bis zum Jahr 2020 mindestens eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen zu bringen oder durch erneuerbare Energien künftig den Hauptanteil der Energieversorgung sicherzustellen, werden ohne eine geeignete Fügetechnik nicht zu erreichen sein.

Zielsetzung der Forschungsvereinigung ist es daher auch, die Fügetechnik als „Leittechnologie“ zur Erreichung dieser Ziele zu etablieren, national wie auch europäisch. Zunächst wurde das DVS Strategiepapier „Joining technology as a core element of a modern and sustainable production – ‚Manufacturing 2030‘: How joining will contribute!“ entwickelt. Auf diesem Wege wurde die Gründung der Sub Platform „Joining“ maßgeblich mit unterstützt, die der European Technology Platform on Future Manufacturing Technologies untergliedert ist. Damit platziert sich die Fügetechnik erstmals auch auf europäischer Ebene direkt als Produktionstechnologie im Forschungsportfolio.

In der Außendarstellung der Forschungsvereinigung sind zwei Veranstaltungen besonders hervorzuheben: Am 6. Juni 2012 nahm die Forschungsvereinigung gemeinsam mit der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA) aktiv an der „Woche der Umwelt“ auf Schloss Bellevue teil und veranstaltete das Fachforum „Ressourceneffizienz und Innovationen“, zu dem der Bundespräsident zusammen mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) eingeladen hatte.

Über die Ergebnisse des DVS Forschungsseminars „Kunststofffügetechnik in Leichtbau und erneuerbaren Energien“ am 06.03.2012 wurde die Forschungsagenda „Kunststofffügen“ erarbeitet, die den DVS bei seiner zukünftigen strategischen Ausrichtung in diesem Bereich leiten wird.

Die Einbindung neuer Interessensgruppen in die Aktivitäten der Forschungsvereinigung ist ein weiteres fortwährendes Ziel der Forschungsvereinigung. Erstmals wurde im Jahr 2012 über Wege einer Kooperation zwischen der Forschungsvereinigung und dem deutschen Handwerk diskutiert. Ein Ansatz, der im Jahr 2013 fortgeführt wird.

Mit Blick auf die Zahlen in der Forschungsvereinigung ist für das Jahr 2012 festzustellen, dass im Vergleich zu 2011 ein Rückgang der eingeworbenen Fördermittel auf 6,0 Mio. € stattgefunden hat. Betrachtet man hingegen die Anzahl der neu begonnen Vorhaben, wurde mit 43 Projekten fast die Rekordzahl aus dem Jahr 2008 erreicht. Mit insgesamt 113 laufenden Vorhaben, sechs mehr als im Vorjahr, wurde eine hervorragende Basis für die Forschungsaktivitäten in 2013 gelegt. 43 Projekte wurden neu begonnen, 34 weitergeführt und 36 Vorhaben erfolgreich abgeschlossen. Darüber hinaus hat die Forschungsvereinigung mit ihren Partnern die Forschungscluster im Bereich Konstruktion und Berechnung, Klebtechnik und Mikroverbindungstechnik mit vielversprechenden Ergebnissen fortgeführt.

Für die im Jahr 2012 geleistete erfolgreiche Forschungsarbeit danken wir herzlich allen Mitgliedern aus Industrie und Wissenschaft, die sich in der Forschungsvereinigung engagiert haben. Unser Dank gilt ebenso dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und der AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. für die umfangreiche Förderung und Weiterentwicklung der industriellen Gemeinschaftsforschung.

**Dr.-Ing. Godehard Schmitz**

Stuttgart/Düsseldorf  
im April 2013

# Inhaltsverzeichnis

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Aufgaben und Strukturen .....  | 05 |
| 2 | Fügetechnische Gemeinschaftsforschung 2012.....                      | 10 |
| 3 | Forschungsschwerpunkte und Forschungsfelder 2012 .....               | 14 |
| 4 | Forschungskooperationen .....  | 20 |
| 5 | Fachausschüsse der Forschungsvereinigung.....                        | 24 |
| 6 | Mitglieder der Forschungsvereinigung – die Forschungsinstitute ..... | 72 |
|   | Team der Forschungsvereinigung .....                                 | 74 |
|   | Impressum .....  | 75 |

# Aufgaben und Strukturen

## Fügetechnische Gemeinschaftsforschung - Kooperation zwischen Industrie und Wissenschaft

Zentrales Tätigkeitsfeld der Forschungsvereinigung des DVS ist die industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) auf den Gebieten des Fügens, Trennens und Beschichtens. Im Mittelpunkt stehen hierbei Unternehmen, Körperschaften und Forschungsinstitute aus allen Bereichen der Fügetechnik, die das tragende Rückgrat der IGF bilden. Die IGF wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert und nimmt eine zentrale Stellung in der mittelstandsorientierten Technologieförderung des Bundes ein. Durch die Förderung von Projekten angewandter Forschung im vorwettbewerblichen Raum wird kleinen und mittleren Unternehmen (kmU) die Möglichkeit gegeben, sich aktiv an kooperativ organisierten Forschungsprozessen zu beteiligen. Zielsetzung ist dabei, größenbedingte strukturelle Nachteile von kmU im Bereich der Forschung gegenüber großen Unternehmen auszugleichen.

## Unternehmen als Impulsgeber für Forschungsbedarf

Unternehmen benennen ihren Forschungsbedarf direkt und bieten damit eine ideale Ausgangsbasis zur Durchführung von Forschungsvorhaben. Die Forschungsergebnisse werden anschließend über verschiedene Mechanismen in die Unternehmen transferiert und dort umgesetzt. Gleichzeitig werden die Ergebnisse auch für die Entwicklung von Qualifizierungsmaßnahmen im Rahmen der Aus- und Weiterbildung des DVS sowie für die Erarbeitung von fügetechnischen DVS-Regelwerken und Normen sehr erfolgreich genutzt.



Bild 1: Fügetechnische Gemeinschaftsforschung

## Forschungsinstitute als Ideenschmiedern

Industrieller Forschungsbedarf wird durch Forschungsinstitute in den Forschungsprojekten dargestellt, die mit unmittelbarer Beteiligung der Unternehmen durchgeführt werden. Eine gemeinsame Plattform bilden dabei die projektbegleitenden Ausschüsse (PAs). Hier findet die unmittelbare Interaktion zwischen Unternehmen und Instituten in den Vorhaben statt. Unternehmen haben die Möglichkeit, direkten Einfluss auf Projekte zu nehmen, diese gegebenenfalls während der Durchführung inhaltlich anzupassen, die Forschungsergebnisse aus erster Hand zu erhalten und für sich frühzeitig zu nutzen. Die projektbegleitenden Ausschüsse sind deshalb das wesentliche Instrument zur Sicherstellung des Praxisbezugs und der kmU-Relevanz in der IGF. Die frühe Beteiligung von Industrievertretern an allen Prozessschritten ermöglicht einen schnellen Wissenstransfer in die Unternehmen, im Idealfall einen konformen Verlauf von Forschungsarbeit und Ergebnisnutzung. Damit ist eine optimale Nutzung der Ergebnisse garantiert.

## Die Mission der Forschungsvereinigung des DVS

Die Forschungsvereinigung ist das tragende Element der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung. In ihrer Rolle als zentraler Kommunikator bildet sie das Forum für alle technisch-wissenschaftlichen Diskussionen zwischen Industrie und Wissenschaft. Mittelpunkt ihrer Aktivitäten ist die Unterstützung und Moderation der Forschungsfindung, die Begleitung der Forschungsaktivitäten und die Unterstützung des Transfers der Forschungsergebnisse. Damit stellt sie den Anwendernutzen für die Industrie sicher (Bild 1).

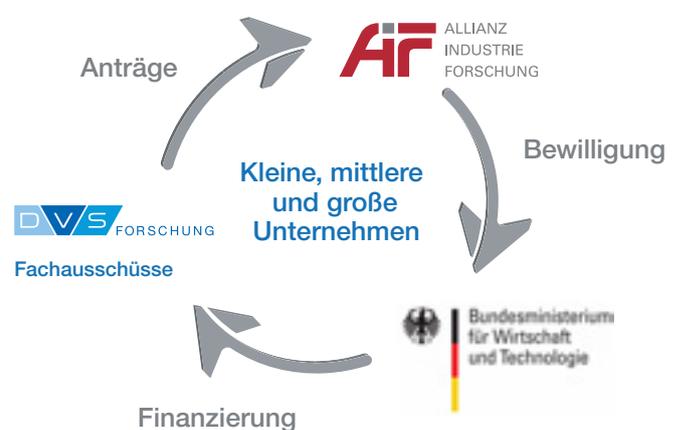


Bild 2: Partner und Umsetzung der IGF

Zur finanziellen Förderung der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung arbeitet die Forschungsvereinigung eng mit der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF) und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) zusammen (**Bild 2**, vorige Seite). Die AiF handelt hierbei administrativ und begleitet das IGF-Programm unter anderem durch ein unabhängiges Begutachtungswesen und durch die Verwaltung der vom Ministerium bereitgestellten Fördermittel.

Die Projekte der IGF werden im Auftrag der Forschungsvereinigung von den Forschungsstellen durchgeführt. Die Forschungsvereinigung kooperiert hierbei mit geeigneten und fachlich ausgewiesenen Forschungseinrichtungen öffentlicher oder privater Rechtsträger zur Verfolgung aller wissenschaftlichen Fragestellungen auf dem Gebiet der Füge-, Trenn-, und Beschichtungstechnik. Von unschätzbarem Wert sind hierbei die zahlreichen Kontakte zu Spezialisten und Unternehmern entlang der Wertschöpfungskette. Aus der Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Experten aus den Unternehmen und den Wissenschaftlern der Forschungsinstitute entstehen wertvolle Wissensnetzwerke. Neue Projektideen werden intensiv diskutiert und gemeinsam auf den Weg gebracht.

### Aufgabe der Fachausschüsse

Mit ihren Fachausschüssen stellt die Forschungsvereinigung die zentralen Forschungsplattformen für die fügetechnische Gemeinschaftsforschung in Deutschland zur Verfügung. Alle Abläufe der IGF, angefangen von der Ideenfindung bis zum Ergebnistransfer werden unter zentraler Einbindung von Industrie und Forschung professionell durch die Fachausschüsse organisiert und begleitet. Die Fachausschüsse bilden die entscheidenden Schaltstellen, in denen Forschungsansätze in Form von Projektskizzen von Forschungsstellen eingebracht und von den Vertretern der Industrie konkretisiert und für weitere Begutachtung durch die AiF bewertet werden. Die wesentlichen Projektphasen, angefangen von der Ermittlung des Forschungsbedarfs, der Projektidee und Antragstellung, über die Bewilligung und Durchführung bis zur Umsetzung der Ergebnisse eines Forschungsvorhabens, sind in **Bild 3** zusammengefasst.

### Mitglieder in der Forschungsvereinigung

Insgesamt haben im Berichtszeitraum 537 Mitglieder in der Forschungsvereinigung mitgewirkt (**Bild 4**, nächste Seite), darunter 347 Industrieunternehmen, 124 Körperschaften sowie 66 Forschungsinstitute. Zu den Forschungsinstituten gehören 8 Forschungsinstitute des DVS, 39 Hochschulinstitute, 8 Fraunhofer Institute sowie 11 sonstige Forschungsinstitute. Die Mitgliedschaft in der Forschungsvereinigung steht allen Unternehmen und Forschungsstellen aus der Füge-, Trenn- und

Beschichtungstechnik offen. Grundsätzlich können sich interessierte Unternehmen und jede Forschungsstelle an der IGF in der Forschungsvereinigung des DVS beteiligen.

- *Benennen von Forschungsbedarf in Form einer Fragestellung von klein- und mittelständischen Unternehmen*
- *Formulieren einer Projektskizze durch Forschungsstellen*
- *Vorbewertung der Projektskizze im Online-Verfahren*
- *Vorstellung, Diskussion und Entscheidung über die Projektskizze in der Sitzung des Fachausschusses*
- *Einreichung des ausgearbeiteten Forschungsantrags bei der AiF*
- *Begutachtung durch eine Gutachtergruppe der AiF; im Falle der Befürwortung Vorlage des Antrages beim BMWi zur Anfinanzierung*
- *Im Falle der Bewilligung Start des Projektes im Rahmen einer festgelegten Laufzeit*
- *Permanente Berichterstattung über aktuelle Projektergebnisse in den Fachausschüssen der Forschungsvereinigung und den Gremien des DVS*
- *Nach Abschluss des Projektes Veröffentlichung der Ergebnisse in den Publikationsorganen des DVS und in der Wirtschaft*
- *Transfer, Umsetzung und Nutzung der Projektergebnisse in den Unternehmen*
- *Entwicklung von Regelwerken (DVS-Merkblätter und -Richtlinien und Normen) aus den Forschungsergebnissen*

Bild 3: Umsetzung von Forschungsbedarf

### Weitere Forschungsförderinstrumente der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung

Neben dem IGF-Normalverfahren werden weitere Fördervarianten als Instrumente für die fügetechnische Gemeinschaftsforschung von der Forschungsvereinigung genutzt.

### Fördervariante Cluster

Mit der Fördervariante Cluster des IGF-Programms werden mehrere thematisch eng zusammenhängende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben unterstützt, die zusammen ein Cluster-Gesamtprojekt bilden und von Vorhaben der Grundlagenforschung bis hin zu Vorhaben zur Umsetzung in Produkte, Verfahren und Dienstleistungen reichen können.

| Mitglieder der Forschungsvereinigung |  |
|--------------------------------------|--|
| 347                                  | Industrieunternehmen   |
| 124                                  | Körperschaften   |
| 8                                    | DVS-Forschungsinstitute<br>(5 GSI-Mitglieder / 2 SLVs / 1 ifw) |
| 39                                   | Hochschul institute  |
| 8                                    | Fraunhofer Institute   |
| 11                                   | Sonstige Forschungsinstitute                                   |
| <b>537</b>                           | <b>Mitglieder</b>  |

Bild 4: Mitglieder der Forschungsvereinigung

## CORNET („COLlective Research NETworking“)

Darüber hinaus umfassen die Aktivitäten der Forschungsvereinigung die Unterstützung von Forschungsstellen bei der Teilnahme im Förderprogramm CORNET II, einer Vernetzung von nationalen und regionalen Programmen der internationalen Gemeinschaftsforschung.

Näheres zu den beiden Fördervarianten „Cluster“ und „CORNET“ findet sich unter: [www.aif.de](http://www.aif.de)

## Kooperationen mit anderen Forschungsvereinigungen

Mit der Bildung von Gemeinschaftsausschüssen auf den Fachgebieten „Klebertechnik“ und „Anwendungsnahe Schweißsimulation“ wurden auf verschiedenen Forschungsfeldern weitreichende, branchenübergreifende, interdisziplinäre Kooperationen mit anderen AiF-Forschungsvereinigungen geschaffen.

## Strategische Ausrichtung der Gemeinschaftsausschüsse

Für den Industrie- und Wirtschaftsstandort Deutschland gehört die Fügetechnik zu den wichtigen Technologie-Schlüsselkompetenzen. Die Globalisierung der Märkte macht es insbesondere für kmU notwendig, erzielte Forschungsergebnisse sehr viel schneller als bisher umzusetzen. Die Gemeinschaftsausschüsse bieten eine ideale Basis für den effektiven Ergebnis- und Technologietransfer sowie die Möglichkeiten für industrielle Umsetzungen durch kmUs. Als „Promoter“ bilden sie Wissensnetze zwischen Ingenieuren, Technikern und Wissenschaftlern aus Forschung und Industrie, die als themenübergreifende Foren den Fachleuten regelmäßig die Möglichkeit zur Begegnung und zum Informationsaustausch bieten.

## Qualitätsoffensive der Forschungsvereinigung für die IGF

Die in 2011 initiierten Maßnahmen zur Qualitätssteigerung aller Aktivitäten rund um die IGF wurden in 2012 fortgeführt. Mit dem klaren Bekenntnis zur industriellen Gemeinschaftsforschung wurden Maßnahmen zur Steigerung der internen und externen Qualitätsanforderungen ausgebaut. Unter Einbindung aller Beteiligten, angefangen bei der Forschungsfindung, über die Antragsausarbeitung bis hin zur Projektbegleitung und der Ergebnissenutzung wurden alle Projektschritte qualitativ hinterfragt und optimiert.

Diese erfolgreiche Entwicklung wurde auch wesentlich über die engere Verzahnung mit der technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit im DVS unterstützt, hier insbesondere in den Disziplinen Forschung, Technik, Bildung und Normung sowie mit dem regionalen Netzwerk des DVS.

## Zusammensetzung des Vorstandes der Forschungsvereinigung



*Dr.-Ing. Godehard Schmitz (Vorsitzender)*

Robert Bosch GmbH, Stuttgart  
Vorsitzender des Fachausschusses 10  
„Mikroverbindungstechnik“



*Dipl.-Ing. Frank Palm (Stellvertretender Vorsitzender)*

EADS Deutschland GmbH, München  
Vorsitzender des Fachausschusses 1  
„Metallurgie und Werkstofftechnik“



*Dr.-Ing. Wolfgang Scheller (Stellvertretender Vorsitzender)*

Salzgitter Mannesmann  
Forschung GmbH, Duisburg  
Vorsitzender des Fachausschusses 3  
„Lichtbogenschweißen“



*Berthold Kösters (Mitglied des Vorstandes)*

Hauptgeschäftsführer des DVS –  
Deutscher Verband für Schweißen  
und verwandte Verfahren e. V., Düsseldorf

Bild 5: Die Vorstandsmitglieder

## Der Vorstand

Der Vorstand (**Bild 5**) leitet die Forschungsvereinigung. Herr Professor Reiner ist zum 10. September 2012 als stellvertretender Vorsitzender der Forschungsvereinigung zurückgetreten. Als Nachfolger wurde Herr Dr.-Ing. Wolfgang Scheller (Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH und Vorsitzender des FA 3) mit einer Amtszeit bis zum 31. Dezember 2015 in den Vorstand gewählt.

## Der Forschungsrat

Der Forschungsrat übt eine Lenkungs- und Koordinierungsfunktion aus und nimmt Stellung zu allen forschungsrelevanten und förderpolitischen Fragen der Forschungsvereinigung. Zur Durchführung der fachlichen Arbeit beruft der Forschungsrat Fachausschüsse, deren Tätigkeit er überwacht. Er trägt die Verantwortung für die fachliche Ausrichtung der Fachausschüsse sowie die Festlegung von Forschungsthemen und die erforderlichen Prioritätensetzung im Hinblick auf geplante Forschungsvorhaben.

**Bild 6** zeigt die Mitglieder des Forschungsrates.

## Durch Beschluss des Forschungsrates vom 11. Oktober 2012 wurden als forschende Mitglieder in die Forschungsvereinigung aufgenommen:

Hochschule Niederrhein, Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Institut Funktionswerkstoffe und Beschichtungen (Prof. D.-Ing. habil. Johannes Wilden)

TIME Technologie-Institut für Metall & Engineering GmbH, Wissen / Sieg (Dr.-Ing. Ralf Polzin).

## Neu in den Forschungsrat aufgenommen wurde:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Mayr

Fakultät für Maschinenbau: IFMT: Professur für Schweißtechnik, Technische Universität Chemnitz

## Mitglieder des Forschungsrates 2012 (Stand: April 2013)

### Vorsitzender der Forschungsvereinigung

#### Dr.-Ing. G. Schmitz

Robert Bosch GmbH, Stuttgart  
Vorsitzender des FA 10 Mikroverbindungstechnik  
(ex officio Mitglied bis 31.12.2015)

### Stellvertretende Vorsitzende der Forschungsvereinigung

#### Dipl.-Ing. F. Palm

EADS Deutschland GmbH, München  
Vorsitzender des FA 1  
„Metallurgie und Werkstofftechnik“  
(ex officio Mitglied bis 31.12.2015)

#### Dr.-Ing. W. Scheller

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH,  
Duisburg  
Vorsitzender des FA 3  
„Lichtbogenschweißen“  
(ex officio Mitglied bis 31.12.2015)

### Ehrenmitglieder

#### Dr. rer. nat. A. Farwer

Tettnang

#### Dr.-Ing. W. Lehrheuer

Aachen

#### Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. H.-D. Steffens

Dortmund

### Gewählte Mitglieder des Forschungsrates

#### Prof. Dr.-Ing. F. W. Bach

Universität Hannover  
(Amtszeit bis 31.05.2013)

#### Dipl.-Ing. H. Beschow

Eisenbahn Bundesamt, Bonn  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. K. Bobzin

RWTH Aachen  
(Amtszeit bis 31.12.2015)

#### Prof. Dr.-Ing. H. Cramer

GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH, Niederlassung SLV München  
(Amtszeit bis 31.12.2014)

#### Prof. Dr.-Ing. K. Dilger

Technische Universität Braunschweig  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. S.-F. Goecke

Fachhochschule Brandenburg  
(Amtszeit bis 31.12.2015)

#### Dr.-Ing. J. Härtil

KUKA Schweißanlagen GmbH, Augsburg  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. O. Hahn

Universität Paderborn  
(Amtszeit bis 31.05.2013)

#### Dr.-Ing. Th. Harrer

Trumpf Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG,  
Ditzingen  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. S. Keitel

Schweißtechnische Lehr- und  
Versuchsanstalt SLV Halle GmbH  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Dr.-Ing. M. Koschlig

Buhlmann Rohr-Fittings-Stahlhandel  
GmbH & Co. KG, Burghausen  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. habil. K.-J. Matthes

Technische Universität Chemnitz  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. habil. P. Mayr

Technische Universität Chemnitz  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### E. Miklos

Linde AG Geschäftsbereich Linde Gas AG,  
Unterschleißheim  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Dipl.-Ing. S. Müller

AUDI AG, Neckarsulm  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. P. Puschner

ELMATECH AG, Morsbach  
(Amtszeit bis 31.05.2013)

#### Prof. Dr.-Ing. U. Reisgen

RWTH Aachen  
(Amtszeit bis 31.12.2014)

#### Prof. Dr.-Ing. M. Rethmeier

BAM, Berlin  
(Amtszeit bis 31.12.2014)

#### Dr.-Ing. S. Sändig

Günter Köhler-Institut für Fügetechnik und Werk-  
stoffprüfung GmbH, Jena  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Dr.-Ing. S. Trube

Schunk Ultraschalltechnik GmbH, Wettenberg  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. B. Wielage

Technische Universität Chemnitz  
(Amtszeit bis 31.05.2013)

#### Dr.-Ing. H.-J. Wieland

Stahlinstitut VDEh, Düsseldorf  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

#### Prof. Dr.-Ing. R. Winkler

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH, Niederlassung SLV Duisburg  
(Amtszeit bis 31.12.2016)

### Vorsitzende der Fachausschüsse - Ex Officio Mitglieder

#### Dr.-Ing. Gerhard Blosschies

Gesellschaft für Wolfram Industrie mbH,  
Traunstein

Vorsitzender des FA 2

„Thermisches Beschichten und Autogentechnik“

#### Dr.-Ing. K. Pöhl

Matuschek Messtechnik GmbH, Alsdorf  
Vorsitzender des FA 4

„Widerstandsschweißen“

#### Ing. J. Silvanus

EADS Deutschland GmbH, München  
Vorsitzender des FA 5

„Sonderschweißverfahren“

#### Dr.-Ing. R. Holtz

Class 4 Laser Professionals AG, Burgdorf/CH  
Vorsitzender des FA 6 „Strahlverfahren“

#### Dipl.-Ing. Ingo Reinkensmeier

Siemens AG Energy  
Vorsitzender des FA 7 „Löten“

#### Dr.-Ing. M. Kaßner

Alstom LHB GmbH, Salzgitter  
Vorsitzender des FA 9  
„Konstruktion und Berechnung“

#### Dr.-Ing. M. Wacker

Oechsler AG, Ansbach  
Vorsitzender des FA 11  
„Kunststoff-Fügen“

#### Prof. Dr.-Ing. Andreas Gebhardt

Centrum für Prototypenbau GmbH  
Vorsitzender FA 13

„Generative Fertigungsverfahren –  
Rapidtechnologien“

#### Dr.-Ing. habil. E. Schubert

Alexander Binzel Schweißtechnik  
GmbH & Co. KG, Buseck  
Vorsitzender des FA Q6  
„Arbeitssicherheit und Umweltschutz“

#### Dr.-Ing. Marcus Brand

Ingenieurbüro für angewandte  
Wissenschaften ifawiss, Sölden

Vorsitzender des FA I2  
„Anwendungsnahe Schweißsimulation“

#### Dipl.-Ing. R. Kolbusch

KWE Ingenieur-Büro  
Vorsitzender FA V4  
„Unterwassertechnik“

### Gäste

#### Dr.-Ing. B. Hildebrandt

Messer Group GmbH  
(Rechnungsprüfer bis 31.12.2016)

#### Dipl.-Wirt.-Ing. U. Schlattmann

Handwerkskammer  
Bildungszentrum Münster  
(Rechnungsprüfer bis 30.04.2014)

### Mitglieder laut Satzung - Ex Officio Mitglieder

#### Prof. Dr.-Ing. H. Flegel

Daimler AG, Stuttgart  
Präsident des DVS

#### Prof. Dr.-Ing. B. Leuschen

Fachhochschule Düsseldorf  
Vorsitzender des  
Ausschusses für Technik

#### Berthold Kösters

Hauptgeschäftsführer des DVS

#### Dipl.-Ing. J. Jerzembeck

Geschäftsführer der  
Forschungsvereinigung

# Fügetechnische Gemeinschaftsforschung 2012

## Forschungsvorhaben und Fördermittel

Im Jahr 2012 wurden vom BMWi für die Industrielle Gemeinschaftsforschung insgesamt 141,5 Mio. Euro Fördermittel zur Verfügung gestellt. Von der Forschungsvereinigung wurden im Jahr 2012 insgesamt 6 Mio. EUR vom Haushaltstitel des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BWT) über die AiF für die fügetechnische Gemeinschaftsforschung eingeworben. Im Vergleich zu 2011 hat ein Rückgang der eingeworbenen Fördermittel auf 6,0 Mio. € stattgefunden. Betrachtet man hingegen die Anzahl der neu begonnenen Vorhaben, wurde mit 43 Projekten fast die Rekordzahl aus dem Jahr 2008 erreicht. Mit insgesamt 113 betreuten Vorhaben, sechs mehr als im Vorjahr, wurde eine hervorragende Basis für die Forschungsaktivitäten in 2013 gelegt.

43 Projekte wurden neu begonnen, 34 weitergeführt und 36 Vorhaben erfolgreich abgeschlossen. Die Entwicklung der Zahlen aus der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung und die Höhe der Fördermittel der letzten zehn Jahre zeigen die **Bilder 7, 8 und 9**.

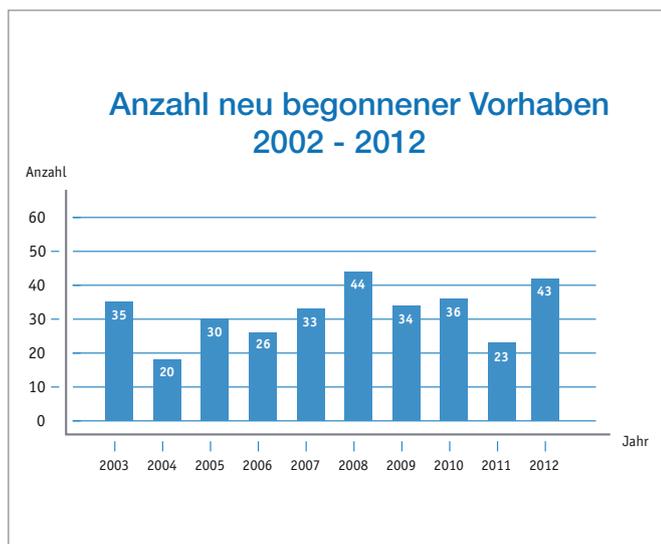


Bild 7

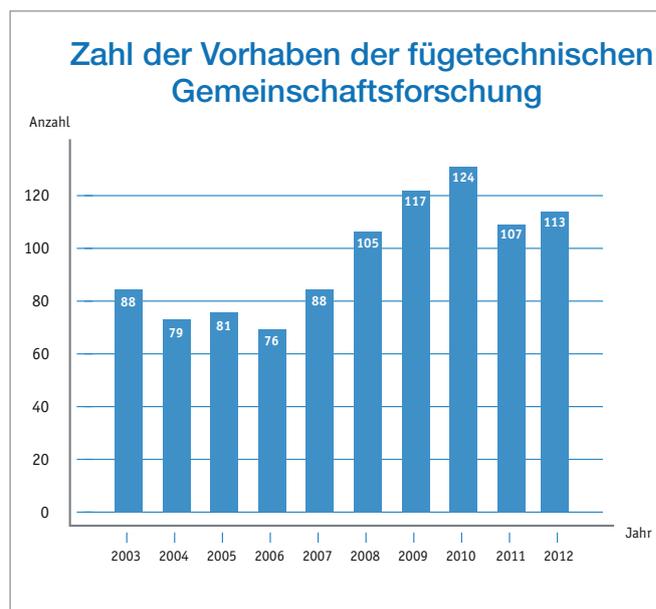


Bild 8

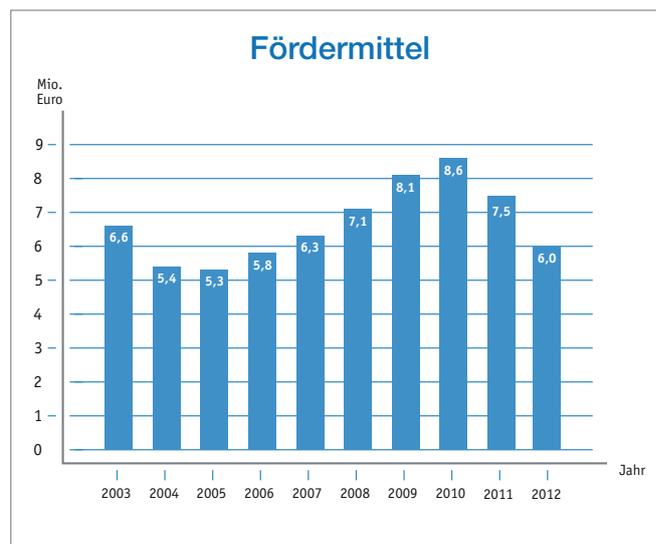


Bild 9

## Transfer der Forschungsergebnisse

Mit entscheidend für einen schnellen Transfer der Forschungsergebnisse sind die in den projektbegleitenden Ausschüssen aktiven Unternehmen sowie die Unternehmen in den Fachausschüssen, die laufend über die Resultate und den Projektfortschritt informiert werden. Weitere Transfermaßnahmen stellen die Veröffentlichungen der Ergebnisse in Fachzeitschriften und anderen Publikationen (**Bild 10**) wie in den Kongressbänden der DVS Media GmbH sowie die Weitergabe der Schlussberichte dar.

| Veröffentlichungen 2012 |   |
|-------------------------|---|
| 20                      | Veröffentlichungen in „Schweissen & Schneiden“                    |
| 3                       | Veröffentlichungen in „Joining Plastics - Fügen von Kunststoffen“ |
| 3                       | Veröffentlichungen in „Thermal Spray Bulletin“                    |
| 5                       | Veröffentlichungen in „Welding & Cutting“                         |

Bild 10: Veröffentlichungen 2012

Mit Unterstützung des technisch-wissenschaftlichen DVS-Netzwerks wurden auch 2012 eine Reihe hochinteressanter Veranstaltungen (**Bild 11**) fortgeführt. Diese boten Unternehmen, die nicht unmittelbar an IGF-Forschungshaben beteiligt waren, so die Möglichkeit, an den Forschungsergebnissen zu partizipieren. Damit wurde ein weiteres wesentliches Kriterium der Industriellen Gemeinschaftsforschung erfüllt, Transferaktivitäten auch gezielt Unternehmen adressieren, die nicht direkt dem Kreis der in der IGF engagierten Firmen angehören.

## Technisch-wissenschaftliche Veranstaltungen der Forschungsvereinigung und des DVS 2012

### Februar

12. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“, Frankfurt am Main

### März

Workshop „Lichtbogenphysik“, Greifswald

DVS-Forschungsseminar „Kunststofffügetechnik in Leichtbau und erneuerbaren Energien“, Erlangen

### April

13. Sondertagung „Schweißen im Schiffbau und Ingenieurbau“, Hamburg

### Mai

Workshop „Anwendungsnahe Schweißsimulation“, Bremen

### Juni

9. „Löttechnisches Forum“, Wertheim

### September

DVS Congress 2012, Saarbrücken

### November

DVS-Projekt-kolloquium „BestKleb – Beständigkeit von Klebungen verstehen und berechnen“, Frankfurt am Main

### Dezember

2. Fügetechnisches Gemeinschaftskolloquium 2012 „Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fügetechnik“, Paderborn

Bild 11: Ergebnistransfer durch Fachveranstaltungen der Forschungsvereinigung und des DVS

## Beteiligung der Institute an Vorhaben und Anträgen 2012 (forschende Mitglieder in der Forschungsvereinigung)

| Nr. | Institutsleiter | begonnen | fortgeführt | abgeschlossen | Anträge | Gesamt |
|-----|-----------------|----------|-------------|---------------|---------|--------|
| 01. | Bach / Maier    | 1        | 2           | 1             | 2       | 6      |
| 02. | Bergmann        | 1        | 1           |               | 3       | 5      |
| 03. | Bleck           |          |             | 1             |         | 1      |
| 04. | Bobzin          | 2        |             | 3             | 4       | 9      |
| 05. | Böhm            | 1        | 1           |               | 3       | 5      |
| 06. | Dilger          | 3        | 4           | 7             | 3       | 17     |
| 07. | Drummer         |          |             |               |         |        |
| 08. | Eifler          |          |             |               |         |        |
| 09. | Esderts         | 1        |             | 1             |         | 2      |
| 10. | Franke          | 1        |             |               |         | 1      |
| 11. | Füssel          | 3        | 1           |               | 2       | 6      |
| 12. | Gehde           |          | 1           | 1             | 2       | 4      |
| 13. | Geßner          | 1        |             |               | 1       | 2      |
| 14. | Graf            | 1        |             |               | 1       | 2      |
| 15. | Heim            |          |             |               | 1       | 1      |
| 16. | Hopmann         |          | 1           |               |         | 1      |
| 17. | Jüttner         | 1        |             | 3             | 1       | 5      |
| 18. | Klassen         |          |             |               | 2       | 2      |
| 19. | Lindemann       |          | 1           |               | 1       | 2      |
| 20. | Mayr            |          |             | 1             | 2       | 3      |
| 21. | Meschut         | 4        | 1           | 2             | 4       | 11     |
| 22. | Michailov       | 1        |             | 1             | 1       | 3      |
| 23. | Moritzer        |          | 1           |               |         | 1      |
| 24. | Müller          |          |             | 1             | 1       | 2      |
| 25. | Oechsner        | 1        |             |               |         | 1      |
| 26. | Ploshikhin      |          |             |               |         |        |
| 27. | Reisgen         | 2        | 3           | 2             | 3       | 10     |
| 28. | Roos            |          |             |               |         |        |
| 29. | Schein          |          | 1           |               | 2       | 3      |
| 30. | Schmidt, Kassel |          |             |               |         |        |
| 31. | Schöppner       |          |             |               |         |        |
| 32. | Stark           | 1        | 3           | 2             |         | 6      |
| 33. | Tillmann        |          |             | 2             | 2       | 4      |
| 34. | Wesling         |          |             |               | 1       | 1      |
| 35. | Wielage         | 3        | 2           | 1             | 2       | 8      |
| 36. | Wilde           | 1        |             | 1             | 2       | 4      |
| 37. | Wilden          |          |             |               | 1       | 1      |
| 38. | Wolter          |          | 1           |               |         | 1      |
| 39. | Zäh             | 3        |             |               | 2       | 5      |
| 40. | Cramer          | 1        |             | 1             | 2       | 4      |
| 41. | Hoffmann        |          |             |               |         |        |
| 42. | Mährlein        |          | 1           | 2             |         | 3      |
| 43. | Mittelstädt     |          |             |               |         |        |
| 44. | Paulinus        |          |             |               |         |        |
| 45. | Roth            |          |             |               |         |        |
| 46. | Sändig          | 2        |             |               | 2       | 4      |
| 47. | Ströfer         | 1        |             |               | 1       | 2      |
| 48. | Benecke         | 1        | 1           |               |         | 2      |
| 49. | Beyer           | 1        | 3           |               | 1       | 5      |
| 50. | Boller          |          |             |               |         |        |
| 51. | Gumbusch        | 3        |             | 3             | 2       | 8      |
| 52. | Hanselka        | 1        | 2           | 1             | 3       | 7      |
| 53. | Lang            |          |             |               |         |        |
| 54. | Mayer           | 3        | 1           | 3             | 2       | 9      |
| 55. | Poprawe         |          | 1           |               | 1       | 2      |

Hochschul institute

DVS-Institute

Fraunhofer Institute

## sonstige Institute

|     |                   |   |   |   |   |
|-----|-------------------|---|---|---|---|
| 56. | Barthelmä         |   |   |   |   |
| 57. | Bastian           | 1 |   | 1 | 2 |
| 58. | Bouaifi           | 1 |   | 1 | 2 |
| 59. | Hanel             |   |   |   |   |
| 60. | Kaysser           |   |   |   |   |
| 61. | Kracht            | 2 | 1 | 1 | 5 |
| 62. | Kraus             |   |   |   |   |
| 63. | Polzin            | 1 |   | 1 | 2 |
| 64. | Rethmeier         | 1 | 1 | 2 | 5 |
| 65. | Schmidt, Erlangen | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 66. | Vollertsen        | 2 | 1 | 3 | 7 |

## Beteiligung der Institute an Vorhaben und Anträgen 2012 (weitere Forschungsstellen)

## Hochschulinstiute

| Nr. Institutsleiter | begonnen        | fortgeführt | abgeschlossen | Anträge | Gesamt |
|---------------------|-----------------|-------------|---------------|---------|--------|
| 01.                 | Dott            | 1           |               |         | 1      |
| 02.                 | Eisele          |             | 1             |         | 1      |
| 03.                 | Emmelmann       | 1           |               | 1       | 2      |
| 04.                 | Feldmann        |             |               | 1       | 2      |
| 05.                 | Fricke          |             |               | 1       | 1      |
| 06.                 | Geiß            |             | 1             |         | 1      |
| 07.                 | Gralla          |             | 1             |         | 1      |
| 08.                 | Hildebrand      |             |               | 3       | 3      |
| 09.                 | Könke           |             |               | 1       | 1      |
| 10.                 | Kruscha         |             |               | 1       | 1      |
| 11.                 | Kurz            |             | 1             |         | 1      |
| 12.                 | Lion            |             | 1             |         | 1      |
| 13.                 | Luhmann         |             | 1             |         | 1      |
| 14.                 | Mahnken         |             |               | 1       | 1      |
| 15.                 | Matzenmiller    | 2           | 1             | 1       | 6      |
| 16.                 | Pasternak       |             |               | 2       | 2      |
| 17.                 | Schaumann       |             | 1             | 1       | 2      |
| 18.                 | Schmidt, Bremen |             |               | 1       | 1      |
| 19.                 | Schmitt         |             |               | 1       | 1      |
| 20.                 | Standke         |             | 1             |         | 1      |
| 21.                 | Stranghöner     |             |               | 1       | 1      |
| 22.                 | Schulz          |             |               | 1       | 1      |
| 23.                 | Uhlmann         |             | 1             |         | 1      |
| 24.                 | Ummenhofer      |             |               | 2       | 2      |
| 25.                 | Ungermann       |             | 1             |         | 1      |
| 26.                 | Vormwald        | 1           |               |         | 1      |
| 27.                 | Wagner          |             |               | 1       | 1      |
| 30.                 | Werner          |             | 1             |         | 1      |
| 31.                 | Witt            | 1           | 1             |         | 2      |

Fraunhofer Institute  
sonstige Institute

|     |            |   |   |   |   |
|-----|------------|---|---|---|---|
| 32. | Klocke     | 1 |   | 1 | 2 |
| 33. | Michaelis  |   | 1 | 1 | 2 |
| 34. | Neugebauer | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 35. | Wehrspohn  |   |   | 2 | 2 |
| 36. | Bloß       |   |   | 1 | 1 |
| 37. | Diedel     |   | 1 |   | 1 |
| 38. | Päffgen    |   | 1 |   | 1 |
| 39. | Richter    | 1 |   | 1 | 2 |
| 40. | Weltmann   | 1 |   | 1 | 2 |
| 41. | Zoch       |   | 1 | 1 | 2 |

# Forschungsschwerpunkte und Forschungsfelder 2012

## Ausrichtung der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung

In der Forschungsvereinigung und im Ausschuss für Technik des DVS wurde unter den Industrievertretern die Befragung via Online-Verfahren im Jahr 2012 fortgesetzt. Dies dient der laufenden Feststellung und Bewertung der aktuellen und zukünftigen Forschungsschwerpunkte und -bedarfe.

Die Umfrage zur Bewertung der Fachausschüsse der Forschungsvereinigung und im Ausschuss für Technik ergab für das Jahr 2012 gegenüber dem Vorjahr eine erhebliche Steigerung der Beteiligung. 702 Fachleute haben insgesamt 2058 Bewertungen beziehungsweise Einschätzungen abgegeben. Dies zeigt den nochmals gesteigerten Stellenwert der Forschungsschwerpunkte der Forschungsvereinigung in der Industrie und den fügetechnischen Branchenunternehmen. Die Befragung wird im Jahr 2013 fortgesetzt.

## Forschungsschwerpunkte

Auch im Berichtszeitraum 2012 wurde die Analyse der Forschungsvorhaben fortgeführt (Bilder 12, 13, 14, 15 und 16). Die laufende und zukünftige Ausrichtung der Forschungsaktivitäten ist Gegenstand der Diskussion in den Fachausschüssen. Das im Jahr 2004 verabschiedete Leitbild und die Strategie der Forschungsvereinigung werden fortlaufend überprüft und weiter entwickelt. Der Erkenntnisgewinn, der sich aus dieser engmaschigen Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Wissenschaft entwickelt, gibt einen nicht abzuschätzenden Vorsprung für die Technologie- und Innovationskompetenz der Füge-technik in Deutschland.

## Fügen, Trennen & Beschichten

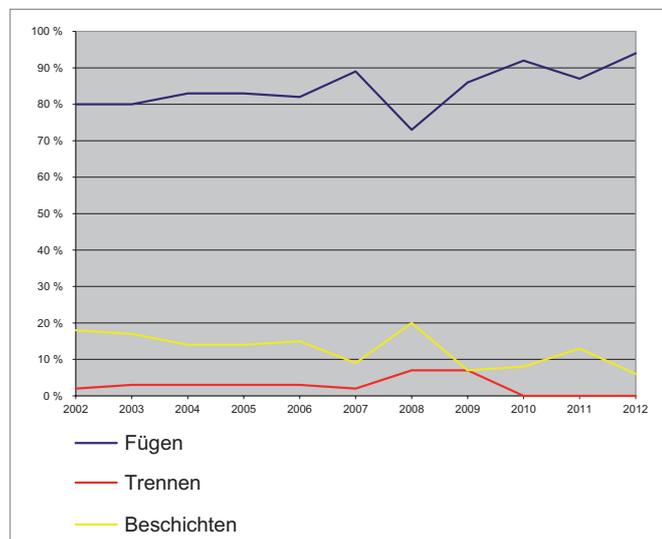


Bild 12

## Fügeverfahren

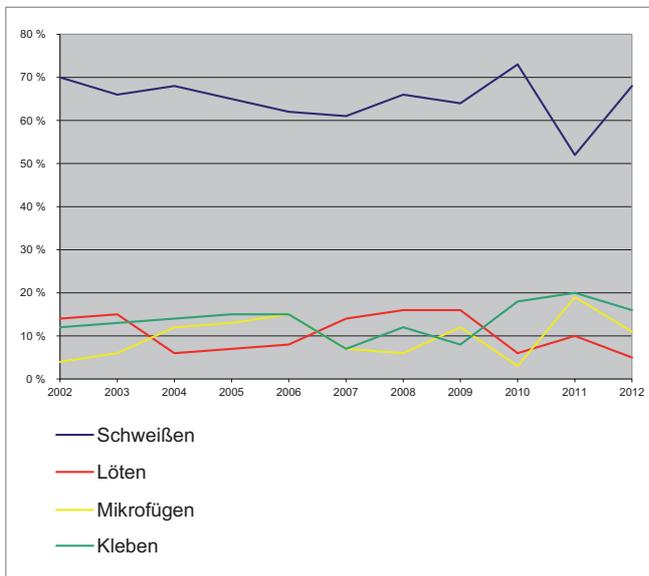


Bild 13

## Schweißverfahren

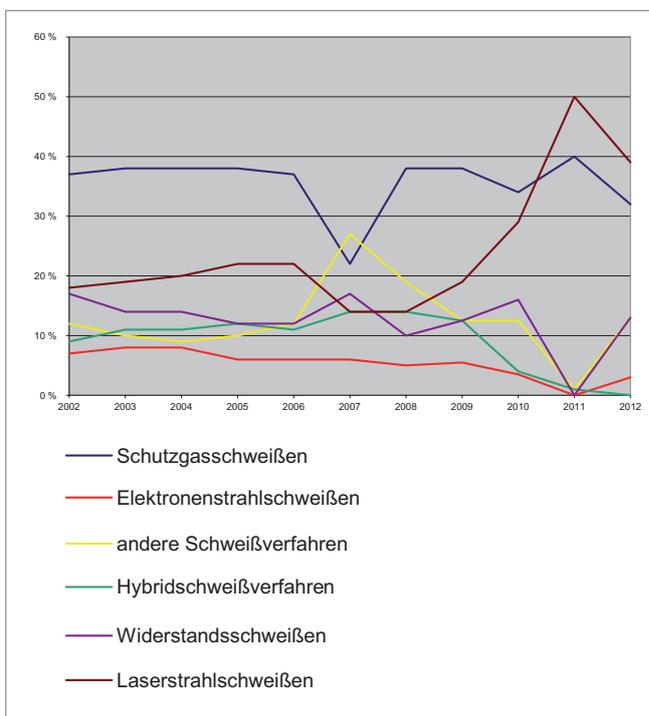


Bild 14

## Werkstoffe

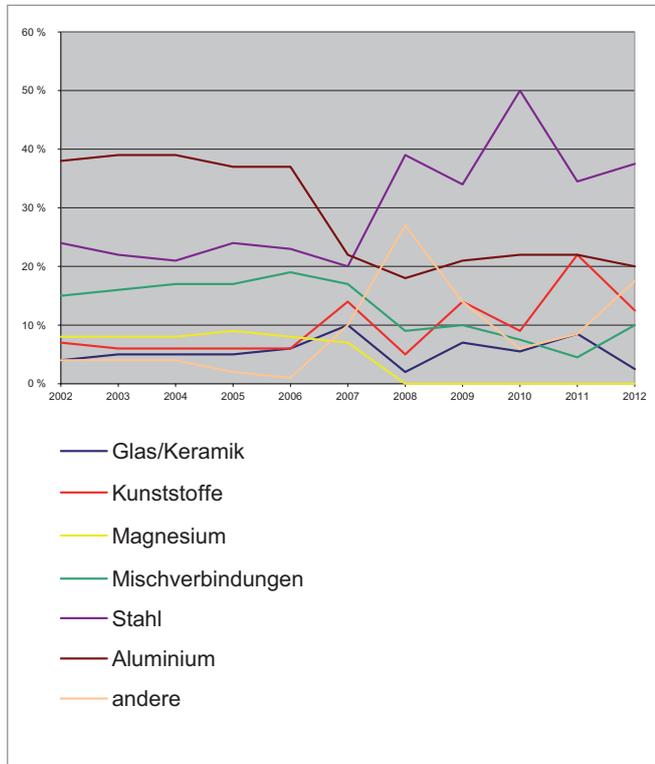


Bild 15

## Forschungsfelder

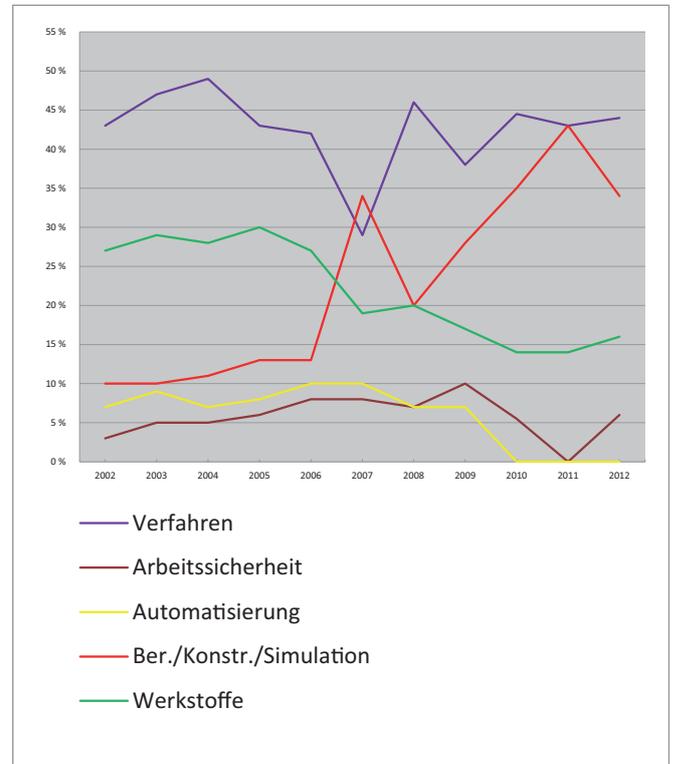


Bild 16

## Perspektiven

Der Schwerpunkt der Aktivitäten in der Forschungsvereinigung bleibt die Koordinierung und Förderung von Projekten der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF). Die Förderung von Projekten mit erweiterten und spezifischen Zielrichtungen steht ebenfalls im Blickfeld. Die Perspektiven und die programmatische Ausrichtung sind in **Bild 17** zusammengefasst.

Auch zukünftig wird die Forschungsvereinigung neue Forschungsfelder der fūgetechnischen Gemeinschaftsforschung identifizieren und diese im Rahmen ihrer Strukturen aufgreifen, begleiten und abbilden.

| Maßnahmen  | Partner                                | Ziel / Status  |
|--|--|--|
| IGF-Forschungsvorhaben im Normalverfahren<br>AiF / DFG - Gemeinschaftsvorhaben („Cluster“)<br>CORNET | BMW, AiF<br>BMW, BMBF, AiF<br>BMW, AiF | Kontinuierliche Beteiligung  |
| Jährliche DVS-Forschungsseminare<br>Fachkolloquien / Fachveranstaltungen / Workshops                 | Mitglied der Forschungsvereinigung     | Darstellung von Forschungsbedarf<br>Transfer von Forschungsergebnissen |
| DVS-Forschungsfonds  | Unternehmen                            | Finanzierung von Studien und DVS Forschungsseminaren                   |

Bild 17

## Forschungspolitische Aktivitäten

Die Forschungsvereinigung hat die AiF bei ihrer politischen Arbeit zur Förderung der Forschung auch im Jahr 2012 kontinuierlich unterstützt. Sie ist in zwei AiF-Geschäftsführerkreisen (Düsseldorfer Geschäftsführerkreis und Westdeutscher Geschäftsführerkreis) vertreten und steht im Dialog mit Mitgliedern aus Parlamenten und Ministerien auf Landes- und Bundesebene. Alle Maßnahmen und forschungspolitischen Aktivitäten in der Forschungsvereinigung des DVS dienen dazu, eine aktive Schnittstelle der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung zu den Mitgliedern des DVS aus Industrie, Handwerk und Körperschaften zu bilden (Bild 18).

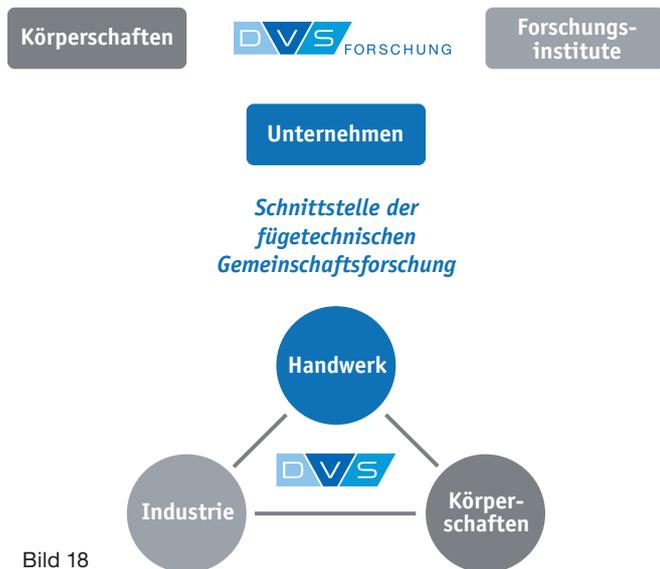


Bild 18



## Workshop Anwendungsnahe Schweißsimulation 2012 9. Mai 2012, Bremen

Seit 2011 findet jährlich der Workshop „Anwendungsnahe Schweißsimulation“ unter der Schirmherrschaft des gleichnamigen Gemeinschaftsausschusses FA 12 der Forschungsvereinigung des DVS und der FOSTA - Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. statt. Ausgangspunkt und Impulsgeber für die erfolgreiche Veranstaltungsreihe war ein abgeschlossenes IGF-Forschungscluster. Ausgehend von dessen Ergebnissen werden regelmäßig aktuelle Fragen der Schweißsimulation in Vorträgen (Bild 19) sowohl aus den Forschungsinstituten als auch von den Unternehmen im Workshop diskutiert. Die im Jahr 2012 auf Einladung des bias - Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH in Bremen durchgeführte Veranstaltung wurde erneut von über hundert Teilnehmern besucht, die wieder einen umfassenden Überblick über die aktuellen Trends, Grenzen und Herausforderungen bei der Simulation von Schweißprozessen erhielten. Der Workshop bot zudem die Möglichkeit zur Diskussion aktueller Forschungsthemen als ideale Plattform zum Austausch von Erfahrungen unter Fachleuten.

Der nächste Workshop findet am 23. Mai 2013 am ISF – Institut für Schweißtechnik und Füge-technik, RWTH Aachen statt.



Bild 19: Dipl.-Ing. Jens Rohbrecht, simufact engineering GmbH, Hamburg bei der Präsentation seines Vortrages „Wärmeeinbringung in der Schweißstruktursimulation und deren Validierung“

## Zweites Kolloquium zur Gemeinsamen Forschung in der Mechanischen Füge- technik

Am 4. und 5. Dezember 2012 fand das 2. Gemeinsame Kolloquium von EFB, FOSTA und DVS zum konzentrierten und effizienten Transfer der aktuellen Forschungsergebnisse, Trends und neuen Anwendungen in der mechanischen Füge-technik in Paderborn statt.

Neben den Ergebnissen neuester Projekte aus den Forschungsstellen, die in den Sektionen „Fügen hybrider Werkstoffkombinationen“, „Experimentelle und simulative Methoden“, „Fügen von dickeren und hochfesten Stahlblechen“ sowie „Fügen von Kunststoffen“ vorgetragen wurden, konnte durch die interessanten Keynote-Vorträge das Spektrum der Anwendungsbereiche erweitert betrachtet werden. Ulrike Blankenfeld vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie in Berlin (Bild 20) gab einen Überblick über die Gemeinschaftsforschung als Baustein betrieblichen Innovationsmanagements und staatlicher Förderpolitik.

Neben der Fachausstellung, die in den Pausen stark frequentiert war, stellten Industrieunternehmen in Impulsvorträgen ihre Neuentwicklungen vor.

Mit über 120 Teilnehmern war das 2. Füge-technische Gemeinschaftskolloquium sehr gut besucht und hat sich als Branchentreffpunkt etabliert. Sehr erfolgreich hat die Forschungsvereinigung des DVS die Veranstaltung fachlich über den Schwerpunkt „Mechanisches Fügen von Kunststoffen und Werkstoffverbunden“ bereichert.

**Das 3. Kolloquium Gemeinsame „Forschung in der Mechanischen Füge-technik“ findet am 10. und 11. Dezember 2013 in Rostock statt.**



Bild 20: Die Veranstalter (v.l.n.r.): Dr. Burkhard Schmidt, AiF, Köln; Dr.-Ing. Norbert Wellmann; Ulrike Blankenfeld, BMWi, Berlin; Dr.-Ing. Hans-Joachim Wieland, FOSTA, Düsseldorf; Dipl.-Ing. Axel Janssen, DVS, Düsseldorf

### DVS-Forschungsseminar „Kunststofffügetechnik in Leichtbau und erneuerbaren Energien“, 6. März 2012 in Erlangen

In jedem Fachausschuss sind die grundlegenden Aktionsfelder der Forschungsaktivitäten thematisch vorgegeben. Um aktuelle Forschungstendenzen zu formulieren oder wichtige, zu erforschende Fragestellungen zu ermitteln, sind Forschungsseminare ein bedeutendes Instrument der DVS-Arbeit. Im Rahmen dieser Seminare kommen die Experten aus Wissenschaft und Industrie zusammen, um gemeinsam wesentliche Leitlinien ihrer zukünftigen Arbeit z.B. in einer Forschungsagenda festzuschreiben.

Das DVS-Forschungsseminar „Kunststofffügetechnik in Leichtbau und erneuerbaren Energien“ wurde durchgeführt, um eine Forschungsagenda „Kunststofffügen“ zu erarbeiten, die die Forschungsvereinigung des DVS bei ihrer zukünftigen strategischen Ausrichtung in diesem Bereich leiten soll (Bild 21). Als Diskussionsbasis diente eine zuvor in Auftrag gegebene Studie zum Fügen von Kunststoffen, an der sich über 150 Entscheidungsträger aus Wirtschaft und Wissenschaft beteiligt hatten.

Mit der DVS Forschungsagenda „Fügen von Kunststoffen“ wurde ein über Wettbewerbsgrenzen und individuelle Interessenslagen hinweg gehendes Positionspapier erarbeitet, mit dem die Herausforderungen an eine nachhaltige Kunststofffügetechnik im 21. Jahrhundert durch industrielle Anwender aus verschiedenen Branchen eindrucksvoll dargestellt werden.

Megatrends wie die bewusstere Ressourcennutzung und die Suche nach neuen Energien treiben bereits heute die Entwicklung neuer Anwendungen und Märkte in den Bereichen „Leichtbau und erneuerbare Energien“ stetig voran. Auf der Werkstoffseite resultieren daraus im Sinne gezielter Mischbaukonzepte („material on local demand“) ein verstärkter Einsatz leistungsfähiger Faserverbunde sowie die gezielte Nutzung funktionsmodifizierter Typen. Hierbei spielen Polymere eine immer wichtigere Rolle.

Verfahrensseitig ist dies in einer auf Ur- bzw. Umformvorgänge beschränkten Produktion nur unzureichend darstellbar, weshalb sich das Fügen als integraler Baustein in der Wertschöpfungskette für Kunststoffformteile etabliert hat. Es entwickelte sich in den letzten Jahrzehnten auch nicht zu einer „Commodity“, sondern war (und ist) durch eine stetig zunehmende „Technologisierung“ gekennzeichnet, um den komplexen Anforderungsprofilen neuer Applikationen mit intelligenten Verbindungskonzepten zu begegnen.

Der größte industrielle Forschungsbedarf wird beim Schweißen und Kleben von Verbundwerkstoffen gesehen, wobei das Fügen von hybriden Werkstoffkombinationen im Fokus steht. Jedes fünfte befragte Unternehmen wünschte sich außerdem explizit mehr Forschungsaktivitäten zu den Themen „Berechnung“ und „Simulation“. Im Hinblick auf die Eigenschaften von gefügten Bauteilen, sollten bei zukünftigen Forschungen laut Studie die Themen „Korrosionsschutz“ und „Alterung“ sowie „Beanspruchung durch Temperaturwechsel“ im Mittelpunkt stehen. Offene Fragen und damit einhergehenden Forschungsbedarf sehen die Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft zudem bei der „Festlegung von Prozessparametern“, bei der „Qualitätssicherung“ sowie bei der Suche nach Möglichkeiten, um die „Prozesszeiten“ insgesamt zu verkürzen.

Anfang 2013 ist der DVS-Berichte Band 294 „Forschungsbedarf zum Fügen von Kunststoffen im Leichtbau und im Bereich der erneuerbaren Energien“ erschienen, in dem neben der Studie auch die Forschungsagenda publiziert wird. Der DVS Berichte Band 294 ist verfügbar unter dem Link: [https://www.dvs-ev.de/fv//Aktuell/DVS-Berichte\\_Band294\\_Fuegen\\_von\\_Kunststoffen.pdf](https://www.dvs-ev.de/fv//Aktuell/DVS-Berichte_Band294_Fuegen_von_Kunststoffen.pdf)



Bild 21: Die Vortragenden des DVS-Forschungsseminars „Kunststofffügetechnik in Leichtbau und erneuerbaren Energien“

## Umweltwoche des Bundespräsidenten auf Schloss Bellevue in Berlin unter Beteiligung der Forschungsvereinigung des DVS und der FOSTA

Am 5. und 6. Juni 2012 hatte auf Einladung des Bundespräsidenten gemeinsam mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) die vierte „Woche der Umwelt“ im Park von Schloss Bellevue stattgefunden (Bild 22). Rund 15.000 Gäste hatten an beiden Tagen die von Bundespräsident Joachim Gauck und Deutscher Bundesstiftung Umwelt (DBU) im Park des Schlosses Bellevue ausgerichtete „Woche der Umwelt“ besucht. 200 Unternehmen und Institutionen präsentierten neue Technologien, Produkte und Projekte und dem Stichwort „Ressourcennachhaltigkeit“. Die Veranstaltung, an der sich auch die AiF beteiligte, wurde bestimmt durch Projektpräsentationen, die einen Überblick über die Arbeiten aus Umwelttechnik, -forschung, -bildung und Naturschutz gaben. In verschiedenen Foren wurden zusätzlich Fragen rund um Umweltschutz, Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und Ressourcen-, Klima- und Naturschutz, Mobilität, aber auch Tourismus, Freizeit und Sport, Ernährung, Bauen und Wohnen diskutiert.

In einem der Foren, dem Fachforum F5 „Ressourceneffizienz und Innovationen“ wurde am 6. Juni das Thema „Verbindungstechnologie Klebtechnik als Schlüssel für Ressourceneffizienz“ vorgestellt und mit den anwesenden Gästen diskutiert. Sechs Experten, die von der Forschungsvereinigung des DVS und der FOSTA eingeladen worden waren, beleuchteten in einzelnen Vorträgen die verschiedenen Aspekte und tauschten sich mit den anwesenden Gästen dazu aus.

Bild 22: Pavillions der Teilnehmer im Park des Schlosses Bellevue



Die Mitwirkenden auf dem Podium (Bild 23), das von Ansgar van Halteren, Geschäftsführer des IVK – Industrieverband Klebstoffe e.V., Düsseldorf, moderiert wurde, waren:

Dr. Hermann Onusseit; Henkel AG & Co. KGaA, Düsseldorf;  
**Vortragsthema: Nachhaltigkeit durch Kleben;**

Dr.-Ing. Christoph Eicher, Daimler Buses EvoBus GmbH, Mannheim;  
**Vortragsthema: Verbindungstechnologie Klebtechnik als Schlüssel für Ressourceneffizienz - Einsatz der Klebtechnik im Nutzfahrzeugbau;**

Prof. Dr.-Ing. Paul L. Geiß, TU Kaiserslautern, Fachgebiet Fügetechnik, AWOK;  
**Vortragsthema: Verbindungstechnologie Klebtechnik als Schlüssel für Ressourceneffizienz im Bauwesen;**

Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut, Universität Paderborn, Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik, LWF;  
**Vortragsthema: Motivation für die Klebtechnik im Automobil;**

Dr. Christian Terfloth, Vorstand Forschungs & Entwicklung, Jowat AG, Detmold;  
**Vortragsthema: Klebtechnik im Möbelbau;**

Herr van Halteren präsentierte im Rahmen seiner Moderation seinen Vortrag zum Thema: **Verbindungstechnologie Klebtechnik als Schlüssel für Ressourceneffizienz.**

Es ist geplant, dass die Forschungsvereinigung auch bei der nächsten Veranstaltung zur „Woche der Umwelt“ mit interessanten Vorträgen teilnehmen wird.

Bild 23: Die Mitwirkenden (v.l.n.r.): A. van Halteren, Dr. H. Onusseit, Prof. Dr.-Ing. P. Geiß, Dr.-Ing. C. Eicher, Prof. Dr.-Ing. G. Meschut, Dr.-Ing. C. Terfloth



## Cluster-Projekte als fruchtbare Zusammenarbeit von Grundlagenforschung und industrienaher Anwendungsforschung

Im Rahmen der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) fördert das BMWi branchenorientierte Projekte von Mitgliedsvereinigungen der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF).

Mit der Fördervariante „Cluster“ des Programms „Industrielle Gemeinschaftsforschung“ werden mehrere thematisch eng zusammenhängende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben unterstützt, die zusammen ein Cluster-Gesamtprojekt bilden und von Vorhaben der Grundlagenforschung bis hin zu vorwettbewerblichen Vorhaben zur Umsetzung in Produkte, Verfahren und Dienstleistungen reichen können.

Ziel von Cluster-Vorhaben ist es, den gesamten Innovationsprozess „von der Idee bis zum Produkt“ durch die Parallelisierung von Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung zu verkürzen; im Vergleich zu den Normalvorhaben der IGF lassen sich mit diesem Forschungswerkzeug noch umfassendere Synergien für Forschungsstellen und Unternehmen realisieren. Der interdisziplinäre Ansatz bietet neue Lösungsansätze insbesondere für klein- und mittelständische Unternehmen.

## Fortführung von Clusterprojekten 2012

Im Jahr 2012 setzte die Forschungsvereinigung ihre Aktivitäten im Rahmen von Forschungs-Clustern weiter fort.

## IGF/DFG-Forschungscluster „BestKleb – Beständigkeit von Klebungen verstehen und berechnen“

**Laufzeit: 1. Oktober 2011 – 31. März 2014**

**Internet: [www.processnet.org](http://www.processnet.org)**

Ende 2011 startete das vom Gemeinschaftsausschuss Klebtechnik (GAK) initiierte Forschungscluster BestKleb mit dem Ziel, die Beständigkeit von Klebungen verstehen und berechnen zu können. Tragende AiF-Mitgliedsvereinigungen sind die DECHEMA (Frankfurt a. M.), die Forschungsvereinigung des DVS (Düsseldorf), die FOSTA (Düsseldorf) und der ivTH (Braunschweig).

Bedingt durch wachsende Leichtbau- und Automatisierungsanforderungen haben sich in der Klebtechnik wesentliche Forschungsbedarfe zur Verfahrenssicherheit, der Berechenbarkeit und der Lebensdauerprognose ergeben, deren Bearbeitung

ein materialwissenschaftlich fundiertes Grundlagenwissen und quantitative Entwicklungswerkzeuge erfordern.

Mit der Beantwortung dieser Kernfragen befasst sich das vom Gemeinschaftsausschuss Klebtechnik initiierte AiF-DFG-Gemeinschaftsvorhaben BestKleb, dessen sechs bewilligte Teilprojekte am 8. Dezember 2011 im Rahmen eines Kick-Off-Meetings inhaltlich festgelegt wurden: Während die grundlagenorientierten Arbeiten durch die beteiligten Forscher beim Teilprojekt 1 den Fokus auf die chemische Alterung der Klebstoffe in der Klebfuge legen, geht es im Teilprojekt 2 um das grundlegende Verständnis der chemischen und elektrochemischen Reaktionen an Grenzflächen. Im Rahmen eines dritten Teilprojektes wird ein kontinuumsmechanisches Modell für Klebungen unter Berücksichtigung des gradierten Aufbaus der Klebung und der inhomogenen Alterung entwickelt.

Innerhalb der drei anwendungsorientierten Teilprojekte sollen die Berechnungen alternder Klebungen auf der Grundlage praktischer Versuche verifiziert werden. Zwei dieser Teilprojekte beschäftigen sich dabei mit Verbundfestigkeitsuntersuchungen an neuartig geklebten hybriden Bauteilen aus Holz und Beton bzw. an Stahlverbundträgern. Letzteres wird als Teilprojekt 8 „Klebstoffe als dauerhaftes Verbundmittel bei Stahlverbundträgern“ (DVS-Nr. 8.077 / IGF-Nr. 17.275 N) von der Forschungsvereinigung des DVS gemeinsam mit der FOSTA und der DECHEMA in Kooperation innerhalb des Clusters begleitet und betreut. Im bisherigen Projektverlauf wurden die Evaluierung einer geeigneten Betonrezeptur, Prüfungen zur Ermittlung der mechanischen Kennwerte geeigneter Klebstoffe sowie Untersuchungen an Klebverbunden durchgeführt. Neben dicken Zugscherproben nach DIN EN 14869 sowie Reinstoffproben zur Bestimmung der Klebstoffeigenschaften wurden Versuche an Beton-Beton-Klebungen mit Druck-Scher-Probekörpern sowie Biegezug-Probekörpern ausgeführt. Der Verbund zwischen Stahl und Beton wurde anhand von Schubversuchen abgeprüft. Hierzu wurden Betonproben mit einem Durchmesser von 50 mm hergestellt und die Betonzylinder in dafür vorgesehene Stahlprobekörper justiert und geklebt (**Bild 24**).

Diese Versuche dienen der Bestimmung der Scherfestigkeiten der geklebten Stahl-Beton-Verbindungen; zur Erstellung einer Schub-Gleitungsbeziehung wurden dazu die Betonzylinder herausgedrückt.

Nach den bislang erfolgten Statusversuchen soll im weiteren Projektverlauf das Langzeitverhalten der Beton-Stahl-Klebfuge unter den für das Bauwesen relevanten Alterungsbedingungen auf experimenteller und theoretischer Basis untersucht werden. Die Kenntnisse über die Veränderung des Schwingverhaltens von Großbauteilen unter Alterung sind dabei der wichtigste Punkt, der aus den Ergebnissen der Materialeigenschaften aus den bisherigen Kleinversuchen auf große Bauteile übertragen werden soll. Letztlich werden Lösungsansätze für die numerische



Quelle: Technische Universität Kaiserslautern, Fachgebiet Stahlbau, Fachbereich Bauingenieurwesen

Bild 24: Betonzylinder mit Stahlprobekörper

sche Modellierung geklebter Stahlverbundträger erarbeitet und Berechnungs- und Bewertungsmethoden für Verbundträger mit geklebter Verbundfuge abgeleitet.

Die bisher erzielten Ergebnisse in diesem Teilprojekt wurden neben den ersten Resultaten aus den anderen Teilprojekten am 21. November 2012 während eines Projektkolloquiums präsen-

tiert, zu dem Aif-Mitgliedsvereinigungen in Düsseldorf eingeladen hatten, die am gesamten Forschungscluster beteiligt sind.

**Das nächste Projektkolloquium findet am 20. November 2013 voraussichtlich im Haus der DECHEMA in Frankfurt am Main statt.**

### „Reaktive Fügeverfahren in der Mikroverbindungstechnik“ (ReMTec)

**Laufzeit: 1. Dezember 2011 - 30. November 2014**

Das IGF-Forschungscluster ReMTec hat das Ziel, die Technologie reaktiver Multischichtsysteme (RMS) speziell für Anwendungen in der Mikrosystemtechnik weiterzuentwickeln und diese für klein- und mittelständische Unternehmen (kmU) wissenschaftlich abgesichert verfügbar zu machen. Im Rahmen der Begutachtung vor Beginn des Projekts wurde der Clusteransatz in koordinierte Einzelvorhaben umgewandelt. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten umfassen einerseits die Herstellung der RMS selbst als auch die Prozesse, die zum Fügen mit den RMS eingesetzt werden.

Im Rahmen des vom Fraunhofer IWS bearbeiteten Teilprojektes A1 liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung von neuen und maßgeschneiderten RMS-Materialien. Neben der prozesssicheren Abscheidung der Nanometer-Multschichten war ein weiterer Schwerpunkt des ersten Projektjahres, die resultierenden Folien vom Substrat zerstörungsfrei abzulösen und gegebenenfalls zu strukturieren. Im Ergebnis sind freistehende RMS-Folien verfügbar, die mittels Laserstrahlstrukturierung auf die von der Anwendung vorgegebene Geometrie angepasst werden können. Durch eine Vorbelotung der Folien wird ein sofortiger und mobiler Einsatz gewährleistet (Bild 25). Die Charakterisierung der RMS mit TEM, REM, XRD und DTA sowie die

Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Reaktionsfront lieferten bereits wesentliche Informationen über Zusammensetzung, Aufbau und Eigenschaften der RMS. Darüber hinaus wurden die vom IWS bereit gestellten RMS bei den Projektpartnern bereits erfolgreich für Fügeversuche eingesetzt.

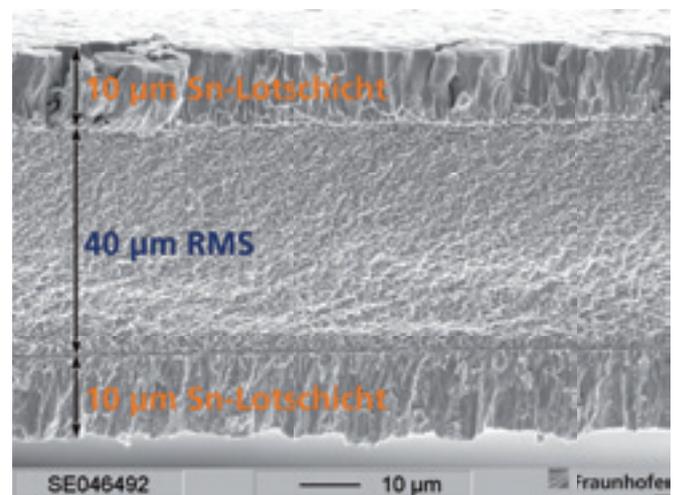


Bild 25: REM-Aufnahme des Querschnitts einer beidseitig mit Zinn beloteten Reaktivmultischicht

## IGF/DFG - Forschungscluster „IBESS – Integrale Bruchmechanische Ermittlung der Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen“

**Laufzeit: 1. Mai 2012 – 30. April 2015**

Das Clusterprojekt „Integrale bruchmechanische Ermittlung der Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen“ (IBESS) hat die Entwicklung eines Verfahrens zur bruchmechanischen Ermittlung der Schwingfestigkeit (Zeitfestigkeitsast der Wöhlerkurve, FAT-Klassen) von Schweißverbindungen zum Ziel. Dazu vereint es vier grundlagenorientierte Teilprojekte mit vier anwendungsorientierten Teilprojekten.

Die wissenschaftliche Koordinierung erfolgt durch die BAM Berlin, die Koordination seitens der Forschungsvereinigungen liegt bei der Forschungsvereinigung des DVS. Die Einzelaktivitäten des Clusters sind auf enge Weise miteinander vernetzt (Bild 26).

Neben diesen Aktivitäten in den Teilprojekten umfassten die bisher gelaufenen übergreifenden Aktivitäten die Probenfertigung für das Gesamtcluster am ifs – Institut für Füge- und Schweißtechnik, TU Braunschweig (vor dem Abschluss) und Voruntersuchungen zu einer einheitlichen Vorgehensweise bei der Ermittlung von Wöhlerlinien sowie zur Aufzeichnung von Rissinitiation und Rissausbreitung. An dieser Aktivität, die gemeinsam von zwei Projektpartnern der Universität Darmstadt

(IfW/MPA und LBF/SZM) und von der BAM Berlin koordiniert wurde, haben sich 6 Forschungsstellen beteiligt. Die Ergebnisse werden als verbindliche Richtlinie für die weitere Arbeit aller Partner vorgegeben.

Von den Arbeiten, die im Wesentlichen von einzelnen Partnern verantwortet werden, sind abgeschlossen oder in einem weit fortgeschrittenen Stadium: Untersuchungen zur gezielten Einstellung von Nahtgeometrie und Eigenspannungen für den S355 (ifs, TU Braunschweig) und Bereitstellung bruchmechanischer Werkstoffparameter für den S355 (BAM Berlin). Die Untersuchung des S960 steht noch aus. In Arbeit sind: die Entwicklung des analytischen bruchmechanischen Modells (BAM Berlin), die Erstellung von FE-Modellen für die Untersuchung des Risserschließungsverhaltens unter transienten Bedingungen (IFSW Darmstadt) und künftige Validierungsarbeiten (TUHH), die quantitative Ermittlung des lokalen Deformationsverhaltens im Nahtbereich (RWTH), Untersuchungen zur Quantifizierung von Nahtunregelmäßigkeiten und Ausgangsdefekten (MPA Darmstadt und BAM Berlin) sowie Arbeiten zur Generierung eines geeigneten Mikrostrukturmodells (IWM Freiburg).

Der Stand der Arbeiten wurde im gesamten projektbegleitenden Ausschuss des Clusters (Lenkungsausschuss) Teil am 6. Dezember 2012 in Freiburg von den beteiligten Forschungsstellen präsentiert.

**Das nächste Treffen des Projektbegleitenden Ausschusses findet am 13. Juni 2013 in Aachen statt.**

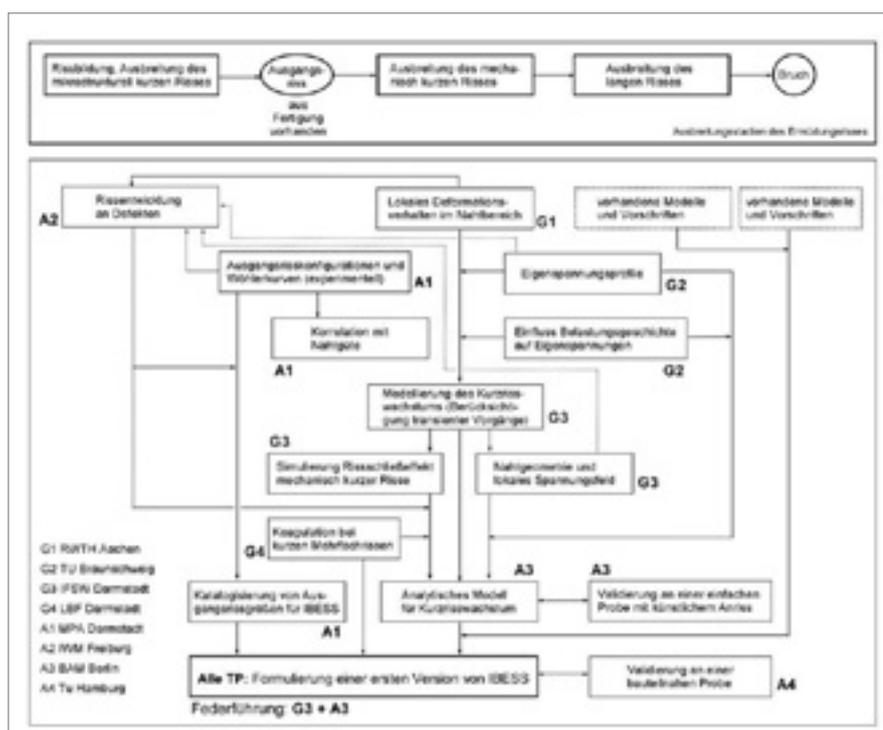


Bild 26: Übersicht zur Vernetzung der Forschungsaktivitäten im Gesamtprojekt



## Manufuture Technologie Plattform

„Horizon 2020“ ist ein Förderwerkzeug der Europäischen Kommission. Es stellt die Produktionstechnik zur Stimulierung der Wirtschaft ins Rampenlicht und unterstützt die Europastrategie 2020. Dafür sollen das Wachstum und die Wettbewerbsfähigkeit der Produktionstechnik in Europa zukunftsweisend entwickelt werden. Zur Umsetzung und Entwicklung einer Strategie für Forschung und Innovation für die Produktionstechnik wurde die „Manufuture Technologie Plattform“ implementiert.

Die Vision von „Manufuture“ ist die Schaffung eines wettbewerbsfähigen Europas, vor allem durch die Entwicklung von Volkswirtschaften mit modernisierten Produktionsanlagen, Methoden und verbesserten technischen Möglichkeiten. Hierfür hat die „Manufuture Technologie Plattform“ die Füge-technik als eine Schlüsseltechnologie und ein Kernelement für eine innovative und nachhaltige Produktion identifiziert.

Um die strategische Entwicklung der Füge-technik nachhaltig zu manifestieren, wurde die Sub-Plattform „JOINING“ mit dem Ziel geschaffen, einen strategischen Ansatz für die Füge-technik herauszustellen (Bilder 27, 28).



## Sub-Plattform „JOINING“

Das wesentliche Ziel der Sub-Plattform „JOINING“ ist es, eine wettbewerbsfähige, innovative und nachhaltige fügetechnische Kompetenz aufzubauen, um zukunftsfähige Technologien und Produkte zu entwickeln, die Wertschöpfung der Produktionstechnologien zu steigern und damit Wirtschaftswachstum zu generieren und qualifizierte Arbeitsplätze in der EU zu schaffen.

Mit der „Strategic Research Agenda“ (SRA), die über die Sub-Plattform „JOINING“ erarbeitet wurde, liegt ein Strategiepapier vor, um dieses Ziel zu unterstützen. Die SRA betrachtet technologische Anforderungen, die als wesentliche Herausforderungen durch die Europäische Kommission identifiziert wurden, und zeigt konkrete fügetechnische Bedarfe für deren Umsetzungen auf. Die SRA wird stetig fortgeschrieben.

Der DVS und die Forschungsvereinigung des DVS haben den Aufbau der Sub-Plattform „JOINING“ maßgeblich mit unterstützt und laden interessierte Unternehmen ein, sich ebenfalls aktiv zu engagieren.

Weitere Informationen sind zu finden unter:  
[www.joining-platform.com](http://www.joining-platform.com)



Bilder 27, 28

# Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung

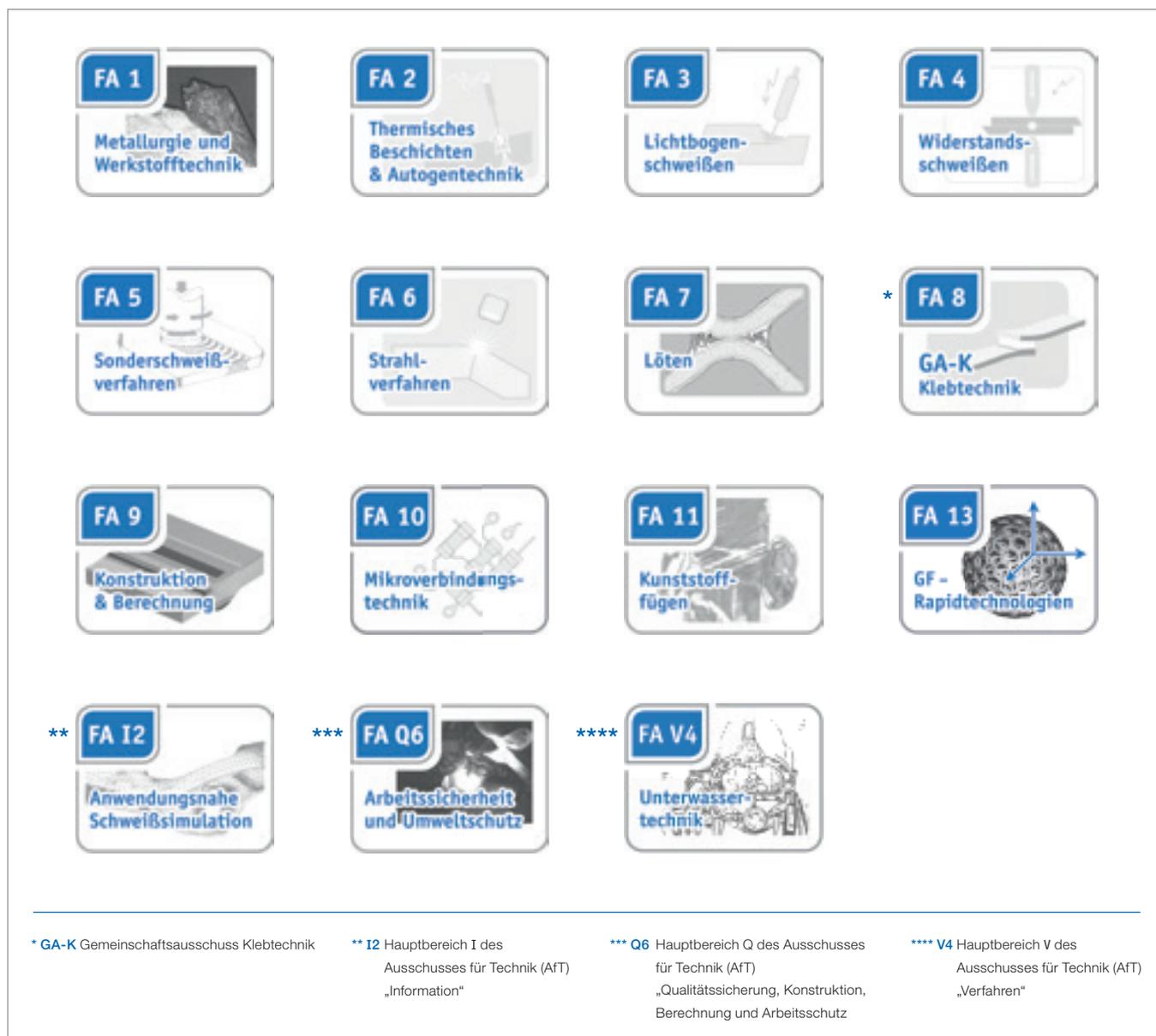
## Die Fachausschüsse

Für eine effiziente und erfolgreiche kooperative Forschungsförderung ist es von entscheidender Bedeutung, dass ein enger Kontakt zwischen Forschungsvereinigung, Unternehmen und Forschungsstellen besteht. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Unternehmen mit ihren Forschungsanliegen Gehör finden und ein kontinuierlicher wissenschaftlich-technischer Gedankenaustausch zwischen den Akteuren stattfindet.

Diese Aufgabe obliegt den Fachausschüssen der Forschungsvereinigung (Bild 29), die das gesamte Spektrum der fúgetechnischen Gemeinschaftsforschung repräsentieren. Sie sind verantwortlich für die Planung, Begleitung, Steuerung und

Bewertung von Forschungsvorhaben. Darüber hinaus haben sie entscheidenden Einfluss auf den Prozess des Transfers der Ergebnisse in die Unternehmen.

Wesentliches Element der Tätigkeit der Fachausschüsse ist der technisch-wissenschaftliche Meinungsaustausch zwischen den Vertretern der Industrie, der Körperschaften und der Forschungsinstitute.



## Fachausschuss 1 „Metallurgie und Werkstofftechnik“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck**

T +49. (0)2 11. 15 91-173

F +49. (0)2 11. 15 91-200

jens.jerzembeck@dvs-hg.de

**Vorsitzender Dipl.-Ing. Frank Palm**

EADS Deutschland GmbH, München

**Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Claas Bruns**

V&M Deutschland GmbH Vallourec & Mannesmann Tubes, Düsseldorf

[www.dvs-forschung.de/FA01](http://www.dvs-forschung.de/FA01)

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- W 1 „Technische Gase“ - [www.dvs-aft.de/AfT/W/W1](http://www.dvs-aft.de/AfT/W/W1)
- W 2 „Schweißen von Gusswerkstoffen“ - [www.dvs-aft.de/AfT/W/W2](http://www.dvs-aft.de/AfT/W/W2)
- W 3 „Fügen von Metall, Keramik und Glas“ - [www.dvs-aft.de/AfT/W/W3](http://www.dvs-aft.de/AfT/W/W3)
- W 4 „Fügen von Kunststoffen“ - [www.dvs-aft.de/AfT/W/W4](http://www.dvs-aft.de/AfT/W/W4)
- W 5 „Schweißzusätze“ - [www.dvs-aft.de/AfT/W/W5](http://www.dvs-aft.de/AfT/W/W5)
- W 6 „Schweißen von Aluminium und Magnesium“ - [www.dvs-aft.de/AfT/W/W6](http://www.dvs-aft.de/AfT/W/W6)

**IIW - Gremien (International Institute of Welding)** - [www.iiw-iis.org](http://www.iiw-iis.org)

- Commission II „Lichtbogenschweißen und Zusatzwerkstoffe“

### Forschungsbilanz Beispiel 1 – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

#### Schweißmetallurgische Untersuchungen zum wärmereduzierten MAG-Verbindungsschweißen heißrissempfindlicher Ni-Basislegierungen

(IGF-Nr. 16.316B / DVS-Nr. 01.069)

Laufzeit: 1. März 2010 – 29. Februar 2012

Prof. Dr.-Ing. S. Jüttner, Institut für Werkstoff- und Fügetechnik,  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Nickelbasislegierungen finden insbesondere als Konstruktionswerkstoffe für sicherheitsrelevante Komponenten in der Chemieindustrie sowie der Energie- und Umwelttechnik breite Anwendung. Leider sind sie durch eine bedingte Schweißgung charakterisiert, vor allem verursacht durch das Auftreten von Heißrissen und Bindefehlern in den Schweißnähten. Für den Dünoblechbereich und das Schweißplattieren entwickelte energiereduzierte MSG-Schweißprozesse auf Basis der geregelten Kurzlichtbogentechnik (KLB) bieten eine aussichtsreiche Möglichkeit, die Heißrissprobleme beim Schweißen von Nickelbasiswerkstoffen besser zu beherrschen und somit die

Schweißnahtqualität zu erhöhen. Anhand verschiedener heißrissempfindlicher vollaustenitischer Ni- und Fe-Basislegierungen wurde das Anwendungspotential ausgewählter geregelter Kurzlichtbogenprozesse (CMT, Puls-Mix, coldArc) für das Verbindungsschweißen dickwandiger Bauteile (5-16 mm) untersucht (**Bild 30**) und dem derzeitigen MSG-Standardprozess, dem MSG-Impulslichtbogenschweißen, gegenübergestellt.

Es gelang, für die geregelten MSG-Kurzlichtbogenprozesse Schweißparameterbereiche festzulegen, mit denen sich artgleiche Schweißverbindungen bei verringerten Streckenenergien

qualitätsgerecht und mit hoher Prozessstabilität erzeugen lassen. Die Schweißnähte zeichnen sich durch eine hohe Güte der erzeugten Nahtoberflächen aus und erreichen hohe mechanisch-technologische Gütewerte und Korrosionsbeständigkeiten. Die erzielten Werte sind vergleichbar mit denen der impulslichtbogengeschweißten Nähte. Der geringere Wärmeeintrag bei Einsatz der geregelten Kurzlichtbogentechnik wirkt sich darüber hinaus vorteilhaft auf die Produktivität beim Schweißen aus. Durch niedrigere Spitzentemperaturen beim Mehrlagenschweißen und eine signifikant schnellere Abkühlung der Einzelraupen auf die geforderten Zwischenlagentemperaturen ist im Rahmen der durchgeführten Versuche die Fertigungszeit für

eine Schweißnaht um bis zu 50 % gegenüber dem ILB-Schweißen reduziert worden.

Das Auftreten von Mikroheißrissen in den Schweißnähten lässt sich auch bei Einsatz der geregelten KLB-Prozesse nicht hundertprozentig vermeiden. Dennoch stellen die erzielten Ergebnisse einen wichtigen Beitrag dar, das Anwendungspotential der geregelten Kurzlichtbogentechnik auf das Verbindungs-schweißen dickwandiger Bauteile zu erweitern und somit schweißtechnische Fertigungsaufgaben an vollaustenitischen Ni- und Fe-Basislegierungen in der geforderten Qualität und mit hoher Produktivität abzuwickeln.



Bild 30: MAG-CMT-Schweißnaht an 12 mm dicken Blechen der Ni-Basislegierung Alloy 617 (2.4663): Nahtoberfläche (links), Lagenaufbau im Querschliff (Mitte) und Wärmeeinflusszone (rechts)

## Stimmen aus der Anwendung

### Dipl.-Ing. Bernd Hoberg, Anwendungstechnik, Böhler Schweißtechnik Deutschland GmbH:

„Die schweißtechnische Verarbeitung von Ni-Legierungen und hochlegierten austenitischen Stählen wird maßgeblich durch die prinzipielle Neigung zur Entstehung von Heißrissen beeinflusst. Risse unabhängig von deren Entstehungsart sind in den meisten technischen Regelwerken nicht zulässig und müssen folglich vermieden werden. Die Kenntnis der Anwendungsgrenzen für das konventionelle MAG-Puls-Schweißen im Vergleich mit den sog. wärmereduzierten MSG-Schweißprozessen war Gegenstand des Forschungsvorhabens.“

Es hat sich gezeigt, dass die Vergleichbarkeit zwischen dem MSG-Impuls und den wärmereduzierten Schweißprozessen nur begrenzt gegeben ist. Bei der Festlegung auf die Vergleichsgröße wie die Streckenenergie oder Abschmelzleistung, ergibt sich dennoch ein recht unterschiedlicher Lagenaufbau und Einbrand in den untersuchten Schweißgutproben. Gerade diese Auswertung war jedoch sehr aufschlussreich. Die Anwendung der wärmereduzierten Schweißprozesse bietet Freiheitsgrade die Heißrissempfindlichkeit der untersuchten Werkstoffe zu vermindern und dennoch effizientes MSG-Schweißen zu ermöglichen.“

### Ingo Pfeiffer, Schweißtechnik, Fronius Deutschland GmbH:

„Im globalen Wettbewerb der hochindustrialisierten Fertigung ist es unabdingbar, konsequent technologische Möglichkeiten zu nutzen und auszuweiten. Um Impulslichtbogenprozesse mit Kurzlichtbogenprozessen auch bezogen auf ihre Ausbringung/Abschmelzleistung vergleichen zu können, war es für die Entwicklung dieses Prozesses notwendig, den Drahtvorschub direkt in die Prozessregelung einzubinden.“

Das permanent gestiegene Prozessverständnis zur Entwicklung von wärmereduzierten Schweißverfahren konnte auch hier im Forschungsvorhaben eindrucksvoll zeigen, welche Möglichkeiten in den verschiedenen Prozessvarianten liegen.“

## Forschungsbilanz Beispiel 2 – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

### Metallkundlich-technologische Untersuchungen zum Elektronenstrahlschweißen mit kombinierter Mehrprozessentechnik von austenitisch-ferritischen Stählen ohne Schweißzusatz

IGF-Nr. 16.277 B / DVS-Nr. 01.066

Laufzeit: 1. Dezember 2009 – 31. Mai 2012

Prof. Dr. Ing. K. Dilger, Institut für Füge- und Schweißtechnik, TU Braunschweig

Prof. Dr.-Ing S. Jüttner, Institut für Werkstoff- und Fügetechnik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Das Elektronenstrahl-Schweißen von Duplex-Stählen wird in der Fertigung nur in Verbindung mit zusätzlichen technologischen Maßnahmen, wie die Verwendung eines überlegierten Zusatzwerkstoffs und/oder nachfolgendes Lösungsglühen, eingesetzt. Grund dafür ist die typische Ausbildung eines Schweißgutgefüges mit hohem Ferrit-Gehalt ( $\geq 70\%$  FE) infolge der kurzen Abkühlzeit und daraus den resultierenden ungenügenden Zähigkeitseigenschaften sowie hohen Korrosionsanforderungen. Ein Verzicht auf teuren Zusatzwerkstoff und eine Wärmenachbehandlung kann durch die Entwicklung einer an die metallurgischen Besonderheiten dieser Werkstoffgruppe angepassten innovativen EB-Mehrstrahltechnologie ermöglicht werden für die schweißtechnische Fertigung dickwandiger Duplex-Bauteile.

Die im Rahmen dieses Forschungsprojektes entwickelte EB-Mehrstrahltechnologie ist durch mehrere hintereinander laufende Schmelzbäder gekennzeichnet und führt infolge des erhöhten Wärmeeintrags im Vergleich zum konventionellen EB-Schweißen zu längeren Abkühlzeiten. Welche Anzahl und Größe jedes einzelnen Schmelzbades ein Optimum darstellt, wurde durch umfangreiche metallkundlich-technologische Untersuchungen experimentell ermittelt. Eine Validierung/Überprüfung der entwickelten EB-Mehrstrahltechnologie erfolgte anschließend durch Schweißen von I-Nähten an verschiedenen industrierelevanten Duplex-Legierungen. Alle Schweißverbindungen verfügen trotz erhöhter Ferrit-Gehalte über sehr gute mechanisch-technologische Güteverhältnisse im Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy VWT bei  $-40\text{ °C}$  und im statischen Zugversuch. Außerdem lag eine sehr hohe Lochkorrosionsbeständigkeit vor (**Bild 31**).

Tabelle

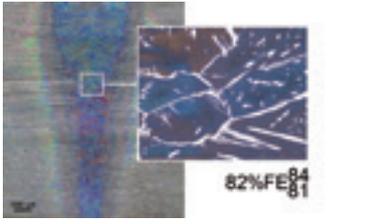
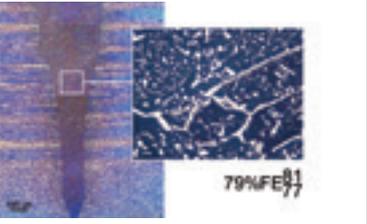
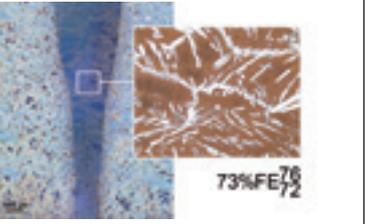
|             |  |     |  |     |  |     |
|-------------|---|-----|--|-----|---|-----|
| Werkstoff   | 1.4462  |     | 1.4362   |     | G1.4470   |     |
|             | GW  | SG  | GW   | SG  | GW  | SG  |
| KV [J]      | 205   | 223 | 250  | 126 | 155   | 123 |
| Rm [MPa]    | 749   | 731 | 687  | 673 | 709   | 688 |
| Rp0,2 [MPa] | 574   | 506 | 480  | 407 | 450   | 458 |
| A50 [%]     | 41  | 33  | 43   | 36  | 35  | 26  |
| CPT [°C]    | 48  | 45  | 22   | 17  | 46  | 44  |

Bild 31: Eigenschaften der Schweißverbindungen aus dickwandigen Duplexwerkstoffen

## Stimmen aus der Anwendung

### Dipl.-Ing. Volker Adam, pro-beam AG & Co. KGaA:

„Ein Verlust der Kerbschlagarbeit stellte in der Vergangenheit häufig das entscheidende Hindernis für den Einsatz der sonst für diesen Aufgabenstellung hervorragend geeigneten Elektronenstrahltechnologie dar. Mit den Erkenntnissen aus diesem

Forschungsvorhaben kann nun auch der Zähigkeitsverlust beim EB-Schweißen von Duplexstählen ohne weitere Prozessschritte in den zulässigen Grenzen gehalten werden. Somit ist der Weg in weitere Anwendungsfelder geöffnet.“

**Dipl.-Ing. Jens Trobschug, BMA Braunschweigische Maschinenbauanstalt AG**

„BMA ist als einer der weltweit führenden Hersteller von Aus-rüstungen für die zuckerverarbeitende Industrie an innovativen Technologien stets interessiert, unterstützt diese im Rahmen unserer Möglichkeiten und ist bestrebt, positive Forschungsergebnisse in die eigene Produktion einfließen zu lassen. Als Verarbeiter von mitteldicken Duplex-Blechen in Apparaten und Maschinen ist das abgeschlossene Forschungsvorhaben ein

Beitrag zur möglichen Senkung der Herstellkosten durch Wegfall von großvolumiger Schweißnahtvorbereitungen, Verkürzung der Schweißzeiten sowie durch geringeren Schweißverzug durch die gezielte, geringere Wärmeeinbringung. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen lassen den derzeitigen Schluss auf eine industrielle Anwendbarkeit des Verfahrens zu. Die einzuhaltenden, teilweise neuen Randparameter bedürfen jedoch weiterer Versuche zur Erlangung einer industriellen Prozesssicherheit“.

**Neu begonnene Forschungsvorhaben****01.081  
17.403 B Verbesserung der Schweißbeignung von Ni-Basis-Schleuder- und Sandformguss**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg  
Beginn: 01.02.2012 Laufzeitende: 31.01.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.403B>

**01.079  
17.430 B Ressourceneffizientes und werkstoffgerechtes Fügen von hochbeanspruchten Stählen**

Prof. Dr.-Ing. Stark, IWF TU Berlin  
Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen  
Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden  
Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.430B>

**01.082  
17.538 B Entwicklung hoch schlag- und abrasionsbeständiger Legierungen für auftragsgeschweißte Verschleißschutzschichten**

Dr.-Ing. habil. Bouaifi, CeWOTec Chemnitz  
Prof. Dr.-Ing. habil. Wielage, WSK Chemnitz  
Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.538B>

**Durchlaufende Forschungsvorhaben****01.073  
16.748 B Untersuchungen zur Vermeidung von Heißbrissen beim Laserstrahlschweißen von austenitischen Cr-Ni-Stählen und Nickelbasislegierungen mittels Temperaturfeld-Tailoring**

Prof. Dr. Beyer, IWS Dresden  
Beginn: 01.10.2010 Laufzeitende: 31.03.2013  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.748B>

**Abgeschlossene Forschungsvorhaben****01.066  
16.277 B Metallkundlich-technologische Untersuchungen zum Elektronenstrahlschweißen mit kombinierter Mehrprozess-technik von austenitisch-ferritischen Stählen ohne Schweißzusatz**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg  
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig  
Beginn: 01.12.2009 Laufzeitende: 31.05.2012  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.277B>

**01.069  
16.316 B Schweißmetallurgische Untersuchungen zum wärmereduzierten MAG-Verbindungsschweißen heißrissempfindlicher Ni-Basislegierungen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg  
Beginn: 01.03.2010 Laufzeitende: 29.02.2012  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.316B>

**01.071  
16.364 B Schweißen von pulvermetallurgisch hergestellten ferritischen Chromstählen**

Prof. Dr. Mayr, IFMT Chemnitz  
Beginn: 01.02.2010 Laufzeitende: 31.01.2012  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.364B>

**01.072  
16.492 N Generieren und Fügen von SLM-Bauteilen aus Hartmetall**

Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen  
Prof. Dr.-Ing. Wesling, ISAF Clausthal  
Beginn: 01.05.2010 Laufzeitende: 31.12.2012  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.492N>

## Fachausschuss 2 „Thermisches Beschichten & Autogentechnik“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck**

T +49. (0)2 11. 15 91-173

F +49. (0)2 11. 15 91-200

jens.jerzembeck@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Gerhard Bloschies

Gesellschaft für Wolfram Industrie mbH, Traunstein

### Stellvertretender Vorsitzender Werner Krömmer

Linde AG (Geschäftsbereich Linde Gas), Unterschleißheim

[www.dvs-forschung.de/FA02](http://www.dvs-forschung.de/FA02)

### Veranstaltungen

International Thermal Spray Conference and Exposition (ITSC)

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- Gemeinschaftsausschuss DIN NA 092-00-14 AA / DVS AG V 7 - [www.dvs-aft.de/Aft/V/V7](http://www.dvs-aft.de/Aft/V/V7)  
„Thermisches Spritzen und thermisch gespritzte Schichten“

**IIW-Gremien (International Institute of Welding)** - [www.iiw-iis.org](http://www.iiw-iis.org)

- Commission I „Thermisches Schneiden und Beschichten“

### Forschungsbilanz Beispiel – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

#### „Kaltgasgespritzte Schichten zum Lasergravieren für Tiefdruckwalzen“

(IGF-Nr. 15.503 N / DVS-Nr. 02.003)

Laufzeit: 01. Februar 2008 - 31. Januar 2011

Prof. Dr. - Ing. habil. T. Klassen, Helmut-Schmidt-Universität,  
Universität der Bundeswehr Hamburg

In dem Projekt wurde aufgezeigt, dass durch Kaltgasspritzen dichte Zink- und Zink-Legierungsschichten für die Lasergravur hergestellt werden können (siehe Bild 32). Je nach Zusammensetzung weisen die Schichten Härten zwischen 30 und 220 HV auf. In Kavitationstests zeigten die verschiedenen Schichten eine gute Kohäsion, d.h. gute Partikel-Partikel-Bindung im Schichtverbund. Die Korrosionsbeständigkeit der kaltgasgespritzten Schichten ist vergleichbar zu der reinen Zinkbleches und zeigt insbesondere keine Unterkorrosion in Folge von verbundenen Porenkanälen. Weiterführende Tests demonstrieren, dass sich die kaltgasgespritzten Schichten zur Lasergravur eignen. In Bezug auf Tiefdruckanwendungen kön-

nen durch Kaltgasspritzen im Vergleich zu den bisher verwendeten galvanischen Verfahren die Beschichtungszeit um etwa das 5-fache verringert und auch Umweltbelastungen reduziert werden.

Kaltgasgespritzte Schichten zur Lasergravur sind von hohem Interesse für Druckwalzenhersteller und Druckhäuser. Die Ergebnisse wurden nach Abschluss des Vorhabens durch Fachvorträge und Publikationen weiter verbreitet. Besonderes Interesse bekundeten die Teilnehmer des Jahrestreffens der EUROPEAN ROTOGRAVURE ASSOCIATION 2011. Dies resultierte in verschiedenen Anfragen und Bemusterungen.

Für eine Anwendung dieser Schichtsysteme in der Druckindustrie gilt es, noch allgemein etablierte Verfahren der Schichtnachbearbeitung auch für diese Anwendungsbranche zu adaptieren.

### Stimmen aus der Anwendung

**Dr. Robert David, Leiter Forschung & Entwicklung, INTERPRINT GmbH:**

„Im Rahmen des Projekts wurden einige Musterzylinder zur Verfügung gestellt. Für Interprint stellte sich die Frage, ob Kaltgas gespritzte Zinkoberflächen eine Alternative zu galvanisch hergestellte Zinkoberflächen zur Lasergravur von Tiefdruckzylindern sein können. Insbesondere ist die zu erwartende höhere Geschwindigkeit in der Herstellung der Schichten interessant.“

**Dr. Armin Melzer, Leiter Geschäftsbereich Metall, Grillo-Werke Aktiengesellschaft:**

„Im Projekt haben wir verschiedene Zinklegierungspulver entwickelt und als Muster zum Kaltgasspritzen bereitgestellt. Wichtig war hier die Korngrößenverteilung und -form, die für die Eigenschaften der Schichten und dem Beschichtungsprozess eine wesentliche Rolle spielen. Als Zinkpulverhersteller erhoffen wir uns zukünftig den Einsatz des Kaltgasspritzens im industriellen Maßstab, so dass hier unsere speziell entwickelten Zinkpulver Anwendung finden.“



Bild 32: Bauteilmuster Druckwalze

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

02.071 **Entwicklung und Qualifizierung beschichtungsgerechter**  
17.025 B **CFK-Oberflächen für das Thermische Spritzen**

Prof. Dr.-Ing. habil. Wielage, WSK Chemnitz

Beginn: 01.05.2012 Laufzeitende: 31.10.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.025B>

02.073 **Laserunterstütztes Drehen thermisch gespritzter**  
17.079 N **Metal-Matrix-Verbundwerkstoffe**

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen

Prof. Dr.-Ing. Klocke, IPT

Dr.-Ing. Richter, FVP

Beginn: 01.10.2012 Laufzeitende: 30.09.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.079N>

02.069 **Entwicklung einer geeigneten Messmethode zur Unters-**  
17.432 N **uchung luftgetragener Schadstoffe beim Thermischen Spritzen, Bewertung der Anlagenemissionen und Ableitung von Richtlinien für den sicheren Betrieb**

Prof. Dr. rer. Nat. Dott, UK Aachen

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen

Beginn: 01.03.2012 Laufzeitende: 28.02.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.432N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

- 02.068  
17.049 B **Einsatz von Fülldrähten mit großem Durchmesser für das Thermische Spritzen**
- Prof. Dr.-Ing. habil. Wielage, WSK Chemnitz
- Beginn: 01.08.2011 Laufzeitende: 31.01.2014
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.049B>
- 02.065  
17.099 B **Oberflächenfunktionalisierung von Hochleistungspolymeren**
- Prof. Dr.-Ing. habil. Wielage, WSK Chemnitz
- Beginn: 01.07.2011 Laufzeitende: 30.06.2013
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.099B>
- 02.064  
17.371 B **Funktionalisierung von Keramikoberflächen durch thermisch gespritzte Schichten**
- Prof. Dr. Beyer, IWS Dresden  
Prof. Dr. habil. Michaelis, IKTS Dresden
- Beginn: 01.06.2010 Laufzeitende: 30.04.2013
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.371B>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

- 02.060  
16.411 N **Qualifikation der Bestimmung der Porosität und der Eindruckhärte an thermisch gespritzten Schichten**
- Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover  
Prof. Dr.-Ing.Dipl.-Wirt.Ing. Tillmann, LWT Dortmund
- Beginn: 01.03.2010 Laufzeitende: 29.02.2012
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.411N>
- 02.062  
16.412 B **Verbesserung der Qualität lichtbogengespritzter Schichten durch den Einsatz modifizierter Brenntechnik und Hochgeschwindigkeitsgasströmungen**
- Prof. Dr.-Ing. habil. Wielage, WSK Chemnitz
- Beginn: 01.03.2010 Laufzeitende: 29.02.2012
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.412B>
- 02.904  
16.434 N **Weiterentwicklung eines optimierten korrosionsgeschützten Systems für niedrig legierten Baustahl mit einer thermisch gespritzten Schutzschicht auf Basis modifizierter Zinklegierungen als Ergänzung zum Stückverzinken von Bauteilen**
- Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen  
Prof. Dr.-Ing. Feldmann, STB Aachen  
Prof. Dr.-Ing. Bleck, IEHK Aachen
- Beginn: 01.12.2009 Laufzeitende: 31.03.2012
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.434N>

## Fachausschuss 3 „Lichtbogenschweißen“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Rockhard Zsehra**

T +49. (0)2 11. 15 91-123

F +49. (0)2 11. 15 91-200

rockhard.zsehra@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Wolfgang Scheller

SalzgitterMannesmann Forschung GmbH, Duisburg

### Stellvertretender Vorsitzender Ing. Robert Lahnsteiner

MIG WELD GmbH Deutschland, Landau a.d. Isar

[www.dvs-forschung.de/FA03](http://www.dvs-forschung.de/FA03)

## Korrespondierende Gremien

### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V 2 „Lichtbogenschweißen“ mit über 45 Untergruppen - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V2](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V2)

### IIW-Gremien (International Institute of Welding) - [www.iiw-iis.org](http://www.iiw-iis.org)

- Commission II „Lichtbogenschweißen und Zusatzwerkstoffe“
- Commission IX „Verhalten der Metalle beim Schweißen“

## Forschungsbilanz Beispiel – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

### Plasma-Hybridschweißen mit integriertem Laser und Sensorik (PiLS)

(IGF-Nr.: 16.414 B / DVS-Nr.: 03.098)

Laufzeit: 1. März 2010 - 31. August 2012

Prof. Dr.-Ing. C. Emmelmann, iLAS - TU Hamburg-Harburg

Prof. Dr. K.-D. Weltmann, INP Greifswald e. V.

Während Ansätze zum Hybridschweißen in der Vergangenheit meist laserdominiert waren mit der Konsequenz hoher Investitionskosten für einen Hochleistungslaser, wurde in diesem Vorhaben ein defokussierter Laserstrahl von geringer Leistung lediglich in unterstützender Funktion des Plasmaprozesses eingesetzt. Das Ziel bestand darin, den Hybridprozess und einen neuartigen Bearbeitungskopf zu entwickeln, der speziell für das Verfahren die nötigen geometrischen Einstellmöglichkeiten bietet, und eine Diagnostik zu erproben, mittels derer der Prozess im Hinblick auf eine mögliche Sensorregelung überwacht werden kann.

In den absolvierten Experimenten wirkten Plasmalichtbogen und Laserstrahl in einem gemeinsamen Schmelzbad mit übereinstimmendem Fußpunkt auf der Werkstückoberfläche, wobei der Lichtbogen stechend und der Laserstrahl schleppend angeordnet war. Die Abmessungen des Plasmabrenners und

die erforderliche Lichtbogenlänge ließen dabei minimal einen Winkel von 38° zwischen Lichtbogenlängsachse und Laserstrahl zu.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen für I-Nähte am Stumpfstoß eines unlegierten Baustahls im Hybridverfahren mit nur 300 Watt Laserunterstützung eine deutliche Verbesserung der Schweißnahtqualität bzw. eine Steigerung der Schweißgeschwindigkeit um 60% ohne Qualitätsverlust im Vergleich zum reinen Plasmaschweißen (**Bild 33**). Der Hybridprozess vergrößert zudem die Spaltüberbrückbarkeit, reagiert weniger empfindlich auf Verunreinigungen oder Kantenversatz der Fügeteile, toleriert einen breiteren Bereich der Schweißparametereinstellungen und erlaubt es, bogenförmige Nahtpfade zu erzeugen, ohne die Vorschubgeschwindigkeit anzupassen (**Bild 34**). Diese positiven Effekte lassen sich zurückführen auf eine Stabili-

sierung des Lichtbogenansatzes am Werkstück und damit des gesamten Prozesses, sowie auf eine Einschnürung der Schmelzbadgeometrie durch den Laserstrahl. Aufnahmen mit Hochgeschwindigkeitskameras belegen, dass die Zuschaltung des Lasers eine Umkehr der Strömungsrichtung im Schmelzbad hervorruft und die Ausbildung eines Stichloches begünstigt (Bild 35). Die somit gesteigerte Intensität und die höhere Geschwindigkeit reduzieren den thermisch bedingten Verzug der Bauteile, sparen nachgeschaltete Umfänge an Richttätigkeiten ein und tragen zu einem erheblichen Produktivitätsgewinn bei.

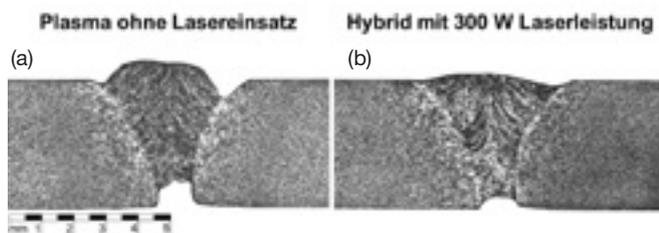


Bild 33: Nahtquerschnitt einer plasma- (a) bzw. hybrid-geschweißten (b) Stumpfstoßverbindung von 4 mm Blechdicke mit hoher Vorschubgeschwindigkeit (50 cm/min) ohne Nahtvorbereitung und ohne Verwendung von Zusatzmaterial.

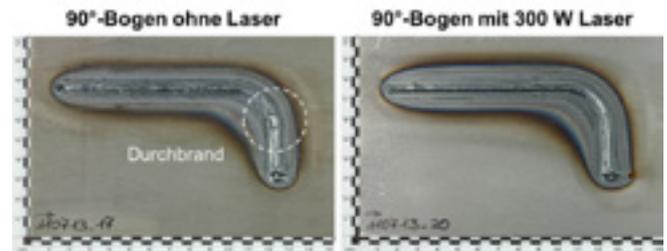


Bild 34: Oberraupe eines plasma- bzw. hybrid-geschweißten 90°-Nahtbogens mit konstant 100 cm/min Vorschubgeschwindigkeit bei 2 mm Blechdicke.

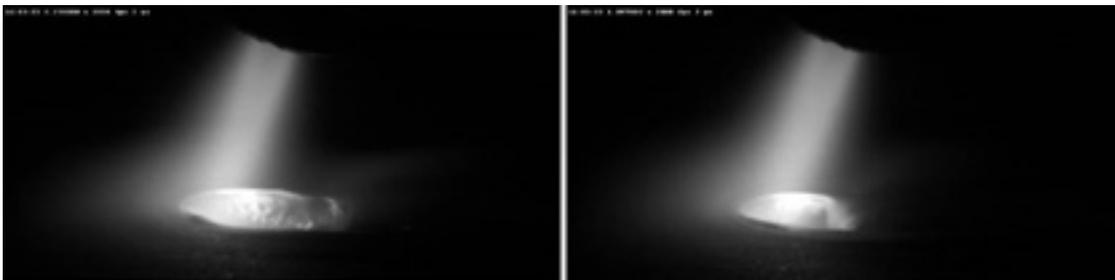


Bild 35: Schmelzbadaufnahmen links ohne, rechts mit Laserunterstützung; Schmelzbadumkehr und Stichlochausbildung durch Veränderungen am Schmelzkraterand erkennbar.

## Stimmen aus der Anwendung

**Dr. Hinrich Timmann, Geschäftsführer, J. Carl Weber GmbH Metallwaren Apparatebau:**

„Das Resultat der Prozessentwicklung ist ein ortstolerantes Hochleistungsschweißverfahren, das infolge geringen Investitionsbedarfs insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen interessant ist und sich für alle Anwendungen im Bereich der fügenden Blechverarbeitung eignet.“

**Prof. Dr.-Ing Harald Kohn, ITC International Technology Consulting, Bremen:**

„Bei kleinen und mittelständischen Unternehmen ist das Schweißen ein sehr wichtiges Fügeverfahren mit großer wirtschaftlicher Bedeutung und damit ein oft entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit der Betriebe. Der im Rahmen des

Projektes PiLS entwickelte Prozess ist auf Grund der preisgünstigen Investition und hoher Effektivität eine interessante Ergänzung der gegenwärtig am Markt verfügbaren Schweißanlagen. Die Fehlertoleranz und damit geringer Positionieraufwand gegenüber dem Laserschweißen minimiert u.a. die Vorbereitungszeit, die deutlich höhere Prozessgeschwindigkeit bei niedriger Streckenenergie gegenüber den Lichtbogenverfahren bedeutet Verzugsarmut, das heißt Vermeidung beziehungsweise Verminderung von Nacharbeit. Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass größere Einschweißiefen durch weiterführende Untersuchungen möglich sind. Dieses Feld sollte durch ein Anschlussvorhaben untersucht werden, da die Vorteile des Verfahrens bei größeren Verbindungstiefen überproportional steigen.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

03.106  
17.431 B **Steigerung der Wirtschaftlichkeit von MSG-Schweißprozessen durch konsequente Nutzung der Potentiale von Prozessgasen**

Prof. Dr. Weltmann, INP Greifswald  
Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden

Beginn: 01.03.2012 Laufzeitende: 28.02.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.431B>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

03.097  
16.779 B **Wirtschaftliches WIG-Fügen durch magnetisches Pendeln des Lichtbogens**

Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden

Beginn: 01.11.2010 Laufzeitende: 31.01.2013

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.779B>

03.101  
16.954 N **Entwicklung einer Online-Schmelzbaddiagnostik zur Schweißnahtqualitätsüberwachung und zur Vermeidung von Schweißnahtfehlern beim Lichtbogenschweißen**

Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen  
Prof. Dr.-Ing. Schein, EIT 1 Neubiberg

Beginn: 01.07.2011 Laufzeitende: 30.06.2013

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.954N>

03.105  
17.351 N **Unterpulver-Impulsschweißen zur Reduzierung des Wasserstoffeintrages beim Schweißen hochfester Feinkornbaustähle**

Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.12.2011 Laufzeitende: 31.05.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.351N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

03.098  
16.414 B **Plasma-Hybrid-Schweißen mit integriertem Laser und Sensorik - PiLS**

Prof. Dr. Weltmann, INP Greifswald  
Prof. Dr.-Ing. Emmelmann, iLAS Hamburg

Beginn: 01.03.2010 Laufzeitende: 31.08.2012

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.414B>

03.095  
16.557 N **Schweißignungsuntersuchungen an hochfesten Feinkornbaustählen beim Einsatz neuer Sprühlichtbogenprozesse**

Univ. Prof. Dr.-Ing. Rethmeier, BAM Berlin

Beginn: 01.09.2010 Laufzeitende: 31.08.2012

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.557N>

## Fachausschuss 4 „Widerstandsschweißen“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Axel Janssen**

T +49. (0)2 11. 15 91-117

F +49. (0)2 11. 15 91-200

axel.janssen@dvs-hg.de

**Vorsitzender Dr.-Ing. Karl Pöll**

Matuschek Meßtechnik GmbH, Alsdorf

**Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Heiko Beenken**

ThyssenKrupp Steel AG, Dortmund

[www.dvs-forschung.de/FA04](http://www.dvs-forschung.de/FA04)

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- Gemeinschaftsausschuss DIN NA 092-00-12 AA / DVS AG V 3 - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V3](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V3)  
„Widerstandsschweißen“

**IIW-Gremien (International Institute of Welding)** - [www.iiw-iis.org](http://www.iiw-iis.org)

- Commission III „Widerstandsschweißen und verwandte Verfahren“

### Forschungsbilanz Beispiel – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

#### Verbesserung der Prozesssicherheit des Punktschweißklebens von Aluminiumwerkstoffen und Ermittlung von Verbindungskennwerten für Konstruktion und Simulation

(IGF-Nr. 16.335 / DVS-Nr. 4.050)

Laufzeit: 1. Oktober 2010 – 30. Juni 2012

Dipl.-Ing. J. Mährlein, SLV Duisburg Niederlassung der GSI mbH

Gegenstand des abgeschlossenen Forschungsprojekts war es, Methoden zu entwickeln, die die Fertigungssicherheit beim Punktschweißkleben von Aluminiumlegierungen erhöhen. Anschließend wurden systematisch Verbindungen hergestellt, an denen Kennwerte für die Konstruktion und Simulation ermittelt wurden. Außerdem wurden Möglichkeiten und Einflüsse des Hybridverfahrens untersucht, damit diese Angaben in die Ausbildung und das Regelwerk einfließen können.

Abschließend wurden die Besonderheiten der Versuchswerkstoffe und Klebstoffe aufgezeigt und die Verbindungsqualität bewertet. Beispielhaft zeigt die Abbildung die Verbindungsfestigkeitswerte unter allen vier Lastwinkeln und das entsprechende Schliffbild.

Insgesamt zeigte sich durch die Untersuchung das Potential dieser Hybridtechnik. Unter Zugrundelegung der untersuchten Randbedingungen ist ein prozesssicheres Punktschweißkleben von Aluminium möglich, mit dem sich hohe Verbindungsfestigkeitswerte herstellen lassen (**Bild 36**).

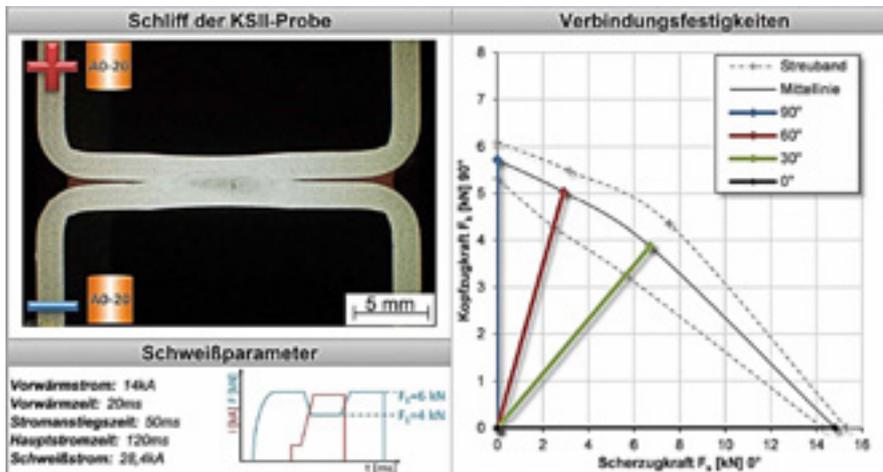


Bild 36: EN AW-5754  $t=2,0$  mm + 1K-Strukturklebstoff „BM 1620“

## Stimmen aus der Anwendung

Dipl.-Ing. Ralf Bothfeld, Geschäftsführer Harms & Wende GmbH & Co. KG:

„Für uns als Steuerungs- und Prozessspezialisten zum Widerstandsschweißen war das Projekt eine Bereicherung unserer eigenen Untersuchungen und hat geholfen, die Ansätze zu Regelung und Prozessführung beim Widerstandsschweißen von Aluminium weiter zu entwickeln.“

Harald Schmidt, Produktmanager Schweißtechnik AEG SVS Schweißtechnik GmbH:

„Das Projekt Punktschweißkleben ist für uns als KMU von Nutzen, da sich dieses Verfahren bei unseren Kunden immer mehr verbreitet und gerade kleinere Unternehmen keinerlei Erfahrung bzw. Anleitung in diesem doch noch sehr speziellen Verfahren haben. Mit diesem Projekt sind zu mindestens die Grundlagen für das Punktschweißkleben von Aluminium dargestellt.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

04.054  
17.395 B **Entwicklung von Anwendungsrichtlinien zum Litzenkompaktieren und -schweißen**

Dr.-Ing. Ströfer, SLV Halle

Beginn: 01.01.2012 Laufzeitende: 31.12.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.395B>

04.055  
17.528 N **Einfluss von fertigungsbedingtem Spalten auf das Tragverhalten von Widerstandspunktschweißverbindungen aus hochfesten Stählen**

Univ. Prof. Dr.-Ing. Rethmeier, BAM Berlin

Beginn: 01.11.2012 Laufzeitende: 31.10.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.528N>

04.058  
17.539 B **Zerstörungsfreie Bewertung des Linsendurchmessers beim Widerstandspunktschweißen mit magnetischen Prüfverfahren**

Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden

Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.539B>

04.057  
17.621 B **Rollennahtschweißen strukturierter Feinbleche**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Michailov, BTU Cottbus  
Dr.-Ing. Polzin, TIME

Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.621B>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

04.052 **Referenzsystem für die Berechnung von elektrischen**  
16.776 B **Gewebefeldstärken (Stromdichten) im menschlichen Körper**  
**beim Widerstandsschweißen**

Prof. Dr.-Ing. Lindemann, ISEY Magdeburg

Beginn: 01.11.2010 Laufzeitende: 31.05.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.776B>

---

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

04.048 **Einfluss der mechanisch/dynamischen Maschineneigen-**  
16.140 N **schaften beim Widerstandspunktschweißen mit Schweiß-**  
**zangen**

Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen

Beginn: 01.07.2009 Laufzeitende: 31.03.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.140N>

04.049 **Möglichkeiten zur Beeinflussung der Einschmelztiefe sowie**  
16.334 N **der Linsenposition beim Widerstandspunktschweißen**  
**asymmetrischer Mehrblechkombinationen mit normal- und**  
**höherfesten Stahlblechen**

Dipl.-Ing. Mährlein, SLV Duisburg

Beginn: 01.01.2010 Laufzeitende: 30.06.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.334N>

04.050 **Verbesserung der Prozesssicherheit des Punktschweißkle-**  
16.335 N **bens von Aluminiumwerkstoffen und Ermittlung von**  
**Verbindungskennwerten für Konstruktion und Simulation**

Dipl.-Ing. Mährlein, SLV Duisburg

Beginn: 01.01.2010 Laufzeitende: 30.06.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.335N>

## Fachausschuss 5 „Sonderschweißverfahren“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Marcus Kubanek**

T +49. (0)2 11. 15 91-120

F +49. (0)2 11. 15 91-200

marcus.kubanek@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Jürgen Silvanus

EADS Deutschland GmbH, München

### Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Axel Meyer

RIFTEC GmbH, Geesthacht

[www.dvs-forschung.de/FA05](http://www.dvs-forschung.de/FA05)

## Korrespondierende Gremien

### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V 11 „Reibschweißen“ - [www.dvs-aft.de/Aft/V/V11](http://www.dvs-aft.de/Aft/V/V11)

## Forschungsbilanz Beispiel – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

### Qualifizierung des Rührreibschweißens (FSW) für das Fügen von Aluminium-Druckguss-Komponenten

(IGF-Nr. 16.318N / DVS-Nr. 05.043)

Laufzeit: 1. Januar 2010 – 31. Dezember 2011

Prof. Dr.-Ing. K. Dilger, Institut für Füge- und Schweißtechnik, TU Braunschweig

Prof. Dr.-Ing. M. F. Zäh, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, TU München,

Bedingt durch den Einsatz von Formtrennmitteln, in Kombination mit der starken Änderung der Wasserstofflöslichkeit beim Erstarren der Gusschmelze, neigen Aluminium-Druckgussbauteile beim Schmelzschweißen zu ausgeprägter Porenbildung in der Fügezone. Ein prozesssicheres Fügen von Aluminiumdruckguss ist nur durch eine kostenintensive Optimierung des Gießprozesses sowie des Trennmittelauftrags möglich. In diesem Zusammenhang stellt das Rührreibschweißen (engl. Friction Stir Welding, FSW) ein vielversprechendes Fügeverfahren dar, da eine schmelzflüssige Phase vermieden wird.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde FSW für das Fügen von Aluminium-Druckguss-Komponenten qualifiziert. Dabei stand die Umsetzung des Verfahrens auf Anlagen, wie Fräsbearbeitungszentren, die bei kmU meist ohnehin vorhanden sind, im Fokus. Durch diesen Ansatz soll die kostengünstige Integration des FSW in bereits bestehende Fertigungsketten ermöglicht werden.

Die Untersuchungen haben keinen Einfluss von wassermischbaren Trennstoffen auf die statischen und dynamischen Kennwerte von FSW-Nähten erkennen lassen. Daher ist eine Optimierung des Trennstoffmittels hinsichtlich der Anforderungen des Gießprozesses möglich, ohne dabei nachgelagerte Fügeoperationen berücksichtigen zu müssen. Abhängig von der Einschweißtiefe wurde eine Spaltüberbrückbarkeit von bis zu 70 % der Blechdicke erreicht. Ein Kantenversatz von 2 mm konnte durch laterale Anstellung des Werkzeugs sicher geschweißt werden. Mit Blick auf die Porosität von Gussbauteilen lassen sich mit FSW Volumenfehler bis zu einem Durchmesser von etwa 2,5 mm kompensieren. Ferner stellte sich für die Legierung EN AC-ALSi10MnMg heraus, dass eine T7-Wärmebehandlung vor statt nach dem Fügeprozess erfolgen sollte. Neben der Porenfreiheit und Dichtigkeit von FSW-Nähten konnte auch deren deutliche Überlegenheit hinsichtlich der mechanischen Nahteigenschaften gegenüber konventionellen Schmelzschweißverfahren nachgewiesen werden (**Bild 37**).

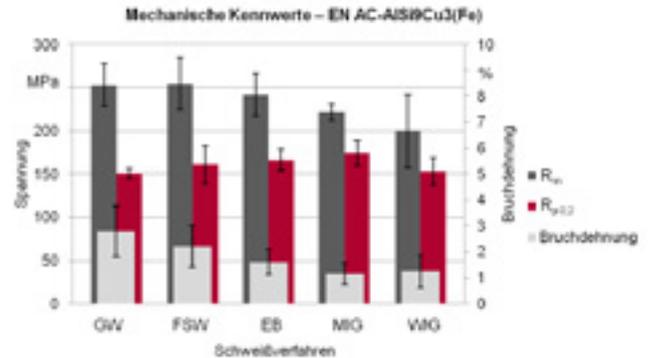


Bild 37: FSW-geschweißter Narkosemitteltank der Firma G. A. Röders GmbH & Co. KG (links); mechanische Kennwerte der verschiedenen Schweißverfahren (rechts)

## Stimmen aus der Anwendung

**Dipl.-Ing. Andreas Röders,  
G. A. Röders GmbH & Co. KG:**

„Das Reibschweißen ist ein vielversprechendes Verfahren mit vielen Vorzügen, dessen praktische Anwendung bei druckgegossenen Aluminiumteilen jedoch unsicher war. Im Forschungsvorhaben konnte nachgewiesen werden, dass das FSW auch für Druckgussteile ein robustes Verfahren ist, wenn man die geometrischen Einschränkungen berücksichtigt. Damit stehen dem Druckgussverfahren zahlreiche neue Anwendungen offen und wir nutzen die Möglichkeiten aktuell bei der Entwicklung neuer Bauteilgruppen.“

**Dipl.-Ing. A. Pithan, Director Materials Development,  
Martinrea Honsel Germany GmbH:**

„Zur Erzielung stoffschlüssiger Verbindungen erfolgt das Fügen von Aluminium-Druckgussteilen im Allgemeinen durch klassische Schmelzschweißverfahren. Diese setzen eine sehr gute Gefügegüte der Gussteile voraus, um eine Blisterbildung zu vermeiden. Hinzu kommt, dass diese Schweißverfahren zum Verzug oder zu einer erhöhten Eigenspannung führen können. Es ist deshalb von großem Interesse, den Einsatz von kalten Schweißverfahren, wie es das Reibschweißen darstellt, an Druckgussbauteilen zu erproben. Die Herstellung von Leichtmetall-Komponenten wird vor allem im Hinblick auf die Leichtbauweise von Fahrzeugen immer wichtiger. Dabei stellt die Fügetechnik von dünnwandigen Gussteilen eine besondere Herausforderung dar. Aufgrund der zukunftsweisenden Themenstellung sind die Forschungsergebnisse zum Reibschweißen von Druckgussbauteilen ein wichtiger Beitrag für eine Umsetzung in die Serie.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

05.044  
17.147 N **Untersuchungen zum klebstofffixierten Rührreißschweißen von überlappenden Aluminium-Blechen „Bond-WELD“**

Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen

Beginn: 01.07.2012 Laufzeitende: 30.06.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.147N>

05.047  
17.147 N **Optimierung von Schweißparametern beim Schwungradreißschweißen**

Prof. Dr.-Ing. Zäh, IWB Garching

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.394N>

05.048  
17.489 N **Untersuchungen zur Verringerung der Winkelstellung beim Lichtbogenbolzenschweißen mit Hubzündung**

Prof. Dr.-Ing. Cramer, GSImbH, SLV München

Beginn: 01.05.2012 Laufzeitende: 30.04.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.489N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

05.042  
16.278 N **Schockschweißverfahren – wirtschaftliches Fügen für industrielle Anwendungen**

Prof. Dr.-Ing. Stark, IWF TU Berlin

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uhlmann,

Beginn: 01.12.2009 Laufzeitende: 30.09.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.278N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

05.045  
00.040 E **Investigations on magnetic pulse crimping of tubular overlap joints with and without filler material**

Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen

Beginn: 01.07.2009 Laufzeitende: 31.03.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.140N>

## Fachausschuss 6 „Strahlverfahren“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Christoph Eßer-Ayertey**

T +49. (0)2 11. 15 91-178

F +49. (0)2 11. 15 91-200

christoph.esser@dvs-hg.de

**Vorsitzender Dr.-Ing. Ronald Holtz**

Class 4 Laser Professionals AG, Burgdorf/CH

**Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Johannes Weiser**

BBW Lasertechnik GmbH, Prutting

[www.dvs-forschung.de/FA06](http://www.dvs-forschung.de/FA06)

### Veranstaltungen

Gemeinsames Kolloquium mit den Arbeitsgruppen

V 9.1 „Elektronenstrahlschweißen“ und V 9.2 „Laserstrahlschweißen“

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V 9.1 „Elektronenstrahlschweißen“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V9.1](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V9.1)
- V 9.2 „Laserstrahlschweißen“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V9.2](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V9.2)

**IIW-Gremien (International Institute of Welding)** - [www.iiw-iis.org](http://www.iiw-iis.org)

- Commission IV „Schweißen mit hoher Energiedichte“

### Forschungsbilanz Beispiel – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

#### Anwendung der Mehrstrahltechnik zur Reduzierung der Eigenspannungen bei EB- und LB-geschweißten Bauteilen

(IGF-Nr. 16.139 N / DVS-Nr. 6.069)

Laufzeit: 1. Juli 2009 - 30. Juni 2011

Prof. Dr.-Ing. M. Rethmeier, Fachbereich 9.3 „Schweißtechnische Fertigungsverfahren“,

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Prof. Dr.-Ing. U. Reisgen, Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik (ISF), RWTH Aachen University

In Strahlschweißnähten liegen in Nahtlängsrichtung Zugspannungen im Bereich der lokalen Werkstoffstreckgrenze vor, welche die Schwingfestigkeit sowie Lebensdauer von Bauteilen reduzieren. Mit der Erwärmung des Materialbereiches neben der Schweißnaht durch einen defokussierten Elektronen- bzw. Laserstrahl konnte durch den Thermal-Tensioning-Effekt die erkaltete Schweißnaht durch die thermische Ausdehnung der benachbarten Werkstoffbereiche plastisch gedehnt werden (**Bild 38**). Bei der anschließenden thermischen Schrumpfung

der abkühlenden Materialbereiche wird die Schweißnaht in Nahtlängsrichtung entlastet, sodass nach dieser Wärmebehandlung in der Schweißnaht geringere Längsspannungen vorliegen als nach dem Schweißprozess.

Die Messergebnisse zeigten für alle betrachteten Werkstoffe deutliche Längsspannungsreduktionen in den Strahlschweißnähten. Mithilfe der Empfehlungen bezüglich der Wahl der Prozessparameter können die Längseigenspannungen in Strahl-

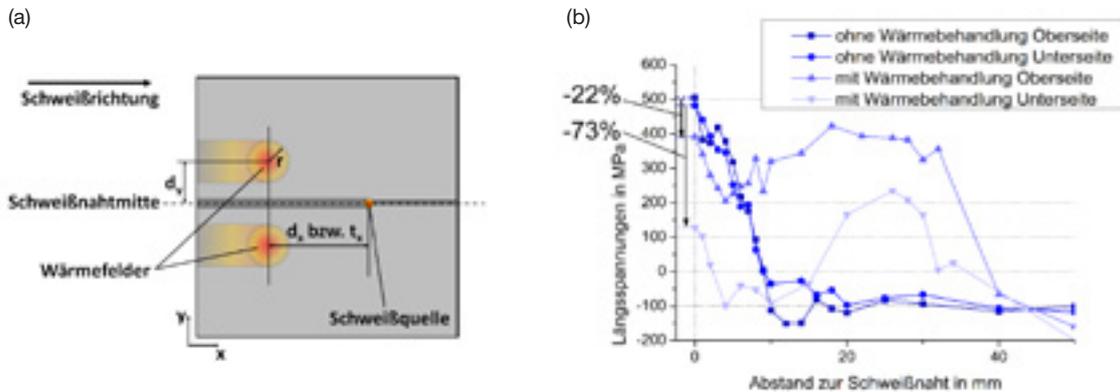


Bild 38: Verfahrensschema mit den geometrischen Prozessparametern  $r$ ,  $d_y$  und  $d_x$  bzw.  $t_x$  (Bild a) sowie experimentell gemessene Längsspannungsprofile an der Ober- und Unterseite eines geschweißten und eines geschweißten und thermisch nachbehandelten S355J2+N-Prüfkörpers (Bild b)

schweißnähten mit dem beschriebenen Verfahren in einem separaten Arbeitsschritt nach dem Schweißen mit der zum Schweißen genutzten Apparatur deutlich abgebaut werden, ohne zusätzliches Equipment wie Heiz- oder Kühlelemente etc.

zu erfordern. In den im Projekt nachgelagerten Untersuchungen mit einem Industriepartner wurden in einem laserstrahlgeschweißten Getriebebauteil mit diesem Verfahren die Nahtspannungen deutlich reduziert.

## Stimmen aus der Anwendung

### Dr. Klaus-Rainer Schulze, Schulze-Consulting, Neuberg:

„In diesem Projekt wurde mit großer Umsicht und Breite sowohl mittels numerischer Modellierung als auch mit Experimenten der - zwar nahe liegende aber bisher nicht quantitativ untersuchte - Gedanke verfolgt, durch einen zusätzlichen Wärmeinput die beim Strahlschweißen eingebrachten Eigenspannungen so zu beeinflussen, dass die Verbindung höhere Belastungen ertragen kann. Dieser Ansatz und das positive Ergebnis belegen die hohe Nützlichkeit der prinzipiellen Untersuchungen für die Praxis. Natürlich erfordert die Übertragung auf konkrete Bauteile jeweils eine spezielle Untersuchung, da

der konkrete Werkstoff und die Randbedingungen einen starken Einfluss haben werden.

Hervorzuheben ist die - zunächst überraschende - Erkenntnis aus dem Projekt, dass die Wärmebehandlung durchaus nicht in situ erfolgen muss, sondern ein optimaler Spannungsabbau bei einer abgekühlten Probe eintritt. Interessant ist auch die Tatsache, dass bei 5 mm Blechdicke und oberflächlicher nicht anschmelzender Erwärmung auch an der Blechunterseite eine deutliche Eigenspannungsreduzierung zu erreichen ist.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

06.079  
17.350 N **Reduzierung von Imperfektionen beim Elektronenstrahlschweißen mit Zusatzwerkstoff von Dickblechen aus Aluminiumlegierungen**

Prof. Dr.-Ing. Reising, ISF Aachen

Beginn: 01.01.2012 Laufzeitende: 31.12.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.350N>

06.080  
17.404 B **Laser-Mehrlagen-Engspaltschweißen zum verzugsarmen und heißbrissfreien Fügen von Aluminium-Legierungen im Dickblechbereich LASER-MESSAGE**

Prof. Dr. Beyer, IWS Dresden

Beginn: 01.02.2012 Laufzeitende: 31.01.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.404B>

- 06.081  
17.487 B **Prozessstrategie zur Stabilisierung des gepulsten Laserstrahlschweißens und zur Verbesserung der Nahtgüte beim Schweißen von Aluminiumwerkstoffen mittels Kombination eines Diodenlasers mit einem gepulsten Festkörperlaser**  
Dr.-Ing. Kracht, LZH Hannover  
Univ. Prof. Dr.-Ing. habil Bergmann, TU Ilmenau  
Beginn: 01.10.2012 Laufzeitende: 30.09.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.487B>
- 06.082  
17.558 N **Wärmearmes Schweißen von Aluminium mit hoher Spaltüberbrückbarkeit durch Strahlmodulation beim Schweißen mit hoch fokussierenden Festkörperlasern mit Zusatzwerkstoff**  
Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen  
Beginn: 01.11.2012 Laufzeitende: 31.10.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.558N>
- 06.084  
17.560 N **Verbesserung der Schweißnahtqualität beim Laserstrahlschweißen mit Festkörperlasern von Stählen für den Getriebebau durch den Einsatz von reduziertem Umgebungsdruck**  
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig  
Beginn: 01.11.2012 Laufzeitende: 31.10.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.560N>
- 06.083  
17.625 N **Zylindrische Polarisation für spritzerfreies Laserstrahlschweißen**  
Prof. Dr. rer. phil. Graf, IFSW Stuttgart  
Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.625N>
- 06.075  
17.148 N **Laserstrahlschweißen von Mischverbindungen aus ferritischen und austenitischen rostfreien Edelstählen für Anwendungen im Dünnschichtbereich**  
Prof. Dr.-Ing. Schmidt, BLZ Erlangen  
Beginn: 01.05.2011 Laufzeitende: 30.04.2013  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.148N>
- 06.076  
17.264 N **Erweiterung der Prozessgrenzen beim Laserstrahlschweißen von hochfesten Aluminiumlegierungen durch kontrollierte Temperaturbedingungen**  
Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Böhm, Uni Kassel  
Beginn: 01.09.2011 Laufzeitende: 31.08.2013  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.264N>
- 06.078  
17.265 N **Verbesserung der Nahtqualität von lasergeschweißten Verbindungen aus Aluminiumlegierungen mittels oszillierender Magnetfelder**  
Univ. Prof. Dr.-Ing. Rethmeier, BAM Berlin  
Beginn: 01.09.2011 Laufzeitende: 31.08.2013  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.265N>

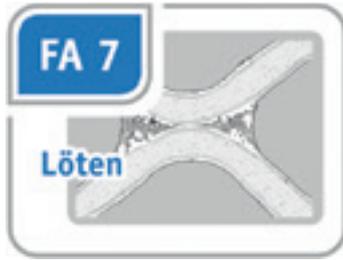
---

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

### Durchlaufende Forschungsvorhaben

- 06.068  
16.260 N **Erweiterung der Anwendungsgrenzen beim Fügen mittels pulsmodulierbarer Strahlquellen durch den synergetischen Einsatz eines zeitlich vorgelagerten Plasmalichtbogens**  
Univ. Prof. Dr.-Ing. habil Bergmann, TU Ilmenau  
Prof. Dr.-Ing. Stark, IWF TU Berlin  
Beginn: 01.11.2009 Laufzeitende: 30.04.2013  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.260N>
- 06.068  
16.260 N **Erweiterung der Anwendungsgrenzen beim Fügen mittels pulsmodulierbarer Strahlquellen durch den synergetischen Einsatz eines zeitlich vorgelagerten Plasmalichtbogens**  
Univ. Prof. Dr.-Ing. habil Bergmann, TU Ilmenau  
Prof. Dr.-Ing. Stark, IWF TU Berlin  
Beginn: 01.11.2009 Laufzeitende: 30.04.2013  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.260N>
- 06.901  
16.600 N **Prozesssicheres und leistungsstarkes Fügen von hochfesten Feinkornbaustählen durch ein Hybridschweißverfahren mit integrierter Vorwärmung (DOVOR)**  
Prof. Dr.-Ing. Schaumann, Uni Hannover  
Dr.-Ing. Kracht, LZH Hannover  
Beginn: 01.02.2011 Laufzeitende: 31.07.2013  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.600N>
- 06.070  
16.362 B **Verbesserung der Prozessstabilität beim Laserpunktschweißen von Kupfer und Cu-Mischverbindungen durch den Einsatz prozessinterner dynamischer Leistungsregelungen pulsmodulierbarer Laserstrahlquellen**  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg  
Beginn: 01.02.2010 Laufzeitende: 30.04.2012  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.362B>
- 06.071  
16.517 N **Einsatz der Mehrfokustechnik beim Laser- und Elektronenstrahlschweißen zur Beeinflussung der Schmelzbaddynamik am Beispiel ausscheidungshärtender Nickelbasis-Superlegierungen**  
Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen  
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig  
Beginn: 01.06.2010 Laufzeitende: 31.05.2012  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.517N>
- 06.072  
16.671 N **Laser-MSG Hybridschweißen unter Zuhilfenahme niederenergetischer Lichtbogenschweißverfahren**  
Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen  
Beginn: 01.08.2010 Laufzeitende: 31.07.2012  
Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.671N>

## Fachausschuss 7 „Löten“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Michael Weinreich**

T +49. (0)2 11. 15 91-279

F +49. (0)2 11. 15 91-200

michael.weinreich@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dipl.-Ing. Ingo Reinkensmeier

Siemens AG, Energy Sector, Berlin

### Stellvertretender Vorsitzender Frantz Wetzl

Robert Bosch GmbH, Schwieberdingen

[www.dvs-forschung.de/FA07](http://www.dvs-forschung.de/FA07)

## Veranstaltungen

Internationales Kolloquium „Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusionsschweißen“ (LÖT)

DVS / GMM-Tagung „EBL – Elektronische Baugruppen und Leiterplatten“

Fachtagung „Weichlöten - Forschung & Praxis für die Elektronikfertigung“

## Korrespondierende Gremien

### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG A 2 „Fügen in Elektronik und Feinwerktechnik“ - [www.dvs-aft.de/AfT/A/A2](http://www.dvs-aft.de/AfT/A/A2)
- AG A 2.5 „Mikrolöten in der Elektronik und Feinwerktechnik“ - [www.dvs-aft.de/AfT/A/A2.5](http://www.dvs-aft.de/AfT/A/A2.5)
- AG V 6.1 „Hart- und Hochtemperaturlöten“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V6.1](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V6.1)
- AG V 6.2 „Weichlöten“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V6.2](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V6.2)
- Fachgesellschaft „Löten“ im DVS - [www.dvs-loeten.de/loeten](http://www.dvs-loeten.de/loeten)

**IIW-Gremien (International Institute of Welding)** - [www.iiw-iis.org](http://www.iiw-iis.org)

- Commission XVII „Hartlöten, Weichlöten und Diffusionsschweißen“

## Forschungsbilanz Beispiel 1 – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

### Systematische Untersuchung der Eigenschaften gelöteter Fügeverbunde mit anwendungsrelevanten Prüfverfahren II

(IGF-Nr. 16.558 N / DVS-Nr. 07.062)

Laufzeit: 1. Mai 2010 bis 30. April 2012

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. W. Tillmann, Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, Dortmund

Prof. Dr.-Ing. K. Bobzin, Institut für Oberflächentechnik, Aachen

Allgemein existiert in der Löttechnik ein Mangel an verlässlichen und übertragbaren Werkstoffkennwerten, universellen Prüfmethoden und etablierten Simulations- und Modellierungstools. Ziel des Projektes war es, für ausgewählte Werkstoffkombinationen verlässliche Anwendungsdaten zu ermitteln und mit einer neuen Modellierungsmethodik die Möglichkeit zu schaffen, die mechanische Belastbarkeit von Lötverbindungen vorherzusagen zu

können. Zahlreiche Werkstoffkombinationen von unterschiedlichen Industriezweigen wurden gewählt eingehend analysiert. Der Einfluss auf das mechanische Verhalten und die Zusammenhänge zwischen der Lötgut-/nahtausprägung und scheinenden, thermischen, dynamischen sowie korrosiven Belastungen wurden untersucht. Die erreichten Ergebnisse ermöglichen ein besseres Verständnis der entscheidenden Faktoren, die in

der Auslegung solcher praxisrelevanten Lötungen berücksichtigt werden müssen. Ein FE-Modell wurde für die Simulation der Lötverbindungen mit verschiedenen Lötfehlern unter Zugbeanspruchungen entwickelt (Bild 39). Unterschiedliche Lötfehler gemäß DIN 18279 wurden in das entwickelte FE-Modell implementiert. Durch die simulative Berechnung wurden qualitative Aussagen über einen Beanspruchungszustand der Lötverbindungen geliefert. Um die Zuverlässigkeit des entwickelten FE-Modells zu überprüfen, wurden die simulierten Ergebnisse mit den experimentellen Untersuchungen anhand zweier Beispielfälle gegenübergestellt und eine sehr gute Übereinstimmung festgestellt. Die erzielten Erfolge zeigen, dass die erarbeiteten Daten, Modelle und Methoden den Konstrukteuren ermöglichen, Lötverbindungen auch unter komplexen Bedingungen simulieren zu können. Sie dienen dazu, bei der Auslegung von optimierten Fügestellengeometrien die Anzahl von Vorversuchen zu reduzieren und erlauben daher die Löttechnologie so in Bereichen einzusetzen, in denen bislang ausschließlich andere Fügeverfahren genutzt wurden.

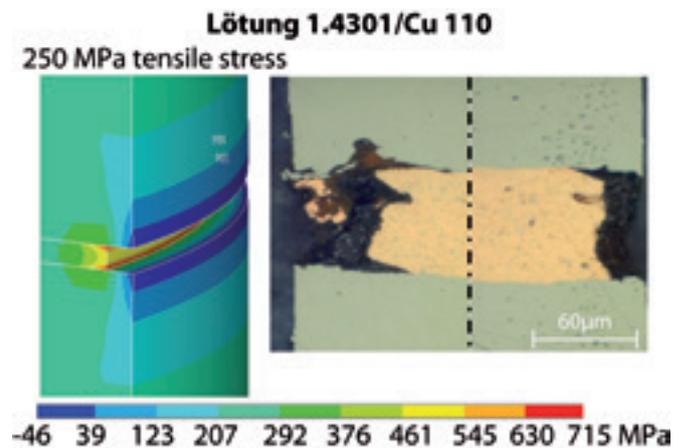


Bild 39: Simulation der durch einen Korrosionsschaden an einer Lötverbindung entstehenden zusätzlichen, lokalen Belastung bei mechanischer Beanspruchung

## Stimmen aus der Anwendung

### Dr.-Ing. Manfred Boretius, Geschäftsführer, Listemann AG, Eschen, Liechtenstein:

„Der Einsatz löttechnischer Fügeverfahren erfordert umfangreiches Wissen über die resultierenden Eigenschaften, vor allem hinsichtlich Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit. Insbesondere Dienstleister sind, aus Zeit- und Kostengründen, nicht in der Lage für alle in der Praxis auftretenden Anwendungsfälle individuell Kennwerte zu ermitteln. Vor diesem Hintergrund liefert das Projekt qualitativ hochwertige Erkenntnisse, die direkt in die Anwendung umgesetzt werden können. Für die Listemann AG sind insbesondere die Ergebnisse zu den Lötverbindungen aus dem Warmarbeitsstahl 1.2344 gewinnbringend. Diese Werkstoffe werden bei hochbeanspruchten Spritzgusswerkzeuge eingesetzt. Auf Basis der Projektergebnisse sind wir nun in der Lage, die Kundenberatung, insbesondere der Konstrukteure, zu verbessern und die Löttechnologie für weitere, noch anspruchsvollere Anwendungen anzuwenden. Zu nennen sind hier Heisskanalverteiler für die Kunststoffindustrie und Formeinsätze für den Aluminium-Druckguss.“

### Dr.-Ing. Harald Krappitz, Geschäftsführer, Innobraze GmbH, Esslingen:

„Mit den Ergebnissen des Forschungsvorhabens werden durch die experimentellen Arbeiten Daten zur Verfügung gestellt, die bei der Auslegung von Fügeverbindungen unmittelbar genutzt werden können. Andererseits wird durch den Vergleich mit den Ergebnissen der FEM-Rechnung belegt, dass die numerisch gewonnenen Festigkeitsdaten gute Übereinstimmung mit den experimentellen Ergebnissen zeigen. Die in der Industrie verbreitete Berechnung von Bauteilen mittels FEM kann somit auch für Lötverbindungen genutzt werden. Die Ergebnisse des durchgeführten Forschungsvorhabens fließen in unsere technische Dokumentation ein und werden unmittelbar für die technische Kundenberatung genutzt. Wir erwarten uns hiervon, ein höheres Vertrauen für diese Fügetechnik bei Konstrukteuren zu schaffen, und sehen in den Ergebnissen des Forschungsvorhabens einen wertvollen Beitrag, neue Anwendungen für die Löttechnik zu erschließen und somit auch unsere Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern. Erste Erfolge diesbezüglich konnten bereits erzielt werden.“

### Forschungsbilanz Beispiel 2 – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

#### Industrielle Nutzung des Reactive Air Brazings zum Fügen von leckdichten Keramik-Keramik- und Keramik-Metall-Verbunden

(IGF-Nr. 16.871 N / DVS-Nr. 07.064)

Laufzeit: 1. Januar 2011 bis 31. Dezember 2012

Prof. Dr.-Ing. K. Bobzin, Institut für Oberflächentechnik, Aachen

Um das Reactive Air Brazing (RAB) besser industriell zum Fügen von leckdichten Keramik-Keramik- bzw. Keramik-Metall-Verbunden nutzen zu können, wurde einerseits die Porosität mittels in-situ-Beobachtungen (**Bild 40**) erforscht und optimiert. Andererseits wurden verschiedene Werkstoffe sowie Prozesse auf ihre Eignung für das RAB hin untersucht sowie die Eigenschaften der RAB-Verbindungen charakterisiert.

Der Großteil der in den RAB-Lötnähten von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Verbunden auftretenden Porosität entsteht bei niedrigen Temperaturen durch den verdampfenden Binder. Beim Aufschmelzen und Erstarren verändert sich die Porosität kaum. Eine Reduktion des Binderanteils bzw. das Trocknen der Paste vor dem Lötprozess verhindert die Entstehung der Poren. Bei Loten mit höherem Cu-Anteil schließen sich die binderbedingten Poren zum Teil vollständig durch das flüssige Lot, wenn auf eine Haltezeit beim

Aufheizen verzichtet wird. Grund dafür ist der niedrige Benetzungswinkel in Kombination mit Binderresten auf dem Grundwerkstoff. Beim Stahl X1CrTiLa22 kommt es zudem bei Temperaturen um  $1.000\text{ }^\circ\text{C}$  zur Entstehung weiterer Poren durch die Reaktion des Cu-Mischoxids, das sich auf dem Stahl gebildet hat. Unter Berücksichtigung der gewonnenen Erkenntnisse konnten mit ausgewählten Loten leckdichte Verbindungen erstellt werden.

Das RAB eignet sich als Fügeverfahren für ein weites Feld an keramischen und metallischen Werkstoffen. RAB-Verbunde wurden auch mittels Induktion hergestellt. Die Festigkeiten bzw. das Verhalten bei der Alterung hängt stark von den verwendeten Lot- und Grundwerkstoffen ab. Die hierzu bereitgestellten Daten können ein wichtiges Hilfsmittel für den qualifizierten Einsatz des RAB in der Industrie bilden.

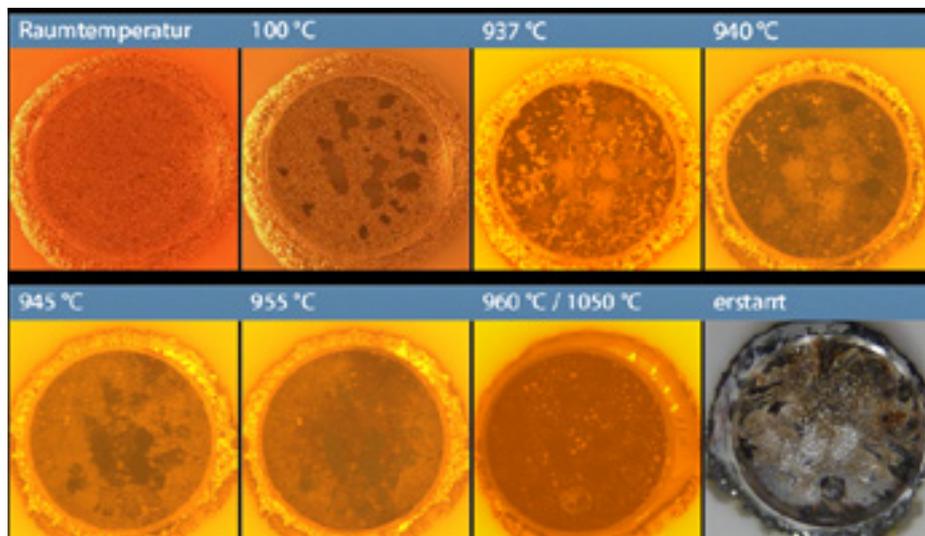


Bild 40: In-situ-Beobachtung der Porositätsentwicklung; Saphir- $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Verbund gelötet mit Ag8Cu-Lotpaste; Löttemperatur:  $1050\text{ }^\circ\text{C}$ ; Lötzeit: 20 Minuten, Heizrate:  $10\text{ K/min}$ , keine Haltezeit

### Stimmen aus der Anwendung

#### Dr.-Ing. Harald Krappitz, Geschäftsführung, Innobraze GmbH, Esslingen:

„Die Ergebnisse der durchgeführten Arbeiten im Rahmen des oben genannten IGF-Projektes haben wesentlich dazu beigetragen, ein tieferes Verständnis des RAB-Prozesses zu erlangen und haben uns ermöglicht, gezielt Maßnahmen gegen Be-

netzungsfehler und Porositäten in den Lötverbindungen zu ergreifen. Wir sind somit in der Lage, einen Beitrag zur Lösung dieser anspruchsvollen fúgetechnischen Aufgabe zu leisten und damit die Elektromobilität zu fördern. Mit unserem Knowhow-Vorsprung sind wir ein gefragter Entwicklungspartner der Automobil-Zulieferindustrie geworden.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

07.068  
16.941 N **Ermittlung von Versagenskriterien mechanisch-korrosiv belasteter, hartgelöteter Edelstahlblechverbindungen unter Berücksichtigung der Nickelotmetallurgie und der Fertigungsbedingungen**

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.07.2012 Laufzeitende: 30.06.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.941N>

07.069  
17.622 B **Entwicklung von Co-Basis-Loten zum Hochtemperaturlöten hochfester, thermisch stark belasteter Bauteile aus Co-Basislegierungen**

Prof. Dr.-Ing. habil. Wielage, WSK Chemnitz

Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 31.05.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.622B>

---

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

07.901  
00.376 Z **Lotdrähte für das Laserstrahl- und Lichtbogenlöten von Aluminium - SprühLöWe**

Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen

Prof. Dr.-Ing. Zoch, IWT

Beginn: 01.01.2011 Laufzeitende: 30.06.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.376Z>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

09.051  
16.195 N **Berechnungsmethoden und Auslegungskriterien für die betriebsfeste Bemessung von gelöteten Verbindungen aus Stahlwerkstoffen sowie Mischverbindungen unter Berücksichtigung neuartiger Prozessstrategien**

Prof. Dr.-Ing. Esderts, IMAB Clausthal

Prof. Dr.-Ing. Stark, IWF TU Berlin

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.09.2009 Laufzeitende: 31.12.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.195N>

07.062  
16.558 N **Systematische Untersuchung der Eigenschaften gelöteter Fügeverbunde mit anwendungsrelevanten Prüfverfahren II**

Prof. Dr.-Ing.Dipl.-Wirt.Ing. Tillmann, LWT Dortmund

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen

Beginn: 01.05.2010 Laufzeitende: 30.04.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.558N>

07.064  
16.871 N **Industrielle Nutzung des Reactive Air Brazings zum Fügen von leckdichten Keramik-Keramik- und Keramik-Metall-Verbunden**

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen

Beginn: 01.01.2011 Laufzeitende: 31.12.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.871N>

## Fachausschuss 8 „Klebtechnik“



[www.dvs-forschung.de/FA08](http://www.dvs-forschung.de/FA08)  
[www.klebtechnik.org](http://www.klebtechnik.org)



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Marcus Kubanek**

T +49. (0)2 11. 15 91-120

F +49. (0)2 11. 15 91-200

[marcus.kubanek@dvs-hg.de](mailto:marcus.kubanek@dvs-hg.de)

### FA 8 „Klebtechnik“

**Vorsitzender N. N.**

**Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Horst Stepanski**

Stepanski Engineering, Leverkusen

### Gemeinschaftsausschuss „Klebtechnik“ (GA-K)

**Vorsitzender Dr.-Ing. Wilko Flügge**

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Salzgitter

## Veranstaltungen

Jährliches Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“

## Korrespondierende Gremien

### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG V 8 „Klebtechnik“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V8](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V8)
- AG V 8.1 „Dosier- und Mischtechnologie für die Klebtechnik“ - [www.dvs-aft.de/AfT/V/V8.1](http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V8.1)
- AG Q 1.3 „Berechnung und Simulation in der Klebtechnik“ - [www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q1.3](http://www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q1.3)

### In der Forschungsvereinigung des DVS

- FA 11 „Kunststofffügen“ - [www.dvs-forschung.de/FA11](http://www.dvs-forschung.de/FA11)

## Tragende AiF-Mitgliedsvereinigungen

- **Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA)**  
Arbeitskreise „Fertigung und Konstruktion“ und „Adhäsion und Klebstoffchemie“ der DECHEMA
- **Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA)**  
Expertenausschuss „Kleben von Stahl“ der FOSTA
- **Internationaler Verein für technische Holzfragen e. V. (IVTH)**  
Mitglieder des IVTH aus Forschung und Industrie
- **Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS**  
Fachausschuss 8 „Klebtechnik“ der Forschungsvereinigung des DVS



## Forschungsbilanz Beispiel 1 – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

### Neue wirtschaftliche Messmethoden zum geregelten Klebstoffauftrag hochviskoser Klebstoffe (ThermoFlowSens)

(IGF-Nr.: 16.384 N / DVS-Nr.: 08.067)

Laufzeit: 1. März 2010 – 29. Februar 2012

Prof. Dr.-Ing. K. Dilger, Institut für Füge- und Schweißtechnik, TU Braunschweig

Um die vielfältigen Nachteile von volumetrischen Durchflussmesszellen zu vermeiden, wurde im Rahmen des Projektes ein Sensor-System entwickelt, das auf Basis der Konvektionsanemometrie im Konstant-Temperatur-Verfahren arbeitet. Die Sensorflächen konnten so klein gewählt werden, dass die gesamte Sensorik in der Düse einer Applikationsanlage montiert werden konnte und dort die Massenströme auch hochviskoser Klebstoffe aufnimmt (**Bild 41**). Überdies wurde gezeigt, dass sich die Sensorik zur Fehlerdetektion einsetzen lässt, um beispielsweise ausgelassene Raupen (Nicht-Dosierung), oder Luftblasen im Klebstoff zu erkennen. Das Sensorsystem zeigt sich dabei stabil gegen die Veränderung der Klebstofftemperatur. Die eingebrachte Wärmemenge in den Klebstoff ist hinreichend gering um eine Veränderung oder Schädigung des Klebstoffs

auszuschließen. Das entwickelte System nimmt Massenströme mit einer hohen zeitlichen Auflösung auf, so dass Snakeheads („Startkleckse“), die beim Öffnen von unter Druck stehenden Leitungen auftreten, detektiert und vermessen werden konnten. Der Druckverlust des Sensorsystems liegt bis zu zwei Zehnerpotenzen unter den bislang eingesetzten Zahnradmesszellen. Die Messfehler zur Vergleichsmessung lagen im Bereich von 0,3% im Vergleich der Absolutdosierung über einen Messzeitraum von 15 Minuten.

Die im Projekt erarbeiteten Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz thermischer Sensorik zur Massenstrommessung in hochviskosen Klebstoffen möglich ist und überdies einige Vorteile gegenüber dem Stand der Technik bietet (**Bild 42**).

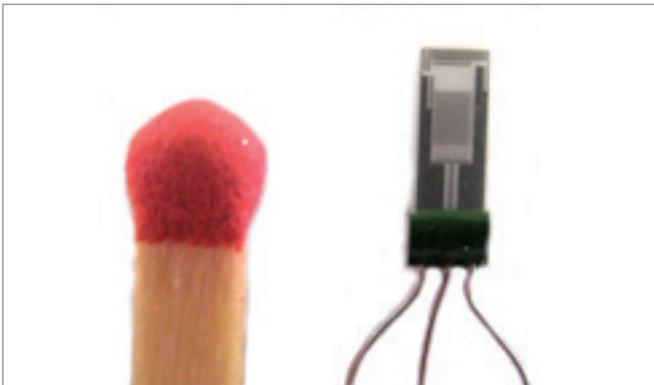


Bild 41: Der verwendete Sensor, Größenvergleich.

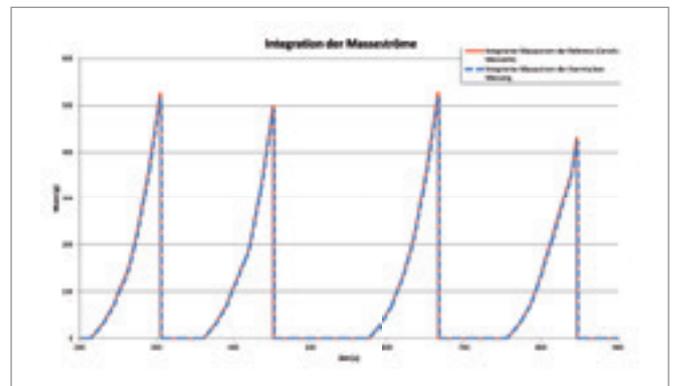


Bild 42: Messung mit dem Sensor und Vergleich mit der Referenz – integrierte Messwerte über der Zeit.

## Stimmen aus der Anwendung

### Klaus Ehrle, Leiter Technik (Dosiertechnik), Hilger und Kern, Mannheim:

„Eine alternative Durchflussmesstechnik hinsichtlich der Reduzierung von Druckverlusten ist für uns als Dosieranlagenhersteller eine wichtige und wünschenswerte Verbesserung.“

### Uwe Hartmann, Geschäftsführer Impellis Oberflächentechnik, Horn-Bad Meinberg:

„Kleb- und Dichtstoffe werden meist am Ende einer Fertigungskette an einbaufertigen Bauteilen appliziert. Jede Maßnahme, um hier Ausschuss und Nacharbeit zu vermeiden, hilft und ist von größtem wirtschaftlichem Interesse, insbesondere wenn

sie automatisiert auswertbar und einfach in die Anlagentechnik integrierbar ist. Jede zusätzliche zuverlässige und möglichst auf dynamische Effekte reagierende Messung der Klebstoffmenge direkt an der Austragsdüse sorgt für Sicherheit. Da in vielen Fällen ein Nachwiegen der Klebstoffmenge insbesondere bei Steppnähten nicht möglich ist, ergeben sich hier neue Möglichkeiten der Qualitätssicherung: die bisher eingesetzten aufwendige optische Systeme können ersetzt werden. In einigen Fällen kann dann auf eine gezielte Überdosierung von Materialien, die heute aus Sicherheitsgründen eingesetzt wird, verzichtet werden.“

**Andreas Hufschmid, Manager Corporate System Engineering, Sika Service AG:**

„Am meisten Sinn macht eine Durchflussmessung kurz bevor das Medium die Dosiertechnik / Düse verlässt, insbesondere bei sich ändernden Fließgeschwindigkeiten. Die kompakte

und trotzdem nahezu druckabfalllose Geometrie des ThermoFlowSens ist dazu prädestiniert und einzigartig - ich rechne daher bei deren Umsetzung mit einem durchschlagenden wirtschaftlichen Erfolg.“

**Forschungsbilanz Beispiel 2 – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:**

**Einfluss der Dosier- und Mischtechnik auf das Eigenschaftsprofil von 2K Klebstoffen („DoMinik 2K“)**

(IGF- Nr. 16559 N / DVS-Nr. 08.068)

Laufzeit: 1. Mai 2010 – 30. April 2012)

Prof. Dr.-Ing. G. Meschut, Prof. Dr.-Ing. O. Hahn, Laboratorium für Werkstoff- und Füge-technik, Universität Paderborn

Innerhalb des Forschungsprojektes wurden erstmals die Einflüsse der automatisierten Klebstoffverarbeitung auf das Eigenschaftsprofil zweikomponentiger Klebstoffsysteme untersucht. Es wurde der Einfluss der Abweichung des Ist-Mischungsverhältnisses vom Soll-Mischungsverhältnis auf die Klebstoffeigenschaften festgestellt. Da die Herstellung sowie die Prüfung von Flachsulterproben verhältnismäßig einfach zu realisieren ist, wird diese Methode zur Überprüfung des Mischungsverhältnisses einer bestimmten Klebstoffverarbeitungsanlage in der industriellen Praxis empfohlen. Die durchgeführten Untersuchungen zeigten weiter eine gute Übereinstimmung mit angefertigten CFD-Simulationen. Durch den Einsatz einer CFD-Simulation können somit kostspielige experimentelle Un-

tersuchungen zur Auslegung des Mischsystems reduziert werden (**Bild 43**). Die Betrachtung des Anlagenregelungsverhaltens beim Variieren der Ausflussrate während des Dosiervorganges mittels der Periodendauermessung zeigt ein verzögertes Einstellen der Härterausflussrate im Vergleich zur Harzausflussrate. Die erzielten Forschungsergebnisse und Handlungsempfehlungen versetzen den Anwender in die Lage, die Anlagenparameter systematisch zu optimieren. Dieses reduziert eigene, aufwendige und teure Parameterstudien auf der Anwenderseite. Die Untersuchungsergebnisse geben dem Anwender zudem eine Entscheidungshilfe bei der Auswahl von Klebstoffverarbeitungstechniken.



Bild 43: Verteilung der Klebstoffkomponenten im Statikmischer, CFD-Simulation [Sulzer]

**Stimmen aus der Anwendung**

**Dipl.-Ing. Michael Minkow, Projektmanager INPRO Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH:**

„INPRO betreibt im Rahmen seiner Entwicklungsaktivitäten eine Klebstoffapplikationsanlage mit dynamischem 2k-Mischer. Die im Rahmen des Forschungsvorhabens „DoMinik 2K“ erzielten Ergebnisse haben dazu beigetragen, die Anlagenparameter zu optimieren. Dies führte zu einem geringeren Klebstoffaufschuss und somit zu einer Kostenersparnis.“

**Dr. Steffen Kelch, Principal Scientist Adhesives, Sika Technology AG, Corporate Research:**

„Im Projekt DoMinik 2K wurde unter Einbeziehung von Anlagenherstellern, zukünftigen und bereits tätigen Klebstoffanwendern aus kmUs und der Automobilindustrie untersucht, inwieweit die in der Praxis oft anzutreffenden, widersprüchlichen Anforderungen von einerseits schnellen Taktzeiten, technisch anspruchsvollen Mischverhältnissen, kleinen Schussgewichten (kurzen Raupen, sehr dünnen Klebefugen), Variation des Mischungsverhältnisses durch den Anwender und andererseits hohen Anforderungen an Reproduzierbarkeit, Mischgüte,

Stand- und (Früh-)Festigkeit mit realen Klebstoffen bei geeigneter Anlagenkonfiguration realistisch herstellbar sind.

Die Resultate des vorliegenden IGF-Projektes erlauben es, den am Projekt beteiligten Klebstoffherstellern wie Sika Automotive, auf Marktanforderungen noch besser zu reagieren und die Performance der Reaktionsklebstoffe unter realen Bedingungen noch besser abzuschätzen. Die Erfahrungen aus dem Projekt können so unmittelbar in unsere Entwicklungsarbeit mit einfließen, helfen uns, verbesserte Klebstoffe anzubieten, und stärken damit letztlich unsere Wettbewerbsfähigkeit und die Wettbewerbsfähigkeit der Produkte der an der Klebstoffverarbeitung beteiligten Unternehmen.“

**Dipl.-Ing. Joachim Schöck, Mixing and CFD Specialist, Strategic Innovation, Sulzer Mixpac AG:**

„Von besonderer Bedeutung für die Sulzer Mixpac AG ist, dass in der Projektzusammenarbeit mit dem LWF der Universität Paderborn die mittels CFD und Laborversuchen ermittelte Mischschneffizienz unserer statischen Mischer in praxisnahen und industrierelevanten Versuchen bestätigt werden konnte. Insbesondere konnte gezeigt werden, dass im Vergleich mit einer Handmischung bei der Verwendung von statischen Mixern eine höhere Mischqualität mit sehr guter Reproduzierbarkeit der Klebstoffeigenschaften erreicht werden kann.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

GK.007  
00.422 Z **Experimentelle Kennwertermittlung und Simulation von strukturellen Klebverbindungen mit elastoplastischen und bruchmechanischen Kohäsivelementen**

Prof. Dr.-Ing. Matzenmiller, IFM  
Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen  
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn

Beginn: 01.04.2012 Laufzeitende: 30.09.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.422Z>

GK.009  
00.428 Z **Auslegung von geklebten Stahlblechkonstruktionen im Automobilbau für schwingende Last bei wechselnden Temperaturen unter Berücksichtigung des Versagensverhaltens**

Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen  
Prof. Dr.-Ing. Hanselka, LBF Darmstadt  
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn

Beginn: 01.05.2012 Laufzeitende: 31.10.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.428Z>

GK.008  
00.444 Z **Experimentelle und numerische Untersuchungen des Crashverhaltens hybrid gefügter Verbindungen**

Prof. Dr.-Ing. Matzenmiller, IFM  
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn

Beginn: 01.10.2012 Laufzeitende: 31.05.2015

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.444Z>

08.082  
17.193 N **Einsatz der Klebtechnik zur Fertigung von Sägebändern zur ressourceneffizienten Spanung mineralischer Werkstoffe**

Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Böhm, Uni Kassel

Beginn: 01.10.2012 Laufzeitende: 30.09.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.193N>

08.075  
17.300 N **Abscheidung funktioneller Haftvermittlerschichten mittels Atmosphärendruckplasma als Primerersatz für Haftklebungen - HaftPlus -**

Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.300N>

08.083  
17.626 N **Prozesssicheres Kleben von strukturellen Aluminium-Druckguss-Komponenten**

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.626N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

GK.006  
00.369 Z **Methodenentwicklung zur Simulation und Bewertung fertigungs- und betriebsbedingter Klebschichtschädigungen infolge Temperaturwechselbeanspruchung**

Prof. Dr.-Ing. Lion, LRT München  
Prof. Dr.-Ing. Matzenmiller, IFM  
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn

Beginn: 01.01.2011 Laufzeitende: 30.06.2013

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.369Z>

08.072  
16.956 B **Applikation und Einsatz von faserverstärkten Klebstoffen im Bauwesen - FibrAdh -**

Prof. Dr.-Ing. habil. Werner, IKI Weimar  
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.02.2011 Laufzeitende: 30.06.2013

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.956B>

|  |   |                    |   |
|--|---|--------------------|---|
| GK.005<br>17.266 B                             | <b>Komplementäres Konzept zur blasenfreien Nahtabdichtung von Falzklebungen</b>   | 08.053<br>16.317 N | <b>Qualitätssicheres Vorbehandeln und Kleben durch den Einsatz optischer Emissionsspektroskopie - SAFE-BOND</b>   |
|  | Prof. Dr.-Ing. habil. Neugebauer, IWU Chemnitz<br>Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen<br><br>Beginn: 01.09.2011 Laufzeitende: 31.08.2013<br><br>Weitere Informationen siehe:<br><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.266B">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.266B</a>  |                    | Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen<br><br>Beginn: 01.03.2010 Laufzeitende: 30.04.2012<br><br>Weitere Informationen siehe:<br><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.317N">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.317N</a>  |
| 08.077<br>17.275 N                             | <b>Klebstoffe als dauerhaftes Verbundmittel bei Stahlverbundträgern</b>   | 08.067<br>16.384 N | <b>Neue wirtschaftliche Messmethoden zum geregelten Klebstoffauftrag hochviskoser Klebstoffe (ThermoFlowSens)</b>   |
|  | Prof. Dr.-Ing. Geiß, AWOK Kaiserslautern<br>Prof. Dr.-Ing. Kurz, STB<br><br>Beginn: 01.10.2011 Laufzeitende: 31.03.2014<br><br>Weitere Informationen siehe:<br><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.275N">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.275N</a>  |                    | Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig<br><br>Beginn: 01.03.2010 Laufzeitende: 29.02.2012<br><br>Weitere Informationen siehe:<br><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.384N">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.384N</a> |
| <hr/> <b>Abgeschlossene Forschungsvorhaben</b> |   |                    |   |
| 08.070<br>00.034 E                             | <b>Increase of the safety of cars for the Protection of pedestrians by Crash Resistant Adhesive Bonding on LACquered Surfaces (CRAB LACS)</b>   | 08.068<br>16.559 N | <b>Einfluss der Dosier- und Mischtechnik auf das Eigenschaftsprofil von 2K Klebstoffen: DoMinik 2K</b>  |
|  | Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig<br>Dr.-Ing. Kracht, LZH Hannover<br><br>Beginn: 01.06.2010 Laufzeitende: 31.08.2012<br><br>Weitere Informationen siehe:<br><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.034E">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.034E</a>  |                    | Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn<br><br>Beginn: 01.05.2010 Laufzeitende: 30.04.2012<br><br>Weitere Informationen siehe:<br><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.559N">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.559N</a>   |
| GK.003<br>00.338 Z                             | <b>Robustheit und Zuverlässigkeit der Berechnungsmethoden von Klebverbindungen mit hochfesten Stahlblechen unter Crashbedingungen</b>   | 08.069<br>16.560 N | <b>Untersuchungen zum Einfluss einer Elektronenstrahlvorbehandlung von Titanoberflächen zur Verbesserung der Alterungsbeständigkeit von Klebungen (unter erhöhter Temperatur- und Feuchtebelastung) - OBTITAN</b>         |
|  | Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen<br>Prof. Dr.-Ing. Matzenmiller, IFM<br>Prof. Dr.-Ing. habil. M.Sc. Mahnken, LTM<br>Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle<br><br>Beginn: 01.12.2009 Laufzeitende: 31.05.2012<br><br>Weitere Informationen siehe:<br><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.338Z">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.338Z</a> |                    | Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig<br><br>Beginn: 01.05.2010 Laufzeitende: 31.10.2012<br><br>Weitere Informationen siehe:<br><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.560N">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.560N</a> |
| GK.003<br>00.338 Z                             | <b>Robustheit und Zuverlässigkeit der Berechnungsmethoden von Klebverbindungen mit hochfesten Stahlblechen unter Crashbedingungen</b>   | 08.071<br>16.778 N | <b>Eigenschaftsprofil Klebebolzen</b>   |
|  | Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen<br>Prof. Dr.-Ing. Matzenmiller, IFM<br>Prof. Dr.-Ing. habil. M.Sc. Mahnken, LTM<br>Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle<br><br>Beginn: 01.12.2009 Laufzeitende: 31.05.2012<br><br>Weitere Informationen siehe:<br><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.338Z">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.338Z</a> |                    | Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn<br><br>Beginn: 01.11.2010 Laufzeitende: 31.10.2012<br><br>Weitere Informationen siehe:<br><a href="http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.778N">http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.778N</a>   |

## Fachausschuss 9 „Konstruktion & Berechnung“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Marcus Kubanek**

T +49. (0)2 11. 15 91-120

F +49. (0)2 11. 15 91-200

marcus.kubanek@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Manfred Kaßner

Alstom LHB GmbH, Salzgitter

### Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Genbao Zhang

Volkswagen AG, Wolfsburg

[www.dvs-forschung.de/FA09](http://www.dvs-forschung.de/FA09)

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG Q 1 „Konstruktion und Berechnung“ - [www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q1](http://www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q1)

#### In der Forschungsvereinigung des DVS

- Fachausschuss I2 „Anwendungsnahe Schweißsimulation“ - [www.dvs-forschung.de/FAI2](http://www.dvs-forschung.de/FAI2)

#### IIW-Gremien (International Institute of Welding) - [www.iiw-iis.org](http://www.iiw-iis.org)

- Commission X „Strukturverhalten von Schweißverbindungen – Versagensvermeidung“
- Commission XIII „Schwingfestigkeitsverhalten geschweißter Bauteile“
- Commission XV „Grundlagen der Konstruktion, Berechnung und Fertigung von Schweißkonstruktionen“

### Forschungsbilanz Beispiel – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

#### Berechnungsmethoden und Auslegungskriterien für die betriebsfeste Bemessung von gelöteten Verbindungen aus Stahlwerkstoffen und Mischverbindungen Stahl/Aluminium unter Berücksichtigung neuartiger Prozessstrategien

(IGF-Nr. 16.195 N / DVS-Nr. 09.051)

Laufzeit: 01. Oktober 2009 - 31. Dezember 2012

Prof. Dr.-Ing. R. Stark, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb,

Fachgebiet Füge- und Beschichtungstechnik, TU Berlin

Prof. Dr.-Ing. K. Dilger, Institut für Füge- und Schweißtechnik, TU Braunschweig

Prof. Dr.-Ing. A. Esderts, Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit, TU Clausthal

Im Rahmen des Projektes wird ein ganzheitlicher Ansatz zur betriebsfesten Auslegung von gelöteten, verzinkten Dünneblechstrukturen gefasst. Dieser Ansatz umfasst sowohl die Prozesssteuerung der Fertigung, als auch die späteren Berechnungsgrundlagen für diese.

Für das Löten der Stahl/Stahl- und Aluminium/Stahl-Verbindungen mit den ausgewählten ZnAl-Zusatzwerkstoffen erweist sich das Kurzlichtbogenlöten mittels CMT-Stromquelle als zielführend. Durch die reduzierte Wärmeeinbringung wird die Be-

schädigung der Zinkschicht in der Nähe der Lötnaht vermieden, so dass eine kontinuierliche Schutzwirkung über die Naht und die Wärmeeinflusszone gewährleistet werden kann. Dieses hat zu guten Verbindungsfestigkeiten geführt (**Bild 44**). Die notwendige Prozessstabilität und die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse werden bei unterschiedlichen, in der Industrie gebräuchlichen Verzinkungen und Oberflächenmodifikationen verwendet, so dass kmUs diese direkt in ihre Fertigung übertragen können.

Im Institut für Maschinelle Anlagentechnik Betriebsfestigkeit (IMAB) wurden einstufige Schwingfestigkeitsuntersuchungen an unterschiedlichen Werkstoff- und Lotkombinationen, sowie Finite Elemente Berechnungen (FE-Rechnungen) zur späteren Auslegung der Bauteile durchgeführt. Diese Daten werden den

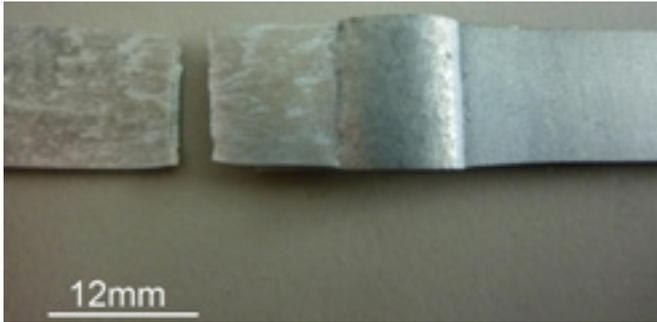


Bild 44

Damit die Übertragung der Ergebnisse von bauteilähnlichen Proben auf reale Bauteile erfolgen kann, werden den Industriepartnern Modellierungsvorschriften für die untersuchten Lötverbindungen an die Hand gegeben. Insbesondere die in der

Industriepartnern zur Verfügung gestellt. Ziel ist die Erstellung eines Parametersatzes, mit dem die Industriepartner eine Lebensdauerberechnung unter Berücksichtigung der eingestellten Fertigungsparameter durchführen können. In Bild 45 ist ein Beispiel für eine solche Wöhlerlinie dargestellt.

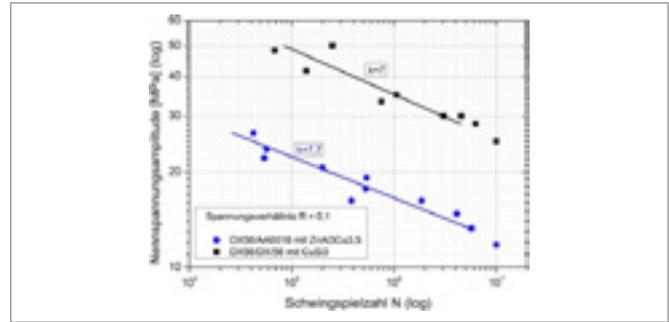


Bild 45

Fertigung auftretenden Nahtunregelmäßigkeiten werden durch Berücksichtigung der Nahtanfänge und Nahtenden abgedeckt. In Bild 46 ist ein Beispiel für eine ausgeführte Modellierung dargestellt.

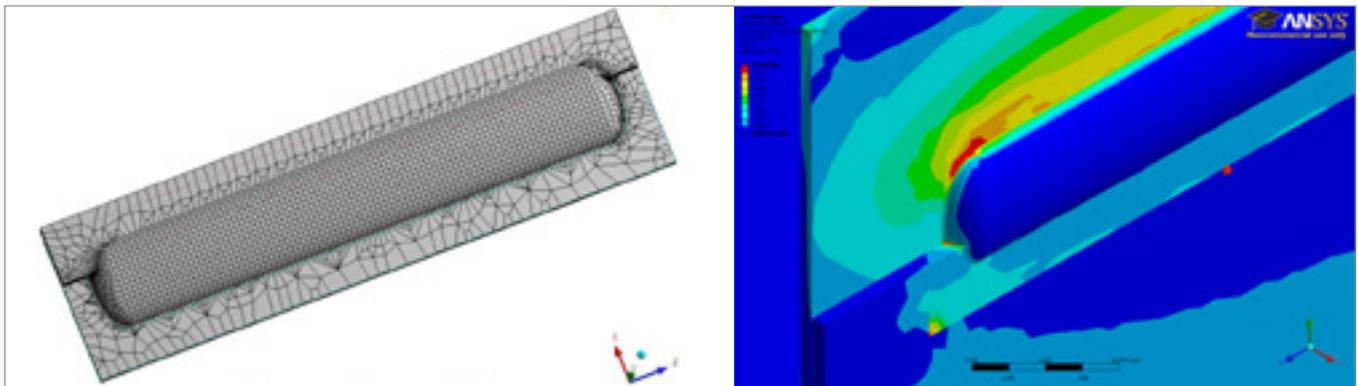


Bild 46

Mit Hilfe der beschriebenen Aspekte ergibt sich für Industriepartner ein deutlicher Wettbewerbsvorteil. Durch die Möglichkeit, bereits in der Entwicklungsphase mit den erarbeiteten Ergebnissen einen auf das Bauteil angepassten Fügeprozess zu

wählen und eine Abschätzung der Lebensdauer vornehmen zu können, werden die Entwicklungsschleifen in der Konstruktion deutlich verkürzt.

## Stimmen aus der Anwendung

### Marc Huebner, Leiter Prozesstechnik der Firma EWM HIGHTEC WELDING GmbH:

„Dieses Forschungsprojekt zeigt deutlich auf, das es gelungen ist, mittels energiereduzierter Lichtbogen-Verfahren einen Zusatzwerkstoff auf Zinkbasis zu verarbeiten. Die ermittelten

Wöhlerlinien geben den Anwendern erstmals belastbare Kennwerte zur Auslegung Ihrer Fügegeometrien an die Hand. Für uns als Gerätehersteller bedeutet dieses Ergebnis, den eingeschlagenen Weg der modifizierten Kurzlichtbogenprozesse mit Priorität weiter zu entwickeln.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

09.059  
17.457 N **Ermüdungsnachweis für Schweißverbindungen unterschiedlicher Nahtqualitäten einschließlich thermozyklische, elastisch-plastische Beanspruchungen**

Prof. Dr.-Ing. Oechsner, IFW Darmstadt  
Prof. Dr.-Ing. Vormwald,

Beginn: 01.04.2012 Laufzeitende: 31.03.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.457N>

09.058  
17.520 N **Mikrostrukturbasierte Beschreibung der Entstehung von Rissen an Defekten in Schweißverbindungen**

Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle

Beginn: 01.05.2012 Laufzeitende: 30.04.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.520N>

09.903  
17.571 N **Betriebsfestigkeit stanzgenieteter Bauteile**

Prof. Dr.-Ing. Esderts, IMAB Clausthal  
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn

Beginn: 01.11.2012 Laufzeitende: 30.04.2015

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.571N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

09.901  
16.598 N **Bauen im Bestand - Potenziale und Chancen der Stahlleichtbauweise**

Prof. Dipl.-Ing. Standke, TU Dortmund  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gralla, TU Dortmund  
Prof. Dr.-Ing. Ungermann, TU Dortmund

Beginn: 01.05.2010 Laufzeitende: 30.04.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.598N>

09.053  
16.602 N **Einflussgrößen auf die Lage des Abknickpunktes der Wöhlerlinie für den Schwingfestigkeitsnachweis von Schweißverbindungen**

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig  
Prof. Dr.-Ing. Hanselka, LBF Darmstadt

Beginn: 01.06.2010 Laufzeitende: 31.05.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.602N>

09.052  
16.719 N **Einfluss der Schweißnahtqualität auf die Schwingfestigkeit bei Aluminiumlegierungen**

Prof. Dr.-Ing. Hanselka, LBF Darmstadt  
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.11.2010 Laufzeitende: 30.04.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.719N>

09.054  
16.870 N **Qualifizierung mechanischer Randschichtverfestigungsverfahren zur Schwingfestigkeitsverbesserung geschweißter Aluminiumbauteile**

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.08.2011 Laufzeitende: 31.01.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.870N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

09.900  
16.431 N **Erweiterung des Kerbspannungskonzeptes auf Nahtübergänge von Linienschweißnähten an dünnen Blechen**

Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig  
Prof. Dr.-Ing. Hanselka, LBF Darmstadt

Beginn: 01.12.2009 Laufzeitende: 31.05.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.431N>

09.902  
16.599 N **Methodenentwicklung und Leitfadenerstellung für die Bewertung der Nachhaltigkeit stählerner Konstruktionen für erneuerbare Energien**

Prof. Dr.-Ing. Wagner, Ruhr-Universität Bochum  
Prof. Dr.-Ing. Schaumann, Uni Hannover  
Prof. Dr.-Ing. habil. Stranghöner, Universität Duisburg-Essen

Beginn: 01.05.2010 Laufzeitende: 31.10.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.599N>

## Fachausschuss 10 „Mikroverbindungstechnik“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Michael Weinreich**

T +49. (0)2 11. 15 91-279

F +49. (0)2 11. 15 91-200

michael.weinreich@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Godehard Schmitz

Robert Bosch GmbH, Stuttgart

### Stellvertretender Vorsitzender Dipl.-Ing. Bernhard Petermann

Miele & Cie. KG, Gütersloh

[www.dvs-forschung.de/FA10](http://www.dvs-forschung.de/FA10)

### Veranstaltungen

DVS/GMM-Tagung „EBL – Elektronische Baugruppen und Leiterplatten“  
Gemeinsames Kolloquium mit der Arbeitsgruppe A2

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG A2 „Fügen in Elektronik und Feinwerktechnik“ - [www.dvs-aft.de/AfT/A/A2](http://www.dvs-aft.de/AfT/A/A2)

### Forschungsbilanz Beispiel 1 – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

#### Steigerung der Lebensdauer elektronischer Komponenten und Sensoren durch eine neuartige Kombination von Kleb- und Dichttechnik

(IGF-Nr. 16.173 / DVS-Nr. 10.055)

Laufzeit: 1. August 2009 – 31. Januar 2012

Prof. Dr. rer. nat. B. Mayer, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung IFAM, Bremen

In zahlreichen Anwendungen müssen elektronische Bauteile und Sensoren gegen Umwelteinflüsse, insbesondere gegen Feuchtigkeit, geschützt werden. Es werden daher flexible Lösungen gefordert, die eine schnelle Montage und eine zuverlässige Dichtigkeit erlauben. Anwendungen sind Gehäuseabdichtungen bzw. -klebungen, z.B. für Beschleunigungs- und Drucksensoren oder Optikkfunktionen, Stecker-Pin-Abdichtungen oder Tragrahmen mit Optikzonen.

Ziel des Projektes war die Verbesserung der Barrierewirkung UV-aktivierbarer Klebstoffe, um die Lebensdauer elektronischer Komponenten und Sensoren zu steigern. Besonders interessant für viele Anwender ist die Möglichkeit, nach dem Fügen nochmals ausrichten zu können, bevor die Klebung fixiert wird. Diese Option spart dem Anwender aufwändige Nachar-

beiten der Nachjustage. Das Ziel wurde durch die Modifikation UV-aktivierbarer Klebstoffe mit geeigneten Füllstoffen erreicht (**Bild 47**).

Zur Verminderung der Feuchtediffusion wurden Füllstoffe unterschiedlicher Partikelgröße, Partikelform und Oberflächenmodifikation getestet. Es wurden mehrere Füllstoffe identifiziert, die den Feuchtediffusionskoeffizienten der Klebstoffe reduzieren. Zusätzlich zu den angestrebten Ergebnissen lieferten die Versuche wertvolle Hinweise für die Auswahl und Qualifizierung von Barriereklebstoffen.

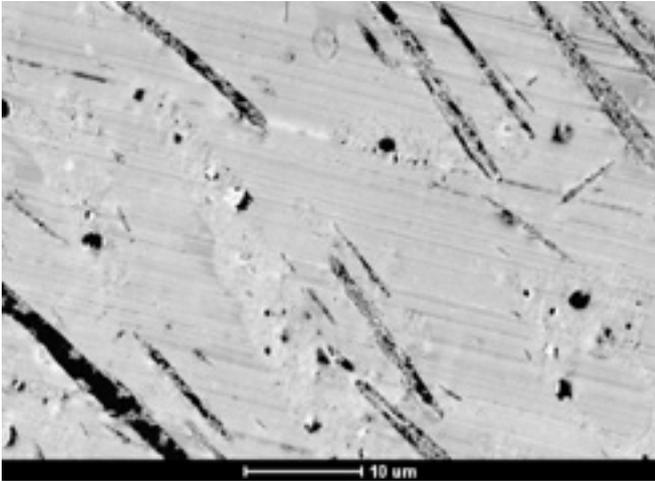


Bild 47: Transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme eines entwickelten Barriereklebstoffes mit plättchenförmigem Füllstoff

## Stimmen aus der Anwendung

**Dr. Stefanie Wellmann, Geschäftsführerin,  
Wellmann Technologies GmbH:**

„Die Steigerung der Leistungsfähigkeit elektronischer Komponenten ist ein sehr praxisnaher und zukunftsreicher Bereich. Die sehr starke Praxisnähe gepaart mit der intensiven, aufwändigen und komplexen wissenschaftlichen Bearbeitung des Projektes führte dazu, dass im Ergebnis wertvolle Erkenntnisse zur Verfügung stehen, die grundsätzlich für jeden nutzbar sind. Aufgrund dieser Erkenntnisse können nun neuartige Kleb- und Dichtsysteme ohne weiteren, großen Entwicklungsaufwand entwickelt und vermarktet werden. Dabei ist der Einsatz nicht nur auf elektronische Komponenten beschränkt, sondern kann überall dort Verwendung finden, wo eine Barriere gegenüber Feuchtigkeit erforderlich ist.“

**Thomas Hartmann, Vorentwicklung,  
Robert Seuffer GmbH & Co. KG:**

„Unter widrigen Umwelteinflüssen ist der Feuchteschutz von empfindlicher Messelektronik eine absolute Notwendigkeit, um die volle Funktionsfähigkeit und Messgenauigkeit zu garantieren. Dies ist bereits bei der Gehäusekonstruktion und der Auswahl der Fügetechnologie für die Verbindung der Gehäuseteile zu berücksichtigen. Wenn unterschiedliche Gehäusematerialien miteinander verbunden werden müssen, kann aus Wirtschaftlichkeitsgründen in vielen Fällen auf das Kleben als Fügeverfahren nicht verzichtet werden. Eine hohe Funktionssicherheit über die Lebensdauer kann nur dann gewährleistet werden, wenn alle Fügepartner inklusive Klebstoff eine hohe Feuchtebarriere aufweisen. Deshalb kommt der Entwicklung von Klebstoffen mit verbesserter Barrierewirkung eine große Bedeutung zu.“

## Forschungsbilanz Beispiel 2 – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

### Chipcrack: Modellierung der Stressempfindlichkeit von Halbleiterbauelementen aufgrund von Schädigung bei der Vereinzlung

(IGF-Nr. 16.672 N / DVS-Nr. 10.062)

Laufzeit: 1. August 2010 – 31. Dezember 2012

Prof. Dr.-Ing. J. Wilde, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Institut für Mikrosystemtechnik Aufbau- und Verbindungstechnik

Prof. Dr. P. Gumbsch, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM Freiburg

Aufgrund der unmittelbaren mechanischen Beanspruchung ungehäuster Chips sowohl bei der Verarbeitung als auch im Einsatz stellt die Vermeidung von Chipbruch eine besondere Herausforderung dar. Im Projekt wurden die Schadenssituation

und die resultierende Bruchfestigkeit von sechs verschiedenen Vereinzlungsprozessen analysiert. Es zeigten sich sehr verschiedene Schadensbilder mit Materialausbrüchen, Rissen, polykristallinen Materialanlagerungen sowie Sprünge in Kristal-

lebenen (Bild 48). Eine anschließende statistische Auswertung mit der Weibullstatistik liefert Bruchfestigkeitsparameter wie die charakteristische Bruchfestigkeit und den Weibullmodul. Bruchfestigkeitsmessungen bei verschiedenen Chipgrößen und Belastungsarten ermöglichten umfassende Kenntnisse über die Wirkung des Größeneffekts für Siliziumchips. Zusammen mit FE-simulationsgestützten Belastungsanalysen wurde aus den experimentellen Ergebnissen ein analytisches Modell zur Beschreibung von Chipbruch in der Anwendung erarbeitet. Hierauf aufbauend ist es gelungen hinsichtlich Chipcrack die Prozessfähigkeit der genannten Vereinzelungsverfahren zahlenmäßig zu definieren und zu bestimmen. Die Vermeidung von Chipbruch durch die Wahl eines geeigneten Vereinzelungsverfahrens sowie die Optimierung der Prozesse hinsichtlich Chipbruchs ist hiermit unmittelbar möglich. Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass untaugliche Chips anhand äußerer Merkmale chip- oder chargenweise aussortiert werden kön-

nen. Um das Problem Chipbruch ursächlich zu eliminieren, wurden Methoden zur nachträglichen Defektentschärfung entwickelt. Die Nachbearbeitung erfolgte mittels Trockenätzens mit XeF<sub>2</sub>. Durch die Nachbehandlung der Chips konnte die Bruchfestigkeit deutlich gesteigert werden, von 472 MPa nach dem Sägen auf 1328 MPa nach der Defektentschärfung. Es ergibt sich hier eine Nullpunktspannung von 510 MPa, unterhalb der statistisch keine Chipbrüche auftreten. Dies bedeutet, dass im Bereich üblicher Bauteilbelastungen kein Chipbruch zu erwarten ist. Durch die vorliegenden Ergebnisse steht somit ein umfassendes Portfolio an Methoden zur experimentellen Bestimmung des Bruchverhaltens von Siliziumchips und deren mathematischer Beschreibung zur Verfügung. Darüber hinaus konnten mehrere Optionen zur Qualitätsverbesserung bis hin zur gänzlichen Vermeidung von Chipbruch in der Anwendung aufgezeigt werden.

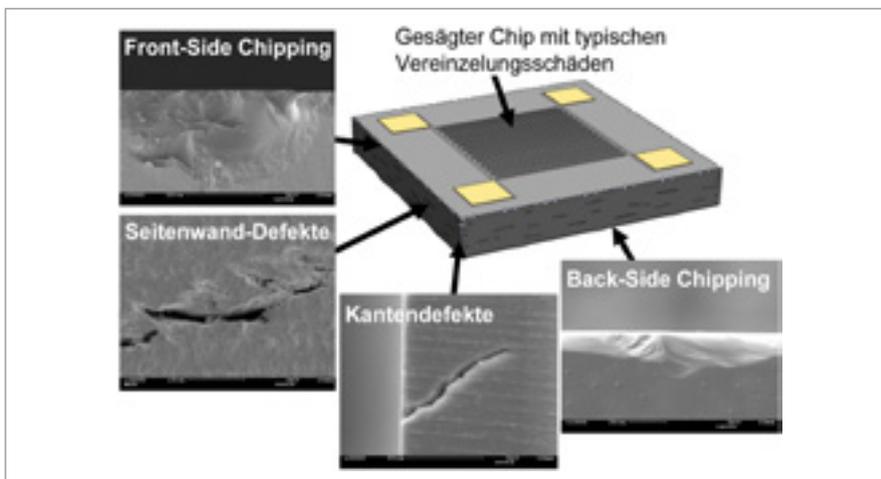


Bild 48: Verschiedene Defekttypen an der Seitenfläche eines Siliziumchips nach der Vereinzelung mittels Sägen

## Stimmen aus der Anwendung

**Dipl.-Ing. Torsten Schirgott, AEMtec GmbH, Engineering:**  
 „Das Projekt „Chip Crack“ hat sich der Thematik „Mikrobeschädigungen am Chip“ angenommen und sehr detailliert die verschiedenen Quellen von Mikrobeschädigungen untersucht und sowohl Optimierungen als auch Alternativlösungen erprobt. Durch die Publikation der Ergebnisse konnten Lösungsanleitungen für aktuelle Fragestellungen in der Industrie wie der Nutzen von Stress Release Prozessen nach dem mechanischen Dünnen von Wafern gezeigt werden.“

**Dipl.-Ing. (FH) Torsten Krone, First Sensor Technology GmbH, Entwicklungsabteilung:**  
 „Für die First Sensor Technology GmbH ist der Vergleich verschiedener Vereinzelungstechnologien, im Hinblick auf Prozessoptimierungen oder Kundenanforderungen, von Interesse. Als Zulieferer der Automobilindustrie ist für uns die Prozesssi-

cherheit von besonderer Bedeutung. Die in diesem Vorhaben gewonnenen Erkenntnisse erleichtern uns die Bewertung alternativer Vereinzelungstechnologien. Zusätzlich werden uns Möglichkeiten geboten, Ausfälle hinsichtlich Stressempfindlichkeit durch entsprechende Modellbildung bereits in der Designphase des Sensors zu vermeiden oder spätestens in der Inspektion zu entdecken. Insbesondere für künftige MEMS-Sensoren mit sehr dünnen Membranen oder beweglichen Massen (Druck-, Flow-, Gas-, Inertialsensorik ...) gewinnt das schonende Vereinzeln für uns zunehmend an Bedeutung. Zukünftigen Entwicklungsbedarf sehen wir beim Vereinzeln von MEMS Strukturen mit dünnen Membranen/beweglichen Massen, die eine Kombination aus mehreren Silizium und oder Glaswafern aufweisen.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

10.069  
16.990 B **Nanoskaleneffekte für metallische Niedertemperaturbond-  
verfahren „NASE“**

Prof. Dr.-Ing. Geßner, ZfM

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.990B>

07.065  
17.405 N **Einfluss des Lotpastendrucks auf die Zuverlässigkeit der  
Lötstellen kritischer keramischer SMD-Komponenten auf  
Leiterplatten**

Prof. Dr.-Ing. Benecke, ISIT Itzehoe

Beginn: 01.02.2012 Laufzeitende: 31.01.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.405N>

10.068  
17.420 N **Technologische und wirtschaftliche Prozessfenster für die  
gesicherte Verarbeitung der Bauform 01005 in der Elektro-  
nikproduktion**

Prof. Dr.-Ing. Franke, FAPS

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.420N>

10.066  
17.456 N **Elektrostatistische und fluidische Self-Assembly-Prozesse für  
die präzise Montage von Mikrosystemen**

Prof. Dr.-Ing. Wilde, IMTEK Freiburg

Beginn: 01.04.2012 Laufzeitende: 31.03.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.456N>

10.071  
17.624 N **Laserstrahlschweißen von Cu-Al-Kontaktierungen mittels  
plattierten Übergangsstücken zur Anpassung der Verbin-  
dungsqualität an die Anforderungen mobiler Systeme und  
technologisch/wirtschaftlicher Verfahrensvergleich mit dem  
Ultraschallschweißen**

Prof. Dr.-Ing. Schmidt, BLZ Erlangen

Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 30.11.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.624N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

10.901  
00.364 Z **Wandlung von Abwärme in elektrische Energie – Entwicklung  
und Herstellung eines thermoelektrischen Generators aus  
nanokristallinem Silizium unter ökologischen Gesichtspunkten**

Dipl.-Ing. Mährlein, SLV Duisburg

Prof. Dr.-Ing. habil. Witt, Uni Duisburg Essen

Beginn: 01.08.2010 Laufzeitende: 31.01.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.364Z>

10.063  
16.933 N **Laserstrahlfügen metallischer Funktionswerkstoffe in der  
Mikrotechnik**

Prof. Dr.-Ing. Stark, IWF TU Berlin

Beginn: 01.08.2011 Laufzeitende: 31.01.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.933N>

10.065  
17.240 B **MAXIKON Zuverlässige Kontaktierung von Höchstleistungs-  
bauelementen in der Leistungselektronik durch innovative  
Bändchen- und Litzeverbindungen**

Prof. Dr.-Ing. habil. Wolter, IAVT Dresden

Prof. Dr. Eisele, FH Kiel

Prof. Dr.-Ing. Benecke, ISIT Itzehoe

Beginn: 01.07.2011 Laufzeitende: 30.06.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.240B>

10.064  
17.370 B **Entwicklung und Herstellung von neuartigen reaktiven  
Multilayersystemen (RMS) für die Mikroverbindungstechnik  
durch PVD**

Prof. Dr. Beyer, IWS Dresden

Beginn: 01.12.2011 Laufzeitende: 30.11.2014

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.370B>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

10.055  
16.173 N **Steigerung der Lebensdauer elektronischer Komponenten  
und Sensoren durch eine neuartige Kombination von  
Kleb- und Dichttechnik**

Prof. Dr. rer. nat. Mayer, IFAM Bremen

Beginn: 01.08.2009 Laufzeitende: 31.01.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.173N>

10.060  
16.279 N **Entwicklung einer Füge-technologie für die Mikro- und  
Elektrotechnik unter Ausnutzung der Schmelztemperaturab-  
senkung bei kleinsten Partikeln**

Prof. Dr.-Ing. Stark, IWF TU Berlin

Prof. Dr.-Ing. Müller, LKM Berlin

Beginn: 01.12.2009 Laufzeitende: 31.05.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.279N>

10.062  
16.672 N **Chipcrack: Modellierung der Stressempfindlichkeit von  
Halbleiterbauelementen aufgrund von Schädigung bei der  
Vereinzelung**

Prof. Dr.-Ing. Wilde, IMTEK Freiburg

Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle

Beginn: 01.08.2010 Laufzeitende: 31.12.2012

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.672N>

## Fachausschuss 11 „Kunststofffügen“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Axel Janssen**

T +49. (0)2 11. 15 91-117

F +49. (0)2 11. 15 91-200

axel.janssen@dvs-hg.de

**Vorsitzender Dr.-Ing. Marco Wacker**

Oechsler AG, Ansbach

[www.dvs-forschung.de/FA11](http://www.dvs-forschung.de/FA11)

**Stellvertretender Vorsitzender Dipl.-Ing. Jörg Vetter**

Fill GmbH, Gurten/Österreich

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG W 4 „Fügen von Kunststoffen“ - [www.dvs-aft.de/AfT/W/W4](http://www.dvs-aft.de/AfT/W/W4)

**IIW-Gremien (International Institute of Welding)** - [www.iiw-iis.org](http://www.iiw-iis.org)

- Commission XVI „Fügen von Polymeren und Klebertechnologie“

### Forschungsbilanz Beispiel 1 – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

#### Untersuchungen zur Schweißbarkeit von hochgefüllten holzfaserverstärkten Kunststoffen - Technologie- und Anwendungsentwicklung

(IGF-Nr. 15.817 N / DVS-Nr. 11.019)

Laufzeit: 01. Oktober 2008 - 30. September 2010

Prof.-Dr.-Ing. M. Bastian, SKZ – Süddeutsches Kunststoff-Zentrum, Würzburg

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurden eingehende Untersuchungen verschiedener Schweißverfahren für beliebige WPC-Produkte durchgeführt. Hierzu wurden für das HS-, US- und VIB-Schweißen von kommerziell erhältlichen WPC-Profilen bzw. -Produkten auf PVC-, PP- und PE-Basis die Parameter ermittelt, bei denen die höchste Nahtfestigkeit erreicht wird. Dies erfolgte unter Berücksichtigung unterschiedlicher Rezepturen und Geometrien, um den Zusammenhang zwischen diesen Kriterien verstehen und beschreiben zu können.

Das HS-Schweißen ist für WPC-Materialien sehr gut geeignet. Es sollte jedoch eine Heizelementtemperatur von 260 °C nicht überschritten werden, um einer Schädigung der Holzfasern vorzubeugen. Nach Anpassung der Angleich- und Fügekräfte kann hierbei z.B. ein Schweißfaktor von bis zu 0,8 für ein WPC auf PP-Basis mit 60 % Holz erreicht werden. Für PVC- und PE-basierte WPC liegen die erreichbaren Schweißfaktoren ge-

ringfügig niedriger. In vielen Fällen verbessern Schweißzusatzfolien die Schweißnahtgüte durch zusätzliches Matrixmaterial in der Fügeebene. Das US- und das VIB-Schweißen sind sehr schnelle und relativ prozesssichere Fügeverfahren, welche ebenfalls zum Verbinden von WPC-Bauteilen geeignet sind (**Bild 49**). Bei allen Verfahren stellten sich die Querorientierung sowie die gegenseitige Beschädigung der Holzfasern im Fügebereich durch den anliegenden Schweißdruck als bedeutende limitierende Faktoren bezüglich der Schweißnahtfestigkeit heraus. Die optimalen Schweißparameter für diese Verfahren sind sehr rezepturabhängig, weshalb keine allgemeingültigen Richtlinien zum Schweißen von WPC-Produkten erstellt werden können.

Interessierte Unternehmen erhalten die Möglichkeit, WPC-Produkte stoffschlüssig zu verbinden und dadurch ihre wirtschaftliche Situation innerhalb dieser Branche deutlich verbessern

(Bild 50). Durch die gewonnene Designfreiheit ergeben sich in den Unternehmen eine Vielzahl neuer Anwendungsgebiete und Produkte u.a. im Bau-, Möbel- und Automobilbereich. Eine konkrete Anwendung in der Entwicklungsabteilung eines WPC-Herstellers ist die Herstellung spezieller Bauteile, die mit-



Bild 49: Zweiteiliger, geschweißter und einteiliger DVS-Probekörper aus WPC zur Bestimmung des US-Schweißfaktors

tels Schweißverfahren zu komplexen Strukturen gefügt werden können. Auch seitens der Schweißmaschinenhersteller wurden durch die Ergebnisse neue Entwicklungen angeregt und teilweise bereits umgesetzt.

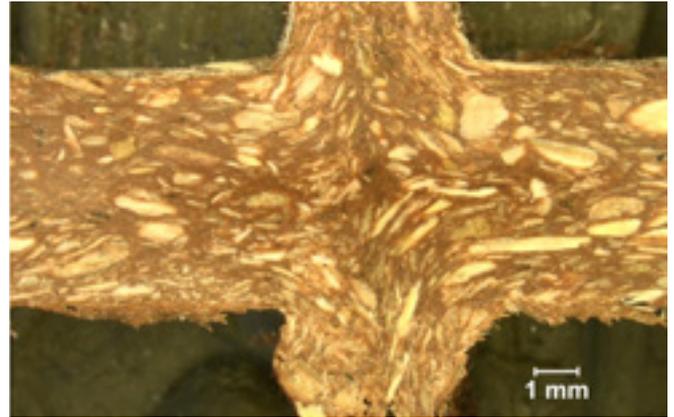


Bild 50: Mikroskopische Aufnahme der Schweißnaht eines WPC-Profiles (PP, 60 % Holz)

## Stimmen aus der Anwendung

### Dipl.-Ing. Michael Dietrich, Geschäftsführer, Wegener International GmbH:

„Aufgrund der Abhängigkeit der entwickelten Schweißparameter und der Nahtfestigkeit von der WPC-Rezeptur ist es besonders wichtig, dass die verwendeten Schweißmaschinen genau und reproduzierbar auf die Bedürfnisse eingestellt werden können. Die Ergebnisse tragen somit zur stetigen Weiterentwicklung und Optimierung der Schweißmaschinen bei und helfen neue Absatzmärkte zu generieren.“

### Horst Winter, Geschäftsführer, Holz- und Kunststofftechnik Winter GmbH:

„Die Forschungsergebnisse decken sich mit den Wünschen eines Klein- und mittelständischen Verarbeiters wie der Firma

Winter Holz- und Kunststofftechnik. Unter Beachtung der werkstoffspezifischen Grenzen wurden die Forschungsergebnisse bereits in diversen Fertigungsstätten umgesetzt.“

### Dipl.-Ing. Jörg Golombek, Bereichleiter Technologie, Entwicklung, Anwendungstechnik und Konstruktion der Werzalit AG + Co. KG:

„Untersuchungen wie in diesem Forschungsprojekt durchgeführt, helfen uns als WPC-Verarbeiter und Profil-Hersteller, unsere Produkte stetig zu optimieren und den Kundenwünschen anzupassen. Durch die Bestätigung der Schweißbeignung von WPC-Profilen eröffnen sich uns zahlreiche neue Designmöglichkeiten und Anwendungsfelder.“

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

11.028  
16.955 N **Laserschweißen von Kunststoffen - Verfahrensvergleich und Prozessmodellierung zur Vereinfachung der fūgetechnischen Qualifizierung und Auswahl sowie industriellen Umsetzung**

Päffgen, RFH Köln  
Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen  
Prof. Dr.-Ing. Hopmann, IKV Aachen  
Beginn: 01.02.2011 Laufzeitende: 31.01.2013

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.955N>

11.030  
17.024 B **Zeitstandfestigkeit alternativer Schweißverfahren im Apparate- und Behälterbau - Verifizierung der Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehung als verfahrensunabhängige Qualitätsbeschreibung beim Schweißen**

Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz  
Beginn: 01.11.2011 Laufzeitende: 31.10.2013

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.024B>

11.031  
17.100 N **Entwicklung einer neuartigen mechanischen Befestigungslösung mit gleichmäßig kraffeinleitendem Hinterschnitt**

Prof. Dr.-Ing. Moritzer, LKT Paderborn  
Beginn: 01.04.2011 Laufzeitende: 30.09.2013

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.100N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

11.026  
16.280 N **Laserstrahlschweißen optisch transparenter Kunststoffe ohne Absorberzusatz**

Prof. Dr.-Ing. Schmidt, BLZ Erlangen  
Beginn: 01.12.2009 Laufzeitende: 29.02.2012

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.280N>

11.023  
16.363 B **Einfluss des Bauteilverzugs beim Vibrationsschweißen auf Prozessführung und Bauteileigenschaften**

Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz  
Beginn: 01.02.2010 Laufzeitende: 31.01.2012

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.363B>

## Fachausschuss 13 „GF-Rapidtechnologien“



[www.dvs-forschung.de/FA13](http://www.dvs-forschung.de/FA13)

### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Christoph Eßer-Ayertey**

T +49. (0)2 11. 15 91-178

F +49. (0)2 11. 15 91-200

[christoph.esser@dvs-hg.de](mailto:christoph.esser@dvs-hg.de)

### Vorsitzender Prof Dr.-Ing. Andreas Gebhardt

Centrum für Pototypbau GmbH, Erkelenz

### Stellvertretender Vorsitzender Dipl.-Ing. Christian Kolbe

FKT Formenbau und Kunststofftechnik GmbH, Triptis

## Grundsätze der Forschungsplanung

Der Fachausschuss befasst sich mit den Forschungsfeldern, die die gesamte Prozesskette betreffen, inklusive Vor- und Nachbehandlung. Dabei stehen die generative Technologieentwicklung, die Steigerung der Akzeptanz zur Nutzung dieser Technologie bei klein- und mittelständische Unternehmen, der Ausbau bestehender und die Schaffung neuer Anwendungsbereiche im Vordergrund.

### Gemeinsame Forschungs- und Technologieplattformen des DVS und des VDI

Der VDI und der DVS bieten abgestimmte Forschungs- und Technologieplattformen an, um additive Fertigungsverfahren in der Serienfertigung zu etablieren. Sie fördern den Wissensaustausch verschiedener Fachdisziplinen und entwickeln damit die additiven Fertigungsverfahren bedarfsgerecht weiter:

- Mit den Richtlinien zu den additiven Fertigungsverfahren beschreibt der VDI den Stand der Technik dieser Fertigungsverfahren. Die Richtlinien ermöglichen es, sich schnell, umfassend und fachlich fundiert über die Chancen, die das Fertigungsverfahren bietet, zu informieren. Die Erarbeitung der VDI-Richtlinien zum Thema ist die zentrale Zielsetzung dieses Ausschusses.

- Die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS fördert die additiven Fertigungsverfahren in seinem Fachausschuss 13. Im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung befasst sich der Fachausschuss mit Forschungsfeldern, die die gesamte Prozesskette betreffen, inkl. Vor- und Nachbehandlung. Dabei stehen die Technologieentwicklung, die Steigerung der Akzeptanz zur Nutzung dieser Technologie bei kmU und die Schaffung neuer Anwendungsbereiche im Vordergrund.
- Im Ausschuss für Bildung des DVS werden in der Fachgruppe 4.13 praxisnahe Ausbildungskonzepte für additive Fertigungsverfahren erarbeitet und weiter entwickelt. Angeboten werden zurzeit die DVS®-Lehrgänge „Fachkraft Rapid Manufacturing mit generativen Fertigungsverfahren – Fachrichtung Kunststoff“ und „– Fachrichtung Metall“.

### Korrespondierende Gremien

#### In der Forschungsvereinigung des DVS

- FA 1 „Metallurgie und Werkstofftechnik“
- FA 2 „Thermisches Beschichten und Autogentechnik“
- FA 6 „Strahlverfahren“

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG V 7 „Thermisches Spritzen und thermisch gespritzte Schichten“
- AG V 9.1 „Elektronenstrahlschweißen“
- AG V 9.2 „Laserstrahlschweißen und verwandte Verfahren“

### Forschungsfelder

- Robuste Fertigungsprozesse
- Systemtechnische Fragestellungen
- Eingliederung in vorhandene Prozessketten
- Steigerung der Wirtschaftlichkeit
- Qualitätsdefinierende und –steigernde Aspekte
- Prozessbezogene Konstruktionsmethoden
- Bauteil- und Prozesssimulation
- Arbeitssicherheit und Umweltschutz

### Forschungsbedarf

- Steigerung der Bauteilgröße
- Steigerung der Oberflächenqualität
- Baustrukturen / Bauen ins Pulverbett
- Vermeidung von Eigenspannungen / Verzug
- Konzepte für belastbare Lebensdauerbewertung
- Steigerung der Prozessgeschwindigkeit / Aufbaurate
- Reduzierung von Nacharbeit
- Reduzierung der Kostensituation
- Alternde Beschichtungssysteme
- Datenhandling
- Digitale Prozesskette
- Gradierte Werkstofftechnologien
- Aktivgase / Pulvertechnologien
- Bionische Konstruktionsmethoden
- Steigerung der Maß- und Formgenauigkeit
- ZfP-Verfahren / Kopplung Simulation
- Steigerung des Materialverständnisses
- Physikalische Effekte der Werkstoffe auf Mikroebene
- Online Prozessdiagnose
- Qualifizierung der Werkstoffe

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

13.002  
00.415 Z **Analyse der Einflussfaktoren auf das mechanisch-technologische Eigenschaftsprofil von lasergenerierten Titanbauteilen (AlaTin)**

Dr. Sändig, IFW Jena  
Prof. Dr.-Ing. Emmelmann, iLAS Hamburg

Beginn: 01.03.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.415Z>

13.005  
16.669 B **Steigerung der Leistungsfähigkeit des selektiven Laserstrahlschmelzens (SLM) durch den Einsatz von angepassten Prozessgasen**

Dr. Sändig, IFW Jena

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.669B>

13.003  
17.184 B **Eigenspannungen und Verzüge im Strahlschmelzprozess - Untersuchungen der verschiedenen Einflüsse und Maßnahmen zur Reduzierung**

Prof. Dr.-Ing. habil. Witt, Uni Duisburg Essen  
Prof. Dr.-Ing. habil. Neugebauer, IWU Chemnitz

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.184B>

## Fachausschuss I2 „Anwendungsnahe Schweißsimulation“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Marcus Kubanek**

T +49. (0)2 11. 15 91-120

F +49. (0)2 11. 15 91-200

marcus.kubanek@dvs-hg.de

### Vorsitzender Dr.-Ing. Marcus Brand

Ingenieurbüro für angewandte Wissenschaften ifawiss, Sölden

### Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Tobias Loose

Ingenieurbüro Tobias Loose GbR, Wössingen

[www.dvs-forschung.de/FAI2](http://www.dvs-forschung.de/FAI2)

### Veranstaltungen

Jährlicher Workshop „Anwendungsnahe Schweißsimulation“

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG Q 1 „Konstruktion und Berechnung“ - [www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q1](http://www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q1)

#### In der Forschungsvereinigung des DVS

- Fachausschuss 9 „Konstruktion und Berechnung“ - [www.dvs-forschung.de/FA09](http://www.dvs-forschung.de/FA09)

#### IIW-Gremien (International Institute of Welding) - [www.iiw-iis.org](http://www.iiw-iis.org)

- Commission X „Strukturverhalten von Schweißverbindungen – Versagensvermeidung“
- Commission XIII „Schwingfestigkeitsverhalten geschweißter Bauteile“
- Commission XV „Grundlagen der Konstruktion, Berechnung und Fertigung von Schweißkonstruktionen“

### Tragende AiF-Mitgliedervereinigungen

- Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS
- Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA)
- GFaI - Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V.
- FAT - Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V.



### Forschungsbilanz Beispiel – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

#### Schnelle numerische Methoden für die effiziente Temperaturfeldberechnung in bauteilnahen Geometrien und Mehrlagenschweißungen

(IGF-Nr. 16718 N / DVS-Nr. I2.005)

Laufzeit: 1. September 2010 – 31. Dezember 2012

Prof. Dr. rer. nat. habil. W. Schulz, Lehr- und Forschungsgebiet

Nichtlineare Dynamik der Laser-Fertigungsverfahren, RWTH Aachen

Prof. Dr.-Ing. M. Rethmeier, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung BAM, Berlin

Die Kalibrierung geeigneter äquivalenter Volumenwärmequellen beansprucht bisher einen erheblichen Teil der Berechnungszeit einer Schweißsimulation und erfordert darüber hinaus weitreichendes Expertenwissen. Das Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, die Berechnungszeit durch Anwendung numerischer Reduktionsmethoden in Verbindung mit parallelisierten effizienten numerischen Algorithmen oder durch analytische Methoden stark zu reduzieren. Der zentrale Arbeitspunkt war die Anwendung effizienter Reduktionsmethoden auf die numerische Lösung der Wärmeleitungsgleichung und die Automatisierung des Kalibrierungsprozesses. Als numerische Reduktionsmethode wurde die Proper Orthogonal Decomposition (POD) Methode eingesetzt.

Die POD-Methode hat auf Grund ihrer Flexibilität keine Einschränkung bezüglich der Bauteilgeometrie. Sowohl die POD-Methode als auch die eingesetzte analytische Methode ermöglichen eine schnelle Temperaturfeldberechnung. Die geringen Berechnungszeiten erlaubten den Einsatz von Optimierungsalgorithmen, um die Parameter von äquivalenten Wärme-

quellen in überschaubarer Zeit zu bestimmen. Die Parameter der Wärmequellen wurden durch den Einsatz lokaler und globaler Optimierungsalgorithmen bestimmt. Der Kalibrierungsprozess wurde automatisiert und hinsichtlich Berechnungsdauer, Genauigkeit und Zuverlässigkeit verbessert. Herauszustellen ist, dass die Anwendbarkeit der zu untersuchenden Methoden grundsätzlich unabhängig vom Schweißprozess sowie vom Werkstoff ist. Eine experimentelle Validierung der verwendeten Methoden wurde durchgeführt. In den **Bildern 51** und **52** sind exemplarische Ergebnisse der automatisierten Kalibrierung unter Verwendung der POD-Methode und lokaler Optimierung dargestellt. Der Vergleich der analytischen und der POD-Methode mit etablierten numerischen Verfahren sowie die Bewertung der Ergebnissenauigkeit zeigte die Leistungsfähigkeit der „schnellen Methoden“ auf. Das industrielle Anwendungspotential wurde durch die Verwendung automatisierter Optimierungsalgorithmen zur effizienten Berechnung äquivalenter Schweißwärmequellen aus Ergebnissen von Schweißversuchen ohne den Bedarf an Expertenwissen gezeigt.

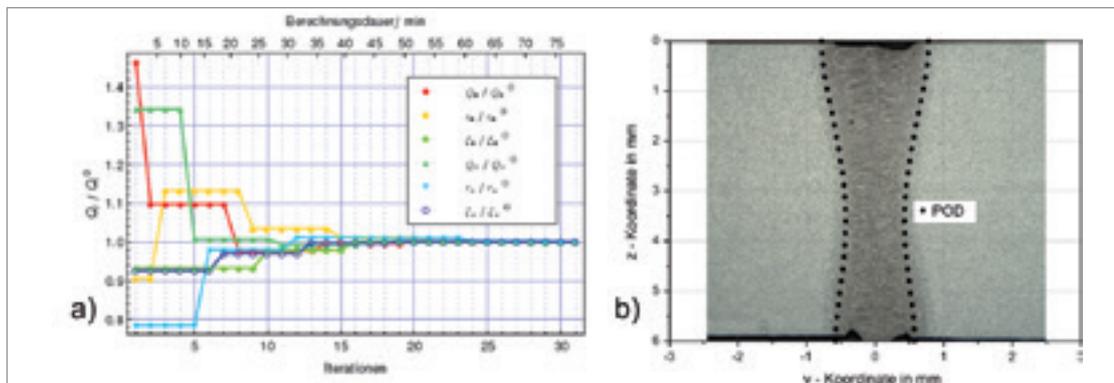


Bild 51: Automatisierte Kalibrierung (lokal, POD) und Vergleich der berechneten Schmelzlinie mit dem Experiment: a) Berechnungsdauer und Konvergenzverhalten der Quellparameter b) Schmelzlinie im Makroschliff

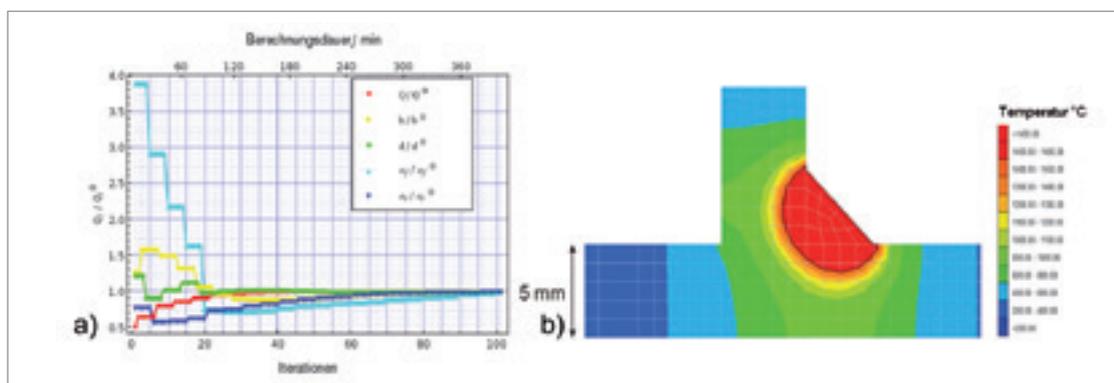


Bild 52: Automatisierte Kalibrierung (lokal, POD) für eine T-Stoß-Verbindung: a) Berechnungsdauer und Konvergenzverhalten der Quellparameter b) Berechnete Temperatur

## Stimmen aus der Anwendung

### Philipp Zewe, M.Eng. (SFI), Projektingenieur Lasermaterialbearbeitung, Robert Bosch GmbH:

„Die automatisierte Berechnung des Temperaturfeldes stellt für uns die Grundlage dar, um weiterführende thermomechanische Analysen durchzuführen. Für uns als industrielle Anwender der Schweißsimulation wäre es jedoch wichtig, diese Methodik auch für komplexere Strukturen zu erweitern.“

### Dipl.-Ing. Jens Rohbrecht, Product Coordinator Simufact welding, Simufact Engineering GmbH, Hamburg:

„Wesentliche Voraussetzung für die Schweißstruktursimulation ist eine zuverlässige und schnelle Kalibrierung geeigneter Er-

satzwärmequellen für die Temperaturfeldberechnung. Die untersuchte Kombination aus Optimierungsalgorithmen und effizienten Berechnungsmethoden erlaubt eine schnelle und automatisierte Berechnung des Temperaturfeldes, die prinzipiell als Grundlage einer nachgeschalteten mechanischen Analyse zur Struktursimulation verwendet werden kann. Die in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse können wir daher für die weitere Verbesserung unserer Produkte nutzen.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

- 12.009  
16.857 N **Prozessbegleitendes dynamisches Spannen zur Verzugs- und Eigenspannungsoptimierung beim Schweißen von Bauteilen**
- Prof. Dr.-Ing. Zäh, IWB Garching  
Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle
- Beginn: 01.06.2012 Laufzeitende: 31.05.2014
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.857N>
- 12.010  
17.619 N **Berechnung von Eigenspannungen in Mehrlagenrohrschweißverbindungen und Quantifizierung des Einflusses auf die Lebensdauer bei Schwingbeanspruchung**
- Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle  
Prof. Dr.-Ing. Dilger, IFS Braunschweig
- Beginn: 01.12.2012 Laufzeitende: 31.05.2015
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.619N>

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

- 12.901  
17.294 N **Simulationsgestützte Erfassung von Humping und Einbrandkerben unter Berücksichtigung der temperaturabhängigen Dichte im Schmelzbad**
- Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen
- Beginn: 01.10.2011 Laufzeitende: 31.03.2014
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.294N>

## Abgeschlossene Forschungsvorhaben

- 12.006  
00.360 Z **Kopplung von Prozess-, Gefüge- und Struktursimulation zur Beurteilung der quasi-statischen Festigkeit laserstrahlgeschweißter Hybrid-Verbindungen (HyProMiS)**
- Prof. Dr. Schmidt, Zetem Bremen  
Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen  
Prof. Dr.-Ing. Zoch, IWT
- Beginn: 01.06.2010 Laufzeitende: 31.05.2012
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.360Z>
- 12.004  
16.441 B **Rechnergestützte Vorhersage der Kaltrissicherheit laserstrahlgeschweißter Bauteile aus hochfesten Stählen**
- Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg/Halle  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Michailov, BTU Cottbus
- Beginn: 01.12.2009 Laufzeitende: 30.06.2012
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.441B>

- 12.005  
16.718 N **Schnelle numerische Methoden für die effiziente Temperaturfeldberechnung in bauteilnahen Geometrien und Mehrlagenschweißungen**
- Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Schulz,  
Univ. Prof. Dr.-Ing. Rethmeier, BAM Berlin
- Beginn: 01.09.2010 Laufzeitende: 31.12.2012
- Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.718N>

## Fachausschuss Q6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“



### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck**

T +49. (0)2 11. 15 91-173

F +49. (0)2 11. 15 91-200

jens.jerzembeck@dvs-hg.de

### Vorsitzender Prof Dr.-Ing. habil. Emil Schubert

Alexander Binzel Schweisstechnik GmbH & Co. KG, Buseck

[www.dvs-forschung.de/FAQ6](http://www.dvs-forschung.de/FAQ6)

### Stellvertretender Vorsitzender Jürgen Gleim

3M Deutschland GmbH, Kleinostheim

### Korrespondierende Gremien

#### Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- AG Q 6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“ - [www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q6](http://www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q6)

#### IIW-Gremien (International Institute of Welding) - [www.iiw-iis.org](http://www.iiw-iis.org)

- Commission XIII „Arbeits- und Gesundheitsschutz“

### Forschungsbilanz Beispiel – Ergebnistransfer und Umsetzung im Vorhaben:

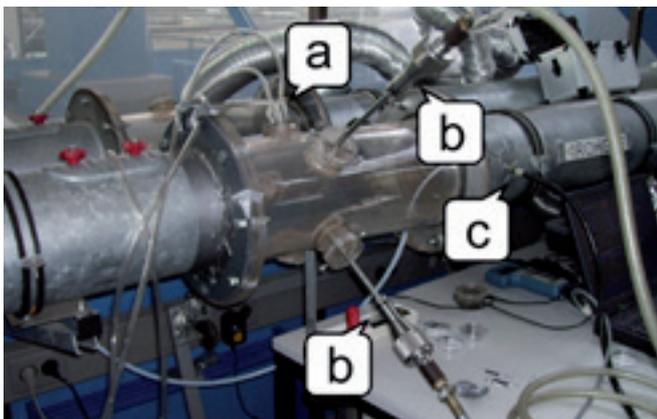
#### Messtechnische Bestimmung von Emissionsdaten zur Durchführung einer Emissionsbewertung und Ermittlung umweltbezogener Kosten beim Laserstrahlfügen metallischer Werkstoffe

(IGF-Nr. 15.775 N / DVS-Nr. Q6.008)

Laufzeit: 1. September 2008 - 28. Februar 2010

Dr. rer. nat. Dietmar Kracht, LZH – Laserzentrum Hannover

Kleine und mittlere Unternehmen wie Laser-Lohnfertiger und Zulieferer sind einem hohen Kostendruck ausgesetzt. Die indi-



rekten Fertigungskosten wie für die Entsorgung der Prozessnebenprodukte bieten Möglichkeiten für Kosteneinsparungen. In diesem Forschungsvorhaben wurden Emissionsmessungen während verschiedener Laserlöt- und Laserschweißprozesse von Stahl und Messing durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Legierungen und Oberflächenbeschaffenheiten berücksichtigt: unbehandelt, verzinkt, PTFE-beschichtet, geölt und gereinigt (mit Kaltreinigerrückständen). **Bild 53** zeigt eine Emissionsmesszelle, die in den Abluftstrom eines Fügeprozesses integriert ist. Das Gefährdungspotenzial der betrachteten Füge-

Bild 53: Emissionsmesszelle mit Probenahmesonden, Durchmesser 200 mm

- a) Probenahmeröhrchen
- b) Planfilterköpfe
- c) Sonde für Partikelgrößenverteilung

prozesse wurde anhand der Analyse der spezifischen Emissionen in Bezug auf den jeweiligen Grenzwert gemäß TA-Luft bewertet. Basierend auf den experimentell ermittelten Ergebnissen wurden die Prozesse in Kategorien im Hinblick auf die Abluftbehandlung eingestuft, so dass mit dieser ggf. erforderlichen Behandlung die vorgegebenen Emissionsgrenzwerte eingehalten werden. Schließlich wurde eine Betriebskostenrechnung für die Maßnahmen zur Erfassung der potenziell schädlichen Emissionen aufgestellt. Die berechneten Kosten

für umweltrelevante Maßnahmen wurden zu den jeweiligen Gesamtprozesskosten ins Verhältnis gesetzt (**Bild 54**). In Abhängigkeit von dieser so ermittelten Quote wurden die untersuchten Laserstrahlprozesse hinsichtlich des Kostenniveaus für die Abluftbehandlung eingestuft:

- Niveau A: geringe Kosten  $\leq 15\%$   
 Niveau B:  $15\% <$  mäßige Kosten  $< 30\%$   
 Niveau C: hohe Kosten  $\geq 30\%$

Tabelle

| Lasertyp                  | Prozess                | Gesamtproduktionskosten | umweltrelevante Kosten | Prozentanteil |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|
| Nd:YAG (cw)               | Löten                  | 115 €/h                 | 8,30 €/h               | 7,2%          |
|                           | Wärmeleitungsschweißen | 100 €/h                 | 8,30 €/h               | 8,3%          |
|                           | Tiefschweißen          | 90 €/h                  | 4,70 €/h               | 5,0%          |
| CO <sub>2</sub> (gepulst) | Tiefschweißen          | 85 €/h                  | 4,70 €/h               | 5,5%          |
|                           | Wärmeleitungsschweißen | 60 €/h                  | 4,70 €/h               | 7,8%          |
| CO <sub>2</sub> (cw)      | Tiefschweißen          | 75 €/h                  | 10,75 €/h              | 14,3%         |

Bild 54: Umweltrelevante Kosten im Verhältnis zu den Gesamtproduktionskosten) Sonde für Partikelgrößenverteilung

Die Tabelle zeigt, dass die umweltrelevanten Maßnahmen im Hinblick auf alle in dem Projekt betrachteten industriellen Laserstrahlprozesse gut handhabbar und die jeweiligen Kosten für diese Maßnahmen akzeptabel sind. Die Ergebnisse stehen dem industriellen Anwender kostenlos in einer Internetdatenbank auf den Seiten des Laser Zentrums Hannover e.V. zur Verfügung. Die Nutzung dieser Datenbank erleichtert die Planung

angemessener bzw. gesetzeskonformer und gleichzeitig wirtschaftlicher Abluftanlagen für Laserlöt- und Laserschweißprozesse nachhaltig. Der Aufwand für experimentelle Untersuchungen zur Optimierung der Abgasanlage für einen bestimmten Anwendungsfall kann somit signifikant reduziert werden.

## Stimmen aus der Anwendung

**Hans Baumeister, Geschäftsführer, Fuchs Umwelttechnik Produktions- und Vertriebs-GmbH:**  
 „Die resultierende optimale Filterauslegung und die damit verbundene Baugröße, welche maßgeblich das Kostengefüge der Anlage bestimmt, können berechnet werden. Voraussetzung für die Kostenoptimierung ist ein leistungsfähiges Abluftsystem, welches über ein effizientes Erfassungs- und Abreinigungssystem verfügt. Die Bewertung der im industriellen Umfeld und praxisnahen Bedingungen ermittelten Daten zeigt, dass alle un-

tersuchten Prozesse dem niedrigsten Kostenniveau für umweltrelevante Kosten  $< 15\%$  zuzuordnen sind. Dies zeigt deutlich, dass eine angemessene Auslegung der Umweltschutzmaßnahmen für das Laserstrahlfügen wirtschaftlich möglich ist, was letztlich die Akzeptanz von Laserstrahlfügeprozessen auch im Hinblick auf die Einhaltung der relevanten Vorschriften (AGW Arbeitsplatzgrenzwerte) für die Luft am Arbeitsplatz und in der Abluft erhöht. Dieser wichtige Aspekt wurde im Rahmen der Projektdurchführung deutlich herausgestellt.“

## Stimmen aus der Anwendung

### Dipl.-Ing. Peter Schlüter, Geschäftsführer, LMB Laser-Materialbearbeitungs GmbH:

„Die gewonnenen Erkenntnisse beim Laserstrahlfügen von Metallen zeigen, dass die Verfügbarkeit von Emissionskennzahlen bei der wirtschaftlichen Planung und Bewertung von industriellen Laserstrahlprozessen sehr hilfreich ist. Die mit den erzielten Ergebnissen hinsichtlich der Emissionskennzahlen und der umweltrelevanten Kosten aktualisierte und erweiterte Internet-Datenbank kann künftig die Anzahl der notwendigen experimentellen Untersuchungen deutlich reduzieren. Dies hat besondere Bedeutung für Laser-Jobshops, bei denen umfangreiche Messungen von Emissionsraten wegen der großen Bandbreite von

Prozessen und Werkstoffen in der täglichen Praxis nicht wirtschaftlich durchführbar sind. Gerade vor diesem Hintergrund gilt es, die Datenbank mit den Emissionskennzahlen weiterer Füge- und Trennprozesse zu ergänzen. Im Hinblick auf neue und industriell interessante Werkstoffe ist in zukünftigen Forschungsarbeiten die Betrachtung der Laserbearbeitung von Kunststoffen von großer Bedeutung, da bei den entsprechenden Prozessen partikel- und gasförmige organische Komponenten freigesetzt werden, die aufgrund ihres häufig großen Gefährdungspotenzials von besonderer Relevanz für den Schutz von Mensch und Umwelt sind.“

## Neu begonnene Forschungsvorhaben

Q6.014  
00.433 Z **Experimentelle Untersuchung des Einflusses der Prozessbedingung bei der Laserbearbeitung von Kunststoffen auf die Freisetzung von partikel- und gasförmigen Emissionen sowie Bewertung des Gefährdungspotenzials**

Prof. Dr.-Ing. Bastian, SKZ Würzburg  
Dr.-Ing. Kracht, LZH Hannover

Beginn: 01.08.2012 Laufzeitende: 31.07.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.433Z>

Q6.016  
17.349 N **Passive Lasersicherheit für Hochleistungslaser im industriellen Einsatz (PaLaSi)**

Prof. Dr.-Ing. Zäh, IWB Garching

Beginn: 01.09.2012 Laufzeitende: 31.08.2014

Weitere Informationen siehe:  
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.349N>

## Fachausschuss V4 „Unterwassertechnik“



[www.dvs-forschung.de/FAV4](http://www.dvs-forschung.de/FAV4)

### Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

**Dipl.-Ing. Axel Janssen**

T +49. (0)2 11. 15 91-117

F +49. (0)2 11. 15 91-200

[axel.janssen@dvs-hg.de](mailto:axel.janssen@dvs-hg.de)

### Vorsitzender/Obmann Dipl.-Ing. Rudolf Kolbusch

KWE Ingenieurbüro, Oldenburg

### Stellvertretender Vorsitzender/Obmann Dipl.-Ing. SFI Walter Henz

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Hannover

Niederlassung der GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH

## Veranstaltungen

Sondertagung - Unterwassertechnik 2013

## Korrespondierende Gremien

- FA Q6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“ - [www.dvs-forschung.de/FAQ6](http://www.dvs-forschung.de/FAQ6)
- FA 3 „Lichtbogenschweißen“ - [www.dvs-forschung.de/FA03](http://www.dvs-forschung.de/FA03)

## Durchlaufende Forschungsvorhaben

V4.002  
16.777 N **Systematische Untersuchung von Lichtbogenprozessen für das nasse Elektrodenschweißen unter Wasser in Tiefen größer 20 Meter**

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.11.2010 Laufzeitende: 30.04.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=16.777N>

**Hydrophobierung von Stabelektroden für das Lichtbogenhandschweißen unter Wasser**

V4.004  
17.149 N

Dr. rer. nat. Diedel, FGK Höhr-Grenzhausen  
Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.05.2011 Laufzeitende: 30.04.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.149N>

V4.005  
17.333 N **Entwicklung und Qualifizierung automatisierter zerstörungsfreier Prüftechniken zur Bauwerk- und Schweißnahtprüfung unter Wasser**

Prof. Dr.-Ing. Luhmann, FH Oldenburg

Beginn: 01.11.2011 Laufzeitende: 31.10.2013

Weitere Informationen siehe:

<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.333N>

# Mitglieder der Forschungsvereinigung – die Forschungsinstitute

## Aachen

RWTH Aachen  
Institut für Eisenhüttenkunde  
Prof. Dr.-Ing. Bleck

RWTH Aachen  
Institut für Oberflächentechnik  
Prof. Dr.-Ing. Bobzin

RWTH Aachen  
Institut für Kunststoffverarbeitung  
in Industrie und Handwerk  
Prof. Dr.-Ing. Hopmann

Universitätsklinikum Aachen  
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin  
Prof. Dr. med. Kraus

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT  
Prof. Dr. rer. nat. Poprawe

RWTH Aachen  
Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik  
Prof. Dr.-Ing. Reisgen

## Berlin

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit  
und Mikrointegration IZM  
Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Lang

Technische Universität Berlin  
Institut für Mechanik  
Fachgebiet für Kontinuumsmechanik und  
Materialtheorie  
Prof. Dr.-Ing. Müller

GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH  
Niederlassung SLV Berlin-Brandenburg  
Prof. Dr.-Ing. Paulinus

Bundesanstalt für Materialforschung  
und -prüfung  
Fachgruppe V.5.5 - Sicherheit gefügter Bauteile  
Univ. Prof. Dr.-Ing. Rethmeier

Technische Universität Berlin  
Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrik-  
betrieb IWF, Fachgebiet Füge- und Beschich-  
tungstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Stark

## Braunschweig

Technische Universität Braunschweig  
Institut für Füge- und Schweißtechnik  
Prof. Dr.-Ing. Dilger

## Bremen

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und  
angewandte Materialforschung IFAM  
Prof. Dr. rer. nat. Mayer

Universität Bremen  
Bremen Center for Computational  
Materials Science  
Prof. Dr.-Ing. Ploshikhin

Bremer Institut für angewandte Strahltechnik  
Prof. Dr.-Ing. Vollertsen

## Chemnitz

CeWOTec GmbH  
Chemnitzer Werkstoff- und Oberflächentechnik  
Dr.-Ing. habil. Bouaïfi

Technische Universität Chemnitz  
Institut für Fördertechnik und Kunststoffe  
Professur Kunststoffe  
Prof. Dr.-Ing. Gehde

Technische Universität Chemnitz  
Fakultät für Elektrotechnik und Informations-  
technik  
Professur für Mikrotechnologie  
Prof. Dr.-Ing. Geßner

Technische Universität Chemnitz  
Institut für Füge- und Montagetechnik (IFMT)  
Professur Schweißtechnik  
Prof. Dr. Mayr

Technische Universität Chemnitz  
Fakultät für Maschinenbau  
Professur Verbundstoffe  
Prof. Dr.-Ing. habil. Wielage

## Clausthal-Zellerfeld

Technische Universität Clausthal  
Institut für Maschinelle Anlagentechnik  
und Betriebsfestigkeit  
Prof. Dr.-Ing. Esderts

Technische Universität Clausthal  
Institut für Schweißtechnik und  
Trennende Fertigungsverfahren  
Prof. Dr.-Ing. Wesling

## Cottbus

Brandenburgische Technische  
Universität Cottbus  
Lehrstuhl Füge- und Schweißtechnik  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Michailov

## Darmstadt

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit  
und Systemzuverlässigkeit LBF  
Prof. Dr.-Ing. Hanselka

Zentrum für Konstruktionswerkstoffe  
Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt  
Fachgebiet und Institut für Werkstoffkunde  
Prof. Dr.-Ing. Oechsner

## Dortmund

Technische Universität Dortmund  
Lehrstuhl für Werkstofftechnologie  
Fakultät Maschinenbau  
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Tillmann

## Dresden

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer-Institut für  
Werkstoff- und Strahltechnik IWS  
Prof. Dr. Beyer

Technische Universität Dresden  
Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik  
Professur für Fügetechnik und Montage  
Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel

IMA Materialforschung und  
Anwendungstechnik GmbH  
Dr.-Ing. Hanel

Technische Universität Dresden  
Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik  
in der Elektronik  
Prof. Dr.-Ing. habil. Wolter

## Duisburg

GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH  
Niederlassung SLV Duisburg  
Dipl.-Ing. Mährlein

## Erlangen

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Kunststofftechnik  
Prof. Dr.-Ing. Drummer

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und  
Produktionssystematik  
Prof. Dr.-Ing. Franke

Bayerisches Laserzentrum GmbH  
Prof. Dr.-Ing. Schmidt

## Fellbach

GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH  
Niederlassung SLV Fellbach  
Dipl.-Ing. Roth

## Freiburg

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM  
Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Mikrosystemtechnik  
Aufbau- und Verbindungstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Wilde

**Garbsen**

Leibniz Universität Hannover  
Institut für Werkstoffkunde  
Prof. Dr.-Ing. Maier

**Garching**

Technische Universität München  
Institut für Werkzeugmaschinen  
und Betriebswissenschaften  
Prof. Dr.-Ing. Zäh

**Geesthacht**

Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Zentrum für Material- und  
Küstenforschung GmbH  
Prof. Dr. Kaysser

**Halle**

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt  
Halle GmbH  
Dr.-Ing. Ströfer

**Hamburg**

Helmut-Schmidt-Universität  
Universität der Bundeswehr Hamburg  
Institut für Werkstofftechnik  
Laboratorium für Werkstoffkunde  
Prof. Dr.-Ing. Klassen

**Hannover**

Laser Zentrum Hannover e. V.  
Dr.-Ing. Kracht

GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH  
Niederlassung SLV Hannover  
Dr.-Ing. Mittelstädt

**Ilmenau**

Technische Universität Ilmenau  
Fakultät Maschinenbau  
Fachgebiet Fertigungstechnik  
Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann

**Itzehoe**

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer-Institut für  
Siliziumtechnologie ISIT  
Prof. Dr.-Ing. Benecke

**Jena**

Günter-Köhler-Institut für  
Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH  
Dr. Sändig

**Kaiserslautern**

Technische Universität Kaiserslautern  
Lehrstuhl für Werkstoffkunde  
Prof. Dr.-Ing. habil. Eifler

**Kassel**

Universität Kassel  
Institut für Produktionstechnik und Logistik  
Fachgebiet Trennende und Fügende  
Fertigungsverfahren  
Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Böhm

Universität Kassel  
Institut für Werkstofftechnik  
Fachgebiet Kunststofftechnik  
Professor Dr.-Ing. Heim

Universität Kassel  
Fachbereich Bauingenieurwesen  
Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens  
Prof. Dr.-Ing. habil. Schmidt

**Krefeld**

Hochschule Niederrhein  
Fachbereich Maschinenbau  
und Verfahrenstechnik  
Funktionswerkstoffe und Beschichtungen  
Prof. Dr.-Ing. Wilden

**Magdeburg**

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Institut für Werkstoff- und Fügetechnik  
Lehrstuhl Fügetechnik  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jüttner

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Fakultät für Elektrotechnik und  
Informationstechnik  
Institut für Elektrische Energiesysteme  
Prof. Dr.-Ing. Lindemann

**München**

GSI - Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH  
Niederlassung SLV München  
Prof. Dr.-Ing. Cramer

**Neubiberg**

Universität der Bundeswehr München  
Fakultät für Elektrotechnik und  
Informationstechnik  
Institut für Plasmatechnik und Grundgebiete  
der Elektrotechnik  
Prof. Dr.-Ing. Schein

**Paderborn**

Universität Paderborn  
Fakultät für Maschinenbau  
Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik  
Prof. Dr.-Ing. Meschut

Kunststofftechnik Paderborn  
Prof. Dr.-Ing. Moritzer

Kunststofftechnik Paderborn  
Universität Paderborn  
Lehrstuhl für Kunststoff- und  
Kautschukverarbeitung  
Prof. Dr.-Ing. Schöppner

**Rostock**

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt  
Mecklenburg-Vorpommern GmbH  
Dipl.-Phys. Hoffmann

**Saarbrücken**

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.  
Fraunhofer-Institut für  
Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP  
Prof. Dr.-Ing. Boller

**Schmalkalden**

Gesellschaft für Fertigungstechnik und  
Entwicklung Schmalkalden e. V.  
Dr.-Ing. Barthelmä

**Stuttgart**

Universität Stuttgart  
Institut für Strahlwerkzeuge  
Prof. Dr. rer. phil. Graf

Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart  
Prof. Dr.-Ing. habil. Roos

**Wissen**

Technologie-Institut für Metall  
und Engineering GmbH  
Dr.-Ing. Polzin

**Würzburg**

Süddeutsches Kunststoffzentrum e. V.  
Prof. Dr.-Ing. Bastian

## Das Team der Forschungsvereinigung



**Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck | Geschäftsführung**

T +49. (0)2 11. 15 91-173  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
jens.jerzembeck@dvs-hg.de  
**Fachausschüsse 1, 2, Q6**



**Dipl.-Ing. Andrea Pierschke | Stellvertretende Leiterin**

T +49. (0)2 11. 15 91-113  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
andrea.pierschke@dvs-hg.de  
**Projektadministration**



**Dipl.-Ing. Christoph Eßer-Ayertey**

T +49. (0)2 11. 15 91-178  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
christoph.esser@dvs-hg.de  
**Fachausschüsse 6, 13**



**Dipl.-Ing. Axel Janssen**

T +49. (0)2 11. 15 91-117  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
axel.janssen@dvs-hg.de  
**Fachausschüsse 4, 11, V4**



**Marcus Kubanek**

T +49. (0)2 11. 15 91-120  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
marcus.kubanek@dvs-hg.de  
**Fachausschüsse 5, 9, GA-K, GA I2**



**Dipl.-Ing. Rockhard Zsehra**

T +49. (0)2 11. 15 91-123  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
rockhard.zsehra@dvs-hg.de  
**Fachausschuss 3**



**Dipl.-Ing. Michael Weinreich**

T +49. (0)2 11. 15 91-279  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
michael.weinreich@dvs-hg.de  
**Fachausschüsse 7, 10**



**Jutta Altenburger**

T +49. (0)2 11. 15 91-181  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
jutta.altenburger@dvs-hg.de  
**Sekretariat**



**Diana Otten**

T +49. (0)2 11. 15 91-180  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
diana.otten@dvs-hg.de  
**Projektadministration**



**Christian Habel**

T +49. (0)2 11. 15 91-118  
F +49. (0)2 11. 15 91-200  
christian.habel@dvs-hg.de  
**System-Administration**

## Impressum

### Herausgeber

**Forschungsvereinigung Schweißen  
und verwandte Verfahren e. V. des DVS**

Aachener Straße 172  
40223 Düsseldorf  
[www.dvs-forschung.de](http://www.dvs-forschung.de)

### Redaktion

**Christian Habel  
Jens Jerzembeck  
Marcus Kubanek  
Andrea Pierschke**

### Titelfoto

**Schliffbild einer Laserstrahlschweißung einer  
austenitischen FeMn-Verbindung**

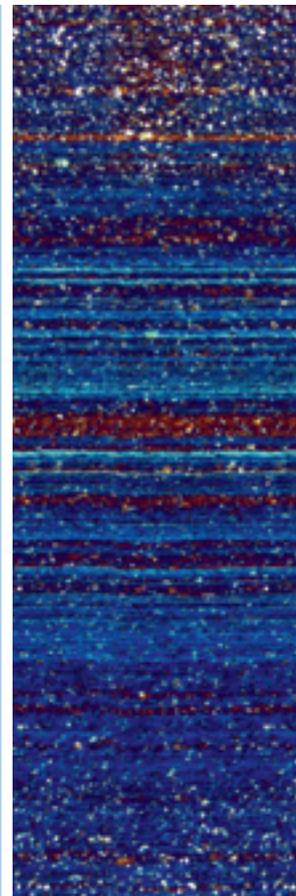
mit freundlicher Genehmigung  
Professor Dr.-Ing. K. Dilger  
Institut für Füge- und Schweißtechnik (Werkstoffe und Analytik)  
Technische Universität Braunschweig

### Gestaltung

**DVS Media GmbH**  
Düsseldorf

### Druck

**das druckhaus beineke dickmanns GmbH**  
Korschenbroich



**Forschungsvereinigung Schweißen  
und verwandte Verfahren e. V. des DVS**

Aachener Straße 172  
D-40223 Düsseldorf

T +49. (0)2 11. 15 91-1 13  
F +49. (0)2 11. 15 91-2 00

[info@dvs-forschung.de](mailto:info@dvs-forschung.de)  
[www.dvs-forschung.de](http://www.dvs-forschung.de)