



Geschäftsbericht 2016

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

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

die Forschungsvereinigung des DVS hat ihre Aktivitäten im Jahr 2016 erfolgreich fortgesetzt. Erneut hat sie ihre fachlichen und strategischen Kompetenzen unter Beweis gestellt und gezeigt, dass sie ein stabiler und verlässlicher Partner für ihre Mitglieder aus Forschung und Industrie ist.

Die Forschungsförderung in Deutschland wird fortlaufend kritisch diskutiert. Seit einigen Jahren zeichnet sich deutlich ab, dass die Innovationsintensität im Mittelstand stetig zurückgeht. In den letzten UNESCO-Wissenschaftsberichten rangierte Deutschland bei den Ausgaben für Forschung und Entwicklung in Bezug auf das Bruttoinlandsprodukt mit Werten um die 3% nur noch auf Rang 9 in der Welt, Tendenz fallend. Dieser Trend spiegelte sich auch in der Fördermittelentwicklung für die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) der letzten Jahre wider. Da ist es umso erfreulicher, dass in 2016 zwei für die IGF sehr positive Entwicklungen zu verzeichnen waren. Diese Maßnahmen sind auch ein sehr motivierendes Signal für die Unternehmen der Fügetechnik:

Als neue Fördermaßnahme der IGF wurde im Frühjahr 2016 vom BMWi gemeinsam mit der AiF die „Forschungsallianz Energiewende“ (FAE) gestartet. Das BMWi wird in den nächsten drei Jahren 18 Mio. Euro aus dem Budget der Energieforschung zusätzlich zur IGF-Förderung für Projekte mit besonderem Bezug zu den Schwerpunkten der Förderbekanntmachung im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms bereitstellen.

Eine weitere, äußerst positive Nachricht des Jahres 2016 war die Mitteilung der AiF, dass vom Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages für die Industrielle Gemeinschaftsforschung für das Jahr 2017 zusätzliche Haushaltsmittel in Höhe von 30 Mio. EUR und für die kommenden Jahre Verpflichtungsermächtigungen in Höhe von 48 Mio. EUR bewilligt wurden. Die Forschungsvereinigung wird ihren Möglichkeiten entsprechend ihre Mitglieder bestmöglich an diesen Mitteln partizipieren zu lassen.

In 2016 erzielte die Forschungsvereinigung gemeinsam mit ihren Projektpartnern einen Aufwuchs der eingeworbenen Fördermittel auf insgesamt 9,9 Mio. EUR. Es wurden 111 Projekte bearbeitet. Davon wurden 37 Projekte neu begonnen, 42 weitergeführt und 32 erfolgreich abgeschlossen.

Ein erfolgreicher Ergebnistransfer hat für die Forschungsvereinigung eine besondere Priorität. Neben einem Transfer in das DVS-Regelwerk werden zahlreiche weitere Maßnahmen erfolgreich realisiert. Mit der Förderung der DVS-IIW Young Professionals hat die Forschungsvereinigung maßgeblich mit dazu beigetragen, dass 25 Nachwuchswissenschaftler aktuelle Ergebnisse der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung im Rahmen der IIW Annual Assembly in Melbourne auf internationaler Ebene mit weltweit führenden Fachleuten der Branche diskutieren konnten.

Wie muss sich die Forschungsvereinigung aber aufstellen, um auch zukünftig an diese Erfolge anzuknüpfen? Im Vorstand und im Forschungsrat wurde hierfür eine umfassende Strategiediskussion angestoßen, mit dem Ziel, die zukünftigen Herausforderungen für die Fügetechnik mit allen Partnern konsequent anzunehmen und zukunftsweisende Lösungen bereitzustellen. Die Ergebnisse der Strategieentwicklung sollen zur Weltleitmesse SCHWEISSEN & SCHNEIDEN 2017 veröffentlicht werden.

Im vorliegenden Geschäftsbericht 2016 finden Sie nun Zahlen und Fakten des vergangenen Jahres ebenso wie zahlreiche Einblicke in aktuelle und zukünftige Highlights der Forschungsvereinigung.

Für die Förderung und Unterstützung der im Jahr 2016 erfolgreich geleisteten Arbeit in der IGF danken wir dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und der AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.

Ganz besonders danken wir allen unseren Mitgliedern und Partnern für ihr herausragendes Engagement rund um die fügetechnische Gemeinschaftsforschung!

Dr.-Ing. Godehard Schmitz

Vorsitzender

Renningen/Düsseldorf im April 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgaben und Strukturen	05
2	Fügetechnische Gemeinschaftsforschung 2016.....	14
3	Forschungsschwerpunkte und Forschungsfelder 2016	18
4	Forschungskooperationen	25
5	Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung	33
6	Forschende Mitglieder der Forschungsvereinigung	93
	Das Team der Forschungsvereinigung	95
	Impressum	99

Aufgaben und Strukturen

Fügetechnische Gemeinschaftsforschung im DVS – eine erfolgreiche Partnerschaft zwischen Industrie, Forschung und Staat

Die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS ist eine moderne, professionell und serviceorientiert ausgerichtete Institution für die Fügetechnik. Als forschungsfördernde Einrichtung in Gestalt eines gemeinnützig eingetragenen Vereins bietet sie über ihre Fachausschüsse der Fachwelt und der interessierten Öffentlichkeit werkstoff-, verfahrens- und branchenspezifische Forschungsschwerpunkte rund um das Fügen, Trennen und Beschichten. Die Fachausschüsse decken dabei thematisch die gesamte Wertschöpfungs- und Prozesskette der Fügetechnik ab.

Fügetechnische Gemeinschaftsforschung – Eine enge Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft



Zentrales Tätigkeitsfeld der Forschungsvereinigung des DVS ist die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) auf den Gebieten des Fügens, Trennens und Beschichtens.

Mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF) als starken Partnern wird speziell kleinen und mittelständischen Unternehmen über die IGF ein direkter Zugang zu anwendungsbezogener Forschung ermöglicht (Bild 1). Dies sind Unternehmen, die einen Jahresumsatz von nicht mehr als 125 Millionen Euro aufweisen.



Bild 1: Partner und Umsetzung der IGF

Die Projekte der IGF werden von Forschungsstellen im Auftrag der Forschungsvereinigung des DVS durchgeführt. Die Forschungsvereinigung kooperiert mit geeigneten und fachlich ausgewiesenen Forschungseinrichtungen öffentlicher oder privater Rechtsträger zur Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen auf dem Gebiet der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik.

Im Netzwerk der Forschungsvereinigung engagieren sich erfolgreich mehr als 500 Experten aus Industrie und Wissenschaft. Jährlich werden über 100 laufende Forschungsprojekte unterstützt und begleitet. Über die inhaltliche Themenvielfalt ist die Forschungsvereinigung interdisziplinär ausgerichtet und aufgeschlossen für unterschiedliche branchenübergreifende Forschungsk Kooperationen.

Derzeit kooperiert sie branchenübergreifend mit folgenden technisch-wissenschaftlichen Vereinigungen und Industrieverbänden (u.a.):

- AWT – Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik, e. V., Bremen
- CMT – Center of Maritime Technologies e. V., Hamburg
- DASt – Deutscher Ausschuss für Stahlbau e. V., Düsseldorf
- DECHEMA – Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V., Frankfurt a. M.
- EFDS – Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V., Dresden
- EFB – Europäische Gesellschaft für Blechverarbeitung e. V., Hannover
- Fördergemeinschaft für das Süddeutsche Kunststoff-Zentrum FSKZ e. V., Würzburg
- GFal – Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V., Berlin
- GfKORR Gesellschaft für Korrosionsschutz e. V., Frankfurt a. M.
- FAT – Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V., Berlin
- Forschungskuratorium Maschinenbau e. V., Frankfurt a. M.
- FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf
- IVTH – Internationaler Verein für Technische Holzfragen e. V., Braunschweig
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf

Sie wird dabei durch eine Vielzahl von Unternehmern und Spezialisten entlang der Wertschöpfungskette begleitet und unterstützt. Aus der Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Experten aus den Unternehmen und den Wissenschaftlern der Forschungsinstitute entstehen auf diese Weise wertvolle Wissensnetzwerke.

Die Forschungsvereinigung: Ein zuverlässiger Partner und Dienstleister für moderne Industrieunternehmen – praxisnah, zukunftsweisend und erfolgreich

Ein unschätzbare Vorteil für die Unternehmen ist vor allem der direkte Dialog mit der Wissenschaft:

- Initiieren von Forschungsprojekten mit eigenen thematischen Inhalten
- Teilhabe bei der Gestaltung der Projektinhalte und -abläufe
- Direkte und kontinuierliche Begleitung von Forschungsprojekten

Die Unternehmen profitieren aus erster Hand und exklusiv von aktuellen Forschungsergebnissen, die umgehend in die Entwicklungs-, Planungs- und Fertigungsprozesse der Unternehmen einfließen können. Neben der Industriellen Gemeinschaftsforschung bietet die Forschungsvereinigung ihren Mitgliedern weitere vielfältige und exklusive Leistungen an, z.B.:

- Ausführliche Informationen und Publikationen zu aktuellen Forschungsergebnissen
- Umfassende Unterstützung bei der Erstellung von IGF-Projektanträgen
- Individuelle Beratung
- Zugang zum umfangreichen DVS-Netzwerk
- Branchenbezogene Recherchen rund um Forschung und Entwicklung
- Wissenschaftliche Kolloquien und Seminare
- Forschungsstudien



Die Mitglieder der Forschungsvereinigung haben die Möglichkeit, alle wichtigen Dokumente sowie Projekt- und Fachausschussinformationen herunterzuladen:

www.dvs-forschung.de

Aufgaben und Funktion der Fachausschüsse

Mit ihren Fachausschüssen stellt die Forschungsvereinigung die zentrale Expertenplattform für die Industrielle Gemeinschaftsforschung in der Fügetechnik in Deutschland dar. Alle Abläufe der IGF, von der Ideenfindung bis zum Ergebnistransfer, werden unter zentraler Einbindung von Industrie und Wissenschaft professionell durch die Fachausschüsse organisiert und begleitet (Bild 2).

- Benennen von Forschungsbedarf in Form einer Fragestellung von kleinen und mittelständischen Unternehmen
- Formulieren einer Projektskizze durch Forschungsstellen
- Vorbewerten der Projektskizze im Online-Verfahren
- Vorstellen, diskutieren und entscheiden über die Projektskizze in der Sitzung des Fachausschusses
- Einreichen des ausgearbeiteten Forschungsanträge bei der AiF
- Begutachten 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, Umsetzen und Nutzen der Projektergebnisse in den Unternehmen
- Entwicklungen von Regelwerken (DVS-Merkblätter und -Richtlinien und Normen) aus den Projektergebnissen

Bild 2: Umsetzung von Forschungsbedarf

Die Fachausschüsse sind die entscheidenden Gremien, in denen Forschungsideen in Form von Projektskizzen von Forschungsstellen eingebracht, von den Vertretern der Industrie konkretisiert und für die weitere Begutachtung durch die AiF bewertet und gegebenenfalls empfohlen werden (Bild 3). Sie sind darüber hinaus offene Diskussionsforen für neue, laufende und abgeschlossene Forschungsprojekte. Diese umfassen neben weiter aufstrebenden Themen wie den additiven Fertigungsverfahren und der Klebtechnik auch „klassische“ Fügetechnologien wie das Lichtbogen-, Strahl- und Widerstandsschweißen oder das Löten. Mit gleicher Aufmerksamkeit werden auch Inhalte zur

Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz, zur Schweißmetallurgie und zum Werkstoffverhalten, aber auch Themenfelder wie Konstruktion, Festigkeit, Berechnung und Simulation betrachtet.

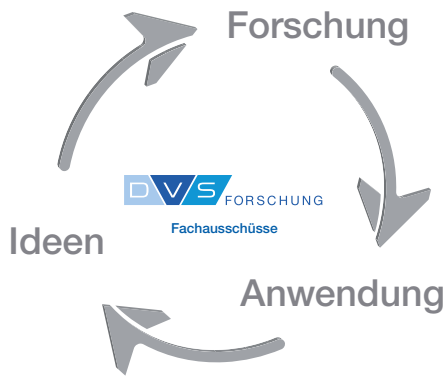


Bild 3: Fügetechnische Gemeinschaftsforschung

Neue Leitthemen wie „Fügetechnik für die Windenergie“ und „Industrie 4.0“ hat die Forschungsvereinigung umgehend aufgenommen. Durch beauftragte Studien wurden diese Themen bewertet und thematisch in die Fachausschüsse zurückgespiegelt. Dort werden in konkreten Forschungsprojekten Lösungen für die Industrie entwickelt und umgesetzt.

Unternehmen und Forschungsinstitute als enge Projektpartner

Das Durchführen der Forschungsprojekte geschieht unter direkter Beteiligung der Unternehmen. Das geschieht über projektbegleitenden Ausschüsse (PAs). Hier findet die Interaktion zwischen Unternehmen und Instituten in den Projekten statt. Die beteiligten Unternehmen können direkten Einfluss auf Projekte nehmen, diese gegebenenfalls während der Durchführung inhaltlich anpassen, Forschungsergebnisse aus erster Hand erhalten und diese bereits während der Laufzeit des Projekts nutzen.

Beteiligung der Unternehmen an allen Projektschritten – Weichenstellung für einen erfolgreichen Ergebnistransfer

Die projektbegleitenden Ausschüsse sind ein wesentliches Instrument, um den Praxisbezug und die kmU-Relevanz in der IGF sicherzustellen. Eine möglichst frühzeitige Beteiligung von Industrievertretern an allen Projektschritten ebnet den Weg für einen schnellen Wissenstransfer in die Unternehmen, im Idealfall für einen konformen Verlauf von Forschungsarbeit und Ergebnissenutzung. Frühzeitig einbinden bedeutet, potenzielle Mitglieder für den PA bereits in die Projektgenese einzubinden. Die Zusammensetzung des PA hat daher einen wichtigen Einfluss auf den Ergebnistransfer im Projektverlauf und nach Projektabschluss. Es kommt deshalb darauf an, möglichst die gesamte Wertschöpfungskette, die mit den Ergebnissen des jeweiligen Forschungsprojekts verbunden ist, im PA abzubilden. Während der PA-Sitzungen werden nicht „nur“ die Ergebnisse diskutiert, sondern auch alle relevanten Fragen, die mit der weiteren Projektentwicklung zusammenhängen.

Allgemeine und individuelle Nutzung der Forschungsergebnisse

Die Forschungsergebnisse werden anschließend über verschiedene Mechanismen in die Unternehmen transferiert und dort umgesetzt. Sie dienen aber auch gleichzeitig dazu, den Stand der Technik fortzuschreiben. Daraus resultieren unter anderem die Entwicklung von Qualifizierungsmaßnahmen im Rahmen der Aus- und Weiterbildung des DVS sowie die Erarbeitung von fügetechnischen DVS-Regelwerken und Normen.

Transfer der Forschungsergebnisse

Mit entscheidend für einen schnellen Transfer der Forschungsergebnisse sind die in den projektbegleitenden Ausschüssen beteiligten 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 DVS-Fachzeitschriften und anderen Publikationen (**Bild 4**, nächste Seite) wie in den Kongressbänden der DVS Media GmbH sowie die Weitergabe der Schlussberichte dar.

Veröffentlichungen 2016 in DVS-Fachzeitschriften

- 23 Veröffentlichungen in „Schweissen & Schneiden“
- 3 Veröffentlichungen in „Joining Plastics – Fügen von Kunststoffen“
- 1 Veröffentlichungen in „Thermal Spray Bulletin“
- 7 Veröffentlichungen in „Welding & Cutting“

Bild 4: Veröffentlichungen 2016

Auch im Jahr 2016 wurde im DVS-Netzwerk eine Vielzahl technisch-wissenschaftlicher Veranstaltungen durchgeführt (Bild 5). Von den Inhalten partizipierten neben den Unternehmen aus den projektbegleitenden Ausschüssen auch die Unternehmen, die nicht unmittelbar an IGF-Forschungshaben beteiligt waren, sich gleichwohl aber umfassend informieren wollten.

Erfolgreicher Ergebnistransfer aus Forschungsprojekten in DVS-Regelwerke

Die intensive Vernetzung der Aktivitäten zwischen der Forschungsvereinigung und des Ausschusses für Technik (AfT) im DVS ergab auch in 2016 wieder zahlreiche Transfer- um Umsetzungsmaßnahmen in Form neuer DVS-Regelwerke für Industrie und Handwerk. Aber auch der Transfer in bereits bestehende DVS-Merkblätter und -Richtlinien wurde erfolgreich fortgeführt. Damit wird der Stand der Technik im DVS-Regelwerk auch über die Berücksichtigung neuester Forschungsergebnisse konsequent fortgeschrieben.

Technisch-wissenschaftliche Veranstaltungen mit Beteiligung der Forschungsvereinigung im Jahr 2016

März

16. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“ 2016, Köln

April

Workshop „Lichtbogenphysik“, Düsseldorf
9th International Congress and Exhibition on Aluminium Brazing

Mai

ITSC 2016 – International Thermal Spray Conference and Exposition, Shanghai, P.R.China

Juni

LÖT 2016 – 11th International Conference on Brazing, High Temperature Brazing and Diffusion Bonding, Aachen

Juli

69. IIW Annual Assembly & International Conference 2016, Melbourne, Australia
(DVS-IIW Young Professionals)

September

DVS CONGRESS mit DVS-Studentenkongress, Leipzig

Oktober

7. INDIA ESSEN WELDING & CUTTING (IEWC) mit International Welding Symposium IWS 2K16, Mumbai, India

November

Gemeinschaftskolloquium FA 4 / AG V 3 Widerstandsschweißen, Paderborn

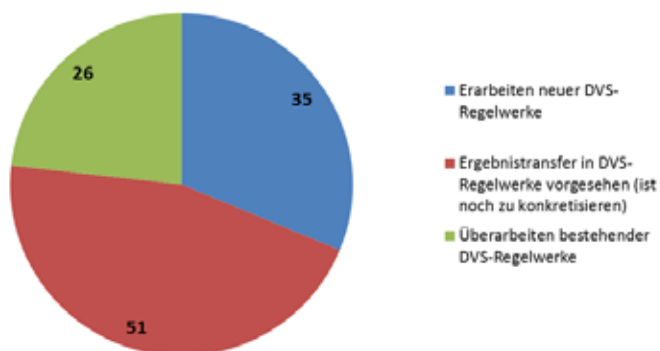
Gemeinschaftskolloquium FA 10 / AG A2 / AG V6.2 „Mikroverbindungstechnik“, Aachen

Dezember

6. Fügetechnisches DVS/EFB-Gemeinschaftskolloquium 2016 „Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fügetechnik“, München

Bild 5: Ergebnistransfer durch Fachveranstaltungen mit Beteiligung der Forschungsvereinigung

Ergebnistransfer in DVS-Regelwerke



Weitere Instrumente zur Förderung der fūgetechnischen Gemeinschaftsforschung

Neben dem IGF-Normalverfahren nutzt die Forschungsvereinigung weitere Fōrdervarianten für die fūgetechnische Gemeinschaftsforschung.

CORNET („COLlective Research NETworking“)

Die Forschungsvereinigung engagiert sich nach wie vor intensiv bei der Teilnahme am Förderprogramm CORNET, einer Vernetzung von nationalen und regionalen Programmen der internationalen Gemeinschaftsforschung. Bisher wurden von der Forschungsvereinigung zwanzig CORNET-Projekte erfolgreich durchgeführt; Tendenz steigend.

Kooperationen mit anderen Forschungsvereinigungen und Verbänden

Mit der Bildung von Gemeinschaftsausschüssen auf den Fachgebieten „Klebtechnik“ und „Anwendungsnahe Schweißsimulation“ wurden auf verschiedenen Forschungsfeldern weitreichende, branchenübergreifende, interdisziplinäre Kooperationen mit anderen AiF-Forschungsvereinigungen geschaffen, die 2016 erfolgreich fortgeführt wurden. Darüber hinaus kooperiert die Forschungsvereinigung projektbezogen bei Bedarf auch branchenübergreifend mit weiteren Forschungsvereinigungen.

DVS FORSCHUNG

**WIR MACHEN WIND
NEUE PERSPEKTIVEN DURCH DIE FÜGETECHNIK**

www.dvs-forschung.de

Mitglieder in der Forschungsvereinigung

Insgesamt haben im Berichtszeitraum 555 Mitglieder in der Forschungsvereinigung mitgewirkt (**Bild 6**), darunter 345 Industrieunternehmen, 128 Körperschaften sowie 82 Forschungsinstitute. Zu den Forschungsinstituten gehören 8 Forschungsinstitute des DVS, 44 Hochschulinstitute, 13 Fraunhofer-Institute sowie 17 sonstige Forschungsinstitute.

Eine Mitgliedschaft in der Forschungsvereinigung steht allen Unternehmen und Forschungsstellen aus der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik offen.

Mitglieder der Forschungsvereinigung	
345	Industrieunternehmen
128	Körperschaften
8	DVS-Forschungsinstitute (5 GSI-Mitglieder / 2 SLVs / 1 ifw)
44	Hochschulinstitute
13	Fraunhofer-Institute
17	Sonstige Forschungsinstitute
555	Mitglieder

Bild 6: Mitglieder der Forschungsvereinigung

Der Vorstand

Die Forschungsvereinigung wird von einem 4-köpfigen Vorstand geleitet (**Bild 7**).



Dr.-Ing. Godehard Schmitz (Vorsitzender)

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



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

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



*Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner
(Stellvertretender Vorsitzender)*

Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF),
Lehrstuhl Fügetechnik,
Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg



*Dr.-Ing. Roland Boecking
(Mitglied des Vorstandes)*

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

Bild 7: Die Mitglieder des Vorstandes

Strategien der Forschungsvereinigung 2016

Die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS hat in 2016 eine umfassende Strategiediskussion angestoßen. Mit dem Ziel die Herausforderungen der Fügetechnik konsequent mit allen Partnern anzunehmen und zukunftsweisende Lösungen bereitzustellen, hat sich der Vorstand der Forschungsvereinigung zu einer ganzheitlichen Betrachtung des Vereins entschieden. Im Ergebnis soll das Konzept „Forschungsvereinigung 2021“ neue Perspektiven eröffnen und zielgerichtete Arbeitswege festlegen.

Nach dem Kick-off im August 2016 wurde auf der Sitzung des Forschungsrates am 15. November 2016 in Köln die Strategiediskussion erfolgreich fortgesetzt. Nach Festlegen der Ziele und der strategischen Ausrichtung folgte im Forschungsrat ein Austausch über die inhaltliche Ausrichtung. In einer offenen Diskussion wurden perspektivische Ansätze zu den Zukunftsfeldern „Equipment“, „Anwendung/Technologie“, „Digitalisierung/Simulation“ und „Werkstoffverhalten/-eigenschaften“ wegweisend festgelegt.

Im Folgenden wird der Vorstand die erarbeiteten Ergebnisse auswerten und zusammen mit den zuvor erarbeiteten Zielen Vorschläge für eine strukturelle Ausrichtung der Forschungsvereinigung erstellen. Auf der nächsten Sitzung des Forschungsrates am 21. Juni 2017 soll ein ganzheitlicher Konzeptentwurf vorgestellt werden.

Zur Weltleitmesse SCHWEISSEN & SCHNEIDEN 2017 ist die Veröffentlichung der Ergebnisse vorgesehen.

Der Forschungsrat

Der Forschungsrat übt eine Lenkungs- und Koordinierungsfunktion aus. Er 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 erforderliche Prioritätensetzung im Hinblick auf geplante Forschungsprojekte.

Bild 8 (nächste Seite) zeigt die Mitglieder des Forschungsrates.

Wahlen zum Forschungsrat

Am 15. November 2016 wurden für eine Amtszeit vom 1. Januar 2017 bis zum 31. Dezember 2020 neu in den Forschungsrat gewählt:

■ Dr.-Ing. S. Jahn

Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH (ifw), Jena

■ Dr.-Ing. B. Jaeschke

Lorch Schweißtechnik GmbH, Auenwald

Als ex officio Mitglieder des Forschungsrates

Dr. rer. nat. A. Ilin, Robert Bosch GmbH, Renningen/Stuttgart, durch die Wahl zum neuen Vorsitzenden des FA 12 „Anwendungsnahe Schweißsimulation“.

Dr.-Ing. J. Rudolph, AREVA GmbH, Erlangen, durch die Wahl zum neuen Vorsitzenden des FA 9 „Konstruktion und Festigkeit“.

Als ex officio Mitglied laut Satzung

Prof. Dr.-Ing. U. Reisgen, Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik, RWTH Aachen, durch die Wahl zum neuen Vorsitzenden des Ausschusses für Technik (AFT) im DVS.

Als neuer Rechnungsprüfer wurde für eine Amtszeit vom 1. Januar 2017 bis zum 31. Dezember 2020 gewählt:

■ Prof. Dr.-Ing. D. von Hofe, Krefeld

Rechnungsprüfer werden im Forschungsrat als Gäste geführt.

Aus dem Forschungsrat ausgeschieden sind:

■ Dr.-Ing. M. Koschlig, Villingen-Schwenningen

■ Prof. Dr.-Ing. habil. K.-J. Matthes, Meerande

■ Dr.-Ing. K. Middeldorf, vormals GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH, Duisburg

■ Dr.-Ing. S. Sändig, OptoNet e. V. - Photoniknetzwerk Thüringen

■ Dr.-Ing. S. Trube, Schunk Sonosystems GmbH

An dieser Stelle sei allen ausgeschiedenen Mitgliedern des Forschungsrates für ihr besonderes Engagement gedankt.

Mitglieder des Forschungsrates (Stand: März 2017)

Vorsitzender der Forschungsvereinigung**Dr.-Ing. G. Schmitz**

Robert Bosch GmbH, Renningen
Vorsitzender des FA 10 „Mikroverbindungstechnik“
(Amtszeit bis 31.12.2019)

Stellvertretende Vorsitzende der Forschungsvereinigung**Dr.-Ing. W. Scheller**

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH,
Duisburg
Vorsitzender des FA 3
„Lichtbogenschweißen“
(Amtszeit bis 31.12.2019)

Prof. Dr.-Ing. S. Jüttner

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Werkstoff- und Fügetechnik
Lehrstuhl Fügetechnik
(Amtszeit bis 31.12.2017)

Ehrenmitglieder**Dr. rer. nat. A. Farwer**

Eriskirch

Dr.-Ing. W. Lehrheuer

Aachen

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

Ritterhude

Gewählte Mitglieder des Forschungsrates**Prof. Dr.-Ing. habil. J.-P. Bergmann**

FG Fertigungstechnik,
Technische Universität Ilmenau
(Amtszeit bis 31.12.2019)

Dipl.-Ing. H. Beschow

Eisenbahn Bundesamt, Bonn
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Prof. Dr.-Ing. K. Bobzin

IOT, RWTH Aachen
(Amtszeit bis 31.12.2019)

Dr.-Ing. M. Boretius

Listemann AG, Eschen (LI)
(Amtszeit bis 31.12.2017)

Prof. Dr.-Ing. K. Dilger

ifs, Technische Universität Braunschweig
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Prof. Dr.-Ing. habil. U. Füssel

IF, Technische Universität Dresden
(Amtszeit bis 31.12.2018)

Dr.-Ing. J. Härtl

KUKA Systems GmbH, Augsburg
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Dr.-Ing. T. Harrer

Trumpf Laser- und Systemtechnik
GmbH & Co. KG, Ditzingen
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Dr.-Ing. S. Hartmann

obz innovations GmbH, Bad Krozingen
(Amtszeit bis 31.12.2017)

Prof. Dr.-Ing. S. Keitel

Schweißtechnische Lehr- und
Versuchsanstalt SLV Halle GmbH
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Dr.-Ing. B. Jaeschke

Lorch Schweißtechnik GmbH, Auenwald
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Dr.-Ing. S. Jahn

Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werk-
stoffprüfung GmbH (ifw), Jena
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Prof. Dr.-Ing. habil. T. Lampke

IWW, Technische Universität Chemnitz
(Amtszeit bis 31.12.2017)

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

IFMT, Technische Universität Chemnitz
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Prof. Dr.-Ing. G. Meschut

LWF, Universität Paderborn
(Amtszeit bis 31.12.2017)

E. Miklos

Linde AG Geschäftsbereich Linde Gas AG,
Unterschleißheim
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Dipl.-Ing. S. Müller

AUDI AG, Neckarsulm
(Amtszeit bis 31.12.2020)

Dr. rer. nat. Lutz Nickenig

Messer Cutting Systems GmbH,
Groß-Umstadt
(Amtszeit bis 31.12.2019)

Prof. Dr.-Ing. M. Rethmeier

Fachbereich 9.3, Bundesanstalt für
Materialforschung und -prüfung, Berlin
(Amtszeit bis 31.12.2018)

Prof. Dr.-Ing. V. Wesling

ISAF, Technische Universität Clausthal
(Amtszeit bis 31.12.2018)

Dr.-Ing. H.-J. Wieland

Stahlinstitut VDEh, Düsseldorf
(Amtszeit bis 31.12.2020)

**Vorsitzende der Fachausschüsse –
Ex Officio Mitglieder****Dr.-Ing. M. Schmitz-Niederer**

voestalpine Böhler Welding Germany GmbH,
Hamm
Vorsitzender des FA 1 „Schweißmetallurgie und
Werkstoffverhalten“

Dr.-Ing. G. Bloeschies

Baumann Plasma Flame Technik AG,
Höri b/Bülach (CH)
Vorsitzender des FA 2 „Thermisches Beschichten
und Autogentechnik“

Dr.-Ing. K. Pöhl

Matuschek Messtechnik GmbH, Alsdorf
Vorsitzender des FA 4 „Widerstandsschweißen“

Dr.-Ing. A. Meyer

RIFTEC GmbH, Geesthacht
Vorsitzender des FA 5 „Sonderschweißverfahren“

Dr.-Ing. R. Holtz

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

Dipl.-Ing. I. Reinkensmeier

Siemens AG Energy, Berlin
Vorsitzender des FA 7 „Löten“

Dr.-Ing. J. Rudolph

AREVA GmbH, Erlangen
Vorsitzender des FA 9 „Konstruktion und Festig-
keit“

Dr.-Ing. J. Natrop

KLN Ultraschall AG, Heppenheim
Vorsitzender des FA 11 „Kunststofffügen“

Prof. Dr.-Ing. A. Gebhardt

Centrum für Prototypenbau GmbH, Erkelenz
Vorsitzender des FA 13 „Generative Fertigungsver-
fahren – Rapidtechnologien“

Dr.-Ing. habil. E. Schubert

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

Dr. rer. nat. A. Ilin

Robert Bosch GmbH, Renningen/Stuttgart
Vorsitzender des FA I2 „Anwendungsnahe
Schweißsimulation“

Dipl.-Ing. R. Kolbusch

KWE Ingenieur-Büro, Oldenburg
Vorsitzender des FA V4 „Unterwassertechnik“

Gäste**Dr.-Ing. B. Hildebrandt**

Messer Group GmbH, Krefeld
(Rechnungsprüfer bis 31.12.2016)

Prof. Dr.-Ing. D. von Hofe

Krefeld
(Rechnungsprüfer bis 31.12.2020)

Dipl.-Wirt.-Ing. U. Schlattmann

Münster
(Rechnungsprüfer bis 30.04.2017)

Mitglieder laut Satzung –**Ex Officio Mitglieder****Prof. Dr.-Ing. H. Flegel**

Aidlingen
Präsident des DVS

Univ. Prof. Dr.-Ing. U. Reisinger

ISF, RWTH Aachen
Vorsitzender des
Ausschusses für Technik

Dr.-Ing. R. Boecking

Hauptgeschäftsführer des DVS, Düsseldorf

Dipl.-Ing. J. Jerzembeck

Geschäftsführer der
Forschungsvereinigung des DVS, Düsseldorf

Folgende Institute wurden als neue forschende Mitglieder in 2016 aufgenommen

Materialforschungs- und -prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar

Prof. Dr.-Ing. habil. Carsten Könke
(Mitarbeit in den Fachausschüssen 5 und 8)

Universität Rostock, Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik, Lehrstuhl für Werkstofftechnik, Rostock

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Olaf Keßler
(Mitarbeit in den Fachausschüssen 13 und V4)

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, Berlin

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann
(Mitarbeit in den Fachausschüssen 6 und 13)

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Fachbereich 9.4 Integrität von Schweißverbindungen, Berlin

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Kannengießer
(Mitarbeit im Fachausschuss 9)

IAPK Institut für Anwendungstechnik Pulvermetallurgie und Keramik an der RWTH Aachen e. V.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Broeckmann
(Mitarbeit im Fachausschuss 13)

Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV, Augsburg

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart
(Mitarbeit im Fachausschuss 13)

Fügetechnische Gemeinschaftsforschung 2016

Industrielle Gemeinschaftsforschung

Durch die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) als vorwettbewerbliches Forschungsförderungsprogramm wird Orientierungswissen erarbeitet und technologische Plattformen für ganze Branchen oder zur branchenübergreifenden Nutzung entwickelt. Die AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. ist alleiniger Koordinator und Organisator mit Unterstützung ihrer Mitglieder, den Forschungsvereinigungen (Bild 9). Die IGF wird über das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) finanziert.

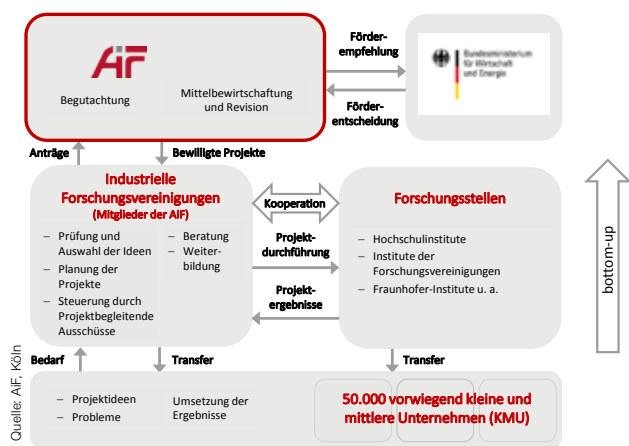


Bild 9: Netzwerk und Arbeitsstruktur der IGF

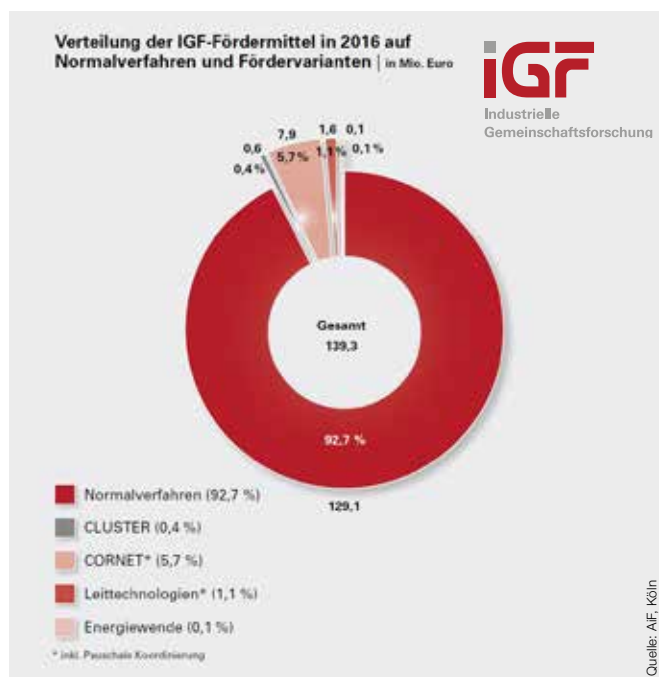


Bild 10: Verteilung der IGF-Fördermittel in 2016 auf Normalverfahren und Fördervarianten in Mio. Euro

Im Jahr 2016 wurden vom BMWi insgesamt 139,3 Mio. Euro für die IGF bereitgestellt. Dieser Betrag stand der AiF für ihr Innovationsnetzwerk für 1.377 laufende Vorhaben zur Verfügung. Beteiligt waren insgesamt 656 Forschungsstellen. Die Verteilung der IGF-Fördermittel auf Normalverfahren und Fördervarianten zeigt Bild 10.

Bedeutung der IGF steigt!

18 Millionen Euro aus dem Budget der Energieforschung

Als neue Fördermaßnahme der IGF wurde im Frühjahr 2016 vom BMWi gemeinsam mit der AiF die „Forschungsallianz Energiewende“ (FAE) gestartet. Das Programm wurde auf Initiative verschiedener AiF-Mitgliedsvereinigungen ins Leben gerufen. Das BMWi wird in den nächsten drei Jahren insgesamt 18 Millionen Euro aus dem Budget der Energieforschung zusätzlich zur IGF-Förderung für Vorhaben zur Energiewende zur Verfügung stellen.

Die Themen der Forschungsvorhaben müssen sich den Schwerpunkten der Förderbekanntmachung im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms zuordnen lassen und somit einen Beitrag zur Realisierung der Energiewende leisten. Dabei besteht besonderes Interesse an Projektvorschlägen zur Digitalisierung der Energiewende, zur intelligenten Sektorkopplung und zu systemübergreifenden Technologieansätzen.

30 Millionen EUR zusätzliche Haushaltsmittel für die IGF

Seit einigen Jahren wurde – auch aufgrund diverser Gutachten – in der Politik erkannt, dass die Innovationsintensität im Mittelstand stetig zurückgeht. Der Anteil ihrer Innovationsausgaben am Umsatz sank von 2,7 Prozent im Jahr 1995 auf 1,4 Prozent im Jahr 2013 (Quelle: Expertenkommission Forschung und Innovation – EFI, Jahresgutachten 2015). Auch im Jahresgutachten 2016 reklamiert die EFI eine im internationalen Vergleich zu geringe Innovationsintensität der deutschen KMU.

Um diese Herausforderungen zukünftig angemessen zu bewältigen und insbesondere die Unternehmen im Mittelstand besser zu unterstützen, wurden im Herbst 2016 vom Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages für die industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) für das Jahr 2017 zusätzliche Haushaltsmittel in Höhe von 30 Mio. EUR und für die kommenden Jahre Verpflichtungsermächtigungen in Höhe von 48 Mio. EUR bewilligt.

Das bedeutet auch für die Forschungsvereinigung des DVS, dass damit in 2017 auch Projekte mit bis zu 32 Punkten bewilligt werden können. Die Forschungsvereinigung wird ihren Möglichkeiten entsprechend versuchen, ihre Mitglieder bestmöglich an diesen Mittel partizipieren zu lassen.

Diese Entwicklung der IGF ist ein sehr motivierendes Signal an die forschenden Mitglieder und Unternehmen in der Forschungsvereinigung.

Fügetechnische Gemeinschaftsforschung

Aus dem IGF-Haushalt wurden von der Forschungsvereinigung des DVS im Jahr 2016 9,9 Mio. Euro für die fügetechnische Gemeinschaftsforschung eingeworben.

Dieser Betrag floss in 111 Projekte der Forschungsvereinigung ein. Davon wurden 37 Projekte neu gestartet, 42 weitergeführt und 32 erfolgreich abgeschlossen. Einen Überblick über die Entwicklung der Zahlen und die Höhe der Fördermittel der letzten zehn Jahre geben die **Bilder 11, 12** und **13**.

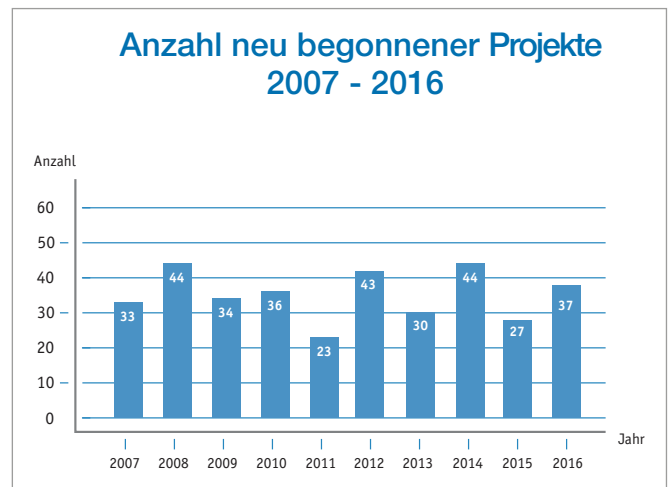


Bild 11

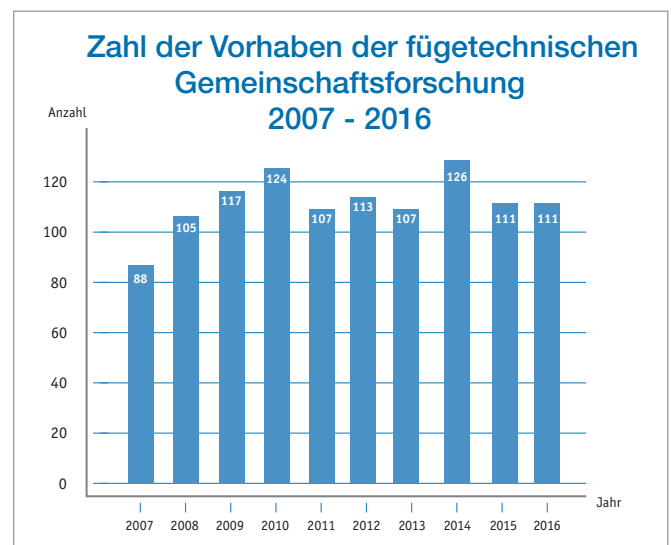


Bild 12

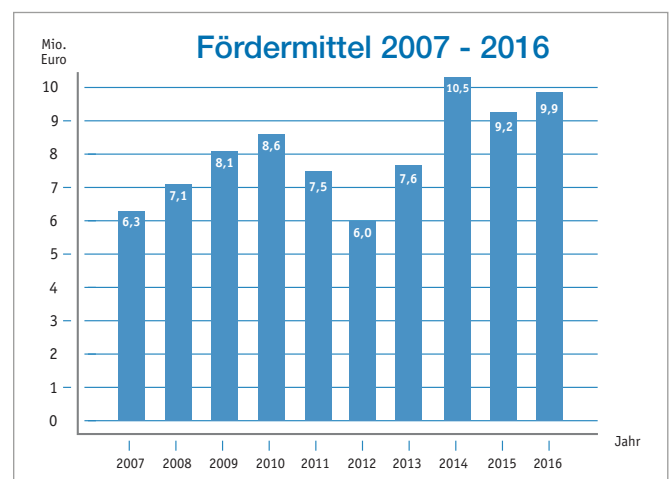


Bild 13

Beteiligung der Institute an Projekten und Anträgen 2016 (forschende Mitglieder in der Forschungsvereinigung)

Hochschulinstitute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
01.	Beck					
02.	Bergmann	4	1	4	4	13
03.	Bleck					
04.	Bobzin	1	3		1	5
05.	Bock				1	1
06.	Böhm	1	3		11	15
07.	Dilger	3	2	4	5	14
08.	Drummer					
09.	Emmelmann	1			1	2
10.	Esderts					
11.	Franke	2			2	4
12.	Füssel	3	1	2	3	9
13.	Gehde	1	1		5	7
14.	Graf					
15.	Heim					
16.	Hiller	1			2	3
17.	Hopmann	1	1		3	5
18.	Jüttner	3	4		3	10
19.	Keßler	1	1			2
20.	Klassen		1	1		2
21.	Lampke	1		2	1	4
22.	Lindemann					
23.	Maier	4	2	2	4	12
24.	Mayr			1	1	2
25.	Meschut	1		4	3	8
26.	Michailov				2	2
27.	Moritzer				2	2
28.	Müller, W. H.		1			1
29.	Pasternak	1				1
30.	Ploshikhin			1	4	5
31.	Reisgen	3	7	3	9	22
32.	Rudolf			1		1
33.	Rupprecht / Stark		1	1		2
34.	Schein		2	1	2	5
35.	Schöppner		1		1	2
36.	Tillmann		3	1	1	5
37.	Wagner, M. F.-X.					
38.	Wagner, G.	1	3		2	6
39.	Weihe					
40.	Wesling					
41.	Wilde	1			1	2
42.	Wilden		1			1
43.	Witt			1	2	3
44.	Zäh			1	4	5

DVS-Institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
45.	Cramer					
46.	Hoffmann					
47.	Jahn	1		1	2	4
48.	Keitel	1		2	4	7
49.	Mährlein					
50.	Mittelstädt					
51.	Paulinus				1	1
52.	Rotaru					

Fraunhofer-Institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
53.	Benecke	1				1
54.	Beyer	2	1	2	2	7
55.	Gumbsch	1	2		3	6
56.	Hanke			1	3	4
57.	Landgebe, IWU	1	2		2	5
58.	Lang	1			2	3
59.	Mayer	1	1	3	6	11
60.	Melz, LBF		1			1
61.	Michaelis			1	3	4

Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
62.	Poprawe	1	2	1	4	8
63.	Reinhart				1	1
64.	Uhlmann				3	3
65.	Wanner	2	1		5	8

Weitere Institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
66.	Broeckmann					
67.	Fleischer					
68.	Guillon				1	1
69.	Heidemeyer					
70.	Hildebrand					
71.	Kannengießler		1			1
72.	Kaysser					
73.	Könke					
74.	Oechsner				1	1
75.	Overmeyer	1	1	3	3	8
76.	Polzin					
77.	Reif		1		1	2
78.	Rethmeier			1	1	2
79.	Schmidt					
80.	Ummenhofer	2	1			3
81.	Vollertsen		1		5	6
82.	Weltmann		1		1	2

Beteiligung der Institute an Projekten und Anträgen 2016 (weitere Forschungsstellen)

Hochschulinstitutionen						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
01.	Altstadt		1			1
02.	Awiszus		1			1
03.	Berthel				1	1
04.	Dott				1	1
05.	Dröder				1	1
06.	Engelhardt	1			1	2
07.	Fehlbier	1				1
08.	Feldmann	1				1
09.	Gebhardt				1	1
10.	Gries				1	1
11.	Hämmerle	1			3	4
12.	Hirt				1	1
13.	Jäger	1			1	2
14.	Kaskel				1	1
15.	Koch				1	1
16.	Kruscha		1			1
17.	Kuhlenkötter				1	1
18.	Kuhlmann				1	1
19.	Landgrebe, IWP Uni Chemnitz	1				1
20.	Melz, SAM TU Darmstadt	1			3	4
21.	Middendorf				1	1
22.	Müller, H.				1	1
23.	Pohl		1			1
24.	Schmidt, Uni Erlangen				1	1
25.	Sinzinger	1				1
26.	Steinhoff		1			1
27.	Vietor	1			1	2
28.	Vormwald		1			1
29.	Walther		1		2	3

Fraunhofer-Institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
30.	Wehrspohn	1			1	2

Weitere Institute						
Nr.	Institut	begonnen	fortgeführt	abgeschlossen	Anträge	Gesamt
31.	Fleischer, J.	1			1	2
32.	Schulze	1			1	2
33.	Zengerle	2			1	3

Forschungsschwerpunkte und Forschungsfelder 2016

Ausrichtung der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung

Im Jahr 2016 wurden die Mitglieder in der Forschungsvereinigung und des Ausschusses für Technik (AfT) im DVS erneut via Online-Verfahren mit dem Ziel befragt, kontinuierlich aktuelle und zukünftige Forschungsschwerpunkte und -bedarfe zu identifizieren und zu bewerten.

In der Umfrage wurden von 400 Fachleuten insgesamt 1200 Bewertungen und Einschätzungen zu wegweisenden zukünftigen Trends und Entwicklungsbedarfen in der Fügetechnik abgegeben. Die Ergebnisse der Umfrage spiegeln die Themen wider, die im vorrangigen Interesse der Industrie und der fügetechnischen Branchenunternehmen stehen. Die Befragung wird 2017 fortgesetzt.

Forschungsschwerpunkte

Die Analyse und Auswertung der im Berichtszeitraum 2016 betreuten Forschungsvorhaben zeigen die **Bilder 14, 15, 16, 17 und 18**. Die aktuelle und zukünftige Ausrichtung der Forschungsaktivitäten bleiben ständig im Fokus in der Forschungsvereinigung.

Fügen, Trennen & Beschichten

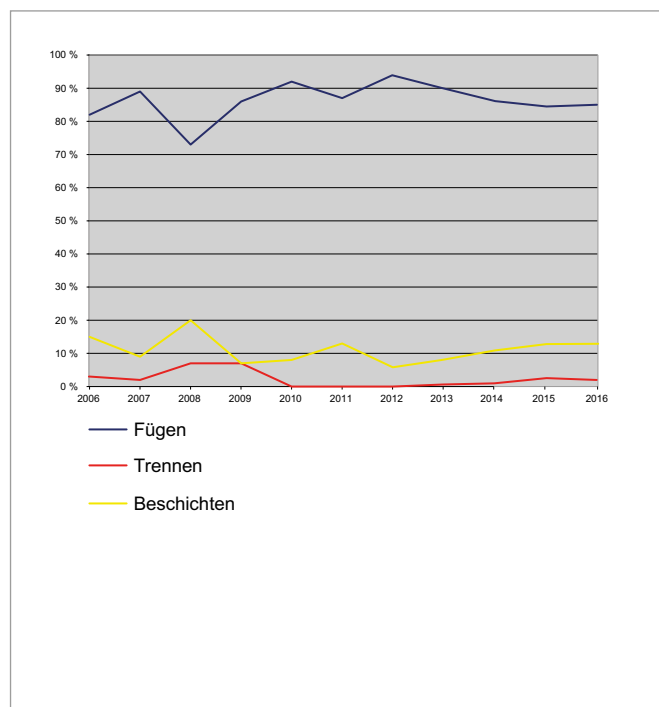


Bild 14

Fügeverfahren

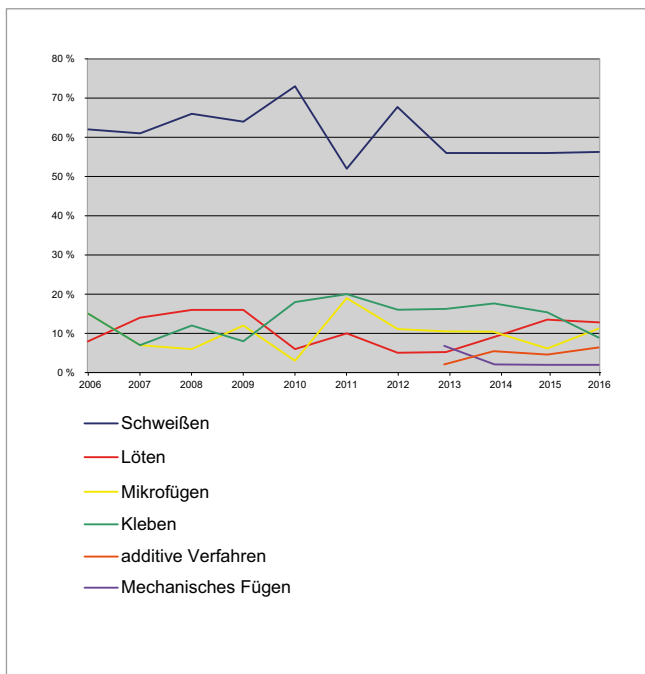


Bild 15

Schweißverfahren

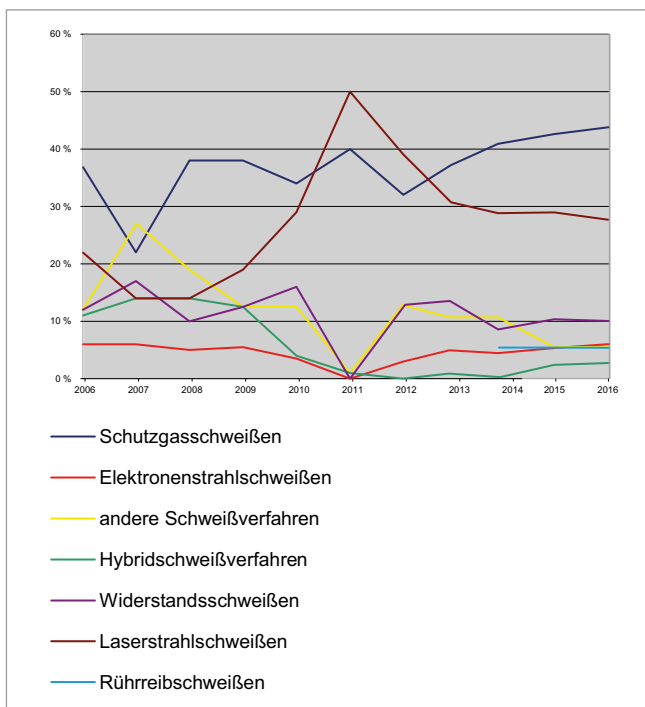


Bild 16

Werkstoffe

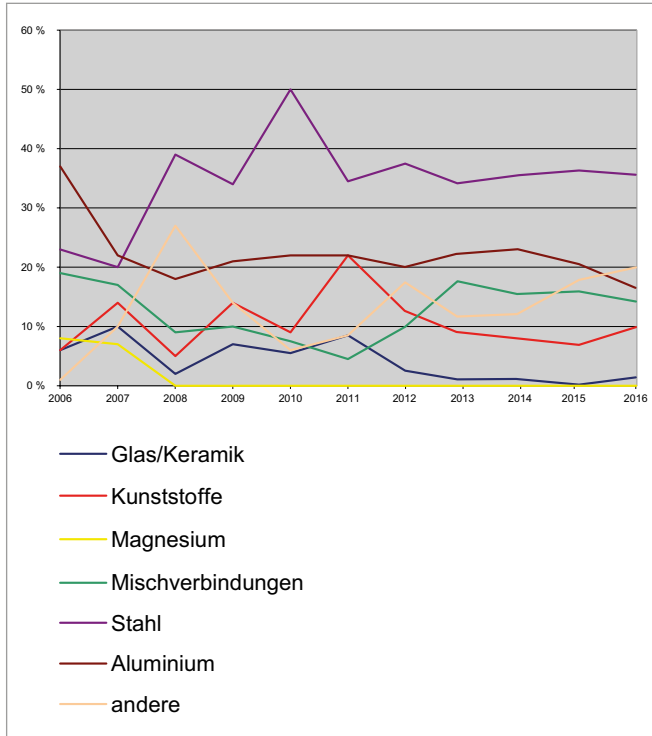


Bild 17

Forschungsfelder

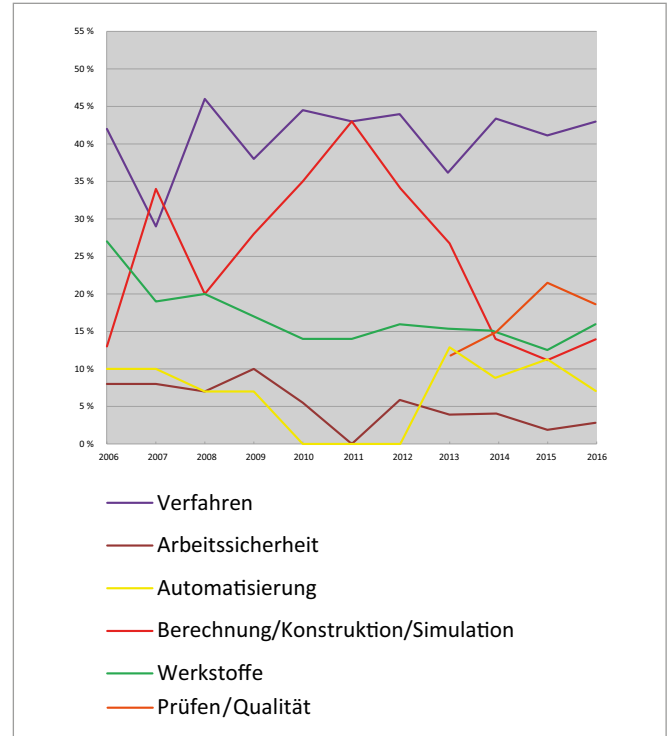


Bild 18

Ausblick und Forschungsfokus

Koordinierung und Förderung von Projekten der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) bilden den Schwerpunkt der Ak-

tivitäten in der Forschungsvereinigung. Einen Überblick über die Perspektiven und die Ausrichtung zeigt **Bild 19**.


Maßnahmen	Partner	Ziel / Status
<p>IGF-Forschungsvorhaben im Normalverfahren</p> <p>Themenverbundprojekte</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ CORNET ■ Forschungsallianz Energiewende ■ Industrie 4.0 in der Fügetechnik ■ Fügetechnik im Windenergieanlagenbau <p>■ HORIZON 2020 </p>	<p>BMW, AiF</p> <p>andere Forschungsvereinigungen der AiF, BMW, AiF; Industrieunternehmen; Forschungsstellen</p> <p>Industrieunternehmen; Forschungsstellen</p>	<p>Kontinuierliche Beteiligung</p> <p>Initialisieren, unterstützen und fortführen</p>
<p>DVS-Forschungsseminare</p> <p>Fachkolloquien/Fachveranstaltungen/Workshops</p>	<p>Mitglieder der Forschungsvereinigung</p>	<p>Darstellung von Forschungsbedarf</p> <p>Transfer von Forschungsergebnissen</p>

Bild 19: Übersicht über die Aktivitäten der Forschungsvereinigung

Forschungspolitische Aktivitäten

Die Forschungsvereinigung unterstützte die AiF bei ihrer politischen Arbeit zur Förderung der Forschung auch im Jahr 2016 in engagierter Weise. Insgesamt hat die Förderung der füge-technischen Gemeinschaftsforschung aus Mitteln der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ (AiF) aus dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) auch im Jahr 2016 erfolgreiche Forschung und Innovation ermöglicht. Das Engagement der Mitglieder, die Unterstützung des DVS und die Förderung der öffentlichen Hand haben sich damit ein weiteres Mal als erfolgreiches und auf die Zukunft gerichtetes Konzept zur Stärkung der Unternehmen in der Füge-technik erwiesen.

Alle forschungspolitischen Aktivitäten der Forschungsvereinigung bilden eine aktive Schnittstelle der fuge-technischen Gemeinschaftsforschung zu den Mitgliedern des DVS aus Industrie, Handwerk, Körperschaften und der Wissenschaft (**Bild 20**). Die konsequente Vernetzung der fuge-technischen Gemeinschaftsforschung – innerhalb und außerhalb des DVS-Netzwerks – wurde 2016 weiter intensiviert.

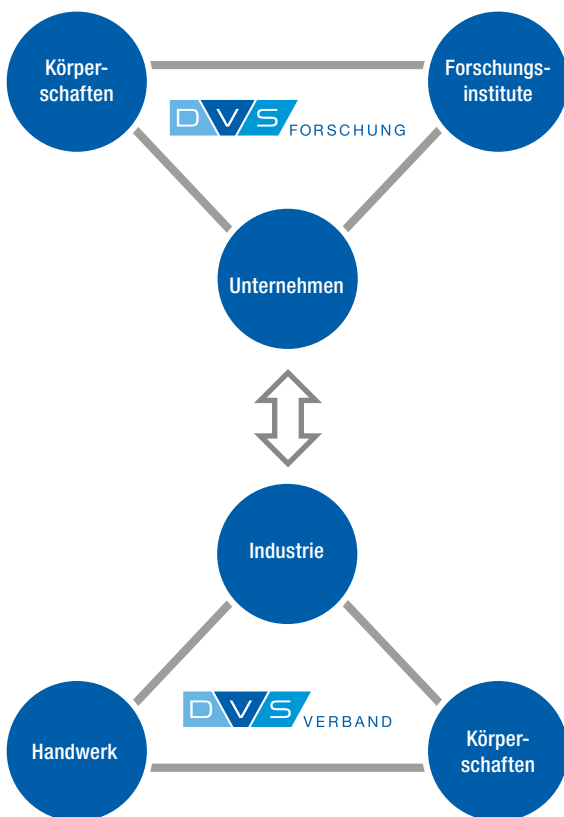


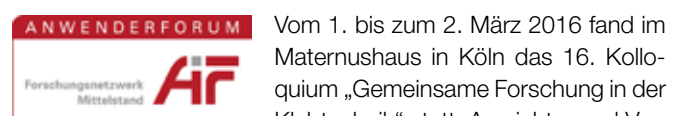
Bild 20: Schnittstellen der fuge-technischen Gemeinschaftsforschung im DVS-Netzwerk

Im DVS-Netzwerk drückt sich dies über die erfolgreiche Fortführung von Gemeinschaftskolloquien zwischen Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik und den Fachausschüssen der Forschungsvereinigung aus. Außerhalb des DVS wurden die Kooperationen mit anderen Forschungsvereinigungen kontinuierlich fortgeführt. Zu nennen sind hier insbesondere die Forschungskolloquien mit den Partnern in der Klebtechnik und beim Mechanischen Fügen.

Förderung der DVS-IIW Young Professionals

Auf internationaler Ebene hat sich die Forschungsvereinigung gemeinsam mit mehreren Industrieunternehmen und dem DVS als Sponsor für 25 DVS-IIW Young Professionals engagiert, um diesen die Teilnahme an der 69. IIW Annual Assembly and International Conference zu ermöglichen, die vom 10. bis zum 15. Juli 2016 in Melbourne, Australien stattfanden. In diesem Rahmen wurden zahlreiche Ergebnisse aus der Füge-technischen Gemeinschaftsforschung auf internationaler Ebene vorgestellt und diskutiert.

16. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“



Vom 1. bis zum 2. März 2016 fand im Maternushaus in Köln das 16. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“ statt. Ausrichter und Veranstalter war der Gemeinschaftsausschuss Klebtechnik (GA-K). Der GA-K wurde 2005 zur branchenübergreifenden Evaluierung von Ideen zu Forschungsprojekten gegründet. Der Ausschuss setzt sich aus den vier Forschungsvereinigungen DECHEMA e. V., Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS, FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. und Internationaler Verein für Technische Holzfragen e. V. zusammen.

Neben Informationen über den Entwicklungsstand mit detaillierten Fachbeiträgen aus Wissenschaft und Praxis vermittelte das 16. Kolloquium wertvolles Basiswissen, insbesondere auch für den wissenschaftlichen Nachwuchs. Den rund 240 Teilnehmern aus Forschung und Industrie (**Bild 21**) bot sich erneut ein umfassendes und thematisch äußerst abwechslungsreiches Tagungsprogramm, das sich am ersten Veranstaltungstag in zwei Parallel-Sessions zu den Themen Automotive und Simulation sowie in „Holz- und Stahlbau“ gliederte. Während sich in der Session



Bild 21: Teilnehmer des Kolloquiums

„Automotive“ der Schwerpunkt auf das crashsichere Kleben und die Auslegung von Faserverbund-Konstruktionen im Automobilbau konzentrierte, wurden im Themenblock „Simulation“ Fragen zur Struktursimulation, Numerik, Auslegung von geklebten Stahlblechstrukturen und zur Schwingfestigkeit geklebter Stahlverbindungen beantwortet. In der Session „Holz- und Stahlbau“ stellten die Referenten aus dem Holzbereich unter anderem Ergebnisse aus den Forschungsprojekten „Prüfung der Verklebung von Mehrschichtparkett“ sowie die „Isocyanat-Reaktivität beim Kleben von Holz“ vor.

Am zweiten Veranstaltungstag wurden in zwei Sessions die Themen „Fertigung und Oberflächen“ sowie „Klebstoffe und Prüftechnik“ angeboten.

Vorgestellt wurden hier unter anderem das europäische Forschungsprojekt „Zero Defect Manufacturing for Adhesive Bonding“ im CORNET-Programm der IGF (zu den Ergebnissen siehe hierzu in Kapitel 4 – Forschungsk Kooperationen) und Forschungsprojekte, die sich mit dem Einsatz der Shearografie für die zerstörungsfreie Prüfung von hochfesten Strukturklebungen und elastischen Dickschichtklebungen und dem Monitoring von Klebverbindungen mittels faseroptischem Messsystem beschäftigten. Für das Thema „Oberflächen“ ist hier beispielhaft



das IGF-Projekt zu „bedarfsgerechten qualitätsgesicherten Vorbehandlungen von FVK-Bauteilen“ zu nennen.

Ein weiterer Schwerpunkt im Kolloquium war die Vorstellung der neuen Norm DIN 2304-1 „Klebtechnik – Qualitätsanforderungen an Klebprozesse – Teil 1: Prozesskette Kleben“, die am 1. März 2016 veröffentlicht wurde. Die Norm legt Anforderungen für die qualitätsgerechte Ausführung von konstruktiven, lastübertragenden Klebverbindungen entlang der Prozesskette Kleben – von der Entwicklung über die Fertigung bis zur Instandsetzung – fest. Zudem werden Sicherheitsklassen definiert, in die jede unter diese Norm fallende Klebverbindung eingestuft werden muss.



Bild 23: BMWi-Referatsleiter Thomas Zuleger (Mitte) mit geförderten Studenten und Vertretern der Forschungsvereinigungen

Flankiert wurde die Veranstaltung von einer Ausstellung, auf der Industriebetriebe und Forschungseinrichtungen aus dem Klebstoffbereich und verwandten Branchen ihre Produkte, Verfahren und Dienstleistungen vorstellten (Bild 22).

Wie auf den Klebtechnik-Kolloquien zuvor setzten sich auch in diesem Jahr wieder alle vier Forschungsvereinigungen für die Nachwuchsförderung ein, indem ausgewählte Studentinnen und Studenten (Bild 23) kostenlos am Kolloquium teilnehmen konnten inklusive der Erstattung der Reisekosten.

Das 17. Kolloquium fand am 14. und 15. Februar 2017 ebenfalls Maternus-Haus in Köln statt.

Das 18. Kolloquium wird am 27. und 28. Februar 2018 durchgeführt werden.



Bild 22: Table-Tops der Aussteller

6. Füge-technisches Gemeinschaftskolloquium – „Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Füge-technik 2016“



Vom 7. bis zum 8. Dezember 2016 fand das 6. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Füge-technik“ in der Hochschule München mit über 110 Teilnehmern statt. Ausrichter und Veranstalter waren auch in diesem Jahr die drei AiF-Mitgliedsvereinigungen FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS und die Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V. (EFB), **Bild 24**. Eingeladen hatte die GSI mbH Niederlassung SLV München.

Das Vortragsprogramm bot zu Beginn vier Überblicksvorträge aus der industriellen Fertigung. Der thematische Bogen spannte sich vom mechanischen Fügen bei der Mischbauweise im modernen Fassaden- und Fensterbau über die Integration und Entwicklung von Füge- und Montagesystemtechnologien in Turn-Key-Anlagen der Hochleistungsautomation bis hin zur Darstellung des Zukunftsprojektes „Industrie 4.0“. Der Vortrag eines Fahrzeugherstellervertreeters erhob den Anspruch, auch dem mechanischen Fügen als integrativen Teil der Produktionstechnik einen wichtigen Platz im Modell Industrie/Füge-technik 4.0 eine zentrale Position zuzuweisen. Das mechanische Fügen im Schienenfahrzeugbau bildete den Abschluss. Als Kern der Veranstaltung wurden Ergebnisse aus laufenden und abgeschlossenen Vorhaben der industriellen Gemeinschaftsforschung der AiF und des BMWi präsentiert, zunächst im Rahmen des Schwer-

punktthemas „Bemessung, Simulation und Modellierung“. Betrachtet wurde unter anderem die numerische Modellierung der Festigkeit von mechanischen Verbindungen im Leichtbau unter Crashbelastung, die Entwicklung einer Methode zum Nachweis der Einsetzbarkeit des Hochgeschwindigkeits-Bolzensetzens unter Berücksichtigung der Bauteileigenschaften sowie die Entwicklung von Modellparametern zur Erweiterung einer Softwarebenutzeroberfläche für die Crashsimulation mechanisch gefügter Verbindungen.

Der zweite Veranstaltungstag war dem Thema „Mischbau“ gewidmet. In zwei Vortragssektionen zeigten die Forschungsstellen hier in großer Spannweite, welche Möglichkeiten, aber auch Herausforderungen das mechanische Fügen z.B. von höchstfesten Stählen in Mischbaustrukturen und von FVK mit Stahl darstellt. Die Varianz der in den Projekten angewendeten Prozesse reichte dabei vom Vollstanznieten über vorlochfreie Hybridfügeverfahren für Mischbaustrukturen mit Stählen mit Zugfestigkeiten größer 1.800 MPa bis hin zur Konstruktions- und Prozessoptimierung von Kunststoffnietverbindungen. Begleitet wurde das Kolloquium von einer Fachausstellung der beteiligten Forschungsstellen und Systemhersteller aus der Industrie (**Bild 25**).



Bild 24: Veranstalter, v.l.n.r. im Vortrags-Foyer Dr.-Ing. Norbert Wellmann (EFB), Dipl.-Ing. Rainer Salomon (FOSTA), Ass. jur. Marcus Kubanek (FV-DVS), Robert Huintges (AiF), Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck, (FV-DVS)



Bild 25: Fachausstellung der Unternehmen und Forschungsstellen

Das Gemeinschaftskolloquium ist eine in der Fachwelt des mechanischen Fügens etablierte Expertenplattform und erste Adresse für alle Interessierten der Branche, die sich über neueste Entwicklungen informieren möchten. Die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V. (AiF) hat das Füge-technische Gemeinschaftskolloquium früh in die Reihe der Forschungsallianzen aufgenommen und ihm das Label „Anwenderforum Forschungszentrum Mittelstand“ vergeben. Ziel der Anwenderforen ist die Förderung des Transfers von Ergebnissen der IGF und das Angebot von Dialogplattformen für Wirtschaft und Wissenschaft, um relevante Forschungsthemen zu identifizieren und Forschungsbedarf zu bündeln.

Das 7. Gemeinschaftskolloquium wird am 12. und 13. Dezember 2017 in Dresden stattfinden.

Gemeinschaftskolloquium FA 4/AG V3 „Widerstandsschweißen“

Der Fachausschuss 4 „Widerstandsschweißen“ führt in enger Kooperation mit der Arbeitsgruppe V3 „Widerstandsschweißen“ des Ausschusses für Technik im DVS (AFT) jährlich ein Gemeinschaftskolloquium durch. Am 2. November 2016 wurde die Fachwelt in das Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF) der Universität Paderborn eingeladen. Über 30 Teilnehmer folgten der Einladung. Im Mittelpunkt des Kolloquiums standen die Diskussion über aktuelle Forschungsergebnisse und die Evaluierung abgeschlossener Projekte (**Bild 26**).



Bild 26: Teilnehmer des Kolloquiums „Widerstandsschweißen“ in der fachlichen Diskussion

Beispielhaft – neben anderen laufenden Forschungsprojekten – wurde über den aktuellen Stand des Projekts „Zerstörungsfreie Charakterisierung der Anbindungsfläche beim Widerstandspressschweißen durch bildgebende Analyse der Remanenzflussdichte“ (DVS-Nr. 04.070/ IGF 19.208 B) berichtet. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, eine objektive Prüfmethode zu entwickeln, deren Aussagekraft und Einsatzgebiet bei geringerem Aufwand und kürzerer Prüfzeit größer sind, als die der etablierten Ultraschallmethoden. Das betrifft insbesondere extreme und mehrschnittige Materialdickenkombinationen sowie Buckelschweißungen.

Aber auch Transfermaßnahmen, wie die Überführung von Forschungsergebnissen in das DVS-Regelwerk, wurden vorgestellt. Der Vorsitzende der AG V3, Dipl.-Ing. Bothfeld (Harms und Wende GmbH & Co KG, Hamburg), stellte die umfangreichen Aktivitäten aus den verschiedenen Arbeitsgruppen vor. Darüber hinaus wurde über die Tagung „Widerstandsschweißen“ am 29. und 30. Juni 2016 in Duisburg informiert.

Es folgte eine Berichterstattung aus der Fachgesellschaft EMF/SEMFIRA (Elektromagnetische Felder/Safety in Electro Magnetic Fields – International-Research Association). Hier wurde über die Aktivitäten auf EU-Ebene vorgestellt. Die EU-Richtlinie 2013/35/EU musste von den europäischen Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt werden, in Deutschland ist dies im Rahmen einer Verordnung geschehen. Die Arbeitsschutzverord-

nung zu elektromagnetischen Feldern - EMFV ist im Bundesgesetzblatt (Nr. 54, vom 18.11.2016) erschienen und daher seit dem 19.11.2016 in Kraft (siehe www.bgbl.de bzw. www.gesetze-im-internet.de/emf).

Die Forschungsvereinigung hat die EMF/SEMFIRA Aktivitäten bereits mit den Ergebnisse aus zahlreichen IGF-Forschungsprojekten erfolgreich unterstützt.

Das nächste FA 4/AG V3-Kolloquium findet am 29. November 2017 im DVS Haus in Düsseldorf statt.

Gemeinsames Kolloquium des Fachausschusses FA 10 „Mikroverbindungstechnik“ und der Arbeitsgruppen V6.2 „Weichlöten“ und A2 „Fügen in Elektronik und Feinwerktechnik“

Das Kolloquium, das am 23. November 2017 am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen stattfand, wurde von ca. 30 Teilnehmern besucht.

Schwerpunkt des Kolloquiums war die Berichterstattung über abgeschlossene IGF-Forschungsvorhaben:

- Stabilität von scannerbasierten Laserbearbeitungsverfahren im industriellen Einsatz (DVS-Nr. 10.070 / IGF-Nr. 17.746 N)
Laufzeit: 1. Januar 2014 - 31. Dezember 2015, verlängert bis 31. August 2016
Prof. Poprawe, Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen
- Erhöhung der Lötsicherheit beim Einsatz mikrolegierter Lote in der Fertigung elektronischer Baugruppen (DVS-Nr. 10.076 / IGF-Nr. 17.941 N)
Laufzeit 1. Dezember 2013 - 30. November 2015)
Prof. Bennecke, Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie, Itzehoe

Weiterhin wurde über Aktivitäten in den Arbeitsgruppen berichtet. Besonders hervorzuheben ist dabei die Überarbeitung des Merkblatts DVS 2811 „Prüfen von Drahtbondverbindungen“, die auch durch flankierende Forschungsmaßnahmen unterstützt wurde. In dieser Neuauflage werden neben einer reinen Beschreibung der Prüfverfahren einschließlich der für die Prüfungen wichtigen Apparaturen und Werkzeuge vor allem Richtwerte und Beispiele für die Prüfergebnisse bzw. -charakteristika dargestellt, die alle gängigen Bondverfahren, Materialien und Tests umfassen und so dem gerade in den letzten Jahren vollzogenen Technologiefortschritt und Qualitätsverständnis beim Drahtbonden Rechnung tragen. Damit erhält der Anwender das "Rüstzeug", die Ergebnisse seiner Prüfungen zu bewerten, mit anderen gegebenenfalls zu vergleichen und entsprechende Schlussfolgerungen abzuleiten. Nicht zuletzt kann somit auch der Zulieferer von Bondhalbzeugen seine Pro-

dukte im Rahmen von Bemusterungen oder Vergleichsuntersuchungen zuordnen. Das über die Landesgrenzen im industriellen Einsatz befindliche DVS-Merkblatt wird in Kürze auch in englischer Sprache vorliegen.

Wie kann man „Jungforscher“ in die Tagungslandschaft des DVS vermehrt einbinden? Mit dieser Frage beschäftigte sich das Auditorium ebenfalls. Speziell für die nächste DVS/GMM-Ta-gung „Elektronische Baugruppen und Leiterplatten – EBL 2018“ planen die Verantwortlichen speziell für die Gruppe der Masterstudenten eine eigene Session und für den besten Vortrag einen Preis auszuloben.

Das nächste FA 10 / AG V6.2 / AG A2-Kolloquium wird am 5. Dezember 2017 in Chemnitz stattfinden.

Workshop „Lichtbogenphysik“ 2016

Der Workshop „Lichtbogenphysik“ der Arbeitsgruppe V2.8 „Lichtbogenphysik“ des AfT fand mit über 30 Teilnehmern am 5. April 2016 statt. Gastgeber war die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin. Der Workshop bot Herstellern, Anwendern und Entwicklern Vorträge zum aktuellen Stand der Forschung und Technik (**Bild 27**).

Im Fokus standen die Themen „Auftragschweißen“ sowie „Additive Fertigung mittels Lichtbogen und drahtförmigen Schweißzusatzwerkstoff“. Die Firma GEFERTEC GmbH beschrieb die Vorteile dieser Verfahrensvariante der additiven Fertigung gegenüber den „klassischen“ Pulverbettverfahren. Vor allem größere Abmessungen und eine größere Ausbringung und damit eine schnellere Fertigung sprechen für dieses Verfahren. Diese Variante der additiven Fertigung wird auch in der Forschungsvereinigung des DVS behandelt.

Aber auch das UP-Auftragschweißen stellt sich über immer anspruchsvollere Werkstoffe und weitere Effizienzsteigerung stetig neuen Herausforderungen. Schon die optische Analyse des



Bild 27: Vortrag beim Kolloquium „Lichtbogenphysik“ 2016

UP-Schweißprozesses benötigt innovative Lösungen, wie Projekte des Instituts für Schweißtechnik und Fügetechnik (ISF) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen und des Leibniz-Instituts für Plasmaforschung und Technologie e. V. (INP Greifswald) beweisen. Verschiedene Beispiele aus der Praxis rundeten das Programm ab.

Der Workshop wird jährlich von der Arbeitsgruppe V2.8 organisiert. Die Vorträge des Lichtbogenphysik-Workshops stehen zum Download auf der Internetseite der Arbeitsgruppe im Bereich „Info/Infomaterial“ zur Verfügung:

www.dvs-aft.de/AfT/V/V2/V2.8

69. IIW Annual Assembly & International Conference in Melbourne, Australien 2016

Melbourne, Australien, war Veranstaltungsort der 69. IIW Annual Assembly and International Conference, die dort vom 10. bis zum 15. Juli 2016 stattfanden. Internationale Experten der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik trafen sich, um die weltweite technisch-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit zu intensivieren und weiter zu entwickeln.

In den verschiedenen technischen Kommissionen des IIW präsentierten die 25 geförderten DVS-IIW Young Professionals ihre Forschungsergebnisse vor einem internationalen Publikum. Zusätzlich sammelten sie auch spannende und informative Eindrücke in Australien während der Veranstaltung.

Als Sponsoren der DVS-IIW Young Professionals traten die Alexander Binzel Schweißtechnik GmbH & Co. KG, die EWM AG, die Linde AG, die Kjellberg Stiftung, das ifw Jena – Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH, die SLV Halle GmbH, die Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS und die DVS ZERT GmbH auf.

Die Jahrestagung des IIW – International Institute of Welding ist das Weltereignis in der Füge- Trenn- und Beschichtungsbranche. Hier treffen sich weltweit renommierte Forscher aus rund fünfzig Nationen, um über die Fügetechnologien der Zukunft zu diskutieren. Ziel des DVS ist es, diese internationale Bühne mehr für den wissenschaftlichen Nachwuchs zu öffnen. Aufgrund dessen fördert der DVS die Teilnahme ausgewählter Nachwuchswissenschaftler und Ingenieure; ein weltweit bisher einmaliges Erfolgsmodell, das zunehmend auch das Interesse anderer Nationen geweckt hat. Hier haben die DVS-IIW Young Professionals die exklusive Möglichkeit, einen Vortrag vor einem internationalen Publikum zu halten, sich mit Experten aus den teilnehmenden Nationen auszutauschen und weltweit Kontakte zu knüpfen.

Forschungskooperationen

DVS-Technikreport 2016 – Organisation und Schwerpunktthemen rund um „Forschung und Technik“ im DVS

2016 veröffentlichte die Abteilung „Forschung und Technik“ im DVS zum zweiten Mal den DVS-Technikreport. Schwerpunkte sind die Themen „Additive Fertigung“, „Mechanisches Fügen“ und „Löten“. Aktuelle Wirtschaftszahlen der Hochschule Bochum, Fachbereich Wirtschaft, und des Ruhr-Forschungsinstitutes für Innovations- und Strukturpolitik e. V. (RUFIS) geben eine zusätzliche Information über die Konjunktorentwicklung in der Füge-technik. Neben den genannten Schwerpunktthemen widmet sich der DVS-Technikreport auch dem erfolgreichen DVS-Regelwerk, das mit gut 500 DVS-Merkblättern und -Richtlinien den Mitgliedern des Verbandes kostenlos und allen Interessierten kostenpflichtig zur Verfügung steht.



Der DVS-Technikreport 2016 informiert nicht nur über aktuelle Ergebnisse aus Forschung und Technik, sondern er ist gleichzeitig eine Einladung an alle Fachleute und Interessierte, sich an den vielfältigen Aktivitäten im Verband zu beteiligen.



Unter www.dvs-regelwerk.de können DVS-Mitglieder kostenfrei auf alle DVS-Merkblätter und -Richtlinien zugreifen. Interessierte und Fachleute, die nicht Mitglied sind, haben die Möglichkeit, die Dokumente über die DVS Media GmbH (www.dvs-media.eu/de/regelwerke/) oder über den Beuth Verlag (www.beuth.de/) kostenpflichtig zu beziehen.

Alle Mitglieder der Forschungsvereinigung sind automatisch auch Mitglied im DVS e. V.

Über 60.000 Onlineaufrufe wurden im vergangenen Jahr gezählt. Besonders interessierten dabei spezifische Inhalte zu den Themenbereichen „Bauwesen (DIN EN 1090)“, „Qualitätssicherung“ und „Arbeitsschutz“. Mit über 1.600 Aufrufen wurde das Merkblatt DVS 1710 „Schweißplan im Metallbau“ am häufigsten heruntergeladen.

Der DVS-Technikreport lädt dazu ein, sich über die vielfältigen Aktivitäten im DVS-Netzwerk zu informieren und zu beteiligen.

Der Technikreport steht zum Download bereit unter: www.dvs-forschung.de/aktuell

DVS Studie „Industrie 4.0“ – Bedeutung für die Fügetechnik

2016 wurde von der Forschungsvereinigung eine Studie initiiert, die mit dem Schwerpunkt „Fügetechnik“ das Verständnis für das Thema „Industrie 4.0“ erfasst und einen Überblick über den realen Bedarf an branchenspezifischen, fügetechnischen Lösungen gibt. Über 50 Industrieunternehmen unterschiedlicher Größe aus den Industriezweigen Automobil-, Stahl- und Maschinenbau wurden im Rahmen der Studie befragt.

Das Ergebnis der DVS-Studie zeigt, dass die Bedeutung und Umsetzung von „Industrie 4.0“ bei vielen Unternehmen noch ausbaufähig ist. Aus fügetechnischer Sicht spielt hier eine entsprechende Prozessanpassung von der Modellierung des Produktes über die visualisierte simulierte Fertigung bis zum realen Produkt. Eine wesentliche Rolle. Ein Beispiel dafür wäre das „Smart Rotary Friction Welding“ (Bild 28), ein Prozess, der auf dem Rotationsreibschweißverfahren zum Fügen von zwei (oder mehr) meist rotationssymmetrischen Komponenten basiert.



Bild 28: Beispiel Arbeitszyklus Smart Rotary Friction Welding (SRFW) für die Bewältigung einer Reibschweißaufgabe nach Industrie 4.0-Prinzipien

„Industrie 4.0“ ist die Bezeichnung für eines der zehn Zukunftsprojekte der Bundesregierung im Rahmen ihrer High-tech-Strategie 2020 für Deutschland. Verschiedene Maßnahmen in Forschung und Entwicklung sollen das Wachstum und die Beschäftigung in Deutschland sowie die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie sichern und ausbauen. Identifizierte Handlungsfelder sind die Themen Mittelstand, Standards und IT-Architekturen, IT-Sicherheit und Qualifikation.



Bild 29: links: Eingang zur INDIA ESSEN WELDING & CUTTING, rechts: Dipl.-Ing. Till Grundmann bei seinem Vortrag

Durchgeführt wurde die DVS-Studie von der Wissenschaftlichen Gesellschaft Fügetechnik e. V. im DVS, federführend war das Institut für Werkstoff- und Fügetechnik, Otto von Guericke Universität Magdeburg.

Welche hohe Gewichtung dem Thema „Industrie 4.0“ für die Fügetechnik zuteil wird, zeigte sich auch während der Internationalen Messe „7. INDIA ESSEN WELDING & CUTTING (IEWC)“ 2016 in Mumbai/Indien. Hier präsentierte der DVS vom 5. bis 7. Oktober 2016 seine Aktivitäten in den Bereichen Forschung, Technik und Bildung. Zugleich war der Verband auf dem International Welding Symposium (IWS 2K16) mit zwei Vortragsthemen vertreten.

Neben dem DVS-Hauptgeschäftsführer Dr.-Ing. Roland Boecking, der als Ehrengast zum Thema „RES Cladding und Thermal Spraying“ referierte, stellte Dipl.-Ing. Till Grundmann, wissenschaftlich-technischer Referent im DVS in einem Vortrag die Ergebnisse der DVS-Studie und deren Bedeutung für die Fügetechnik vor (Bild 29). Die internationalen Besucher zeigten großes Interesse am Thema und diskutierten darüber, welche Chancen und Möglichkeiten daraus für die Unternehmen in den fügetechnischen Branchen resultieren.

Die DVS-Studie ist in der Reihe DVS-Berichte, Band 329, auf Deutsch „Industrie 4.0 – Bedeutung für die Fügetechnik“ sowie

auf Englisch „Industry 4.0 – Significance for joining technology“ erschienen.

Die Studie steht für Mitglieder der Forschungsvereinigung zur Verfügung unter: www.dvs-forschung.de/aktuell

DVS Studie „Situation der Fügetechnik im Windenergieanlagenbau“

Auf dem Klimaschutzgipfel von Kyoto / Japan wurden 1997 verbindliche Ziele für die Reduzierung des Ausstoßes von klimaschädlichen Treibhausgasen, zu denen auch das bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen anfallende CO₂ gehört, im sogenannten Kyoto-Protokoll formuliert, das im April 2002 auch von der Bundesrepublik Deutschland ratifiziert wurde. Auf der Klimaschutzkonferenz 2011 in Durban / Süd Afrika wurde die Verlängerung des Kyoto-Protokolls beschlossen sowie die Staaten aufgefordert, ihre Anstrengungen zur Senkung des Ausstoßes an Treibhausgasen zur Erreichung der formulierten Klimaziele zu verstärken. Sowohl die Problematik der Klimaveränderung als auch die Verknappung von leicht verfügbarer Energie lässt sich mittelfristig nur dadurch lösen, dass weniger fossi-



le Brennstoffe zu ersetzen. Die Studie zeigt, dass die Erreichung der Klimaziele nur durch eine massive Erhöhung der erneuerbaren Energien und eine Steigerung der Energieeffizienz erreicht werden kann. Die Studie analysiert die Energieeffizienz in der Fertigung von Windenergieanlagen und stellt Maßnahmen zur Verbesserung vor.

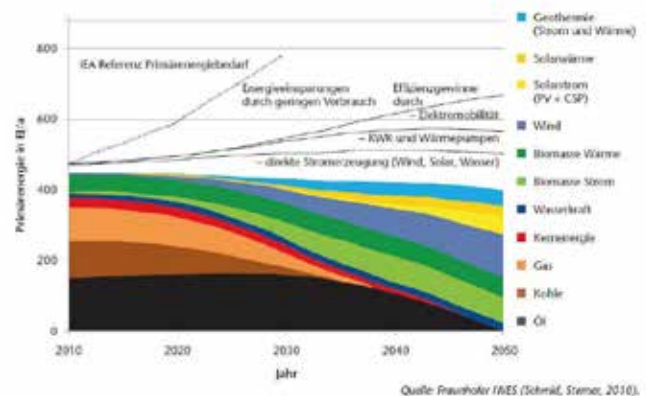


Bild 30: Erwartete Entwicklung des weltweiten Primärenergiebedarfs bis 2050 und seine angestrebte Deckung, PV = Photovoltaik, CSP = solarthermische Stromerzeugung, (Quelle: iv)

le Energieträger durch Verbrennung in Fahrzeugen, Haushalten und Kraftwerken zu klimaschädlichem Kohlendioxid verbrannt und in die Atmosphäre emittiert werden. Einige Studien sehen langfristig (bis 2050) die vollständige Ablösung der fossilen Energieträger und die komplette Deckung des Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen vor (**Bild 30**). Deutschland hat sich innerhalb der EU zu den höchsten Einsparungen verpflichtet und ist bestrebt, hier eine Vorreiterrolle einzunehmen.

Bei den erneuerbaren Energien nimmt die Windkraft eine bedeutende Position bei der Umsetzung dieser Ziele ein. **Bild 31** verdeutlicht die momentane Situation sowie die zu erwartenden

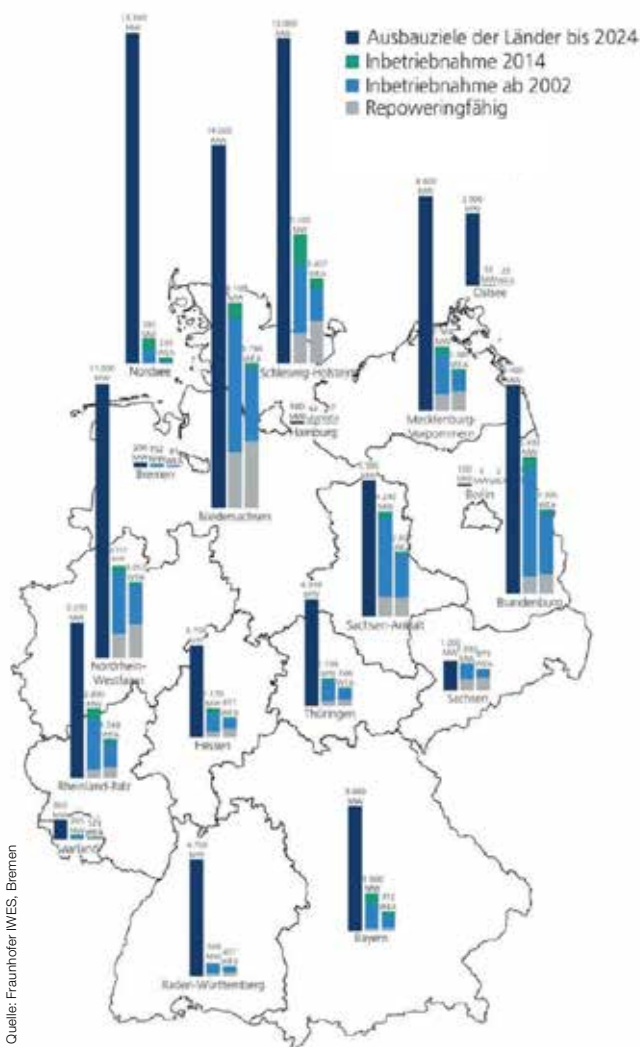


Bild 31: Leistung und Anzahl der Windenergieanlagen in den einzelnen Bundesländern sowie Nord- und Ostsee (Stand 2014) aufgeteilt nach Installationsjahr sowie Ausbauplanungen bis 2024

Zuwächse. Die Forschungsvereinigung hat deshalb das Leitthema „Fügetechnik für die Windenergie“ benannt mit dem Ziel, industriellen Forschungsbedarf aufzunehmen und konkrete inhaltliche Ansätze für zukünftige Forschungsaktivitäten zu definieren. Dadurch soll ein Technologiesprung erreicht werden, der wesentlich zur Produktivitätssteigerung und zur Kostenoptimierung durch fügetechnische Ansätze und Lösungen beiträgt.

2016 erfolgte durch die Forschungsvereinigung die Beauftragung einer Studie, in der die gesamte Wertschöpfungskette der Offshore-Windenergie hinsichtlich der Einflussgröße „Fügetechnologie“ abgebildet und analysiert wurde. Dabei wurde der Schwerpunkt im Bereich des Stahlbaus (Gründungsstruktur und Turm) bezogen auf die schweißtechnische Fertigung gelegt. Im Kern der Studie stehen die Kostenstrukturen von Offshore-Windenergieanlagen bezogen auf die gesamte Wertschöpfungskette, beginnend bei der Planung, über Fertigung, Konstruktion, Montage, Betrieb / Wartung bis hin zum Rückbau. Durch die Verknüpfung dieser Einzelelemente mit der Einflussgröße „Fügetechnologie“ werden Ansatzpunkte für Kostenoptimierungen aufgedeckt, die maßgeblich die Gesamtkostenstruktur der Wertschöpfungskette beeinflussen.

Im Rahmen der Studie wurden Informationen zu den jeweiligen Aspekten auch durch Interviews mit Fachleuten aus den entsprechenden Unternehmen ermittelt. Hierdurch wurden praxisrelevante Aussagen ermöglicht, die eine objektive Bewertung des betreffenden Forschungsbedarfes unterstützen. Übergeordnetes Ziel war es, auf Basis der Studienergebnisse individuelle Bereiche der Wertschöpfungskette zu identifizieren, an denen über eine optimierte Fügetechnik effektive und unmittelbare und vor allem auch mittelbare Kostenoptimierungen möglich sind. Über die Studienergebnisse sind entsprechende Forschungsschwerpunkte nachhaltig zu definieren, um die Einwerbung von Fördermitteln auf nationaler und europäischer Ebene zu unterstützen.

Durchgeführt wurde die DVS-Studie von der Wissenschaftlichen Gesellschaft Fügetechnik e. V. im DVS (federführend war das ISF Aachen) und von der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt Halle GmbH.

Die Studie steht für Mitglieder der Forschungsvereinigung zur Verfügung unter: www.dvs-forschung.de/aktuell



Forschungsprojekte der Forschungsvereinigung des DVS im CORNET-Programm 2016

2016 wurden unter der Administration der Forschungsvereinigung drei CORNET-Projekte erfolgreich abgeschlossen, drei weitere Projekte befinden sich in der Beantragungphase.

InnoJoin – Development and evaluation of advanced welding technologies for multi-material design with dissimilar sheet metals

(IGF-Nr. 00.108 E / DVS-Nr. 05.056)

Laufzeit: 1. April 2014 – 30. Juni 2016

Fachausschuss 5 „Sonderschweißverfahren“

Projektkonsortium

Partner	Funktion	Land / Region
BWI - Belgian Welding Institute, Zwijnaarde	Koordinator und Forschungsstelle	Belgien-Flandern
KU Leuven Research Group on Advanced Manufacturing	Forschungsstelle	Belgien-Flandern
Centre d'études wallon de l'assemblage et du contrôle des matériaux (CEWAC), Liège	Forschungsstelle	Belgien-Wallonien
Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF), Universität Paderborn	Forschungsstelle	Deutschland
SLV Halle GmbH	Forschungsstelle	Deutschland
Forschungsvereinigung des DVS, Düsseldorf	KMU-Forschungsverband	Deutschland

Projektziele und Lösungsweg

Das Forschungsprojekt hatte zum Ziel, neue und komplexe Werkstücke und Produkte herzustellen, bei denen konventionelle Fügetechniken derzeit an ihre Grenzen stoßen. Im Rahmen dieser Vorgabe wurden im Verlauf des Projekts neue thermische Fügeverfahren entwickelt und optimiert.

Leistungsfähige Verbindungstechniken für Mischbauanwendungen (z.B. im Fahrzeugbau) wurden im Rahmen ihrer Anwendung erweitert, um wettbewerbsfähige Produkte mit verbesserten Eigenschaften und Leistungen herstellen zu können (z.B. mit reduziertem Gewicht oder geringerem Ressourcenverbrauch / geringeren Treibhausgasemissionen). Für kleine und mittelständische Unternehmen ergibt sich aus den Projektergebnissen ein umfangreicher Erkenntnisgewinn über die technische Machbarkeit und Anwendbarkeit der betrachteten neuen Fügeverfahren für eine Reihe von klar definierten Anforderungen, insbesondere hinsichtlich der Material- und Blechdickenkombinationen. Zudem

wurden Verbindungseigenschaften (metallografische Struktur, Härte, mechanische Eigenschaften, Qualität) und Prozessparameter für defektfreie Verbindungsausprägungen ermittelt und charakterisiert. Die Unternehmen erhalten so die Möglichkeit, kosten- und zeitoptimiert Verbindungen von bedingt oder nicht schweißbaren Materialkombinationen herzustellen.

Projektarbeiten in 2016 und erzielte Ergebnisse

Es wurden Untersuchungen zum Tragverhalten verschiedener Verbindungen getätigt. Dazu zählen sowohl quasistatische Kreuz-Kopfzug- und Scherzugversuche sowie Scherzugprüfungen unter zyklischer und schlagartiger Lastaufbringung.



Bild 32: Überblick über die Fügeverfahren und Materialkombinationen im Projekt

Ferner wurden auf belgischer Seite Korrosionsuntersuchungen anhand der durch das gesamte Projektteam zur Verfügung gestellten Proben durchgeführt und bewertet.

Im projektbegleitenden Ausschuss des deutschen Projektteils wurde angeregt, dass ergänzende Referenzversuche mit mechanischen Fügeverfahren durchgeführt werden sollen.

Während an der SLV Halle entsprechend Clinch-Versuche mit der Werkstoffkombination „Aluminium/Kupfer“ durchgeführt wurden, befasste sich das LWF mit der Betrachtung des Halbhohlstanznietens für die Materialkombination „Aluminium/hochfester Stahl“. Für die Materialkombination „hochfester Stahl/nichtrostender Stahl“ wurde das im Projekt bereits untersuchte Widerstandspunktschweißen als Referenz betrachtet.

Die Ergebnisse aller zuvor genannten Untersuchungen wurden abschließend als Input für das finale Benchmark genutzt. Ergänzend durch weitere Faktoren wie Prozesszeiten und Materialdickenflexibilität wurden die betrachteten Fügeverfahren bewertet und gegenübergestellt. Mit Hilfe des Benchmarks kann ein potenzieller Anwender unter Berücksichtigung etwaiger individueller Randbedingungen das für die jeweilige Materialkombination passende Fügeverfahren auswählen (Bild 32) und das resultierende Tragverhalten für verschiedene Lasteinleitungsrichtungen und Belastungsarten abschätzen.

ZeDeMAB – Zero Defect Manufacturing in Adhesive Bonding

(IGF-Nr. 00.120 EN / DVS-Nr. 08.092)
Laufzeit: 1. Mai 2014 – 31. Oktober 2016

Gemeinschaftsausschuss „Klebtechnik“ (GA-K)

Projektkonsortium

Partner	Funktion	Land / Region
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen	Koordinator und Forschungsstelle	Deutschland
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Saarbrücken	Forschungsstelle	Deutschland
Flanders Make!, Lommel	Forschungsstelle und KMU-Verband	Belgien-Flandern
Forschungsvereinigung des DVS, Düsseldorf	KMU-Forschungsverband	Deutschland

Projektziele und Lösungsweg

Das CORNET-Projekt zielt auf die exemplarische Erarbeitung eines ganzheitlichen Qualitätsmanagement-Konzepts für Klebprozesse ab. ZeDeMAB fokussiert auf die Möglichkeiten und Einschränkungen von kleineren und mittleren Unternehmen im Umfeld des Automobilbaus sowie des Sonderfahrzeugbaus. Das Konzept verbindet Aktivitäten vor Fertigungsbeginn (Konstruktion, Klebstoffe, Fertigungseinrichtungen, Personalqualifikation) mit dem eigentlichen Fertigungsprozess (Klebprozess, Füge-teile) und der Produktqualität (Leistungsfähigkeit, Lebensdauer), Bild 33.

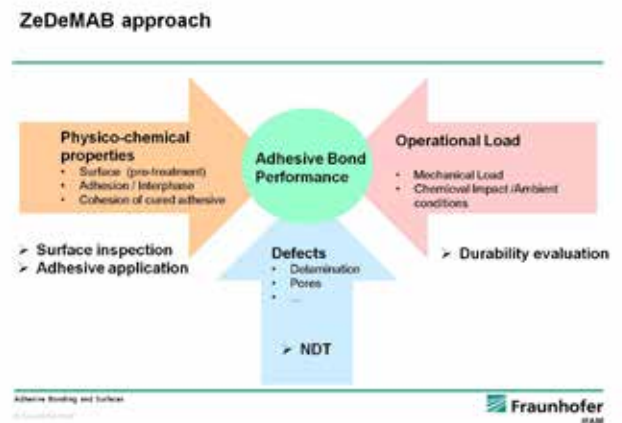


Bild 33: Gesamtkonzept im Projekt ZeDeMAB

Mit neuen Verfahren werden

- Die Prozessfähigkeit der Dosier-, Misch- und Applikations-einrichtung untersucht
- Die Oberflächen der Fügeteile und gegebenenfalls deren Vorbehandlung überwacht und die Eigenschaften der Klebfuge zerstörungsfrei ermittelt
- Zusätzliche Informationen für die Konstruktion liefern Prüfungen nach beschleunigter Alterung unter Last (Highly Accelerated Lifetime Testing „HALT“)

Anhand einer Auswahl repräsentativer Demonstratoren werden branchentypische klebtechnische Aufgabenstellungen untersucht und KMU-taugliche Lösungen zur Qualitätsmaximierung erarbeitet. Robustheit und flexible Verwendbarkeit der Lösungen bei günstiger Kostenstruktur werden prioritär bewertet.

Projektarbeiten in 2016 und erzielte Ergebnisse

- Identifikation klebtechnisch relevanter Parameter im Anwendungsfeld
- Messtechnische und methodische Ermittlung der Dosiergenauigkeit von 2K-Dosieranlagen
- Eignung verschiedener oberflächen-analytischer Methoden unter besonderer Berücksichtigung des betrieblichen Alltags in KMU
- Anwendungsgrenzen von NDT-Methoden zur Erkennung klebtechnischer Fehler in typischen KMU-Anwendungen

Flanders Make! identifizierte im Rahmen umfangreicher Untersuchungen, deren Aufwand durch statistische Versuchsplanung (Design of Experiments DoE) handhabbar wurde, wesentliche Einflussgrößen für den Klebprozess als solchen.

Das IFAM unterstützte die Arbeiten durch die Herstellung, oberflächenanalytische Untersuchung und abschließende Vorbehandlung von Fügeteilen, die gezielt unterschiedlich kontaminiert und anschließend in den Klebprozess eingeführt wurden.

Das IZFP trug durch die zerstörungsfreie Untersuchung der daraus hergestellten Demonstratoren zur nachgelagerten Produktprüfung bei.

Es wurde gezeigt, welche Vorgehensweise eine inline-fähige Qualitätssicherung ermöglichen würde, wenn unterschiedliche Vorbehandlungen (lösemittelbasierte Reinigung, Atmosphärendruck-Plasma) eingesetzt werden. Dazu wurden die mit solchen Fügeteilen gefertigten Verbunde nach unterschiedlichen Auslagerungen (beschleunigte Alterung) zerstörend getestet und nachgewiesen, dass eine **In-Process-Inspection** aufzeigt, bei welchen Zuständen der Fügeteiloberflächen ein weiterer Reinigungs- oder Vorbehandlungsschritt erforderlich ist, damit eine beständige Verbundfestigkeit erreicht wird.

Eine solche **In-Process-Inspection** wurde auf Basis eines Benetzungstests mit hochreinem Wasser sowohl in Form eines

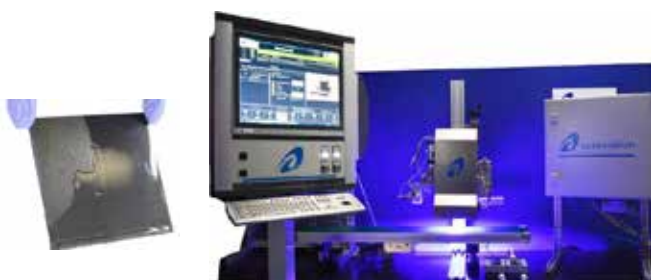


Bild 34: Benetzungstest, links manuell, rechts robotergeführte, automatisierte Aerosol-Benetzungsprüfung

einfachen, manuellen Sprühprozesses als auch in Form einer robotergeführten automatisierten Aerosol-Benetzungsprüfung erfolgreich implementiert (**Bild 34**).

2SIaC – Two step laser coating for 3D surfaces and large areas

(IGF-Nr. 00.145 E / DVS-Nr. 06.103)
 Laufzeit: 1. Juli 2015 – 30. Juni 2017

Fachausschuss 6 „Strahlverfahren“

Projektkonsortium

Partner	Funktion	Land / Region
EMRA – Environmental and Materials Research Association, Mons	Koordinator	Belgien
CRIBC – Centre de Recherches de l'Industrie Belge de la Céramique, Mons	Forschungsstelle	Belgien
Fraunhofer-Institut für Lasertechnik (ILT), Aachen	Forschungsstelle	Deutschland
Forschungsvereinigung des DVS, Düsseldorf	KMU-Forschungsverband	Deutschland

Projektziele und Lösungsweg

Forschungsziel im Projekt ist die Entwicklung eines industrietauglichen automatisierten Verfahrens zum zweistufigen Laserauftragschweißen dünner Schichten für 3D-Konturen und große Flächen durch Aufsprühen einer Partikel-Dispersion mittels Druckluft, anschließendem Trocknen und Umschmelzen durch Laserstrahlung.

Das fertig entwickelte Verfahren wird im Bereich des Verschleißschutzes (z. B. Werkzeuge, Formen, Motorkomponenten) und dem großflächigen Korrosionsschutz (z. B. Wärmetauscher) zur Anwendung kommen und richtet sich an kleine und mittlere Unternehmen aus der Zulieferindustrie (Lasertechnik, Pulverhersteller, Lohnfertiger) und der Anwenderindustrie (Werkzeugbau, Maschinenbau, Motorenbau).

Der Beschichtungswerkstoff wird mittels eines Air-Spray-Verfahrens auf das Substrat aufgebracht, getrocknet und mit einem Laserstrahl funktionalisiert. Zur Einstellung hoher Bearbeitungsgeschwindigkeiten wird der Laserstrahl mittels eines Scanners über das Werkstück geführt. Der Laserstrahl schmilzt sowohl das Additivmaterial als auch eine Randschicht des Substrates auf, so dass eine schmelzmetallurgische Anbindung zwischen Schicht und Substrat erzielt wird.

Vorteile des Verfahrens gegenüber anderen Beschichtungsverfahren sind eine Oberflächenqualität, die vergleichbar ist mit der Oberflächenqualität von Dünnschichttechnologien (z.B. dem PVD-Beschichten), kombiniert mit einer schmelzmetallurgischen

Anbindung der Schicht an den Grundwerkstoff, wie nur durch Schweißverfahren realisierbar. Das zweistufige Beschichtungsverfahren vereinbart damit, in dem adressierten Schichtdickenbereich (20 μm – 300 μm), eine hohe Oberflächenqualität der Schicht mit einer hervorragenden Haftung an den Grundwerkstoff. Anwendungen liegen im Bereich des Verschleiß- oder Korrosionsschutzes.

Technische Anforderungen an die erzielten Schichten sind:

- Schichtdicken im Bereich von 20 μm – 300 μm
- Schmelzmetallurgische Anbindung der Schicht
- Keine Risse und geringe Porosität
- Aufmischung von Schicht und Grundwerkstoff unter 1%
- Flächenrate $A \geq 0,5 \text{ cm}^2/\text{s}$
- Rauheit der Schicht $R_a \leq 0,5 \mu\text{m}$

Projektarbeiten in 2016 und erzielte Ergebnisse

Die Verfahrensentwicklung erfolgte für eine Eisenbasis- und eine Nickelbasislegierung (316L und Deloro 22). Im Berichtszeitraum wurde am CRIBC ein automatisierter Auftrag der Schichten mittels air-spraying realisiert. Hierdurch wurde gegenüber dem manuellen Auftrag die Reproduzierbarkeit der eingestellten Schichtdicken deutlich erhöht. Die Standardabweichung liegt bei automatisiertem Auftrag unter 25 μm . Die Schichten beider Werkstoffe sind rissfrei und porenarm und binden schmelzmetallurgisch an den Grundwerkstoff an. EDX-Analysen von Schichten aus 316L zeigen, dass die Aufmischung zwischen Grundwerkstoff und Schicht für den Werkstoff 316L für eine Geschwindigkeiten von 350 mm/s unter einem Prozent liegt. Der Werkstoff Deloro 22 wurde mit Bearbeitungsgeschwindigkeiten von bis zu 1100 mm/s aufgetragen. Mit den bisher eingestellten

Prozessparametern ist die Aufmischung mit bis zu 50% deutlich zu hoch. Hier sind im weiteren Projektverlauf weitere grundlegende Versuche in Vorbereitung.

Die Ergebnisse im vorliegenden Berichtszeitraum zeigen, dass die geforderte Rauheit von $R_a \leq 0,5 \mu\text{m}$ nicht durch den reinen Laserstrahlschmelzprozess eingestellt werden kann. Aus diesem Grund ist ein sich an den Schmelzprozess anschließender Laserstrahlpolierprozess notwendig. Der Laserstrahlpolierprozess kann an derselben Bearbeitungsanlage durchgeführt werden und unterscheidet sich von dem Laserstrahlschmelzprozess nur dadurch, dass hier nur ein schmaler Bereich der Oberfläche der Schicht aufgeschmolzen wird. Durch Polieren der Oberflächen können für beide Werkstoffe Rauheitswerte R_a unter den geforderten 0,5 μm erzielt werden. Bild 35 zeigt die Oberfläche einer Schicht aus Deloro 22 für 4 Überfahrten. Der Strahldurchmesser d_s betrug 400 μm , die Laserstrahlleistung P_L 300 W, die Scangeschwindigkeit 200 mm/s und die Strahlungsintensität I_L $2,4 \times 10^3 \text{ W/mm}^2$ und der Spurversatz 80 μm . Es wird eine Rauheit von $R_a = 0,43 \mu\text{m}$ erzielt. Die Flächenrate einschließlich Schmelz- und Polierprozess beträgt hier jedoch 0,036 cm^2/s und ist damit um einen Faktor zehn niedriger als die geforderte Flächenrate von $A \geq 5 \text{ cm}^2/\text{s}$. Wird umgekehrt eine Flächenrate von $A = 5 \text{ cm}^2/\text{s}$ eingestellt, liegen die eingestellten R_a -Werte nicht unter 3 μm .

Die Diskussion mit dem projektbegleitenden Ausschuss zeigt, dass das zweistufige Beschichtungsverfahren, trotz des Widerspruches von geringer Rauheit versus hoher Flächenraten, an Relevanz für eine industrielle Umsetzung gewinnt. Je nach Anwendung ist die Rauheit oder die Flächenrate von besonderem Interesse.

Im weiteren Projektverlauf soll das Verfahren für die Beschichtung eines Mikrokühlers, die Beschichtung einer Welle und die Beschichtung der Stirnfläche einer Buchse realisiert werden.

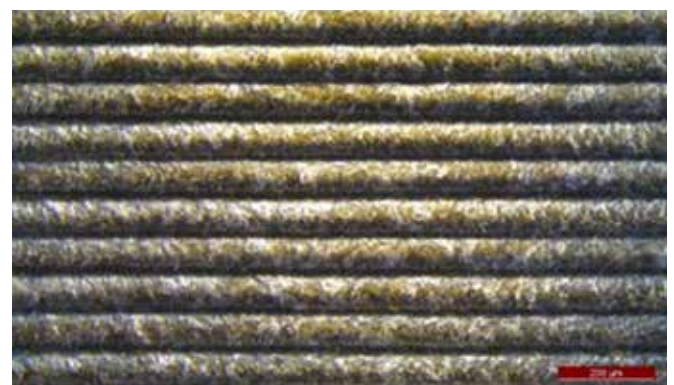
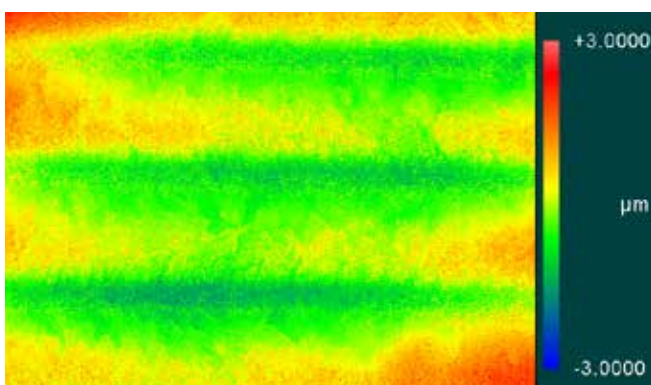


Bild 35: links: Aufnahme der Oberfläche einer Schicht aus Deloro 22 ($R_a = 0,43 \mu\text{m} \pm 0,02 \mu\text{m}$) mit einem Weißlichtinterferometer für eine Messfeldgröße von 0,35mm x 0,26 mm; rechts: Aufnahme der Oberfläche mit einem Lichtmikroskop für eine Messfeldgröße von ca. 1,2 mm x 1,2 mm



6th General Assembly der Sub-Plattform JOINING vom 16. Juni 2016

Die Sub-Plattform JOINING hat sich sehr erfolgreich entwickelt. Neben einer stetig steigenden Mitgliederzahl von über 700 Mitgliedern bis Ende 2016 nimmt auch die Wahrnehmung und Akzeptanz der Füge-technik durch die Europäische Kommission weiter zu.

Von der Europäischen Kommission wird das Förderprogramm HORIZON 2020 weiter fortgeschrieben. Für die Forschungsauf- rufe („Calls“) der Jahre 2018-2020 sind noch inhaltliche Festle- gung zu treffen. Die Europäische Kommission ruft hierfür auch die Sub-Plattform JOINING dazu auf, inhaltliche Vorschläge für die Gestaltung dieser Calls einzubringen; eine große Chance für die Füge-technik.

Hierzu wurde die Strategic Research Agenda (SRA) überarbei- tet. Die SRA dient als aktuelle Diskussionsbasis für fügetech- nischen Forschungsbedarf. Sie wird kontinuierlich fortgeschrie- ben.

Im Zuge einer europaweiten Befragung der Branche wurden zu- kunftsweisende Anforderungen und Prioritäten für die Füge-technik identifiziert:

- Datenmanagement und Digitalisierung der Füge-technik – JOINING 4.0
- Fügen artfremder Werkstoffe
- Optimierte Füge-technik für neue Werkstoffe, Strukturen und Fertigungsprozesse
- Fügen mit verbesserter Leistung unter extremen Bedingun- gen
- Fügen von besonderen Werkstoffen mit verbesserten Eigen- schaften
- Fügen von rissanfälligen und hoch legierten Werkstoffen
- Moderne Automatisierung der Füge-technik
- Entwickeln von flexiblen Fertigungszellen
- Hochwertige, kosteneffektive und agile Füge-technik
- Aus- und Weiterbildung von Fachpersonal

Insgesamt lagen 270 Antworten vor (70 % aus der Industrie). 60 % der Antworten stammten aus Deutschland. Die Unterstüt- zung des DVS wurde sehr positiv bewertet.

Über ein Direct Advising Document wurden diese aktuellen For- schungsschwerpunkte aufbereitet und an die Kommission wei- tergeleitet.

In enger Kooperation mit der Industrie hat die Forschungsverei- nigung des DVS auch die Ergebnisse der DVS-Studien „Füge- technik für die Windenergie“ und „Industrie 4.0 – Bedeutung für die Füge-technik“ anwendungsnah auf der 6th General Assembly vorgestellt. Dabei beeindruckte neben der Firma OSCAR PLT GmbH auch die Firma EEW SPECIAL PIPE CONSTRUCTIONS GMBH mit aktuellen und zukünftigen Anforderungen an die Füge- technik. Diese Ergebnisse flossen ebenfalls in das Direct Ad- vising Document ein.

Auch für 2017 ist wieder eine General Assembly der Sub-Plat- form JOINING (Bild 36) in Brüssel vorgesehen. Ein Termin steht jedoch noch nicht fest.

Die Forschungsvereinigung des DVS wird die Aktivitäten der Sub-Plattform JOINING weiter eng begleiten.



Bild 36: Management Board der Sub-Plattform „JOINING“ in der Struktur der Manufacture Technologie Plattform



Die Sub-Plattform „Joining“ lädt fortlaufend interessierte Experten aus Industrie und Wissenschaft ein, die europäischen Aktivitäten mit zu unterstützen und sich für die Plattform zu registrieren.

www.joining-platform.com

Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung

Die Fachausschüsse

Für eine effiziente und erfolgreiche kooperative Forschungsförderung ist es von entscheidender Bedeutung, dass ein enger Kontakt zwischen der Forschungsvereinigung, der Industrie und den Forschungsstellen besteht. Ein solches Netzwerk garantiert, dass die Unternehmen mit ihren Forschungsanliegen Gehör finden und ein kontinuierlicher technisch-wissenschaftlicher Gedankenaustausch zwischen allen Akteuren stattfindet. Diese Verantwortung obliegt als Gremienauftrag den Fachausschüssen der Forschungsvereinigung (Bild 37), die das gesamte Spektrum der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung repräsentieren und vertreten. Die Aktivitäten konzentrieren sich dabei auf die Planung, Begleitung, Steuerung und Bewertung von Forschungsprojekten. Darüber hinaus haben die Fachausschüsse entscheidenden Einfluss auf den Prozess des Ergebnistransfers in die Unternehmen und andere Maßnahmen, zum Beispiel im DVS-Netzwerk.

schüssen der Forschungsvereinigung (Bild 37), die das gesamte Spektrum der fügetechnischen Gemeinschaftsforschung repräsentieren und vertreten. Die Aktivitäten konzentrieren sich dabei auf die Planung, Begleitung, Steuerung und Bewertung von Forschungsprojekten. Darüber hinaus haben die Fachausschüsse entscheidenden Einfluss auf den Prozess des Ergebnistransfers in die Unternehmen und andere Maßnahmen, zum Beispiel im DVS-Netzwerk.

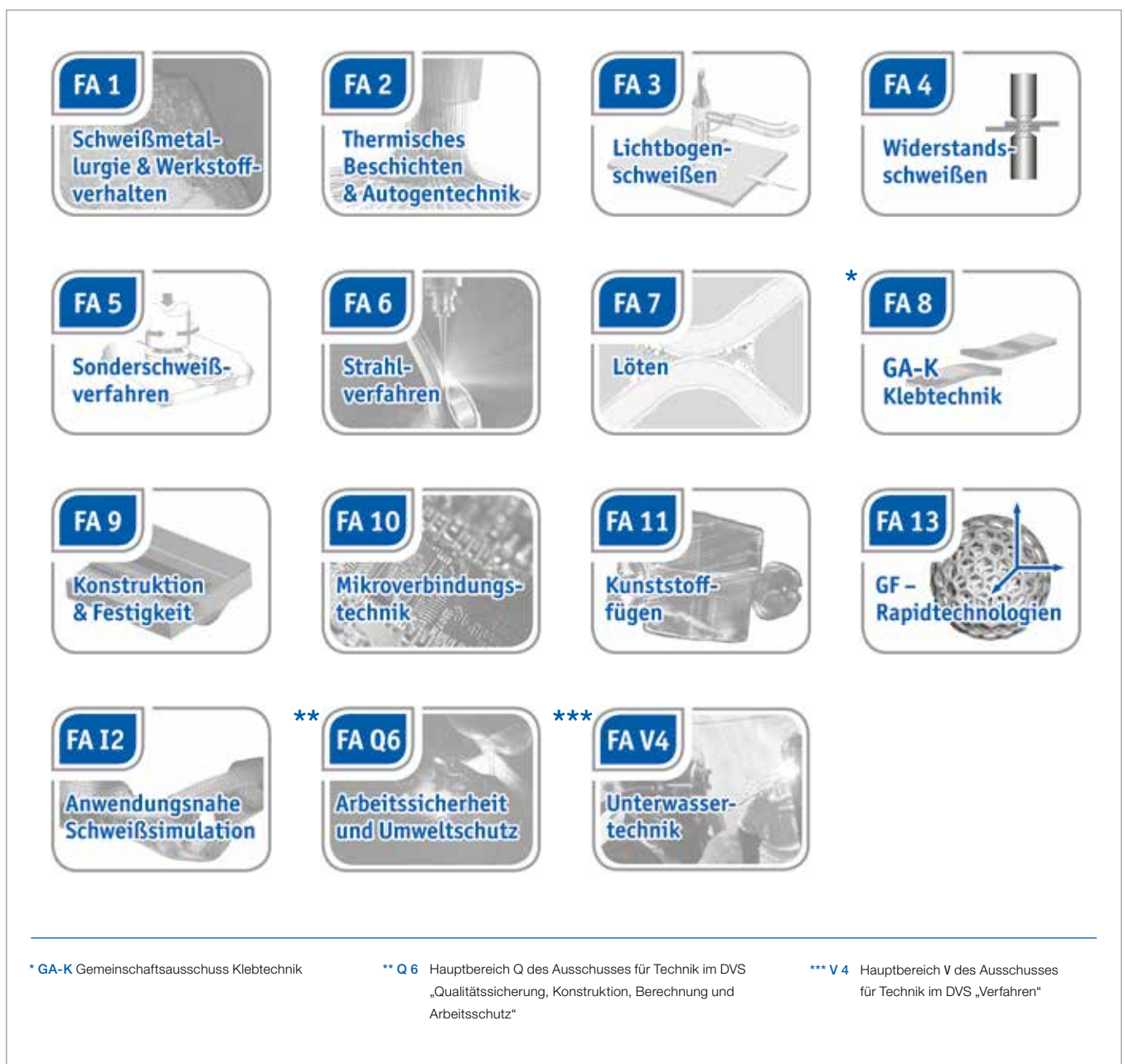


Bild 37: Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung

Fachausschuss 1 „Schweißmetallurgie und Werkstoffverhalten“



www.dvs-forschung.de/FA01

Vorsitzender Dr.-Ing. Martin Schmitz-Niederau
voestalpine Böhler Welding GmbH, Hamm

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Daniel Keil
Volkswagen AG, Wolfsburg

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

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik im DVS

- W1 „Technische Gase“
- W2 „Schweißen von Gusswerkstoffen“
- W3 „Fügen von Metall, Keramik und Glas“
- W4 „Fügen von Kunststoffen“
- W5 „Schweißzusätze“
- W6 „Schweißen von Aluminium und Magnesium“

www.dvs-aft.de/Aft/W/W1
www.dvs-aft.de/Aft/W/W2
www.dvs-aft.de/Aft/W/W3
www.dvs-aft.de/Aft/W/W4
www.dvs-aft.de/Aft/W/W5
www.dvs-aft.de/Aft/W/W6

IIW – Gremien (International Institute of Welding)

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

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Der Fachausschuss 1 beschäftigt sich mit Fragestellungen zur Metallurgie und zum Werkstoffverhalten geschweißter Werkstoffe. Dabei stehen die durch den Schweißprozess hervorgerufenen lokalen Werkstoffveränderungen, welche die Prozessergebnisse in Bezug auf die Eigenschaften des Bauteils maßgeblich bestimmen, im Fokus des Interesses. Dies beinhaltet die Bewertung sowohl thermischer, metallurgischer als auch mechanischer Einflüsse unmittelbar vor, während und nach der Ausführung des Schweißprozesses auf die Werkstoffeigenschaften des Bauteils.

Ziel ist es, sichere Aussagen über die im Schweißprozess beeinflussten Werkstoffe und somit ihre schweißmetallurgische Anwendbarkeit in Produkten zu treffen. Zu berücksichtigen sind dabei sowohl Grund- als auch Zusatzwerkstoffe sowie Hilfsstoffe.

Fragestellungen im Fachausschuss 1 grenzen sich von prozessspezifischen Fragestellungen ab. Berücksichtigung finden jedoch prozessspezifische Randbedingungen, die einen Einfluss auf die Schweißmetallurgie haben.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Tiefergehende Erkenntnisse über das schweißmetallurgische Verhalten und die technologischen Eigenschaften von Werkstoffen
- Fragen zur Eignung neu entwickelter Werkstoffe für die schweißtechnische Verarbeitung
- Einflüsse thermischer, mechanischer oder thermo-mechanischer Maßnahmen vor, während und nach dem Schweißprozess
- Fragen zu speziellen kurzzeit-metallurgischen Vorgängen, langfristigen Werkstoffveränderungen im Gebrauch, werkstoffmechanischen und anderen Wirkungen beim Schweißen (z. B. Eigenspannungen, Rissbildung, Erstarrung, Ermüdungsverhalten)
- Erarbeiten werkstoffkundlicher Zusammenhänge bei thermischen Fertigungsprozessen
- Beeinflussen des Werkstoff- und Gebrauchsverhaltens geschweißter Bauteile
- Entwickeln von Methoden und Maßnahmen zur Qualitätssicherung und -kontrolle
- Einsatz und Modifikation thermischer Fertigungsprozesse zur gezielten metallurgischen Beeinflussung der Werkstoffe

- Metallurgisches Beeinflussen der Füge- und Beschichtungszone durch Zusatzwerkstoffe und Hilfsstoffe
- Entwickeln und Qualifizieren anforderungsgerechter Zusatzwerkstoffe mit speziellen Füge- und Beschichtungseigenschaften
- Untersuchen des Fügeverhaltens von Werkstoffverbunden und Verbundwerkstoffen
- Optimieren und Bewerten der Eigenschaften geschweißter Verbindungen durch angepasste thermische und/oder mechanische Vor- bzw. Nachbehandlungsprozesse
- Schnelles Anwenden und Implementieren/Verbreiten von neuen Erkenntnissen durch den Aufbau und die Nutzung wissensbasierter Systeme (Datenbanken, Expertensysteme etc.) und neuer Simulations- und Modellierungstechnologien
- Fragen zur Arbeits- und Prozesssicherheit, welche durch werkstoffbezogene Größen beeinflusst werden

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt, Beispiel 1:

Standzeitverlängerung von Druckgusswerkzeugen aus Warmarbeitsstählen durch regeneratives Elektronenstrahlschweißen mit lokaler prozessintegrierter Wärmebehandlung

(IGF-Nr. 17.483 N / DVS-Nr. 01.083)

Laufzeit: 1. Dezember 2013 – 31. März 2016

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

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde eine Technologie zur wirtschaftlichen Regeneration lokal geschädigter Druckgußformen mit verbesserten metallurgischen Eigenschaften gegenüber konventionellen Reparaturschweißungen entwickelt. Dazu wurde das Elektronenstrahlschweißen unter der Verwendung von Zusatzwerkstoffen wegen seiner Möglichkeit zur variablen, bedarfsorientierten Gestaltung des Gesamtwärmehaushalts als Schweißverfahren für industriell eingesetzte Warmarbeitsstähle qualifiziert.

Es wurden zunächst geeignete Aufbaustrategien mit unterschiedlichen Schweißzusatzwerkstoffen ermittelt. In Hinblick auf die Verarbeitungseigenschaften und erzielbaren mechanischen Kennwerte hat sich dabei der Massivdraht SFe3 entsprechend DIN EN 14700 als geeigneter Schweißzusatzwerkstoff herausgestellt. Anschließend wurden Untersuchungen mit einer anlagenintegrierten Vor- und Nachwärmung durch-

geführt, bei der die Temperaturführung mit Hilfe eines kontinuierlichen und flächigen Elektronenstrahls erfolgte. Durch die verschiedenen Wärmebehandlungsstrategien konnten fehlerfreie Auftragschweißungen erreicht werden. Typische Härtespitzen in der Wärmeeinflusszone wurden vermieden. Anhand von Kerbschlagproben und Zugversuchen wurden für erfolgversprechende Varianten der Temperaturführung die mechanischen Eigenschaften der Schweißzusatzwerkstoffe ermittelt. Dabei wurde nachgewiesen, dass bei einer geeigneten Temperaturführung die Zähigkeits- beziehungsweise Festigkeitseigenschaften des Grundwerkstoffes erreicht beziehungsweise übertroffen werden. Anschließend experimentelle Untersuchungen an Realbauteilen (**Bild 38**) mit gezielter Temperaturführung haben ergeben, dass das Auftragschweißen generell auch auf deutlich voluminöseren Körpern defektfrei durchführbar ist und somit auch komplexere Konturen automatisiert auftragsgeschweißt werden können.



Bild 38: Anwendung des Elektronenstrahlauftragschweißens an einem Formeinsatz (links) mit aufgeschweißtem Bereich (rechts)

Ein messbarer thermisch bedingter Materialverzug war bei den untersuchten Formeinsätzen der Projektpartner nicht nachweisbar. Da die verwendeten Grund- und Zusatzwerkstoffe im Kokillen- und Spritzguss sowie in bestimmten Bereichen der

Urformtechnik ähnlich sind, sind die Ergebnisse neben ihrer primären Anwendung in der Druckgussindustrie auch auf diese Industriezweige übertragbar.

Meinungen aus den Unternehmen

Dr.-Ing. Ruben Heid, AUDI AG, Ingolstadt:

„Gerade im Bereich von dünnwandigem Strukturguss kommt es zu einem frühzeitigen Verschleiß der Dauerformen. Auswaschungen und Brandrisse sind hier ein häufiges Schädigungsbild, das durch die hohe Beanspruchung während des Gießprozesses hervorgerufen wird. Speziell diese Schädigungen sind dafür prädestiniert, durch das Verfahren des regenerativen Elektronenstrahlschweißens repariert zu werden. Weitere Untersuchungen sollten sich auf ein Upscaling der Anlagentechnik und auf eine geschlossene digitale Prozesskette fokussieren. Angefangen von der Detektion der Schädigungen, über das Erstellen von Fräsprogrammen zum Auskoffern der ge-

schädigten Bereiche, über den Aufschweißprozess, bis hin zum automatisierten Überfräsen der reparierten Formkontur.“

Dipl. Ing. Jörg Beck, AWEBA Werkzeugbau GmbH, Aue:

„Das Projektvorhaben liefert einen interessanten Ansatz zum Reparaturschweißen von Warmarbeitsstählen. Die durchgeführten Untersuchungen haben dabei gezeigt, dass das Auftragschweißen mit dem Elektronenstrahl prinzipiell durchführbar ist. Bei weiteren Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet sollte die mögliche gesteigerte Standzeit der Werkzeuge im Blick behalten werden.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt, Beispiel 2:

Untersuchung des Einflusses der materialabhängigen Eigenschaften von Aluminiumdrahtelektroden auf die Stabilität und das Schweißergebnis bei Schutzgasschweißprozessen

(IGF-Nr. 17.524 N / DVS-Nr. 01.084)

Laufzeit: 1. Dezember 2013 – 31. Mai 2016

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

Die schweißtechnische Verarbeitung von Aluminium mit Schutzgasschweißprozessen verursacht manchmal Probleme wie Lichtbogeninstabilitäten oder Porenbildung im Schweißgut, die dann auch auf die Eigenschaften der Drahtelektroden bzw. der Blechoberflächen zurückgeführt werden. In Abhängigkeit von der Transporthistorie, der Lagerdauer und den Lagerbedingungen verändern sich Eigenschaften der Drähte wie das Sprungmaß oder die Wasserstoffmenge auf der Drahtoberfläche. Dies kann Einfluss auf das Prozessverhalten und die Porosität des Schweißguts haben. Im Gegensatz zu den Blechoberflächen können drahtförmige Zusatzwerkstoffe jedoch vor der Verarbeitung nicht nochmals gereinigt werden. Forschungsergebnisse, die quantitative Aussagen über das Alterungsverhalten von Aluminiumdrähten mit den Verarbeitungseigenschaften und den Eigenschaften des Schweißergebnisses korrelieren, lagen bisher nicht vor.

Am ISF wurden Aluminiumdrähte verschiedener Legierungen über einen längeren Zeitraum unverpackt unter Werkstattklima und unter „tropischem“ Konstantklima ausgelagert. Die

Veränderungen des Sprungmaßes, der Wasserstoffmenge der Drähte, der verdampfbaren Rückstände sowie Reibwerte wurden gemessen. Mittels in Überkopffosition geschweißten Auftragraupen wurden die Prozessveränderungen und die resultierende Porosität untersucht (**Bild 39**). Ferner wurden ausgewählte Drähte einem Kondensations-Wechselklima ausgesetzt, wobei die genannten Größen ebenfalls bestimmt wurden (**Bild 40**).

Als zentrales Ergebnis lässt sich aus den Untersuchungsergebnissen ableiten, dass nur solche Drähte, die einer Kondensation ausgesetzt waren, zur Bildung einer detektierbaren, respektive unzulässigen, Porenmenge im Schweißgut neigen. Weder Drähte, die fast ein Jahr lang in „tropischem“ Konstant-Klima, noch Drähte, die fast zwei Jahre unter „Werkstattklima“ gelagert wurden, haben zu einem Auftreten von Poren im Schweißgut geführt. Die Wasserstoffmengen an nicht kondensierten Drähten verändern sich während der Lagerdauer nahezu gar nicht, was mit dem Ausbleiben einer Porenbildung im Schweißgut korreliert.



Bild 39: links: Schweißversuchstand zum Auftragschweißen in Überkopposition mit aktiver Kühlung zum Einfrieren aufsteigender Wasserstoffporen; rechts: Grober Tropfenübergang im Sprühlichtbogen

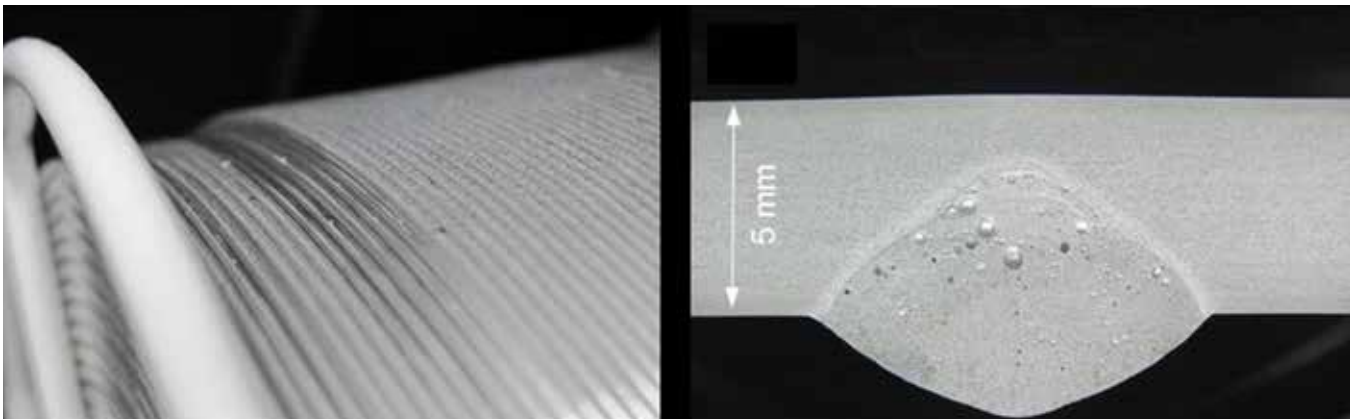


Bild 40: links: Oberfläche einer Drahtspule, die Kondensation erlebt hat; rechts: Poröse Auftragraupe mit einem kondensierten Draht geschweißt

Meinungen aus den Unternehmen

Robert Lahnsteiner, MIGAL.CO GmbH, Landau/Isar:

„Dieses sehr interessante Projekt wurde von uns von Anfang an begleitet und aktiv unterstützt. Die Notwendigkeit der in unserem Hause bereits seit Jahren getroffenen, aufwändigen Maßnahmen zur sachgerechten Lagerung und dem Versand unserer Drähte wurde nun endlich wissenschaftlich bestätigt. Die Projektergebnisse können für die Beratung unserer Kunden genutzt werden, sodass mit den Schweißzusätzen auch weiterhin anspruchsvollste Schweißaufgaben qualitätsgerecht ausgeführt werden können. Zudem eröffnen sich auch neue Ideen, z.B. mit Verpackungen die Drähte noch besser gegen schädliche Kondensation zu schützen.“

Dipl.-Ing. Norbert von Heesen, AUDI AG, Neckarsulm:

„Das Projekt liefert einen erheblichen Beitrag dazu, konstante Qualität beim Schweißen von Aluminiumwerkstoffen sicherzu-

stellen. Die über ein Jahr in der Werkstatt des ISF gelagerten Drähte führten selbst unter den schwierigen Bedingungen der Überkopposition nicht zur Porenbildung im Schweißgut: Das bedeutet im Umkehrschluss auch, dass die anderen Wasserstoffquellen mit den während der Versuche getroffenen Maßnahmen erfolgreich eingeschränkt werden konnten. Kommt es allerdings an der Drahtoberfläche zur Kondensatbildung, dringt der Wasserstoff in die Oberfläche ein und ist selbst durch Trocknung nicht mehr auszutreiben. Diese Drähte führen beim Schweißen zu einer erheblichen Porenbildung und sollten für den industriellen Einsatz nicht mehr verwendet werden.“

Michael Spiess, Safra s.p.a., Standort Travagliato / Italien:

„Wasserstoffporen im Aluminiumschweißgut stammen meistens aus mehreren Wasserstoffquellen. Im Rahmen dieses Projekts wurde nun der mögliche Beitrag durch die Aluminium-Schweiß-

zusatzdrahtelektroden quantifiziert. So wurde gezeigt, dass geeignete Lagerbedingungen und Verpackungen für qualitativ hochwertige Drähte einen entscheidenden Beitrag zur Porenfreiheit der Schweißgüter leisten. Mit den Ergebnissen des Forschungsvorhabens können wir unsere Kunden besser hinsicht-

lich fachgerechtem Handling und geeigneter Lagerung unserer Produkte beraten. Die verarbeitende Industrie wird zudem besser dafür sensibilisiert, worauf es bei der Vermeidung der Alterung der Drähte ankommt.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

01.086
18.099 B **Beeinflussung von Nahtigenschaften und Prozessverhalten durch Einsatz basischer Schlackesysteme beim MSG-Fülldrahtschweißen von Ni-Basislegierungen**

Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg

Beginn: 01.11.2016 Laufzeitende: 31.10.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.099B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

01.091
18.172 B **Entwicklung hochverschleißfester Hartauftragungen mit guter Zerspanbarkeit**

Dr. rer. nat. Reif, CeWOTec Chemnitz

Beginn: 01.05.2015 Laufzeitende: 30.04.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.172B>

01.089
18.390 B **Erhöhung der Beständigkeit gegenüber Porenbildung beim MSG- und UP-Schweißen von Super-Duplexstahl (SDSS)**

Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg

Beginn: 01.10.2014 Laufzeitende: 31.03.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.390B>

01.088
18.596 B **Ermittlung geeigneter Wärmeführungen zur Vermeidung wasserstoffunterstützter Kaltrisse beim Schweißen höherfester Feinkornbaustähle mit modifiziertem Sprühlichtbogen**

Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg

Prof. Dr.-Ing. habil. Kannengießer, BAM Berlin

Beginn: 01.01.2015 Laufzeitende: 30.06.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.596B>

Abgeschlossene Forschungsvorhaben

01.084
17.524 N **Untersuchung des Einflusses der materialabhängigen Eigenschaften von Aluminiumdrahtelektroden auf die Stabilität und das Schweißergebnis bei Schutzgasschweißprozessen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen

Beginn: 01.12.2013 Laufzeitende: 31.05.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.524N>

01.083
17.843 N **Standzeitverlängerung von Druckgusswerkzeugen aus Warmarbeitsstählen durch regeneratives Elektronenstrahlschweißen mit lokaler prozessintegrierter Wärmebehandlung**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, ifs Braunschweig

Beginn: 01.12.2013 Laufzeitende: 31.03.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.843N>

Fachausschuss 2 „Thermische Beschichtungsverfahren & Autogentechnik“



www.dvs-forschung.de/FA02

Vorsitzender Dr.-Ing. Gerhard Bloshies
Plasma Flame Technik AG, Höri b/Bülach (CH)

Stellvertretender Vorsitzender Werner Krömmer
Linde AG (Geschäftsbereich Linde Gas), Unterschleißheim

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

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
„Thermisches Spritzen und thermisch gespritzte Schichten“

www.dvs-aft.de/AfT/V/V7

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission I „Thermisches Schneiden und Beschichten“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Die Zielsetzung des Fachausschusses 2 ist es, die Prozesseffizienz thermischer Spritzprozesse zu steigern sowie neue Anwendungsfelder für diese Technologien zu etablieren.

Der Fachausschuss befasst sich daher mit thermisch gespritzten Schichtsystemen, den zugehörigen Verfahren gemäß prEN 657:2012 sowie mit alternativen Beschichtungsverfahren, z.B. dem Auftragschweißen. Diese alternativen Schichtlösungen werden als Ergänzung zu thermisch gespritzten Schichten untersucht.

Bei der Optimierung von Verfahren und Schichtlösungen stehen Praxisbezug und Verwertbarkeit für KMUs im Vordergrund. Die Aktivitäten des Fachausschusses unterstützen unter anderem die Darstellung von Einsatzmöglichkeiten thermisch gespritzter Schichten und geben auch eine Hilfestellung bei der Schichtauswahl im Vergleich zu den durch alternative Verfahren erzeugten Schichten. Dabei werden auch Kostengesichtspunkte zur Werkstoff- und Verfahrensoptimierung berücksichtigt. Themenstellungen zu Dünnschichttechnologien wie PVD und CVD sind nicht Gegenstand der Forschungsaktivitäten.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Neue Werkstoffe und Werkstoffkombinationen
- Verbundwerkstoffe
- Modifikation schwer spritzbarer Werkstoffe
- Entwickeln neuer Anwendungsgebiete und neuer Funktionalitäten
- Steigern der Prozesseffizienz und -wirtschaftlichkeit
- Abgrenzen und Anwenden der unterschiedlichen Spritzverfahren, z. B. Kaltgasspritzen, Suspensionsspritzen, Innenbeschichtungen, Mehrlagenschichtsysteme, dünne Schichten
- Verfahren zum Vorbereiten von Oberflächen für das thermische Spritzen
- Verfahren zum Nachbearbeiten von thermisch gespritzten Schichten
- Versiegeln von thermischen Spritzschichten
- Vergleichende Untersuchungen der Verfahren hinsichtlich Schichteigenschaften
- Hybridverfahren
- Steigern der Energie- und Ressourceneffizienz
- Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
- Verfahren einer kostengünstigen Qualitätssicherung für mittelständische Unternehmen
- Untersuchen der Emissionsbelastungen von Personal und Umwelt (z. B. Staub, Lärm, Strahlung)
- Entsorgen von Spritzstäuben

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt:

Entwicklung und Qualifizierung des Thermischen Spritzens von Fe/TiC-Schichten für ökonomische und ökologische Systemlösungen bei Hydraulikanwendungen mit wasserhaltigen Hydraulikflüssigkeiten – FeTiC Hydro

(DVS-Nr. 02.089; IGF-Nr. 17.701 N)

Laufzeit: 1. März 2013 – 28. Februar 2015

Prof. Dr.-Ing. K. Bobzin, Institut für Oberflächentechnik (IOT), RWTH Aachen

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden neuartige eisenbasierte und mit Titan Carbid verstärkte Beschichtungssysteme (Fe/TiC) mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzens (HVOF) und Atmosphärischen Plasma-Spritzens (3K-APS) entwickelt. Diese Beschichtungen wurden für den Einsatz in wasserbasierten Hydraulikflüssigkeiten optimiert. Als Referenzbeschichtungen wurden eine galvanische Hartchromschicht und eine mittels HVOF-Verfahren aufgebrauchte WC/CoCr-Beschichtung ausgewählt. Die entwickelten Fe/TiC-Beschichtungen sind verschleißbeständig und können zugleich durch ihre im Vergleich zu den Referenzbeschichtungen niedrigeren Härtewerte bes-

ser nachbearbeitet werden. Die mit Chrom und Nickel legierte Fe-Matrix sichert eine gute Korrosionsbeständigkeit der Fe/TiC-Beschichtungen für einen Einsatz in maritimer Umgebung. Die Korrosionsbeständigkeit der Fe/TiC-Beschichtungen in wasserbasierten Hydraulikflüssigkeiten ist den Referenzbeschichtungen überlegen. Die Beschichtungen wurden in einer Langzeituntersuchung in einem Hydraulik-Prüfstand (**Bild 41**) getestet und haben alle gesetzten Anforderungen erfüllt. Diese Aspekte machen die neu entwickelten Fe/TiC-Beschichtungen sehr interessant für Hydraulikanwendungen mit wasserbasierten Hydraulikflüssigkeiten.

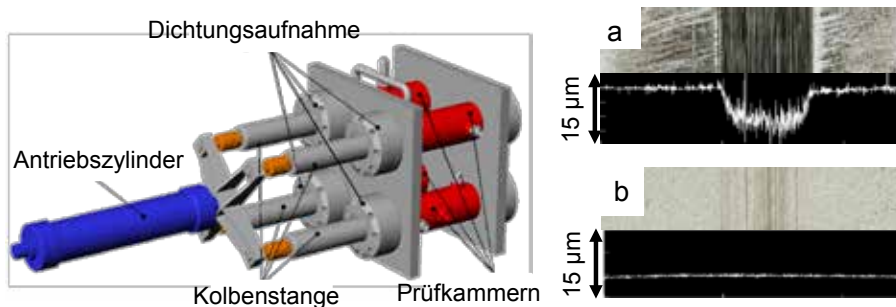


Bild 41: Links: Hydraulikprüfstand am IFAS der RWTH Aachen; rechts: Ergebnisse der Verschleißuntersuchung aus dem Modelltest mit dem Schmierstoff HFA (Wassergehalt > 80 %) (a) unbeschichtetes Substrat und (b) Fe/TiC-Beschichtung

Meinungen aus den Unternehmen

Dr.-Ing. Guido Reisel, Oerlikon Metco Woka GmbH, Barchfeld:

„Die im Projekt erzielten Ergebnisse heben das Potenzial von eisenbasierten, titancarbidverstärkten Beschichtungen deutlich hervor. Als Hersteller von Spritzzusatzwerkstoffen können wir damit unser Produktportfolio mittelfristig erweitern.“

Alexander Kalawrytinov, Pallas Oberflächentechnik GmbH & Co. KG, Würselen:

„In diesem Projekt konnten im Vergleich zu den etablierten Verschleißschutzschichten sehr gute Resultate sowohl in Bezug auf die Tribologie als auch auf das Korrosionsverhalten gezeigt werden. In Kombination mit den wirtschaftlichen Vorteilen dieser Werkstoffgruppe, insbesondere in Bezug auf die niedrigen Beschaffungskosten der Spritzzusatzwerkstoffe und die Kosten

für etwaige Nachbearbeitung, sind die mit titancarbidverstärkten, eisenbasierten Beschichtungen eine vielversprechende Werkstoffgruppe.“

Dr.-Ing. Jürgen Molter, Walter Hunger International GmbH, Lohr am Main:

„Die Reduzierung des Verschleißes an Kolbenstangen sowie ein gleichbleibend guter Korrosionsschutz sind für Hydraulikanwendungen von großem Interesse. Der hohe Wassergehalt der im vorliegenden Projekt verwendeten Schmierstoffe verschlechtert im Allgemeinen das tribologische Verhalten. Die eisenbasierten Beschichtungen haben unabhängig vom Schmierstoff sowohl im Modelltest als auch im anwendungsnahen Hydraulikprüfstand exzellente Verschleißbeständigkeit bewiesen.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

02.102
18.653 N **Ermitteln der Mechanismen zur Entstehung von Emissionen beim Thermischen Spritzen mit Fokus auf ultrafeine Partikel und die Gefährdungsbeurteilung einzelner Stäube unter produktionsrelevanten Bedingungen**

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen
Prof. Dr. rer. nat. Dott, UK Aachen

Beginn: 01.08.2016 Laufzeitende: 30.09.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.653N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

02.095
18.090 N **Beschichtungsrelevante Topographiekennwerte zur produktionsgerechten Substratvorbereitung für thermisch gespritzte Schichten optimierter Adhäsion – TopA**

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen

Beginn: 01.03.2014 Laufzeitende: 30.04.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.090N>

02.101
18.710 N **Zerstörungsfreie In-Situ-Überwachung zur Optimierung der Schichtmorphologie bei Plasma-, Lichtbogen- und HVOF-basierten Prozessen (OptiMorph)**

Prof. Dr.-Ing. habil. Walther, WPT Dortmund
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Tillmann, LWT Dortmund

Beginn: 01.04.2015 Laufzeitende: 31.03.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.710N>

02.100
18.788 N **Kavitationsschutzschichten aus pseudoelastischen Nickel-Titan-Legierungen hergestellt durch modifizierte Lichtbogenspritzprozesse**

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Tillmann, LWT Dortmund
Prof. Dr.-Ing. Pohl, WP Bochum

Beginn: 01.08.2015 Laufzeitende: 31.07.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.788N>

02.099
18.963 N **Entwicklung eines Plasmaprozesses mit gepulstem Stromverlauf und angepasster Spritzwerkstoffzufuhr**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Schein, EIT UniBW Neubiberg

Beginn: 01.12.2015 Laufzeitende: 30.11.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.963N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

02.093
18.088 N **Verbesserung der Schichteigenschaften beim Lichtbogen-drahtspritzen durch Strommodulation**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Schein, EIT UniBW Neubiberg
Prof. Dr. Klassen, UniBW Hamburg

Beginn: 01.03.2014 Laufzeitende: 30.09.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.088N>

02.092
18.153 B **Innere Hydrophobierung thermisch gespritzter Schichten**

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil Lampke, IWW Chemnitz (WOt)

Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 30.09.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.153B>

02.094
18.154 B **Entwicklung von Cr₂O₃-Hochleistungsschichten durch thermisches Spritzen mit Suspensionen**

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Beyer, IWS Dresden
Prof. Dr. rer. nat. habil. Michaelis, IKTS Dresden

Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 31.07.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.154B>

Fachausschuss 3 „Lichtbogenschweißen“



www.dvs-forschung.de/FA03

Vorsitzender Dr.-Ing. Wolfgang Scheller

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Standort Duisburg

Stellvertretender Vorsitzender Ing. Robert Lahnsteiner

MIGAL.CO GmbH Deutschland, Landau an der Isar

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

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V2 „Lichtbogenschweißen“ mit über 45 Untergruppen

www.dvs-aft.de/AfT/V/V2

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

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

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Der Fachausschuss 3 ist eine Plattform für Wissenschaft, Hersteller und Anwender für anwendungsorientierte und innovative Forschung auf dem Gebiet des Lichtbogenschweißens.

Lichtbogenschweißprozesse müssen zunehmend planbar, simulierbar, emissionsarm, überwachbar, qualitativ bestimmt, wirtschaftlich und fertigungssicher werden. Ziel des Fachausschusses ist es, die Effektivität und die Rentabilität der Lichtbogenprozesse zum Fügen in der industriellen Praxis weiter zu entwickeln.

Die vom Fachausschuss 3 initiierte und begleitete Forschung orientiert sich besonders an den Bedürfnissen und Anforderungen von kleinen und mittelständischen Unternehmen. Sie ist anwendungs- und ergebnisorientiert, unternehmensübergreifend sowie vorwettbewerblich ausgerichtet. Dabei stehen die Entwicklung neuer Prozesse, Prozessvarianten und deren Anwendungen im Mittelpunkt des Interesses.

In den Forschungsarbeiten sind Rand- und Umgebungsbedingungen wie Vorbearbeitung, Nacharbeit, Toleranzen, Verzug, Emissionen, Verunreinigungen und typische Qualitätskriterien der Praxis zu berücksichtigen. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und -abschätzungen sind ebenfalls Teil der Forschungsarbeiten. Im Rahmen der Forschungsprojekte werden hierzu Lösungsansätze erarbeitet und dokumentiert. Parameterangaben

zu Schweißaufgaben, die eine Vergleichbarkeit mit Ergebnissen anderer Forschungsprojekte und Praxisaufgaben ermöglichen, werden erarbeitet. Der Fachausschuss unterstützt geeignete Maßnahmen zum Transfer der Forschungsergebnisse.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Verfahrensoptimierungen und -neuentwicklung
- Fügen neuer Werkstoffe und Beschichtungen
- Erkenntnisse durch neue / verbesserte Simulationsverfahren
- Steigern der Wirtschaftlichkeit

Nutzen neuer Technologien für KMUs in den Bereichen

- Fahrzeugbau
- Apparate- und Behälterbau
- Rohrleitungsbau
- Maschinen- und Anlagenbau
- Luftfahrt und Wehrtechnik
- Energietechnik
- Stahl- und Brückenbau

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt, Beispiel 1:

Einfluss der Fugengeometrie und der Schweißposition auf den Wärmeeintrag ins Bauteil beim Schutzgasschweißen

(IGF-Nr. 17.749 BR / DVS-Nr. 03.108)

Laufzeit: 1. Januar 2014 – 30. April 2016

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. P. Mayr, Institut für Füge- und Montagetechnik (IFMT), TU Chemnitz

Wirkungsgradangaben für Schweißverfahren werden als Eingangsgrößen für Simulationsrechnungen und als Korrekturfaktoren bei der Berechnung der eingebrachten Streckenergie verwendet und weiterführend bei der Berechnung von $t_{8/5}$ -Zeiten genutzt. Dabei wird die Bauteilgeometrie in Form von Blechdicke, Fugenform und teilweise auch der Lagenaufbau über Korrekturfaktoren nach DIN EN 1011-2 berücksichtigt. Die Werte für sämtliche Nahtarten werden dabei relativ zum Schweißen von Auftragsraupen angegeben, für die die Korrekturfaktoren mit dem Wert 1,0 festgelegt sind. Das Ziel des Projektes bestand darin, dieses Konzept der Korrekturfaktoren zu überprüfen und gegebenenfalls zu erweitern. Dazu wurde ein kalorimetrischer Messaufbau für Verbindungsschweißungen entwickelt, mit dem der Einfluss einzelner geometrischer Einflussfaktoren auf den Wärmeeintrag in das Bauteil quantifiziert werden konnte. Parallel dazu wurde die $t_{8/5}$ -Zeit thermoelementbasiert gemessen. Untersucht wurden die Einflussgrößen Nahtform, Lagenaufbau, Blechdicke und Schweißposition.

Bezüglich Nahtform und Lagenaufbau führte eine Verschiebung des Lichtbogeneinwirkungsbereichs in Blechdickenrichtung bzw. eine Vergrößerung der Absorptionsfläche für die Lichtbogenenergie am Bauteil zum Anstieg des Prozesswirkungsgrades und damit zur Erhöhung des Wärmeeintrages. Gleichzeitig wurden reduzierte Abkühlzeiten gemessen. Die Blechdicke

beeinflusste den Wirkungsgrad nicht, hatte aber erheblichen Einfluss auf die $t_{8/5}$ -Zeit. Im Ergebnis der Untersuchungen zur Nahtform wird vorgeschlagen, die Formfaktoren in gültigen Regelwerken nach **Tabelle 1** anzupassen.



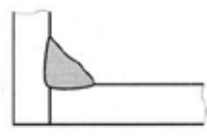
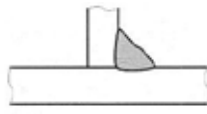
Auch die Schweißposition beeinflusste den Wärmeeintrag in das Bauteil. Je mehr Bauteiloberfläche zusätzlich zur direkt einwirkenden Lichtbogenwärme aufsteigender Wärmestrahlung ausgesetzt ist, desto höher ist der Wärmeeintrag. Gleichzeitig wurden hier erhöhte Abkühlzeiten gemessen. Es wird daher vorgeschlagen, einen Positionsfaktor nach **Tabelle 2** einzuführen.

Tabelle 2: Vorschlag zur Aufnahme eines Positionsfaktors in DIN EN 1011-2

Schweißposition	Positionsfaktor
PA	1,0
PB	1,3
PC	1,5

Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse wirken sich vor allem beim Verschweißen von temperatursensiblen Werk-

Tabelle 1: Vorschlag zur Anpassung der Formfaktoren in DIN EN 1011-2

Schweißnahtform		Formfaktor F2 und F3
Schweißraupe auf Blech		1,0
Zwischenlagen beim Mehrlagenschweißen von Stumpfnähten		0,85
einlagige Kehlnaht am Eckstoß		0,60
einlagige Kehlnaht am T-Stoß		0,50

stoffen mit geringen Toleranzbereichen im Abkühlverhalten aus. Es ist davon auszugehen, dass die Berechnungen nach DIN EN 1011-2 nur an Werkstoffe mit einem toleranten $t_{8/5}$ -Bearbeitungsfenster von mindestens $\Delta t_{8/5} = 15 \dots 20$ s zutreffende Ergebnisse ermöglichen. Für Werkstoffe mit einem schmaleren

$t_{8/5}$ -Abkühlungsbereich sollte mit den angepassten Korrektur- und den Positionsfaktoren gerechnet werden. So lange diese jedoch nicht in gültiges Regelwerk überführt sind, wird dem Anwender empfohlen, die realen $t_{8/5}$ -Zeiten weiterhin durch Messungen zu bestimmen.

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl. Ing. (FH) Jochen Englert, TADANO FAUN STAHLBAU GmbH, Lauf a. d. Pegnitz:

„Als Verarbeiter einer breiten Vielfalt an hochfesten Feinkornbaustählen ist das Thema der genauen Kenntnis des Wärmeeintrages ein wichtiges Mittel, um die Qualität unserer Produkte reproduzierbar sowie eine effiziente Produktion (Reduzierung von Schweißverzug, Richtarbeiten, etc.) sicherzustellen. Die in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse bestätigen und ergänzen unsere Erfahrungen im Bereich des Einflusses der Schweißnahtgeometrie sowie der Schweißposition auf das Schweißergebnis. Mit Hilfe der Ergebnisse können die Abkühlzeiten der Schweißverbindung besser voraus bestimmt werden, wodurch sich der Aufwand zur Qualifizierung des Fügeprozesses verkürzt hat. Zudem lassen sich mit den

Projektergebnissen der Aufwand für die Erstellung von Schweißfolgeplänen sowie die Abschätzung des Schweißverzugs deutlich reduzieren.“

Dipl.-Ing. Jörg Haase, STF Schweißtechnische Fertigung GmbH, Chemnitz:

„Die Firma STF GmbH verarbeitet ein breites Spektrum an Werkstoffen, so auch temperatursensible Werkstoffe für höher belastete Tragstrukturen. Hierfür sind die genaue Kenntnis und der Nachweis des Wärmeeintrages unumgänglich. Genau diese Arbeitsbereiche hat das Projekt bedient. Die Ergebnisse helfen uns, die Zykluszeit bei der Erarbeitung von Verfahrensprüfungen zu verkürzen.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt, Beispiel 2:

Sensorgestütztes MSG-Engspaltschweißen von Feinkornstählen mit modifizierter Prozessführung im Dickblechbereich (IGF-Nr. 17.923N / DVS-Nr. 03.111)

Laufzeit: 1. Januar 2014 – 31. Juli 2016

Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Rethmeier, Schweißtechnische Fertigungsverfahren, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden unter Einsatz prozessorientierter (Strom- und Spannungsmessung) und optischer Sensorik (Lichtschnittverfahren) verschiedene Regelalgorithmen zum automatisierten MSG-Engspaltschweißen im Dickblechbereich über 30 mm Blechdicke entwickelt. Ziel war es, durch eine Online-Adaption der Prozessparameter eine sichere Prozessführung und ein gleichmäßiges Auffüllen der Fuge beim Mehrlagenschweißen für Spaltbreitenvariationen zwischen 18 und 24 mm zu ermöglichen.

Die richtige Abstimmung der Pendelbreite auf die Spaltbreite der Engspaltnaht ist für eine sichere Flankenbindung besonders wichtig. Der im Projekt entwickelte Ansatz steuert die Pendelbewegung der Elektrode dabei selbstständig nur auf Basis des eigens entwickelten Lichtbogensensors und ermöglicht neben der automatischen Adaption an die Spaltbreite zusätzlich den Ausgleich unterschiedlicher Kontaktrohrabstände und Abweichungen in der Brennerstellung von der Nahtmitte. Neben der im Rahmen des Vorhabens hauptsächlich betrachteten

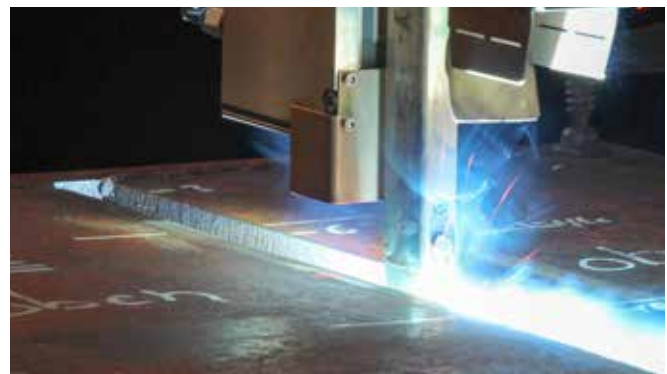


Bild 42: MSG-Engspaltschweißen am Demonstrator mit 50 mm Blechdicke

Anwendung bei Impulsschweißprozessen konnte die Funktion der Regelung auch für Sprühlichtbogenprozesse gezeigt werden, ohne dass vom Anwender ein zusätzliches Einrichten oder angepasste Einstellungen notwendig sind, was die Flexibilität

des Systems deutlich erhöht. Die entwickelte Füllgradregelung passt sowohl die notwendige Schweißgeschwindigkeit als auch die Drahtvorschubgeschwindigkeit auf Basis einer vom Anwender gewünschten Zielaufbauhöhe an die gemessene Spaltbreite an. In der abschließenden Demonstratorschweißung an einem 50 mm dicken Bauteil (**Bild 42**) mit Spaltbreitenvariationen von 18 – 24 mm konnte die Aufbauhöhe der entlang der Schweißnaht trotz großer Abweichungen der Nahtquerschnittsfläche bis auf wenige Zehntel mm über 17 Schweißlagen konstant gehalten werden (**Bild 43**).

Darüber hinaus wurde eine Methode entwickelt, um anhand der beim Schweißen aufgezeichneten optischen und prozessorientierten Daten die tatsächliche Spaltbreite aus der Kombination prozessorientierter Messdaten und der Bewegungsdaten

des Engspaltschwertes zu rekonstruieren, so dass der optische Sensor vollständig durch Lichtbogensensorik ersetzt werden kann. Dies ermöglicht beispielsweise auch den Einsatz der entwickelten Füllgradregelung für Anwendungen mit noch höheren Blechdicken, bei denen keine optische Sensorik verwendet werden kann. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens können somit auf vielfältige Weise von Anwendern der MSG-Engspalttechnologie verwendet werden: Bei Anwendungen, die den Einsatz optischer Sensorik ermöglichen, kann diese direkt in die Regelung integriert und zur Auslegung der Lichtbogensensorik genutzt werden, die den Betrieb ohne optischen Sensor ermöglicht. Steht keine optische Sensorik zur Verfügung, kann vom Prozess unabhängig die Pendelregelung genutzt werden und nach einer Kalibrierung der Anlage ebenfalls die Lichtbogensensorik zur Füllgradregelung.

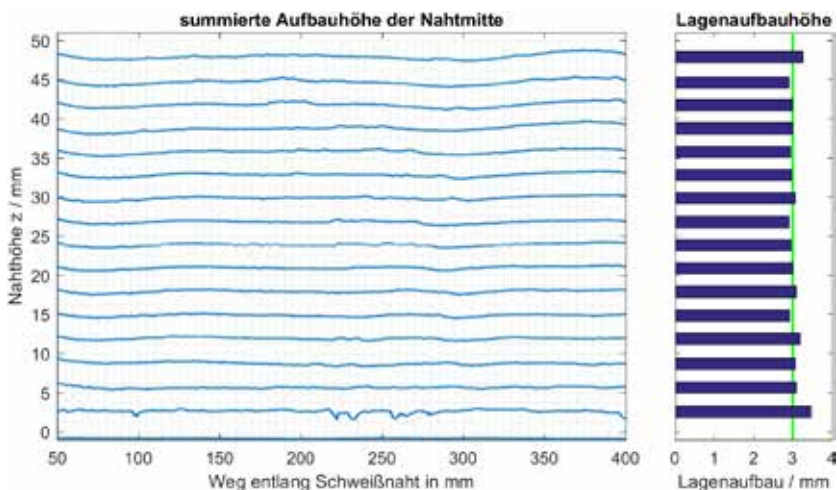


Bild 43: Gleichmäßiger Lagenaufbau bei variabler Spaltbreite durch adaptives Schweißen (Ergebnisse der Lasermessung, Zielaufbauhöhe 3 mm / Lage)

Meinungen aus den Unternehmen

Dr.-Ing. Birger Jaeschke, Lorch Schweißtechnik GmbH, Auenwald:

„Der im Forschungsbereich eigentlich nicht neue Ansatz eines selbstlernenden Systems wurde in diesem Projekt durch erfrischende neue Ideen bereichert. Die dabei entwickelten Detaillösungen und Methoden zeigen, dass dem vernünftigen Austarieren von expandierender Speicher- und Rechenleistung gegenüber sorgfältig ausgewählten Ausgangskanälen und Eingangskanälen mit modellbasierter Signalvorverarbeitung eine Schlüsselrolle zukommt.“

Andreas Förster, Borsig PHE, Berlin:

„Für uns, die Borsig PHE, die bis heute die Nahtverfolgung über einen Abstandssensor realisiert und die Pendelbreiten und Prozessparameter für eine gleichmäßige Füllung manuell regelt, ist die Lösung im Rahmen des Projektes ein Meilenstein hin zum vollautomatisiertem MSG Engspaltschweißen. Besonders ist

hier die Auswertung der Pendelbreite durch den Lichtbogen zu nennen, da durch die Steuerung der Pendelbreite auch kleinste Fehler aus der Nahtvorbereitung ausgeglichen werden können und das System somit eine hohe Eignung für den praktischen Einsatz in der Industrie aufzeigt. Ein sicheres Schweißen, trotz Nahtvorbereitungen durch Brennschneiden, ist jetzt möglich. Des Weiteren ist der Bediener/Schweißer nicht mehr gezwungen, die Naht 100% zu beobachten, was die Belastung aus dem doch sehr intensiven Lichtbogen erheblich reduziert. Da durch das MSG Engspaltschweißen die Kosten, Fertigungsdurchlaufzeiten und der Schweißverzug deutlich minimiert werden, werden wir unsere Anlage um die Steuerungstechnik aus dem Forschungsvorhaben erweitern. Dies wird uns für die nächsten Jahre wieder einen Fertigungsvorsprung gegenüber unseren Mitbewerbern und hier speziell aus dem asiatischen Raum, sichern.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

03.800
00.157 E **Entwicklung von Aluminium-Textilverbunden mit verbessertem Adhäsionsverhalten durch Strukturierung von Aluminiumoberflächen mit anodischem WIG-Lichtbogenprozess oder CW-Laserprozess**

Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden
Prof. Dr.-Ing. Overmeyer, LZH Hannover
Dipl.-Ing. Ök. Berthel, STFI Chemnitz

Beginn: 01.04.2016 Laufzeitende: 31.03.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.157E>

03.112
18.147 N **Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des UP-Schweißens durch Plasmaunterstützung**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.02.2016 Laufzeitende: 31.07.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.147N>

03.126
18.585 B **Entwicklung einer additiven Herstellungsmethode für Verbundstrukturen mittels MSG-Lichtbogentechnik**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau

Beginn: 01.07.2016 Laufzeitende: 30.06.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.585B>

03.116
19.203 N **Seriell Plasma-MSG-Hybridenschweißen bei Verwendung angepasster Prozessvarianten zum wirtschaftlichen Fügen von Aluminium**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 31.03.2019

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.203N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

03.109
17.885 N **Steuerung der Aufmischung beim Auftragschweißen mit hoher Abschmelzleistung durch modifizierte Zweidrahtprozesse**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 28.02.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.885N>

03.107
18.458 B **Entwicklung eines AC-MSG-Schweißverfahrens zum Fügen hochfester Feinkornbaustähle**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Schein, EIT UniBW Neubiberg
Prof. Dr. rer. nat. habil. Kruscha, BTU Cottbus
Prof. Dr. Klassen, UniBW Hamburg

Beginn: 01.12.2014 Laufzeitende: 31.05.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.458B>

03.120
18.579 B **Steigerung der Prozesssicherheit bei UP-Verfahrensvarianten mittels optischer Analysen des Lichtbogens und des Werkstoffübergangs im Kavernenraum**

Prof. Weltmann, INP Greifswald
Prof. Dr.-Ing. Wanner, IPA Rostock

Beginn: 01.01.2015 Laufzeitende: 31.05.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.579B>

03.123
18.748 N **Untersuchung zur Erhöhung der Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit beim MSG-Schweißen durch Laserstabilisierung**

Prof. Dr.-Ing. Overmeyer, LZH Hannover
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.08.2015 Laufzeitende: 31.01.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.748N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

03.108
17.749 B **Einfluss der Fugengeometrie und der Schweißposition auf den Wärmeeintrag ins Bauteil beim Schutzgasschweißen**

Prof. Dr. Mayr, IFMT Chemnitz

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 30.04.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.749B>

03.111
17.923 N **Sensorgestütztes MSG-Engspaltschweißen von Feinkornstählen mit modifizierter Prozessführung im Dickblechbereich**

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

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 31.07.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.923N>

03.119
18.008 B **Metall-Schutzgas-Tandemschweißen mit mittlerer Hartstoffeinbringung zum Herstellen gradierter Verschleißschutzschichten**

Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau

Beginn: 01.11.2014 Laufzeitende: 31.12.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.008B>

03.114
18.089 B **Erarbeiten einer Strategie zum effizienten MSG-Fülldrahtauftragschweißen hartstoffverstärkter Verschleißschutzschichten mittels magnetisch beeinflusstem Lichtbogen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau

Beginn: 01.03.2014 Laufzeitende: 30.09.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.089B>

Fachausschuss 4 „Widerstandsschweißen“



www.dvs-forschung.de/FA04

Vorsitzender Dr.-Ing. Karl Pöll

Matuschek Meßtechnik GmbH, Alsdorf

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Christian Fritzsche

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Salzgitter

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

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- Gemeinschaftsausschuss DIN NA 092-00-12 AA / DVS AG V3 „Widerstandsschweißen“

www.dvs-aft.de/Aft/V/V3

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission III „Widerstandsschweißen und verwandte Verfahren“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Der Fachausschuss 4 befasst sich mit dem Widerstandspunkt-, Buckel-, Rollenahtschweißen, Abbrenn- und Pressstumpfschweißen. Die Anwendungsbereiche des Verfahrens reichen von der blechverarbeitenden Industrie (Automobilbau, Lüftungsbau, Haushaltsgeräte) über die Drahtindustrie (Gitter, Siebe, Baustahlmatten, Ketten) bis hin zur Elektroindustrie (Kontakte, Lampen, Motoren).

Der Fachausschuss setzt sich zusammen aus Experten der Hersteller und Anwender des Widerstandsschweißens und der federführenden Forschungsstellen Deutschlands. In enger Zusammenarbeit mit dem Ausschuss für Technik des DVS (Arbeitsgruppe V3 „Widerstandsschweißen“) analysiert der Fachausschuss 4 den aktuellen Forschungsbedarf, initiiert geeignete Forschungsvorhaben und beurteilt neue Forschungs-ideen und Forschungsanträge. Dabei werden besonders die Belange der kleinen und mittleren Unternehmen berücksichtigt, um anwendungsnahe Forschung zu betreiben. Laufende Forschungsvorhaben werden fachlich durch den Fachausschuss 4 und die Arbeitsgruppe V3 begleitet.

Zum Transfer aktueller Forschungsergebnisse wird jährlich im Herbst ein öffentliches Kolloquium durchgeführt, bei dem ein enger Informationsaustausch zwischen den Forschungsinstituten und Industrieunternehmen stattfindet und abgeschlossene Forschungsvorhaben evaluiert werden. Halbjährliche Berichterstattungen der Forschungsinstitute auf den Unter-

gruppensitzungen der Arbeitsgruppe V3 und Vorträge bei der im 3-jährigen Rhythmus stattfindenden Sondertagung „Widerstandsschweißen“ ergänzen den Ergebnistransfer ebenso wie die Zusammenarbeit mit fachlich benachbarten Gremien wie der Fachgesellschaft SEMFIRA/EMF, dem DIN und der DKE. Weiterhin fließen die Forschungsergebnisse in die Erstellung und die Überarbeitung des DVS-Regelwerks ein.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Verfahrensoptimierungen für alle Verfahrensvarianten (z.B. Widerstandspunkt, Buckel-, Rollenahtschweißen, Abbrenn-, Pressstumpfschweißen) und hybride fägetechnische Fertigungsansätze wie Punktschweißkleben und Schweißnieten
- Einfluss der Schweißanlagen auf den Schweißprozess (Schweißzange, Elektroden, Stromquellen etc.)
- Fragen zur Fügbarkeit neu entwickelter oder modifizierter Werkstoffe und Beschichtungen (hoch- und höchstfeste Stahlwerkstoffe in Kombination mit weichen Stahlwerkstoffen, Aluminiumlegierungen, Mischbau)
- Qualitätssicherung und zerstörungsfreie Prüfung
- Schweißprozessregelung und Online-Prüfung
- Kleinteilschweißen von Nichteisen-Metallen (Elektrowerkstoffen)
- Fragen der Arbeitssicherheit (EMV/EMF/EMVU)
- Kennwertermittlung zur Anwendung von Simulationsverfahren und zur Produktoptimierung
- Berücksichtigung aktueller Themen

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt:

Einfluss von Reparaturbedingungen auf mechanisch-technologische Eigenschaften von Widerstandspunktschweißverbindungen

(IGF-Nr. IGF 18.159 B / DVS-Nr. 04.061)

Laufzeit: 1. April 2014 – 30. Juni 2016

Prof. Dr.-Ing S. Keitel, Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Halle

Prof. Dr. D. Orzessek, Hochschule Anhalt, Köthen

Bei den Fahrzeugherstellern sind robotergeführte Schweißzangen im Einsatz, deren Schweißparameter durch geschultes Personal eingestellt werden. Das Ziel sind kurze Taktzeiten, weshalb die Schweißzeiten möglichst klein zu halten sind. Bei einer Fahrzeugreparatur, bei der Karosserieteile getauscht werden, sind die Zangen kleiner und leichter. Die Elektrodenarme lassen durch geringe Steifigkeiten größere Verformungen zu. Die Schweißparameter werden nicht angelernt, sondern die Maschinen müssen ihre Schweißaufgabe selbstständig erkennen und Schweißparameter automatisch auswählen. Die Prozesssicherheit wird dabei durch Schweißzeiten größer eine Sekunde erreicht. Im Projekt wurden beide Systeme (robotergeführte und automatische Reparaturschweißzange) systematisch untersucht.

Bezüglich der Zangensteifigkeit konnten keine Nachteile der Reparaturzangen festgestellt werden, jedoch sollten extreme Zangenschragstellungen am Blech vermieden werden. Wichtigstes Ergebnis der Untersuchungen ist, dass auch Schweißzeiten > 1 s zu keinen Festigkeitseinbußen führen, sondern in Bereichen wie der Reparatur helfen, ausreichende Ergebnisse

zu erzeugen. Eine gut geplante und danach ausgeführte Reparatur hat mindestens die gleichen Festigkeitseigenschaften wie das Originalteil. In Fertigungslinien mit hohen Anforderungen an die Taktzeit und Reproduzierbarkeit ist ein gut ausgebildeter Einrichter nicht zu ersetzen (**Bild 44**).

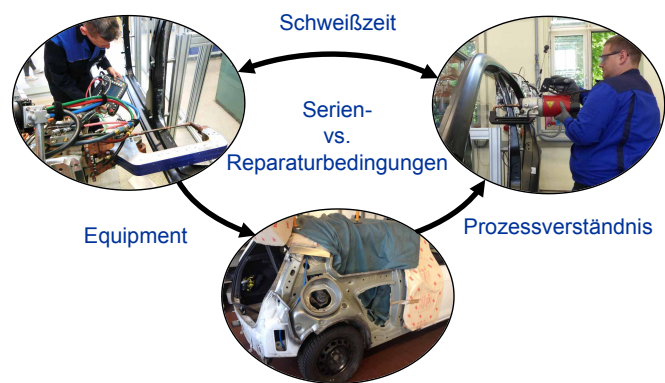


Bild 44: Serien- vs. Reparaturbedingungen

Meinungen aus den Unternehmen

Götz Eckhoff, Volkswagen AG, Wolfsburg:

„Das Projekt zeigt sehr anschaulich, wozu die Reparaturtechnik auf dem Gebiet des Widerstandspunktschweißens heute fähig ist. Die wichtige Fragestellung nach dem Einfluss der Schweißzeit wurde beantwortet: Es gibt keine negative Begleiterscheinung, solange die herausgegebenen Reparaturvorgaben in den Werkstätten eingehalten werden. Auch die Untersuchung der Zangensteifigkeit und der Schragstellung beim Punktschweißen haben gezeigt, daß die Punktschweißinverter mit ihrem Schweißprogramm „Automatikmodus“ eine hohe Prozesssicherheit aufzeigen und somit der Einflussfaktor ‚Mensch‘ gering gehalten wird. Damit bleibt das Widerstandspunktschweißen fester Bestandteil unserer Reparaturstrategien und kann weiter ausgebaut werden.“

Dirk Hochschwender, Cebotech GmbH, Sinsheim:

„Als Anlagenlieferant für Reparaturtechnik auch für Widerstandsschweißmaschinen zeigte uns das Projekt, dass das Widerstandsschweißen ein robuster und für das Fachpersonal durch die automatische Auswahl der Schweißparameter einfach auszuführender Prozess ist. Das Schweißen von Reparaturpunkten auf vorhandene Schweißstellen zeigte durch Crash-Tests, dass auch das Überschweißen von Punkten für die Reparatur genutzt werden kann, was für unsere Kunden eine Absicherung ihrer Arbeit darstellt.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

- 04.071
18.581 N **Untersuchungen zum Widerstandsbuckelschweißen zur Erzeugung elektrischer Al-Cu-Kontaktierungen**
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen
Beginn: 01.07.2016 Laufzeitende: 31.12.2018
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.581N>
- 04.060
18.939 B **Untersuchungen zum Einfluss des Oberflächen- und Werkstoffzustandes auf die Widerstandspunktschweißbarkeit formgehärteter Bleche**
Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg
Beginn: 01.12.2016 Laufzeitende: 30.11.2018
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.939B>
- 04.069
18.987 B **Erwärmungsverhalten der Kontaktzone beim Kondensatorentladungsschweißen unter Berücksichtigung der dynamischen Stromänderung und des Nachsetzverhaltens der Elektroden**
Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden
Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 31.12.2017
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.987B>
- 04.070
19.208 B **Zerstörungsfreie Charakterisierung der Anbindungsfläche beim Widerstandspressschweißen durch bildgebende Analyse der Remanenzflussdichte**
Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden
Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 30.09.2018
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.208B>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

- 04.061
18.159 B **Einfluss von Reparaturbedingungen auf mechanisch-technologische Eigenschaften von Widerstandspunktschweißverbindungen**
Prof. Dr.-Ing. Rudolf, EMW HS Anhalt
Prof. Dr.-Ing. Keitel, SLV Halle
Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 30.06.2016
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.159B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

- 04.999
18.409 B **Verfahrensentwicklung zur Herstellung von hybriden FVK/Stahl Strukturen mittels eines neuartigen Blechverbindungselementes – „HyBVE“**
Prof. Dr.-Ing. Dröder, IWF Braunschweig
Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg
Beginn: 01.05.2015 Laufzeitende: 31.08.2017
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.409B>
- 04.062
18.456 B **Lebensdauererhöhung von Widerstandspunktschweißelektroden durch Einsatz verschleißabhängiger Fräsintervalle und dispersionsgehärteter Kupferwerkstoffe**
Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg
Prof. Dr.-Ing. habil. Füssel, IOF Dresden
Beginn: 01.07.2015 Laufzeitende: 30.06.2017
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.456B>

Fachausschuss 5 „Sonderschweißverfahren“



www.dvs-forschung.de/FA05

Vorsitzender Dr.-Ing. Axel Meyer

RIFTEC GmbH, Geesthacht

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Markus Weigl

Grenzebach Maschinenbau GmbH, Asbach Bäumenheim/Hamlar

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

Ass. jur. Marcus Kubanek

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

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

marcus.kubanek@dvs-hg.de

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V11 „Reibschweißen“

www.dvs-aft.de/AfT/V/V11

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Der Fachausschuss 5 ist die Expertenplattform zur Identifizierung des Forschungsbedarfs, zur Definition und Begleitung von Forschungsprojekten zu den Sonderschweißverfahren, deren Bewertung sowie der Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis.

Die stetige Weiterentwicklung im Bereich der Werkstofftechnik, der Verkehrstechnik, der Optik sowie der Mikrotechnologie etc. verlangt nach neuen Fügetechnologien, die auf die spezifischen Werkstoffeigenschaften und Produktanforderungen abgestimmt sind. Diesen Anforderungen werden konventionelle Fügetechnologien nicht gerecht. Vor diesem Hintergrund bekommen Fügeverfahren, die heute als Sonderschweißverfahren bezeichnet werden, eine besondere Bedeutung.

Der Fachausschuss 5 behandelt sowohl Fügeverfahren, die teilweise schon etabliert sind und ein hohes Potenzial für neue Anwendungsfelder aufweisen, als auch neue innovative Technologiekonzepte, bei denen eine wirtschaftliche Anwendbarkeit erkennbar ist oder bereits industriell relevante Nischen existieren.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

Mit der Zielstellung, neuen Werkstoffentwicklungen und Anwendungsanforderungen gerecht zu werden, erfolgt keine Einschränkung in Bezug auf die Werkstoffsysteme. Somit beziehen sich die Forschungsarbeiten auf Stahlwerkstoffe, Nichteisenmetalle, Leichtmetalle, Glas und Keramik sowie deren Kombinationen als auch auf die folgenden Verfahren:

- Pressschweißen / Reibschweißen / Rührreibschweißen
- Diffusionsschweißen / Fügen mit Folien oder Zwischenschichten
- Ultraschallschweißen
- Lichtbogenbolzenschweißen
- Schweißen mit bewegtem Lichtbogen
- Reaktive Fügeprozesse
- Fügen durch Ausnutzen von Nanoeffekten etc.
- Hybrid- und Kombinationsverfahren (Fügen durch Umformen, Anodisches Fügen, Magnetimpuls-Schweißen etc.)
- Mechanisches Fügen

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt:

Untersuchungen zur Übertragbarkeit der Prozessgrößen beim Diffusionsschweißen in Abhängigkeit von der Bauteilgeometrie und den Erwärmungsbedingungen

(IGF-Nr. 18.020B / DVS-Nr. 05.054)

Laufzeit: 1. Januar 2014 – 30. September 2016

Dr.-Ing. S. Jahn, Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH (IFW), Jena
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. J. P. Bergmann, Fachgebiet Fertigungstechnik, TU Ilmenau

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde eine Vorgehensweise zur Übertragbarkeit von relevanten Prozessbedingungen beziehungsweise -größen für das Diffusionsschweißen zwischen verschiedenen Anlagenkonzepten und zur Skalierbarkeit dieser hinsichtlich der Bauteilgeometrien erarbeitet.

Als wesentliches Ergebnis zur Umsetzung der Übertragbarkeit von Diffusionsschweißprozessen wurde im Projekt nachgewiesen, dass der Hollomon-Jaffe-Parameter als eine geeignete Kenngröße zur integralen Beschreibung des Temperatur-Zeit-Verlaufes im Diffusionsschweißprozess herangezogen werden kann. Da die Kenntnis des Temperaturfeldes in Diffusionsschweißanlage und Bauteil eine Grundvoraussetzung für die Beschreibung des Prozesses darstellt, wurde im Projekt ein anlagenbasiertes FEM-Modell erarbeitet und validiert, mit dessen Hilfe eine vollständige Darstellung der Temperaturfelder im zu schweißenden Bauteil möglich ist (Bild 45). Besonderes

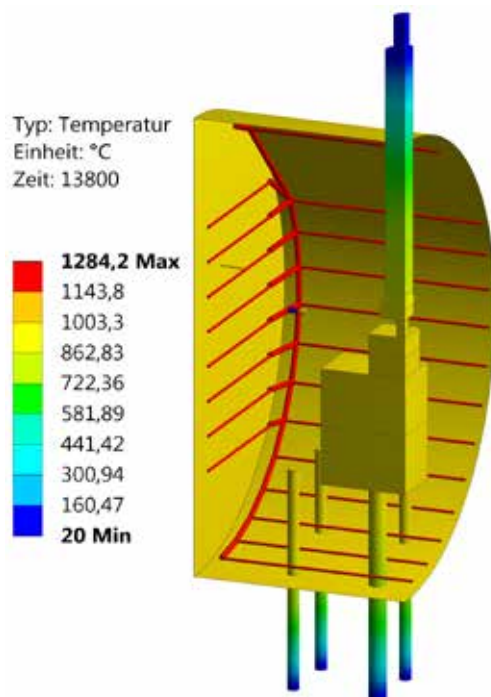


Bild 45: Viertelschnitt Simulationsmodell MUT

Merkmal des Modells ist dabei die Integration und Kopplung der Kraftaufbringungsrichtung inklusive der daraus resultierenden Wärmeableitung. Das FEM-Modell kann genutzt werden, um über die Prozessgestaltung (Aufheiz- und Abkühlraten) einen über die Fügefläche konstanten Hollomon-Jaffe Parameter zu erreichen (Bild 46).

Aus den durchgeführten Schweißexperimenten konnten weitere Ansätze zur Prozessoptimierung abgeleitet werden. Dazu zählt, insbesondere für Bauteile mit geringen Abmessungen, die Nutzung kurzzeit-metallurgischer Effekte (Rekristallisationsvorgänge, Spannungsabbau und Kornwachstum), welche die Verbundausbildung positiv beeinflussen. Weiterhin wurden Empfehlungen zur Prüfung der Presskraftverteilung erarbeitet (simulativ mittels FEM oder experimentell mit drucksensitiven Folien). Weiterhin wurden Empfehlungen zum Schweißen großformatiger Bauteile entwickelt (unter anderem das Aufheizen mit geringen Temperaturgradienten sowie definierte Kraftaufbringung). Die Ergebnisse tragen darüber hinaus dazu bei, die Anlagentechnik für das Diffusionsschweißen weiterzuentwickeln.

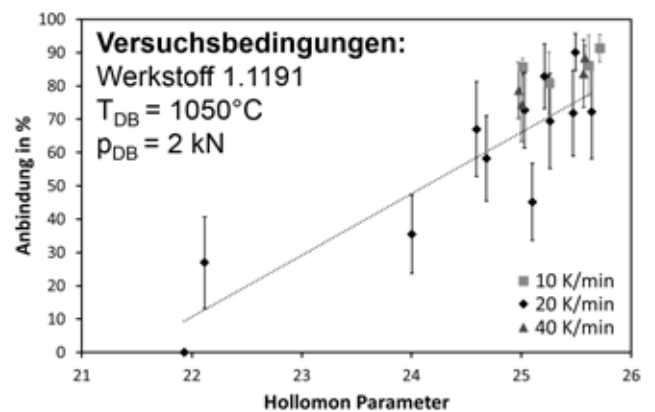


Bild 46: Abhängigkeit der Anbindung von dem Hollomon-Jaffe Parameter bei konstanter Temperatur

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl.-Ing. Jan Pfeiffer, PVA Löt- und Werkstofftechnik GmbH, Wettberg:

„Die Ergebnisse, welche an beiden Einrichtungen erreicht wurden, erweitern den Wissensstand zum modernen, industriellen Diffusionsschweißen um essenzielle Aspekte. Diese werden in der Zukunft ein Fundament für die Prozessentwicklung und -anpassung (Dienstleistung) als auch für das Anlagendesign bilden und somit diese spannende Technik einen wesentlichen Schritt näher zu einem serientauglichen Fertigungsverfahren voranbringen. Für uns als dienstleistendes Unternehmen bietet sich in direkter Konsequenz aus der Teilnahme am Projektbegleitenden Ausschuss die Möglichkeit, die Anzahl von zeit- und

kostenintensiven Vorversuchen zu minimieren und folglich den Bemusterungsaufwand bei Neubauteilen erheblich zu verringern.“

Dipl.-Ing., Dipl. Wirt.-Ing. Heinz-Jürgen Blüm, MUT Advanced Heating GmbH, Jena:

„Mit dem Forschungsprojekt wurden die Erkenntnisse im Bereich der Anlagenauslegung zum Diffusionsschweißen signifikant erweitert. Insbesondere können die Erkenntnisse zum Einfluss der Krafteinleitung und der daraus resultierenden Wärmeableitung für weitere Vakuumprozesse genutzt werden. Dadurch wird eine effizientere Auslegung der Systeme möglich.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

05.068
19.036 B **Entwickeln eines Pressschweißverfahrens zum Fügen von Kupfer mit Aluminiumlitzen durch die kontrollierte Bildung eines Eutektikums**

Prof. Dr.-Ing. Keitel, SLV Halle
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau

Beginn: 01.02.2016 Laufzeitende: 31.01.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.036B>

05.071
19.205 B **Fügen von Aluminium-Stahl-Verbunden durch einseitig konduktive Erwärmung**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau

Beginn: 01.11.2016 Laufzeitende: 31.10.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.205B>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

05.056
00.108 E **Development and evaluation of advanced welding technologies for multi-material design with dissimilar sheet metals InnoJoin**

Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn
Prof. Dr.-Ing. Keitel, SLV Halle

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 30.06.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.108E>

05.054
18.020 B **Untersuchungen zur Übertragbarkeit der Prozessgrößen beim Diffusionsschweißen in Abhängigkeit von der Bauteilgeometrie und den Erwärmungsbedingungen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau
Dr.-Ing. Jahn, IFW Jena

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 30.09.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.020B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

05.064
18.841 N **Gradierte Oberflächen durch Laserbearbeitung für Rührreißschweißwerkzeuge erhöhter Standzeit (LaserOptRRS)**

Prof. Dr.-Ing. habil. Steinhoff, IPL Kassel
Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Böhm, TFF Kassel

Beginn: 01.10.2015 Laufzeitende: 30.09.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.841N>

05.066
18.843 B **Strategie zur Skalierung des Rührreißschweißens unter besonderer Berücksichtigung der Werkzeug/Werkstoff Wechselwirkung - „Friction Stir Scaling“**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau

Beginn: 01.09.2015 Laufzeitende: 31.12.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.843B>

Fachausschuss 6 „Strahlverfahren“



www.dvs-forschung.de/FA06

Vorsitzender Prof. Dr.-Ing. Ronald Holtz
Class 4 Laser Professionals AG, Burgdorf/CH

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Johannes Weiser
EWM AG, Mündersbach

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
M. Sc. Marvin Keinert
T +49. (0)2 11. 15 91-188
F +49. (0)2 11. 15 91-200
marvin.keinert@dvs-hg.de

Veranstaltungen

Gemeinsames Kolloquium mit den Arbeitsgruppen
V9.1 „Elektronenstrahlschweißen“ und V9.2 „Laserstrahlschweißen“

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V9.1 „Elektronenstrahlschweißen“
- V9.2 „Laserstrahlschweißen und verwandte Verfahren“

www.dvs-aft.de/AfT/V/V9.1
www.dvs-aft.de/AfT/V/V9.2

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission IV „Schweißen mit hoher Energiedichte“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Die Aufgabe des Fachausschusses ist es, neue und weiterentwickelte Strahlschweißprozesse unter anwendungstechnischen Aspekten zu beurteilen und Prozessinnovationen durch unterstützende Forschung beschleunigt in kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) zu transferieren. Es wird auf eine Ausgewogenheit zwischen den Technologien Laser- und Elektronenstrahl geachtet. Hierbei steht nicht nur die Entwicklung von Prozessen und Verfahren sowie deren Simulation im Vordergrund.

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass häufig schon Verbesserungen in der Handhabung, Hilfen für die Vereinfachung und Verfahrensoptimierungen bzw. anwendungsspezifische Optimierungen von Anlagenkomponenten, z. B. verbesserte Strahlführungs-, Strahlauskopplungssysteme oder Bearbeitungsoptiken, schnell zu sehr erfolgreichen, umsetzbaren Ergebnissen in KMU führen.

Eine wichtige Hilfestellung für KMU ist es, im Rahmen von Projekten sinnvolle Prozess- und Anwendungsgrenzen aufzuzeigen. Neben der Prozesstechnik ist das besondere Verhalten

der Werkstoffe beim wärmearmen, strahltechnischen Bearbeiten mit hohen Abkühlgeschwindigkeiten zu berücksichtigen. Den Besonderheiten der sogenannten Kurzzeitmetallurgie soll ebenso Rechnung getragen werden wie den dadurch bedingten mechanisch-technologischen Werkstoffeigenschaften.

Neue Entwicklungen bei Laser- bzw. Elektronenstrahl sowie Werkstoffen sollen bereits in einem frühen Entwicklungsstadium durch grundlegende bzw. technologische Untersuchungen begleitet werden.

Die Forschungsarbeiten des Fachausschusses 6 werden eng mit den Arbeitsgruppen V9.1 „Elektronenstrahlschweißen“ und V9.2 „Laserstrahlschweißen und verwandte Verfahren“ im Ausschuss für Technik des DVS abgestimmt.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- In Zukunft sollen verstärkt die Fügemöglichkeiten von Werkstoffkombinationen untersucht werden, da hier ein hohes Anforderungspotenzial in nahezu allen Industriezweigen besteht und sich hieraus Produktionsinnovationen erwarten lassen.

- Die Kombinationen oder Kopplungen von Strahlprozessen untereinander oder mit konventionellen Technologien und somit die Erweiterung der Anwendungsgebiete der Laserstrahltechnik sollen weiter im Fokus der Forschungsaktivitäten stehen. Die strahltechnischen Prozesse gelten hierbei als Hauptprozesse, die durch unterstützende Werkzeuge, z. B. einen Lichtbogen, überlagert werden.
- Die Simulation der Prozesse und des Werkstoffverhaltens ist ein weiteres wichtiges Gebiet.
- Arbeiten zur Verbesserung der Prozessüberwachung und -führung und somit die Verbesserung der produktionsrelevanten Sicherstellung der Reproduzierbarkeit und Prozesssicherheit von Laser- und Elektronenstrahlprozessen sind weiterhin von außerordentlich hoher Bedeutung, da diese häufig eines der wichtigsten Kriterien für die Anwendung der Strahltechnik in der Industrie darstellen.

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt, Beispiel 1:

Oberflächenkonditionierung von Kupferwerkstoffen zur Stabilisierung des Dauerstrich-Lasermikroschweißens

(IGF-Nr. 18.335 N / DVS-Nr. 06.094)

Laufzeit: 1. September 2014 – 31. August 2016

Dr. rer. nat. D. Kracht, Laser Zentrum Hannover (LZH) e. V.

Das Forschungsprojekt befasste sich mit der Weiterentwicklung des prozesssicheren Fügens von Kupfer und Kupferwerkstoffen für den wettbewerbsfähigen industriellen Einsatz. In diesem Zusammenhang wurde untersucht, wie und in welchem Umfang sich die Vorteile einer Oberflächenkonditionierung mithilfe eines frequenzkonvertierten, kostengünstigen, gepulsten Nanosekundenlasermoduls (Konditionierlaser) auf das Schweißen (Bild 47) mit kontinuierlicher infraroter Laserstrahlung übertragen lassen.

Zu den grundlegenden Untersuchungen zur Wirkung der Konditionierung gehörte die experimentelle Charakterisierung der verwendeten Materialien Kupferwerkstoff Cu-OFE und die Kupferlegierung CuSn6 mit Blechdicken von 0,15 mm bis 1 mm im Hinblick auf die Variabilität ihrer Oberfläche. Für den Konditionierungsprozess wurde gezeigt, dass sowohl der Sauerstoffgehalt, als auch die Rauheit und Oberflächenvergrößerung mit steigender Pulsleistung und steigendem Überlappungsgrad der Konditionierpulse zunimmt. Damit einhergehend wurde eine erhöhte Absorption der infraroten (IR) Laserstrahlung festgestellt. Es wurde gezeigt, dass die Konditionierung der Kupferoberflächen den Nahtanfang wiederholbar definiert und eine Energieeinsparung durch geringere Reflexionsverluste hervorruft (Bild 48). Die Höhe des Einflusses dieses Effektes ist in besonderem Maße von der Fluence des Laserstrahls sowie der Materialdicke und den Materialeigenschaften abhängig.

Wesentliche Ergebnisse des Forschungsprojektes sind:

- Der Nahtanfang der Kupferwerkstoffe wird wiederholbar definiert
- Verbesserte Robustheit gegenüber wechselnden Legierungen und Chargen
- Größere Prozessgeschwindigkeit als beim gepulsten Nahtschweißen
- Energieeinsparung durch geringere Reflexionsverluste
- Prozesssicheres Nahtschweißen von Kupferwerkstoffen mit Blechstärken von < 0,5 mm

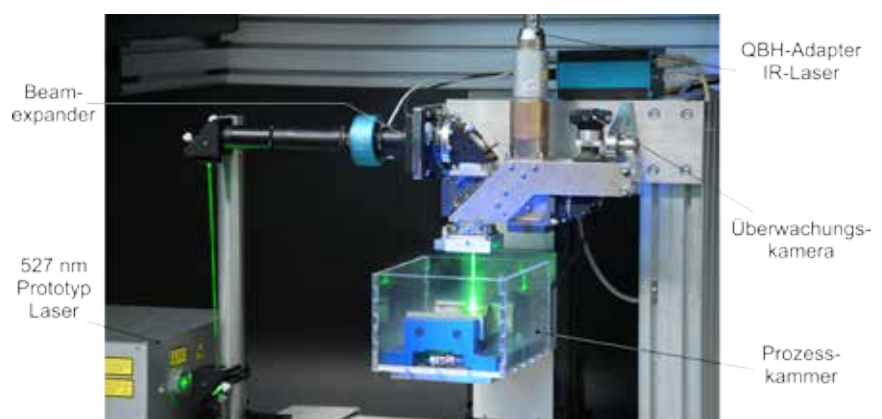


Bild 47: Foto des Versuchsaufbaus - wellenlängenkombinierter Laserkopf

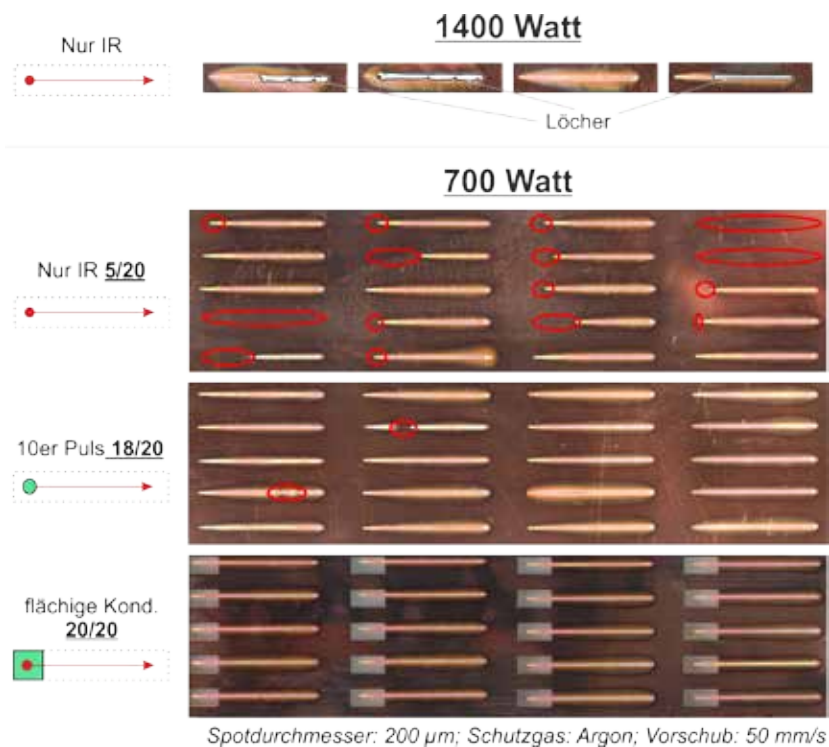


Bild 48: Untersuchungsergebnisse zum prozesssicheren Nahtschweißen des Werkstoffs Cu-OFE mit einer Blechstärke von 0,15 mm. Die Konditionierung der Kupferoberflächen definiert den Nahtanfang wiederholbar und bewirkt eine ausschlaggebende Erhöhung der Prozessstabilität. Ohne Konditionierung konnten lediglich 25 %, mit einer Spotkonditionierung am Schweißnahtanfang bereits 90 % und mit einer flächigen Konditionierung am Schweißnahtanfang sogar 100 % qualitativ hochwertige Schweißungen hergestellt werden.

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl.-Ing. Peter Schlüter, LMB Automation GmbH, Iserlohn:

„Durch unsere guten Kontakte im Bereich der Elektronik lagen immer wieder Anforderungen auf dem Tisch, dünnes Cu-Material zu verschweißen. Da die Einkoppelschwelle beim Cu-Schweißen recht hoch ist, musste bislang mit einer hohen Pulsspitzenleistung gearbeitet werden. Dies führte immer wieder dazu, dass das dünne Material zerstört wurde. Mit der Vorkonditionierung durch grüne Laserstrahlung ergibt sich der Effekt, dass mit wesentlich weniger Leistung gearbeitet werden kann. Es wird nur etwa ein Viertel der Pulsspitzenleistung benötigt. Damit kann in der Produktion eine wesentliche Verbesserung der Qualität und der Produktionssicherheit erreicht werden. Als Nebeneffekt wird darüber hinaus Energie eingespart.“

Dipl.-Ing. SFI/IWE Peter Stahl, Wieland-Werke AG, Ulm:

„Durch die Forschungsarbeiten im Projekt „OKuDaLas“ konnte nicht nur ein wesentlicher Beitrag zur Stabilisierung des Laserschweißprozesses in Kupfer geliefert, sondern auch das Prozessverständnis zum Laserschweißen von dünnen Kupferblechen insgesamt signifikant erhöht werden. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse und die daraus abgeleiteten Schweißstrategien zur Erzeugung einwandfreier Nähte lassen sich hervorragend in die industrielle Serienfertigung umsetzen. Die Projektergebnisse stellen dem Endanwender eine simple und gleichzeitig effektive Methodik zur Vermeidung von Nahtfehlern bei dünnen Kupferblechen zur Verfügung.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt, Beispiel 2:

Prozessstrategie zum Reparieren von Nickelbasisbauteilen mittels Laserstrahl

(IGF-Nr. 18.334 BR / DVS-Nr. 06.091)

Laufzeit: 1. September 2014 – 31. August 2016

Prof. Dr. -Ing. habil. J. P. Bergmann, Fachgebiet Fertigungstechnik, TU Ilmenau

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde ein neues Reparaturschweißverfahren für Bauteile aus Nickelbasislegierungen (Gasturbinen- oder Triebwerkskomponenten) entwickelt, das die Reparatur von γ -ausgehärteten Legierungen bei Raumtemperatur ermöglicht. Die Untersuchungen wurden an der Nickelbasis-Superlegierung IN 738 LC sowohl mit mischkristallhärtenden (IN 625) als auch mit ausscheidungshärtenden Zusatzwerkstoffen (HS 282 und IN 738LC) durchgeführt.

Der Schweißprozess zeichnet sich durch eine hohe Positionstoleranz von Draht und Laserstrahl aus, wobei eine kontinuierliche oder gepulste Drahtzufuhr möglich ist. Anhand der experimentellen Untersuchungen wurde ein weiterer Parameterraum nachgewiesen (Bild 49). Die gewonnenen Erkenntnisse mit mischkristallhärtenden Schweißzusatzwerkstoffen wurden erfolgreich auf γ -ausscheidungsgehärtete Zusatzwerkstoffe übertragen. Es wurde gezeigt, dass die Pulsform und die Pulsdauer die Erstarrungsbedingungen entscheidend beeinflussen. Mit Pulsdauern > 20 ms wurden artgleiche Schweißungen rissfrei bei Raumtemperatur erreicht. Somit wurde in diesem Vorhaben der bisherige Stand der Technik durch das in diesem Vorhaben entwickelte Schweißverfahren deutlich erweitert und die Anwendbarkeit unter praxisnahen Bedingungen nachgewiesen.

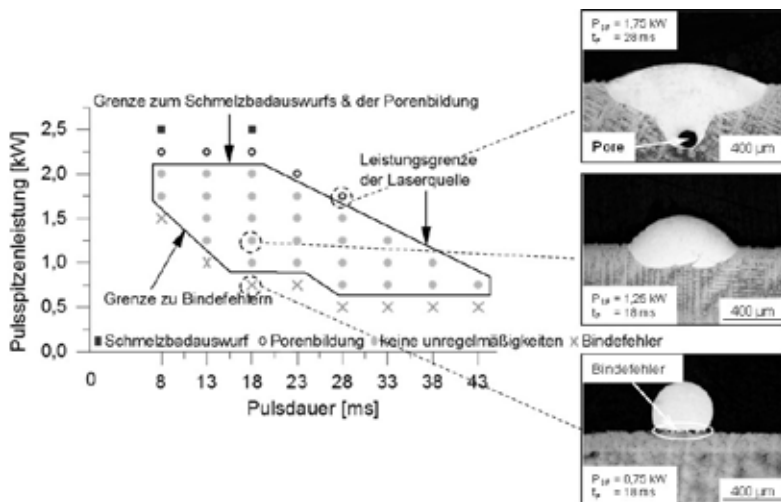


Bild 49: Parameterfeld beim gepulsten Laserauftragschweißen von Nickelbasis-Superlegierungen

Meinungen aus den Unternehmen

Dr. -Ing. Bernd Burbaum, Joining & Repair, Siemens AG, Berlin:

„Das Prozessverständnis beim gepulsten Laserstrahlaufragschweißen von ausscheidungsgehärteten Nickelbasis-Superlegierungen wurde durch die wissenschaftlichen Arbeiten in diesem Projekt wesentlich erweitert. Durch das aufgebaute Verständnis der Strahl-Stoff-Wechselwirkung und die Nutzung moderner Analysemethoden (Hochgeschwindigkeitsaufnahmen, Pyrometrie, Werkstoffanalyse...) wurde es im Projekt möglich, unterschiedliche Drahtzufuhrkonzepte im ms-Bereich zu erarbeiten, zielgerichtet zu entwickeln und zu validieren sowie die Auswirkung auf die Prozessstabilität und Heißrissbildung abzuleiten. Dem industriellen Endanwender eröffnen sich dadurch ganz neue Möglichkeiten für die Prozess- und Produktgestaltung. Auf Basis der verstandenen Wirkzusammenhänge können bei einer Steigerung der Auftragsrate qualitativ hochwertige Reparatur-

schweißungen für Heißgasturbinenbauteile in unserem Hause entwickelt werden.“

Jürgen Schneider, OT Oberflächentechnik GmbH & Co. KG Schwerin, Schwerin:

„Als zertifizierter Dienstleister im Bereich 'Reparatur von Gasturbinenkomponenten' ist ein hohes Maß an Prozesssicherheit für uns unabdingbar. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zur Prozessführung mit ausscheidungshärtenden Schweißzusatzwerkstoffen und die daraus abgeleitete Schweißstrategie zur Erzeugung heißrissminimierter Schweißnähte / Auftragschweißungen lassen sich hervorragend in unser industrielles Refurbishment umsetzen. In der Symbiose mit Laserstrahlpulverschweißen können komplexe Schweißreparaturen an GT-Bauteilen sowohl sehr filigran (gepulstes Laserdrahtschweißen) als auch sehr effizient mit hoher Schweißqualität ausgeführt werden.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

06.107
18.582 B **Spritzerarmes Laserstrahlschweißen bei hohen Geschwindigkeiten unter Einsatz angepasster Intensitätsverteilungen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Sinzinger, TU Ilmenau

Beginn: 01.07.2016 Laufzeitende: 30.06.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.582B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

06.103
00.145 E **Two Step Laser Coating for 3D Surfaces and Large Areas - 2SLaC**

Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen

Beginn: 01.07.2015 Laufzeitende: 30.06.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.145E>

06.093
18.386 N **Steigerung der Prozesseffizienz beim Laserstrahllöten**

Prof. Dr.-Ing. Vollertsen, BIAS Bremen

Beginn: 01.04.2015 Laufzeitende: 31.03.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.386N>

06.090
18.510 N **Verbesserung der Mikrostruktur von laserstrahlgeschweißten, ultrahochfesten Stählen durch gezielte Wärmeführung**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.12.2014 Laufzeitende: 31.05.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.510N>

06.096
18.707 N **Laserstrahlschweißen von Kupfer und Kupferlegierungen größer 3 mm Dicke unter reduziertem Arbeitsdruck bis hin zum Feinvakuum (LaVaCu3+)**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.04.2015 Laufzeitende: 30.09.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.707N>

06.102
18.840 N **Einfluss der Schwankungen von Kathodeneigenschaften auf die Strahlqualität und das Schweißergebnis beim Elektronenstrahlschweißen**

Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Böhm, TFF Kassel
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.10.2015 Laufzeitende: 31.03.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.840N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

06.086
17.968 N **Konzeption und Erprobung eines mobilen Vakuumsystems zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit des Laserstrahl- und des Elektronenstrahlschweißens (MoVak)**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.12.2013 Laufzeitende: 31.12.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.968N>

06.087
18.087 N **Untersuchungen zum Einfluss von Härte- und Gefügestand strahlgeschweißter Verbindungen an Stählen auf deren Verformungs- und Tragverhalten**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.03.2014 Laufzeitende: 31.12.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.087N>

06.900
18.149 B **RemoStAad - Steigerung von Prozessstabilität und Schweißnahtqualität beim Remote-Laserschweißen durch gezielte Strömungsführung mittels Anlagenadaption**

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Beyer, IWS Dresden
Prof. Dr.-Ing. Overmeyer, LZH Hannover

Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 30.09.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.149B>

06.089
18.156 N **Reduzierung der Porenbildung beim Laserstrahlschweißen von Aluminium-Druckgusslegierungen durch reduzierten Umgebungsdruck und/oder Doppelfokustechnik (ReduPore)**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 31.10.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.156N>

06.091
18.334 B **Prozessstrategie zum Reparieren von Nickelbasisbauteilen mittels Laserstrahl**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bergmann, TU Ilmenau

Beginn: 01.09.2014 Laufzeitende: 31.08.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.334B>

06.094
18.335 N **Oberflächenkonditionierung von Kupferwerkstoffen zur Stabilisierung des Laserstrahlmikroschweißens**

Prof. Dr.-Ing. Overmeyer, LZH Hannover

Beginn: 01.09.2014 Laufzeitende: 31.08.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.335N>

Fachausschuss 7 „Löten“



www.dvs-forschung.de/FA07

Vorsitzender Dipl.-Ing. Ingo Reinkensmeier
Siemens AG, Energy Sector, Berlin

Stellvertretender Vorsitzender Franz Wetzl
Robert Bosch GmbH, Renningen

**Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
Dipl.-Ing. Michael M. Weinreich**
T +49. (0)2 11. 15 91-279
F +49. (0)2 11. 15 91-200
michael.weinreich@dvs-hg.de

Veranstaltungen

Internationales Kolloquium „Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusionsschweißen“ (LÖT)
International Congress and Exhibition on Aluminium Brazing
International Congress and Exhibition on Aluminium Heat Exchanger Technologies for HVAC&R

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V6.1 „Hart- und Hochtemperaturlöten“
- W3 „Fügen von Metall, Keramik und Glas“
- Fachgesellschaft „Löten“ im DVS

www.dvs-aft.de/Aft/V/V6.1
www.dvs-aft.de/Aft/W/W3
www.dvs-aft.de/Aft/F/FG-Loeten

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission XVII „Hartlöten, Weichlöten und Diffusionsschweißen“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Der Fachausschuss 7 ist die Expertenplattform zur Identifizierung des Forschungsbedarfs, zur Definition und Begleitung von lötechnischen Forschungsprojekten, deren Bewertung sowie der Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis. Die Mitglieder des Forschungsausschusses kommen aus der Industrie (bevorzugt KMU) und aus der Forschung und sind unmittelbar in die Löttechnik involviert.

Das Löten ist als universelle Fügetechnik eine der Schlüsseltechnologien für die aktuelle und zukünftige Produkt- und Verfahrensentwicklung in allen industriellen Anwendungen, von der Mikroelektronik bis hin zum Kraftwerksbau. Die kommerzielle Nutzung moderner Werkstoffe wäre ohne die Löttechnik nicht machbar. Dementsprechend müssen die Lötverfahren weiterentwickelt sowie Konstrukteure und Fertigungsfachleute geschult werden, so dass Anwender der Löttechnik immer auf das neueste Know-how zurückgreifen können.

In der industriellen Anwendung der Löttechnik sind die Themen „Verfügbarkeit und Eigenschaften von Loten“, „Lötprozesse

und Werkstoffverhalten“, „Lötgerechte Konstruktion und Bauteilauslegung“ sowie die „Vorhersage und Absicherung der Verbindungseigenschaften“ wichtig für die Prozessbeherrschung, Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit.

Um hierfür Lösungen zu finden, müssen bestehende Technologien noch tiefer gehend verstanden und bis an die physikalischen Grenzen ausgereizt sowie neue entwickelt werden.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Erzeugen lötfähiger Oberflächen, Eigenschaften und Charakterisierung
- Lötprozesse mit niedrigen Löttemperaturen für hohe Einsatztemperaturen (Nanolote, Reaktionslote)
- Auslegen/Berechnen/Simulieren von hochfesten/ hochbeanspruchten Lötverbunden
- Systematisches Erschließen der Einflussfaktoren zur Lebensdauerbeständigkeit: Mechanische Festigkeit, Korrosion
- Hochfeste, wirtschaftliche Lötverbindungen

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt:

Entwicklung von Co-Basis-Loten zum Hochtemperaturlöten hochfester, thermisch stark belasteter Bauteile

(IGF-Nr. 17.622 BR / DVS-Nr. 07.069)

Laufzeit: 1. Dezember 2012 – 31. Mai 2015

Prof. Dr.-Ing. G. Wagner, Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik (IWW), TU Chemnitz

Ziel des Forschungsprojekts war die Entwicklung neuartiger Lote auf Co-Basis zum Fügen von hochtemperaturbeständigen Co-Basislegierungen. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die entwickelten Lote ohne die Verwendung der für ihre Sprödphasenbildungsneigung bei großen Spaltbreiten bekannten Elemente B und Si auskommen. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die zugrunde gelegten Literaturdaten zum System Co-ZrC-TaC aus den 1990er Jahren leider nicht reproduzierbar sind. Die minimale Schmelztemperatur liegt mit 1350 °C um 100 K über den Literaturangaben. Durch Legierungsmaßnahmen wurde eine Absenkung erzielt, allerdings wurden die anfangs angestrebten Schmelztemperaturen <1100 °C nicht erreicht. Die Lote beginnen ab einer Temperatur

von 1175 °C zu fließen und Spalte zu füllen. Mechanisch belastbare Verbindungen wurden bei 1225 °C hergestellt.

Sowohl bei Raumtemperatur als auch bei erhöhten Temperaturen von 850 °C erreichen die Zugfestigkeiten der entwickelten Lotlegierungen Grundwerkstoffniveau (**Bild 50**). Die wabenförmige Gestalt der Bruchflächen deutet auf ein duktiles Versagen der Verbindungen hin (**Bild 51**). Mikrostrukturuntersuchungen belegen die Abwesenheit von Sprödphasenbändern selbst für Spaltbreiten von 1000 µm. Die wissenschaftliche Qualität der erzeugten Ergebnisse wird auch durch den im Rahmen der „International Brazing and Soldering Conference 2015“ verliehenen „Best international Paper Award“ honoriert.

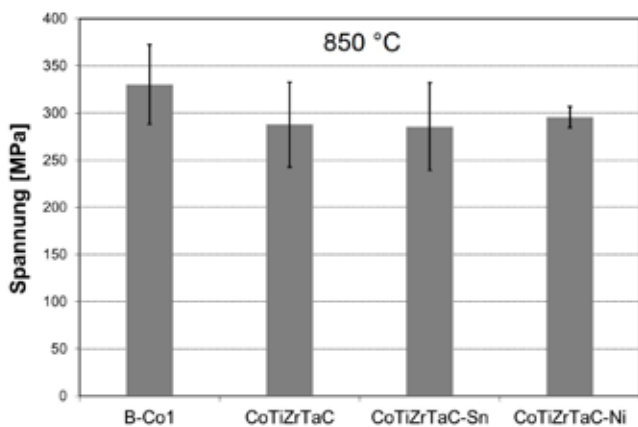


Bild 50: Bruchspannungen bei 850 °C

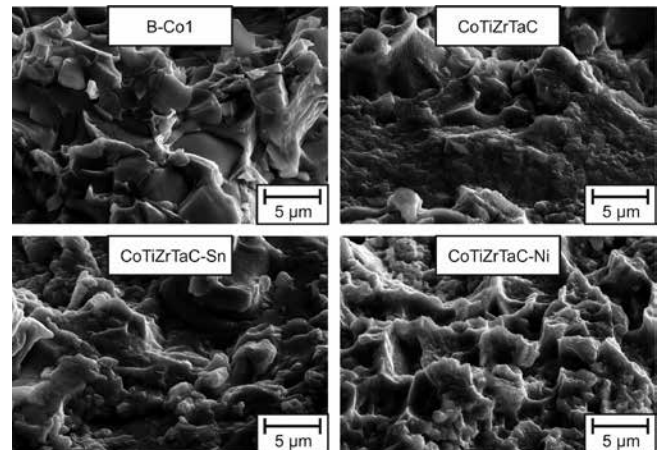


Bild 51: Bruchbilder Zugproben REM 850C

Meinungen aus den Unternehmen

Ingo Reinkensmeier, Joining & Repair, Siemens Energy AG, Berlin:

„Die Entwicklung von alternativen Lotwerkstoffen zum Fügen von hochtemperaturbeständigen Co-Basislegierungen ermöglicht die Erweiterung der Anwendungsfelder des Hochtemperaturlötens. Auch bei größeren Spaltbreiten müssen Lötverbindungen ohne die Bildung von Sprödphasenbändern erzeugt werden. Die im Projekt erzielten Erkenntnisse zu Verarbeitung und Eigenschaften der B- und Si-freien Lotwerkstoffe erleichtern die Überführung in industrielle Anwendungen.“

Norbert Janissek, Innobraze GmbH, Esslingen:

„Durch die Weiterentwicklung von Lötprozessen ist häufig die Untersuchung alternativer Lotsysteme notwendig. Besonders im Bereich des Hochtemperaturlötens wird eine Verminderung der Sprödphasenbildung im Lötgut angestrebt. Die im Projekt erzielten Ergebnisse zu alternativen Lotsystemen auf Co-Basis, besonders zu den mechanischen Eigenschaften der Lötverbindungen, erleichtern die zeitnahe Etablierung der Werkstoffe in industriellen Anwendungen.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

07.084
19.056 B **Untersuchungen zum Einfluss von Stickstoff in der Lötatmosphäre auf die Lebensdauerfestigkeit Ni-Basis-gelöteter CrNi-Stahl-Verbindungen unter korrosiver Belastung**

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner, IWW Chemnitz

Beginn: 01.04.2016 Laufzeitende: 31.03.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.056B>

07.078
18.507 B **Verringerung der Schwermetallionenmigration kupfergelöteter Plattenwärmeübertrager (PWÜ) für Trinkwasseranwendungen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner, IWW Chemnitz

Beginn: 01.12.2014 Laufzeitende: 31.05.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.507B>

07.082
18.705 B **Entwicklung eines standardisierten Messverfahrens zur in situ Bestimmung des Benetzungs- und Fließverhaltens von Hartloten**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner, IWW Chemnitz

Beginn: 01.04.2015 Laufzeitende: 31.03.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.705B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

07.071
17.776 N **Verbesserung der Gebrauchseigenschaften hochtemperaturgelöteter Verbindungen durch thermodynamisch ausgelegte Temperatur-/Zeitzyklen**

Prof. Dr. rer. nat. Müller, IFM Berlin
Prof. Dr.-Ing. habil. Wilden, HS Niederrhein

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 31.03.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.776N>

07.081
18.706 N **Entwicklung von kupfer- und nickelbasierten Lötssystemen mit niedrigen Verarbeitungs- aber hohen Wiederaufschmelztemperaturen**

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.04.2015 Laufzeitende: 31.03.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.706N>

07.075
17.907 N **Vermeidung binderbedingter Fehlstellen durch prozesssichere Verarbeitung von Lotpasten bei flächigen Bauteillötungen**

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen

Beginn: 01.11.2014 Laufzeitende: 30.04.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.907N>

07.076
18.284 B **Untersuchung der Gefüge-Eigenschafts-Beziehungen von Eisenbasisloten**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wagner, IWW Chemnitz

Beginn: 01.07.2014 Laufzeitende: 30.06.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.284B>

07.073
18.387 N **Systematische Untersuchung der Einflüsse von Oberflächenzuständen auf gelötete Fügeverbunde mit anwendungsrelevanten Prüfverfahren**

Prof. Dr.-Ing. Bobzin, IOT Aachen
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Tillmann, LWT Dortmund

Beginn: 01.11.2014 Laufzeitende: 31.07.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.387N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

07.077
18.422 B **Entwicklung eines Lötverfahrens für die Fertigung von wassergekühlten Bipolplatten aus chrombeschichteten Metallfolien für PEM-Brennstoffzellen**

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil Lampke, IWW Chemnitz
Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.11.2014 Laufzeitende: 31.10.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.422B>

07.080
18.469 N **Qualifizierung der elektrischen Widerstandsmessungen zur zerstörungsfreien Prüfung von Hartlötverbindungen - LöWE**

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

Beginn: 01.01.2015 Laufzeitende: 31.12.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.469N>

Fachausschuss 8 „Klebtechnik“



Vorsitzender Prof. Dr.-Ing. Wilko Flügge
Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Standort Salzgitter

Gemeinschaftsausschuss „Klebtechnik“ (GA-K)



Vorsitzender N. N.

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Horst Stepanski
Stepanski Engineering, Leverkusen

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

Ass. jur. Marcus Kubanek
T +49. (0)2 11. 15 91-120
F +49. (0)2 11. 15 91-200
marcus.kubanek@dvs-hg.de

www.dvs-forschung.de/FA08
www.klebtechnik.org

Veranstaltungen

Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V8 „Klebtechnik“
- V8.1 „Dosier- und Mischtechnologie für die Klebtechnik“
- V8.2 „Haftklebebänder“
- Q1.3 „Berechnung und Simulation in der Klebtechnik“

www.dvs-aft.de/AfT/V/V8
www.dvs-aft.de/AfT/V/V8.1
www.dvs-aft.de/AfT/V/V8/V8.2
www.dvs-aft.de/AfT/Q/Q1.3

In der Forschungsvereinigung des DVS

- FA 11 „Kunststofffügen“

www.dvs-forschung.de/FA11

Tragende AiF-Mitgliedsvereinigungen des Gemeinschaftsausschusses „Klebtechnik“

- **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



Ziel ist die Bündelung von Kompetenzen und Aktivitäten auf dem Gebiet der Klebtechnik. Die Mitglieder des GA-K mit Vertretern aus Industrie und Wissenschaft rekrutieren sich aus den Arbeitskreisen „Fertigung und Konstruktion“ und „Adhäsion und Klebstoffchemie“ der DECHEMA, dem Fachausschuss 8 „Klebtechnik“ der Forschungsvereinigung des DVS, dem Expertenausschuss „Kleben von Stahl“ der FOSTA sowie Experten der ivTH.

Die eingereichten Forschungsvorhaben umfassen das gesamte Gebiet der Klebtechnik von der Konstruktion über die Fertigung bis hin zur Reparatur und zum Recycling, auch in Kombination mit anderen Fügeverfahren. Einschränkungen auf bestimmte Werkstoffe, Einsatzgebiete oder Prozesse gibt es nicht.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Entwickeln, Anpassen und Beurteilen von Verfahren zur Oberflächenbehandlung
- Entwickeln neuer Prüfmethode für Klebstoffe und Klebverbindungen
- Berechnen von Klebverbindungen, Simulation, Kennwertermittlung
- Methoden zur Klebstoffaushärtung
- Fertigungstechnik und Fertigungsintegration von Klebsystemen
- Qualitätssicherung
- Konstruktionsmethodik und klebgerechte Gestaltung
- Hybridverfahren in unterschiedlichen Anwendungen
- Disbonding
- Reparatur
- Fügen im Produktlebenszyklus

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt, Beispiel 1:

Methoden zur Abschätzung des Verschleißes von Dosieranlagen bei der Verarbeitung von höherviskosen gefüllten Klebstoffen - Abrasio

(IGF-Nr. 18155 N / DVS-Nr. 08.088)

Laufzeit: 1. April 2014 – 31. Dezember 2016

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

Prof. Dr. B. Mayer, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM), Bremen

Ziel des Forschungsprojektes war die wissensbasierte Entwicklung und die Erprobung von Schnelltests und Simulationen, mit denen die meist mittelständischen Dosieranlagenhersteller den abrasiven Verschleiß höherviskoser, gefüllter Klebstoffe mit unbekannter Zusammensetzung auf Werkstoffe ihrer Dosieranlagen frühzeitig abschätzen können. Für die auftretenden Verschleißarten Gleitverschleiß, Stampfverschleiß und Hydroabrasivverschleiß wurden neuartige Tribometer konstruiert, aufgebaut und für Untersuchungen an Musterklebstoffen mit bekannten Füllstoffen sowie an kommerziellen Klebstoffen erprobt (**Bild 52**). Die durchgeführten Experimente stützen die Annahme, dass beim Strömungsverleiß die Wandschubspannung maßgebend für den Materialabtrag an den strömungsführenden Komponenten ist. Strömungssimulationen an Dosierkomponenten, die zu Beginn des Vorhabens in einer empirischen Studie ausgewählt wurden, stützen diese Modellvorstellung. In den durchströmten Bereichen mit maximaler Wandschubspannung tritt der stärkste Verschleiß

auf (**Bild 53**). Entsprechende Verschleißsimulationen wurden an drei unterschiedlichen Komponenten von Dosieranlagen durchgeführt.

Im Projekt wurden verschiedene Schnelltests für die drei unterschiedlichen Verschleißarten konzipiert. Diese Schnelltests lassen sich innerhalb weniger Stunden bis Tage realisieren und geben daher in der frühen Entwicklungsphase einer Dosieranlage Aufschluss über das Verschleißrisiko einer Materialpaarung. Ausgehend von einem entwickelten Modell zum Hydroabrasivverschleiß kann im Hydroabrasivtribometer der Abrasionsfaktor a für verschiedene Werkstoff-Klebstoff-Paarungen ermittelt werden. Zur Verringerung des Hydroabrasivverschleiß ist es damit möglich, durch konstruktive Optimierungen auf Basis von Strömungssimulationen und unter Nutzung des experimentell ermittelten Abrasionsfaktors das Verschleißpotential zu reduzieren.

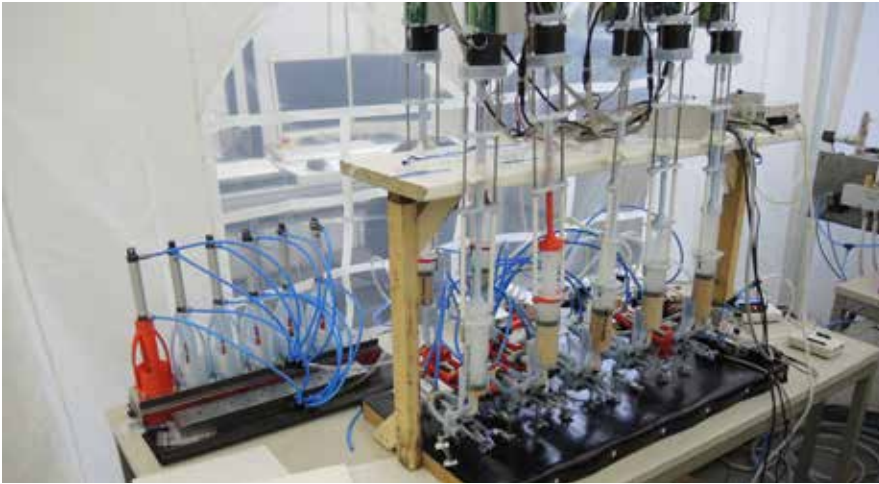


Bild 52: Bestimmung der Abrasivität hochgefüllter Kleb- und Dichtstoffe mittels neuartiger Stampfverschleiß- (links) und Gleitverschleißprüfgerät (rechts)

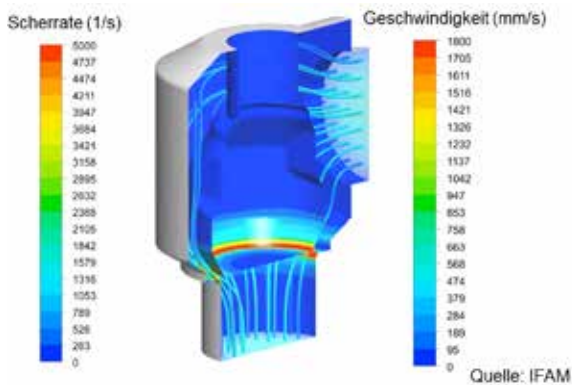


Bild 53: Strömungssimulation an Dosierkomponenten: Beim Schließen des Kegelsitzventils treten kurz vor dem Schließen maximale Wandschubspannungen auf

Meinungen aus den Unternehmen

Alf Birkenstock, WKW Erbslöh Automotive GmbH, Wuppertal:

„Die Ergebnisse im Projekt zeigten eindrucksvoll die Zusammenhänge der verschiedenen Versagensursachen an Dosieranlagen, herbeigeführt durch Füllstoffe im Klebstoff. Die wertvollen Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt werden wir bei der Auslegung zukünftiger Klebapplikationsanlagen, im Gespräch mit dem Dosieranlagenhersteller, einfließen lassen.“

Holger Schuh, THE BERGQUIST COMPANY GmbH, Halstenbek:

„Aus den Forschungsergebnissen des Projektes ABRASIO können wir für zukünftige Materialentwicklungen wichtige Erkenntnisse bezüglich des Abrasionsverhaltens von verschiedenen Füllstoffen umsetzen. Besonders interessant sind für uns und unsere Kunden die Erkenntnisse beim wiederholten Umpumpen der abrasiven Medien in Langzeitversuchen. Dies

spart uns und unseren Anwendern erheblich Material und damit Kosten. Um die Berechnungen dann auch praxisnah einsetzen zu können, würden wir uns ein Folgeprojekt zur Gegenprüfung wünschen.“

Manfred Wölfle, RAMPF Production Systems GmbH & Co. KG, Zimmern o.R.:

„Die im Forschungsprojekt dargestellten Schnelltests können uns die Möglichkeit geben, die vielfältigen, auf unseren Dosieranlagen verarbeiteten Medien auf das Abrasionsverhalten hin zu testen. Dies ist wichtig, da Materialhersteller oft mit den Angaben über die enthaltenen abrasiven Füllstoffe sehr zurückhaltend sind. Die dabei gewonnenen Kennzahlen erlauben uns, mit den Erfahrungswerten über das Verschleißverhalten eine fundiertere Aussage über die mögliche Standzeit zu machen. Dies wird uns auch bei Neuentwicklungen helfen, Geometrien und Materialpaarungen zu optimieren.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt, Beispiel 2:

Anforderungsgerechte Analyse instationärer Zustände bei der 2K-Klebstoffverarbeitung

(IGF-Nr. 18160 N / DVS-Nr. 08.090)

Laufzeit: 1. April 2014 – 31. Dezember 2016

Prof. Dr.-Ing. G. Meschut, Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF), Universität Paderborn

Die automatisierte 2K-Klebstoffverarbeitung ist ein komplexer Prozess, bei dem viele Parameter Einfluss auf die Dosierqualität und damit auf die Klebstoffeigenschaften ausüben können. Ein wichtiger zu untersuchender Faktor ist der Einfluss von Schlauchleitungen, welche zwischen der Dosierpumpe und den Auslassventilen eingebaut werden können. Diese Schlauchpakete werden in der industriellen Praxis bevorzugt dann eingesetzt, wenn keine bauteilgeführte Klebstoffapplikation erfolgen kann. Denn die komplette Dosiereinheit mit den Dosierpumpen und dem Mischsystem ist häufig zu schwer, um auf einen Roboterarm montiert zu werden. Durch den Einsatz von Schlauchleitungen ist es möglich, die Klebstoffdosieranlage stationär aufzubauen und nur die Auftragspistole mit dem Mischer auf dem Roboterarm zu platzieren. Inwiefern der Einsatz der Schlauchpakete die Prozessqualität der automatisierten Klebstoffapplikation beeinflusst, wird im Rahmen des Forschungsprojektes untersucht. Dazu werden Untersuchungen mit und ohne Schlauchleitung bei sprunghaften Änderungen der Ausflussrate durchgeführt und die Einschwingzeit, welche die Zeit bis zum Einstellen der geforderten Ausflussrate beschreibt, sowie das Mischungsverhältnis intensiv betrachtet.

Exemplarisch für die Gegenüberstellung des Dosierverhaltens der Klebstoffverarbeitungsanlage bei Verwendung von 2 m

langen Schlauchleitungen und einem Versuchsaufbau ohne Schlauchpakete werden in **Bild 54** die Ausflussraten der beiden Klebstoffkomponenten Harz und Härter über die Dosierdauer dargestellt. Dabei wurde während der stationären Dosierung die Gesamtausflussrate von 2 cm³/s auf 4 cm³/s sprunghaft geändert. Anhand des dargestellten Diagramms ist der Einfluss der Schlauchleitungen auf die Einschwingzeit deutlich zu erkennen. Während die Harz- und Härterausflussrate bei dem Dosieren ohne Schlauchpakete nach ca. 1,98 s in den eingeschwungenen stationären Zustand übergeht, beträgt die Einschwingdauer bei der Verwendung eines 2 m langen Schlauchpaketes mit ca. 3,65 s nahezu das Doppelte. Durch diese zeitliche Verzögerung beim Ändern der Ausflussrate bei Verwendung einer Schlauchleitung droht eine Unter- oder Überdosierung des Klebstoffes. Gleichzeitig kann es bei unterschiedlichem Einschwingverhalten der beiden Klebstoffkomponenten zu Mischungsverhältnisfehlern zum Zeitpunkt der Ausflussratenänderung kommen. Durch das Ersetzen der Schlauchleitung durch eine starre Rohrleitung kann dieser Effekt minimiert werden. Durch dieses und die weiteren Projektergebnisse wird der Anwender in die Lage versetzt, die Einstellparameter seiner 2k-Dosieranlagen zu optimieren und somit hochwertige Klebergebnisse zu erhalten. Bekannte Problemstellungen wurden im Projekt erfolgreich gelöst.

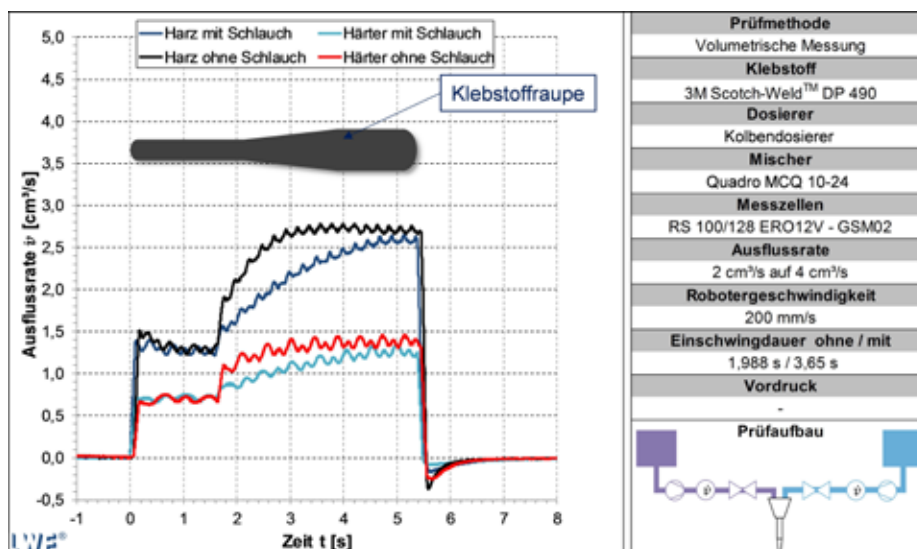


Bild 54: Gegenüberstellung der Komponentenausflussraten Harz und Härter beim Prüfaufbau mit und ohne Schlauchleitung

Meinungen aus den Unternehmen

Gerrit Lang, Sika Automotive GmbH Hamburg:

„In automatisierten Fertigungsprozessen sind Kleb- und Dosiertechnik zunehmend komplexen Anforderungen ausgesetzt. Da eine Prozessüberwachung im Sinne einer nachträglichen zerstörungsfreien Prüfung von Klebverbindungen nicht leistbar ist, besteht hier ein erhöhter Bedarf, den Prozess im Detail zu verstehen und zu „beherrschen“, um Ausfälle schon im Vorhinein zu vermeiden. Hier hat dieses Forschungsprojekt auf der Grundlage zahlreicher Versuche wertvolle Beiträge geliefert, die Kenntnisse von Prozess- und Anlagenparametern und deren Wechselwirkungen zu vertiefen. Die Forschungsergebnisse

haben den Nutzen, reproduzierbare und wirtschaftliche Klebprozesse zu gewährleisten, was dabei hilft, zusätzliches Vertrauen in die Technologie des Klebens zu schaffen.“

Joachim Schöck, Sulzer Mixpac AG:

„Das IGF-Projekt war für uns als Hersteller von statischen Mischern für die Klebstoffindustrie sehr erfolgreich. Im Rahmen des Projekts konnten die Ursachen von Schwankungen in der Dosiergenauigkeit ermittelt und quantifiziert werden. Dies kann nun in der Entwicklung neuer Mischsysteme berücksichtigt werden.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

08.104
19.206 N **Klebeignung generativ gefertigter Systeme**
Prof. Dr.-Ing. Vietor, IK Braunschweig
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, IFS Braunschweig
Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 30.09.2018
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.206N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

08.097
18.173 N **Nachweisführung für die Beanspruchbarkeit von hyperelastischen Klebverbindungen unter betriebsrelevanten Bedingungen**
Prof. Dr. Mayer, IFAM Bremen
Beginn: 01.05.2015 Laufzeitende: 31.10.2017
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.173N>

08.095
18.709 N **Einsatz der optisch, mechanisch und induktiv angeregten Shearografie für die zerstörungsfreie Prüfung von hochfesten Strukturklebungen und elastischen Dickschichtklebungen**
Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Böhm, TFF Kassel
Beginn: 01.04.2015 Laufzeitende: 31.07.2017
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.709N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

08.092
00.120 E **Zero Defect Manufacturing in Adhesive Bonding (ZeDeMAB)**
Prof. Dr. Hanke, IZFP Saarbrücken
Prof. Dr. Mayer, IFAM Bremen
Beginn: 01.05.2014 Laufzeitende: 31.10.2016
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.120E>

08.087
18.003 N **Bedarfsgerechte qualitätsgesicherte Vorbehandlungen von FVK-Bauteilen vor der Durchführung industrieller klebtechnischer Prozesse**
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn
Prof. Dr. Mayer, IFAM Bremen
Beginn: 01.02.2014 Laufzeitende: 31.01.2016
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.003N>

08.088
18.155 N **Methoden zur Abschätzung des Verschleißes von Dosieranlagen bei der Verarbeitung von höherviskosen gefüllten Klebstoffen (Abrasio)**
Prof. Dr. Mayer, IFAM Bremen
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, IFS Braunschweig
Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 31.12.2016
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.155N>

08.090
18.160 N **Anforderungsgerechte Analyse und Entwicklung einer Methode zur Bewertung instationärer Zustände bei der 2K Klebstoffverarbeitung**
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn
Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 31.12.2016
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.160N>

Fachausschuss 9 „Konstruktion & Festigkeit“



www.dvs-forschung.de/FA09

Vorsitzender Dr.-Ing. Jürgen Rudolph
AREVA GmbH, Erlangen

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Manfred Kaßner
Falkensee

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

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- Q1 „Konstruktion und Berechnung“

www.dvs-aft.de/AFT/Q/Q1

In der Forschungsvereinigung des DVS

- Fachausschuss I2 „Anwendungsnahe Schweißsimulation“

www.dvs-forschung.de/FAI2

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

www.iiwelding.org

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

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Die sichere, wirtschaftliche und gegebenenfalls regelwerkskonforme Nutzung gefügter Bauteile und daraus gefertigter Produkte erfordert eine optimale konstruktive Gestaltung und eine ausreichende Festigkeit bezüglich sämtlicher betrieblicher Belastungsszenarien. Um dieses zu gewährleisten, werden einerseits Gestaltungsregeln für die Konstruktion und andererseits fundierte Auslegungsverfahren für die Dimensionierung bzw. für den Festigkeitsnachweis von gefügten Bauteilen benötigt. Dabei sind die im Betrieb auftretenden Belastungen und Einwirkungen ausreichend zu berücksichtigen. Mit den durch den Fachausschuss angeregten und betreuten Forschungsarbeiten sollen die Grundlagen und Möglichkeiten hierfür unter Abdeckung der spezifischen Anforderungen verschiedenster Technikbereiche weiterentwickelt werden. Dies beinhaltet auch die Erstellung von Vorschlägen für Regelwerke, Berechnungsrichtlinien und Grundlagen für künftige Softwareentwicklungen.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

In den Forschungsvorhaben des Fachausschusses werden die konstruktive Ausbildung und das Festigkeitsverhalten von gefügten Verbindungen analysiert, die sich mit industriell nutzbaren Verfahren herstellen lassen und aus den in der Industrie einsetzbaren Werkstoffen bestehen. Folgende Schwerpunkte stehen dabei im Vordergrund:

- Konstruktive Ausbildung von gefügten Bauteilen, d.h. Entwicklung bzw. Erweiterung von Vorgehensweisen zur Konstruktion und Optimierung sowie die Erarbeitung bzw. Ableitung von Gestaltungsgrundsätzen und -regeln
- Auslegung und Festigkeitsbewertung gefügter Bauteile, das heißt die Entwicklung von Berechnungsverfahren zur Beanspruchungsermittlung, die Ermittlung von Beanspruchbarkeiten und die Weiterentwicklung von Konzepten für den Festigkeitsnachweis bei vorwiegend ruhenden, zyklischen und crashartigen Belastungen

Festigkeitsbewertung bzw. Auslegung schwingbelasteter gefügter Bauteile im Low Cycle Fatigue Bereich (LCF) und High Cycle Fatigue Bereich (HCF):

- Linienförmig geschweißte Verbindungen aus Stahl und Al-Legierungen mit Nenn-, Struktur- und Kerbspannungskonzept sowie mit bruchmechanischen Methoden
- Dehnungsbasierte elasto-plastische Ansätze
- Punktförmige Verbindungen (mechanisch gefügte Bauteile, Punktschweißungen) mit analogen Nachweiskonzepten wie bei linienförmigen geschweißten Verbindungen
- Mehrachsige, nicht phasengleich belastete Fügeverbindungen
- Fügeverbindungen aus höherfesten und hochfesten Stählen
- Systematische Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Festigkeit und Fertigungsqualität von geschweißten Verbindungen
- Optimierung der Festigkeit von Schweißverbindungen durch Nachbehandlung der Schweißnahtübergänge mit geeigneten Verfahren
- Mechanisch gefügte und hybridgefügte Verbindungen sowie Klebverbindungen
- Erstellung von Auslegungsgrundlagen für gefügte Konstruktionen bei Crashbelastung sowie bei vorwiegend ruhenden Beanspruchungen (statischer Nachweis)

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt, Beispiel 1:

Gestaltungshinweise für geschweißte Konstruktionen aus Aluminiumschäumen

(IGF-Nr. 17620 BG / DVS-Nr. 09.060)

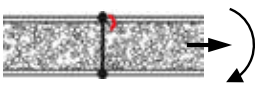
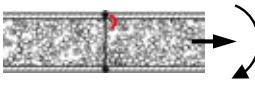
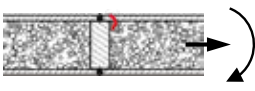
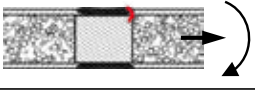

Laufzeit: 1. Dezember 2013 – 31. Dezember 2015

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. V. Michailov, Lehrstuhl Füge- und Schweißtechnik (LFT), BTU Cottbus-Senftenberg

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

In diesem Projekt sind erste systematische Untersuchungen durchgeführt und Hinweise für die Anwendung von Aluminiumschaumsandwich (AFS®) in Schweißkonstruktionen erarbeitet worden, um sie dem Konstrukteur als Hilfsmittel bereitzustellen. Das AFS® kam sowohl in dem Zustand ungeschäumt, ähnlich eines normalen Blechs, als auch in dem Zustand aufgeschäumt

zum Einsatz. Es wurden für verschiedene Fügeknotten unterschiedliche Schweißmöglichkeiten wie das MSG-Schweißen, das Laserstrahlschweißen sowie das Rührreißschweißen qualifiziert. Es ließen sich I-Stoßverbindungen im ungeschäumten und im geschäumten Zustand herstellen sowie auch T-Stoßverbindungen im geschäumten Zustand mit MSG-Schweißen

Nr.	Konstruktives Detail	Beschreibung	FAT	Ausführung	Verfahren / Schweißparameter
213 (212)		Querbelastete Stumpfnahse; In Wannenlage geschweißt; Riss am Schweißnahtübergang Nahtwinkel > 50°	25 (36)	Kanten gefräst	MIG - CMT; Zusatz AlMg4,5 Mn; Schweißstrom = 74 A; Spannung = 8,2V; Schweißgeschwindigkeit = 0,565 m/min
217		Querbelastete teildurchgeschweißte Stumpfnahse; Spannung im Schweißnahtquerschnitt	12	Kanten gefräst, Auf Nullspalt und gleiche Sandwichhöhe achten	Laser gepulst; Zusatz = AlMg4,5Mn; Schweißleistung = 3850 W; Pulsdauer = 7ms; Pulspause = 10 ms; Schweißgeschwindigkeit = 1,98 m/min
225 (215)		Querbelastete Stumpfnahse (Dreiblechverbindung); In Wannenlage geschweißt; Riss am Schweißnahtübergang	22 (25)	Kanten gefräst, Schaum ausgefräst, artgleiches Inlay, Breite 4 mm	Laser gepulst; Zusatz = AlMg4,5Mn; Schweißleistung = 4700 W; Pulsdauer = 7ms; Pulspause = 10 ms, Schweißgeschwindigkeit = 1,98 m/min
225		Querbelastete Stumpfnahse (Dreiblechverbindung); In Wannenlage geschweißt; Riss ausgehend von unten an der Inlayoberkante	22	Kanten gefräst, Schaum ausgefräst, artgleiches Inlay, Breite 12 mm	Schulterdurchmesser = 12 mm; Pinlänge = 1 mm; Drehzahl 1000-1500 /min; Schweißgeschw. 200-500 m/min;
225 (215)		Querbelastete Stumpfnahse (Dreiblechverbindung); In Wannenlage geschweißt; Riss am Schweißnahtübergang	22 (25)	Kanten gefräst, Schaum ausgefräst, artgleiches Inlay, Kanten gerundet, Radius 1 mm; Br. 12 mm	Schulterdurchmesser = 12 mm; Pinlänge = 1 mm; Drehzahl 1000-1500 /min; Schweißgeschw. 200-500 m/min;

() Klammerwerte, alternative Einordnungsmöglichkeit

Bild 55: Gestaltungskatalog für I-Stoßverbindungen

fügen. Es traten, je nach Herstellungszustand, unterschiedliche Schwierigkeiten auf.

Beim Laserstrahlschweißen beeinflussten die Herstellungstoleranzen und das unterschiedliche Reflexionsverhalten der Oberfläche die Schweißnahtqualität. Alle diese Probleme ließen sich lösen und es wurden Parametersätze gefunden, mit denen sich die verschiedenen Knotenformen herstellen lassen. In quasistatischen Prüfungen wurden zunächst die Eigenschaften wie Zugfestigkeit des Schaumes und der Decklagen sowie die Biegesteifigkeit des Sandwiches ermittelt. Diese Daten waren der Ausgangspunkt für die weiteren statischen und schwingenden Untersuchungen sowie auch für die FE-Simulationen relevant. Das Ziel der Schwingungsuntersuchungen war es, die Belastung so zu wählen, dass das Versagen der Verbindungen bei ca. 10^5 Lastwechseln eintrat. Die Untersuchungen sollten als Basis für einen ersten Versuch des Nachweises mit den vorhandenen Regelwerken wie Eurocode 9 und der FKM-Richtlinie dienen. Der Nachweis konnte allerdings nur für die I-Stoßverbindungen erbracht und ein Gestaltungskatalog der AFS® Verbindungen erstellt werden (Bild 55 vorherige Seite). Die T-Stoßverbindungen wiesen eine geringe Schwingfestigkeit auf, was weitere Untersuchungen verlangt.

Eine weitere große Aufgabe dieses Forschungsprojektes war die Bereitstellung der Simulationsgrundlagen des AFS®. Zu Beginn wurden mit den experimentell ermittelten Daten die mechanischen Eigenschaften für den Schaum und die Decklagen festgelegt und in den Finiten Elementen hinterlegt. Durch diese Vorgehensweise war es im Anschluss möglich, verschiedene Fehler im Schaum und unterschiedliche Lastverteilungen in dem Sandwich zu modellieren und zu simulieren. Anschließend



Bild 56: Hubarbeitsbühne mit Bodenplatte aus AFS®, Klaas Alu-Kranbau

wurden mit FEM Gestaltungsvarianten eines Demonstrators (Bild 56) analysiert und der Nachweis für eine schwingende Belastung im Vorfeld erbracht. Mit diesen innerhalb dieses Forschungsprojektes erarbeiteten Methoden und Hinweisen, hat ein Konstrukteur den Vorteil, geschweißte Bauteile aus AFS® ohne aufwendige Tests zu gestalten. In einer abschließenden Untersuchung wurde der Demonstrator von einem Unternehmen gefertigt und mit einer schwingenden Belastung geprüft. Das vorausgesagte Versagen bei 10^5 Lastwechseln wurde um das 4-fache übertroffen, was die Wirksamkeit der Forschungsergebnisse bestätigt. Das Forschungsvorhaben zeigte die grundsätzliche Eignung von AFS® für den Einsatz in schwingend belasteten Schweißkonstruktionen. Mit dem Gestaltungskatalog wurde ein praxisgeprüftes Hilfsmittel zur direkten Anwendung bereitgestellt.

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl.-Ing Christoph Rohlf, Klaas Alu-Kranbau GmbH, Ascheberg:

„Die Ergebnisse des Forschungsprojekts sind für den praktischen Einsatz von Aluminiumschaumsandwich (AFS®) von großer Bedeutung. Die erarbeiteten Erkenntnisse aus dem Bereich der Fügetechnik sowie der Knotengestaltung und der FE-Simulation wurden für die Entwicklung und Konstruktion eines neuen Produktes angewendet. Auch die positiven Ergebnisse aus den Ermüdungsfestigkeitsuntersuchungen bestärkten uns für den Einsatz von AFS®.“

Dr.-Ing Wolfgang Seeliger, pohltec metalfoam GmbH, Köln:

„Das Projekt wurde von Anfang an von uns begleitet und unterstützt. In Hinblick auf den Einsatz von AFS® unter der Verwendung moderner Fügetechniken ist dieses Forschungsprojekt eine wichtige Basis für die Herstellung geschweißter Konstruk-

tionen. Die Erkenntnisse über das Verhalten des AFS® bei der schweißtechnischen Verarbeitung – verbunden mit den ermittelten mechanisch-technologischen Eigenschaften – ermöglicht es uns als Hersteller, gezielter auf die entstandenen Probleme zu reagieren und dem Kunden ein verbessertes Produkt zur Verfügung zu stellen.“

Hubert Praus, Praus Schweißtechnik GmbH, Cottbus:

„Mit den gewonnenen Erkenntnissen aus dem Projekt haben sich für uns als Dienstleister neue Möglichkeiten für die Anwendung von AFS® ergeben. Die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten erweitern unser Produktportfolio. Somit können wir auch auf spezielle Kundenwünsche eingehen. Insbesondere mit dem Bau von Gehäusen und Kabinen aus segmentierten AFS® Fertigteilen möchten wir unser Angebot erweitern.“

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt, Beispiel 2:

Schwingfestigkeit thermisch-mechanisch gefügter Verbindungen für Mischbauanwendungen mit ultrahochfesten Stählen

(IGF-Nr. 18344 N / DVS-Nr. 09.063)

Laufzeit: 1. Oktober 2014 – 30. September 2016

Prof. Dr.-Ing. G. Meschut, Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF), Universität Paderborn

Das Widerstandselementschweißen und das Reibelementschweißen sind vergleichsweise neue Fügeverfahren, welche sich in hervorragender Weise zum Fügen von Mischbauverbindungen mit einem Fügepartner aus ultrahochfestem Stahl eignen, da sie keinerlei Umformbarkeit des ultrahochfesten Fügepartners bedürfen. Aufgrund der Tatsache, dass die Verfahren sowohl thermische als auch mechanische Fügeprinzipien miteinander vereinen, treten in der Fügezone sowohl metallurgische Kerben in Form von prozesswärmebedingten Gefügeumwandlungen mit entsprechenden, vom Widerstandspunktschweißen bekannten „Härtesäcken“ auf als auch geometrische Kerben, bedingt durch die Elementgeometrie oder die Sekundärwulstbildung beim Reibelementschweißen. Diese Kerben sowie die in der Fügezone entstehenden Eigenspannungen sind je nach Werkstoffkombination verfahrensbedingt vorhanden und können bei zyklischer Belastung als Rissiniti-

ierungsort dienen. Zur sicheren Auslegung von Verbindungen ist es erforderlich, nicht nur den Zeitpunkt des Totalversagens, sondern zusätzlich den Zeitpunkt und Ort der Bildung des technischen Anrisses sowie das Risswachstumsverhalten zu kennen.

Mit Hilfe von Abschaltversuchen auf Basis der Eigenfrequenzänderung wurde gezeigt, dass der Anrissort sich bei zyklischen Scher- und Kopfzugprobenprüfungen in der verfahrensbedingt vorhandenen geometrischen Kerbe in der Trennebene zwischen den Fügeteilen befindet (Bild 57). Die Kerbwirkung der sehr großen Härteunterschiede in der Fügezone thermisch-mechanisch gefügter Verbindungen, die sich infolge der Gefügeveränderungen aufgrund der Prozesswärme und -kräfte einstellen, ist dagegen für die Anrissbildung unkritisch.

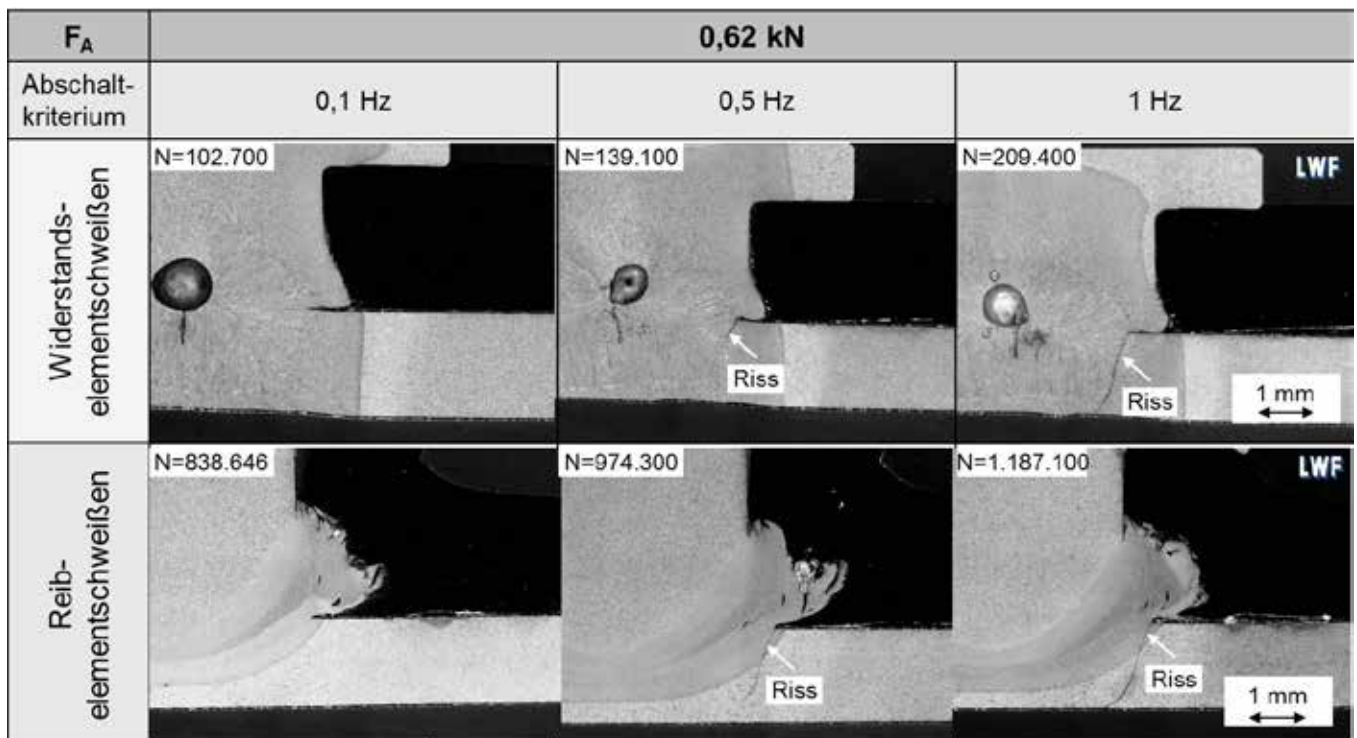


Bild 57: Detailanalyse des Rissfortschrittes widerstands- und reibelementgeschweißter Verbindungen nach Scherzugbelastung für ein Lastverhältnis von $R=0,1$

In Bild 58 sind die Wertepaare aus berechneter Radialspannung und Schwingenspielzahl für alle WES- und RES-Einpunktproben sowie eine dazugehörige ermittelte Zeitfestigkeitsgerade inkl. Streubändern zu einer Master-Wöhlerlinie zusammengefasst. Trotz der Berücksichtigung einer Mittelspannungsempfindlichkeit zeigen die Proben mit $R=0,8$ eine geringfügig andere Steigung und Lage als die Proben mit $R=0,1$, wodurch das

Maß für die Streuung, der TN-Wert, einen verhältnismäßig hohen Wert annimmt. Der Anwender ist jetzt in der Lage, mit der Master-Wöhlerlinie auch für andere Lastfälle und abweichende R -Verhältnisse die Lebensdauer thermisch-mechanisch gefügter Verbindungen in erster Näherung abzuschätzen und für künftige Auslegungen zu verwenden, wenn die Verbindungsqualität den im Projekt untersuchten Verbindungen entspricht.

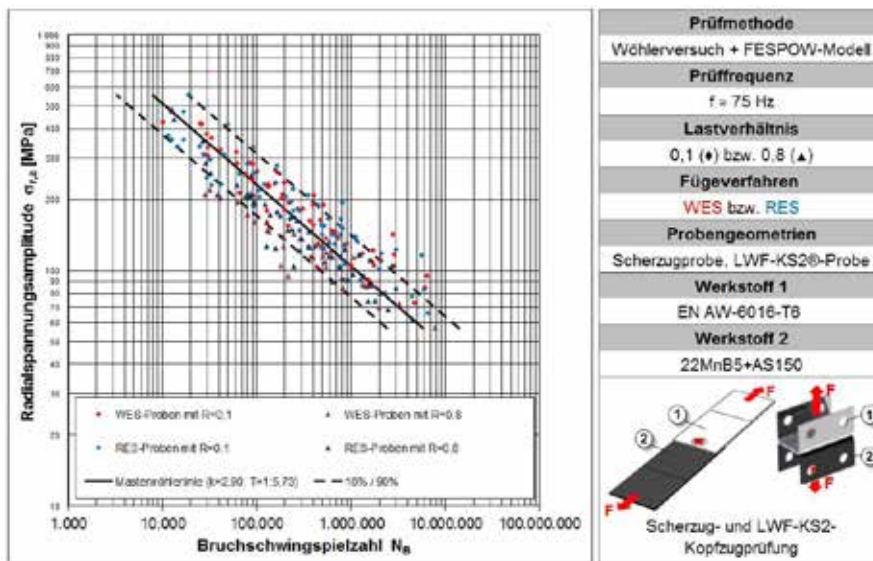


Bild 58: Ermittelte Radialspannung-Master-Wöhlerlinie für thermisch-mechanisch gefügte Mischverbindungen mit 22MnB5-Werkstoffen als Basisblech und 6000er Aluminiumblechlegierungen

Meinungen aus den Unternehmen

Dr. Sergej Hartwig-Biglau, Wilhelm Böllhoff GmbH & Co. KG:

„Das IGF-Projekt hat einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung und Absicherung thermisch-mechanischer Fügeverfahren für die weitere Akzeptanz innovativer Fügeverfahren im Automobilbau geleistet. Die Erkenntnisse bezüglich des Bruchverhaltens der Verbindungen unter schwingender Belastung und die Ergebnisse zur Festigkeitssimulation erweitern den bisherigen Stand der Technik signifikant.“

Dr. Christoffer Meyer, Volkswagen AG:

„Das IGF-Projekt war für uns eine wertvolle Ergänzung der eigenen Verfahrensuntersuchungen. Gerade bei neuen Technologien ohne langjährige Erfahrungswerte aus der Serienproduktion sind sowohl die generierten Ergebnisse, als auch die Diskussion im projektbegleitenden Ausschuss eine hilfreiche Ergänzung.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

09.070
18.985 N **Qualifizierung des Reinigungsstrahlens als Nachbehandlungsverfahren zur Schwingfestigkeitsverbesserung von Schweißverbindungen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 30.06.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.985N>

09.067 **Induktionsrichten geschweißter Stahlkonstruktionen (IrigiS)**

18.986 N

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, IFS Braunschweig

Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 30.06.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.986N>

- 09.072
19.032 B **Einsatz von geklebten Kohlestoff-Faserverbundwerkstoffen zur Sanierung ermüdungsgeschädigter Stahlkonstruktionen (FASS)**
Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer, KIT Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. habil. Pasternak, SuH BTU Cottbus
Prof. Dr.-Ing. Feldmann, STB Aachen
Beginn: 01.02.2016 Laufzeitende: 31.07.2018
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.032B>
- 09.074
18.789 N **Bedeutung der Qualitätsmerkmale freier Schnittkanten nach DIN EN 1090 für deren Schwingfestigkeit unter Berücksichtigung von Eigenspannungen**
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, IFS Braunschweig
Beginn: 01.08.2015 Laufzeitende: 31.01.2018
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.789N>
- 09.071
19.102 B **Numerisch basierte Auslegung und Konstruktion für thermisch beschichtete, eigenspannungssensible Bauteilstrukturen auf polymerer Basis**
Univ. Prof. Dr.-Ing. habil Lampke, IWM Chemnitz (WOT)
Beginn: 01.04.2016 Laufzeitende: 31.07.2018
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.102B>
- 09.076
18.842 N **Erweiterte Schädigungskonzepte für thermomechanische Beanspruchung unter variablen Amplituden und plastischer Deformation**
Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg
Prof. Dr.-Ing. Vormwald, IFSW Darmstadt
Beginn: 01.09.2015 Laufzeitende: 28.02.2018
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.842N>
- 09.800
19.187 B **Lebensdauerberechnungen hybrider Verbindungen**
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn
Prof. Dr.-Ing. Melz, SAM Darmstadt
Prof. Dr. rer. nat. Jäger, ILK Dresden
Prof. Dr. Mayer, IFAM Bremen
Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 31.03.2019
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.187B>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

- 09.063
18.344 N **Schwingfestigkeit thermisch-mechanisch gefügter Verbindungen für Mischbauanwendungen mit ultrahöchstfesten Stählen**
Prof. Dr.-Ing. Meschut, LWF Paderborn
Beginn: 01.10.2014 Laufzeitende: 30.09.2016
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.344N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

- 09.064
17.883 N **Versagensverhalten von Mischschweißverbindungen unter mehrachsiger, crashartiger und schwingender Beanspruchung am Beispiel von EMPT-Blechsweißungen**
Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg
Prof. Dr.-Ing. Melz, LBF Darmstadt
Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 30.06.2017
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.883N>
- 09.075
18.174 B **Untersuchungen zur Schwingfestigkeit strahlgeschweißter Verbindungen unter Berücksichtigung der Schweißnahtqualität und der resultierenden Nahteigenschaften**
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Dilger, IFS Braunschweig
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Beyer, IWS Dresden
Beginn: 01.05.2015 Laufzeitende: 31.10.2017
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.174B>
- 09.069
18.457 N **Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit von Offshore-Windenergieanlagen durch Schweißnahtnachbehandlung unter Berücksichtigung des Korrosionseinflusses**
Prof. Dr.-Ing. Engelhardt, Hochschule München
Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer, KIT Karlsruhe
Beginn: 01.11.2014 Laufzeitende: 31.10.2017
Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.457N>

Fachausschuss 10 „Mikroverbindungstechnik“



www.dvs-forschung.de/FA10

Vorsitzender Dr.-Ing. Godehard Schmitz

Robert Bosch GmbH, Renningen

Stellvertretender Vorsitzender Dipl.-Ing. Bernhard Petermann

Miele & Cie. KG, Gütersloh

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung

Dipl.-Ing. Michael M. Weinreich

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

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

michael.weinreich@dvs-hg.de

Veranstaltungen

DVS/GMM-Tagung „EBL – Elektronische Baugruppen und Leiterplatten“
Gemeinsames Kolloquium mit der Arbeitsgruppe A2 und V6.2
DVS-Tagung „Weichlöten – Forschung & Praxis für die Elektronikfertigung“

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- A2 „Fügen in Elektronik und Feinwerktechnik“
- V6.2 „Weichlöten“
- Fachgesellschaft „Löten“

www.dvs-aft.de/AfT/A/A2

www.dvs-aft.de/AfT/V/V6.2

www.dvs-AfT.de/AfT/F/FG-Loeten

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Der Fachausschuss 10 ist die Expertenplattform für Wissenschaft, Hersteller und Anwender für anwendungsorientierte, innovative Forschung in der elektronischen Aufbau- und Verbindungstechnik. Ziel ist die Entwicklung und Bereitstellung von Technologien für die Aufbau- und Verbindungstechnik in den strategischen Marktfeldern. Die dafür erforderlichen Technologien werden bezüglich zukünftiger Anforderungen und Weiterentwicklungspotenziale bewertet und Forschungsschwerpunkte daraus abgeleitet. Dabei werden besonders die Belange von kleinen und mittelständischen Unternehmen berücksichtigt, um anwendungsnahe Forschung zu betreiben.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

Auf den Forschungsfeldern

- Leiterplatten-Elektronik
- Leistungselektronik
- MEMS/Sensorik
- Elektrische Kontakte
- Materialherstellung, Equipment für Fertigung und Qualitätssicherung

ergeben sich in den strategischen Marktfeldern folgende Forschungsschwerpunkte:

- Automobilelektronik, Verkehr
 - Kompakte, leichte und energieeffiziente Antriebs- und Wandlerysteme
 - Mechatronische Integration, vernetzte Sensorik, Aktuatorik, HF-Systeme
- Energie
 - Effiziente regenerative Energieerzeugung, verlustarme Wandlung
 - „Intelligente“ Netze, Speicherung
- Industrie-, Gebäudetechnik, Beleuchtung
 - Schnelle Regelung hoher Leistungen, Energiemanagement
 - Vernetzte Sensorik/Aktorik,
 - Kosteneffiziente, zuverlässige Beleuchtungssysteme (LED, OLED)
- Gebrauchsgüter (Wohnen, Heizen, Kommunikation)
 - Energieeffizienz, Vernetzung
- Medizintechnik
 - Biokompatible, zuverlässige, miniaturisierte Implantate
 - Sensorik und Diagnostik, Ambient Assisted Living
 - Miniaturisierte Energieversorgung, Batterie, Energy-Harvesting, Energiewandler

Forschungsbilanz, Beispiel – Umsetzung und Transfer im Projekt:

Prozess zum leitfähigen Kleben von Bauelementen für die Leistungselektronik

(IGF-Nr. 491 Z / DVS-Nr. 10.073)

Laufzeit: 1. Juli 2013 – 30. Juni 2015, verlängert bis 31. Dezember 2015

Prof. Dr.-Ing. J. Wilde, IMTEK – Professur für Aufbau- und Verbindungstechnik, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Prof. Dr.-Ing. A. Lindemann, IESY – Institut für elektrische Energiesysteme, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Im Projekt wurde ein geeigneter Fertigungsprozess zum leitfähigen Kleben von aktiven und passiven Bauelementen auf Substraten der Leistungselektronik entwickelt. Dazu wurden der Gesamtprozess zum Kleben von IGBTs und Leistungsdioden beschrieben und neue Materialien erprobt. Anschließend wurden die geklebten Aufbauformen in repräsentativen KMU-relevanten Anwendungen erprobt und qualifiziert.

Ein wichtiges Teilziel war es, die Anwendbarkeit von elektrisch und thermisch leitfähigen Klebstoffen als Alternative zur herkömmlich gelöteten Verbindungsschicht zwischen Leistungschip und oberseitiger Substratmetallisierung zu bewerten. Hierbei wurden neben kommerziell erhältlichen Klebstoffen neue Klebstoffe, zum Beispiel Sinterklebstoffe, charakterisiert sowie untereinander und mit einer Lotverbindung verglichen. Scher-testergebnisse haben gezeigt, dass die mechanische Stabilität von Klebstoffen auch nach bis zu 3000 passiven Temperaturschocks sehr gut ist, jedoch auch von der Temperatur während

der Schertests abhängt. Für die elektrische und thermische Charakterisierung der Verbindungsschicht wurden Leistungsmodul mit IGBTs und Dioden (600V, 150A) aufgebaut (**Bild 59**) und vermessen (**Bild 60**).

Die elektrische Charakterisierung hat ergeben, dass ein Sinterklebstoff und ein konventioneller Klebstoff gleichwertige Ergebnisse zum Lot liefern. Die thermischen Widerstände geklebter Module sind hingegen im niedrigen zweistelligen Prozentbereich höher als die gelöteten Module, so dass hier weiterer Entwicklungsbedarf besteht. Die durchgeführten Zuverlässigkeitsuntersuchungen haben verkürzte Lebensdauern im Vergleich zu gelöteten Modulen ergeben, was mit dem erhöhten thermischen Widerstand korreliert. Die häufigste Fehlerursache in den Untersuchungen war die Bonddrahtablösung. Direkte Ausfälle durch Ermüdungserscheinungen in der geklebten Verbindungsschicht konnten jedoch nicht festgestellt werden.

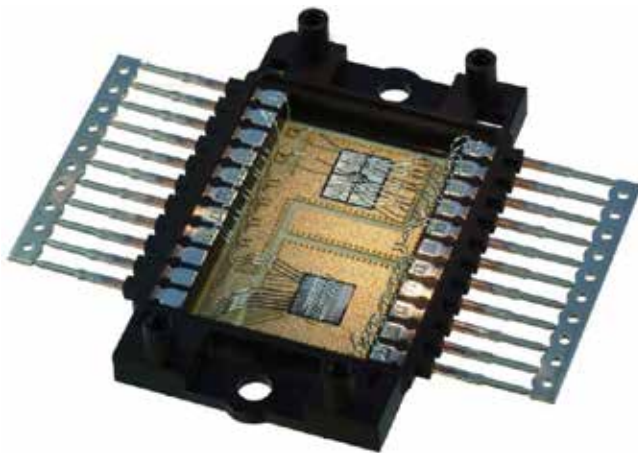


Bild 59: Leitfähig geklebtes Halbrückenmodul bestehend aus einem IGBT und einer Diode auf einem DCB-Substrat mit NiAu-Oberflächenmetallisierung.

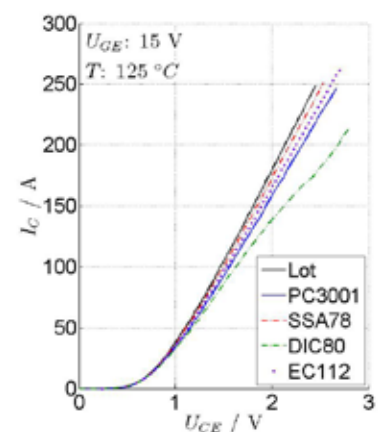


Bild 60: Ausgangskennlinien von IGBTs mit unterschiedlicher Aufbau- und Verbindungstechnik

Meinungen aus den Unternehmen

Dr. Arno Maurer, Polytec-PT GmbH, Waldbronn

„Durch die Ergebnisse aus diesem IGF-Projekt können wir unser Produktportfolio im Bereich der elektrisch leitfähigen Klebstoffe vertiefen und erweitern. Insbesondere die Ergebnisse zu Zuverlässigkeit und thermischen Eigenschaften der Klebverbindungen leisten wichtige Beiträge für weitere Entwicklungen. Durch den Transfer der Ergebnisse konnten wir unseren Kunden neue Erkenntnisse direkt präsentieren und den Kundensupport stärken.“

Udo Steinebrunner, Diotec Semiconductor AG, Heitersheim:

„Als Hersteller von Dioden und Gleichrichtern sind wir stets an neuen Aufbau- und Verbindungstechniken interessiert. Das elektrisch leitfähige Kleben erwies sich aufgrund der geringen Prozess Temperatur und der daraus folgenden geringen thermischen Belastung der Bauelemente als ein sehr interessanter Prozess. Neben der Erwartung einer hohen Zuverlässigkeit der Aufbau- und Verbindungstechnik sind auch die thermischen und elektrischen Eigenschaften der Materialien von besonde-

rer Bedeutung. Die in dem Projekt gewonnenen Ergebnisse zur Prozessführung und zu den Eigenschaften der Klebstoffe leisten dazu einen wichtigen Beitrag. Nachteilig für eine direkte Umsetzung in die Produktion von Bauelementen ist allerdings der hohe Preis für die silberbasierten Klebstoffe im Vergleich zu bleihaltigen Loten.“

Dr. Sebastian Fritzsche, Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG, Hanau:

„Im Rahmen dieses IGF-Projekts wurden Ergebnisse erzeugt, die unserem Anspruch als weltweit führender Lieferant von Verbindungswerkstoffen für hoch zuverlässige Produkte gerecht werden. Insbesondere die Aussagen über die Sinterklebstoffe im Vergleich zu den konventionellen Klebstoffen zeigen das hohe Potenzial der untersuchten Materialien. Dabei konnten insbesondere auch durch die gute Zusammenarbeit der Projektpartner Fragen zur Zuverlässigkeit detailliert beantwortet und prozesstechnische Empfehlungen herausgearbeitet werden.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

**10.902
18.476 N Stressarme Montage von Mikrosystemen für Hochtemperaturanwendungen durch TLP-Bonden (Sensor-TLP)**

Prof. Dr. Zengerle, HSG Freiburg
Prof. Dr.-Ing. Wilde, IMTEK Freiburg

Beginn: 01.07.2016 Laufzeitende: 30.06.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.476N>

**10.094
18.989 B InduBond: Erarbeitung einer induktiven Füge-technologie zum Bonden von mikroelektromechanischen Systemen (MEMS)**

Prof. Dr. Hiller, ZfM Chemnitz
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Landgrebe, IWP Chemnitz

Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 30.06.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.989B>

**10.093
19.069 B Hermetisches Fügen von MEMS-basierten Bauelementen mithilfe von reaktiven Multischichtsystemen (RMS)**

Prof. Dr. Zengerle, HSG Freiburg
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Beyer, IWS Dresden

Beginn: 01.03.2016 Laufzeitende: 31.08.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.069B>

**10.084
19.101 N Herstellung von Kupfermetallisierungen auf Leistungsbauelementen mittels kaltaktiven Atmosphärenplasmas**

Prof. Dr.-Ing. Franke, FAPS Erlangen
Prof. Dr.-Ing. Benecke, ISIT Itzehoe

Beginn: 01.04.2016 Laufzeitende: 31.03.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.101N>

**10.800
19.230 N Entwicklung eines keramisch spritzgegossenen 3D-Schaltungsträgers für die Kontaktierung und Integration von Leistungselektronik mittels widerstandsarmen Aktivlots (ActivePower)**

Prof. Dr.-Ing. Franke, FAPS Erlangen
Prof. Dr.-Ing. habil. Schulze, IAM AWP Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Fleischer, WBK Karlsruhe

Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 30.09.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.230N>

**10.095
19.271 B Korrelation von Schertestergebnissen und Zuverlässigkeit feinkristalliner Aluminium-basierter Dickdrahtbondkontakte**

Prof. Dr. Wehrspohn, IMWS Halle (Saale)
Prof. Lang, IZM Berlin

Beginn: 01.11.2016 Laufzeitende: 31.10.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.271B>

10.087
19.282 N **Mikro-Elektronenstrahlschweißen der Mischverbindungen aus Nitinol und nichtrostenden Stählen ohne Zusatzwerkstoff - MINION**

Prof. Dr. Hämmerle, NMI Reutlingen
Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Böhm, TFF Kassel

Beginn: 01.12.2016 Laufzeitende: 30.11.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.282N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

10.083
18.703 N **Laser-Mikroschweißen von Nitinol/Stahl- und Nitinol/Titan-Mischverbindungen in der Medizintechnik**

Prof. Dr.-Ing. Stark, IWF Berlin

Beginn: 01.04.2015 Laufzeitende: 30.09.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.703N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

10.070
17.746 N **Stabilität von scannerbasierten Laserbearbeitungsverfahren im industriellen Einsatz**

Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 31.08.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.746N>

Fachausschuss 11 „Kunststofffügen“



www.dvs-forschung.de/FA11

Vorsitzender Dr.-Ing. Joachim Natrop

KLN Ultraschall AG, Heppenheim

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Odo Karger

Hella KGaA Hueck & Co., Lippstadt

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

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- W4 „Fügen von Kunststoffen“

www.dvs-aft.de/AFT/W/W4

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission XVI „Fügen von Polymeren und Klebtechnologie“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Der Fachausschuss 11 steht für sämtliche Fügeverfahren der Kunststofftechnik wie Schweißen, Kleben, mechanisches Fügen oder Kombinationen daraus. Ziel der Forschungsaktivitäten ist es, Lösungen für die Anwendung bereit zu stellen und ein umfassendes Verständnis der Kunststofffügetechnik zu erreichen.

Der Fachausschuss 11 ist die Expertenplattform zur Identifizierung des Forschungsbedarfs, zur Definition und Begleitung von kunststofffügetechnischen Forschungsprojekten sowie zur Bewertung und Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis. Die Forschungsprojekte werden eng mit der Arbeitsgruppe W 4 „Fügen von Kunststoffen“ und deren Untergruppen im Ausschuss für Technik des DVS gekoppelt.

Der Fachausschuss 11 unterstützt geeignete Maßnahmen zum Transfer der Forschungsergebnisse unter anderem durch Präsentationen von Forschungsinstituten in Industrieunternehmen und auf öffentlichen Fortbildungs- bzw. Technologietransferveranstaltungen. Die Umsetzung der Forschungsergebnisse in fügetechnische Regelwerke wird ebenfalls konsequent durch den Fachausschuss unterstützt.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Werkstofftechnische Betrachtung der Fügeverbindungen im Hinblick auf den Herstellungsprozess der Fügepartner

- Neue maschinentechnische Entwicklungen beim Kunststofffügen
- Simulation von Fügeverfahren und Formteileigenschaften
- Prozessoptimierung bekannter Fügeverfahren sowie Entwickeln von Verfahrensvarianten und -kombinationen
- Entwickeln neuer Fügeverfahren und gezieltes Untersuchen noch nicht etablierter Fügeverfahren hinsichtlich eines vertieften Verständnisses der Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehung für einen sicheren Einsatz durch KMU
- Übertragen etablierter Technologien und Entwickeln neuer Verfahrenskonzepte für bisher nicht untersuchte bzw. bisher als ungeeignet eingestufte Werkstoffe
- Optimieren von Werkstoffen mit oder ohne funktionelle Zuschlagstoffe für die Verarbeitung mit etablierten oder neuen Fügeverfahren
- Miniaturisieren als Anwendungsfeld für das Kunststofffügen
- Prüftechnik und Qualitätssicherung: Entwickeln geeigneter Beurteilungs- und Prüfverfahren – sowohl für Fügeprozesse als auch für Fertigteile – zur Ermittlung relevanter Qualitätsmerkmale
- Erschließen neuer Anwendungsfelder für das industrielle Fügen von Thermoplasten mit dem Ziel, geeignete Ergänzungen oder Alternativen für bestehende Fügeverfahren zu bekommen
- Gezieltes Untersuchen noch nicht etablierter Fügeverfahren, um ein tieferes Verständnis der Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehung zu gewinnen. Damit soll erreicht werden, dass auch KMU Kunststofffügeprozesse qualitativ sicher innerhalb ihrer betrieblichen Praxis einsetzen

■ Erforschen von Möglichkeiten, wie sich etablierte Technologien auf Werkstoffe übertragen lassen, die bisher entweder nicht untersucht – wie im Fall der Faserverbundwerkstoffe (GFK/CFK) – oder als fügetechnisch ungeeignet eingestuft

wurden – wie duroplastische Werkstoffe. Erforscht wird auch, welche neuen technologischen Verfahren sich für diese Werkstoffe entwickeln lassen.

■ Mischmaterialverbunde

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt:

Prozessführung beim Schweißen elektrisch leit- und ableitfähiger Kunststoffe

(IGF-Nr. 16.573 BR / DVS-Nr. 11.038)

Laufzeit: 1. November 2013 – 31. Oktober 2015

Prof. Dr.-Ing. M. Gehde, Institut für Fördertechnik und Kunststoffe (KT), TU Chemnitz

Ziel des Forschungsprojektes war es, Prozessführungen zu entwickeln, die hohe Leitfähigkeiten (möglichst auf Niveau des Grundmaterials) mit guten mechanischen Eigenschaften verbinden. Darüber hinaus wurden Qualitätssicherungsstrategien entwickelt, die mit der Untersuchung der Werkstoff- und Prozesstechnik einhergehen.

Sowohl die elektrisch leitfähigen Polyamide als auch die elektrostatisch leitfähigen Polyolefine zeigen keine Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit vom verwendeten Schweißverfahren. Auch die Schweißprozessparameter bewirken keine wesentliche Beeinflussung der elektrischen Leitfähigkeit. Tendenziell liegen die elektrischen Leitfähigkeiten der Schweißverbindungen aufgrund der rheologisch bedingten Orientierung des Füllstoffs parallel zur Fügeebene geringfügig unterhalb der Leitfähigkeiten der Grundmaterialien. Dies ist auf Anisotropieeffekte der elektrischen Leitfähigkeit zurückzuführen (niedrigere Leitfähigkeit senkrecht zur Fließrichtung).

Hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften der Schweißverbindungen muss zwischen den ruß- und kohlenstoffasergefüllten Kunststoffen differenziert werden. Während für die rußgefüllten Polyolefine den Richtlinien entsprechende Schweißfaktoren erreicht werden, werden die Schweißnahtfestigkeiten der kohlenstoffasergefüllten Polyamide maßgeblich durch die Faserorientierung in der Schweißnaht und der Fügefläche beeinflusst. Speziell bei der Erwärmung mittels thermischer Strahlungsemitter zeigt sich, je nach Orientierung der Fasern, ein unterschiedliches Aufschmelzverhalten des Materials an der Fügefläche (**Bild 61**). Dieses wird durch die Netzwerkmorphologie der Fasern (Orientierung, Verteilung, Anzahl) bestimmt und führt zu einem Festigkeitsgradienten über die Schweißnahtlänge (**Bild 62**).

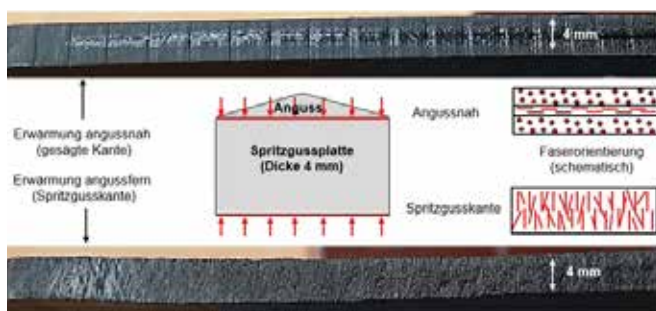


Bild 61: Lokal unterschiedliches Aufschmelzverhalten von kohlenstoffasergefülltem PA66 (Spritzgussplatte) bei der Erwärmung mittels Infrarotstrahlung; Verwendung gleicher Erwärmparameter bei angussnaher (oben) und angussferner (unten) Seite

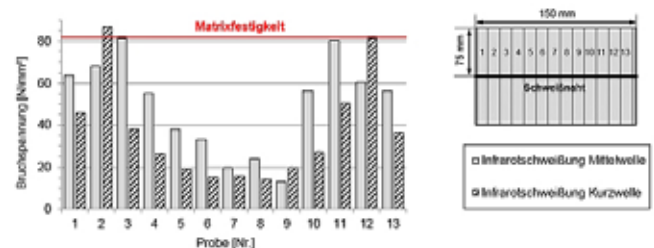


Bild 62: Lokale Bruchspannung von Infrarotschweißverbindungen aus kohlenstoffaserverstärktem PA66 in Abhängigkeit des verwendeten Strahlungsemitters

Meinungen aus den Unternehmen

Stefan Saller, Geiger Automotive GmbH, Murnau am Staffelsee:

„Die Erkenntnisse aus den Schweißuntersuchungen wurden mit unseren Ergebnissen der Serienfertigung verglichen und durch die Forschungsarbeit bestätigt. Auf Grund der Ergebnisse aus der Heizelementstumpfschweißtechnik, wurden im Serienschweißprozess die Parameter verändert und führten zu Verbesserungen in den Schweißnahtfestigkeiten. Da wir leider zurzeit keine Bauteile im Bereich der leitfähigen Kunststoffe herstellen, sind die Ergebnisse für zukünftige Projekte wichtig.“

Markus Theobald, Eugen Riexinger GmbH & Co. KG, Bad Liebenzell-Unterhaugstett:

„Für die Firma Riexinger waren das Forschungsprojekt und die Mitarbeit in dem Projekt sehr aufschlussreich. Als Hersteller von Kunststoffschweißmaschinen ist es uns sehr wichtig, noch nicht erforschte Bereiche des Kunststoffschweißens zu untersuchen und Prozessparameter sowie Prozessrichtlinien zur

Vorgehensweise einer sicheren und richtigen Anwendung der jeweiligen Materialien zu erarbeiten. Beim genannten Vorhaben wurden Erkenntnisse gewonnen, die wir in der Praxis in unseren Maschinen umsetzen und so an unsere Kunden weiter geben können, beispielsweise die Steigerung der Leitfähigkeit von Kunststoffen durch Tempern.“

Dieter Eulitz, SIMONA AG, Bad Kreuznach:

„Als Halbzeughersteller von elektrisch leitfähigen Halbzeugen stellt sich die Frage, inwieweit eine Schweißverbindung einen Einfluss auf die Leitfähigkeit der fertigen Konstruktion hat. Es ist jedoch ungeklärt, wie sich die Schweißparameter auf die Leitfähigkeit der Schweißnaht auswirken. Hier haben die Untersuchungen, die im Rahmen dieses Projektes an der TU-Chemnitz durchgeführt wurden, neue grundlegende Anhaltspunkte beziehungsweise Erkenntnisse geliefert, die in der Praxis anwendbar sind.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

11.058
19.035 B **Neue Fügemethode zur Herstellung von Thermoplast- und Thermoplast-Metall-Hybridverbindungen mittels reaktiven Multischichtsystemen (RMS)**

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Beyer, IWS Dresden

Beginn: 01.02.2016 Laufzeitende: 31.07.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.035B>

11.057
19.103 B **Quantifizierung der Werkstoff-Dämpfungseigenschaften zur Prozessauslegung beim Ultraschallschweißen**

Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz

Beginn: 01.04.2016 Laufzeitende: 31.03.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.103B>

11.060
19.212 B **Tragfähigkeitserhöhung von geklebten FKV- und Multi-Material-Verbindungen durch optimierte Gestaltung und Fertigung der FKV-Fügeteilwerkstoffe - OptiBond FKV**

Prof. Dr.-Ing. Wanner, IPA Rostock

Beginn: 01.12.2016 Laufzeitende: 30.11.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.212B>

Durchlaufende Forschungsprojekte

11.901
00.141 E **Graphene applications in polymers and polymer-based composites**

Prof. Dr.-Ing. Hopmann, IKV Aachen
Prof. Dr.-Ing. Landgrebe, IWU Chemnitz
Prof. Dr.-Ing. Gehde, KT Chemnitz

Beginn: 01.05.2015 Laufzeitende: 30.04.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=00.141E>

11.043
18.702 N **Wirksame Faserverstärkung in der Schweißnaht beim Schweißen von faserverstärkten Kunststoffen**

Prof. Dr.-Ing. Schöppner, KV Paderborn

Beginn: 01.04.2015 Laufzeitende: 31.12.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.702N>

Fachausschuss 13 „Generative Fertigungsverfahren – Rapidtechnologien“



www.dvs-forschung.de/FA13

Vorsitzender Prof Dr.-Ing. Andreas Gebhardt
Centrum für Prototypenbau GmbH, Erkelenz

Stellvertretender Vorsitzender Dipl.-Ing. Frank Palm
Airbus Defense and Space GmbH, München

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
M. Sc. Marvin Keinert
T +49. (0)2 11. 15 91-188
F +49. (0)2 11. 15 91-200
marvin.keinert@dvs-hg.de

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- V7 „Thermisches Spritzen und gespritzte Schichten“
- V9.1 „Elektronenstrahlschweißen“
- V9.2 „Laserstrahlschweißen und verwandte Verfahren“

<http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V7>
<http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V9/V9.1>
<http://www.dvs-aft.de/AfT/V/V9/V9.2>

In der Forschungsvereinigung des DVS

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

www.dvs-ev.de/fv/FA01
www.dvs-ev.de/fv/FA02
www.dvs-ev.de/fv/FA06

Grundsätze der Forschungsplanung

Der Fachausschuss 13 befasst sich in den Forschungsfeldern der generativen Fertigung (Additive Manufacturing) mit metallischen und nicht-metallischen Werkstoffen und betrachtet diese unter Berücksichtigung der gesamten Prozesskette hinweg, inklusive der Vor- und Nachbehandlung. Dabei stehen die Technologieentwicklung, die Steigerung der Akzeptanz zur Nutzung dieser Technologie bei KMU und die Schaffung neuer Anwendungsbereiche im Vordergrund. Der Fokus wird auf das Bauteil selbst gelegt. Arbeiten zur Entwicklung von kundenrelevanten Oberflächen werden ausgeschlossen. Der Fachausschuss ist das Expertengremium in Deutschland, in dem Hersteller und Anwender der generativen Fertigung sowie federführende Forschungsstellen vertreten sind, um gemeinsam die Forschungslandschaft zu prägen. Der Fachausschuss 13 kooperiert eng mit dem Fachausschuss 105 des VDI.

Forschungsbedarf

Selektives Laserstrahlschmelzen:

- Größe der Bauteile (Zeitvorteil gegenüber Gussbauteilen)
- Kostenreduzierung
- Prozesseffizienz (insbesondere bei Nickelbasislegierungen)
- Rissneigung (Parameterfenster für Rissfreiheit)

Kunststoffsintern:

- Prozessfähigkeit, Prozesssicherheit, Reproduzierbarkeit (bei wiederholten Baujobs)
- Oberflächenqualitäten verbessern
- Serienprozesse wirtschaftlich gestalten bei großen Stückzahlen (> 10.000 Stück)

Pulver:

- Verzahnung/Abstimmung von Anlagenherstellern und Werkstoffherstellern
- Brand- und Explosionsschutz
- Toxizitätsuntersuchungen
- Langzeitatmosphärenbelastung

Serienfertigung:

- Fertigungsprobleme bekommen mit Einführung und Umsetzung der Serienfertigung einen neuen Stellenwert. Seit wenigen Jahren werden Probleme sichtbar.
- Große Einflussfaktoren evaluieren. Der wissenschaftliche Anspruch wird hier wesentlich gesehen.
- Werkstoffe global evaluieren, dabei sollen keramische Werkstoffe immer mit untersucht werden.
- Produkthaftung, Wirtschaftlichkeit und Eigenschaftsgewährleistung berücksichtigen.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Prozessbezogene Erweiterung der Werkstoffpalette
- Werkstoffe / neue Werkstoffe / Werkstoffveränderung / Gefügestrukturen (Metall, Kunststoff, Keramik)
- Robuste Fertigungsprozesse, Serienfertigung
- Pulverqualität
- Strahlführungssysteme

- Schaffen von wirtschaftlichen Prozessketten
- Eingliedern in vorhandene Prozessketten
- Lebensdauerbewertung /-steigerung von Komponenten / Qualitätssicherung
- Leichtbau, Funktionsintegration, Steigern der Bauteilgröße
- Design Bauteil / Konstruktion
- Prozesssimulation (Verzug und Eigenspannung)
- Arbeitssicherheit

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt:

Qualitätssicherung beim Laserstrahlschmelzen von metallischen Bauteilen durch thermografische Schichtüberwachung

(IGF-Nr. 17.911 N/ DVS-Nr. 13.007)

Laufzeit: 1. Januar 2014 – 30. Juni 2016

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

Eine wesentliche Herausforderung bei der additiven Fertigung ist, dass die mechanischen Eigenschaften der hergestellten Bauteile allgemein einer Vielzahl an Einflussgrößen unterliegen. Diese sind teilweise systematischer und teilweise zufälliger Natur. In der Folge entstehen Unregelmäßigkeiten in Form von Bindefehlern, Lunkern und Poren, die zu Schwankungen der resultierenden Bauteilqualität führen. In aktuellen Systemen begegnet man diesen Problemen überwiegend mit der Überwachung einer Vielzahl an globalen Prozessparametern (Ausgangsleistung der Laserquelle, Restsauerstoffgehalt in der Prozesskammer, Motorstrom des Beschichters, Bauplattentemperatur).

Aus diesen Informationen können zwar zeitlich hoch aufgelöste, aber im Ortsbereich meist nur gemittelte Aussagen über den

Bauprozess getroffen werden. Der Anwender wird in der Regel nur darüber informiert, dass ein gewisser Grenzwert über- oder unterschritten ist beispielsweise. unzulässige Schwankungen gemessen wurden und die geforderte Bauteilqualität damit nicht ohne weitere Maßnahmen gewährleistet werden kann.

Komplementär zu bestehenden Ansätzen wurde im Forschungsprojekt die Strategie der schichtweisen Prozessüberwachung genutzt. Es wurden Grundlagen geschaffen, einzelne Schichten während der Verfestigung als Ganzes zu beobachten. Dazu wurden Schichtinformationen mit Messdaten aus der aktuell verfestigten Schicht und mit Informationen aus vorhergehenden Schichten abgeglichen sowie mit resultierenden Bauteileigenschaften korreliert. Auf Basis einer Datenbank können dann im Produktionseinsatz Aussagen über die erziel-

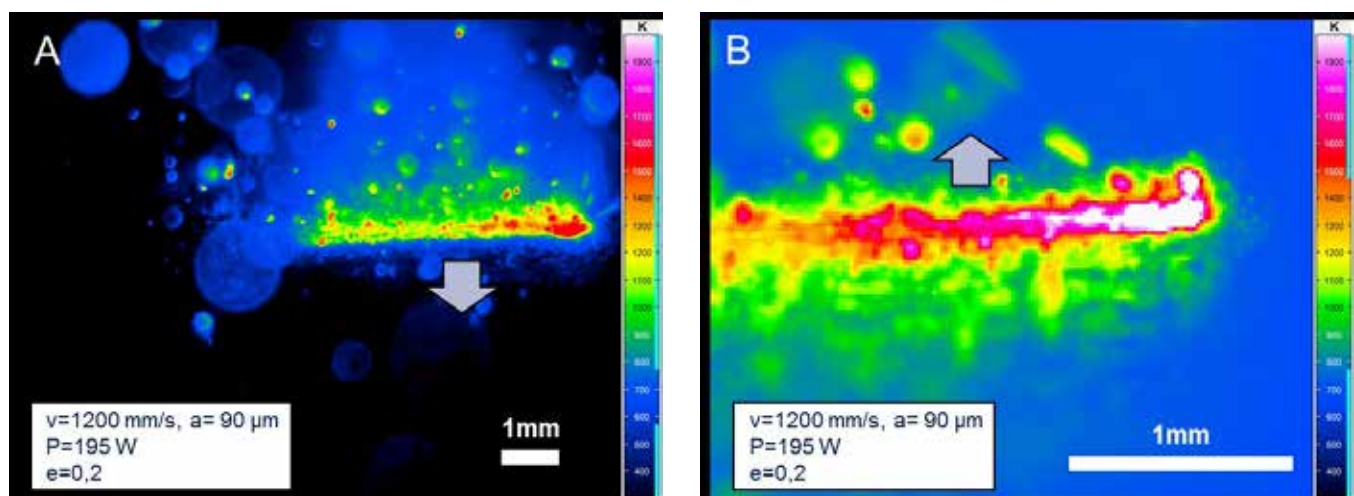


Bild 63: Beispielaufnahmen eines Hochgeschwindigkeits-Thermografiesystems in unterschiedlichen Messbereichen A (links) und B (rechts); die Farbskala entspricht dabei jeweils Temperaturen zwischen 300 und 2000 Kelvin

te Bauteilqualität durch Bewertung der einzelnen Schichten getroffen werden. Hierzu kommen thermografische Verfahren zum Einsatz, die die Charakterisierung des Wärmehaushaltes beispielsweise der Temperaturverteilung einer Schicht er-

möglichen (Bild 63). Diese Größen haben einen wesentlichen Einfluss auf die resultierende Mikrostruktur und lassen Wechselwirkungen zwischen benachbarten Teilen bzw. Unregelmäßigkeiten im Prozessablauf erkennen (Bild 64).

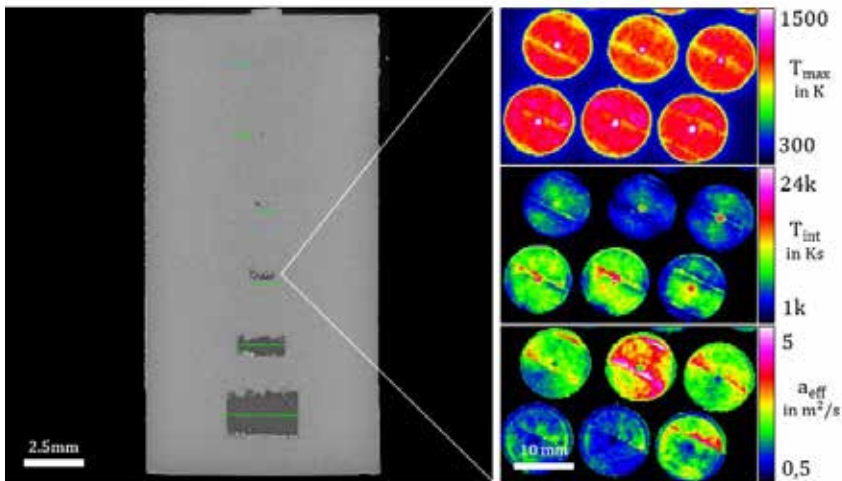


Bild 64: Versuch zur Erkennung von lokalen Fehlstellen; durch eine nachgelagerte Auswertung mithilfe der Computertomographie (links) ist jeweils ein Vergleich zwischen der tatsächlich verbliebenen und der detektierten Fehlstelle möglich. Im Bild rechts sind die drei Indikatoren Maximaltemperatur (T_{max}), Integral der Abkühlkurve über 550 °C (T_{int}) und effektive Temperaturleitfähigkeit (a_{eff}) dargestellt.

Meinungen aus den Unternehmen

Rainer Rauschenbach, Thermografiesysteme, InfraTec GmbH, Dresden:

„Es hat sich bestätigt, dass professionelle Thermografie-Technik bei Laser-Sinter Prozessen wertvolle Unterstützung bieten kann, um Fehlstellen in der Entstehungsphase zu detektieren. Die InfraTec GmbH konnte aufgrund dieses Projektes wichtige technologische Erkenntnisse gewinnen, um den Anwendern in dieser zukunftssträchtigen Fertigungstechnologie geeignete innovative Thermografie-Technik anbieten zu können.“

Dr. Joachim Bamberg, Zerstörungsfreie Prüfverfahren, MTU Aero Engines AG, München:

„Ziel von MTU ist es, neben einer konventionellen Bauteilprüfung bereits im Fertigungsprozess eine Prüfung durchzuführen. Auf diese Weise sollte der Nachweis kleinster Fehlstellen möglich sein. Genau dies leistet die im Rahmen des Projekts entwickelte Thermografie-Prüftechnik. In umfangreichen Untersuchungen wurde gezeigt, dass kritische Fehlertypen, wie nicht konsolidier-

tes Pulver oder Bindefehler, online und mit hoher Ortsauflösung nachweisbar sind. Durch fortschrittliche Signalverarbeitung war es möglich, eine Korrelation von Thermografie-Anzeigen zu tatsächlichen Fehlergrößen herzustellen. Damit liefern die Ergebnisse des Projekts die solide Basis für eine effiziente Qualitätssicherung bei der additiven Fertigung mittels Laserpulverbetttschmelzen. Die entwickelte Online-Thermografie wird ein wesentlicher Bestandteil zukünftiger additiver Fertigungsanlagen für die Luft- und Raumfahrt sein.“

Bernd Klötzer, bkl-Lasertechnik, Rödental:

„bkl-lasertechnik wird dieses Thema auch in Zukunft für seine eigenen Entwicklungen weiter vertiefen. Die Fertigung in Echtzeit zu überwachen ist ein sehr wichtiger Punkt, der bei einer Fertigung von mehreren Tagen unumgänglich ist. Auf Grund der optisch nicht verfolgbar sind solche Hilfsmittel in Zukunft nicht weg zu denken. Auch für eine Sicherung der Qualität ist diese Überwachung wichtig.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

13.800
18.712 N **Simulative Optimierung und generative Fertigung von statischen Mischern für die Extrusion von Kunststoffen**

Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen
Prof. Dr.-Ing. Hopmann, IKV Aachen

Beginn: 01.09.2016 Laufzeitende: 31.08.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.712N>

13.013
19.204 B **Systematische Analyse von Einflussgrößen auf die Pulverqualität beim Strahlschmelzen – am Beispiel von Ti-6Al-4V**

Prof. Dr.-Ing. Emmelmann, ILAS Hamburg
Dr.-Ing. Jahn, IFW Jena

Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 31.03.2019

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.204B>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

13.007
17.911 N **Qualitätssicherung beim Laserstrahlschmelzen von metallischen Bauteilen durch thermografische Schichtüberwachung**

Prof. Dr.-Ing. Zäh, iwv Garching

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 30.06.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.911N>

13.010
18.091 N **Simulationsbasierte Untersuchung von Bauteilverzug beim Laser-Sintern von Kunststoffen zur Entwicklung von prozesstechnischen Reduzierungsmaßnahmen (Sim-BaV-LS)**

Prof. Dr.-Ing. Ploshikhin, BCCMS Bremen
Prof. Dr.-Ing. habil. Witt, IPE Duisburg

Beginn: 01.03.2014 Laufzeitende: 31.05.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.091N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

13.011
18.639 N **Verbesserung der Oberflächenqualität von SLM Bauteilen durch Entwicklung einer SLM Prozessführung mit diskontinuierlicher Energieeinbringung**

Prof. Dr. rer. nat. Poprawe, ILT Aachen

Beginn: 01.04.2015 Laufzeitende: 31.03.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.639N>

13.015
18.859 B **Untersuchungen zur thermischen Nachbehandlung generativ gefertigter Bauteile**

Prof. Dr.-Ing. Landgrebe, IWU Chemnitz
Prof. Dr.-Ing. habil. Keßler, LWT Rostock

Beginn: 01.10.2015 Laufzeitende: 30.09.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.859B>

Fachausschuss I2 „Anwendungsnahe Schweißsimulation“



www.dvs-forschung.de/FAI2

Vorsitzender Dr. rer. nat. Alexander Ilin
Robert Bosch GmbH, Renningen

Stellvertretender Vorsitzender Dr.-Ing. Tobias Loose
DynaWeld GmbH & Co. KG, Wössingen

Ansprechpartner der Forschungsvereinigung
Ass. jur. Marcus Kubanek
T +49. (0)2 11. 15 91-120
F +49. (0)2 11. 15 91-200
marcus.kubanek@dvs-hg.de

Veranstaltungen

Workshop „Anwendungsnahe Schweißsimulation“

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- Q1 „Konstruktion und Berechnung“

www.dvs-aft.de/AFT/Q/Q1

In der Forschungsvereinigung des DVS

- Fachausschuss 9 „Konstruktion und Festigkeit“

www.dvs-forschung.de/FA09

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

www.iiwelding.org

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

Tragende AiF-Mitgliedsvereinigungen

- 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.
- AWT – Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e. V.

 DVS FORSCHUNG

 FOSTA

 GFaI

 FAT | Forschungsvereinigung
Automobiltechnik

 AWT)))

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Der Fachausschuss I2 beschäftigt sich mit grundlegenden Fragen zur Durchführbarkeit von Simulationen an industrierelevanten Bauteilen auf der Prozessseite. Werkstoffmechanische, prozesstechnische und numerische Fragestellungen aus der Industrie stehen bei der Antragsstellung im Vordergrund. Erarbeitete Lösungen werden anwenderfreundlich aufgearbeitet, wobei eine marktreife Softwarelösung nur von den Softwarehäusern geleistet werden kann.

Das Schweißen von Bauteilen ist ein wesentlicher Bestandteil der Prozesskette von Fertigungsprozessen. Die Physik des Schweißens umfasst wie kein anderes Glied der Fertigungskette komplexe und stets miteinander gekoppelte Teilbereiche:

- Thermodynamik und -Mechanik
- Materialwissenschaften
- Strömungs- und Aerodynamik
- Stofftransport
- Elektromagnetismus

Die Anforderungen, die in den vergangenen Jahren an den Fachausschuss I2 herangetragen wurden, entstammen den Marktsegmenten:

- Automobilisten und Zulieferfirmen
- Energieversorger
- Stahlhersteller
- Schiff- und Kranbau
- Schienenfahrzeugbau
- Maschinen- und Anlagenbau
- Sonderschweißverfahren

Über Forschungsprojekte ist der Weg zu einer anwendbaren Nutzung von numerischen Simulationen gelungen. Die kommerziellen Softwarepakete renommierter Hersteller sind durch die Forschungsarbeiten handhabbarer geworden, weil die Komplexität des Schweißens mit Ersatzmodellen von der wissenschaftlichen auf eine industriell anwendbare Ebene skaliert wurde.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

Die Entwicklung von Fertigungsschritten bleibt jedoch nicht stehen, und so müssen die komplexen Fragestellungen neuer Fertigungsmethoden auch neu diskutiert und erforscht werden, um zeitnah auf neue Märkte regieren zu können. Die Erfahrungen, die in den vergangenen Jahren zur Reduktion komplexer physikalischer Modelle auf ihre Anwendbarkeit hin erarbeitet wurden, können auch auf weitere Fertigungsschritte angewandt werden. Sehr nah dem Schweißen verwandt ist die Wärmebehandlung.

Das Thema der numerischen Simulation von Wärmebehandlungsvorgängen erweitert das Wissen des Fachausschusses I2 um weitergehende Erkenntnisse zur Materialwissenschaft, die auch für das Schweißen verwendet werden können. Gleichzeitig erhöhen die Vorgehensweisen zur Reduktion der Komplexität von Wärmebehandlungssimulationen naturgemäß die industrielle Anwendbarkeit. Darüber hinaus wird auch die Stahlverformung als Teilbereich des Investitionsgüter produzierenden Gewerbes, vorwiegend Zulieferer für die Automobil-, Maschinenbau- und die elektronische Industrie und den Bergbau, zukünftig Gegenstand der Betrachtungen im Fachausschuss I2 sein. Mit Blick auf das Produktportfolio wie Herstellung von Gesenk- und Spezialschmiedestücken, Press-, Zieh- und Stanzteilen, Federn, Ketten, ferner Erzeugnisse aus Sintereisen, -stahl und -metall hat ebenso hier die numerische Simulation eine enorme Bedeutung erlangt. Entsprechende Kontakte zur Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e. V. (AWT) sowie zur Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) bestehen ebenso wie ein gegenseitiges Interesse zur Zusammenarbeit. Die Mitglieder des AWT und der FSV, die sich mit dem Themenfeld der numerischen Simulation beschäftigen, werden im Gemeinschaftsausschuss des FA I2 als weitere Stütze integriert.

Die Erweiterung des FA I2 um die anwendungsorientierte Wärmebehandlungssimulation und die Stahlverformung bieten Synergien, die bisher so und in diesem Maße noch nicht genutzt wurden.

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt:

Entwicklung und Qualifizierung einer modifizierten äquivalenten Wärmequelle für die Simulation der Wärmeeinbringung beim Lichtbogenschweißen

(IGF-Nr. 17.942 N / DVS-Nr. I2.013)

Laufzeit: 1. Januar 2014 – 31. August 2016

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

Das Projekt zielte auf die Weiterentwicklung der allgemein verwendeten äquivalenten Doppelellipsoid-Wärmequelle (nach Goldak) für die Simulation der Wärmeeinbringung beim Lichtbogenschweißen. Um die Wirkung der Strömungen im

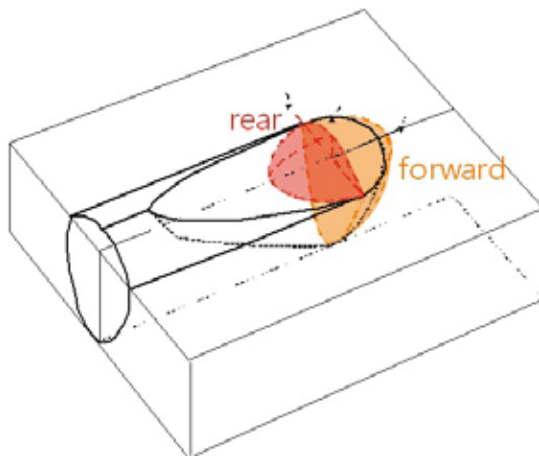


Bild 65: Schematische Darstellung der zweiten Modifikation der äquivalenten Wärmequelle

Schmelzbad besser nachbilden zu können, wird anstatt einer Gaußfunktion eine Super-Gaußfunktion als Verteilungsfunktion für die Wärmeeinbringung verwendet. Dies reduziert das Maximum der Wärmeeinbringung im Zentrum und bringt dafür eine höhere Wärmedichte an den Rand der Wärmequelle, was dort am Rand zu Temperaturgradienten führt, die näher an der Realität liegen. Des Weiteren wurde eine zweite Modifikation vorgeschlagen, welche den hinteren Teil der Wärmeeinbringung anstatt in das Werkstück, in die Nahtüberhöhung platziert (**Bild 65**). Außerdem wurden Schnittstellen erstellt, die die Übertragung der Ergebnisse in die bestehende Software Sysweld, DynaWeld und simufact.welding ermöglichen, ohne die für den Anwender gewohnten Arbeitsabläufe zu verändern. Für die Validierung wurden die modifizierten äquivalenten Wärmequellen mit ANSYS CFX simuliert und die entstehenden Schmelzbad-Geometrien mit Schmelzbadabdrücken und Schliffbildern von Unterpulver-Schweißversuchen verglichen. Der Vergleich zwischen den realen und den simulierten Querschnitten zeigt eine gute bis sehr gute Übereinstimmung und eine deutliche Verbesserung durch die Verwendung der Modifikation gegenüber der herkömmlich verwendeten äquivalenten Wärmequelle nach Goldak (**Bild 66**).

Modifizierte ÄWQ MR10	Reales Experiment

Bild 66: Gegenüberstellung der Schweißnahtquerschnitte, simuliert mit der neuen Modifikation der äquivalenten Wärmequelle (ÄWQ), genannt MR10, mit den realen Schliffen

Meinungen aus den Unternehmen

Dr.-Ing. Wolfgang Scheller, Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Duisburg:

„Die in diesem Projekt erreichte und experimentell bestätigte, verbesserte Abbildungsgenauigkeit der Schmelzbadgeometrie ermöglicht nun tiefer gehende Untersuchungen der Gefügeänderungen in dem sensiblen Bereich der Wärmeeinflusszone.“

Dr.-Ing. Tobias Loose, DynaWeld GmbH & Co. KG, Wössingen:

„Durch die Einbindung der modifizierten äquivalenten Wärmequelle in die DynaWeld Wärmequellenbibliothek mit der zugehörigen Schnittstelle zur Schweißprozesssimulation (SimWeld) haben wir die Ergebnisse des Forschungsprojektes direkt umgesetzt.“

„Mit der neuen Wärmequelle lassen sich mit DynaWeld aussagekräftigere und der Realität besser angepasste Simulationsmodelle erstellen, was die Ergebnisqualität der Schweißstruktursimulation verbessert.“

Dipl.-Ing. Goddy Hutabarat, Benteler Automobiltechnik GmbH, Paderborn:

„Die Modifikation der äquivalenten Wärmequelle nach Goldak für MSG geschweißte Bauteile, welche in diesem Projekt realisiert wurde, zeigt überzeugende Verbesserungen in der Genauigkeit für die Simulation der Temperaturfelder für die Struktursimulation. Die zeitaufwendige Simulationsvorbereitung wird dadurch auch stark verkürzt.“

Neubegonnene Forschungsprojekte

I2.022
18.966 B **Entwicklung eines Reibgesetzes zur Erfassung des Drehzahleinflusses bei der Reibschweißprozesssimulation**

Prof. Dr.-Ing. Jüttner, IWF Magdeburg

Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 31.12.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.966B>

I2.021
18.988 N **Entwicklung einer verifizierten Prozedur für die zuverlässige schweißtechnische Instandsetzung von Großbauteilen: Ausführung, Bemessung und Lebensdauerbewertung**

Prof. Dr. rer. nat. Gumbsch, IWM Freiburg
Prof. Dr.-Ing. Ummenhofer, KIT Karlsruhe

Beginn: 01.01.2016 Laufzeitende: 30.06.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.988N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

I2.013
17.942 N **Entwicklung und Qualifizierung einer modifizierten äquivalenten Wärmequelle für die Simulation der Wärmebringung beim Lichtbogenschweißen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisgen, ISF Aachen

Beginn: 01.01.2014 Laufzeitende: 31.08.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.942N>

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

Stellvertretender Vorsitzender Jürgen Gleim

3M Deutschland GmbH, Kleinostheim

www.dvs-forschung.de/FAQ6

Korrespondierende Gremien

Arbeitsgruppen im Ausschuss für Technik des DVS

- Q6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“

www.dvs-aft.de/Aft/Q/Q6

IIW-Gremien (International Institute of Welding)

- Commission XIII „Arbeits- und Gesundheitsschutz“

www.iiwelding.org

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Das ständig wachsende Sicherheitsbewusstsein, die permanenten Bestrebungen des Staates und der Sozialpartner zur Verbesserung der Arbeitswelt und das Bemühen der Betriebe, ihre Arbeitnehmer bestmöglich zu schützen, führen auch in der Füge-technik zu verstärkten Anstrengungen auf allen Gebieten des Arbeitsschutzes.

Der DVS bündelt seine Aktivitäten auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes in seinem Fachgremium Q6, das sowohl Arbeitsgruppe im Ausschuss für Technik im DVS als auch Fachausschuss der Forschungsvereinigung des DVS ist.

Fachleute aus den verschiedenen Bereichen von Industrie, Instituten, Berufsgenossenschaften und staatlicher Seite diskutieren ausführlich aktuelle Entwicklungen und Aktivitäten auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes. Dabei stehen neben der nationalen und internationalen Gremienarbeit unter anderem auch die aktuelle Gesetzgebung, Normung sowie technische Regelwerke im Aktivitätsbereich des Gremiums. Darüber hinaus werden auch konkrete Forschungsprojekte geplant und Entscheidungen über Forschungsanträge zu den Themen „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“ getroffen.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

Weiterentwickeln von Verfahren und Geräten zur Minimierung von Gefahrstoffemissionen bzw. von Anlagen, um Emissionen nachhaltig zu minimieren (Absauganlagen, Geräte und Brenner mit integrierter Absaugung). Der Fokus liegt dabei auf den industriell bedeutsamen Verfahren zum Schweißen und Trennen, dem Schutzgasschweißen und Laserstrahlschweißen und -schneiden

Erarbeiten von Industriestandards zur „Emissionsbeherrschung“: u. a. Best Practice bei der Absaugung, Ermitteln von Emissionskennwerten für verschiedene Verfahren und Werkstoffe. Aufbauend auf den erarbeiteten Ergebnissen werden auch DVS-Regelwerke erstellt. Ebenso fließen die Ergebnisse in das BG-Regelwerk und in die Normung, z. B. Normung von Verfahren zur Bestimmung von Emissionen etc., ein.

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt:

Reduzierung gefährlicher Schweißrauch durch die Trennung von Lichtbogen und Zusatzwerkstoff - Emissionsreduziertes Schweißen mit MSG-Zusatzdraht und WIG-Heißdraht

(IGF-Nr. 18.179 BR / DVS-Nr. Q6.019)

Laufzeit: 1. Mai 2014 – 30. April 2016

Prof. Dr.-Ing. habil. U. Füssel, Professur für Fügetechnik und Montage, TU Dresden

Im Rahmen des Vorhabens wurde ein neuartiger Ansatz zur Reduzierung gesundheitsgefährdender Schweißrauchkomponenten beim MSG-Schweißen nichtrostender Stähle untersucht. Durch Auslagerung der kritischen Bestandteile Chrom und Nickel aus dem lichtbogentragenden MSG-Basisdraht in einen zusätzlichen Heißdraht wurden sowohl die Schweißrauchemission insgesamt als auch deren Toxizität maßgeblich verringert (Bild 67).

Die Untersuchungen haben ergeben, dass die chemische Zusammensetzung des beim MSG-Zusatzdrahtschweißen

entstehenden Schweißrauches nahezu unabhängig von den untersuchten technologischen Parametern der Zusatzdrahtzuführung wie dem Winkel der Drahtzuführung ist. Des Weiteren wurde gezeigt, dass durch die Verwendung von massiven Zusatzdrähten grundwerkstoffähnliche Zusammensetzungen der In-situ-Schmelze sowie vergleichbare Verbindungs-, Korrosions- und Bauteileigenschaften erreicht werden können. Auf Grundlage des gewählten Ansatzes kann den steigenden Anforderungen des Arbeitsschutzes bei gleichzeitiger Erhaltung der Wirtschaftlichkeit des MSG-Verfahrens entsprochen werden.

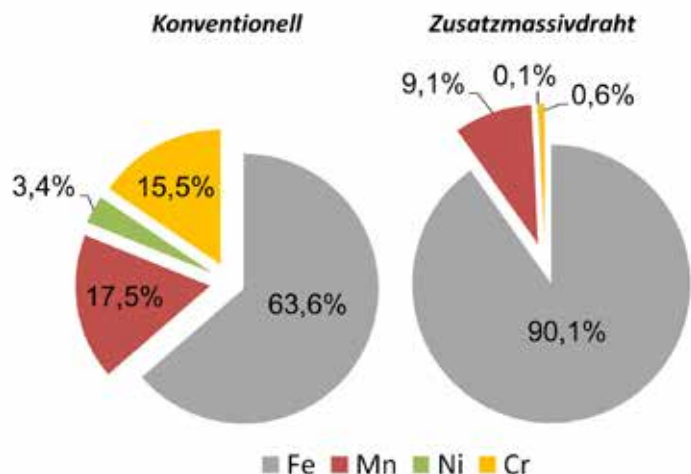
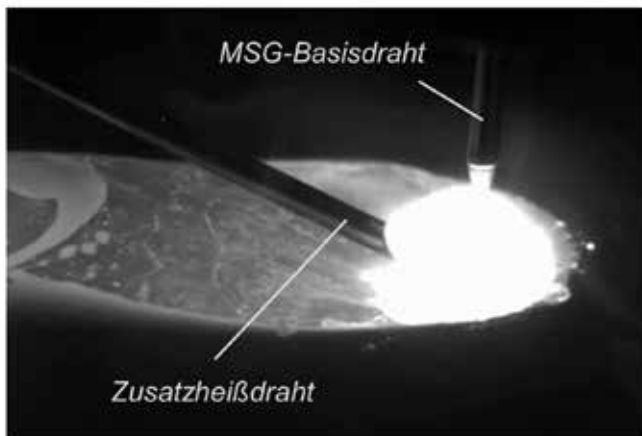


Bild 67: Heißdrahtzuführung (links) und Vergleich der chemischen Zusammensetzung des Schweißrauches für einen konventionellen MSG-Prozess und den entwickelten MSG-Heißdrahtprozess (rechts)

Meinungen aus den Unternehmen

Ernst Miklos, Technology Platforms Management, Linde AG, Unterschleissheim:

„Die Verringerung oder gar Vermeidung der Emissionen bleibt ein existentiell relevantes Forschungsziel für die Entwicklung der Lichtbogentechnologien. Industrielle Anwender schätzen die Energieeffizienz, Abschmelzleistung und Automatisierbarkeit des Metall-Schutzgasschweißens. Umso mehr sind Innovationen willkommen, wenn sie Gefahrstoffreduzierung mit Produktivität erfolgreich kombinieren.“

M.Sc. Martin Hartke, Prozesstechnik, EWM AG, Mündersbach:

„Die Ergebnisse der Forschungsstelle leisten einen wertvollen Beitrag für das MSG-Heißdrahtschweißen von nichtrostenden Stählen. Neben bekannten positiven Faktoren, wie Erhöhung der Abschmelzleistung, Reduzierung der Streckenenergie und somit des Wärmeeintrages in den Grundwerkstoff, wurde auch die Reduzierung der gefährdenden Schweißrauches nachgewiesen, was somit den steigenden Anforderungen des Arbeitsschutzes gerecht wird. Mit diesen neuen Erkenntnissen können wir als Unternehmen weitere Vorteile des MSG-Heißdrahtschweißens für unsere Kunden ableiten.“

Priv.-Doz. Dr. med. Wolfgang Zschiesche, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bochum, Chairman IIW Commission VIII „Health, Safety and Environment“:

„Auf Grund der vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse werden die Arbeitsplatzgrenzwerte für Rauche und Stäube einschließlich Schweißrauch für Nickel- und Chrom (VI)-Verbindungen in letzter Zeit stetig abgesenkt. Um diese einzuhalten,

sind erhebliche Anstrengungen erforderlich, die idealerweise bereits bei der Reduzierung der Gefahrstofffreisetzung durch Modifikation des Arbeitsprozesses ansetzen. Das hier vorgestellte Verfahren stellt einen innovativen Ansatz dar, der zu einer erheblichen Reduktion dieser Gefahrstoffemissionen führt und damit einen bedeutsamen Beitrag zum Gesundheitsschutz der Schweißer leisten kann.“

Durchlaufende Forschungsprojekte

Q6.020
18.333 N **Emissionsminimierung für industriell relevante Metall-Schutzgas-Schweißprozesse unter Einhaltung einer geforderten Nahtqualität**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen

Beginn: 01.09.2014 Laufzeitende: 28.02.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.333N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

Q6.018
17.990 N **Strömungstechnische Auslegungskriterien zur Erhöhung der Absaugungseffektivität von integrierten Absaugbrennern in Zwangslagen**

Prof. Dr.-Ing. Stark, IWF Berlin

Beginn: 01.12.2013 Laufzeitende: 31.05.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=17.990N>

Q6.019
18.179 B **Reduzierung gefährlicher Schweißrauche durch die Trennung von Lichtbogen und Zusatzwerkstoff - Emissionsreduziertes Schweißen mit MSG-Zusatzdraht und WIG-Heißdraht**

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

Beginn: 01.05.2014 Laufzeitende: 30.04.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.179B>

Fachausschuss V4 „Unterwassertechnik“



www.dvs-forschung.de/FAV4

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

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

Veranstaltungen

Sondertagung - „Unterwassertechnik“

Korrespondierende Gremien

- Arbeitsgruppe V4 „Unterwassertechnik“
- FA Q6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“
- FA 3 „Lichtbogenschweißen“

www.dvs-aft.de/AFT/V/V4
www.dvs-forschung.de/FAQ6
www.dvs-forschung.de/FAQ03

Grundsätze / Aufgaben des Fachausschusses

Die Unterwassertechnik gehört zu einem Umfeld mit stetig wachsender Bedeutung, denke man nur an die Bereiche Energieerzeugung und Rohstoffgewinnung in Küstenregionen oder im offenen Meer und durch den Klimawandel bedingten zukünftigen Küstenschutz.

Dabei gehören zur Unterwassertechnik nicht nur spektakuläre Bauwerke wie Windkraftanlagen, Bohrinseln und Offshore-Pipelines. In Deutschland liegen die Anwendungen der Unterwassertechnik auch besonders im Binnenland und küstennahen Regionen im Bau und Erhalt von:

- Binnenschiffahrtswegen und -hafenanlagen
- Wasserkraftwerken
- Anlagen zur Trinkwasserversorgung
- Hafenanlagen und Wasserwegen für die Seeschifffahrt
- Anlagen für den Hochwasserschutz
- Wehre, Stauanlagen, Sperrwerke
- Brückenbauwerke und andere Ingenieurbauwerke

In diesen Bereichen spielen das Fügen, Trennen, Beschichten und Prüfen in nasser Umgebung entscheidende Rollen.

Forschungsfelder und Schwerpunktthemen

- Neue Schweiß- und Schneidprozesse und -verfahren
- Physik des Lichtbogens in nasser Umgebung
- Einfluss der nassen Umgebung auf den Werkstoff beim Schweißen und Schneiden
- Prüftechnik, neue Prüfverfahren für den Einsatz unter Wasser
- Visualisierung
- Automatisierung

Forschungsbilanz – Ergebnistransfer und Umsetzung im Projekt:

Laserstrahlschneiden unter Wasser für höhere Produktivität – LuWaPro

(IGF-Nr. 18281 N / DVS-Nr. V4.009)

Laufzeit: 1. Juli 2014 – 30. September 2016

Dr. rer. nat. D. Kracht, Laser Zentrum Hannover (LZH) e. V.

Prof. Dr.-Ing. H. J. Maier, Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover

Ziel des Projektes war es, das bei Unterwasserschneidarbeiten zumeist eingesetzte manuelle Lichtbogen-Sauerstoffschnitten durch einen automatisierten Laserstrahlschneidprozess zu ersetzen und damit die Prozessgeschwindigkeit und -sicherheit zu erhöhen. Neben der Abdichtung einer handelsüblichen Laseroptik zur Anwendung unter Wasser wurde der Schneidprozess zunächst an 10 mm starken S355J2+N Blechen entwickelt und in Hinsicht auf Robustheit und hohe Schneidgeschwindigkeit ausgelegt. Hierbei wurden Geschwindigkeiten bis 15 mm/s erreicht, was ca. dem 15-fachen der durchschnittlichen Geschwindigkeit eines Tauchers beim manuellen Schneiden entspricht.

Darüber hinaus wurden die Untersuchungen erfolgreich an bis zu 50 mm starken Blechpaketen sowie mit Beton hinterfüllten Blechen (**Bild 68**) fortgeführt. Durch die Verwendung eines auf einer Fotodiode basierenden Messsystems konnte das Durchschneiden des Materials visualisiert und zu Qualitätssicherungszwecken aufgezeichnet werden. Nach der Validierung des Prozesses in Laborumgebung wurde der Aufbau

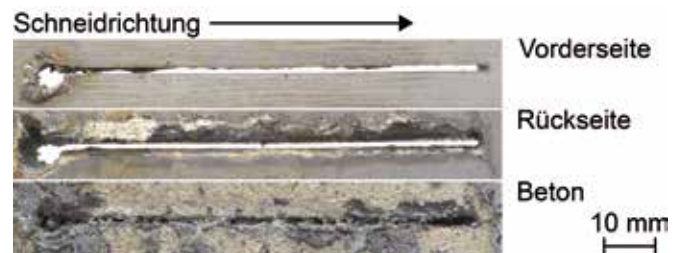


Bild 68: Schnitt eines mit Beton hinterfüllten 10 mm starken Bleches

in das 200 m³ große Becken im Unterwassertechnikum Hannover übertragen. An Blechen und Spundwandstücken wurde der Prozess dort mit Hilfe eines im Rahmen des Projektes entwickelten wasserunempfindlichen Achssystems demonstriert (**Bild 69**). Hierbei wurden 10 mm starke Stahlbleche der Güte S240 GP in unterschiedlichen Winkellagen sicher getrennt. Ein Versatz des Gesamtsystems durch Taucher wurde ebenfalls erfolgreich demonstriert.



Bild 69: Unterwasserschneidprozess im Einsatz am entwickelten Achssystem im Unterwassertechnikum Hannover des Instituts für Werkstoffkunde in Zusammenarbeit mit dem Laser Zentrum Hannover e. V., der LASER on demand GmbH und der Tauchmayer GmbH

Meinungen aus den Unternehmen

Dipl.-Ing. Markus Mayer, Tauchmayer GmbH, Seelze:

„Für uns als Tauchunternehmen bietet das neuartige Laserstrahlschneidverfahren eine weitere Möglichkeit des Trennens von Metallstrukturen unter Wasser. Die Steigerung der Prozessgeschwindigkeit um den Faktor 15 kann die Wirtschaftlichkeit der Schneidarbeiten unter Wasser, auch unter ungünstigen Randbedingungen wie unzureichender Sicht, erhöhen. Aus unserer Perspektive weist dieser Ansatz für Prozess- und Gerätetechnikentwickler neue Perspektiven des Unterwasserschneidens auf.“

Dr.-Ing. Oliver Meier, LASER on demand GmbH, Langenhagen:

„Die Möglichkeit, unsere Expertise um das Anwendungsfeld der Unterwassertechnik erweitern zu können, hat das Projekt LuWaPro für uns besonders interessant gemacht. Wie wir demonstriert haben, ist der Laserstrahl auch in diesem atypischen Arbeitsumfeld als effektives Werkzeug einsetzbar.“

Neu begonnene Forschungsprojekte

**V4.014
19.029 B** **Werkstofftechnisch basiertes Abschreckmodell für die Simulation des Unterwasserschweißens**

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover
Prof. Dr.-Ing. habil. Keßler, LWT Rostock

Beginn: 01.02.2016 Laufzeitende: 31.01.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.029B>

**V4.018
19.210 B** **Optimierung des Tragverhaltens unter Wasser gefügter Bolzenschweißverbindungen großer Dimensionen für Reparatur- und Instandhaltungsmaßnahmen**

Prof. Dr.-Ing. Wanner, IPA Rostock
Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.10.2016 Laufzeitende: 30.09.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.210B>

**V4.016
19.211 N** **Verminderung der wasserstoffinduzierten Kaltrissigkeit beim nassen Unterwasserschweißen von höherfesten Feinkornstählen durch die Integration von austenitischem Schweißgut in die Schweißfolge**

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.12.2016 Laufzeitende: 30.11.2018

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=19.211N>

Durchlaufende Forschungsprojekte

**V4.010
18.158 N** **Mechanisch technologische Eigenschaften unterwassergeschweißter hoch- und höherfester Stähle**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reisinger, ISF Aachen

Beginn: 01.04.2014 Laufzeitende: 30.06.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.158N>

**V4.013
18.708 N** **Autogenes MAG-C Schweißen als Hybridprozess für das kontinuierliche, nasse, hyperbare Unterwasserschweißen (UW-A-MAG-C) mit Massivdrahtelektroden**

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover

Beginn: 01.04.2015 Laufzeitende: 31.03.2017

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.708N>

Abgeschlossene Forschungsprojekte

**V4.009
18.281 N** **Laserstrahlschneiden unter Wasser für höhere Produktivität – LuWaPro**

Prof. Dr.-Ing. Maier, IW Hannover
Prof. Dr.-Ing. Overmeyer, LZH Hannover

Beginn: 01.07.2014 Laufzeitende: 30.09.2016

Weitere Informationen siehe:
<http://www.dvs-ev.de/fv/?IGF=18.281N>

Forschende Mitglieder der Forschungsvereinigung

6

Aachen

RWTH Aachen Institut für Eisenhüttenkunde
Bleck

RWTH Aachen
Institut für Oberflächentechnik
Bobzin

Institut für Anwendungstechnik Pulvermetallurgie
und Keramik an der RWTH Aachen e. V.
Broeckmann

RWTH Aachen
Institut für Kunststoffverarbeitung in Industrie und
Handwerk
Hopmann

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT
Poprawe

RWTH Aachen
Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik
Reisgen

Augsburg

Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-,
Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV
Reinhart

Berlin

Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung (BAM)
Fachbereich 9.4 Integrität von
Schweißverbindungen
Kannengießler

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit
und Mikrointegration IZM
Lang

Technische Universität Berlin
Institut für Mechanik - Fakultät V
Fachgebiet für Kontinuumsmechanik
und Materialtheorie
Müller

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH
Niederlassung SLV Berlin-Brandenburg
Paulinus

Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung (BAM)
Fachbereich 9.3 - Schweißtechnische
Fertigungsverfahren
Rethmeier

Technische Universität Berlin
Institut für Werkzeugmaschinen
und Fabrikbetrieb IWF
Fachgebiet Füge- und Beschichtungstechnik
Stark/Rupprecht

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen
und Konstruktionstechnik
Uhlmann

Braunschweig

Technische Universität Braunschweig
Institut für Füge- und Schweißtechnik
Dilger

Bremen

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik
und angewandte Materialforschung IFAM
Mayer

Universität Bremen
Bremen Center for Computational Materials
Science
Ploshikhin

BIAS – Bremer Institut für angewandte
Strahltechnik
Vollertsen

Chemnitz

Technische Universität Chemnitz
Institut für Fördertechnik und Kunststoffe
Professur Kunststoffe
Gehde

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Elektrotechnik und
Informationstechnik
Professur für Mikrotechnologie
Hiller

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Maschinenbau – Institut für
Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik
Professur Werkstoff und Oberflächentechnik
Lampke

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen
und Umformtechnik IWU
Landgrebe

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

CeWOTec gGmbH
Chemnitzer Werkstoff- und OberflächenTechnik
Reif

Technische Universität Chemnitz
Institut für Werkstoffwissenschaft
und Werkstofftechnik
Professur Werkstoffwissenschaft
Wagner

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Maschinenbau
Institut für Werkstoffwissenschaft
und Werkstofftechnik
Professur Verbundwerkstoffe
Wagner

Clausthal-Zellerfeld

Technische Universität Clausthal
Institut für Maschinelle Anlagentechnik
und Betriebsfestigkeit
Esderts

Technische Universität Clausthal
Institut für Schweißtechnik und Trennende
Fertigungsverfahren
Wesling

Cottbus

Brandenburgische Technische Universität
Cottbus-Senftenberg
Lehrstuhl Füge- und Schweißtechnik
Michailov

Brandenburgische Technische Universität
Cottbus-Senftenberg
Professur Stahl- und Holzbau
Pasternak

Darmstadt

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit
und Systemzuverlässigkeit LBF
Melz

Zentrum für Konstruktionswerkstoffe
Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt
Fachgebiet und Institut für Werkstoffkunde
Oechsner

Dortmund

Technische Universität Dortmund
Lehrstuhl für Werkstofftechnologie
Fakultät Maschinenbau
Tillmann

Dresden

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

Technische Universität Dresden
Institut für Aufbau- und
Verbindungstechnik in der Elektronik
Bock

IMA Materialforschung
und Anwendungstechnik GmbH
Fleischer

Technische Universität Dresden
Institut für Fertigungstechnik
Professur für Fügetechnik und Montage
Füssel

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für
Keramische Technologien und Systeme
Michaelis

Duisburg

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH
Niederlassung SLV Duisburg
Mährlein

Universität Duisburg-Essen
Institut für Produkt Engineering
Lehrstuhl Fertigungstechnik
Witt

Erlangen

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-
Nürnberg
Lehrstuhl für Kunststofftechnik
Drummer

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-
Nürnberg
Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik
Franke

Bayerisches Laserzentrum GmbH
Schmidt

Fellbach

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH
Niederlassung SLV Fellbach
Rotaru

Freiburg

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
Gumbsch

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Mikrosystemtechnik
Professur für Aufbau- und Verbindungstechnik
Wilde

Garbsen

Leibniz Universität Hannover
Institut für Werkstoffkunde
Maier

Garching

Technische Universität München
Institut für Werkzeugmaschinen
und Betriebswissenschaften
Zäh

Geesthacht

Helmholtz-Zentrum Geesthacht
Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH
Kaysser

Greifswald

INP Greifswald e. V.
Leibniz-Institut für Plasmaforschung und
Technologie e. V.
Weltmann

Halle

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt
Halle GmbH
Keitel

Hamburg

Technische Universität Hamburg-Harburg
Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik
Emmelmann

Helmut-Schmidt-Universität
Universität der Bundeswehr Hamburg
Institut für Werkstofftechnik
Laboratorium für Werkstoffkunde
Klassen

Hannover

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH
Niederlassung SLV Hannover
Mittelstadt

Laser Zentrum Hannover e. V.
Overmeyer

Ilmenau

Technische Universität Ilmenau
Fakultät für Maschinenbau
Fachgebiet Fertigungstechnik
Bergmann

Itzehoe

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT
Benecke

Jena

Günter-Köhler-Institut für
Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH
Jahn

Jülich

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung
Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren
Guillon

Kaiserslautern

Technische Universität Kaiserslautern
Lehrstuhl für Werkstoffkunde
Beck

Karlsruhe

Karlsruher Institut für Technologie
Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine
Ummenhofer

Kassel

Universität Kassel
Institut für Produktionstechnik und Logistik
Fachgebiet Trennende und Fügende
Fertigungsverfahren
Böhm

Universität Kassel
Institut für Werkstofftechnik
Fachgebiet Kunststofftechnik
Heim

Köthen

Hochschule Anhalt
Fachbereich EMW – Schweißtechnik
Rudolf

Krefeld

Hochschule Niederrhein
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Funktionswerkstoffe und Beschichtungen
Wilden

Magdeburg

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Werkstoff- und Fügetechnik
Lehrstuhl Fügetechnik
Jüttner

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Fakultät für Elektrotechnik
und Informationstechnik
Institut für Elektrische Energiesysteme
Lehrstuhl für Leistungselektronik
Lindemann

München

GSI – Gesellschaft für Schweißtechnik
International mbH
Niederlassung SLV München
Cramer

Neubiberg

Universität der Bundeswehr München
Fakultät für Elektrotechnik und
Informationstechnik
Institut für Plasmatechnik und Grundgebiete
der Elektrotechnik
Schein

Paderborn

Universität Paderborn
Fakultät für Maschinenbau
Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik
Meschut

Universität Paderborn
Fakultät Maschinenbau
Lehrstuhl für Kunststofftechnologie
Moritzer

Universität Paderborn
Fakultät Maschinenbau
Kunststoffverarbeitung
Schöppner

Rostock

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt
Mecklenburg-Vorpommern GmbH
Hoffmann

Universität Rostock
Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik
Lehrstuhl für Werkstofftechnik
Keßler

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Einrichtung für
Großstrukturen in der Produktionstechnik IPA
Wanner

Saarbrücken

Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für
Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP
Hanke

Stuttgart

Universität Stuttgart
Institut für Strahlwerkzeuge
Graf

Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart
Weihe

Weimar

Hildebrand-Institut für Werkstoff-,
Prozess- und Struktursimulation gGmbH
Hildebrand

Materialforschungs- und -prüfanstalt
an der Bauhaus-Universität Weimar
Könke

Wissen

Technologie-Institut für Metall
und Engineering GmbH
Polzin

Würzburg

SKZ – KFE gGmbH
Kunststoff-Forschung und Entwicklung
Heidemeyer

Das Team der Forschungsvereinigung



Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck | Geschäftsführer

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. 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



M. Sc. Marvin Keinert

T +49. (0)2 11. 15 91-188
F +49. (0)2 11. 15 91-200
marvin.keinert@dvs-hg.de
Fachausschüsse 6, 13



Ass. jur. 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, 12, GA-K



Dipl.-Ing. Michael M. 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



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
Fachausschüsse 3, 9



Jutta Altenburger

T +49. (0)2 11. 15 91-181
F +49. (0)2 11. 15 91-200
jutta.altenburger@dvs-hg.de
Sekretariat



Christian Habel

T +49. (0)2 11. 15 91-118
F +49. (0)2 11. 15 91-200
christian.habel@dvs-hg.de
Systemadministration



Dr. rer. nat. Sylvia Musch

T +49. (0)2 11. 15 91-182
F +49. (0)2 11. 15 91-200
sylvia.musch@dvs-hg.de
Projektadministration

A photograph of an astronaut in a full space suit walking on a reddish, cratered planet surface. The astronaut is seen from behind, walking towards a large, bright sun or planet on the horizon. The sky is a mix of orange and blue.

HIER ZÄHLT DIE ZUKUNFT FORSCHUNG IM DVS



Sie möchten sich in der Forschungsvereinigung des DVS engagieren? Werden Sie DVS-Firmenmitglied!

Forschung für den Mittelstand

Aus der Mitgliedschaft im DVS ergeben sich für Sie als Unternehmen alle Möglichkeiten, die Aktivitäten der Forschungsvereinigung zu begleiten, aktiv zu unterstützen und von den Forschungsergebnissen zu profitieren.

Ihre Vorteile auf einen Blick

- Treten Sie in den direkten Dialog mit der Wissenschaft!
- Initiieren und gestalten Sie Forschungsprojekte!
- Begleiten Sie Projekte unmittelbar!
- Profitieren Sie von exklusiven Forschungsergebnissen aus erster Hand und setzen Sie diese in Ihren Unternehmen um!

Praxisnah und zukunftsweisend – so arbeitet die Forschungsvereinigung im Sinne der Fügetechnik.

Mission der Forschungsvereinigung

- Fügetechnische Gemeinschaftsforschung ist bedarfsgerecht, innovativ, nachhaltig und erfolgreich!
- Die Forschungsvereinigung des DVS bietet der Fachwelt über ihre Fachausschüsse werkstoff-, verfahrens- und branchenspezifische fachliche Schwerpunkte rund um das Fügen, Trennen und Beschichten.
- Die Fachausschüsse der Forschungsvereinigung bieten offene Diskussionsforen für neue, laufende und abgeschlossene Forschungsthemen.
- In den Fachausschüssen wird unmittelbar über den Bedarf zur Umsetzung neuer Forschungsideen entschieden.
- Angefangen von der Auslegung und Konstruktion über die fügetechnische Fertigung bis hin zur Prüfung und Festigkeitsbewertung werden Forschungsinhalte abgebildet. Dabei wird die gesamte Prozesskette der Fügetechnik abgedeckt.

- Im Netzwerk der Forschungsvereinigung engagieren sich erfolgreich mehr als fünfhundert Experten aus Industrie und Wissenschaft. Jährlich werden über hundert laufende Forschungsprojekte begleitet und unterstützt.
- Über die inhaltliche Themenvielfalt ist die Forschungsvereinigung interdisziplinär ausgerichtet und aufgeschlossen für unterschiedlichste branchenübergreifende Forschungsoperationen.
- Die Forschungsvereinigung ist eine moderne, professionelle und serviceorientiert ausgerichtete Institution für die Füge-technik.

Sie interessieren sich bereits für einige wissenschaftlich-technische Themen oder für die Mitarbeit in einem Fachausschuss? Sprechen Sie uns an:

Dipl.-Ing. Jens Jerzembeck
 Geschäftsführer
 Telefon: 0211 / 1591-173
 Fax: 0211 / 1591-200
 E-Mail: jens.jerzembeck@dvs-hg.de

Darüber hinaus eröffnet Ihnen eine Firmenmitgliedschaft im DVS noch weitere Möglichkeiten:

Seit 120 Jahren ist der DVS kompetenter Ansprechpartner für alle Angelegenheiten rund um das Fügen, Trennen und Beschichten. Mit dieser Erfahrung machen wir die Branche fit für die Zukunft. Im DVS ist jeder willkommen, der sich für die Füge-technik interessiert. Unser Netzwerk umfasst rund 19.000 Personen, Unternehmen und Organisationen. Gemeinsam mit bundesweiten Forschungsinstituten arbeiten wir daran, dass die Füge-technik sauberer, sicherer und anwendungsfreundlicher wird.

Das Plus für Unternehmen:

Unternehmen, Institutionen und Organisationen haben Zugang zu einem umfangreichen Fachwissen und die Chance auf Mitarbeit bei fügetechnischen Forschungsvorhaben und Regelwerken. Und natürlich profitieren auch die DVS-Mitgliedsunternehmen vom kostenfreien Zugriff auf das technische Regelwerk des DVS unter www.dvs-regelwerk.de. Darüber hinaus bietet ihnen der DVS Lehrmedien und Leitfäden für firmeninterne Schulungen an sowie die Chance auf eine professionelle Präsenz in relevanten Fachmedien, bei fügetechnischen Messen und auf Tagungen im In- und Ausland.



Beitragsstaffel für Unternehmen aus Industrie, Handel, Handwerk und Körperschaften (gültig ab Januar 2017)

Anwender der Schweißtechnik

Gesamtzahl aller Mitarbeiter des Unternehmens		
bis zu	100 Mitarbeiter	479,00 €
bis zu	250 Mitarbeiter	1.081,00 €
bis zu	500 Mitarbeiter	1.352,00 €
bis zu	1.000 Mitarbeiter	1.622,00 €
bis zu	2.000 Mitarbeiter	2.162,00 €
mehr als	2.000 Mitarbeiter auf Anfrage (individuelle Regelung)	

Hersteller, Handelsunternehmen, Dienstleistungsunternehmen, Ingenieurbüros

Der Beitrag wird individuell vereinbart, beträgt jedoch mindestens 566,00 €

Handwerksunternehmen

bis	100 Mitarbeiter	214,00 €*
mehr als	100 Mitarbeiter	541,00 €

*im Mitgliedsbeitrag ist der Bezug von nur **einem** Fachzeitschriften-Abo enthalten

Körperschaften

Der Beitrag wird individuell vereinbart, beträgt jedoch mindestens 255,00 €

Wir erklären den Beitritt zum DVS als

- Anwender der Schweißtechnik**
- Hersteller, Handelsunternehmen, Dienstleistungsunternehmen, Ingenieurbüros**
- Handwerksunternehmen**
- Körperschaften**

Mit einer Gesamt-Mitarbeiterzahl von

Mit einem Jahresbeitrag von

Bitte ermitteln Sie den jährlichen Mitgliedsbeitrag anhand der o. g. Beitragsstaffel.

Wir möchten betreut werden vom DVS-Bezirksverband

Aufnahmeantrag für die Firmen-Mitgliedschaft im DVS

Unternehmen

Branche

Anschrift

Telefon

Fax

Internet

E-Mail

Ansprechpartner/Abteilung (bitte unbedingt ausfüllen)

Telefon

E-Mail

Ihr Interessengebiet in der Fügechnik

DVS-Newsletter

Ja, ich möchte monatlich die folgenden Newsletter per E-Mail bekommen:

- „DVS-News“ „DVS-News Nachwuchs“

Datum, Unterschrift, Firmenstempel

Wir wurden geworben von:

Name, Vorname

Anschrift

Gewünschte Werbepremien:

1. Prämie

2. Prämie

Die aktuellen DVS-Werbepremien finden Sie unter: www.die-verbindungs-spezialisten.de

Datenschutzerklärung: Einwilligung in Beratung, Information (Werbung) und Marketing: Ich bin damit einverstanden, dass meine beim DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. erhobenen, persönlichen Daten (Name, Anschrift, Geburtsdatum, Beruf) von allen DVS-Unternehmen und deren Partnern zu Marktforschungs- und schriftlichen Beratungs- und Informationszwecken (Werbung) über Produkte und Dienstleistungen der jeweiligen Partnerunternehmen gespeichert, verarbeitet und genutzt werden. Sind Sie nicht einverstanden, so streichen Sie die Klausel.



Impressum

Herausgeber

**Forschungsvereinigung Schweißen
und verwandte Verfahren e. V. des DVS**

Aachener Straße 172
40223 Düsseldorf
www.dvs-forschung.de

Redaktion

**Christian Habel
Jens Jerzembeck
Marcus Kubanek
Dr. Sylvia Musch
Michael M. Weinreich**

Titelfoto

MSG-Engspaltschweißen am Demonstrator mit 50 mm Blechdicke

Quelle:

IGF-Projekt
Sensorgestütztes MSG-Engspaltschweißen von Feinkornstählen
mit modifizierter Prozessführung im Dickblechbereich
(IGF-Nr. 17.923N / DVS-Nr. 03.111)

Mit freundlicher Genehmigung:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Rethmeier, Schweißtechnische Fertigungsverfahren, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Gestaltung

DVS Media GmbH
Düsseldorf

Druck

D+L Printpartner GmbH
Schlavenhorst 10, 46395 Bocholt



**Forschungsvereinigung Schweißen
und verwandte Verfahren e. V. des DVS**

Aachener Straße 172
D-40223 Düsseldorf

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

info@dvs-forschung.de
www.dvs-forschung.de